

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Н. П. ОГАРЕВА»**



# **БИОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА, ЭКСПЕРИМЕНТ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,  
посвященной 100-летию со дня рождения доктора биологических  
наук, профессора, основателя кафедры биохимии  
ГОУВПО «Мордовский государственный  
университет им. Н. П. ОГАРЕВА»  
Е. В. САПОЖНИКОВОЙ**

**САРАНСК-2008**

УДК 57  
ББК Е.я 43  
Б634

***Редакционная коллегия:***

*доктор биологических наук В.В. Ревин;*  
*доктор биологических наук В.А. Трофимов;*  
*доктор биологических наук Л.В. Кузьмичева;*  
*доктор биологических наук Р.Е. Киселева;*  
*кандидат биологических наук Н.В. Альба;*  
*доктор биологических наук В.А. Кузнецов;*  
*доктор биологических наук А.С. Лукаткин;*  
*кандидат биологических наук Р.В. Борченко (отв. редактор);*  
*кандидат биологических наук О.А. Лябушева (отв. за вып).*

**Биология : Теория, практика, эксперимент** : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения д-ра биол. наук, проф. Сапожниковой Е. В. / В 2-х кн. / редкол.: Р. В. Борченко (отв. ред.). [и др.]. – Саранск, 2008. – Кн. 2. – 248 с.

В сборнике изложены материалы международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора, основателя кафебры биохимии ГОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева». В сборник вошли статьи посвященные актуальным вопросам экологии, физиологии, биохимии и генетики, вопросам адаптации на разных уровнях организации живой материи.

Материалы сборника предназначены для студентов, аспирантов, соискателей и ученым-исследователям, специализирующихся в области биологии.

*Все материалы печатаются в авторской редакции с готового оригинал-макета*

Подписано в печать 07.02.08. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.  
Печать способом ризографии. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 14,42. Уч.-изд. л. 14,69.  
Тираж 200 экз. Заказ №161.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных оригиналов  
в типографии ООО «Бьюти»  
430000, г. Саранск, ул. Советская, 22.  
тел. (8342) 24-84-44, 24-84-45.

© Коллектив авторов, 2008

## **ЕКАТЕРИНА ВАСИЛЬЕВНА САПОЖНИКОВА – ОСНОВАТЕЛЬ МОРДОВСКОЙ БИОХИМИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ**

2 декабря 2007 года исполнилось 100 лет со дня рождения Заслуженного деятеля науки Мордовии доктора биологических наук, профессора Екатерины Васильевны Сапожниковой. Её имя стоит в ряду Отцов-основателей мордовской университетской науки – М. М. Бахтина, И. И. Заславского, Г. Г. Данилова, М.Г. Сафаргалеева. Эти ученые, родились далеко от Мордовии, прошли становление в науке в других университетах, но, именно поэтому, они привнесли в наш, тогда еще совсем молодой, только что созданный университет то, что делает его сегодня одним из ведущих вузов России – фундаментальность исследований, формирующую из молодых, увлеченных людей настоящих ученых.



Екатерина Васильевна родилась в семье выдающегося российского ботаника Василия Васильевича Сапожникова, ректора старейшего сибирского университета - Томского. Очень рано в Екатерине Васильевне проснулся интерес к биологии. В семнадцать лет она поступает в Томский университет и, проучившись в нем два года, она переводится на биофак Ленинградского университета, где тогда преподавали выдающиеся ученые и педагоги- академики Александр Евграфович Фаворский, Сергей Павлович Костычев, Владимир Леонтьевич Комаров. Слушая их лекции, участвуя в семинарах, впитывая современнейшие тогда научные знания, она сформировалась как ученый – естествоиспытатель. Навсегда сохранился в Екатерине Васильевне специфический ленинградский, а, точнее, петербургский дух – дух внутренней свободы, доброты, участия, - качества, присущие настоящему российскому ученому – интеллигенту.

Закончив университет, Екатерина Васильевна четыре года работала научным сотрудником в Институте микробиологии АН СССР, а затем во Всесоюзном институте растениеводства. В 1935 году она переезжает в Баку. Начинается азербайджанский период жизни Екатерины Васильевны. Работая в Азербайджанском научно – исследовательском институте растениеводства, в 1939 году Екатерина Васильевна защищает кандидатскую, а в 1963 году докторскую диссертации. В Азербайджане она впервые всерьез занялась исследованием пектинов, соединений обуславливающих в растительной клетке ее физическую структуру. Как оказалось, пектины обладают очень важными качествами – они являются великолепными детокси-

кантами, они связывают и выводят из организма животных токсические вещества, образующиеся в процессе метаболизма.

Жаркий климат Баку неблагоприятно сказывался на здоровье Екатерины Васильевны. Врачи ей рекомендовали переехать среднюю полосу России. В конце 1964 года, по приглашению ректора Григория Яковлевича Меркушкина, Екатерина Васильевна Сапожникова переезжает в Саранск, в Мордовский государственный университет. Начинается расцвет её научной деятельности, формирование знаменитой в Советском Союзе «сапожниковской» научной школы, занимающейся исследованием комплексов растительных полисахаридов. Основное внимание уделялось обмену пектиновых веществ. Начав работать в университете профессором на кафедре органической химии, Екатерина Васильевна через год организует новую кафедру - биохимии и физиологии растений. Очень быстро вокруг нее формируется научно – педагогический коллектив единомышленников и последователей – это будущие кандидаты наук Нонна Викторовна Альба, Галина Семеновна Барнашова, Любовь Сергеевна Дорофеева, Семен Михайлович Живечков, Валентина Петровна Тищенко, Марина Викторовна Чернавина. На этой же кафедре сформировались, как специалисты биохимии животных кандидаты наук Татьяна Федоровна Атянина, Людмила Ивановна Игольникова, Людмила Яковлевна Лабзина.

Под руководством Екатерины Васильевны и при ее непосредственном участии ученые опубликовали десятки статей в ведущих научных журналах страны, разработали и запатентовали технологии повышения урожайности и улучшения качества овощей в теплицах и открытом грунте. Благодаря этим работам еще в 80 –е годы прошлого века жители Саранска могли покупать в магазинах огурцы и помидоры в канун 8 Марта. Тогда это было редкостью.

Екатерина Васильевна Сапожникова была отличным педагогом. Её негромкий, чуть глуховатый голос доносил до студентов сложнейшие истины просто и доходчиво.

Не стало Екатерины Васильевны в 1989 году. Прошли годы, но, как прежде, живут идеи Екатерины Васильевны, её ученики продолжают исследования пектиновых веществ. Пектины себя далеко не исчерпали. По-прежнему вызывает интерес получение пектина из отходов пищевой промышленности в Республике Мордовии, возможности их применения в кондитерской, хлебопекарной и молочной промышленности, в птицеводстве с целью получения диетической продукции – яиц и мяса кур с пониженным содержанием холестерина и вета – липопротеинов. Значительные перспективы открываются при исследовании пектинов как лечебно-профилактических препаратов при заболеваниях желудочно-кишечного тракта и сердечно - сосудистой системы. Изучаются свойства пектинов как комплексообразователей, связывающих соли тяжелых металлов.

*Н. В. Альба, Л. Д. Альба, Г. С. Барнашова*

## ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕГЕТАЛЬНОЙ ФЛОРЫ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ И КАЗАХСТАНА

**Г. Ш. Турсумбекова**

*Тюменская государственная сельскохозяйственная академия, Тюмень (Россия)*

Наиболее важный элемент фитоценотического подхода к изучению агрофитоценоза как сложной биологической системы – методы полевой и экспериментальной геоботаники. Они предполагают выявление флористического состава сообщества сорных растений, характеристики обилия видов, размещения во времени и пространстве.

Целью наших исследований было изучение флористического состава, соотношения жизненных форм и экологических групп сегетальной флоры агрофитоценозов зерновых культур в условиях северной и южной лесостепи Тюменской области, а также степной зоны Северного Казахстана.

Исследования проводились в течение 1999 – 2006 гг. в трех природно-климатических зонах – на опытном поле Тюменской ГСХА, Тюменский район (северная лесостепь), в посевах ООО Казан-агро, Казанский район Тюменской области (южная лесостепь) и опытном поле агротехнологического института Кокшетауского университета (степная зона, Северный Казахстан). Материалом исследований в Тюменской области служили агрофитоценозы яровой пшеницы (сорт Тулунская 12), ярового ячменя (сорт Ача), овса посевного (сорт Мегион), в Северном Казахстане – яровой пшеницы (сорт Целинная 3С), ярового ячменя (сорт Арна), овса посевного (сорт Битик).

Закладка опытов по изучению видового состава и обилия сорных растений в агрофитоценозах зерновых культур проводилась мелкоделяночным способом. Общая площадь одной делянки составляла 10 м<sup>2</sup>, учетная площадь делянки для изучения сорной растительности – 1 м<sup>2</sup>. Повторность опытов шестикратная. Контроль – посевы зерновых культур без сорняков (ручная прополка).

Учёт видового и количественного состава сорных растений проводили согласно «Методическим указаниям по оценке вредоносности сорных растений на зерновых культурах» [1]. Коэффициент общности видового состава сорных растений изучаемых агрофитоценозов вычисляли по формуле Жаккара в изложении А.М. Туликова [2].

Всего в агрофитоценозах зерновых культур трех почвенно-климатических зон встречалось 54 вида сорных растений, принадлежащих к 46 родам и 24 семействам.

Наиболее многочисленным было семейство *Asteraceae* (10 видов). Вторым по численности было семейство *Brassicaceae* (7 видов). Три се-

мейства содержали по 4 вида (*Caryophyllaceae*, *Poaceae* и *Poligonaceae*). Два семейства включали по 3 вида (*Lamiaceae* и *Chenopodiaceae*) и два семейства по 2 вида (*Boraginaceae* и *Euphorbiaceae*). К остальным 15 семействам относилось по одному виду.

При изучении сеgetальной флоры зерновых агрофитоценозов северной лесостепной подзоны в течение 1999 – 2006 гг. исследования нами обнаружено 36 видов сорных растений. Наиболее часто встречались в агрофитоценозах зерновых культур *Stellaria media*, *Echinochloa crusgalli*, *Chenopodium album*, *Equisetum arvense*.

В южной лесостепной подзоне за годы исследований нами обнаружено 35 видов сорных растений. В агрофитоценозах всех зерновых культур встречались многолетние сорные виды *Convolvulus arvensis* и *Sonchus arvensis*, малолетние *Echinochloa crusgalli*, *Chenopodium album* и *Setaria glauca*.

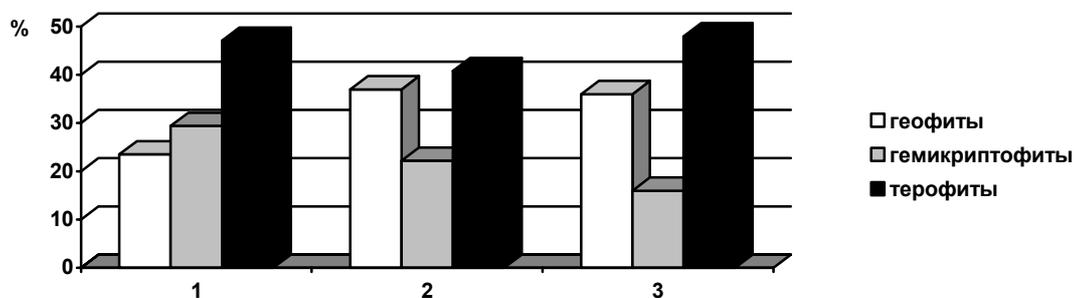
В степной зоне Северного Казахстана за годы исследований нами обнаружено 25 видов сорных растений, из которых наиболее часто встречались следующие виды сорных растений: *Convolvulus arvensis*, *Lactuca tatarika*, *Avena fatua*, *Setaria glauca*, *Amaranthus retroflexus*.

Наши исследования подтверждают, что при переходе из одной почвенно-климатической зоны в другую в направлении с северо-запада на юго-восток флористическое богатство неуклонно убывает [3].

Жизненные формы сорных растений в агрофитоценозах зерновых культур трех почвенно-климатических зон за годы исследований были представлены 14 видами геофитов, 15 видами гемикриптофитов и 25 видами терофитов.

В агрофитоценозах яровой мягкой пшеницы независимо от почвенно-климатической зоны преобладала группа терофитов. Соотношение геофитов и гемикриптофитов значительно варьировало в зависимости от зоны. В северной лесостепной зоне гемикриптофиты по численности преобладали над геофитами, а в степной и южной лесостепной зонах наблюдалось преобладание по численности геофитов над гемикриптофитами.

Таким образом, в направлении от северной лесостепной к степной зоне группа гемикриптофитов по численности убывала, а группа геофитов - возрастала (рис.1).



1 – северная лесостепь, 2 – южная лесостепь, 3 – степная зона

**Рисунок 1 – Соотношение жизненных форм сорных растений в агрофитоценозах яровой пшеницы, 1999 – 2006 гг.**

Такая же закономерность нами отмечена при изучении соотношения жизненных форм сорных растений в агрофитоценозах других зерновых культур в разных почвенно-климатических зонах.

Большая часть сорных растений, произрастающих в агрофитоценозах зерновых культур трех почвенно-климатических зон, относилась к экологической группе мезофитов – 37 видов. К группе гигромезофитов относилось 4 вида сорных растений. Ксеромезофиты были представлены 5 видами сорных растений, мезоксерофиты – 7 видами. Один вид ксерофитный – *Lactuca tatarica*.

В агрофитоценозах зерновых культур в направлении от северной лесостепной к степной зоне доминирование экологической группы мезофитов ослабевает. Количество гигромезофитов убывает в направлении от северной лесостепной к степной зоне. Количество ксеромезофитов и мезоксерофитов в направлении от северной лесостепной к степной зоне увеличивается.

Сравнение сходства видового состава сорных растений агрофитоценозов разных зерновых культур внутри одной почвенно-климатической зоны выявило, что наибольшим сходством характеризовались агрофитоценозы яровой пшеницы и ярового ячменя (в северной лесостепной подзоне  $K=48,6\%$ , в южной лесостепной подзоне  $K=85,7\%$  и в степной зоне  $K=87,5\%$ ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воеводин А.В. Методические указания по оценке вредоносности сорных растений на зерновых культурах/ А.В. Воеводин, А.Ф. Зубков, Е.Н. Корнилова. – Л.: ВАСХНИЛ, ВНИИЗР, 1983.- 27 с.
2. Туликов А.М. Методы учета и картирования сорно-полевой растительности/ А.М. Туликов. - М., 1974. – 49 с.
3. Туликов А.М. Особенности распределения и динамики сорной флоры в Московской области/ А.М. Туликов //Известия ТСХА, 1983. - № 2. – С. 36 – 44.

## МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР

**Н. А. Вечернина, О. К. Таварткиладзе, И. Д. Бородулина**  
*Алтайский государственный университет, Барнаул (Россия)*  
*E-mail: vechernina@bio.asu.ru*

Традиционный способ вегетативного размножения растений (зеленое черенкование) является трудоемким, а для некоторых форм и сортов растений – малоэффективным процессом. Поэтому в последние годы возрос интерес к использованию методов культуры тканей для размножения растений [1]. Успех применения новых технологий зависит от ряда требова-

ний, которым они должны удовлетворять [2]:

- характеризоваться высокой способностью к органогенезу или эмбриоидогенезу, конечным продуктом должны быть растения или зрелые эмбриоиды;
- полученные растения-регенеранты должны быть способны к переносу и выживанию в полевых условиях;
- использование культуры тканей должно сочетаться или иметь преимущества перед существующей системой размножения.

Цель наших исследований заключалась в разработке и совершенствовании методов микроразмножения ряда плодовых, ягодных и декоративных культур, характеризующихся низкой способностью к воспроизводству при традиционных способах вегетативного размножения.

Нами разработаны и усовершенствованы ряд методов микроразмножения:

- для плодовых культур: размножение в культуре пазушных почек актинидии китайской, гибридов яблони, груши и вишни, а также методы прямой регенерации растений в культуре изолированных тканей семядолей (гибриды яблони и груши);
- для ягодных культур: размножение в культуре пазушных почек бесшипых форм крыжовника, гибридов и сортов земляники садовой, отборной формы и сортов голубики топяной;
- для декоративных культур: размножение в культуре пазушных почек примулы многоцветковой и п. пругоницкой, рододендрона, клематиса, лилейника; методы регенерации в культуре изолированных листьев хосты, п. пругоницкой, бегонии королевской; регенерация и размножение в культуре изолированных лепестков цветков трех видов ирисов (и. бородачатый, и. сибирский, и. мечевидный).

Данные о результатах адаптации растений-регенерантов к условиям выращивания *ex vitro* представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Сравнительная характеристика некоторых показателей (до\*/после\*\* адаптации) роста и развития растений-регенерантов, адаптированных на гидропонной установке «Минивит»**

Растения-регенеранты	Число корней, шт.	Длина корней, мм	Длина побега, мм	Листья, шт.
<i>Begonia</i> , n =20	3±1* / 4±1**	25±6/ 92±3	55±2/150±19	3,5±1/4±0,5
<i>Cerasus</i> , n=20	4±0,5/4±0,5	56±5/120±9	35±1/160±18	5±1/10±2
<i>Clematis</i> , n=10	3±1/3±1	60±3/150±15	22±2/52±6	4±1/9±2
<i>Fragaria</i> , n=10	6,2±2/12,6±3	37±9/118±12	23±3/105±18	5,8±1/7±2
<i>Grossularia</i> , n=20	3,6±1/29±5	32,5±8/91±16	16,4±2/91±19	4±1/12±2
<i>Hemerocallis</i> , n=15	5±2/12±3	40±5/110±22	35±3/180±16	5±1/5±1
<i>Malus</i> , n=10	5,1±1/5,1±1	12,5±2/120±12	25±4,5/120±15	8±2/15±2

Нам удалось существенно повысить эффективность процесса адаптации регенерантов к условиям выращивания *ex vitro* путем использования гидропонных установок «Минивит-0,35» для разных видов растений. Жизнеспособность растений-регенерантов в условиях открытого грунта была не менее 95%.

Для большинства указанных объектов исследования созданы коллекции *in vitro*, которые позволяют в случае необходимости осуществить их крупномасштабное тиражирование по разработанным технологиям. В целом, эффективность использования методов биотехнологии для размножения растений связана с сокращением сроков получения нужного количества растений за счет высокого коэффициента размножения в культуре *in vitro*, с сокращением используемых площадей под коллекциями, а также с возможностью более ранней комплексной оценки новых форм по хозяйственно-полезным признакам за счет ускорения роста и развития регенерантов в условиях открытого грунта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевелуха, В.С. Проблемы, приоритеты и масштабы сельскохозяйственной биотехнологии в XXI веке / В. С. Шевелуха // Вестник РАСХН. 2000, №4. С.27 – 31.
2. Sommer, H. E. Organogenesis in woody angiosperms: applications to vegetative propagation / H. E. Sommer // Bull. Soc. Bot. Fr. (Actual. Bot.). – 1983. v.130. №2. P.79 – 85.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АДЕНОЗИНФОСФАТОВ НА АКТИВНОСТЬ АКОНИТАТГИДРАТАЗЫ ИЗ СЕРДЦА КРЫС В УСЛОВИЯХ НОРМЫ И ПРИ АДРЕНАЛИНОВОМ МИОКАРДИТЕ

Н. И. Йама, Т. Н. Попова, О. А. Сафонова, Т. И. Рахманова  
Воронежский Государственный Университет, Воронеж (Россия)  
E-mail: cendrillon46@yandex.ru

Свободнорадикальное окисление (СРО) биомолекул является одним из биологических процессов, протекающих в организме в условиях физиологической нормы. Активация СРО приводит к развитию окислительного стресса, что взаимосвязано как с увеличением выработки активных форм кислорода, так и высвобождением каталитически активных ионов  $Fe^{2+}$  из вне- и внутриклеточных депо [1]. Снижение внутриклеточного уровня  $Fe^{2+}$  может достигаться за счет увеличения содержания цитрата. В этой связи представляет интерес изучение особенностей функционирования аконитатгидратазы (АГ; КФ 4.2.1.3), катализирующей превращение цитрата в

изоцитрат через цис-аконитат. Поскольку наиболее важными факторами, контролирующими интенсивность и направление метаболических процессов в миокарде, являются относительные концентрации аденозинфосфатов в клетках, то целью данной работы явилась очистка и исследование влияния аденозинфосфатов на активность АГ из миокарда крысы в условиях нормы и при экспериментальном миокардите (ЭМ). ЭМ создавали путем подкожного введения 0,1% раствора адреналина в дозе 0,15 мл / 100г массы тела. Через сутки после введения адреналина животных декапитировали, и сердце забирали для дальнейших исследований [2]. Активность АГ определяли спектрофотометрически при 233 нм. За единицу активности АГ (Е) принимали количество фермента, катализирующее превращение 1мкмоль субстрата за 1 минуту при 25°C. Активность фермента выражали в виде удельной активности. Статистическую обработку данных проводили на IBM PC/AT с использованием программы "Stadia". Процедура очистки АГ включала следующие этапы: гомогенизацию материала, фракционирование сульфатом аммония, гель-фильтрацию через сефадекс G-25, ионообменную хроматографию на колонке с ДЭАЭ-целлюлозой и гель-хроматографию через сефадекс G-150. В результате 121,2- и 117,7-кратных очисток были получены препараты АГ из миокарда контрольных и подвернутых ЭМ крыс, с удельной активностью 24,0 и 8,0 Е на мг белка, выходом 16,2 и 15,7%, соответственно. Установлено, что АДФ в интервале концентраций 0,04-0,20 мМ оказывает активирующее действие на АГ в условиях нормы, и подавляющее в условиях ЭМ при концентрациях выше 0,10 мМ. АДФ в концентрациях до 0,10 мМ практически не влияет на активность АГ из нормального миокарда, при концентрациях выше 0,15 мМ наблюдается увеличение активности фермента. При патологии активация фермента под действием АДФ более выражена и наблюдается при более низких концентрациях метаболита. Таким образом, с использованием очищенных ферментных препаратов АГ выявлены отличия в регуляции активности фермента под действием аденозинфосфатов в норме и при ЭМ.

*Работа поддержана финансированием Министерства образования и науки РФ по программе "Развитие научного потенциала высшей школы"*  
РНИ.2.1.1.4429

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осипов А.Н. Активные формы кислорода и их роль в организме / А.Н. Осипов, О.А. Азизова, Ю.А. Владимиров // Успехи биологической химии. – 1990. – Т. 31, № 2. – С. 180-208.
2. Непомнящих Л.М. Паренхиматозно - стромальные отношения в миокарде: альтернативная недостаточность кардиомиоцитов и морфогенез очагового кардиосклероза / Л.М. Непомнящих [и др.] // Бюл. эксп. биол. и мед. – 2002. – Т. 134, №8. – С. 219-226.

## **ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ ПРИ ОДИНОЧНОМ И ГРУППОВОМ СОДЕРЖАНИИ *NAUPHOETA CINEREA***

**Г. С. Мурзагулов, Е. С. Салтыкова, А. Г. Николенко**  
*Институт биохимии и генетики УНЦ РАН, Уфа (Россия)*  
*E-mail: saltykova-e@yandex.ru*

Основа структуры популяции — гетерогенность особей в ее составе по проявлению различных форм деятельности и по участию в общегрупповых функциях. В свою очередь, занимаемый особью ранг в силу этих взаимодействий стимулирует определенное физиологическое состояние организма. К этому добавляются отличия по более лабильным, приобретенным в течение жизни данного индивида показателям (возраст, физиологическое состояние организма, уровень стресса и др.). Для изучения влияния эффекта группы на активность некоторых ферментативных показателей нимф последнего возраста мраморных тараканов содержали по одиночке в чашках Петри объемом 141,8 см<sup>3</sup>, а также группой по 20 и 50 особей. По истечении недельного срока содержания измеряли уровень активности каталазы и пероксидазы в кишечнике в каждом варианте, как показателей, отражающих уровень неспецифических защитных реакций антиоксидантного комплекса. В результате можно отметить, что достоверно высокие значения удельной активности пероксидазы наблюдали в том варианте, где насекомые содержались по 20 особей. В группе по 50 особей активность данного показателя была снижена в 4-5 раз по отношению к предыдущей группе насекомых. И наиболее низкие значения пероксидазы были у тараканов, содержащихся по одиночке. Практически такая же закономерность наблюдается в изменении активности каталазы. При этом не наблюдается достоверных отличий в активности фермента у одиночных тараканов и содержащихся группой по 50 особей. Возможно, что плотность содержания насекомых 3,6±0,1 особи на кв. см поверхности является оптимальной для проявления данного уровня антиоксидантной активности в кишечнике.

## **БИОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ИНФЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА У *APIS MELLIFERA* L.**

**Е. С. Салтыкова, А. Г. Николенко**  
*Институт биохимии и генетики УНЦ РАН, Уфа (Россия)*  
*E-mail: saltykova-e@yandex.ru*

Для понимания механизма действия возбудителя наибольшее значение имеют процессы, возникающие на самых ранних стадиях развития ин-

фекционного процесса, поскольку более поздние нарушения могут развиваться вторично и быть однотипными при влиянии других повреждающих факторов. В настоящее время трудно дать в законченной форме общую картину патогенеза инфекционного процесса, вызываемого бактериями рода *Bacillus* у различных насекомых. Практически нетронутым остается вопрос о развитии патогенеза, вызываемого бациллами, у медоносной пчелы. Устойчивость насекомых, и в частности пчелы, к действию патогенных микроорганизмов обусловлена целым рядом неспецифических и специфических процессов. Степень устойчивости насекомых к инфекции в значительной степени зависит от скорости развития патогенетического процесса и уровня активности и реактивности защитных реакций. В природных условиях пчелы практически не подвержены воздействию бактериального препарата битоксибациллина, т.к. он применяется в практике защиты растений от вредителей в основном против некоторых видов жесткокрылых и чешуекрылых. Однако, в лабораторных условиях битоксибациллин оказывает определенное воздействие на пчел, у них появляются все признаки бактериоза: раздувшееся брюшко, расстройство кишечника, толстая кишка сильно заполнена каловыми массами, возможно применение препарата вызывает патологический дисбаланс в естественной микрофлоре кишечника пчел. Погибшие пчелы обладают всеми признаками развившейся септицемии: полуразрушенный кишечник, раздувшееся брюшко, мягкие разлагающиеся ткани. Учитывая то, что битоксибациллин препарат кишечного действия и развитие спор при благоприятных условиях происходит довольно быстро, пчел, зараженных *reg os* (голодным пчелам скармливали сироп содержащий БТБ в конц. 0,5%), отбирали из садка для регистрации уровня активности биохимических показателей через каждый час в первой половине суток, дальнейшие промежутки времени для наблюдения развития процесса были более продолжительными. На начальной стадии заражения медоносной пчелы битоксибациллином происходит активация фенолоксидазного каскада, ингибирование антиокислительных процессов, накопление вторичных продуктов перекисного окисления липидов, угнетение пентозофосфатного пути. Действие битоксибациллина в конц. 0,5% вызывает патологические изменения в кишечнике. Значительные изменения в кишечнике происходят к концу первых суток, изменяется перитрофическая мембрана средней кишки, к концу вторых суток наблюдается истончение стенок кишечника и появление небольших изъязвлений в стенке средней кишки. С начала эксперимента происходит небольшое изменение рН средней кишки (легкое защелачивание), что способствует развитию бактерий (оптимальное рН для них 7,0-7,8). Количество прогемоцитов у пчел в начале эксперимента несколько превышало 80% и оставалось относительно стабильным, лишь несколько варьировало количество делящихся прогемоцитов от 4 до 24 часов. Количество фагоцитирующих клеток амeboидной структуры у рабочих пчел в среднем около 3-4%, значительно

увеличивался к 4 часам (10-11%), восстанавливаясь постепенно до начального уровня. Также постепенно к 1 часу увеличивалась доля веретенovidных фагоцитов (около 10%), оставаясь относительно стабильной в течение оставшегося наблюдаемого времени. Экспериментальные данные позволяют выделить несколько критических точек, в которых происходят значительные изменения в активности регистрируемых показателей: через 1, 4, 10 и 24 часа после начала заражения бактериальным препаратом и позволяет детализировать развитие инфекционного процесса в лабораторных условиях у насекомых.

## **РОЛЬ КРИТИЧЕСКИХ ПЕРИОДОВ ОНТОГЕНЕЗА У НАСЕКОМЫХ В ПРОЯВЛЕНИИ ЭФФЕКТА ТРАНСГЕНЕРАЦИИ ПРИБРЕТЕННОГО ИММУНИТЕТА**

**Е. С. Салтыкова, Л. Р. Гайфуллина, А. Г. Николенко**  
*Институт биохимии и генетики УНЦ РАН, Уфа (Россия)*  
*E-mail: saltykova-e@yandex.ru*

Большой успех насекомых обусловлен многими факторами, в том числе эффективными механизмами адаптации к неблагоприятным внешним условиям, включая развитие иммунной системы. Данные механизмы, способствуя биологическому прогрессу этой группы членистоногих, сами служили объектом для эволюционных преобразований. Очевидно, что общий принцип функционирования клеточных и гуморальных систем в морфогенетических процессах аналогичен определенным защитным реакциям насекомых. Насколько долговременна индуцированная реакция иммунных факторов было показано в ряде экспериментов.

Значительную роль в данном процессе могут играть критические периоды онтогенеза насекомых. На основании полученных предварительных данных на насекомых с полным типом превращения в опытах с аскорбиновой кислотой, как регулятора фенолоксидазной и антиоксидантной активности, можно определить время перед линькой и сразу после линьки с одного личиночного возраста или с одной стадии развития на другое особо чувствительным или критическим периодом развития онтогенеза [1]. Воздействием БТБ на насекомых в эти периоды развития, определяли особенности формирования ответной реакции компонентов АОС и ФОС в разных органах и тканях на последующих онтогенетических стадиях, электрофоретическую активность фенолоксидаз и физиологические параметры. Было отмечено, что при воздействии на ранних сроках развития личинок, активность тирозиназы и пероксидазы в основном преобладает над активностью других показателей на последующих стадиях онтогенеза. При действии БТБ на 6-ти суточных личинок довольно высокий

уровень активности данных показателей приходится односуточные куколки. При воздействии на 8-ми суточных личинок Уровень активности основных показателей данных комплексов ферментов сильно снижен во многих органах и тканях на последующих стадиях онтогенеза. Особенно, очевидно, сказывается снижение активности тирозиназы на стадии пупария, что может привести к снижению выживаемости насекомых. Воздействуя на личинок мух перед линькой на куколку, можно отметить более высокую активность ферментов на стадии 4-х суточных пупариев. При определении электрофоретической активности фенолоксидаз в данном эксперименте можно отметить появление дополнительно индуцированных зон в катодной части геля при воздействии БТБ на личинок в возрасте 3-х и 10-ти суток и их отсутствие при воздействии на 8-ми суточных личинок. Опираясь на экспериментальный материал полученный на комнатной мухе и колорадском жуке, можно охарактеризовать принцип формирования долговременной и кратковременной иммунологической памяти в онтогенезе насекомых с учетом основных и критических периодов развития. Если воздействие патогеном приходится на узковременные предлиночные и послелиночные периоды развития организмов то формируется в основном долговременная иммунная память с преобладанием сформировавшихся специфических компонентов иммунитета, которая сохраняется на последующих стадиях онтогенеза. При воздействии на основные периоды онтогенеза формируется кратковременная иммунная память, реализующаяся за счет преобладания неспецифической реакции. Охарактеризовать взаимодействие основных и критических периодов онтогенеза можно следующим образом. Основные периоды бывают длинными и характеризуются совершенствованием способов взаимодействия со средой, однако сами способы принципиально не меняются. В недрах этого этапа зарождается следующий способ взаимодействия со средой. Критические периоды онтогенеза кратковременны, характеризуются появлением первых признаков начала активного взаимодействия организма с новым фактором среды на новом уровне внешних и внутренних реакций [4]. Какова же роль критических периодов в эволюции адаптациогенеза? По мнению Л.И. Корочкина к крупным изменениям в структуре и физиологии, совместимым с жизнью, организм может приспособиться лишь в процессе раннего развития, то есть у насекомых это стадии эмбриогенеза или личинки, когда происходит формирование каких-либо органов или организация функциональных систем [2]. Значительные перестройки вызываются мутациями генов-селекторов, высокой активностью транспозонов и мутациями генов системного уровня организации (гормональной, иммунной, нервной и т.п.). Новые внешние факторы воздействуют непосредственно на онтогенез особей и вызывают появление значительного числа необычных фенотипов – морфозов. Эпигенетическая теория предполагает, что эволюционное изменение начинается, когда популяция попадает в непривычные условия существования.

В конце 2004 года в журнале Nature появилось сообщение швейцарских исследователей об открытии передачи приобретенного иммунитета у

шмелей по наследству. Однако механизмы данного феномена им были неизвестны, как они предполагали в реализации его могут быть задействованы какие-либо ферменты. Мы несколько ранее также в своих экспериментах продвигались в данном направлении [3]. При воздействии на личинок мух БТБ был использован в минимально воздействующей концентрации, чтобы сохранить воздействие на насекомых и не привести к высокой смертности, исключая фактор отбора устойчивых особей. Воздействуя БТБ на родительское поколение мух однократно в критические периоды онтогенеза, получили на электрофореграммах новые индуцированные зоны с фенолоксидазной активностью у двух последующих поколений насекомых без дополнительных воздействий бактериальным препаратом. Также наблюдали многократно увеличенную ферментативную антиоксидантную и фенолоксидазную активность. Данные изменения наблюдали в последующих поколениях на той стадии развития, на которой произошло воздействие фактом в родительском поколении, что может предполагать задействованность каких-либо эпигенетических механизмов. При этом без дополнительной стимуляции поддерживались в двух последующих поколениях мух физиологические показатели.

Индуцированная в критические периоды онтогенеза активность факторов гуморального иммунитета у личинок насекомых воспроизводится не только на последующих этапах онтогенеза, подтверждая наличие длительного иммунитета, но также в последующих двух поколениях на той же стадии развития насекомого без дополнительного воздействия. При этом действие слабого раздражителя приводит к значительно более существенным физиологическим последствиям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беньковская Г.В., Салтыкова Е.С., Сухорукова О.С., Николенко А.Г. Метаболическая регуляция двух типов фенолоксидазной активности в онтогенезе комнатной мухи // Онтогенез. 2006. Т.37. № 2. С.142-148. Корочкин Л.И. Онтогенез, эволюция и гены // Природа. 2002. № 7. С. 10-Салтыкова Е.С., Гайфуллина Л.Р., Беньковская Г.В., Николенко А.Г. Онтогенетические особенности иммунного ответа *Musca domestica* L // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных: материалы Международ. науч. конф. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. С. 203-205. Светлов П.Г. Физиология (механизмы) развития. Т.1. Процессы морфогенеза на клеточном и организменном уровнях. Л.: Наука, 1978.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КАПСУЛЫ ДЛЯ РАЗВИВАЮЩИХСЯ ИКРИНОК У АМПУЛЛЯРИЙ

**Л. М. Елчиева**

*Астраханский государственный технический университет, Астрахань (Россия)*

Миллиарды клеток растущего организма (человека или животного) происходят всего-навсего из одной клетки (зиготы), образуемой, например, слиянием яйцеклетки и сперматозоида. В этой клетке содержится информация не только об организме, но и о последовательности его развития. В эмбриональном, дородовом периоде, зигота делится и дает начало другим клеткам, которые имеют единственную функцию передачи наследственной информации в следующие клеточные поколения. Это и есть эмбриональные стволовые клетки, геном которых находится как бы в "нулевой точке". Механизмы, определяющие спецификацию клеток еще не включены и из них потенциально могут развиваться клетки любого органа или крови (Таранов Г. И. (<http://www.kardio.ru>)).

В настоящее время в литературных источниках отсутствуют сведения о стволовых клетках моллюсках. В связи с этим, целью данной работы явилось изучение особенностей раннего онтогенеза ампуллярии.

Улитки раздельнополые и откладывают свои яйца вне воды. Оплодотворенная самка вылезает из воды, и некоторое время ползает по стеклу, как бы подыскивая место для будущей кладки. Яйца крупные (до 1,5мм в диаметре) и сначала очень мягкие и эластичные. Они выходят по генитальной складке ноги улитки, приклеиваясь к стеклу, при помощи слизи, выделяемой самкой. Впоследствии из слизи образуется капсула для яиц. Легким нажатием ноги самка сдвигает их, образуя плотную кладку, напоминающую гроздь винограда или початок кукурузы. В зависимости от возраста самки кладка бывает в длину от 4 до 6,5 см. Примерно через 20-30 часов кладка отвердевает. Яйца перестают быть глянцевыми еще во время икрометания; оболочка приобретает серебристо-матовый оттенок, а вся кладка в целом становится серо - розовой. Незадолго до выклева молодых улиток яйца становятся серо – белыми с черной точкой (это маленькая улитка).

Развитие яиц в очень большой мере зависит от температуры воды. При температуре 24-26° развитие протекает за 12-16 дней, при температуре 18-20° оно затягивается до 20-24 дней. Второй важный фактор, от которого зависит успешное развитие яиц,- это влажность. При недостатке влаги кладка усыхает, зародыши погибают. В то же время на нее не должен попадать конденсат, который разъедает поверхностный слой яиц и убивает зародыши.

Молодые улитки сами проделывают отверстия в оболочке кладки и падают в воду. Выращивать их лучше в мелких водоемах, скармливая им желток, салат, ошпаренные листья капусты, сухой корм рыб. Растут они на та-

ком корме достаточно быстро. При этом необходимо постоянно следить за качеством воды, которую надо или периодически фильтровать или регулярно подменивать.

Ампулярии размножаются круглый год. В течение нескольких дней, с небольшими интервалами самка откладывает несколько гнезд. Размер кладок постепенно уменьшается. После активного периода следует большой перерыв.

В результате исследования было установлено, что капсула икринок, имевших возраст 12 суток, образована из соединительной ткани, с разветвленной капиллярной системой, в которой скапливалась гемолимфа. Капилляры довольно крупные они анастомазировали друг с другом, образуя сеть. Среди капилляров находились в большом количестве, по – видимому, стволовые клетки, которые располагались или группами или, по парно или по одиночно. Эти клетки были очень крупными, внешне схожи со стволовыми клетками млекопитающих, находившимися в плаценте, у белых мышей. Диаметр клеток составляет 135,5 мкм, в центре клетки находилось довольно крупное ядро - 21,296 мкм в диаметре, внутри ядра имеется ядрышко. Функция этих клеток еще не выяснена.

## ОСОБЕННОСТИ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ *IN VIRTO* СМОРОДИНЫ ЗОЛОТИСТОЙ (*RIBES AUREUM PURSH.*)

А. А. Эрст<sup>1</sup>, Н. А. Вечернина<sup>1</sup>, Л. С. Санкин<sup>2</sup>, В. С. Салыкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Алтайский государственный университет, Барнаул (Россия)

<sup>2</sup>ГНУ НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, Барнаул (Россия)

E-mail: [annaerst@yandex.ru](mailto:annaerst@yandex.ru)

Смородина золотистая получает все большее признание в настоящее время, эта культура засухо- и жароустойчива, достаточно зимостойка, не требовательна к почвенно-климатическим условиям, дает высокие урожаи ягод и очень декоративна. Это делает её перспективной культурой для Сибирского региона и Европейской части России.

Ценность смородины золотистой заключается в особых вкусовых качествах: сладость и десертность ягод выше, чем у традиционных черной и красной смородины; характеризуется длительным хранением; содержит большое количество пектиновых веществ. Ягоды смородины золотистой никогда не осыпаются и после созревания держатся на длинных плодоножках [1]. Однако распространение этой новой ягодной культуры осложнено из-за низкой эффективности традиционного метода вегетативного размножения – зеленого черенкования (укоренение не превышает 30%).

Объектом нашего исследования служил один из перспективных сортов смородины золотистой – Дар Алтая, полученный в НИИСС им. М.А. Лисавенко.

В качестве эксплантов использованы меристемы (0,5 – 1,0мм), выделенные из апикальных и латеральных почек 5 – 7-летних растений в осенний период. Поверхностную стерилизацию растительного материала проводили 70% раствором этанола (5 – 6 сек.) и 0,1% раствором сулемы (20 мин.) с последующим промыванием в стерильной дистиллированной воде. Такой прием оказался эффективным для 93,5% эксплантов, 90% которых были жизнеспособными.

На этапе введения *in vitro* изучено влияние различных питательных сред: Мурасиге и Скуга (MS), Гамборга (B<sub>5</sub>), Андерсона (A). Поскольку 6-бензиламинопурина (БАП) – наилучший индуктор пролиферации пазушных меристем для эксплантов многих растений, в том числе и различных видов смородины, то меристематические верхушки культивировали на средах, содержащих этот цитокинин. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристики развития меристем смородины золотистой сорта Дар Алтая на питательных средах, дополненных 5 мкМ БАП**

Питательная среда	Высота розетки, мм	Коэффициент размножения, шт./экспл.
MS	4,8±0,6	3,6±0,3
A	3,8±0,3	3,0±0,6
B <sub>5</sub>	3,8±0,3	1,9±0,5

Экспланты, высаженные на эти среды, после первого пассажа образовывали укороченные побеги в форме розеток. Кроме того, через несколько дней после пассажа, наблюдалось окисление базальной части побегов и нижних листьев. Подобные проблемы характерны и для другого вида – смородины японской [2].

В качестве антиоксидантов нами были испытаны аскорбиновая кислота (1мг/л и 10мг/л) и глутатион (50мг/л и 100мг/л), добавленные в состав питательной среды MS с 5 мкМ БАП. Но применение данных антиоксидантов не устранило окислительные процессы.

Для решения проблемы роста и вытягивания побегов смородины золотистой в состав питательной среды совместно с БАП вводили гибберелловую кислоту (ГК<sub>3</sub>). Положительный эффект отмечен при введении в среду 5 мкМ ГК<sub>3</sub>: высота розетки увеличилась почти вдвое (8,2±1,4мм) по сравнению со средой, содержащей только 5 мкМ БАП (4,8±0,6).

Таким образом, в результате наших исследований показана возможность введения в культуру смородины золотистой и установлено, что наиболее под-

ходящей средой на этапе введения в культуру *in vitro* является среда MS с добавлением регуляторов роста – 5 мкМ БАП и 5 мкМ ГК<sub>3</sub>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ягудина, С.И. Смородина. / С.И. Ягудина. - Ташкент: ФАН, 1976 . С. 16 – 18.
2. Karkonen, A. Micropropagation of several Japanese woody plants for horticultural purposes / A. Karkonen, L. Simola, T. Koronen // Ann. Bot. Fennici. 1999. №36. P. 21 – 31.

## ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СТЕПЕНЬ ПРОНИЦАЕМОСТИ МЕМБРАННЫХ СИСТЕМ *ELODEA CANADENSIS*

**В. Н. Нестеров, О. А. Розенцвет**

*Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти (Россия)*

*E-mail: nesvik1@mail.ru*

Среди антропогенных факторов, представляющих серьезную угрозу для биосферы, особое место занимают тяжелые металлы (ТМ). Одной из основных причин повреждения растений при действии неблагоприятных факторов среды, в том числе ТМ, является нарушение структуры клеточных мембран [1]. Барьерные свойства мембран могут быть оценены по выходу электролитов, представляющих собой сумму ионов и органических веществ [2,3].

В данной работе исследована степень проницаемости клеточных мембран водного растения *Elodea canadensis* L. в условиях аккумуляции и элиминации ТМ. Растения инкубировали в присутствии солей  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  в концентрации 100 мМ в течение 1, 3, 10 сут в условиях естественного освещения и температуре 24<sup>0</sup>С. Затем часть растений анализировали на содержание ТМ и состояние мембран (аккумуляция), а другую – предварительно выдерживали 5 сут в чистой воде (реабилитация).

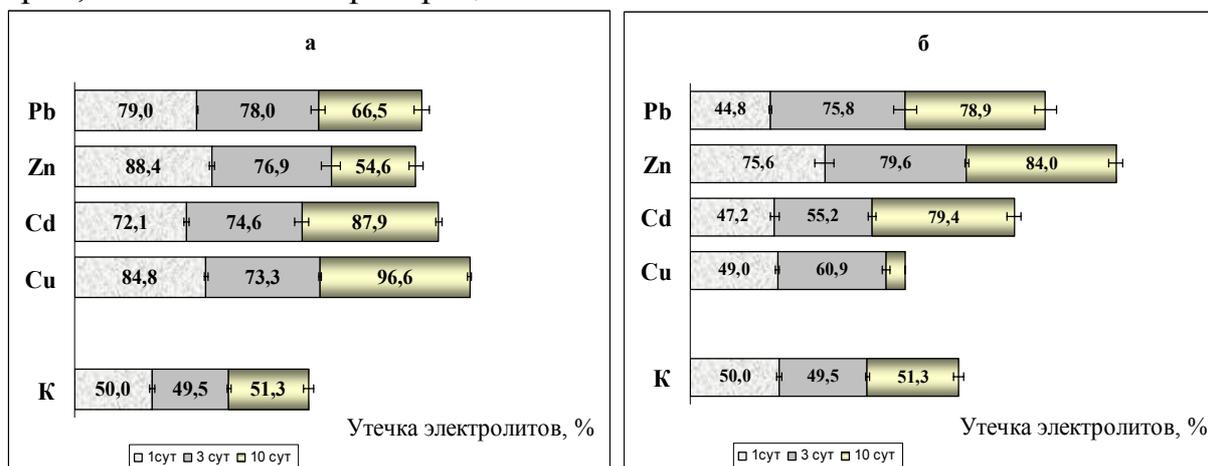
Показано, что накопление ТМ тканями *E. canadensis* происходило неравномерно и зависело от природы металла. Наибольшее количество ионов  $\text{Cu}^{+2}$  (8,5 мг /г сухого веса) аккумуляровалась через 10 сут, ионов  $\text{Cd}^{+}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  - через 1 сут воздействия (табл. 1).

В среде, свободной от ТМ, ионы  $\text{Zn}^{+2}$  элиминировалось практически полностью, ионы  $\text{Cd}^{+2}$  более чем на 75%, а ионы  $\text{Cu}^{+2}$  - на 25%.

**Таблица 1. – Динамика аккумуляции и элиминации ионов ТМ водным растением *Elodea canadensis* (время реабилитации 5 суток)**

Металл	Воздействие	Концентрация металла, мг на г сухого веса		
		Время воздействия, сут		
		1	3	10
Cu <sup>+2</sup>	АККУМУЛЯЦИЯ/ РЕАБИЛИТАЦИЯ	3.87 ± 0.29	6.67 ± 0.93	8.50 ± 0.80
Cd <sup>+2</sup>		9.23 ± 0.36	5.65 ± 0.75	4.63 ± 0.29
Zn <sup>+2</sup>		6.10 ± 0.70	6.15 ± 0.55	3.80 ± 0.4
Pb <sup>+2</sup>		3.00 ± 0.40	1.90 ± 0.05	1.50 ± 0.25
Cu <sup>+2</sup>		3.05 ± 0.25	5.33 ± 0.89	6.30 ± 0.73
Cd <sup>+2</sup>		2.22 ± 0.31	2.70 ± 0.07	1.50 ± 0.13
Zn <sup>+2</sup>		0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Pb <sup>+2</sup>		2.03 ± 0.11	1.30 ± 0.25	1.22 ± 0.27

Размер мембранной утечки оценивали, как описано в [2,3]. Выход электролитов из клеток *E. canadensis* возрастал уже через 1 сут воздействия на 44,2- 93,2% по сравнению с контролем (рис.1). При более длительном воздействии Zn<sup>+2</sup> и Pb<sup>+2</sup> (10 сут) наблюдали снижение проницаемости мембран по сравнению с 1 сут экспозицией. Поскольку часть этих металлов в течение 3-10 сут элиминировалась из тканей, то, можно предполагать об обратимости повреждений, связанных с нарушением целостности мембран, и частичной их репарации.



**Рисунок 1 – Влияние ионов тяжелых металлов на выход электролитов из тканей *Elodea canadensis* в условиях аккумуляции (а) и элиминации (б)**

При реабилитации растений после 1 сут инкубации с ионами Cu<sup>+2</sup>, Cd<sup>+2</sup> и Pb<sup>+2</sup> значения выхода электролитов соответствовали значениям контрольных вариантов, что подтверждало возможность восстановления мембранных систем после кратковременного воздействия ТМ. Реабилитация растений после длительной инкубации с ионами Cu<sup>+2</sup>, очевидно, приводит-

ла к необратимым изменениям в мембранах. Восстановление после 1 и 3 сут воздействия  $Zn^{+2}$  и  $Pb^{+2}$  практически не меняло барьерные свойства мембран относительно периода инкубации, а восстановление после 10 сут влияния увеличивало проницаемость мембран по сравнению с контролем и периодом инкубации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 568 с.
2. Холодова В.П., Волков К.С., Кузнецов В.В. Адаптация к высоким концентрациям солей меди и цинка растений хрустальной травки и возможность их использования в целях фиторемедиации // Физиология растений. 2005. Т. 52. № 6. С. 848 -858.
3. Лукаткин А.С., Башмаков Д.И., Кипайкина Н.В. Протекторная роль обработки тидиазурином проростков огурца при действии тяжелых металлов и охлаждения // Физиология растений. 2003. Т. 50. № 3. С. 346-348.

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ТОКСИКАНТОВ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ КАРБОГИДРАЗ ПЛОТВЫ К ДЕЙСТВИЮ МЕДИ И ЦИНКА

**И. Л. Голованова, А. А. Филиппов**

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Ярославская обл., пос. Борок (Россия)*

*E-mail: golovan@ibiw.yaroslavl.ru*

В результате хозяйственной деятельности человека многие водоемы и обитающие в них гидробионты подвержены действию различных загрязняющих веществ, в том числе хлорорганических соединений и тяжелых металлов. Тяжелые металлы, поступая в организм рыб из пищи либо воды, аккумулируются в различных органах и тканях. Cu и Zn относятся к числу необходимых микроэлементов, однако в высоких концентрациях они токсичны для организма. Хлорофос, промышленный яд с энзиматическим и нервно-паралитическим действием, ранее применялся в рыбоводстве главным образом для борьбы с эктопаразитами рыб. В настоящее время установлено, что он нарушает нормальную функцию различных органов и систем, изменяет поведение, рост и развитие рыб [3]. Нитрозогуанидин (MNNG) – генотоксикант с прямым влиянием на химическую структуру ДНК, широко используется в работах по индуцированию канцерогенеза у рыб [7]. Ранее нами было установлено, что кратковременное действие хлорофоса ( $1 \cdot 10^{-4}$  мг/л) и нитрозогуанидина (7.5 мг/л) в период эмбриогенеза

изменяет скорость гидролиза углеводов в кишечнике развивающихся сеголетков плотвы и чувствительность пищеварительных карбогидраз к действию солей тяжелых металлов [4]. Однако в указанной работе была испытана лишь одна концентрация хлорофоса и MNNG, что затрудняет полноту представления о характере зависимости “доза-эффект”.

Цель настоящей работы состояла в изучении отдаленных последствий кратковременного влияния малых концентраций хлорофоса и нитрозогуанидина в период эмбриогенеза на чувствительность карбогидраз сеголетков плотвы *Rutilus rutilus* L. к действию ионов Cu и Zn *in vitro*.

Для опытов использовали осемененную икру от производителей, выловленных на нерестилищах Рыбинского водохранилища. Через 7–10 мин после осеменения икру сеяли в кристаллизаторы и заливали равными объемами растворов речной воды, содержащих  $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-2}$  мг/л хлорофоса (2006 г.) или MNNG (2007 г.) Контролем служила икра, инкубирувавшаяся в таких же кристаллизаторах с речной водой. Экспозиция зародышей в токсических средах продолжалась до стадии подвижного эмбриона (54 и 48 ч соответственно). Затем растворы были заменены речной водой (pH 7.2–7.4). После рассасывания желточного мешка личинок выпустили в однотипные выростные пруды с естественной кормовой базой.

По завершении эксперимента у 4-х мес. сеголетков изымали желудочно-кишечный тракт и готовили суммарные гомогенаты кишечника от 20–22 рыб, используя раствор Рингера для холоднокровных животных (110 mM NaCl, 1.9 mM KCl, 1.3 mM CaCl<sub>2</sub>, pH 7.4). Растворы ферментативно-активного препарата и субстрата (1.8%-ный крахмал) инкубировали в течение 30 мин при температуре 20°C, pH 7.4. При изучении влияния Cu и Zn *in vitro* гомогенаты предварительно инкубировали в присутствии сернокислых солей меди (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) и цинка (ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) в течение 1 часа. Концентрации ионов Cu и Zn, рассчитанные по общему содержанию металла в соли, составляли 0.1–25 мг/л. Общую амилолитическую активность (ОАА), отражающую суммарную активность α-амилазы КФ 3.2.1.1, глюкоамилазы КФ 3.2.1.3 и ферментов группы мальтаз КФ 3.2.1.20 оценивали модифицированным методом Нельсона [6]. Результаты представлены в виде средних и их ошибок ( $M \pm m$ ), достоверность различий оценивали, используя метод дисперсионного анализа (ANOVA, LSD тест),  $p \leq 0.05$ .

В опытах с хлорофосом установлено тормозящее влияние средних доз токсиканта на размерно-весовой рост молоди (табл. 1). ОАА в большинстве случаев достоверно снижалась, максимальное торможение на 49% от контроля отмечено в средней точке дозозависимого профиля. В большинстве случаев MNNG стимулировал линейно-массовый рост сеголетков, снижая ОАА на 17–30% от контроля.

**Таблица 1 – Морфометрические и биохимические показатели 4-х мес. сеголетков плотвы контрольных и опытных групп**

Концентрация токсиканта, мг/л	Показатели		
	Длина тела, см	Масса тела, г	ОАА, мкмоль/(г·мин)
<b>Хлорофос</b>			
0.0	6.84 ± 0.08	6.02 ± 0.26	40.67 ± 0.28
3·10 <sup>-5</sup>	6.74 ± 0.07	5.45 ± 0.16	22.36 ± 0.42*
3·10 <sup>-4</sup>	6.48 ± 0.1*	4.78 ± 0.18*	20.70 ± 0.38*
3·10 <sup>-3</sup>	6.27 ± 0.08*	4.91±+ 0.18*	25.99 ± 0.35*
3·10 <sup>-2</sup>	6.99 ± 0.06	6.33 ± 0.17	43.88 ± 0.37*
<b>Нитрозогуанидин</b>			
0.0	6.30 ± 0.06	4.30 ± 0.18	52.57 ± 0.69
3·10 <sup>-5</sup>	6.96 ± 0.08*	5.60 ± 0.18*	43.81 ± 1.28*
3·10 <sup>-4</sup>	7.80 ± 0.07*	8.35 ± 0.18*	47.12 ± 1.87
3·10 <sup>-3</sup>	6.46 ± 0.07	4.48 ± 0.13	39.61 ± 0.71*
3·10 <sup>-2</sup>	7.26 ± 0.08*	6.92 ± 0.20*	37.02 ± 1.08*

*Примечание. Различия показателей статистически достоверны по сравнению с контролем при \* – p < 0.01*

**Таблица 2 – Изменение чувствительности карбогидраз к действию ионов Cu и Zn in vitro у сеголетков плотвы после эмбриотоксического действия хлорофоса и MNNG, в % от контроля (0 мг/л ионов Cu или Zn в каждом варианте опыта), принятого за 100%, p < 0.05**

Концентрация токсиканта, мг/л	Достоверное изменение ОАА в % от контроля, p < 0.05									
	Концентрация ионов Cu, мг/л					Концентрация ионов Zn, мг/л				
	0.1	1.0	5	10	25	0.1	1.0	5	10	25
<b>Хлорофос</b>										
0.0	–	-6	-19	-29	-44	-19	-9	-21	-28	-46
3·10 <sup>-5</sup>	-18	-8	-32	-46	-90	-26	–	–	–	-20
3·10 <sup>-4</sup>	-14	–	-10	-13	-46	+10	+8	–	-16	-32
3·10 <sup>-3</sup>	-14	–	-31	-49	-98	+16	+10	+8	–	–
3·10 <sup>-2</sup>	+49	+41	–	-31	-63	+20	+7	–	–	-5
<b>Нитрозогуанидин</b>										
0.0	–	-20	-25	-30	-69	–	-10	-20	-20	-22
3·10 <sup>-5</sup>	–	–	-28	-31	-60	–	–	–	–	-30
3·10 <sup>-4</sup>	–	–	–	-35	-38	–	–	-23	-25	-17
3·10 <sup>-3</sup>	-25	–	-44	-41	-65	-33	-19	-30	-32	-53
3·10 <sup>-2</sup>	–	–	-27	-39	-67	-19	-19	-26	-26	-37

*Примечание. (+) позитивный, (-) негативный и (–) близкий к контролю эффект.*

Как у контрольных, так и у подвергнутых эмбриотоксическому действию хлорофоса и MNNG особей, зависимость величины эффекта от концентрации ионов Cu и Zn носит линейный характер лишь при наиболее высоких концентрациях металлов (табл. 2). У сеголетков контрольной группы отмечено достоверное снижение уровня ОАА в диапазоне концентраций ионов Cu 1–25 мг/л, Zn – 0.1–25 мг/л. Эмбриотоксическое действие хлорофоса в большинстве случаев усиливает величину тормозящего эффекта Cu и снижает тормозящий эффект Zn. При этом низкие концентрации ионов Cu и особенно Zn вызывают достоверное повышение ферментативной активности, наиболее выраженное при высоких концентрациях хлорофоса.

MNNG в ряду испытанных концентраций также оказывает неодинаковое по величине и направленности влияние на чувствительность карбогидраз сеголетков плотвы к действию ионов биогенных металлов. В отличие от хлорофоса эмбриотоксическое действие MNNG в большинстве случаев снижает тормозящий эффект Cu и усиливает тормозящий эффект Zn. Наибольшее усиление чувствительности карбогидраз к действию Cu и Zn наблюдается в варианте с концентрацией MNNG  $3 \cdot 10^{-3}$  мг/л.

Поскольку у большинства видов рыб все стадии эмбриогенеза протекают во внешней среде, прямое действие неблагоприятных факторов возможно уже на самых ранних этапах индивидуального развития. В настоящее время экспериментально показана высокая чувствительность плотвы в период эмбриогенеза к действию ряда физических и химических агентов. Результатом таких воздействий является снижение жизнеспособности и линейно-весового роста развивающегося потомства, нарушения функциональных характеристик репродуктивных желез и пищеварительных гидролаз кишечника, а также другие онтогенетические нарушения с явной патологией [2, 5]. Различные антропогенные факторы (ацидификация водоемов, повышенный уровень тепловой нагрузки, хроническое действие тяжелых металлов) повышают чувствительность пищеварительных карбогидраз рыб к действию ионов Cu, Zn и Cd [1]. В нашей работе установлено, что даже кратковременное действие малых концентраций хлорофоса и MNNG в период эмбрионального развития снижает скорость начальных этапов гидролиза углеводов у развивающихся сеголетков плотвы и изменяет чувствительность кишечных карбогидраз к действию Cu и Zn. Величина и направленность эффектов зависят от природы и концентрации взаимодействующих токсических агентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голованова И.Л. Влияние природных и антропогенных факторов на гидролиз углеводов у рыб и объектов их питания // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб: ИЭФиБ РАН, 2006. 43 с.
2. Голованова И.Л., Таликина М.Г. Влияние низких концентраций хлорофоса в период раннего индивидуального развития на пищеварительные карбо-

гидразы сеголеток плотвы *Rutilus rutilus* // *Вопр. ихтиологии*. 2006. Т. 46. № 3. С. 412–416.

3. Глубоков А.П. Рост трех видов рыб в ранние периоды онтогенеза в норме и в условиях токсического воздействия // *Вопр. ихтиологии*. 1990. Т. 39. № 1. С. 137–143.

4. Котикова А.С., Ивченко Е.В., Голованова И.Л. и др. Влияние физических и химических факторов в период эмбриогенеза на активность пищеварительных карбогидраз плотвы и их чувствительность к действию тяжелых металлов // *Совр. пробл. биологии, экологии, химии: Рег. сб. науч. тр. / Ред. В.Н. Казин и др. Ярославль: ЯрГУ, 2005. С. 103–110.*

5. Таликина М.Г., Изюмов Ю.Г., Чеботарева Ю.В. Отдаленные генотоксические ответы у сеголеток плотвы *Rutilus rutilus* после воздействий органических ядов на спермии родителей // *Вопр. ихтиологии*. 2003. Т. 43. № 3. С. 411–417.

6. Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // *Исследование пищеварительного аппарата у человека (обзор современных методов)*. Л.: Наука, 1969. С. 192–196.

7. Amanuma K., Nakamura T., Aoki Y. MNNG-induced mutations in the adult gill and hepatopancreas and in embryos of *rpsL* transgenic zebrafish // *Mutat. Res.* 2004. V. 22. № 1-2. P. 151–161.

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОТЕОЛИЗА СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ИНКУБАЦИИ В ОПЫТАХ IN VITRO – ВОЗМОЖНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ

**А. Б. Сагакянц, В. О. Гунько**

*Биолого-почвенный факультет ЮФУ, Ростов-на-Дону (Россия)*

*E-mail: asagak@rambler.ru*

С точки зрения современной науки сывороточный альбумин (СА) представляет собой полифункциональную буферную прооксидантно-антиоксидантную систему, являющуюся универсальным переносчиком веществ эндо- и экзогенной природы и выполняющую коммуникативную, гомеостатическую функцию. При этом в основе проявлений функциональной активности молекулы лежит ее структурно-функциональная целостность. Особенностью СА является уникальное сочетание структурной стабильности и конформационной подвижности, необходимых для выполнения белком всех функций [2].

В условиях существования живых организмов, при реализации различных функциональных состояний и действия патогенетических факторов, вызывающих активацию защитно-приспособительных реакций, наблюдается активация системы протеолиза – одной из важнейших компонентов поддержания внутриорганизменного гомеостаза. Система протеолиза определяет не только сохранение анатомо-физиологической целост-

ности (система свертывания крови, система комплемента) организма, но и участвует в удалении нефункциональных агрегатов биополимеров различного происхождения. Кроме этого, активация протеолиза является определяющим моментом в реализации гуморальной системы регуляции, способствуя образованию широкого спектра биологически активных веществ.

В этих условиях обращает на себя внимание возможность реализации некоторых функциональных свойств не самими биополимерами, а продуктами их протеолитического расщепления. В связи с особенностями распределения СА и его функциональной нагрузкой, важное значение в реализации эффектов последнего могут иметь продукты протеолиза СА.

Следует отметить, что интенсивность протеолиза неспецифическими протеазами СА, особенно в условиях их чрезмерной активации и выделения, определяется доступностью строго определенных, специфических сайтов, доступность которых изменяется в ходе преобразования структуры белка. Отмечено, что при различных функциональных и патологических состояниях наблюдается изменение структурно-функциональных свойств альбумина, что в свою очередь приводит к изменению чувствительности молекулы белка к протеолизу. Так *in vivo* альбумин, свободный от жирных кислот, легко гидролизуют протеазы. Возможно, что потеря альбумином способности связывать жирные кислоты является одним из факторов его катаболизма [4]. Поэтому особый интерес представляет изучение влияния условий, определяющих структурно-функциональные особенности альбумина, на возможность и интенсивность протеолиза белка, а также необходимость оценки биологического эффекта изменения интенсивности данного процесса.

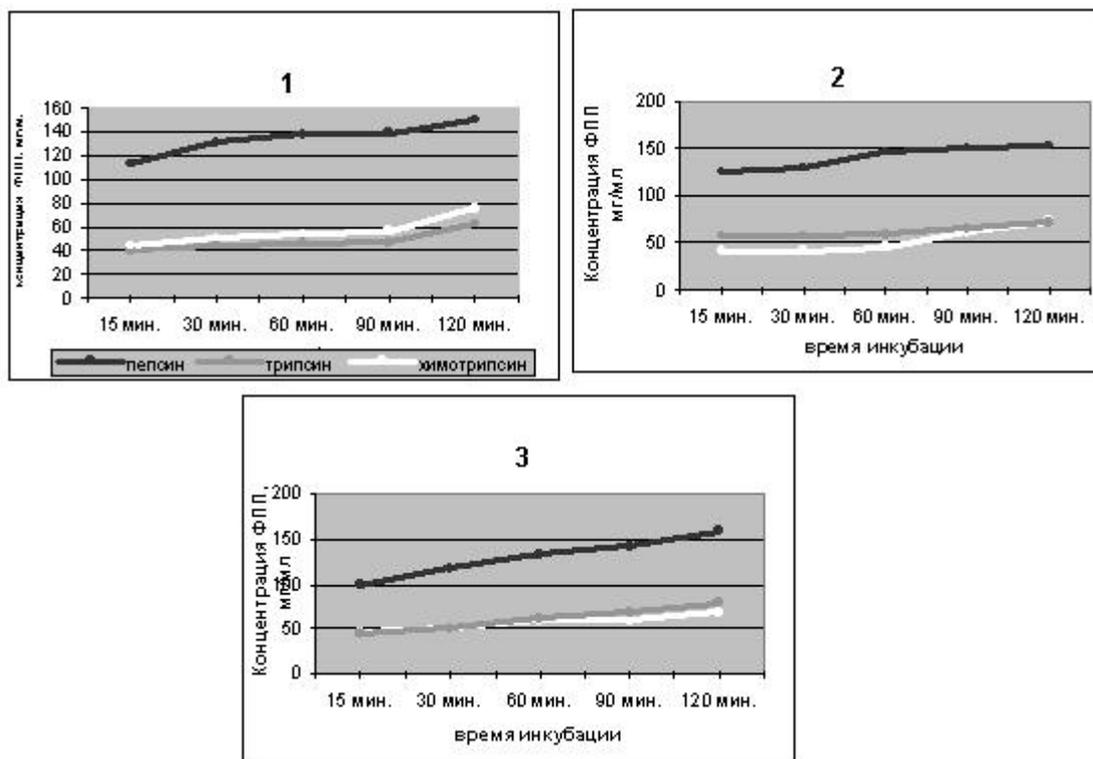
Для проведения эксперимента использовался стандартный 10% раствор СА человека производства ОАО «Биомед» им. И.И. Мечникова. Эксперимент состоял из 3 групп проб, которые инкубировались *in vitro* при различных условиях. Первая группа проб инкубировалась при температуре 25°C (комнатная), вторая и третья инкубировались в термостате при температуре 37°C и 50°C соответственно в течении 30 минут. Затем к 0,3 мл инкубационного раствора альбумина добавляли 0,3 мл раствора фермента: пепсина (1,67 г/л; pH=1,8), трипсина (0,5 г/л; pH=8.0), химотрипсина (0,5 г/л; pH=8.0), и инкубировали в термостате при температуре 37°C в течении 15, 30, 60, 90 и 120 минут. После чего гидролизат осаждали 3% сульфосалициловой кислотой или 10% ТХУ в зависимости от постановки эксперимента, затем центрифугировали в течение 30 минут. Для оценки интенсивности протеолиза определялась концентрация Фолин-положительных продуктов (ФПП) в надосадочной жидкости методом Лоури [1].

В работе предпринята попытка оценки влияния предварительной инкубации СА при различных температурных режимах на интенсивность протеолиза различными ферментами (см. схему эксперимента). Результаты исследования представлены на рисунке 1.

Протеолиз предварительно инкубированного СА закономерно привел к увеличению ФПП со временем, но при этом динамика накопления зависит от использованного фермента и от условий предварительной инкубации.

Результаты протеолиза пепсином и химотрипсином СА выявляют сходные зависимости интенсивности накопления продуктов (ФПП) от температуры предварительной инкубации (рис.1): так наименьший прирост ФПП выявлен при  $t = 37^{\circ}\text{C}$ , а наибольший при  $t = 50^{\circ}\text{C}$ . Данный факт может указывать на схожую субстратную специфичность данных ферментов по отношению к пептидным связям, образованных с участием ароматических аминокислот. Инкубация СА при  $t = 50^{\circ}\text{C}$  приводит к расширению и разворачиванию глобулы, изменению ее структурно-функциональной целостности, в связи, с чем гидрофобные сайты, которые были спрятаны внутри молекулы, становятся более доступными для пепсина и химотрипсина, что и приводит к закономерному росту ФПП.

В случае трипсина отмечено наибольшее увеличение ФПП при предварительной инкубации СА при  $t = 37^{\circ}\text{C}$ , в то время как при  $t = 50^{\circ}\text{C}$  выявлен не большой прирост ФПП. Возможно, это связано с тем, что в этих условиях реализуется такой вариант структурно-функциональных конформаций СА, при котором специфические сайты для трипсина (пептидные связи, образованные аргинином и лизином) напротив становятся менее доступными.



1)  $t=25^{\circ}\text{C}$ ; 2)  $t=37^{\circ}\text{C}$ ; 3)  $t=50^{\circ}\text{C}$

Рисунок 1 – Динамика изменения концентрации ФПП в ходе протеолиза СА ферментами при температуре предварительной инкубации СА

Появление максимума прироста ФПП, во временных рамках протеолиза, находится в зависимости от температуры предварительной инкубации СА и специфичности фермента (рис.1). Так, протеолиз пепсином СА, предварительно инкубированного при  $t = 25^{\circ}\text{C}$ , сопровождается максимумом прироста в первые 30 минут, а также после 90 минут инкубации; при  $t = 37^{\circ}\text{C}$  - после 30 минут, при  $t = 50^{\circ}\text{C}$  - происходит линейное нарастание продуктов гидролиза за все время инкубации.

Протеолиз трипсином и химотрипсином СА, предварительно инкубированного при  $t = 25^{\circ}\text{C}$ , сопровождается максимумом прироста продуктов после 90 минут инкубации, в то время, как при  $t = 37^{\circ}\text{C}$  наибольшее нарастание продуктов протеолиза идет после 60, а при  $t = 50^{\circ}\text{C}$  – после 30 минут инкубации.

Выявленная однотипность процесса накопления продуктов протеолиза трипсином и химотрипсином объясняется тем, что оба фермента относятся к сериновым протеазам с оптимумом действия  $\text{pH}=8,0-8,6$ , имеющим сходный механизм гидролиза пептидной связи и сходную стадийность данного процесса. С другой стороны, наблюдаемая зависимость наступления момента резкого подъема уровня ФПП во времени от температуры предварительной инкубации для химотрипсина может объясняться увеличением доступных сайтов для действия фермента, а для трипсина – тем, что нативный белок гидролизуется им крайне медленно, но если он был предварительно подвергнут температурным воздействиям, процесс протеолиза идет быстрее [3].

Пепсин, который относится к аспартильным протеазам с оптимумом  $\text{pH}= 1,8-2,0$ , имеет отличную от них динамику накопления продуктов гидролиза СА вследствие отличного механизма гидролиза пептидной связи.

Использование различных осаждающих реагентов (ТХУ, сульфосалициловая кислота) позволяет выявить факт образования и осаждения различных по молекулярной массе продуктов. В частности, при протеолизе трипсином и химотрипсином выявлено нарастание не только низкомолекулярных, но и высокомолекулярных продуктов гидролиза, что не выявлено при протеолизе трипсином.

Результаты наших исследований позволяют сделать выводы о том, что характер протекания протеолиза СА и динамика накопления продуктов гидролиза зависит как от специфичности ферментов, так и от температуры предварительной инкубации субстрата, а также от комбинации этих двух факторов.

В условиях *in vivo* реализация структурно-функциональных вариантов нативной конформации СА потенцируется значениями локальной температуры, наличия специфических и неспецифических лигандов, продуктов деструкции и функциональной активности клеток, при этом наблюдается закономерное изменение структуры и функций альбумина. В условиях активации различных протеолитических систем и изменения целостности молекулы

альбумина следует ожидать и изменения интенсивности атаки молекулы со стороны протеаз. Это приводит к изменению антигенных свойств белка, образованию биологически активных интермедиатов с широким спектром действия. Вероятно, образуемые продукты протеолиза могут обладать регуляторным эффектом и изменять характер, интенсивность и направление развития физиолого-биохимических процессов в условиях действия различных факторов, определяя эффективность адаптации организма.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альперович Д. В. Взаимосвязь дезамидирования, деструкции и иммунологической активности препаратов иммуноглобулинов. // Диссертация к. б. н., г. Ростов-на-Дону, 1986.
2. Сагакянц А.Б., Синичкин А.А. Структурно-функциональная метастабильность альбумина как источник коммуникативной функции белка. // В материалах международного симпозиума «Молекулярные механизмы регуляции функции клетки». Тюмень. 2005.- 98-99 с.
3. Самнерс Дж., Сомерс Фр. Химия ферментов и методы их исследования.- М.: Гос. изд-во иност. лит., 1948.- 584с.
4. Титов В.Н. Альбумин, транспорт насыщенных жирных кислот и метаболический стресс-синдром (обзор литературы) // Клин. Лаб. диагностика. № 4. 1999.- 3-10 с.

## ПРОБЛЕМА ПОДАВЛЕНИЯ АУТОШУМОВ У ЖИВОТНЫХ

**Д. Н. Лапшин**

*Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН  
(Россия)*

*E-mail: lapshin@iitp.ru*

Любое животное сталкивается с проблемой обнаружения биологически значимых сигналов на фоне сенсорных потоков, связанных с собственной локомоцией и жизнедеятельностью (аутошумами). В общем смысле под аутошумами подразумеваются не только входные сигналы, действующие непосредственно на рецепторы, но и их нейрокорреляты, специфические для каждого уровня обработки сенсорного потока в центральной нервной системе.

Процесс обнаружения усложнён тем, что аутошумы по своим временным и спектральным характеристикам могут быть сходными с внешними сигналами, но по амплитуде превосходить последние на порядок или более. Эта проблема должна была возникнуть у животных еще на ранних этапах эволюции практически одновременно с приобретением способности к локомоции. По-видимому, на том же эволюционном уровне были выра-

ботаны алгоритмы обнаружения сигналов на фоне аутошумов, которые в процессе эволюции совершенствовались параллельно с другими функциональными системами. Однако исходные принципы снижения влияния аутошумов на восприятие внешних сигналов могли сохраниться у рецентных животных.

На основе предварительного анализа можно выделить два фактора, на которых с высокой вероятностью базируются алгоритмы подавления: это высокая коррелированность аутошумов с ритмом локомоции животного и предсказуемость сенсорного потока во времени. Последнее обстоятельство подразумевает способность нервной системы предвидеть ближайшее будущее на основе индивидуального опыта.

Обычно аутошумы, воздействующие на входы сенсорных систем, превышают по амплитуде на один и более порядков физиологические пороги. В качестве типичного примера можно привести воздействие пульсовых толчков крови непосредственно на слуховой орган. Из-за значительного преобладания амплитуды аутошумов над уровнем полезного сигнала работу по снижению влияния шумов необходимо проводить на всех этапах прохождения и обработки информации, особенно в периферических отделах сенсорных каналов. У позвоночных эту задачу решает эфферентная регуляция, функционирующая с опережением относительно собственных движений животных.

Нарушение функции подавления аутошумов может происходить при несоответствии внешних обстоятельств заложенным в алгоритм "константам". Пример из области зрительного восприятия: по сравнению с темпом движения человека, солнце на небосклоне расположено статично. В норме восприятие собственной тени при этом "выключается" из сознания, даже если тень, бегущая рядом с человеком по кустам и траве, расположена в боковом поле его зрения. Однако если источник света движется (например, осветительная ракета или фары автомобиля), то собственная тень назойливо начинает привлекать внимание. В этом случае можно сделать вывод, что алгоритм подавления реакции на тень не адаптирован к движущимся источникам освещения.

Под особое внимание центральных механизмов сенсорного анализа помимо аутошумов попадают и другие внешние стимулы, в той или иной степени связанные с поведением животного. Эта особенность обработки сигналов является физиологической основой для начальных этапов развития у животных электро- и эхолокации.

*Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 06-04-48147).*

## К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ ОСЕТРА *ACIPENSER BAERI* *STENORRHYNCHUS* (ACIPENSERIFORMES, ACIPENSERIDAE) РЕКИ ЛЕНЫ

А. Ф. Кириллов, Е. А. Федорова, В. В. Ходулов, Д. В. Шахтарин  
ФГНУ Институт прикладной экологии Севера, Якутск (Россия)  
E-mail: fishipes@yandex.ru

В водоемах Якутии обитает длиннорылый сибирский осётр *Acipenser baeri stenorrhynchus*, эндемичный, бореальный палеарктический, пресноводный (может встречаться в солоноватых водах), речной подвид сибирского осетра, промысел которого в разрешен только в р. Лене. Типичный обитатель текучих пресных вод, осетр населяет дельтовые и русловые участки реки. Днем обитает на глубоких местах, ночью подходит на илистые или песчаные мелководья для питания. Зимует в глубоких ямах в русловой части реки. Заселяет участок р. Лены от с. Коршунова (ниже г. Киренска) и до приморья [1, 2]. Летом, во время значительного стока пресной воды, выходит в прибрежные морские участки для нагула и в это время встречается в заливе Неелова и в бухте Тикси. Популяция осетра р. Лены состоит из нескольких локальных группировок, каждая из которых не совершает протяженных миграций, имеет свои районы нагула, места зимовок и нереста [2, 3, 4, 5]. Половой зрелости осетр достигает в 11-20 лет [2, 3]. Нерест в среднем течении реки начинается в конце мая - начале июня [6], в нижнем течении размножается с середины июня до середины июля [7]. Нерестится на участках реки с каменисто-галечным или твердым песчаным грунтом при температуре воды 13-16°C. Плодовитость составляет 20,7-144 тыс. икринок. Из-за пропусков в нересте (раз в 3-5 лет) в размножении участвует только пятая часть взрослого стада. В зимний период осетры скапливаются в зимовальных ямах. По характеру питания – бентофаг, в пищевом спектре преобладают личинки амфибиотических насекомых, встречаются личинки миноги, молодь сиговых и карповых, детрит. Наибольшую промысловую численность создает в нижнем течении и дельте р. Лены, где располагаются основные нерестилища осетра. В среднем течении нерестилища отмечены начиная с 620 км от устья реки.

Размерный состав осетра в нижнем течении р. Лены представлен рыбами с длиной тела без С 55-106 см и массой 1,3-9,0 кг (табл. 1).

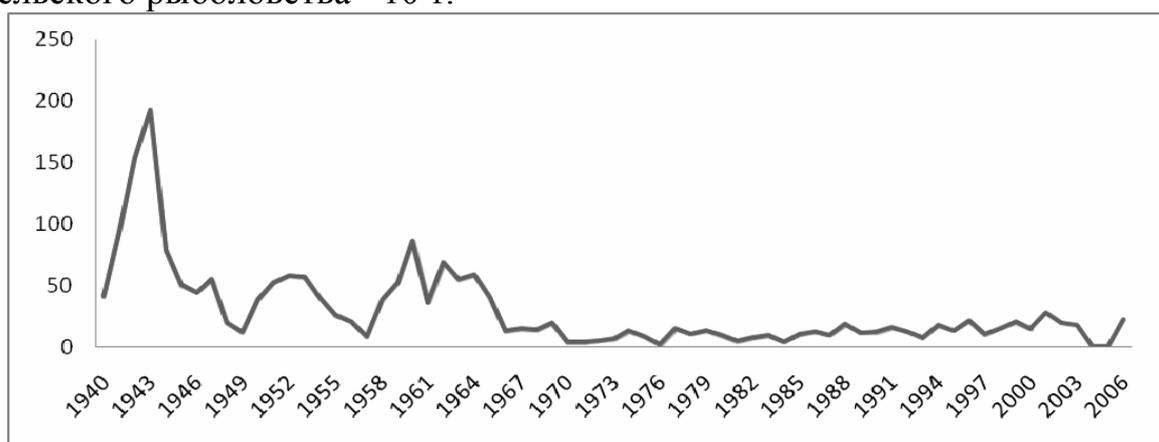
**Таблица 1 - Рост осетра р. Лены**

Длина без С, см	55-61	61-67	67-73	73-82	85-106
Масса самцов, кг	1,49	1,84	2,32	3,40	9,00
n	12	16	9	1	1
Масса самок, кг	1,73	2,14	2,51	2,85	4,50
n	3	6	8	2	1

По данным 2006 г., среднем течении р. Лены осетры в уловах с длиной тела без С 35-40 см составляют 17%, 40-45 см – 34,4%, 45-50 см – 17,2% и свыше 50 см – 31,4% (92 экз.).

Ежегодный многолетний вылов осетра в бассейне Лены составляет 4-20 т [8], максимальный вылов наблюдался в 1943 г., когда было добыто 190 т (рис.1). Снижение уловов произошло в результате нерационального ведения промысла в 30-60-х годах прошлого века. Промышленный вылов осетра в последние годы в р. Лене составляет 44,75-81,7% от установленной квоты. Так, ОДУ осетра в бассейне р. Лены в 2002 г были определены в 30 т, вылов составил 20,3 т; в 2003 г. – 40 т, вылов составил 17,9 т. В 2004-2005 гг. промысел осетра был запрещен и не производился, в 2006 г. вылов был определен в 12 т, составил - 9,82 т.

В целом запасы осетра в бассейне р. Лены на территории Якутии находятся в удовлетворительном состоянии. ОДУ осетра, исходя из биологического состояния популяции, динамики промысла и экспертных оценок, не должны превышать 30 т. В том числе в нижнем течении для промышленной добычи - 20 т и в среднем течении реки для спортивного и любительского рыболовства - 10 т.



**Рисунок 1 - Вылов сибирского осетра в водоемах Якутии (т)**

В среднем течении р. Лены, где сосредоточены крупные населенные пункты, осуществляется активный любительский, спортивный и браконьерский лов осетра, составляющий по экспертным оценкам 20-30 т. Оптимальной мерой по сохранению, безусловно, является искусственное разведение осетра. Для реализации программы по сохранению и обоснованию искусственного воспроизводства осетра необходимы исследования современного состояния его стада в пределах всего бассейна. Вместе с тем, осетр – ценнейший объект товарного рыбоводства, разводится с 1969 г. в России и ряде зарубежных стран, особенно перспективен в тепловодной аквакультуре, где у него отмечен высокий темп роста и раннее созревание. Так, при выращивании осетров Ленской популяции в бассейнах Конаковского завода к семи годам масса осетров достигала 10,8 кг [9].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карантонис, Ф.Э. / Карантонис Ф.Э., Кириллов Ф.Н., Мухомедияров Ф.Б. / Рыбы среднего течения р. Лены // Тр. Ин-та биологии. Иркутск, 1956. Вып. 2. С. 3-144.
2. Кириллов, Ф.Н. Рыбы Якутии. М.: Наука, 1972. 360 с.
3. Рубан, Г.И. Сибирский осетр *Acipenser baerii Brandt* (структура вида и экология). М.: ГЕОС, 1999. 236 с.
4. Пирожников, П.Л. Материалы по биологии промысловых рыб реки Лены. Изв. ВНИОРХ, 1955, т.35, с.61-128.
5. Дормидонтов, А.С. / Дормидонтов А.С., Софронов М.П. / Биология осетра нижней Лены, его промысел и охрана // В кн.: Природные ресурсы Якутии, их использование и охрана: Материалы V11 Респ. совещ. по охране природы Якутии. Якутск, 1976. С. 23-28.
6. Кошелев, Б.В. / Кошелев Б.В., Рубан Г.И., Соколов Л.И., Халатян О.В., Акимова Н.В., Соколова Е.Л. / Экологическая характеристика сибирского осетра *Acipenser baeri Brandt* бассейна средней и верхней Лены // Морфология, экология и поведение осетровых. М.: Наука, 1989. С. 16-33.
7. Акимова, Н.В. Гаметогенез и половая цикличность сибирского осетра в естественных и экспериментальных условиях // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах разных широт. М.: Наука. 1985 г. С.111-112.
8. Кириллов, А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. М.: Научный мир, 2002. 194 с.
9. Бердичевский, Л.С. / Бердичевский Л.С., Малютин В.С., Смольянов И.И., Соколов Л.И., Акимова Н.В., Кокарев В.А. / Итоги рыбоводно-акклиматизационных работ с сибирским осетром // Биологические основы осетроводства. М.: Наука, 1983. С. 259-269.

## АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК РЫБООБРАЗНЫХ И РЫБ РЕКИ КОЛЫМЫ

**А. Ф. Кириллов, С. Ю. Венедиктов, Н. М. Соломонов, Е. А. Федорова**  
ФГНУ Институт прикладной экологии Севера, Якутск (Россия)  
E-mail: fishipes@yandex.ru

В аннотированном списке надродовые таксоны и их систематическое положение даны по общепринятой системе [1]. Для каждого вида указаны латинское и русское название, эколого-зоогеографическая характеристика, указаны тип ареала, показатель обилия, промысловое значение [2, 3, 4, 5, 6].

Фауна рыб р. Колымы представлена 32 видами из 22 родов, 14 семейств и 10 отрядов:

ОТРЯД I. Petromyzontiformes - Миногообразные

Семейство 1. Petromyzontidae Bonaparte, 1831 - Миноговые

Род 1. *Lethenteron* Creaser et Hubbs, 1922 - Тихоокеанские миноги

1. *Lethenteron kessleri* (Anikin, 1905) - Сибирская минога. Эндемичный. Борейальный палеарктический. Пресноводный, речной, жилой. Многочис-

ленный. Непромысловый.

ОТРЯД II. Acipenseriformes - Осетрообразные

Семейство 2. Acipenseridae Bonaparte, 1832 - Осетровые

Род 2. *Acipenser* Linnaeus, 1758 - Осетры

2. *Acipenser baeri stenorrhynchus* A. Nikolsky, 1896 - Длиннорылый сибирский осётр. Эндемичный. Бореальный палеарктический. Пресноводный (может встречаться в солоноватых водах), речной. Немногочисленный.

ОТРЯД III. Cypriniformes – Карпообразные

Семейство 3. Balitoridae Swainson, 1839 – Балиторовые

Род 3. *Barbatula* Linck, 1790 - Усатые гольцы

3. *Barbatula toni* (Dybowski, 1869) - Сибирский усатый голец. Эндемичный. Бореальный палеарктический. Пресноводный, речной. Обычный.

Семейство 4. Cyprinidae Fleming, 1822 – Карповые

Род 4. *Carassius* Jarocki, 1822– Караси

4. *Carassius carassius jacuticus* Kirillov, 1956 – Якутский карась. Эндемичный. Бореальный палеарктический. Пресноводный, преимущественно озерный. Многочисленный. Промысловый.

Род 5. *Leuciscus* Cuvier, 1816 – Ельцы

5. *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1874) – Сибирский елец. Эндемичный. Бореальный палеарктический. Пресноводный, речной. Многочисленный. Промысловый.

Род 6. *Phoxinus* Rafinesque, 1820 - Гольяны

6. *Phoxinus czekanowskii* Dybowski, 1869 - Гольян Чекановского. Эндемичный. Бореальный палеарктический. Пресноводный, озерно-речной. Редкий.

7. *Phoxinus perenurus* (Pallas 1814) - Озёрный гольян. Эндемичный. Бореальный палеарктический. Пресноводный, озерный. Многочисленный. Промысловый.

8. *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) – Речной гольян. Эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический. Пресноводный, речной. Многочисленный. Непромысловый.

Семейство 5. Catostomidae Gill, 1860 - Чукучановые

Род 7. *Catostomus* Le Sueur, 1817 - Чукучаны

9. *Catostomus catostomus rostratus* (Tilesius, 1813) - Сибирский чукучан. Эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический и неоарктический. Пресноводный, речной. Многочисленный. Промысловый.

ОТРЯД IV. Esociformes – Щукообразные

Семейство 6. Esocidae Cuvier, 1816 - Щуковые

Род 8. *Esox* Linnaeus, 1758 - Щуки

10. *Esox lucius* Linnaeus, 1758 – Обыкновенная щука. Арктическо-бореальный, палеарктический и неоарктический. Пресноводный, озерно-речной. Многочисленный. Промысловый.

ОТРЯД V. Osmeriformes – Корюшкообразные

Семейство 7. Osmeridae Regan, 1913 – Корюшковые

Род 9. *Hypomesus* Gill, 1862 - Малоротые корюшки

11. *Hypomesus olidus* (Pallas, 1814) - Малоротая корюшка. Арктическо-бореальный, палеарктический и неоарктический. Проходной и пресноводный (преимущественно озерный). Редкий. Непромысловый.

Род 10. *Osmerus* Linnaeus, 1758 - Корюшки

12. *Osmerus mordax dentex* Steindachner, 1870 - Азиатская корюшка. Преимущественно бореальный тихоокеанский. Проходной. Неритопелагический (0-290 м). Многочисленный. Промысловый.

ОТРЯД VI. Salmoniformes – Лососеобразные

Семейство 8. Coregonidae Cope, 1872 – Сиговые

Род 11. *Coregonus* Linnaeus, 1758 – Сиги

13. *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) – Арктический омуль. Арктическо-бореальный, палеарктический и неоарктический. Проходной. Неритопелагический (0-50 м). Немногочисленный. Промысловый.

14. *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1789) – Сиг-пыжьян. Условно эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический. Пресноводный, преимущественно речной Многочисленный. Промысловый.

15 *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) – Муксун. Эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический. Полупроходной. Немногочисленный. Промысловый.

16. *Coregonus nasus* (Pallas, 1776) – Чир. Арктическо-бореальный, палеарктический и неоарктический Пресноводный, озерно-речной. Многочисленный. Промысловый.

17. *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) – Пелядь. Эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический. Пресноводный, преимущественно озерный. Многочисленный. Промысловый.

18 *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848 – Сибирская ряпушка. Арктическо-бореальный, палеарктический и неоарктический. Полупроходной, реже жилой (озерный). Многочисленный. Промысловый.

Род 12. *Prosopium* Jordan, 1878 - Вальки

19. *Prosopium cylindraceus* (Pennant, 1784) – Обыкновенный валёк. Арктическо-бореальный, палеарктический и неоарктический. Пресноводный, преимущественно речной. Немногочисленный. Промысловый.

Род 13. *Stenodus* Richardson, 1836 - Нельмы

20. *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773) – Нельма. Арктическо-бореальный, палеарктический и неоарктический. Полупроходной. Немногочисленный.

Семейство 9. Thymallidae Gill, 1884 - Хариусовые

Род 14. *Thymallus* Cuvier, 1829 – Хариусы

21. *Thymallus arcticus pallasii* Valenciennes, 1848 - Восточносибирский хариус. Эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический. Пресноводный, преимущественно речной. Многочисленный. Промысловый.

Семейство 10. Salmonidae Cuvier, 1816 – Лососевые

Род 15. *Brachymystax* Günther, 1866 - Ленки

22. *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773) – Острорылый ленок. Эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический. Пресноводный, преимущественно речной. Многочисленный. Промысловый.

Род 16. *Oncorhynchus* Suckley, 1861 - Тихоокеанские лососи

23. *Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum, 1792) – Горбуша. Преимущественно бореальный тихоокеанский. Проходной. Эпипелагический (0-250 м). Редкий.

24. *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) – Кета. Преимущественно бореальный тихоокеанский. Проходной. Эпипелагический (0-250 м). Немногочисленный.

Род 17. *Salvelinus* Richardson (ex Nilsson), 1836 – Гольцы

25. *Salvelinus alpinus complex* (Linnaeus, 1758) - Арктический голец. Арктическо-бореальный, палеарктический и неарктический. Проходной и жилой (речной и озерный). Редкий.

26. *Salvelinus malma* (Walbaum, 1792) – Мальма. Преимущественно бореальный тихоокеанский. Проходной. Эпипелагический (0-200 м). Редкий.

27. *Salvelinus taranetzi* Kaganowsky, 1955 – Гонец Таранца. Преимущественно бореальный тихоокеанский. Проходной. Эпипелагический (0-50 м). Редкий.

ОТРЯД VII. Gadiiformes – Трескообразные

Семейство 11. Lotidae Bonaparte, 1837 – Налимовые

Род 18. *Lota* Oken, 1817 - Налимы

28. *Lota lota leptura* Hubbs et Schultz, 1941 - Тонкохвостый налим. Арктическо-бореальный, палеарктический и неарктический. Пресноводный, преимущественно речной. Многочисленный. Промысловый.

ОТРЯД VIII. Gasterosteiformes – Колюшкообразные

Семейство 12. Gasterosteidae Bonaparte, 1831 - Колюшковые

Род 19. *Pungitius* Coste, 1848 - Многоиглые колюшки

29. *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758) - Девятииглая колюшка. Арктическо-бореальный, палеарктический и неарктический Пресноводный (реже солоноватоводный), озерно-речной. Многочисленный. Непромысловый.

ОТРЯД IX. Scorpaeniformes – Скорпенообразные

Семейство 13. Cottidae Bonaparte, 1831 – Рогатковые

Род 20. *Cottus* Linnaeus, 1758 - Подкаменщики

30. *Cottus poecilopus* Heckel, 1840 - Пестроногий бычок. Эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический. Пресноводный, речной. Многочисленный. Непромысловый.

ОТРЯД X. Perciformes – Окунеобразные

Семейство 14. Percidae Cuvier, 1816 – Окуневые

Род 21. *Gymnocephalus* Bloch, 1793 - Ерши

31. *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) – Обыкновенный ерш. Эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический. Пресноводный, речной. Многочисленный. Промысловый.

Род 22. *Perca* Linnaeus, 1758 – Пресноводные окуни

32. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 - Речной окунь. Эндемичный. Арктическо-бореальный палеарктический. Пресноводный, озерно-речной. Многочисленный. Промысловый.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Eschmeyer, W.N. Catalog of the genera of recent fishes. San Francisco: Publ. Calif. Acad. Sci., 1990. 697 p.
2. Линдберг, Г.У. Словарь названий пресноводных рыб / Линдберг Г.У., Гердт А.С. // Л.: Наука, 1972. 368 с.
3. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / Под ред. Ю.С. Решетникова // М.: Наука, 2002. Т. 1. 379 с. Т. 2. 253 с.
4. Богуцкая, Н.Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими замечаниями / Богуцкая Н.Г., Насека А.М. // М.: Товарищество научн. изданий КМК, 2004. 389 с.
5. Кириллов, А.Ф. Аннотированный список рыбообразных и рыб морских и пресных вод Якутии / Кириллов А.Ф., Черешнев И.А. // Вестник Ягу. № 4. 2006. С. 5-14.
6. Черешнев, И.А. Рыбообразные и рыбы морских и пресных вод бассейнов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского / Черешнев И.А., Кириллов А.Ф. // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2007. № 2. С. 95-106.

## АКТИВАЦИЯ ЦИСТ *ARTEMIA SP.* ОЗЕРА КУЛУНДИНСКОЕ (ИМИТАЦИОННЫЙ МЕТОД)

**Р. А. Клепиков**

*Открытое Акционерное Общество «Кучуксульфат», р.п.Степное  
Озеро (Россия)*

*E-mail: rak7772@mail.ru*

В последнее время, в условиях все возрастающего количества организаций, в той или иной мере связанных с заготовкой и (или) переработкой водных биоресурсов, а, следовательно, и увеличением объемов выпускаемой продукции, более значимым становится вопрос качества, обуславливающего конкурентоспособность производителя.

Так, применительно к цистам артемии, самым распространенным (хотя далеко не единственным и порой даже не самым главным) показателем качества традиционно считается их выклев, определяющийся как количество свободно плавающих науплиусов, полученных из 100 проинкубированных цист

(Н-), либо суммы свободно плавающих науплиусов и проклюнувшихся эмбрионов, полученных из 100 проинкубированных цист (Н+) [1].

Общеизвестно, что цисты, изъятые из водоема в период отмирания популяции артемии, что собственно и обуславливает образование покоящихся цист, имеют низкий процент выклева и для выведения из стадии диапаузы, нуждаются в активации. Самым простым из достаточно большого количества методов активации, является имитация естественных условий прохождения диапаузы, т.е. выдерживание цист на протяжении определенного времени при оптимальных параметрах температуры и влажности, определяемых опытным путем в зависимости от происхождения сырья из того или иного водоема. Очевидно, что для минимизации затрат, связанных с необходимостью хранения цист при отрицательных температурах, целесообразно подобрать режим хранения, обеспечивающий завершение диапаузы в более сжатые сроки. Необходимая влажность сырья при этом обеспечивается подбором промывочной рапы, минерализация которой с одной стороны должна исключать возможность гидратации, а с другой – чрезмерного обезвоживания цист в условиях высокой концентрации солей.

В результате проводимых в течение ряда лет опытов по активации цист (с достаточно большим объемом – 100-300 тон в год), добытых на оз.Кулундинское Алтайского края, были определены параметры хранения, значительно сокращающие сроки диапаузы.

Так, сырье заготовки 2003 года, промытое рапой с минерализацией 200 г/кг выдерживалось при рекомендуемой большинством специалистов температуре от -5 до 0 °С, что позволило приступить к сушке цист (при достижении показателей выклева максимально возможных значений) лишь после более чем годовой экспозиции. При оптимальных же условиях: минерализация 150 г/кг и температура -10 °С, продолжительность активации может быть сокращена до полугода на примере 2006 г. (рис. 1).

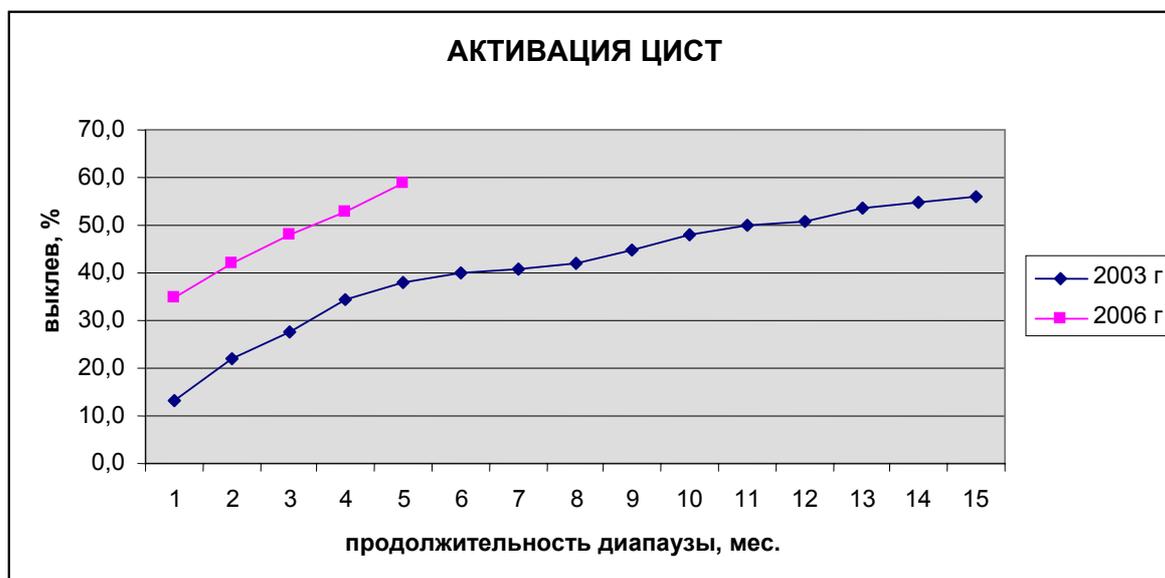


Рисунок 1 - Активация цист имитационным методом

Следует отметить, что цисты по-разному могут реагировать на низкие температуры, причем эта индивидуальность не ограничивается лишь происхождением из разных водоемов. Даже при более или менее одинаковых условиях сбора и первичной переработки, партии цист могут содержать разное количество пустых оболочек (что отражается на влажности сырья), и вообще быть в разной степени неоднородными, т.е. содержать цисты, выметанные в разное время, а, следовательно, находящиеся на различных стадиях диапаузы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sorgeloos P. The brine shrimp *Artemia salina*. A bottleneck in Mariculture. FAO Technical Conferenct on Aquaculture.: 1979. – 321-324.

## ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ РАЧКА *ARTEMIA SP.* В СОЛЯНЫХ ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

**Т. О. Ронжина, А. Ю. Лукерин, Э. Ю. Веселкова, Ю. Б. Белоусова**  
*Алтайский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры – филиал «Госрыбцентра», Барнаул (Россия)*  
*E-mail: artemia@alt.ru*

В соляных озерах Алтайского края широко распространена популяция артемии (*Artemia sp.*), состоящая в основном из одних самок (партеногенетические расы), их идентификация и установление видовой принадлежности окончательно не выявлена. Артемия - космополит, она распространена по всему миру и населяет водоемы с диапазоном их солености воды от 20 до 340 г/л. По Соргелусу [1] природная встречаемость артемии лимитируется биотопами, в которых соленость воды всегда достаточно высокая для обитания хищников.

Благодаря физиологической адаптации к обитанию при высокой солености рачок *Artemia sp.* имеет самую эффективную осмосорегулирующую систему, кроме того, рачки способны синтезировать эффективные дыхательные пигменты (гемоглобин) для выживания при очень низком уровне содержания в воде кислорода, что характерно для высокой солености. И последнее важное приспособительное качество артемии - способность сохранять жизненное начало в виде зимних яиц, находящихся в диапаузе, когда в среде возникает угроза существования популяции. В стратегии воспроизводства рачка живорождение (науплиусами) наблюдается при низком уровне солености, размножение яйцами происходит при солености выше 150 г/л.

С точки зрения эволюционной теории, в частности Э. Майра, следует различать два типа биологической изменчивости: групповую, под которой понимаются различия между популяциями, и индивидуальную, т.е. различия между особями одной популяции. В описательной морфологии на популяционном уровне изменчивость чаще всего определяется различиями между пространственно разобщенными популяциями одного вида, т.е. географической изменчивостью и ее клинальными градиентами [2]. Из форм индивидуальной изменчивости используется для наших озер возрастная и сезонная изменчивость поколений и биотопическая изменчивость.

Изучаемые признаки оказались взаимосвязанными в той или иной степени. Эти корреляции приводят к тому, что изменение одного признака приводит к изменению других. При повышении минерализации воды изменения могут сказаться как на скорости роста, так и на особенностях пропорции тела. Таким образом, очевидно, что для понимания особенностей формирования морфометрических признаков артемии, необходимо рассматривать их развитие во взаимосвязи. Характер связей между признаками позволяет сделать ряд общих выводов:

- при увеличении солености происходит редукция щетинок на фурке и уменьшение длины самой фурки;
- отношение длины абдомена к длине тела увеличивается пропорционально солености;
- длина тела слабо коррелирует с соленостью;
- ширина абдомена, расстояние между глазами, диаметр глаз, длина первой антенны и ширина головы отрицательно коррелирует с соленостью;
- между длиной тела и длиной абдомена существует положительная сильная связь.

Изменение общей минерализации воды и главным образом ее солевого состава определяет как морфологические особенности строения артемии, так и тип ее репродукции, соотношение полов, временное исчезновение самцов.

Полученные закономерности согласуются как с данными других авторов [3], так и с нашими более ранними исследованиями [4, 5].

Сезонная изменчивость *Artemia sp.* Представлена на двух модельных водоемах, озерах Кулундинское и Большое Яровое.

Водная площадь соляных озер Алтайского края составляет 1,6 тыс. км<sup>2</sup>. Наиболее крупным артемиевым водоемом по площади является озеро Кулундинское – 72,8 тыс. га, средняя глубина - 2,6 м, минерализация воды – 10-140 г/л и озеро Большое Яровое, самый глубоководный артемиевый водоем – 6,8 тыс. га, средняя глубина - 4,5 м, минерализация воды – 60-180 г/л. Класс воды в озере Кулундинское сульфатно-хлоридный, в озере Большое Яровое – хлоридный группы натрия.

Сезонные изменения минерализации и химического состава воды представлены в таблице 1.

При оценке репродуктивных характеристик особое значение придается отношению максимальной и минимальной длины половозрелых особей самок [6]. Анализируя данные за период исследования 2004-2007 гг. в оз. Кулундинское в течение вегетационного сезона максимальная длина самок в 2004 г. приходится на июль, составляя 14,2, минимальная – на июнь, составляя 7,3 мм; в 2005 г. – максимальная на июнь – 13,4, минимальная – на август – 7,1; в 2006 г. – максимальная – на июль – 13,2, минимальная – на август – 7,0; в 2007 г. – 13,4 (сентябрь) и 9,0 мм (август) соответственно. В оз. Большое Яровое максимальные значения длин самок и самцов приходятся на вторую декаду июля в 2004 г., составляя соответственно 13,1 и 10,5, минимальные – на конец июня, составляя соответственно 9,4 и 6,3 мм; в 2005 г. максимальные – на вторую декаду августа, составляя соответственно 13,5 и 10,5, минимальные – на конец июня, составляя соответственно 7,0 и 5,2; в 2006 г. максимальные – на конец августа, составляя соответственно 15,3 и 11,6, минимальные – на первую декаду июня, составляя соответственно 6,6 и 5,3; в 2007 г. максимальные – на конец сентября – 15,2 и 11,8 соответственно, минимальные – самки на конец сентября – 7,8, самцы – на начало июня – 4,1 мм.

Средняя длина тела половозрелых рачков в оз. Кулундинское в 2004 г колеблется в пределах от 9,24 до 12,45 (самки) и от 7,7 до 9,0 мм (самцы); в 2005 г. – от 7,93 до 11,54 (самки) и от 8,10 до 9,55 (самцы); в 2007 г. – от 9,96 до 10,63 мм (самки). В оз. Большое Яровое колебание средних длин тела рачков составляет: в 2004 г. – от 10,20 до 11,70 (самки) и от 7,69 до 9,81 мм (самцы); в 2005 г. – от 8,02 до 11,06 (самки) и от 5,94 до 9,09 (самцы); в 2006 г. – от 7,96 до 12,24 (самки) и 9,75 (самцы); в 2007 г. – от 11,41 до 12,13 (самки) и от 8,96 до 10,17 мм (самцы) (таблица 2).

Факт влияния изменения минерализации воды четко прослеживается в гипергалинных озерах по количеству щетинок на фурке. Данные изменения по сезонам в зависимости от минерализации можно проследить в таблице 2. Так количество щетинок в оз. Кулундинское в 2005 г. колебалось от 3,60 до 5,50 шт. у самок; в оз. Большое Яровое диапазон колебания составлял в 2005 г. от 1,67 до 2,80 шт. (самки) (таблица 2).

Средняя плодовитость самок в оз. Кулундинское за вегетационный период 2004 г. изменялась от 28,9 (сентябрь) до 57,7 шт. яиц (июнь); в 2006 г. – от 30,2 (июль) до 65,4 (август); в 2007 г. – от 15,8 (август) до 49,7 шт. (сентябрь). В оз. Большое Яровое средняя плодовитость за вегетационный период 2004 г. колебалась от 43,0 (июнь) до 83,0 шт. яиц (август); в 2005 г. – от 35,4 (август) до 90,6 (июль); в 2006 г. – от 42,2 (июль) до 67,0 (август); в 2007 г. – от 20,9 (август) до 52,8 шт. яиц (сентябрь).

В оз. Большое Яровое за период исследования 2004-2007 гг. в летней генерации наблюдается размножение артемии путем живорождения. В

осенней генерации больший процент самок с преобладанием в яйцевом мешке диапаузирующих цист. В процентном отношении соотношение цист, тонкоскорлуповых яиц и науплиусов в яйцевом мешке самок составляет: в 2004 г. – в июне – 4,7 : 74,4 : 20,9 % соответственно, в июле – 53,0 : 47,0 : 0, в августе – 73,5 : 26,5 : 0 %. В 2005 г. это соотношение составило: в июне – 47,9 : 52,1 : 0 %, в июле – 28,3 : 36,4 : 35,3, в августе – 100,0 : 0 : 0; в 2006 г. – июнь – 0 : 100,0 : 0, июль – 39,2 : 45,0 : 15,8, август – 38,6 : 61,4 : 0; в 2007 г. – июль – 68,1 : 12,4 : 19,5, август – 24,9 : 18,4 : 56,7, сентябрь – 52,8 : 0 : 0 % соответственно.

В оз. Кулундинское за период исследования 2004-2007 гг. живорождения не наблюдалось. Также наблюдается преобладание цист над тонкоскорлуповыми яйцами в яйцевом мешке самок в осенней генерации. Соотношение цист и тонкоскорлуповых яиц составляло: в 2004 г. – июнь – 57,5 : 42,5 % соответственно, июль – 49,7 : 50,3, август – 57,4 : 42,6, сентябрь 33,6 : 66,4; в 2005 г. – июнь – 53,5 : 46,5, июль – 52,0 : 48,0, август 67,6 : 32,4, сентябрь – 100 : 0; в 2006 г. – июнь – 59,8 : 40,2, июль – 57,9 : 42,1, август – 86,7 : 13,3, сентябрь – 80,6 : 19,4; в 2007 г. – август – 31,2 : 68,8, сентябрь 29,2 : 70,8 % соответственно.

В составе зоопланктона оз. Кулундинское в 2004 г. самцы рачка *Artemia sp.* были обнаружены в августе и сентябре. Соотношение самок и самцов в этот период составляло, соответственно – 98,3 : 1,7 и 97,9 : 2,1; в 2005 г. самцы обнаружены в июле и сентябре, их соотношение составляло, соответственно 87,0 : 13,0 и 98,0 : 2,0; в 2006 г. – в августе и сентябре, составляя соответственно 98,0 : 2,0 и 98,2 : 1,8; в 2007 г. самцов не наблюдалось. В оз. Большое Яровое в 2003 г. соотношение самок и самцов составляло 99,8 : 0,2 (июнь), 99,4 : 0,6 (июль), 99,7 : 0,3 (август), 99,7 : 0,3 (сентябрь); в 2005 г – 98,4 : 1,6 (июнь), 98,7 : 1,3 (июль), 98,9 : 1,1 (август), 99,4 : 0,6 (сентябрь); в 2006 г. – 90,0 : 10,0 (июнь); 99,0 : 1,0 (июль), 98,9 : 1,1 (август); в 2007 г. – 83,0 : 17,0 (июль), 96,8 : 3,2 (август), 89,6 : 10,4 (сентябрь).

Результаты наших исследований позволяют судить о непосредственном влиянии факторов среды, прежде всего солености, на способность артемии в течение сезона изменять свои морфометрические особенности строения, тип репродукции, соотношение полов в популяции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sorgeloos P. The brine chrimp *Artemia salina*. A bottleneck in Mariculture. FAO Technical Conferent on Aquaculture.: 1979. – 321-324.
2. Майр Э. Популяция, виды и эволюция. М.: Мир, 1974. – 430 с.
3. Ernani J.S. Pilla and John A. Beardmore. Genetic and morphometric differentiation in Old World bisexual species of *Artemia* (the brine shrimp). *Heredity* 73 (1994). – P. 47-56.

4. Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Рачек артемия в озерах Западной Сибири. Новосибирск: Наука. – 1990. – 81 с.
5. Веснина Л.В., Митрофанова Е.Ю., Лисицина Т.О. Планктон соленых озер территории замкнутого стока (юг Западной Сибири, Россия) / Сибирский экологический журнал, №2 – 2005. - С. 221-233.
6. Хмелева Н.Н. Закономерности размножения ракообразных // Минск: Наука и техника, 1988. - 207 с.

**Таблица 1 - Химический состав воды озер Кулундинское и Большое Яровое за период 2004 - 2007 гг., г/л.**

Дата	pH	P	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	ПО, мгО/л	ΣU
<b>Озеро Кулундинское 2004 г.</b>													
19.04	8,42	1,024	5,15	0,30	4,63	0,0005	4,54	0,015	0,0014	0,013	0,583	166,23	15,23
19.05	8,64	1,037	32,67	1,20	13,07	0,0007	45,12	0,071	0,000	0,068	1,156	50,24	71,75
24.06	8,46	1,058	32,00	1,55	8,80	0,0007	21,73	0,061	0,00008	0,079	1,769	53,34	72,92
22.07	8,55	1,060	36,61	1,76	16,22	0,0008	24,57	0,13	0,080	0,051	3,96	82,58	83,32
9.08	8,61	1,060	38,90	1,91	15,93	0,0008	23,64	0,116	0,00005	0,057	5,19	55,04	85,80
7.09	8,59	1,058	37,41	1,69	16,79	0,0006	25,09	0,113	0,00007	0,054	4,09	63,57	85,23
<b>2005 г.</b>													
25.04	7,38	1,019	1,70	0,12	0,79	0,001	1,238	0,0031	0,0002	0,009	0,18	6,66	4,04
20.06	8,50	1,062	32,22	1,30	14,71	0,01	20,87	0,06	0,0001	0,04	3,17	54,16	73,97
16.08	8,44	1,063	33,89	1,80	15,63	0,01	23,36	0,06	0,0001	0,04	3,46	58,16	76,71
15.09	8,39	1,067	35,65	1,34	25,93	0,01	24,42	0,07	0,0001	0,04	3,57	42,16	80,60
<b>2006 г.</b>													
7.06	8,57	1,06	36,51	1,44	17,06	отс.	25,64	0,08	отс.	0,075	3,64	61,68	84,54
12.07	8,58	1,08	41,80	1,49	19,41	отс.	28,96	0,09	отс.	0,087	4,17	57,22	95,31
15.08	8,58	1,067	41,73	1,44	19,68	отс.	29,02	0,12	отс.	0,076	4,18	64,65	96,50
25.09	8,56	1,074	44,03	1,93	19,01	0,0007	29,89	0,20	0,00	0,054	4,40	63,52	99,59
7.10	8,56	1,075	44,08	1,94	19,87	0,0007	30,29	0,19	0,00	0,054	4,41	59,52	100,77
<b>2007 г.</b>													
25.04	8,61	1,030	21,63	0,94	6,49	0,000	15,91	0,05	0,000	0,048	1,96	12,50	47,05
17.05	8,46	1,061	39,84	1,49	17,22	0,0004	27,41	0,09	0,0001	0,043	3,78	61,64	89,85
05.07	8,42	1,070	43,36	1,61	18,84	0,0003	29,71	0,13	0,000	0,071	4,18	69,04	97,87
03.08	8,48	1,072	45,02	1,72	20,37	0,0006	31,33	0,14	0,000	0,054	4,29	75,84	102,92

## Окончание таблицы 1

Дата	pH	P	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	ПО, мгО/л	ΣU
<b>Озеро Большое Яровое 2004 г.</b>													
апрель	7,87	1,104	91,60	0,40	4,50	0,001	41,06	0,09	0,00002	0,50	10,60	111,04	148,80
май	7,92	1,093	76,00	0,35	4,40	0,001	33,80	0,065	0,0000	0,40	8,90	87,04	124,10
июнь	7,56	1,100	76,00	0,66	4,00	0,001	33,50	0,080	0,00002	0,40	9,20	89,60	123,90
июль	7,92	1,100	79,00	0,60	4,80	0,0006	35,10	0,080	0,00005	0,40	9,60	112,72	129,7
август	7,74	1,100	90,20	0,88	4,90	0,001	39,60	0,088	0,0000	0,47	11,10	96,64	147,20
<b>2005 г.</b>													
26.04	7,71	1,045	36,9	0,46	3,35	0,001	16,58	0,024	0,0005	0,21	4,69	26,24	62,21
27.05	7,84	1,095	72,2	0,30	4,04	0,0007	32,38	0,035	0,00001	0,36	8,29	79,28	117,62
21.06	7,73	1,097	73,75	0,33	4,08	0,0008	33,46	0,040	0,00001	0,35	8,47	83,68	120,47
22.07	7,82	1,098	74,7	0,36	3,84	0,0007	33,90	0,045	0,00001	0,35	8,56	81,28	121,77
17.08	7,87	1,098	73,5	0,40	3,99	0,0007	32,79	0,038	0,00001	0,37	8,74	88,08	119,86
14.09	7,81	1,10	73,05	0,40	4,03	0,0008	32,43	0,045	0,00001	0,37	8,77	81,68	119,13
<b>2006 г.</b>													
7.06	7,92	1,090	77,56	0,39	3,16	0,0007	34,12	0,069	0,000	0,40	9,17	60,00	124,88
13.07	7,81	1,096	85,60	0,40	4,55	0,0008	38,75	0,051	0,000	0,54	9,75	68,80	139,65
16.08	7,85	1,100	88,40	0,41	3,30	0,0008	37,83	0,068	0,000	0,49	10,91	64,80	141,41
27.09	8,04	1,100	89,76	0,91	4,62	0,0012	40,46	0,097	0,000	0,62	10,34	137,92	146,85
<b>2007 г.</b>													
26.04	7,51	1,095	83,22	0,44	4,60	0,001	37,48	0,056	0,000	0,53	9,64	88,48	136,01
18.05	7,85	1,100	93,50	0,42	4,84	0,002	43,86	0,080	0,000	0,62	9,79	168,64	153,15
07.06	7,92	1,090	77,56	0,39	3,16	0,0007	34,12	0,069	0,000	0,40	9,17	60,00	124,88
13.07	7,63	1,096	85,60	0,40	4,55	0,0008	38,75	0,051	0,000	0,54	9,76	68,40	139,65
16.07	7,91	1,096	88,78	0,44	4,49	0,002	40,75	0,080	0,000	0,61	9,75	113,40	144,96
15.08	7,82	1,099	89,88	0,43	4,32	0,0013	40,57	0,073	0,000	0,50	10,23	99,36	146,02

**Таблица 2 - Морфометрия жаброногого рачка соляных озер Алтайского края, 2004-2007 гг.(n – число измерений)**

Дата	n	Длина тела		Длина цефалото- ракса (С)		Длина абдомена (А)		Отношение		Количество щетинок, шт.	
		левая фурка									
		мм	δ	мм	δ	мм	δ	С : А	δ	шт.	δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Озеро Большое Яровое 2004 г.</b>											
27.06 ♀	25	10,2±0,52	0,104	4,32±0,24	0,049	5,86±0,44	0,088	0,741	0,330	3,64±1,66	0,331
27.06 ♂	12	7,69±0,71	0,206	3,40±0,32	0,091	4,29±0,52	0,150	0,801	0,019	4,92±3,06	0,883
23.07 ♀	21	11,7±0,87	0,191	4,80±0,32	0,071	6,90±0,66	0,144	0,699	0,013	3,69±1,70	0,425
23.07 ♂	15	9,81±0,61	0,157	4,37±0,34	0,087	5,44±0,43	0,111	0,807	0,018	5,00±1,20	0,309
11.08 ♀	8	11,05±0,96	0,339	4,78±0,30	0,106	6,53±0,93	0,328	0,741	0,027	3,14±1,46	0,553
<b>2005 г.</b>											
27.05. ♀	9	8,02±0,41	0,138	3,57±0,21	0,070	4,46±0,44	0,146	0,809	0,033	1,67±0,71	0,236
20.05. ♂	17	5,94±0,42	0,102	2,83±0,35	0,086	3,16±0,24	0,057	0,898	0,029	1,53±0,94	0,229
21.06. ♀	25	8,54±1,23	0,550	4,00±0,45	0,202	4,54±0,91	0,408	0,896	0,057	2,80±1,48	0,663
21.06. ♂	25	6,74±0,76	0,153	3,10±0,32	0,063	3,65±0,53	0,105	0,858	0,018	3,04±1,31	0,261
22.07 ♀	25	10,64±0,96	0,427	4,86±0,33	0,147	5,78±0,64	0,287	0,844	0,019	1,80±1,10	0,490
22.07 ♂	25	8,38±2,10	0,509	4,21±0,26	0,063	4,64±0,29	0,070	0,910	0,017	3,35±1,27	0,308
17.08 ♀	25	11,06±1,34	0,597	5,30±0,58	0,259	5,76±0,83	0,370	0,927	0,039	2,40±0,55	0,245
17.08 ♂	25	9,09±0,60	0,120	4,53±0,26	0,053	4,58±0,55	0,110	1,003	0,027	3,56±1,45	0,289
<b>2006 г.</b>											
07.06 ♀	22	7,96±0,81	0,172	3,48±0,34	0,073	4,48±0,60	0,128	0,786	0,020	3,00±0,93	0,197

<b>Продолжение таблицы 2</b>											
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
13.07 ♀	25	11,76±0,83	0,165	5,26±0,36	0,072	6,50±0,64	0,128	0,815	0,016	3,29±1,00	0,204
13.07 ♂	25	9,75±0,88	0,176	4,57±0,58	0,116	5,20±0,57	0,115	0,886	0,026	4,40±1,73	0,346
31.08 ♀	25	12,24±1,69	0,338	5,30±0,62	0,125	6,94±1,24	0,247	0,776	0,021	1,88±0,93	0,185
<b>2007 г</b>											
6.07. ♀	25	11,46 ± 0,78	0,157	5,63±0,7	0,139	5,85±1,02	0,203	1,01	0,06	1,92±1,55	0,31
6.07. ♂	7	10,17 ± 4,43	1,675	5,59±2,71	1,023	4,59±1,79	0,675	1,201	0,18	1,71±1,98	0,747
15.08. ♀	25	10,604±2,94	0,588	4,712±0,286	0,057	6,70±0,47	0,095	0,706	0,011	2,68±0,945	0,189
15.08. ♂	25	8,958±0,58	0,116	4,842±0,402	0,08	4,13±0,31	0,063	1,177	0,021	3,04±1,24	0,248
22.09. ♀	25	12,128±0,44	2,204	6,560±0,28	1,437	5,57±0,25	1,248	0,875	0,239	1,04±0,19	0,935
22.09. ♂	25	9,473±0,214	0,95	4,983±0,156	0,70	4,54±0,13	0,57	0,923	0,14	3,95±0,55	2,46
<b>Озеро Кулундинское 2004 г.</b>											
23.06. ♀	35	10,63±1,42	0,240	4,62±0,51	0,086	5,99±1,01	0,171	0,780	0,015	4,51±2,19	0,37
22.07. ♀	25	11,94±0,86	0,171	5,18±0,29	0,058	6,76±0,63	0,126	0,770	0,011	4,28±2,03	0,41
9.08. ♀	25	10,14±1,03	0,205	4,62±0,49	0,098	5,52±0,66	0,132	0,840	0,017	4,36±1,82	0,37
9.08. ♂	1	9,0	-	4,0	-	5,0	-	0,800	-	7	-
7.09. ♀	25	9,24±1,06	0,212	4,12±0,44	0,088	5,11±0,76	0,153	0,820	0,024	4,16±1,37	0,28
7.09. ♂	1	7,7	-	3,6	-	4,1	-	0,880	-	8	-
7.10. ♀	13	12,45±1,07	0,298	5,48±0,41	0,115	6,98±0,77	0,213	0,790	0,020	4,77±2,13	0,59
<b>2005 г.</b>											
20.06. ♀	30	10,44±1,47	0,294	4,60±0,51	0,101	5,84±1,10	0,221	0,804	0,024	3,60±1,53	0,306
22.07. ♀	30	11,54±0,82	0,132	5,07±0,47	0,096	6,47±0,65	0,132	0,790	0,022	4,13±1,54	0,315

<b>Окончание таблицы 2</b>											
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
22.07. ♂	30	9,55±0,50	0,350	4,30±0,71	0,500	5,25±0,21	0,150	0,822	0,119	6,50±0,71	0,500
16.08. ♀	30	7,93±0,50	0,203	3,85±0,63	0,258	4,42±0,29	0,120	0,880	0,078	5,50±1,87	0,764
15.09. ♀	30	9,86±0,99	0,199	4,33±0,51	0,101	5,52±0,68	0,136	0,791	0,024	4,29±1,60	0,327
15.09. ♂	30	8,10±0,14	0,100	3,55±0,07	0,050	4,55±0,21	0,150	0,781	0,037	2,50±2,12	1,500
<b>2007 г.</b>											
14.08. ♀	25	9,96±0,70	0,140	5,63±0,58	0,116	4,30±0,43	0,087	1,321	0,036	5,16±2,64	0,528
19.09. ♀	25	10,63±0,87	0,175	4,93±0,47	0,094	5,67±0,87	0,175	0,883	0,031	3,60±2,86	0,572

## БИОТА НЕКОТОРЫХ ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

**О. Г. Рыжакова, Т. О. Ронжина**

*Алтайский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры «Госрыбцентра», Барнаул (Россия)*

*E-mail: artemia@alt.ru*

Республика Алтай располагает значительными площадями озер, имеющими рыбохозяйственное значение. В бассейне реки Бии их общее число составляет 2753, а площадь их водного зеркала равна 39800 га. В бассейне р. Катунь 2649 озер общей площадью 13700 га. В этом бассейне большинство озер располагаются в верховьях рек Чуя (Кош-Агачский район), Аргут и Катунских Альпах.

В данной работе приведены результаты исследований в ходе экспедиционного выезда в сентябре 2007 г на высокогорные хариусовые озера Кош-Агачского района (озера Тархатинское, Каракуль).

Целью данных исследований было установление современного состояния: климатических условий места расположения и морфометрии озер, гидрологических условий, гидробиологической характеристики озер.

Все исследования проводились по общепринятым методикам [2,3].

Озера Тархатинское и Каракуль располагаются в юго-восточной части Кош-Агачского района. Отметка уреза воды оз. *Тархатинское* 2325 м над уровнем моря. Площадь водоема 76 га. Средние отметки глубин около 2-5 м. Максимальные глубины - 9,5 м. Климат резко-континентальный. Растительные сообщества береговой зоны представлены в основном горно-степными ландшафтами. Древесная и кустарниковая растительность отсутствует. В озере обильно развита высшая водная растительность. Зоопланктон озера представлен одним видом ветвистоусых (*Daphnia longispina* O.F. Müller) и двумя видами веслоногих ракообразных (*Mesocyclops (s.str.) leuckarti* Claus, *Diaptomus graciloides* Lill), коловратки в контрольных пробах отсутствовали [1].

Ихтиофауна озера Тархатинское представлена Сибирским хариусом (*Thymallus arcticus* (Pallas), Семейства *Thymallidae* – Хариусовые. Соотношение полов в стаде хариуса оз. Тархатинское: самки:самцы=3:2.

Характеристика возрастного состава и темпов весового и линейного роста хариуса озера представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Размерно-весовая характеристика хариуса озера Тархатинское**

Возраст, лет	Масса рыб, г		Длина тела, см		Кол-во рыб, экз	Возрастные группы, %
	среднее	lim	среднее	lim		
1+	16	-	10	-	1	2
2+	47,8	30-66	15,2	13-17	6	12
3+	141,9	89-166	21,4	17,5-24	19	38
4+	195	151-242	23,5	22-25	19	38
5+	298,4	274-351	26,8	25,5-28	5	10
Итого					50	100

Основу промыслового стада составляют особи в возрасте 3-4 лет (76% от общего числа рыб). Доля младших возрастных групп составляет 14% от общего числа. 10% от популяции представлено рыбами в возрасте 5 лет.

Озеро *Каракуль* расположено на высоте над уровнем моря 2500 м. Площадь водного зеркала 80 га. Средние отметки глубин около 2,2 м. Максимальные глубины - до 4,0 м. Растительные сообщества береговой зоны и высшая водная растительность озера аналогичны оз. Тархатинскому. Видовой состав зоопланктона озера *Каракуль* представлен 6 видами коловраток (*Synchaeta pectinata* Ehrenb, *Polyarthra trigla vulgaris* Carlin, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Keratella quadrata* O.F. Müller, *Kellicottia longispina* Kellicott, *Filinia longiseta* Ehrenb), 9 видами ветвистоусых (*Daphnia longispina* O.F. Müller, *D. cucullata* Sars, *Simocephalus vetulus* O.F. Müller, *Moina macrocopa* Straus, *Kurzia latissima* Kurz, *Pleuroxus trigonellus* O.F. Müller, *Streblocerus serricaudatus* Fischer, *Eurucercus lamellatus* Müller, *Bosmina coregoni* Baird) и тремя видами веслоногих ракообразных (*Acanthocyclops gigas* Claus, *Mesocyclops (s.str.) leuckarti* Claus, *Diaptomus graciloides* Lill) [1].

Ихтиофауна озера *Каракуль* представлена Сибирским хариусом. В связи с легким доступом на водоем и отсутствием охраны озеро испытывает пресс браконьерского лова, что привело к уменьшению численности промысловой популяции рыб, снижению средней массы хариуса до 80 г, отсутствию старших возрастных групп в уловах, по сравнению с оз. Тархатинское. Характеристика возрастного состава и темпов весового и линейного роста хариуса озера *Каракуль* по данным контрольных уловов в осенний период представлена в таблице 2.

**Таблица 2 – Размерно-весовая характеристика хариуса озера *Каракуль*.**

Возраст, лет	Масса рыб, г		Длина тела, см		Кол-во рыб, экз	Возрастные группы, %
	среднее	lim	среднее	lim		
1	43,9	32 - 59	14,6	13,5 – 16	8	54
2	94	92 - 96	18	-	2	13
3	126,4	101 - 145	20,7	19 - 23	5	33
Итого					15	100

Озера *Каракуль* и Тархатинское, в связи с расположением в высокогорье, низким температурным режимом, имеют не высокие показатели биологической продуктивности и являются олиготрофными водоемами. По составу ихтиофауны озера относятся к хариусовым водоемам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липин А.Н. Пресные воды и их жизнь. – М.: Учпедгиз, 1950. – 346 с.
2. Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

## ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ВОДОЕМАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

**Л. В. Веснина, Т. О. Ронжина**

*Алтайский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры «Госрыбцентра», Барнаул (Россия)*

*E-mail: artemia@alt.ru*

Оценка продуктивности биоресурсов с возможностями их хозяйственного использования возникла в конце прошлого столетия на стыке продукционной гидробиологии и техники промышленного рыболовства. Становление и развитие этого эколого-экономического направления освоения биоресурсов водоемов, как дополнительного резерва ликвидации белкового дефицита, основывается на высокой биопродуктивности отдельных категорий озер юга Западной Сибири.

Равнинные озера Алтайского края, включая соляные артемиевые водоемы, обладают более высоким уровнем расчетной биомассы и продукции; следовательно, на них правомерно ожидать и более высокого выхода белковой продукции. Несложные расчеты подтверждают наличие в рассматриваемом регионе достаточных ресурсов водного происхождения для их промыслового освоения. При акватории озер более 30 тыс. км<sup>2</sup> и расчетной средней норме первичной годовой нетто-продукции в 250 г/м<sup>2</sup>, валовая продукция органического вещества составит 7,5 млн.т. Коэффициент переноса вещества и энергии пищи с низшего трофического звена экосистемы на более высокий колеблется в пределах 10%, что позволяет ориентировочно оценить вторичную продукцию озер в виде биомассы ракообразных, моллюсков, рыбы и других животных в пределах 500-550 тыс.т.

Как правило, заготовка биоресурсов низшего пищевого звена экосистемы энергетически более выгодна. При пастбищном выращивании поликультуры рыбы на естественных кормах годовой выход пищевого белка может составить при различных уровнях хозяйствования 50-100 кг/га; выход кормового белка из ракообразных при средней их биомассе 5 г/м<sup>3</sup> может достигать 150-200 кг/га.

Сырьевая база рачка артемии включается в общую сырьевую базу промысловых гидробионтов внутренних водоемов и на данном этапе освоения их биоресурсов, является главной экологически обоснованной составляющей. За короткий промежуток сырьевая база артемии, точнее - ее диапаузирующих яиц, на некоторых соляных озерах оказалась полностью востребованной и доказала высокие возможности заготовки ценного ресурса. К сожалению, ресурс биомассы самого рачка до сих пор не используется.

Обязательными составляющими сырьевой базы промысловых гидробионтов, и прежде всего - жабронога артемии, являются репрезентативная оценка объема промысла с целью рационального использования его ресурса, прежде всего определение максимально допустимых объемов заготов-

ки; определение необходимых ограничений на процесс заготовки с целью получения качественного биосырья и сохранения естественного воспроизводства ресурса (сроки, места, орудия лова); мероприятия по охране ресурса и необходимых мелиоративных работ на озерах. Санитарное направление сырьевой базы промысловых гидробионтов направлена на сохранение среды обитания и самоочищающую возможность водоемов, а также на проведение профилактических мероприятий.

Особая ценность артемии и ее диапаузирующих яиц в качестве кормовых объектов определяется:

- высоким темпом роста, за неделю выращивания, рачки увеличивают длину в 20 раз, массу - 50 раз;
- высоким использованием потребленной пищи на рост ( до 50% ), не-селективным непрерывным питанием;
- высоким содержанием белка в теле рачка, до 60% сухой биомассы, при значительном уровне незаменимых аминокислот, витаминов, гормонов, каротиноидов;
- мелкими размерами науплиусов с мягким и тонким наружным скелетом, что позволяет использовать их в первые часы жизни многих видов рыб и ракообразных;
- способностью находиться в виде инертного продукта - диапаузирующих яиц, сохраняющим годами жизнеспособность, и возможности получения через 1-2 суток инкубации в любое время года живого корма;
- медленным плаванием науплиусов и рачков, делающих их доступным кормом для потребителя;
- наличием в теле рачков репродуктивных гормонов, делающих половое созревание потребителей артемии.

По ландшафтной структуре и физико-географическому районированию Алтайского края соляные артемиевые озера располагаются в двух провинциях: Барабинской лесо-лугово-степной (Нижебурлинский район) и Кулундинской степной (Суетский, Кучукский, Кулундинско-Яровой, Каипский, Баскаимский и Шалдайско-Песчаноборской районы). Количество озер в рассматриваемом регионе и их акватория находятся в интегральной зависимости от условий водности региона отдельных гидросистем. Соответственно, изменяются морфометрические показатели озер и категории фонда, особенно неустойчивых малых водоемов. Изменения солености артемиевых озер под влиянием гидрометеоусловий делит на постоянные (метаморфизирующие), циклические (сезонные) и периодические (климатические). Для циклических изменений солености наименьшая концентрация солей характерна для весеннего периода, максимальная - в конце лета; весной характерен максимальный приток и пополнение озер за счет зимних, стокообразующих осадков, к концу лета уровень режим снижается за счет испарения воды. Наибольшей стабильностью соляности рапы обладает экосистема оз. Бол. Яровое, за три года мониторинговых исследований общее содержание солей колебалось в пределах 12-16 г/кг; в других озерах сезонные изме-

нения солености более значительны (Малиновое 34-79; Мал.Яровое 39-67 г/кг). Определенный интерес представляют сезонные колебания солености в оз. Кулундинское, в котором максимум может приходиться на летний период (60-122 г/кг). На рассматриваемой территории выделяются 3 типа соляных озер; тип солености рапы оказывает заметное влияние на развитие биоты озера, и прежде всего - на экологию рачка артемии.

1. Карбонатные озера, в которых находятся твердые отложения соды и иногда сульфата натрия в виде мирабилита; карбонатные озера приурочены к зонам распространения подзолистых почв и обусловлены интенсивным выветриванием солей из материнских пород. Озера способны формировать и сохранять донные отложения соды; они обозначаются также как содовые озера.

2. Сульфатные озера, к которым приурочены твердые отложения мирабилита и тенардита; сульфатные озера приурочены к бесструктурным черноземам и каштановым почвам, для которых характерно отсутствие соды при наличии сульфатов и хлоридов кальция и магния.

3. Сульфатно-хлоридные озера, к которым приурочены твердые отложения поваренной соли (галит), обычно при наличии мирабилита и реже тенардита в нижележащих слоях; как и сульфатные озера, приурочены к черноземам и каштановым почвам. Озера этого типа обозначаются как соляные или хлоридные.

Для определения эколого-экономической значимости, по аналогии с рыбохозяйственными водоемами, выделены три категории хозяйственного значения артемиевых озер: высшей, первой и второй. Кроме того, в составе фонда выделена группа соляных озер, способная при определенных условиях формировать скопления биомассы рачка или диапаузирующих яиц.

К артемиевым водоемам высшей категории в Алтайском крае отнесены два озера: Большое Яровое и Кулундинское, характеризующиеся относительно постоянными морфометрическими показателями и, главное - стабильными показателями перспективы использования сырьевой базы. Эти два озера обеспечивают основной объем заготовки диапаузирующих яиц и требуют постоянной и более жесткой охраны биоресурса рачка. На обоих озерах проводится наблюдения за состоянием численных показателей рачка артемии в рамках специального мониторинга. В общем составе фонда площади артемиевых озер с высшей категорией составляет 69,2 %. Сырьевая база интенсивно используется с оз. Бол.Яровое, а в оз.Кулундинское имеется резерв для увеличения заготовки цист.

Водоемы первой хозяйственной категории включают 13 озер, в которых есть опыт промышленной заготовки диапаузирующих яиц в последние годы или наблюдались промысловые скопления, а морфометрические особенности водоемов предполагают возможность заготовки цист с береговой линии. Важным элементом морфометрии озер этой

категории является доступность береговой линии и наличие песчаной литорали. В отдельные годы озера первой категории могут терять промысловое значение вследствие изменения водности, но способны восстанавливать заготовку биосырья при улучшении гидрометеоусловий. Наиболее ценными водоемами в составе фонда первой категории являются озера Малое Яровое и Малиновое.

Озера второй категории отличаются неустойчивыми абио- и биотическими условиями обитания артемии, и соответственно, низкими показателями ее сырьевой базы в отдельные годы. Условия для заготовки цист рачка изменяются в зависимости от водности и уровня режима; промысел крайне нестабильный или отсутствует. В отдельные годы озера второй категории могут становиться промысловыми (оз. Кучукское, 1996 г., заготовлено 40 т цист). В фонд второй категории включены артемиевые озера с акваторией более 100 га и соленостью выше 50 ‰; на большинстве озерах второй категории возможна только летняя заготовка диапаузирующих яиц.

Заготовка цист рачка в соляных озерах Алтайского края регулярно проводится с 1978 года на оз. Бол. Яровое, и за период по 1997 г. было заготовлено 1680 т цист (ежегодные колебания 13,6 - 322,0 т). В первый период использования сырьевой базы цист рачка объем заготовки определялся не ее возможностями, а спросом на стартовый корм от отечественных рыбоводных заводов. Начиная с 1998 года спрос на цисты увеличился за счет организации экспортных поставок. Заготовка их осуществляется на других соляных озерах, прежде всего - на Кулундинское, Мал.Яровое, системе Соляно-Озерной степи (Малиновое, Ломовое, Иодное и др.). Объем заготовки диапаузирующих яиц по отчетным данным за последние 5 лет стабилизировался на уровне 600 т (табл. 1).

**Таблица 1 - Объемы заготовки цист артемии в озерах Алтайского края, т**

Озеро	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
Большое Яровое	406	443	225	404	450	219	500	386
Кулундинское	180	53	256	45	237	335	387	181
Малиновое	30	28	35	-	-	-	-	-
Прочие	30	67	96	100	60	60	40	111
Всего	646	631	675	549	747	614	927	678

## НЕРЕСТОВОЕ СТАДО САЗАНА ВЕРХОВИЙ ОБИ

**Н. В. Зеленцов**

*Алтайский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры «Госрыбцентра», Барнаул (Россия)*

*E-mail: artemia@alt.ru*

Работы по интродукции сазана в бассейне Верхней Оби были начаты с момента возникновения Новосибирского водохранилища в 1957 г. Первый этап опытно-интродукционных работ продолжался до 1963 г. За это время в водохранилище было выпущено 11,94 тыс. особей разновозрастного сазана. Маточными водоемами послужили оз. Бийликуль и Балхаш, а также р. Амур. Однако определенного хозяйственного эффекта достигнуто не было, что, по-видимому, обусловлено невысокими плотностями посадки (Иоганзен, Петкевич, 1968).

Решающую роль в успешной акклиматизации сазана в верховьях Оби сыграли регулярные выпуски молоди сазана Новосибирским НВХ (г. Камень-на-Оби) в 70–80-е годы прошлого столетия.

В настоящее время сазан обычен в пойменных протоках, старицах, устьевых участках притоков верховьев Оби. Вид промысловый, увеличивает численность. Темпы приращения численности невысоки, что объясняется наличием 2-х сдерживающих факторов: сложным гидрологическим режимом р. Обь и экологией вида.

Половой зрелости сазан достигает в возрасте 4–5 лет, отдельные зрелые самцы встречаются в 3-х годовом возрасте. Соотношение полов во время нерестовых миграций практически 1:1.

Нерест сазана в верховьях Оби единовременный, в отличие от Бурлинской системы озер, где отмечен двукратный нерест. В качестве нерестового субстрата используется свежезалитая прошлогодняя растительность.

Абсолютная плодовитость самок сазана колеблется от 105 до 1007 тыс. шт., составляя в среднем 505 тыс. шт. Показатели относительной плодовитости варьируют в пределах 121–274 шт./г, в среднем 178,4 шт./г (табл. 1).

Для сазана Бурлинских озер аналогичные показатели: 288 (29 – 924) и 126,6 (20 – 292) соответственно.

Темп роста сазана Верхней Оби относительно стабилен, снижения размерно-весовых показателей не наблюдается.

В пойменной системе Оби сазан активно питается, что обеспечивает ему темп роста превышающий таковой у сазана озер равнинной территории края (табл. 2).

**Таблица 1 – Нерестовое стадо сазана верховьев Оби (Протока «Нижняя Заломная», май 2007 г.)**

Возраст	Длина тела, см	Масса, г	ИАП, тыс. шт.	ИОП, шт./г	Гонадосо- матический индекс	Кф	Встреча- емость, %
			самки				
			min-max				
2	30,5	685	–	–	–	2,4	2,08
3	<u>35,7</u> 35,4- 36,0	<u>109,3</u> 1090- 1096	–	–	–	<u>2,4</u> 2,35- 2,45	4,16
4	<u>43,1</u> 38,2- 47,0	<u>1883</u> 1356- 2201	<u>313</u> 294- 331	184	<u>20,0</u> 19,9-20,1	<u>2,37</u> 2,12- 2,57	18,75
5	<u>46,9</u> 44,0- 52,2	<u>2364</u> 2030- 3068	<u>361</u> 195- 511	<u>174</u> 121- 199	<u>19,1</u> 13,3-21,8	<u>2,14</u> 1,92- 2,54	35,42
6	<u>50,3</u> 45,6- 54,5	<u>2923</u> 2335- 3620	656	234	25,8	<u>2,28</u> 2,09- 2,46	20,83
7	<u>54,9</u> 54,0- 55,7	<u>3595</u> 3214- 3961	<u>490</u> 420- 559	<u>171</u> 162- 180	<u>18,9</u> 17,7-19,8	<u>2,17</u> 2,00- 2,31	8,33
8	<u>59,0</u> 56,5- 60,5	<u>4357</u> 4294- 4468	844	274	30,1	<u>2,14</u> 1,95- 2,48	6,25
10	<u>62,4</u> 62,3- 62,5	<u>5835</u> 5828- 5842	1007	234	26,0	<u>2,4</u> 2,39- 2,41	4,16
Средне- взвешенная по стаду	48,5	2716	505,1	178,4	21,4	2,24	

**Таблица 2 – Размерно-весовые характеристики сазана модульных классов в водоемах Алтайского края**

Показатель	Возраст, лет				
	3	4	5	6	7
	Верховья Оби (данные Новоселова В.А., 1995–1997)				
Длина тела, см	34,4	39,3	44,5	49,5	56,1
Масса, г	1055	1472	2079	2927	4158
Кф	2,59	2,43	2,36	2,41	2,36
Верховья Оби (наши данные, 2007)					
Длина тела, см	35,7	43,1	46,9	50,3	54,9
Масса, г	1093	1883	2364	2923	3595
Кф	2,40	2,37	2,14	2,28	2,17
Бурлинская система озер (данные Сатюкова С.Н., 2001)					
Длина тела, см	34,3	36,3	38,9	42,9	46,5
Масса, г	875	1026	1267	1696	2064
Кф	2,17	2,15	2,15	2,14	2,05

Оптимальными для воспроизводства сазана следует признать годы со средним уровнем водности пойменной системы. Высокие уровни стояния воды на пойме имеют для воспроизводства скорее отрицательное значение, обусловленное заходом производителей на нерест в наиболее удаленные участки поймы. В условиях нестабильной водности р. Обь водоемы высокой поймы достаточно быстро отшнуровываются от русла, что приводит к массовой гибели молоди сазана. Для повышения «урожайности» молоди необходимо проведение осенних биотехнических мероприятий по спасению сеголетков сазана из отшнурованных водоемов поймы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Л.В.Веснина, В.Б.Журавлев, В.А. Новоселов и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – С. 185–187.
2. Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н. Итоги и перспективы акклиматизации рыб в водоемах Западной Сибири // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. М.: Наука, 1968. – С. 208–216.
3. Сатюков С.Н. Биологические особенности акклиматизации сазана в водоемах Алтайского края. // Проблемы гидробиологии Сибири. Томск: Дельта-план, 2005. – С. 228–235.

## К ИЗУЧЕНИЮ ИХТИОФАУНЫ ВЕРХОВЬЕВ РЕКИ ОБИ

**Н. В. Зеленцов, О. Г. Рыжакова**

*Алтайский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры «Госрыбцентра», Барнаул (Россия)*

*E-mail: artemia@alt.ru*

Доминантами в составе уловов в верховьях Оби являются лещ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)) и плотва (*Rutilus rutilus lacustris* (Pallas, 1881)).

Основным промысловым видом является лещ. В 2006 г по данным статистической отчетности вылов леща в речной системе составил 124,1 т (67,1% от общих уловов). На фоне увеличения общих уловов (от 108,9 т в 2005 г до 188 т в 2006 г) добыча леща увеличилась по сравнению с 2005 г на 66,2 т.

В среднем за последние 9 лет уловы леща в речной системе составили 74 т или 63,4% в структуре общих уловов (табл. 2).

Массовый нерест леща в 2007 г проходил с 25.04 по 10.05. Условия для воспроизводства леща весной 2007 г следует признать не благоприятными. Нагул леща в летне-осенний период также проходил при не благоприятных условиях. Вегетационный период по сравнению со среднесезонными данными характеризовался низким уровнем воды.

Основу как промыслового, так и нерестового стада леща верховий Оби составляют особи в возрасте 4-7 лет. Наблюдается сокращение длины возрастного ряда от Новосибирского водохранилища вверх по течению. Характеристика возрастного состава и темпов весового и линейного роста леща верховий Оби по данным контрольных уловов в весенний период представлена ниже (табл. 1).

**Таблица 1 - Размерно-весовая характеристика леща верховьев Оби по данным контрольных ловов в мае 2006 г**

Возраст, лет	Длина тела, см		Масса рыб, г		Возрастные группы, %
	средняя	колебания	средняя	колебания	
3	24,7	24,5-25	205	180-230	0,9
4	29,3	25-32	500	300-700	18,6
5	31,4	28,3-34,3	637,4	490-1000	35,5
6	33,6	30-39	897	600-1320	30,7
7	37,7	35-41,5	1212	940-1580	7,8
8	38,5	35-42	1536	1230-1900	2,2
9	41,4	40,8-42	1642,5	1500-1750	1,7
10	42,8	41,5-44	1835	1800-1870	0,9
11	46	45-47	2270	2240-2300	0,9
12	48,5	-	2770	-	0,4
13	50	-	3130	-	

В 50-х годах прошлого века, до строительства Новосибирского водохранилища и акклиматизации леща, судака, сазана, плотва доминировала в составе ихтиоценозов речной системы, как по численности, так и по биомассе. Доля плотвы в общих уловах составляла 55-60%.

В настоящее время плотва занимает в структуре общих уловов второе-третье место. Уловы этого короткоциклового аборигенного вида характеризуются большой амплитудой колебаний по годам, что связано с условиями водности.

С 2002 по 2006 наблюдается увеличение уловов плотвы с 3,6 до 23,7 т соответственно. По сравнению с 2005 г уловы плотвы остались на прежнем уровне (23,9 т), но произошло сокращение процента вылова плотвы от общих уловов (с 21,8% в 2005 г до 12,8% в 2006 г).

В среднем, за последние одиннадцать лет, уловы плотвы составили 17,3 т или 15,1% от общих уловов в верхней Оби и Новосибирском водохранилище (табл. 2).

Нерестовые и промысловые стада плотвы образованы 4 возрастными группами (от 2 до 5 лет). В последние годы наблюдается процесс сокращения возрастных групп сопровождающийся увеличением темпов весового и линейного роста плотвы и абсолютной плодовитости.

По данным контрольных ловов в марте 2006 г средняя масса особей в нерестовом стаде составляла 59,7 г (при колебаниях от 20 до 188 г), при средней длине тела по стаду равной 17,7 см (колебания от 12,8 до 25,0 см). Условия для воспроизводства плотвы как в 2006, так и в 2007 гг сложились благоприятные, что обусловлено более ранними сроками прохождения нереста, нежели чем у леща.

**Таблица 2 – Уловы леща и плотвы в верховьях Оби (в границах Алтайского края) в 2000-2006 гг**

Год	Общий улов, т	Уловы леща, т	% вылова леща от общих уловов	Уловы плотвы, т	% вылова плотвы от общих уловов
2000	107,2	81,6	76,1	8,6	8,0
2001	117,4	45,0	38,3	26,6	19,3
2002	112,6	79,5	70,6	3,6	3,2
2003	132,7	79,0	59,6	16,9	12,7
2004	116,9	62,0	53,0	22,5	19,3
2005	108,9	57,9	53,2	23,8	21,8
2006	188,0	124,1	66,0	23,9	12,7

Средняя совокупная доля вылова леща и плотвы в Верховьях Оби в 2002 – 2006 гг составила 74,4 %, что позволяет считать их основными промысловыми видами.

Исходя из этого, оценка численности промыслового запаса данных видов рыб, для определения общих допустимых уловов (ОДУ) имеет весьма высокую значимость.

В настоящее время нами, для оценки численности промыслового запаса, применяется метод виртуального популяционного анализа (ВПА) в модификации Поупа [4]. Применение метода ВПА позволяет рассчитывать величины ОДУ с высокой степенью достоверности. Так, в частности, средняя величина вылова леща в 2002 – 2006 гг составила 94,2% от расчетных величин.

Однако применение данного метода сопряжено с необходимостью введения условных коэффициентов естественной смертности и применения громоздкого математического аппарата. Одним из возможных путей устранения данного неудобства является использование метода восстановления запаса рыб (ВЗР) [1], отличительными чертами которого является использование наиболее доступной информации, простота и скорость расчетов.

Апробация метода ВЗР по тесту ИКЕС выявила значительное сходство метода с тестом в оценках промыслового запаса [2]. Сравнительный анализ методов ВПА и ВЗР выявил возможность получения сопоставимых результатов [3] без применения достаточно объемных математических выкладок, что существенно расширяет возможности использования рассматриваемого метода в оценке численности промыслового запаса рыб и расчете репрезентативных величин ОДУ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матковский А.К. Алгоритмы метода ВЗР для изучения изменения промыслового запаса и прогнозирования общедопустимых уловов (ОДУ) на примере обского чира (*Coregonus nasus*). // Биология, биотехника разведения

**и пром. выращивания сиговых рыб. Мат. 6 Всер. научно-производственного совещания. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. с.95 – 98.**

**2. Матковский А.К. Сравнительный анализ методов ВПА и восстановленного запаса рыб (ВЗР). // Вопросы рыболовства, 2006, т.7, №1(25), с.150-160**

**3. Матковский А.К. Апробация метода ВЗР по тесту ИКЕС и совершенствование метода для определения численности пополнения. // Вопросы рыболовства, 2006, т. 7, №2(26), с.332-342**

**4. Pope J.G. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis // ICNAF Res. Bull. 1972. V.9 Pp.65-74.**

## **РОЛЬ ГИПОТАЛАМУСА В МЕХАНИЗМЕ РЕГЕНЕРАЦИИ КРОВИ У ЖИВОТНЫХ С ДЕФИЦИТОМ КОСТНОГО МОЗГА**

**Ц. И. Адамян, Э. С. Геворкян, Н. В. Саркисян, Н. Н. Ксаджикян**  
*Биологический факультет Ереванского государственного университета, кафедра физиологии человека и животных, Ереван (Армения)*  
*E-mail:ksnarine@yandex.ru, anatom@ysu.am*

Гомеостаз системы крови обеспечивается сложными нейрогуморальными механизмами, важным звеном которых является гипоталамическая область. Согласно данным ряда авторов, электростимуляция гипоталамуса приводит к ретикулоцитозу, эритроцитозу, повышению количества эритропоэтинов в плазме [1,2]. Другие авторы при электростимуляции заднего гипоталамического ядра (ЗГЯ) не наблюдали закономерных изменений показателей эритропоэза [3]. Противоречивость литературных данных, по-видимому, обусловлена применением различных методических подходов, а также онтофилогенезом подопытных животных. Однако известно, что оценка морфологической структуры крови играет существенную роль в распознавании патогенеза, а следовательно и в дифференциальной диагностике анемий [4]. В связи с этим, изучена роль ЗГЯ в механизме регенерации показателей эритропоэза животных с дефицитом костного мозга. Исследования проведены на кроликах, содержащихся в условиях вивария. Аспирация костного мозга производилась иглой Кассирского из бедренных и большеберцовых костей в количестве 8мл/кг. Традиционными методами исследования определялись: количество эритроцитов, содержание гемоглобина, цветной показатель, относительное и абсолютное количества ретикулоцитов, миелограмма красного ростка костного мозга. Подсчитывался индекс созревания протоплазмы эритробластов.

Анализ полученных данных показал, что спустя 24 часа после аспирации костного мозга наблюдается нормохромное понижение количеств гемоглобина (до 75,0%,  $p \leq 0,001$ ) и эритроцитов (до 76,6%,  $p \leq 0,001$ ), сопровождаемое достоверным повышением относительного и абсолютного количеств ретикулоцитов (до 146,6%,  $p \leq 0,001$  и 112,4%,  $p \leq 0,05$  соответственно), а также скорости их созревания (125,0%). На фоне пятикратной электростимуляции ЗГЯ наблюдался гипохромный сдвиг показателей красной периферической крови. К указанному сроку относительный процент и абсолютное количество ретикулоцитов достигали своего максимума (206,6%,  $p \leq 0,001$ ; 177,8%,  $p \leq 0,001$  соответственно). В очаге аспирации костного мозга количество миелокариоцитов и

элементов красного ростка при этом понижалось до 79,0%,  $p \leq 0,01$  и  $24,0 \pm 1,2$ ,  $p \leq 0,001$ , индекс созревания протоплазмы эритробластов оставался без изменения (0,6). На 10-ый день экспериментов наблюдалась тенденция к нормализации числа эритроцитов (94,2%). Количество гемоглобина составляло при этом 88,7%,  $p \leq 0,01$ . Относительный и абсолютный ретикулоцитарный криз и повышенный уровень скорости их созревания сохранялись (206,6%,  $p \leq 0,001$ ; 194,8%,  $p \leq 0,001$ ; 175,0%,  $p \leq 0,001$  соответственно). Количества миелокариоцитов и клеток красного ростка костного мозга имели тенденцию к регенерации. После 15-ти дневной электростимуляции ЗГЯ количество эритроцитов возвращалось к норме (103,6%), содержание гемоглобина и цветной показатель также колебались в пределах исходного уровня. Однако относительное и абсолютное количества ретикулоцитов, а также скорость их созревания продолжали находиться на довольно высоком уровне (160%,  $p \leq 0,001$ ; 161,8%,  $p \leq 0,001$ ; 175,0%,  $p \leq 0,001$  соответственно). В указанный срок в очаге аспирации костного мозга наблюдался прирост количеств миелокариоцитов и элементов красного ростка. Через неделю после прекращения электростимуляции наблюдалось некоторое понижение содержания гемоглобина. Количества ретикулоцитов и скорость их созревания находились выше исходного уровня. Через две недели после прекращения стимуляции гипоталамуса количество исследованных показателей красной периферической крови восстанавливалось. В очаге аспирации костного мозга количество миелокариоцитов и элементов красного ростка также имело тенденцию к нормализации.

Таким образом, наблюдаемый на 5-ый день после аспирации костного мозга и ежедневной электростимуляции ЗГЯ на фоне понижения элементов красного ростка и общего количества миелокариоцитов в очаге аспирации, ретикулоцитарный криз и наглядное увеличение количества эритроцитов свидетельствуют о компенсаторной реакции интактных очагов костного мозга, а гипохромный сдвиг при этом, очевидно, объясняется усиленным выбросом незрелых микроцитов, о чем свидетельствуют данные эритрометрических исследований. Десятикратная же электростимуляция ЗГЯ, приводит к усилению процессов регенерации, показателем чего являются выраженные относительный и абсолютный ретикулоцитоз, а также повышенное количество эритроцитов и гемоглобина. Наряду с этим в очаге аспирации костного мозга наблюдалось усиление репарационных процессов, свидетельством чего являются сдвиги показателей красного ростка костного мозга. По всей вероятности, последнее обусловлено усилением синтеза эритропоэтинов. После аспирации костного мозга и дальнейшей 15-ти кратной электростимуляции ЗГЯ, показатели красной периферической крови достигали исходного уровня и в ряде случаев имели тенденцию к восстановлению. При этом относительный и абсолютный ретикулоцитоз, а также показатели миелограммы свидетельствуют об активации репаративных процессов в системе крови. Последнее соответствует данным Ю.С.Паца, который при длительной электростимуляции ЗГЯ на фоне постгемморагической анемии наблюдал ускорение восстановления показателей красной периферической крови. Несколько замедленные темпы регенерации красной крови, наблюдаемые через неделю после прекращения электростимуляции ЗГЯ, по-видимому, обусловлены прекращением поступления на систему крови дополнительных стимулирующих импульсов. В более отдаленные сроки прекращения электростимуляции ЗГЯ, показатели эритропоэза превышали исходный уровень.

Таким образом, гипоталамические механизмы регуляции системы крови включают как нейрональные, так и гуморальные компоненты. Нейрональная регуляция осуществляется по нисходящей гипоталамо-спинальной системе регуляции. В ряде современных электрофизиологических исследований показана модуляция активности симпатических преганглионарных нейронов спинного мозга при раздражении гипоталамуса [1]. Установлено наличие многоканальной регуляции вегетативных механизмов спинного мозга, участвующих в регуляции системы крови. Не менее сложен и гуморальный механизм гипоталамической регуляции, который осуществляется не только трансгипофизарным путем нейроэндокринной регуляции, но и гипоталамо-спинальным путем регуляции функций мозгового слоя надпочечников с последующим выделением катехоламинов, также принимающих участие в регуляции системы крови. Важным звеном гипоталамической регуляции является также активный механизм образования и выделения эндогенных стимуляторов гемопоэза [2].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдберг Е.А. Роль ВНС в регуляции гемопоэза. / Е.А. Гольдберг, А.М. Дыгай, И.А. Хлусов // Томск. 1997. 218 С.
2. Натан, Д.Г. Регуляция кроветворения. / Д.Г. Натан, К.А. Зифф // Гематология и трансфузиология. 1994. Т. 39. N 2. С. 3-10.
3. Пац, Ю.С. К вопросу о влиянии некоторых ядер заднего гипоталамуса на красный росток крови. / Ю.С. Пац // Вопросы экспериментальной и клинической медицины. 1972. С. 175-177.
4. Погорелов, В.М. Диагностическая значимость морфологических особенностей эритроцитов в мазках периферической крови. / В.М. Погорелов, Г.И. Козинец // Гематология и трансфузиология. 2005. N 5. С. 13.

### БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ И МОРФОГЕНЕЗ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ НА ШЕЛЬФЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

**Н. А. Писарева, Н. Г. Ключкова**

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский (Россия)*

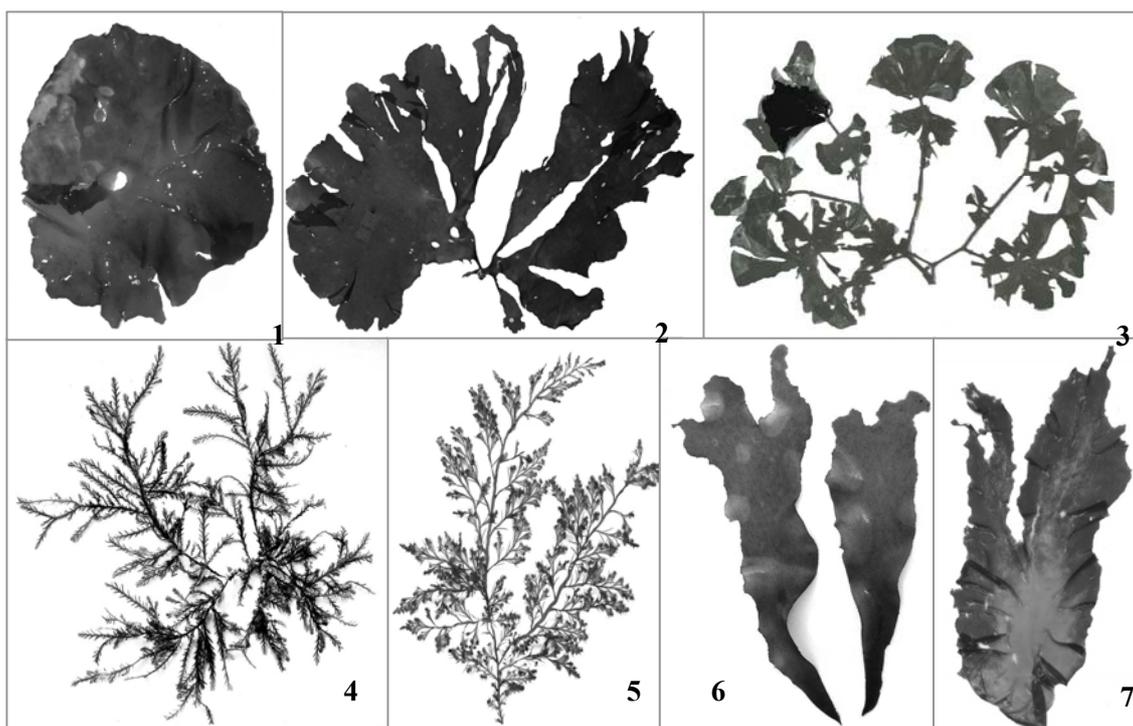
*E-mail: [ekologia@mail.iks.ru](mailto:ekologia@mail.iks.ru)*

Изучение красных водорослей в дальневосточных морях России до последних лет ограничивалось задачами инвентаризации видового состава этой группы, и в этом направлении были достигнуты определенные результаты: описаны новые для науки роды и виды, проведены ревизии отдельных семейств и родов [1, 2], рассмотрены проблемы таксономической дифференциации некоторых групп багрянок [3].

В последней из процитированных работ отмечено, что недостаточность сведений по биологии развития багрянок, их сезонной и возрастной изменчивости часто приводит к тому, что разновозрастные образцы одних и тех же ви-

дов, собранные в разное время года, могут иметь большую перекрываемость признаков, и наоборот представители разных видов в определенные периоды своего развития могут быть столь похожими, что их легко принять за один вид. Особенно это касается пластинчатых и корковых водорослей. Систематика красных водорослей во многом основана на различиях строения генеративных структур. Поэтому сведения о периодах их созревания и спороношения разных багрянок необходимы для целенаправленного сбора материалов для таксономических исследований. Данные о морфогенезе и биологии развития багряных водорослей, кроме того, необходимы для организации промысла видов, имеющих определенную хозяйственную ценность.

Материалом для изучения морфогенетических изменений у багряных водорослей, связанных с сезонными и возрастными изменениями внешнего облика и внутреннего строения, послужили пробы водорослей, собранные в разных участках побережья восточной Камчатки и Командорских островов в период 2000-2006 гг. В Авачинском заливе (юго-восточная Камчатка) в 2004 и 2006 гг. альгофлористические сборы проводились в разные месяцы, с мая по октябрь включительно. Наиболее полно исследовались семь массовых видов, являющихся потенциально промысловыми, благодаря наличию у них ценных химических соединений. Типичные образцы этих видов представлены на рисунке.



*Turnerella mertensiana* (P. et R.) Schmitz (1), *Kallymeniopsis lacera* (Rupr.) Perest. (2), *Constantinea rosa-marina* (Gmel.) P. et R. (3), *Ptilota filicina* J. Ag. (4), *Odonthalia setacea* (Rupr.) Perest. (5), *Palmaria stenogona* (Perest.) Perest. (6), *Porphyra abbottae* Krishn. (7).

**Рисунок 1 – Внешний вид зрелых растений изученных видов**

Проведенные исследования показали, что изученные нами виды красных водорослей отличаются продолжительностью жизни, половой структурой популяций, разным количественным развитием полового и бесполого поколений. У одних из них хорошо выражены регистрирующие струк-

туры, позволяющие достаточно точно определять возраст растений, у других таковые отсутствуют (таблица). В приведенной ниже таблице у видов с изоморфным циклом развития доминирование в популяции той или иной группы растений указано на основе соотношения в изученной выборке разнополых или разных в генетическом отношении образцов. У видов с гетероморфным циклом развития критерием оценки количественного развития была биомасса растений.

Некоторые характеристики биологии развития у изученных видов к красных водорослей, обитающих на шельфе юго-восточной Камчатки

Вид водоросли	Продолжительность жизни	Признаки, указывающие на возраст растений	Соотношение в популяции		цикл развития; одно- или двудомность
			разнополых растений	спорофита и гаметофита	
<i>Turnerella mertensiana</i>	3 года и более	текстура слоевища, толщина корового слоя	доминирование женских гаметофитов	преобладает гаметофит	гетероморфный; двудомная
<i>Kallymeniopsis lacera</i>	2 года и более	цвет, текстура слоевища, толщина корового слоя	доминирование женских гаметофитов	преобладает гаметофит	изоморфный; двудомный
<i>Constantinea rosa-marina</i>	до 14 лет	количество междоузлий на стволике	доминирование женских гаметофитов	преобладает спорофит	изоморфный; двудомная
<i>Ptilota filicina</i>	до 4- лет	порядок ветвления и цвет боковых ветвей	доминирование женских гаметофитов	развиваются в равной мере	изоморфный; двудомная
<i>Odonthalia setacea</i>	до 4 лет	порядок ветвления и цвет боковых ветвей	доминирование женских гаметофитов	развиваются в равной мере	изоморфный; двудомная
<i>Palmaria stenogona</i>	1 год	цвет и текстура слоевища	доминирование мужских гаметофитов	преобладает спорофит	гетероморфный; двудомная
<i>Porphyra abbottae</i>	2-3 мес.	размеры растений	в равных количествах	не изучено	гетероморфный; однодомная

Данные, представленные в таблице, показывают, что среди изученных видов самым долгоживущим является *C. rosa-marina*. Самые старые ее представители у восточной Камчатки живут до 14 лет, в то время как в приамериканских водах они могут вегетировать до 18 лет [5]. Определить возраст у видов, регистрирующие анатомо-морфологические структуры которых выражены слабо или не выражены совсем, довольно трудно. Изучение морфогенетических изменений *P. filicina* и *O. setacea* в период ак-

тивного линейного роста, который приходится у них на весеннее и ранне-летнее время, позволяет понять, каким образом осуществляется ежегодный прирост их слоевища, и по количеству ветвей, появившихся в качестве годового прироста, определить продолжительность их жизни. У данных видов она достигает не менее четырех лет.

Возраст *T. mertensiana* и *K. lacera* лучше всего определяется в весеннее или позднееосеннее время, когда растения претерпевают значительные морфогенетические изменения за счет рассечения пластин, активизации меристемы и формирования сеголетних пластинчатых выростов. О возрасте свежих образцов можно судить по цвету и текстуре. Особенно сильно эти признаки изменяются у *T. mertensiana*.

*P. stenogona* – это Асезонный однолетник. Основным возрастным признаком для этого вида является формирование многочисленных пролификаций на поверхности слоевища, чаще всего в осенний период. Период вегетации сезонного эфемера *P. abbottae* на Камчатке составляет не более трех месяцев и может начинаться либо с середины мая в условиях благоприятного режима весенних температур, либо с начала июня при неблагоприятных условиях. К концу этого периода размеры растений порфиры сильно увеличиваются.

Все описанные выше виды отличаются видоспецифическими признаками биологии развития и характерными только для них диплогаплобонтными циклами (таблица). С помощью такого разнообразия они адаптируются к существованию на ограниченных участках морского дна. Так, короткий период вегетации *P. abbottae* и *P. stenogona* обуславливает более раннее начало и короткую продолжительность периода полового размножения, чем у многолетних видов *P. filicina* и *O. setacea*. *C. rosa-marina* при медленном росте и значительной продолжительности жизни, согласно нашим данным, достигает репродуктивной зрелости не в первый год. Развитие карпоспорофита у нее сильно растянуто во времени, а мужской гаметофит созревает быстро в весеннее время, что отмечалось для этого вида и в других частях ареала [5]. У видов *T. mertensiana* и *K. lacera* формирование женских генеративных органов и продуцирование карпоспорангиев происходит в течение всего периода активного роста пластин, а мужских органов – во второй половине лета и осенью. При этом, по данным наших исследований [4], в популяции *T. mertensiana* у юго-восточной Камчатки женские растения встречаются гораздо чаще, чем мужские: соотношение между ними, составляет, соответственно 7:3.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клочкова Н.Г. Водоросли-макрофиты дальневосточных морей России // Дисс. ... докт. биол. наук. Владивосток, 1998. 250 с.
2. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России. СПб: Изд-во “Ольга”, 1994. 331 с.

3. Писарева Н.А. Проблемы таксономической дифференциации красных пластинчатых водорослей морей российского Дальнего Востока // Ботанические исследования на Камчатке: материалы I и II сессий Камчатского отделения Русского ботанического общества. Петропавловск-Камчатский: изд-во КамчатГПУ им. Витуса Беринга, 2004. Вып. 1. С. 88-101.
4. Писарева Н.А. Особенности развития гаметофитной стадии у некоторых красных пластинчатых водорослей на шельфе юго-восточной Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. VII научной конф. Петропавловск-Камчатский, 2006. С. 290-293.
5. Linstrom S.C. Female reproductive structures and strategy in a red alga, *Constantinea rosa-marina* (Gmelin) Postels et Ruprecht (Dumontiaceae, Cryptonemiales) // *Jap. J. of Phycology*, 1981. V. 29. P. 251-257.

## К ИЗУЧЕНИЮ ВОДОРΟΣЛЕЙ РЕКИ УЧУР

**В. А. Габышев**

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск (Россия)*

Река Учур – правый приток р. Алдан, длина 812 км, площадь бассейна 113 тыс. км<sup>2</sup>. Берет начало в восточной оконечности Станового хребта, протекает по восточной окраине Алданского нагорья. Исследование водорослей нижнего течения р. Учур было определено расположением проектируемой Среднеучурской ГЭС. Экспедиционные исследования проводились в июне-июле 1998 г. по следующим пунктам на р. Учур: створ проектируемой ГЭС (180 км от устья р. Учур): левый, правый берега и в трех местах по фарватеру; 400 м ниже створа ГЭС по левому берегу; 100 м ниже створа ГЭС по правому берегу; метеостанция “Чульбю” (150 км от устья р. Учур); район устья р. Бысахтах (60 км от устья р. Учур). Альгологические пробы отбирали в поверхностном слое (0–0,3 м) в рипали и медиали реки, и обрастаниях (соскобы с камней). Материал обрабатывался по общепринятым в альгологии методикам.

Первые сведения об альгофлоре водоемов бассейна реки Учур приводятся И.И. Васильевой-Кралиной и Е.В. Пшенниковой (1998). Во флоре р. Учур авторами отмечено 9 таксонов (здесь и далее по тексту, включая номенклатурный тип вида) водорослей из трех отделов (Bacillariophyta, Cyanophyta, Xanthophyta). В результате наших исследований в альгофлоре реки выявлено 68 таксонов водорослей, принадлежащих к 33 родам, 23 семействам, 11 порядкам и 4 отделам (таблица). Преобладают водоросли отдела Bacillariophyta – 76,6% общего числа видов, далее: Chlorophyta (12,5%) и Cyanophyta (9,4%). Ведущие порядки (6 порядков объединяют 64 таксона водорослей) составляют 91,1%, ведущие семейства (9 семейств – 50 таксонов) – 73,5%, ведущие роды (7 родов – 34 таксона) – 50% от общего количества таксонов водорослей. Состав ведущих порядков, семейств и

родов свидетельствуют о реофильном характере флоры, с преобладанием диатомовых, что свойственно рекам Якутии и Западной Сибири [2, 3].

**Таблица 1 – Систематический состав водорослей нижнего течения р. Учур**

Отдел	Число						% от общего числа видов (64)
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	
CYANOPHYTA	1	1	2	4	6	6	9,4
EUGLENOPHYTA	1	1	1	1	1	1	1,5
BACILLARIOPHYTA	2	4	14	22	49	53	76,6
CHLOROPHYTA	2	5	6	6	8	8	12,5
Всего	6	11	23	33	64	68	100

Среди выявленных нами во флоре р. Учур водорослей 41 таксон является новым для водоемов бассейна р. Учур и 66 таксонов – для самой реки.

Численность клеток планктонных водорослей невысокая и варьирует в различных пробах от 168 до 1540 кл/л. Показатели биомассы фитопланктона также невысоки (колеблются в пределах 0,0006–0,0074 мг/л). Наименьшие показатели численности и биомассы водорослей отмечены по фарватеру и у левого берега реки на створе проектируемой ГЭС, т.е. на участках с наибольшей скоростью течения и глубиной русла. У правого берега на том же створе в условиях с меньшей скоростью течения эти показатели существенно выше. Низкие показатели численности и биомассы фитопланктона соответствуют горному характеру реки (высокая скорость течения, небольшие глубины) и суровым климатическим условиям района исследований (слабый прогрев воды, короткий вегетационный период).

По показателям численности и биомассы водорослей преобладают представители отдела Bacillariophyta, что характерно для северных водоемов.

Среди выявленных во флоре реки водорослей, 37 таксонов являются индикаторами сапробности, что составляет 54,4%. Максимальным разнообразием характеризовались диатомовые (47,1% от числа таксонов индикаторных водорослей), зеленых и эвгленовых меньше (7,4%), среди представителей синезеленых индикаторных видов не обнаружено. Из общего числа индикаторных видов 21,6% составляют  $\beta$ -мезосапробные формы, 10,8% – олигосапробные и 21,6% – виды, развивающиеся в переходной зоне между  $\beta$ -мезо и олигосапробной. Таксонов, характеризующих воды с высокими показателями сапробности (в сумме 18,9%) и с очень низкими (24,3%), меньше. Большая часть таксонов относится к олиго- и  $\beta$ -мезосапробным формам.

Полученные данные о водорослях р. Учур позволяют заключить, что исследованный участок реки принадлежит к северным олиготрофным водоемам  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробного типа. Проект постройки Среднеучурской ГЭС был заморожен и реанимирован в последние годы в рамках масштабных

планов создания крупного ТПК на юге Якутии. В связи с этим сведения о видовом разнообразии и количественном развитии водорослевых сообществ р. Учур послужат для создания основы биомониторинга при возможной техногенной трансформации водных экосистем бассейна р. Алдан.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева-Кралина И.И., Пшенникова Е.В. Водоросли водоемов бассейна нижнего течения реки Учур (Якутия) // Сибирский экологический журнал. 1998. Т. 5, № 2. С. 151–161
2. Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л.: Наука, 1985. 165 с.
3. Ремигайло П.А., Габышев В.А. Таксономическая структура и видовое разнообразие фитопланктона верховьев реки Алдан // Сибирский экологический журнал. 2001. Т. 8, № 4. С. 385–387.

## К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОМИЦЕТОВ В БИОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В УДОБРЕНИЕ

**Н. С. Мокрушина, Т. С. Тарасова, И. В. Дармов**  
*Вятский государственный университет, Киров (Россия)*  
*E-mail: Natasha@aug.kirov.ru, biologia@ayandex.ru*

В Кировской области и других регионах России в последнее десятилетие остро стоит проблема, связанная с утилизацией отходов лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий. Их ежегодный объем по России достигает нескольких сотен миллионов тонн. По данным Управления охраны окружающей среды и природопользования Кировской области, в 2005 г. в нашей области образовалось 490 тыс. т древесных отходов [1].

Одним из наиболее рациональных методов переработки древесных отходов считается их биоконверсия в органическое удобрение методом компостирования [2]. Данный способ является относительно простым и дешевым.

В природе процесс компостирования, т.е. переработки биополимеров древесины в органическое удобрение, происходит при ведущей роли макро- и микроорганизмов – деструкторов лигнина и целлюлозы, поскольку данные биополимеры являются наиболее устойчивыми к разложению.

Для ускорения разложения древесных биополимеров нами предлагается внесение в компостную смесь заквасок микроорганизмов, способных к деструкции целлюлозы и лигнина и направленной трансформации продуктов их разложения в гумусовые вещества.

Целью данного исследования является выделение и исследование штаммов микроорганизмов на предмет возможности разработки на их основе технологии переработки древесных отходов в органическое удобрение.

Выделение штаммов микроорганизмов, перспективных для использования в качестве ускорителей переработки древесных отходов, проводили из вероятных источников биодеструкторов древесины: гнилой древесины, лесной почвы, плодовых тел трутовиков, свежего навоза, компоста различного состава.

Всего в работе было выделено и исследовано 112 штаммов микроорганизмов, среди которых 70 – микромицеты и 42 – бактериальные культуры. Также были исследованы 8 культур микроорганизмов, выделенные из препарата «Байкал ЭМ1» на различных питательных средах.

В качестве отрицательного контроля использовали культуры *E. coli* M17 и *Saccharomyces cerevisiae*. Положительным контролем служила культура штамма *Penicillium restrictum* P25, выделенного ранее на кафедре микробиологии Вятского государственного университета.

Нами были опробованы различные варианты методик скрининга микроорганизмов целлюлозо- и лигнодеструкторов.

Оценку способности исследуемых штаммов к разложению целлюлозы производили с использованием различных вариантов источника целлюлозы и различных подложек. Проведя ряд экспериментов, мы пришли к выводу, что ни одна из возможных модификаций не может быть использована в качестве эффективной и экспрессной методики отбора целлюлозолитических штаммов микроорганизмов.

Свой выбор остановили на выращивании культур на агаризованной минеральной среде с добавлением 0,1% карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и последующим окрашиванием 0,1% раствором конго красного. Данный краситель необратимо связывается с целлюлозой и окрашивает ее в красный цвет. Целлюлозолитические микроорганизмы, выращенные на таком агаре, образуют зоны просветления, отчетливо заметные на красном фоне [3, 4].

Для выявления у исследуемых микроорганизмов лигнолитической способности является недостаточным засев данных штаммов в питательную среду, содержащую препарат лигнина, поскольку лигнин может потребляться только в присутствии другого, более легкоусвояемого источника углерода. В связи с этим, нами были исследованы использование субстрата, содержащего лигнин в большом количестве (гидролизный лигнин), и использование ароматических соединений – производных лигнина (ванилин, таннин).

При выращивании исследуемых культур на среде с добавлением 0,5% таннина было обнаружено появление коричневой окраски субстрата вблизи растущего края колоний. Данная цветная реакция известна как реакция Бавендамма, позволяющая обнаруживать ферменты фенолоксидазы, выделяемые деструкторами лигнина и окисляющие таннин [5, 6]. Было отмечено три типа цветных реакций: просветление агара, коричневая окраска агара вокруг колонии и грязно-зеленая окраска агара.

С помощью разработанных методик выделенные культуры микроорганизмов были исследованы на наличие целлюлозолитической и лигноли-

тической способности. Опыты проводили два раза в двух параллелях.

Для большинства исследованных культур бактерий был характерен слабый рост на указанных выше средах и отсутствие зон просветления/окрашивания вокруг колонии.

Наивысшими показателями обладали культуры микромицетов, выделенные из лесной почвы и гнилой древесины. Два штамма микромицета, характеризующиеся наибольшими диаметрами зон просветления/окрашивания и хорошими ростовыми характеристиками на диагностических питательных средах, оставлены для последующих исследований. Шестнадцать культур микромицетов, имеющие хорошие показатели роста, но отличающиеся меньшим диаметром зон просветления/окрашивания, оставлены как резервные.

Была проведена видовая идентификация штаммов микромицетов, обладающих наибольшей активностью. По результатам изучения культурально-морфологических признаков и микроскопического строения они были отнесены к *Aspergillus fumigatus* и *Fusarium sp.* Вид штамма *Fusarium sp.* не определен, но установлено, что данный микромицет относится к секции *Sporotrichiella* [7, 8].

Поскольку отдельные представители рода *Fusarium* могут быть патогенными для человека и теплокровных животных, были проведены иммуноферментный анализ на Т2-токсин и внутрибрюшинное введение культуральной жидкости мышам в дозе 0,1 мл. Анализы показали об отсутствии продукции микотоксинов данным штаммом *Fusarium sp.*

По данным, полученным в результате оценки фитотоксичности исследуемых штаммов микромицетов на проростки пшеницы, ни один из них не проявляет выраженного фитотоксического действия.

Для сравнения результатов скрининга природных штаммов микроорганизмов была исследована микрофлора биопрепарата «Байкал ЭМ1», предназначенного для компостирования хозяйственных отходов и растительных остатков. Ни одна из монокультур, выделенных из биопрепарата «Байкал ЭМ1», а также комплексный препарат не дали роста и окрашивания на агаризованных средах с КМЦ и таннином.

Проведено определение убыли лигнина опилок при твердофазном культивировании на них отобранных штаммов микроорганизмов. Определение содержания лигнина в опилках проводили в соответствии с методом Класона в модификации Комарова с предварительной обработкой твердофазной мицелиальной культуры пепсином [9].

Получены следующие значения убыли лигнина опилок при твердофазном культивировании на них исследуемых штаммов микромицетов на 8 сутки культивирования: для *Fusarium sp.* – 10,2%, для *A. fumigatus* – 9,4%. Контролем служили опилки, инокулированные стерильной дистиллированной водой.

Таким образом, в работе выделены и подвергнуты скринингу ряд культур микроорганизмов; отобраны два штамма микромицетов, для кото-

рых определена убыль лигнина опилок при твердофазном культивировании на них; показана принципиальная возможность использования микроорганизмов для разработки биопрепарата, предназначенного для ускоренной переработки древесных отходов методом компостирования в органическое удобрение.

В настоящее время продолжается работа по отбору перспективных штаммов, изучению ферментных систем, ответственных за деградацию биополимеров древесины.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2005 году. (Региональный доклад). / Под общей редакцией В.П. Пересторонина. Киров: ООО «Триада плюс», 2006. – 148 с.
2. Свиридова О.В., Воробьев Н.И., Петров В.Б. Микробиологическая деструкция древесных отходов и вовлечение лигнинсодержащих компонентов в агроэкосистему. // Постгеномная эра в биологии и проблемы биотехнологии: Материалы науч. конфер.: Казань, 17-18 июня 2004 г./Под ред. Василова Р.Г. М.: МАКС Пресс, 2004. – 116 с.
3. Teather R.M., Wood P.J. Use of congo-red polysaccharide interaction in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria from the bovine rumen // Appl. Environ. Microbiol. 1982. V. 43. P. 777-780.
4. Соловьева И.В., Окунев О.Н., Вельков В.В. и др. Получение и свойства мутантов *Penicillium verruculosum* – суперпродуцентов целлюлаз и ксиланаз // Микробиология, – 2005. – Т. 74. – №2. – с. 172-178.
5. Методы экспериментальной микологии. Справочник / Под ред. В.И. Билай. Киев: Наукова думка, 1982. – 550 с.
6. Рипачек В. Биология дереворазрушающих грибов / Пер. с чеш. М.: Лесная промышленность, 1967. – 392 с.
7. Литвинов М.А. Определятель микроскопических почвенных грибов. М.: Наука, 1969. – 132с.
8. Билай В.И. Аспергиллы. Киев: Наукова думка, 1988. – 550 с.
9. Оболенская, А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: Учеб. пособие для ВУЗов / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А.А. Леонович. М.: Экология, 1991. – 320с.

## О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ БИОТЫ И КОСНОЙ ПРИРОДЫ

**Ю. М. Ильин**

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ (Россия)*

*E-mail: valnikolayeva@mail.ru*

В жизнедеятельности биосферы почвенная система занимает особое место, особенность ее заключается в концентрации, регулировании энер-

гоматериальных потоков, продуцируемой косной и живой природой. На первоначальном этапе своей “жизни” почвенная система представляет продукт физико-химических разрушений материнских пород, произошедших под воздействием климатических факторов. Формирование рельефа под воздействием эндо- и экзогенных процессов, наличие водотоков и циркуляция атмосферы способствуют сортировке, упорядочению обломочного материала и продуктов физико-химического разрушения горных и материнских пород на стреле времени, тем самым, предопределяют появление субстратов или прообразов почвенных систем, являющихся новой ступенью развития материи. Следовательно, до появления организмов, прообразы почвенных систем стремились или уже имели динамически равновесные состояния с окружающей средой. Значит, геологическая и географическая форма движения материи как добиогенный этап развития ландшафта [6] является результатом взаимодействия литосферы, гидросферы и атмосферы, которое определяет неоднозначный характер перераспределения вещества и энергии по формам рельефа.

Появление жизни является качественным скачком в поступательном развитии материи и порождает при ее взаимодействии с добиогенными формами движения материи целый ряд других форм движения, отличающихся специфической организацией материи и, возможно, образуют, как считает В.Г. Зольников (1970), новые линии развития форм движения. Несомненно, что сформировавшись после появления биологической формы движения и под ее влиянием, они по отношению к ней остаются низшими формами движения. К ним относятся почвенно-географическая, биогеохимическая и, вероятно, другие формы движения материи, образующие биокосные тела в природе [5]. Возможно, к другой форме движения материи необходимо отнести трансформацию и гумификацию органического опада, осуществляемой биотой.

Так, в компонентном ряду “литосфера-гидросфера-атмосфера” развитие материи привело к возникновению жизни первоначально в океане с последующим ее выходом на сушу. Поэтому понятно, что водным организмам при освоении и колонизации субстратов необходимо было изменение своих функциональных органов применительно условиям “жизни” сухопутных систем. Очевидно, такими местами обитания, где они начинали эволюцию как сухопутные организмы, являются переходные территории, связанные с водным пространством, в частности, прибрежные мелководья или замкнутые, периодически пересыхающие водоемы, или заболачивающиеся поверхности суши и другие парааквальные геопространства. В процессе интенсивного освоения организмами, в том числе и беспозвоночными животными, переходных территорий с одновременным изменением своих функциональных органов в направлении добычи энергоматериальных ресурсов из органического вещества (ОВ), они, в результате, становятся деструкторами первичной биомассы и мортмассы организмов. Поэтому продуктами катаболизма организмов, например, олигохет торфяных болот, являются гумусовые кислоты [3], которые считают-

ся неотъемлемой частью ОВ торфяных залежей болотных систем. Можно предположить, что организмы, еще до колонизации ими прообразов почвенных систем (субстратов), выработали механизм утилизации ОВ в специфические гумусовые соединения [4], которые являются продуктами особого процесса – гумификации. По замечанию Л.Н. Александровой (1975)“...в биосфере наряду с процессом гумусообразования, являющимся неотъемлемой частью почвообразования, развиваются иные процессы трансформации растительных остатков – торфообразование, сапропелеобразование, формирование органических компостов. Для каждого из них также характерны процессы гумификации как обязательное звено любого процесса трансформации растительных остатков, но перечисленные процессы обуславливают формирование иных тел природы – торфа, сапропеля и т.д.”(с.61).

Значит трансформация и гумификация ОВ, выработанные организмами первоначально в парааквальных геопространствах, являются сегодня универсальным способом биосферы по консервации вещества и энергии в виде негумусовых и гумусовых соединений в ее жестко скореллированном каркасе. Универсальность ее основана на биотрансформационной форме движения материи и поддерживается наличием воды в природной среде, т.е. “...никакая географическая система не может мыслить без энергетического начала и необходимого условия физико-географического процесса – воды. Эти компоненты существеннее биоты или, по крайней мере, равноценны ей” [7, с.38]. Именно наличие влаги в прообразах почвенных систем (субстратах) способствовало колонизации и освоению суши зелеными растениями совместно зоо- и микробоценозами, дало возможность организмам применить особый механизм биотрансформации, выработанный ими в переходной среде по утилизации ОВ в негумусовые и специфические гумусовые соединения, что, в свою очередь, привело к взаимодействию их (гумусовых соединений) с минеральной частью материнских пород, выразившейся в создании органо-минеральных комплексов, трактуемых как гумус или энергетическое ядро почвы. Это означает, что образованию гумуса предшествуют биотрансформационные процессы инициированные биотой в органическом опаде с образованием пула метаболитов. На втором этапе часть пула метаболитов биоты, в виде гумусовых веществ (ГВ), вмывается нисходящими потоками влаги в субстрат, где адсорбируется на минеральных матрицах. Возможно, что на этом этапе формирование органо-минеральных комплексов подчинено теории объемного заполнения микропор (ТОЗМ) Дубинина, суть которой состоит в том, что весь объем пор “заполнен” адсорбционным полем. Поэтому адсорбция в микропорах происходит по схеме ТОЗМ, т.е. объемно, в мезопорах – по механизму послойного заполнения, завершаемого капиллярной конденсацией. Макропоры при адсорбционном равновесии никакой роли не играют. Некомпенсированная часть пула метаболитов биоты, являющихся негумусовыми, но трансформированными органическими соединениями, мигрирует с водными токами субстрата, начиная от поверхности раздела, вниз на глубину, служит ближайшим источником

поставок минеральных элементов биоте, подвергается дальнейшему расщеплению и преобразованию ими в новообразованные ГВ, но уже в толще почвы.

Первые начальные порции трансформированных и гумифицированных ОВ закономерно заполняют свободное пространство верхних слоев субстрата, при этом ГВ закрепляются на месте, а новообразованные ГВ адсорбируются на следующих, нижних, свободных этажах субстрата (адсорбента). Процесс заполнения новыми порциями органических компонентов, непрерывно продуцируемых биотой, продолжается до момента занятия ими последнего “посадочного” места на матричной сетке адсорбента определенной мощности и емкости. Начальный почвообразовательный процесс в этом слое субстрата достаточно длителен. И он с позиции адсорбции завершается закупоркой или накоплением, увеличением доли наиболее ароматизированных органических соединений, которые формируют гумусово-аккумулятивный горизонт почвы. Появление, формирование элювиального и илловиального горизонтов в субстрате, как правило, с меньшим содержанием ГВ и, возможно, более молодым возрастом в сравнении с ГВ гумусово-аккумулятивного горизонта почвы означает его пробой как адсорбента, освоение биотой новых слоев субстрата, в результате формируются морфологически узнаваемые почвенные горизонты.

Представляется, что органический опад биоценозов на поверхности почвы является самостоятельной биоорганической системой с особой формой движения материи (биотрансформационной) и, как любая форма движения, она обладает своеобразной формой отражения, выражающаяся в трансформированном ОВ в виде неспецифических (негумусовых) и специфических гумусовых соединений. Значит, становление почвы как компонента современных сухопутных биогеоценозов зависит от биотрансформационной формы движения материи, которая по сути является реликтом, а адаптация и взаимодействие ее с косной природой приводит к широчайшему биоразнообразию на планете. Таким образом, современные педосистемы являются продуктом взаимодействия живой и косной природы, в которых концентрируются и пересекаются основные потоки энергоматериальных ресурсов синтезированных биотой.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова Л.Н. О номенклатуре, применяемой в учении о почвенном гумусе // Почвоведение. 1975. №2. С. 61-65.
2. Зольников В.Г. Почвы и природные зоны Земли. Л.: Наука, 1970. 338 с.
3. Козловская Л.С. Роль беспозвоночных в трансформации органического вещества болотных почв. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1976. 212 с.
4. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 314 с.
5. Корсунов В.М., Красеха Е.Н., Ральдин Б.Б. Методология почвенных эколого-географических исследований и картографии почв. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. 234 с.

6. Лямин В.С. География и общество. М.: Мысль, 1978. 309 с.

7. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1978. 319 с.

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ ТРЕХЗУБОЙ МИНОГИ *LAMPETRA TRIDENTATA* В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

Д. В. Пеленёв<sup>1</sup>, В. Ф. Савиных<sup>2</sup>, А. М. Орлов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва (Россия)

<sup>2</sup>Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Владивосток (Россия)

E-mail: orlov@vniro.ru

Трехзубая минога *Lampetra tridentata* является эндемичным видом андромных паразитических миног, широко распространенным в северной части Тихого океана. До последнего времени ареалом данного вида считались тихоокеанские воды от северного Хоккайдо (Япония) и южной Калифорнии (США) на юге до северной части Берингова моря на севере [1-3]. В последние годы появились свидетельства об увеличении численности трехзубой миноги [4] и расширении ее ареала на юг [5, 6] до центральной части Хонсю (префектура Точиги) и Мексики (река Санто-Доминго). Она признается наиболее многочисленным видом паразитических миног западного побережья Канады [7] и долгое время рассматривалась в качестве эндемика североамериканских вод [8]. В российских водах северо-западной Пацифики трехзубая минога считалась до последнего времени редким видом [9-13].

Трехзубая минога играет важную и многогранную роль в морских и пресноводных экосистемах северной части Тихого океана. С одной стороны, на разных стадиях своего жизненного цикла она служит пищей различным видам водных животных: от речных раков до рыбацких птиц и морских млекопитающих. С другой стороны, трехзубая минога паразитирует на многих видах рыб и даже китах, нанося существенный вред промысловым запасам таких объектов, как тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii*, тихоокеанский хек *Merluccius productus*, тихоокеанская треска *Gadus macrocephalus*, минтай *Theragra chalcogramma*, тихоокеанские лососи *Oncorhynchus* spp., морские окуни *Sebastes* spp., палтусы (тихоокеанский белокорый *Hippoglossus stenolepis*, тихоокеанский черный *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, азиатский стрелозубый *Atheresthes evermanni* и американский стрелозубый *Atheresthes stomias*) и другие [1, 9, 14-18]. Кроме того, она представляет определенный интерес для рыболовства, являясь в настоящее время объектом коммерческого промысла лишь в водах штата Орегон [18].

Не смотря на то, что трехзубая минога очень широко распространена

в северной части Тихого океана и находится под пристальным вниманием исследователей уже долгие годы, достаточно хорошо изученным можно признать лишь пресноводный период ее жизни. Сведения же о морском периоде жизни трехзубой миноги, когда она ведет паразитический образ жизни, крайне ограничены и фрагментарны. В данном сообщении приводятся данные по пространственному и вертикальному распределению трехзубой миноги в северной части Тихого океана и рассматриваются особенности ее размерного состава.

Материалом для публикации послужили данные траловых съемок и промысловых тралений донными и разноглубинными тралами в различных районах северной части Тихого океана в период с 1975 по 2007 гг., выполненных сотрудниками Тихоокеанского научного рыбохозяйственного центра (ТИНРО-центр, Владивосток), Аляскинского рыбохозяйственного научного центра (AFSC, Сиэтл, США), Всероссийского (ВНИРО, Москва), Сахалинского (СахНИРО, Южно-Сахалинск) и Камчатского (КамчатНИРО, Петропавловск-Камчатский) научно-исследовательских институтов рыбного хозяйства и океанографии. Всего проанализированы данные 3832 поимок трехзубой миноги, в том числе 3811 с указанием глубины, из них 2046 донным и 1765 разноглубинным тралом. Анализ размерного состава базируется на измерениях длины 534 миног, из них 331 со взвешиванием.

До сегодняшнего дня о пространственном распределении трехзубой миноги в российских водах практически ничего не было известно, поскольку опубликованные данные включали координаты или места поимок всего лишь нескольких экземпляров [9, 11, 14, 15], а также сведения о встречаемости данного вида в Беринговом море между  $60^{\circ}$  и  $61^{\circ}$  с.ш. и  $171^{\circ}$  и  $173^{\circ}$  в.д. и в прикурильских водах Тихого океана – от  $45^{\circ}$  до  $49^{\circ}$  с.ш. [13].

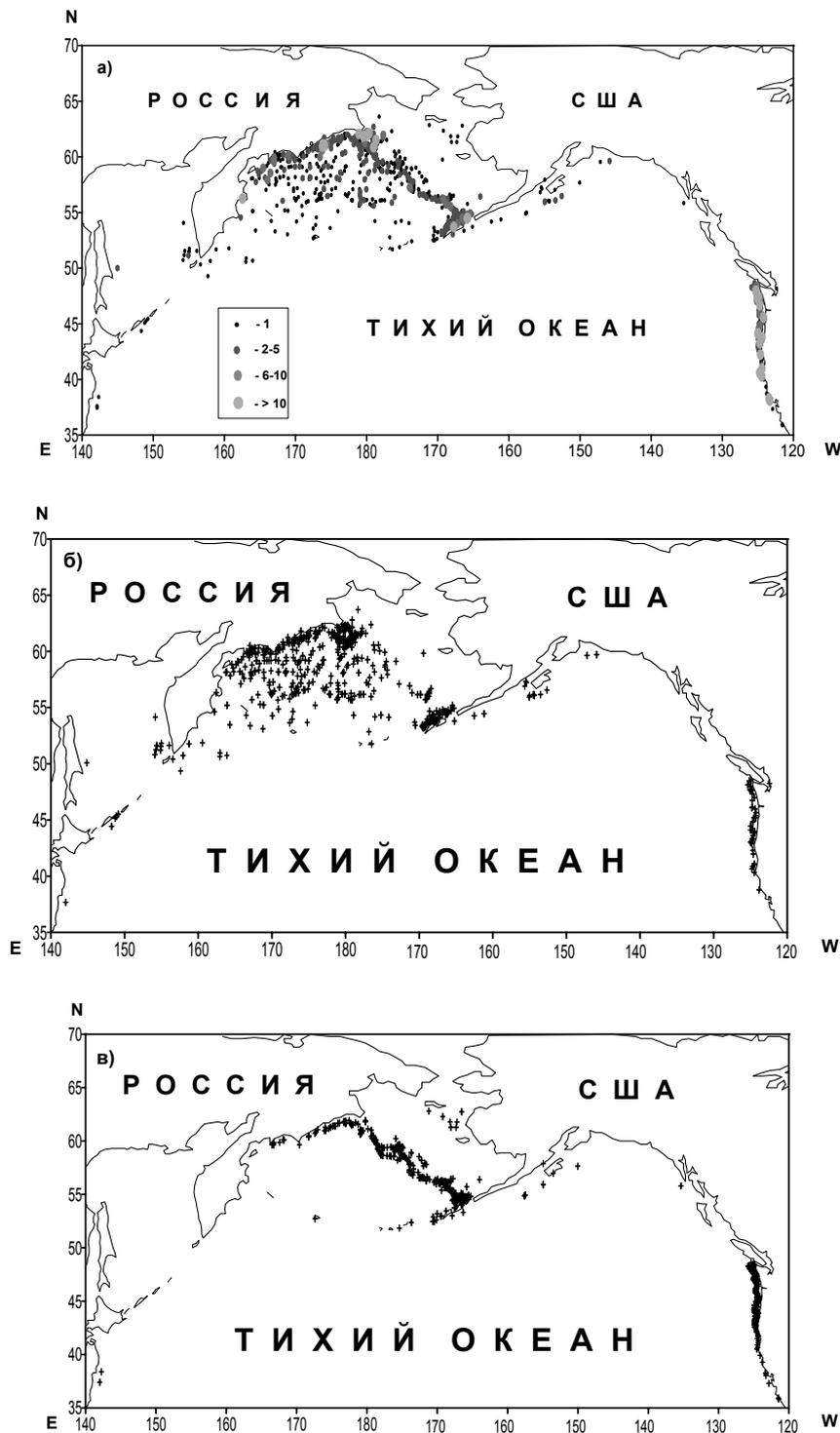
Анализ пространственного распределения (рис. 1а) подтверждает опубликованные сведения о том, что трехзубая минога распространена от побережья центрального Хонсю (Япония) до вод южной Калифорнии (в водах Мексики съемки не проводились). Наибольшей численности данный вид достигает в Беринговом море, где он встречается практически повсеместно за исключением ограниченной акватории в центральной южной части. Достаточно редки находки трехзубой миноги в мелководной восточной части Берингова моря, вероятно, потому что она избегает районов, где немногочисленны виды, на которых она паразитирует. Наибольшие по величине уловы (свыше 10 экз.) отмечались в Беринговом море у м. Наварин, в центральной части Корякского побережья, у м. Камчатский, в восточной части Алеутских о-вов и вдоль западного побережья Северной Америки от южной части о. Ванкувер до Сан-Франциско. Результаты анализа поимок трехзубой миноги разноглубинными тралами (рис. 1б), показывают, что в пелагиали данный вид распространен весьма широко. Вместе с тем, наши данные свидетельствуют о встречаемости данного вида в восточной части Охотского моря у юго-западного побережья Камчатки, который ранее был известен здесь лишь единичными находками [19]. Поимка трехзубой миноги у восточного побережья Сахалина вполне ве-

роятна, хотя и может быть недостоверной из-за ошибочной видовой идентификации. У дна (рис. 1в) трехзубая минога встречается преимущественно в Беринговом море вдоль материкового склона от м. Африка до восточной части Алеутского архипелага, а также у западного побережья Северной Америки к югу от о. Ванкувер. Отсутствие поимок рассматриваемого вида в водах Британской Колумбии объясняется отсутствием у нас данных траловых съемок из канадских вод, а редкость его находок в заливе Аляска как в пелагиали, так и у дна пока не находят каких-либо разумных объяснений. Хотя не исключено, что такой разрыв в распределении связан с существованием двух подвидов трехзубой миноги – северного и южного [20].

О вертикальном распределении рассматриваемого вида также известно немного. Существует мнение [15], что обитает трехзубая минога на больших глубинах (300-400 м и глубже). Более поздние ее поимки [9] показали, что она может паразитировать на сельди на глубинах порядка 5 м. Некоторые американские исследователи [21] максимальной глубиной обитания данного вида считают 800 м. Отечественные специалисты [12] полагают, что трехзубая минога может встречаться в диапазоне глубин 0-1100 м – поимки у поверхности нередки в прикурильских водах Тихого океана [11]. При этом в качестве предпочитаемых глубин указывается диапазон 200-1000 м [22].

Наши исследования показывают, что трехзубая минога в уловах донных тралов встречалась на глубинах 16-1193 м, при этом около 81% всех миног было поймано в диапазоне глубин до 300 м. В то же время в пелагиали разноглубинными тралами она попадалась в диапазоне глубин от 0 до 1485 м, а около 74% всех ее особей зафиксировано на глубинах менее 200 м. При этом значительное число особей (около 13%) отмечено в мезопелагиали на глубинах 400-500 м. Анализ изменения величины уловов в течение суток показывает, что трёхзубая минога может совершать суточные вертикальные миграции. В период с 0 до 9 часов ее уловы в пелагиали возрастают, а у дна наоборот сокращаются. В это время она, вероятно, поднимается ото дна в пелагиаль. С 9 до 18 часов наблюдается противоположная картина – уловы у дна увеличиваются, а в пелагиали сокращаются. С 18 часов до полуночи наблюдается рост величины уловов как в пелагиали, так и у дна, что пока тяжело поддается объяснению.

Между тем, нет единого мнения об экологическом статусе рассматриваемого вида. Некоторые авторы считают, что этот вид ведет преимущественно придонный образ жизни на больших глубинах [14]. Другие причисляют его к неритопелагическим [13], в то время как ряд исследователей [12, 21] рассматривает трехзубую миногу в качестве мезопелагического вида. Данный вид может встречаться и в эпипелагиали [23], при этом способен мигрировать далеко в открытый океан [17]. В мезопелагиали в диапазоне глубин 200-500 м трехзубая минога встречается существенно чаще, чем от 500 до 1000 м [24, 25], что подтверждается и нашими исследованиями. Подобные противоречия, на наш взгляд, могут быть вызваны слабой изученностью миграций миноги, а также, возможно, особенностей ее



а) – данные донных и пелагических тралений (кружки – уловы, экз. за лов), б) – данные пелагических тралений, в) – данные донных тралений

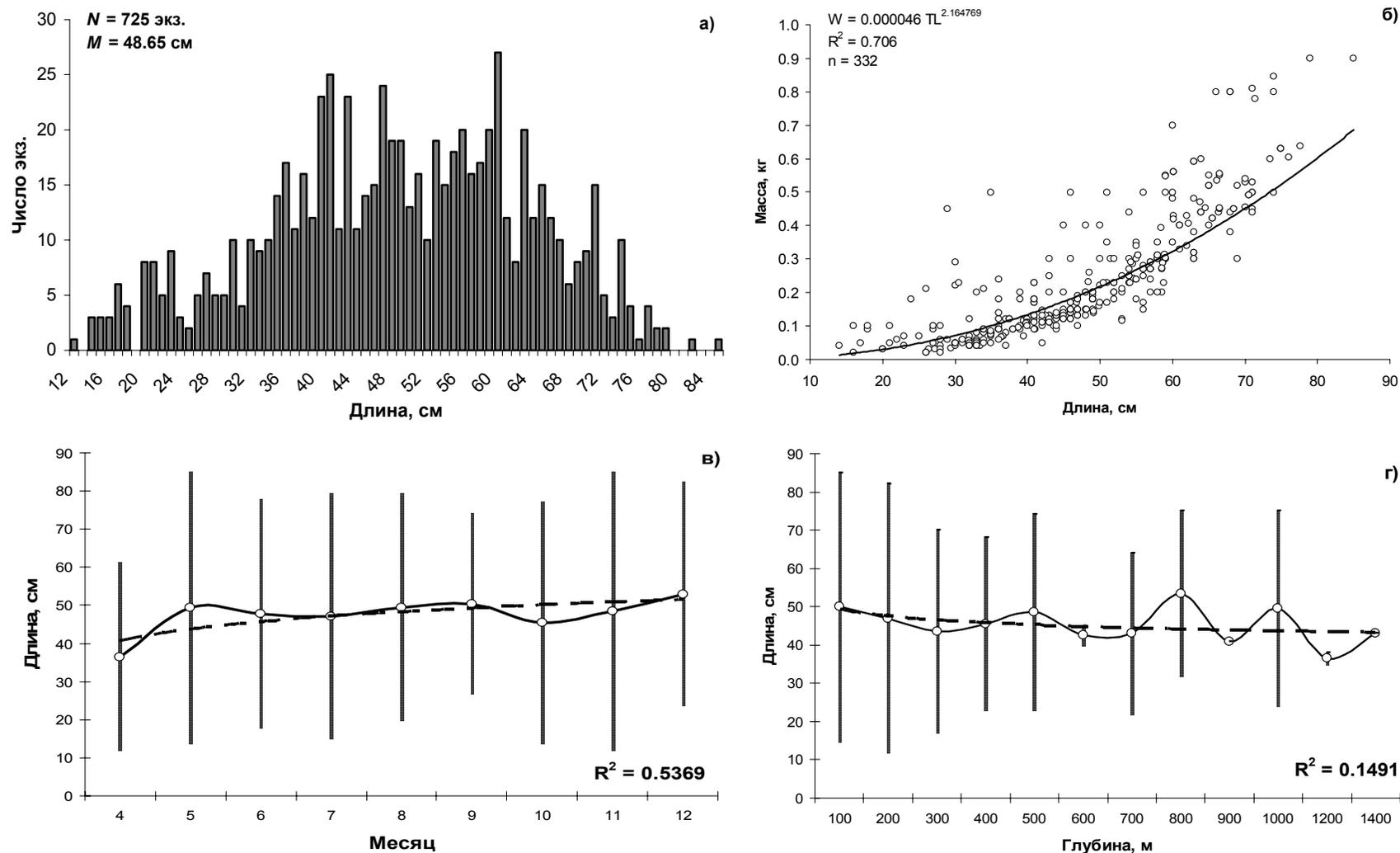
**Рисунок 1 – Пространственное распределение трёхзубой миноги в северной части Тихого океана**

поведения. Одни авторы [26] полагают, что она начинает паразитировать на рыбах еще в эстуариях перед выходом в море сразу после завершения метаморфоза или в последней его фазе. Другие [21] считают, что после миграций в море миноги уходят на глубины свыше 70 м. И первое, и второе суждение

противоречит сведениям о поимках паразитирующих на сельди взрослых особей длиной 41–65 см на глубине около 5 м [9]. Наши данные (Рис. 2г) также не подтверждают наличие достоверной связи ( $R^2 = 0.149$ ) между длиной тела миноги и глубиной лова – практически во всех обследованных диапазонах глубин встречаются особи самой разнообразной длины – от минимальной до максимальной. По всей видимости, трехзубая минога настолько пластичный вид, что может населять практически любой морской биотоп. И если ее поимки в эпипелагиали прикурильских вод и открытом океане еще возможно объяснить связью с распространением тихоокеанских лососей, на которых она нападает, а поимки у дна тем, что она паразитирует на целом ряде донных и придонных рыб, то высокая частота встречаемости в мезопелагиали пока не находит какого-либо серьезного объяснения.

Крайне скудны сведения о размерном составе трехзубой миноги, вылавливаемой в море. Несмотря на высокую частоту встречаемости данного вида в мезопелагиали [25], данные по размерному составу в литературе отсутствуют. Имеются лишь сведения о длине нескольких экземпляров, пойманных различными орудиями лова [9, 11, 14, 15] и одного, найденного в желудке кашалота [27]. Нет единого мнения и о максимальной длине трехзубой миноги. Одними авторами [3, 16] она признается равной 69 см, другими [28] – 73,1 см, третьими [18] – 76 см.

Наши данные показывают, что в траловых уловах трехзубая минога была представлена особями с длиной тела от 12 до 85 см (средняя 48.65 см). При этом в уловах численно доминировали особи с длиной тела от 40 до 63 см (Рис. 2а). Наличие нескольких пиков на графике размерного состава предполагает сложную размерно-возрастную структуру популяции с существованием нескольких возрастных группировок. Единая точка мнения на продолжительность морского периода жизни рассматриваемого вида отсутствует. Так, некоторые авторы [1] считают, что он составляет 12–20 месяцев, в то время как другие [24] указывают на неопределенность длительности нахождения миноги в море и, возможно, разную продолжительность морского периода у различных популяций. Как показали экспериментальные исследования [24], в лабораторных условиях продолжительность пребывания отдельных особей в соленой воде может составлять до 3,5 лет, что вполне согласуется с полученными нами данными по размерному составу. В пользу предположения о длительном нахождении трехзубой миноги в море говорят и изменения ее длины в течение года (Рис. 2в). Несмотря на положительный достоверный ( $R^2 = 0.537$ ) тренд увеличения средней длины от 36.5 см в апреле до 53.0 см в декабре, в течение этого периода в уловах были представлены особи с самой различной длиной тела – от минимальной до максимальной, что с большой долей вероятности свидетельствует о наличии в популяции различных по срокам рождения поколений.



**Рисунок 2 – Размерный состав (а) зависимости между длиной и массой тела (б) и длина тела трехзубой миноги в северной части Тихого океана в различные месяцы (в) и на различных глубинах (г). Вертикальные линии – колебания признака, кружки – средние значения, пунктирная линия – средневзвешенные значения**

Полностью до сих пор отсутствовали данные о зависимости между длиной и массой тела трехзубой миноги, по которым можно судить о характере ее роста в морской период, а также, возможно, получить сведения о межпопуляционных различиях. Наши данные показывают (Рис. 2б), что между длиной ( $TL$ ) и массой ( $W$ ) тела трёхзубой миноги существует надежная достоверная связь ( $R^2 = 0.706$ ), описываемая формулой:

$$W = 4.6 \times 10^{-5} TL^{2.1648}.$$

Полученное значение степенного коэффициента лежит за пределами нормальных для большинства морских рыб значений (2.5-3.5) и по своей величине ближе к таковым с угреобразной формой тела [29]. В целом, в период с мая по декабрь степенной коэффициент рассматриваемого уравнения варьировал в широких пределах от 1.112 до 3.080, достигая максимальных значений в августе-ноябре, вероятно, за счет активного питания трехзубой миноги в эти месяцы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Scott, W.B., Crossman, E.J. Freshwater fishes of Canada // *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*. 1973. № 184. P. 1-966.
2. Nagasawa, K., Torisawa, M. Fishes and marine invertebrates of Hokkaido: biology and fisheries. Sapporo: Kita-Nihon Kayo Center Co., Ltd. 1991. 415 p.
3. Борец, Л.А. Аннотированный список рыб дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО-центр. 2000. 192 с.
4. Орлов, А.М. Современное состояние, временные изменения состава, промысловый потенциал и перспективы рыбохозяйственной эксплуатации рыбных сообществ верхней батиаии прикурильских и прикамчатских вод Тихого океана // *Водные биологические ресурсы, их состояние и использование: Аналитическая и реферативная информация*. 2004. Вып. 1. М.: ВНИЭРХ. С. 2-34.
5. Ruiz-Campos, G., Gonzalez-Guzman, S. First freshwater record of pacific lamprey, *Lampetra tridentata*, from Baja California, Mexico // *California Fish and Game*. 1996. V. 82, № 6. P. 144-146.
6. Fukutomi, N., Nakamura, T., Doi, T. et al. Records of *Enthosphenus tridentatus* from Naka River system, central Japan; physical characteristics of possible spawning redds and spawning behavior in the aquarium. // *Japanese Journal of Ichthyology*. 2002. V. 49, № 1. P. 53-58.
7. Richards, J.E., Beamish, R.J., Beamish, F.W.H. Descriptions and keys for ammocoetes of lampreys from British Columbia, Canada // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1982. V. 39. P. 1484-1495.
8. Андрияшев, А.П. Очерк зоогеографии и происхождения фауны рыб Берингова моря и сопредельных вод. Л.: Издание ЛГУ. 1939. 187 с.
9. Прохоров, В.Г., Грачев, Л.Е. О нахождении трехзубой миноги *Enthosphenus tridentatus* (Gairdner) в западной части Берингова моря // *Вопросы ихтиологии*. 1965. № 4. С. 723-726.
10. Мягков, Н. Дальневосточные миноги // *Рыбоводство и рыболовство*. 1983. № 11. С. 10.
11. Федоров, В.В., Парин, Н.В. Пелагические и бентопелагические рыбы тихоокеанских вод России. М.: Изд-во ВНИРО. 1998. 154 с.

12. Шейко, Б.А., Федоров, В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holosephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы. Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. 2000. С.7-69.
13. Parin, N.V. An annotated catalog of fishlike vertebrates and fishes of the seas of Russia and adjacent countries. Part 1. Order Muxiniformes – Gasterosteiformes // Journal of Ichthyology. 2001. V. 41, Suppl. 1. P. S51-S131.
14. Новиков, Н.П. Случаи нападения трехзубой миноги *Entosphenus tridentatus* (Gairdner) на палтусов и других рыб Берингова моря // Вопросы ихтиологии. 1963. Т. 3, № 3. С. 567-569.
15. Абакумов, В.А. О морском периоде жизни тихоокеанской трехзубой миноги – *Entosphenus tridentatus* (Richardson) // Труды ВНИРО. 1964. Т. 49. С. 253-256.
16. Hart J.L. Pacific fishes of Canada // Bulletin of Fisheries Research Board of Canada. 1973. № 180. P. 1-740.
17. Beamish, R.J. Adult biology of the river lamprey (*Lampetra ayresi*) and Pacific lamprey (*Lampetra tridentata*) from the Pacific coast of Canada // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980. V. 37. P. 1906-1923.
18. Love, M. Probably more than you want to know about the fishes of the Pacific coast. Santa Barbara: Really Big Press. 1996. 381 p.
19. Свиридов, В.В. Пространственно-временная изменчивость распределения основных видов хищных рыб и рыбообразных – потребителей тихоокеанских лососей в дальневосточных морях // Бюллетень №1 реализации "Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей". Владивосток: ТИНРО-центр. 2006. С. 266-276.
20. Hubbs, C.L. Occurrence of the Pacific lamprey, *Entosphenus tridentatus*, off Baja California and in streams of Southern California; with remarks on its nomenclature. San Diego Society of Natural History. 1967. 20:303-311.
21. Close, D.A., Fitzpatrick, M., Li, H., et al. Status report of the Pacific lamprey (*Lampetra tridentata*) in the Columbia River basin // Technical Report DOE/BP--39067-1 (Contract 95BI39067). U.S. Department of Energy, Bonneville Power Administration, Environment, Fish and Wildlife. P.O. Box 3621, Portland, OR 97208-3621, USA. 1995. 35 p.
22. Федоров, В.В. Видовой состав, распределение и глубины обитания видов рыбообразных и рыб северных Курильских островов // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских о-вов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992-1998 гг. М.: Изд-во ВНИРО, 2000. С. 7-41.
23. Иванов, О.А. Эпипелагическое сообщество рыб и головоногих моллюсков прикурильских вод Тихого океана в 1986-1995 гг. // Изв. ТИНРО. 1998. Т.124. С. 3-54.
24. Баланов, А.А., Ильинский, Е.Н. Видовой состав и биомасса мезопелагических рыб Охотского и Берингова морей // Вопр. ихтиологии. 1992. Т.32. №1. С. 56-63.
25. Баланов, А.А., Радченко, В.И. Состав и распределение рыб в мезо- и батипелагиали Берингова и Охотского морей // Комплексные исследования экосистемы Берингова моря. М.: Изд-во ВНИРО, 1995. С. 335-343.
26. Anderson, J.W. A description of Pacific lamprey life history, physical habitat and water quality criteria, and their current status downstream of the Hells Canyon complex (E.3.1-3, chapter 4) // Report to Oregon and Idaho Bureau of Land Management, November 9, 2002. World Wide Web Publication, 2002.

<http://www.or.blm.gov/vale/ferc/ferc-internet/29A.pdf>.

27. Световидова, А.А. О нахождении тихоокеанской миноги *Entosphenus tridentatus* (Gairdner) в советской части Берингова моря // Доклады Академии Наук СССР. 1948. Т. 61. № 1. С. 151-152.

28. Amaoka, K., Nakaya, K., Yabe, M. The fishes of northern Japan. Sapporo: Kita-Nihon Kaijo Center Co. Ltd. 1995. 390 p.

29. Froese, R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations // Journal of Applied Ichthyology. 2006. V. 22. P

## ИЗОФЕРМЕНТНЫЕ СПЕКТРЫ ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ОРГАНОВ ХИЩНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

А. Р. Унжаков, Н. Н. Тютюнник, Х. И. Мелдо

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск (Россия)

E-mail: uar@bio.krc.karelia.ru; tyutyunnik@krc.karelia.ru

В системе эколого-биохимических адаптаций животных важная роль принадлежит изоферментам лактатдегидрогеназы (ЛДГ; КФ 1.1.1.27). Выступая в качестве регуляторов общей активности ферментов и направленности метаболизма, эти изоэнзимы участвуют в процессах приспособления к флуктуациям внешних факторов и тем самым обеспечивают специфический обмен, характерный для каждого типа тканей [1, 2]. Известно, что у большинства млекопитающих и птиц в соматических клетках присутствуют пять изоферментов ЛДГ (ЛДГ-1, ЛДГ-2, ЛДГ-3, ЛДГ-4, ЛДГ-5), каждый из которых является тетрамером и соответствует комбинации двух разных типов полипептидных цепей - субъединиц А (М) и В (Н), кодируемых двумя структурными генами *Ldh-A* и *Ldh-B*. Изоферменты ЛДГ, не идентичны и в физиологических условиях катализируют противоположно направленные реакции взаимопревращений лактата и пирувата, осуществляя собственно пируваткиназную (восстановление пирувата в лактат с помощью "анаэробных" изоферментов с полипептидами А) или лактатдегидрогеназную (окисление лактата в пируват с помощью "аэробных" изоферментов с полипептидами В) реакций.

Объектами исследования являлись животные, разводимые в клетках: представители отряда хищных (*Carnivore*) семейства Собачьих (*Canidae*) - песцы (*Alopex lagopus* L.), лисицы (*Vulpes vulpes* L.), енотовидные собаки (*Nyctereutes procyonoides* Gray), норки (*Mustela vison* Schr.), хорьки (*Mustela putorius furo*). Разделение изоферментов ЛДГ экстрактов тканей почек, печени, и скелетных мышц взятых у взрослых животных во время планового осеннего забоя осуществляли методом горизонтального электрофореза в пластинках агарового геля по Вайму [3]. Количественную оценку соотношения изоферментов ЛДГ осуществляли после гистохимического ок-

рашивания образцов путем сканирования электрофореграмм. Содержание изоферментов ЛДГ выражали в % от общей активности фермента. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента.

Данные о распределении изоферментных спектров ЛДГ почек, скелетных мышц и печени у представителей отряда хищных приведены в таблице 1. Обращает на себя внимание, что изоферментные спектры ЛДГ органов в большинстве случаев соответствуют метаболическому профилю тканей и находятся в тесной зависимости от видовой принадлежности животных, их экологической специализации.

**Таблица 1 – Распределение изоферментных фракции ЛДГ в органах песцов, лисиц и енотовидных собак**

Виды и количество животных	Фракции (%)				
	ЛДГ-1	ЛДГ-2	ЛДГ-3	ЛДГ-4	ЛДГ-5
Почки					
Песец	36.1 ± 1.4	15.0 ± 1.1	7.2 ± 0.6	10.0 ± 0.8	30.7 ± 1.9
Лисица	25.5 ± 1.5	17.4 ± 1.2	16.1 ± 1.4	17.0 ± 1.1	24.0 ± 1.2
Енотовидная собака	36.6 ± 2.1	23.3 ± 1.2	21.4 ± 1.4	3.9 ± 1.1	14.6 ± 1.6
Печень					
Песец	8.5 ± 1.1	6.0 ± 0.9	7.8 ± 0.8	9.6 ± 1.4	68.0 ± 1.8
Лисица	21.2 ± 1.4	13.6 ± 1.1	16.2 ± 1.6	19.6 ± 1.3	27.4 ± 0.9
Енотовидная собака	14.1 ± 0.8	17.6 ± 1.7	11.2 ± 1.1	14.3 ± 1.1	42.8 ± 2.1
скелетная мышца					
Песец	23.4 ± 2.2	16.4 ± 1.5	6.1 ± 0.7	8.8 ± 1.1	45.1 ± 2.2
Енотовидная собака	14.1 ± 0.8	51.7 ± 1.3	29.9 ± 1.8	4.0 ± 0.2	0.3 ± 0.1

Песцы, лисицы, енотовидные собаки близки по живой массе, но различаются по экогенезу. Песцы выходцы Заполярья, лисицы – аборигены данной местности, енотовидные собаки – обитатели юга Дальнего Востока, акклиматизированные в условиях Северо-Запада России [4].

Анализ изоферментных спектров ЛДГ экстрактов почек данных представителей отряда хищных позволил выявить общие тканеспецифичные закономерности распределения изоферментов, свойственные другим млекопитающим. В тканях сердца и почек наблюдалось высокое суммарное содержание анодных изоферментов ЛДГ-1 и ЛДГ-2. (табл. 1). У песца оно составляло 90.2, лисицы 73.8, енотовидной собаки 83.8% от общей активности, при полном отсутствии катодных изоферментов у последней и низком их содержании у первых двух, что обуславливало высокое содержание В-субъединиц (от 76% до 84%, соответственно) и обеспечивало устойчивое протекание аэробного гликолиза.

В тканях почек енотовидной собаки суммарное содержание ЛДГ-1 и ЛДГ-2 по сравнению с песцами и лисицами было самым высоким, составляя 59.9%, а содержание ЛДГ-4 + ЛДГ-5 – самым низким – 18.6% от общей активности, в результате чего доля В-субъединиц в почках енотовидной собаки составляла две трети их суммарного состава (отношение В:А равнялось 66:34), что соответствовало классическому распределению фракций ЛДГ в

данном органе, выражающееся в высоком содержании аэробных субъединиц.

В почках песцов и лисиц, по существу, содержание В и А субъединиц было почти равным. Их соотношение у первых составляло 54:46, у вторых 51:47, т.е. аэробный гликолиз в почках уравнивался анаэробным. Известно, что у песцов, как и у других собачьих, в почках наблюдается усиленный синтез ЛДГ-5. Его содержание составляет по данным Everse, Kaplan [5]  $30.7 \pm 1.9\%$  от общей активности, что обеспечивает достаточно высокое содержание А- субъединиц фермента. Очевидно энергетические траты данного органа в значительной степени покрываются за счет распада углеводов и, как видно, у песцов и лисиц при использовании его альтернативных путей.

Ткани скелетных мышц песцов характеризовались высоким содержанием ЛДГ-5 – 45.05% от общей активности, что характерно для данного органа, при достаточно высоком уровне анодных фракций – 39.79%. В целом, соотношение В к А субъединицам составляло 43:57, свидетельствуя об интенсивном анаэробном гликолизе. У енотовидной собаки это соотношение было несколько другим по сравнению с тканями мышц песцов и составляло 67:31, указывая на интенсивно идущий аэробный гликолиз. Действительно, в изоферментном спектре скелетных мышц енотовидной собаки наблюдались лишь следы ЛДГ-5 и очень низкое содержание ЛДГ-4, что явилось видовой особенностью данных животных. У енотовидной собаки, в природе впадающей в кратковременный зимний сон [6, 7] осенний период (а образцы скелетных мышц мы собирали именно осенью) связан с интенсивной подготовкой к зиме, когда энергообеспечение идет по эффективному аэробному пути. На это указывает и более высокая, по сравнению с песцами, аэробизация изоферментного спектра ЛДГ почек, когда нагрузка на данный орган резко возрастает в связи с усиленным накоплением живой массы на 50% [6].

В печени песцов, лисиц и енотовидных собак относительное содержание А-субъединиц превышало таковое В-субъединиц, свидетельствуя о высокой интенсивности анаэробного гликолиза. У песцов соотношение В к А субъединицам составляло 21:79; у лисиц 44:56; у енотовидных собак – 36:64. У песцов это соотношение складывалось из высокого относительного содержания ЛДГ-5 (68%), что характерно для многих млекопитающих и низкого ЛДГ-1 (8.5%). У лисиц эти изоферменты находились почти в равных отношениях, но все же сумма катодных ЛДГ-4 + ЛДГ-5 была выше, чем анодных ЛДГ-1 + ЛДГ-2. Обращает на себя внимание более аэробизированный, чем у песцов, изоферментный спектр ЛДГ печени енотовидных собак, у которых не только более низкое, чем у песцов относительное содержание ЛДГ-5 (42.8% от общей активности), но и более высокое (почти в 2 раза) суммарное содержание ЛДГ-1 + ЛДГ-2 (31.7%). Интересно отметить, что у енотовидной собаки, по сравнению с другими представителями сем. собачьих меньше индекс печени [4, 8], ниже температура тела ( $37.4 \dots 37.6^\circ\text{C}$ ), т.е. менее интенсивен обмен веществ. Как видно, энергообеспечение организма идет по более эффективному аэробному пути, о чем свидетельствует более аэробизированный спектр ЛДГ печени, почек, сердца по отношению к другим собачьим.

Среди представителей семейства собачьих енотовидная собака стоит особняком. Это единственный вид среди представителей семейства собачьих, впадающий в зимний сон, в период, когда затрудняется добыча пищи. Енотовидные собаки, содержащиеся в неволе, как правило, не спят, но становятся малоактивными. Они, как и все хищные пушные звери, сохранили сезонную цикличность обмена веществ. Было показано, что интенсивное накопление живой массы в осенний период, состоящей на 80% из жира, было сопряжено с достаточно высоким уровнем тиреоидных гормонов, а зимний гипотиреоз являлся результатом уменьшения уровня потребления пищи. Очевидно, обнаруженная нами значительная аэробизация изоферментных спектров ЛДГ печени, скелетных мышц, почек, свидетельствующая о стимуляции аэробного гликолиза у этих зверей, была связана именно с цикличностью основного обмена и осенним всплеском уровня тиреоидных гормонов, роль которых в регуляции окислительного метаболизма известна. Осеннее повышение живой массы, почти вдвое, у енотовидных собак свидетельствовало о накоплении жировых резервов [4, 8] и усиленно идущих эндоэргонических биосинтезах, с чем очевидно и была связана стимуляция аэробного гликолиза, дающего более эффективным путем энергию для этих процессов. Это можно рассматривать как адаптивную реакцию организма, сложившуюся исторически и направленную на повышение фонда эндогенных жиров, предотвращающих организм в зимний период от экстремальных воздействий - низких температур и недостатка кормов.

Таким образом, перестройки молекулярного профиля ЛДГ органов, отражающие направленность гликолиза в тканях пушных зверей различного экогенеза в соответствии с особенностями среды обитания представляют еще один пример общей закономерности приспособлений на тонком биохимическом уровне. Расшифровка направленности гликолиза дает информацию о тонкой регуляции биохимических функций в общей системе ферментных адаптаций сообразно требованиям внешней среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хочачка П., Сомеро Д. Стратегия биохимической адаптации. М.: Мир, 1988. 568 с.
2. Райдер К., Тейлор К. Изоферменты. М.: Мир, 1983. 197 с.
3. Wieme R. Studies on agar-gel electrophoresis. Brussels, 1959. 519 p.
4. Морозов В.Ф. Енотовидная собака // Охота на пушных. М.: Лесная промышленность, 1976. С. 98-141.
5. Everse J. Kaplan O.N. Lactate dehydrogenase: structure and functions // Adv. Enzymol. 1973. V. 37. P. 61-133.
6. Наточин Ю.В. Водно-солевой гомеостаз, эволюция и экология // Препринт научного доклада на 6 Всес. конф. по экологической физиологии. Сыктывкар, 1982.
7. Слоним А.Д. Среда и поведение Л.: Наука, 1976. 209 с.
8. Korhonen H. Relationship between seasonal energy economy and thyroid activity in farm raised racoon dogs // Comp. Biochem. Physiol. 1987. V. 87A. № 4. P. 983-988.

## **ФИТОЭПИФИТОН РЕЧНОГО УЧАСТКА КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

**О. С. Тарашук**

*Институт гидробиологии НАНУ, Киев (Украина)*

*E-mail: hydrobiol@igb.ibc.com.ua*

В фитоэпифитоне речного участка Каневского водохранилища обнаружено 180 видов водорослей (188 внутривидовых таксонов (ввт)), из двух царств, 7 отделов, 13 классов, 31 порядка, 46 семейств, 79 родов. Преобладают Bacillariophyta (52% общего числа видов), на втором месте – Chlorophyta (26%), на третьем – Streptophyta (11%), Цианобактерии занимают четвертое место (8%). Доля остальных отделов в сумме не превышает 4% общего количества видов. Впервые установлено, что видовое богатство, состав ведущих семейств, флористические спектры фитоэпифитона зависят от гидрологических условий. Сезонная динамика общего видового богатства фитоэпифитона характеризуется одним летним максимумом. 69 видов (38% общего их количества) являются облигатными или факультативными эпифитонтами, 111 видов (62%) – аллохтонами, попавшими в обрастания из толщи воды или со дна. На всех станциях эпифитонты по числу видов, численности и биомассе преобладают над аллохтонами. 47% общего количества ввт являются индикаторами степени проточности, 74% – индикаторами солености, 22% – показателями температурных условий, 58% – pH, 75% – индикаторами сапробности. Преобладают эврибионтные виды с повышенной толерантностью к факторам окружающей среды. По соотношению количества видов фитоэпифитона, принадлежащих к разным зонам сапробности, речной участок Каневского водохранилища можно отнести к  $\beta$ -мезосапробной зоне.

## **ВЛИЯНИЕ АДЕНОЗИНФОСФАТОВ НА АКТИВНОСТЬ ГЛУТАТИОНПЕРОКСИДАЗЫ ИЗ ПЕЧЕНИ КРЫС В НОРМЕ И ПРИ РАЗВИТИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТОКСИЧЕСКОГО ГЕПАТИТА**

**К. К. Шульгин, Т. Н. Попова, Т. И. Рахманова, А. А. Агарков**

*Воронежский Государственный Университет, Воронеж (Россия)*

*E-mail: tropova@bio.vsu.ru*

В развитии токсического гепатита существенную роль играют свободнорадикальные процессы. Имеющиеся литературные данные позволяют предполагать, что активные формы кислорода (АФК), образующиеся в реакциях митохондриального и микросомального окисления при неполном

восстановлении кислорода принимают непосредственное участие в развитии повреждения гепатоцитов печени [1]. Контроль свободнорадикальных процессов достигается за счет функционирования многоуровневой системы защиты организма, включающей ферментативное и неферментативное звенья. Ведущее место в системе ферментативной антиоксидантной защиты организма занимает глутатионпероксидаза (ГП; К.Ф. 1:11.1.9.), катализирующая реакцию детоксикации органических и неорганических пероксидов без образования свободных радикалов, используя в качестве донора водорода восстановленный глутатион [2]. Поскольку аденозинфосфаты являются индикаторами энергетического состояния клетки, было проведено исследование их влияния на глутатионпероксидазу.

Токсическое повреждение печени моделировали пероральным введением 33% раствора  $CCl_4$  в вазелиновом масле из расчета 64 мкл  $CCl_4/100$  г веса животного [3]. Забой животных производили на 4 сутки после введения токсического агента. Печень извлекали после многократного перфузирования ледяным физиологическим раствором и использовали для дальнейших исследований. Активность ГП определяли спектрофотометрически при 340 нм. За единицу активности (Е) принимали количество фермента, катализирующее превращение 1мкМ субстрата за 1 минуту при 25°C. Активность фермента выражали в виде удельной активности. Общий белок определяли по методу Лоури [4]. Опыты проводили в 3-4-х кратной повторности. Обсуждаются статистически достоверные различия при  $P < 0,05$  [5]. Процедура очистки ГП из печени крысы включала несколько стадий: гель-фильтрацию на сефадексе G-25, ионообменную хроматографию на ДЭАЭ-целлюлозе, концентрирование с помощью ячейки «Amicon», хроматографию на колонке с Тойоперл HW – 65.

С помощью разработанного метода очистки были получены очищенные в 112 и 104 раза ферментные препараты ГП из печени контрольных и подвергнутых ЭТГ крыс с удельной активностью 1,46 и 3,64 Е/мг белка, выход составил 7 и 8% соответственно.

Результаты исследования влияния АДФ показали, что данный метаболит ингибирует ГП из печени крысы контрольных и подвергнутых ЭТГ крыс. В условиях нормы наблюдается более сильный ингибирующий эффект, чем при ЭТГ. Наиболее выраженное торможение ферментативной активности в норме и при ЭТГ имеет место при концентрации метаболита более 0,2 мМ.

Было выявлено, что при низких концентрациях АДФ (до 0,2 мМ) наблюдается незначительное повышение активности фермента как в норме, так и при токсическом гепатите. При дальнейшем повышении концентрации метаболита наблюдается угнетение активности ГП, более выраженное для фермента из патологически измененной печени. При более высоких концентрациях АДФ – 0,4-1 мМ, степень ингибирования фермента снижается, как в норме, так и при ЭТГ.

Также было исследовано влияние АМФ на скорость ферментативной

реакции. В условиях нормы наблюдается незначительный активирующий эффект АМФ на ГП при концентрациях метаболита до 0,3 мМ. При дальнейшем повышении концентрации АМФ имеет место ингибирование активности ГП. При ЭТГ данный нуклеотидфосфат в концентрациях до 0,05 мМ оказывает активирующее действие, которое при дальнейшем повышении концентрации уменьшается и при концентрациях более 0,5 мМ имеет место выраженный ингибирующий эффект.

Таким образом, адениннуклеотиды могут принимать участие в регуляции активности фермента антиоксидантной защиты - глутатионпероксидазы. Выявлено, что фермент из печени контрольных и подвергнутых токсическому гепатиту крыс характеризуется различной чувствительностью к данным соединениям.

*Работа поддержана финансированием Министерства образования и науки РФ по программе "Развитие научного потенциала высшей школы" РНП.2.1.1.4429*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ambrosio G. Evidence for a reversible oxygen radical mediated component of reperfusion injury: reduction by recombinant human superoxid dismutase administered at the time of reflow. // *Circulation*. 1987. V.75, № 1. P. 282-291.
2. Кулинский В.И. Биологическая роль глутатиона // *Успехи современной биологии*. 1990. Т.110. №1. С.20.
3. Zhu W. The roles played by crucial free radicals like lipid free radicals, nitric oxide, and enzymes NOS and NADPH in CCl<sub>4</sub>- induced acute liver injury of mice // *Free Radic. Biol. Med.* 2000. V.29, №9. P.870-880.
4. Lowry O.H. Protein measurement with the Folin-Phenol reagent. // *J. Biol. Chem.* 1951. V.194, №1. P.265-271.
5. Ллойд Э. Справочник по прикладной статистике. М.: Финансы и статистика, 1990. С.493-513.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ АДЕНОЗИНФОСФАТОВ НА АКТИВНОСТЬ ГЛУТАТИОНРЕДУКТАЗЫ ИЗ ПЕЧЕНИ КРЫС В УСЛОВИЯХ НОРМЫ И ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ТОКСИЧЕСКОМ ГЕПАТИТЕ

**А. А. Агарков, Т. Н. Попова, А. В. Семенихина, К. К. Шульгин**  
*Воронежский Государственный Университет, Воронеж (Россия)*  
*E-mail: tropova@bio.vsu.ru*

Полагают, что развитие многих патологических состояний различной этиологии, в том числе и токсических поражений печени, сопровождается гиперпродукцией активных форм кислорода и истощением антиоксидантной системы организма, что сопряжено с активацией свободнорадикальных (СР)

процессов, нарушениями в свойствах биомембран и функционировании клеток, приводящими к окислительному стрессу [1]. Основой эффективного защитного механизма, который в среде с сильными окислительными свойствами, поддерживает функционально важные SH-группы глутатиона в восстановленном состоянии, служит глутатионредуктаза (ГР; КФ 1.6.4.2). Данный фермент является флавопротеином, который функционирует как в цитоплазме, так и в митохондриях, используя в качестве кофермента НАДФН [2]. Поскольку относительные концентрации аденозинфосфатов являются важными факторами, контролирующими метаболические процессы в клетке, было проведено исследование их влияния на ГР-реакцию.

Экспериментальный токсический гепатит (ЭТГ) у животных вызывали путем перорального введения  $CCl_4$  в виде раствора в вазелиновом масле в дозе 0,064 мл на 100 г веса животного [3]. На четвертые сутки после воздействия  $CCl_4$  печень крысы, подвергнутой токсическому гепатиту, извлекали под наркозом после многократного перфузирования ледяным физиологическим раствором и использовали для дальнейших исследований [4]. Активность ГР определяли спектрофотометрически при 340 нм. За единицу активности ГР (Е) принимали количество фермента, катализирующее превращение 1мкМ субстрата за 1 минуту при 25°C. Активность фермента выражали в виде удельной активности. Общий белок определяли по методу Лоури [5]. Опыты проводили в 3-4-х кратной повторности. Обсуждаются статистически достоверные различия при  $P < 0,05$  [6]. Процедура очистки ГР из печени крысы включала несколько стадий: фракционирование белков сульфатом аммония в пределах насыщения 40-70%, гель-фильтрацию на сефадексе G-25, ионообменную хроматографию на ДЭАЭ-целлюлозе, концентрирование с помощью ячейки «Amicon», хроматографию на колонке с Тойоперл HW – 65.

С помощью 108- и 105-кратных очисток были получены ферментные препараты ГР из печени контрольных и подвергнутых гепатиту крыс с удельной активностью 1,19 и 2,42 Е/мг белка и выходом 9,3% и 9,5% соответственно. Показано, что АДФ оказывает активирующий эффект на фермент из печени интактных животных при концентрации интермедиата до 0,5 мМ. Дальнейшее увеличение концентрации ведет к снижению активности фермента на 50%. При ЭТГ АДФ активирует фермент во всем диапазоне исследуемых концентраций. Максимальный активирующий эффект наблюдается при 0,5 мМ концентрации метаболита.

Установлено, что АДФ приводит к увеличению ГР-активности как в норме, так и при токсическом гепатите. Однако, наибольшая активация характерна для фермента из печени крыс контрольной группы. Так, при концентрации метаболита 0,5 мМ активность ГР возрастает более чем в 2 раза. Незначительное увеличение активности фермента из печени экспериментальной группы животных (на 25%) наблюдается при концентрациях АДФ до 0,8 мМ. При дальнейшем увеличении концентрации выявлено снижение ферментативной активности на 20%.

АМФ также может принимать участие в регуляции активности ГР. Так, в

условиях нормы данный метаболит оказывает стимулирующее действие на активность фермента на всем диапазоне исследуемых концентраций. Максимальный активирующий эффект наблюдается при концентрации АМФ 0,3 мМ. Подобная динамика выявлена и в отношении ГР из печени опытной группы животных при концентрациях метаболита до 0,8 мМ. Дальнейшее ее увеличение подавляет ферментативную активность на 50%.

Таким образом, полученные данные могут способствовать выяснению механизмов координации энергетического состояния клетки и функционирования важного компонента глутатионовой антиоксидантной системы – глутатионредуктазы.

*Работа поддержана финансированием Министерства образования и науки РФ по программе “Развитие научного потенциала высшей школы” РНП.2.1.1.4429*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н.А. Критерии адаптации и экопортрет человека // Бюлл. СО АМН СССР. 1981. №. 6. С. 35.
2. Карпищенко А.С. Медицинская технология и лабораторная диагностика. Справочник в 2т. Т.1. Медицинские и лабораторные технологии. СПб: Интермедика, 1999. 650 с.
3. Сидорова В.Ф. Регенерация печени у млекопитающих. М.: Медицина, 1966. 240 с.
4. Федорова Н.Ю. Состояние системы глутатионпероксидазы- глутатионредуктазы в стимулированном к регенерации органе и ее роль в клеточной пролиферации: Дис. канд. биол. наук. Воронеж: ВГУ, 1999. 186 с.
5. Lowry O.H. Protein measurement with the Folin-Phenol reagent. // J. Biol. Chem. 1951. V.194, №.1. P.265-271.
6. Ллойд Э. Справочник по прикладной статистике. М.: Финансы и статистика, 1990. С.493-513.

## К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ПОРОД СОБАКИ ДОМАШНЕЙ

**И. В. Смирнова**

*Череповецкий государственный университет, Череповец (Россия)*

Все породы собак (за исключением собак бойцовых пород) формировались путем перестройки функциональной последовательности хищнического поведения, удаляя некоторые из ее элементов и модифицируя другие, а так же соединяя их в непрерывные цепочки или, наоборот, разъединяя сопряженные элементы. Основная врожденная последовательность выглядит так: поиск – наблюдение/выслеживание – преследование – нападение – умерщвление – раздирание – поедание [2]. У каждой породы пред-

ставлены несколько или все элементы хищнического поведения. Причем у каких-то пород те или иные элементы имеют свою специфику, у других некоторые элементы заменены новыми или же вообще отсутствуют. Так, например, у лучших сторожевых собак последовательность редуцирована до последнего элемента – поедание. Если у нее и есть какие-либо другие элементы, то это чаще всего преследование и нападение [2].

В данной работе к собакам бойцовых пород относятся собаки, которые первоначально выводились для участия в собачьих боях и травле животных. В настоящее время они представлены группой терьеров буль-типа.

Бойцовые собаки имеют свои специфические особенности поведения. Вероятно, у них тем или иным образом модифицированы, гипертрофированы, либо отсутствуют какие-то элементы поведения, но в отличие от других пород изменения затрагивают не последовательность хищнического поведения, а социальные контакты и поведение, связанное с избеганием опасности. Например, они не распознают позы подчинения других собак и не реагируют на них, так же никогда не демонстрируют их сами [2]. То есть, в процессе выведения пород собак у них изменяется та или иная последовательность автоматического поведения.

Целью данной работы было определить, изменилось ли в процессе выведения собак бойцовых пород социальное поведение. В задачи входило: определить особенности социального поведения у собак высокосоциальных пород и пород со средней социальностью; определить особенности социального поведения у собак бойцовых пород. Данная работа проводится впервые. До этого разные авторы только теоретически отмечали изменение социального поведения у собак бойцовых пород, не доказывая ничего практически. Результаты данной работы имеют большое значение для ветеринаров, дрессировщиков, владельцев собак, так как позволяют лучше понять поведение собак, точнее диагностировать девиантное поведение и правильнее его корректировать.

Работа проводится в городе Череповце, начиная с 2000 года на базе городских клубов собаководства и частных питомников. Так же проводились индивидуальные консультации владельцев собак на базе вет.клиники «Поливет». Проанализировано поведение 152 собак бойцовых пород, 154 собак из группы молоссоидов, и 146 собак из группы истинные овчарки. Основными методами исследования были наблюдение и метод «стимул-реакция» [3] по результатам был проведен мотивационный анализ поведения собак.

Результаты и их обсуждение:

Социальное поведение – это совокупность поведенческих актов животных, направленных на регуляцию отношений в группе или между несколькими, одиночно живущими особями. Отношение между особями внутри группы регулируются системой социальной иерархии [4].

Размеры стаи у молоссоидов как правило, относительно невелики. У собак возможно существование как жесткой, или линейной иерархии, так и гибкой. Между собаками в разновозрастной стае складываются сложные

отношения. Параллельно существуют социальные структуры сук и кобелей. Отношения между суками очень жесткие, мало ритуализированные. Для поддержания порядка необходимо вмешательство кобеля-доминанта. В его отсутствие между взрослыми суками практически неизбежны неритуализированные драки. В ряде случаев такие столкновения приводили к увечьям участниц, либо гибели одной из них.

Лишь доминант контролирует обе системы взаимосвязей, прочие кобели стараются не вмешиваться во взаимоотношения сук. В стае с лабильной иерархией возникают присущие только ей лояльные союзы между кобелями разных рангов [5]. Лояльные союзы у среднеазиатских овчарок чаще наблюдают между матерью и взрослой дочерью. Обычно они оказываются очень долгими и сохраняются до смерти матери.

И у кавказских, и у среднеазиатских овчарок суки достаточно часто проявляют агрессию на чужих подсосных щенков, стремясь их уничтожить. Совместное выращивание пометов несколькими суками – явление крайне редкое. В норме суки прячут помет от других самок и яростно защищают от них щенков. Кобели агрессии к щенкам не проявляют, но все-таки начинают заниматься с ними лишь во втором периоде социализации.

Суки на долгие годы сохраняют приятные отношения к собственным взрослым детям. Кобели жестко третируют подросших сыновей, требуя безусловного подчинения. Взрослым дочерям явно симпатизируют, реагируя на них как на потенциальных брачных партнеров.

Ввести взрослую собаку в сформированную стаю практически невозможно. Кобель становится объектом агрессии не только вожака, но и наиболее опытных взрослых сук. Сука, даже при интересе к ней вожака, будет атакована другими самками. Конфликты с чужаком, попавшим на территорию стаи, если он не подчиняется и не демонстрирует готовности бежать прочь, обычно мало ритуальны. Неполовозрелый щенок может быть усыновлен.

Прогулочная стая: опирается лишь на зачатки иерархических отношений, установление статуса собаки усложнено из-за постоянного вмешательства владельца.

Для овчарок характерна такая же структура стаи, как и для молоссов. Но драки между животными более редки. Если драки и возникают, то редко приводят к увечью или смерти собак. Относительно легко ввести в сформированную стаю новую собаку. Если новое животное демонстрирует готовность подчиняться вожаку, то дело обходится без драк, особенно если животных знакомят на нейтральной территории.

Для бойцовых собак формирование стай не характерно. Эти собаки практически никогда не примут другую собаку, даже если она другого пола. В том случае, если человек держит двух и более бойцовых собак, то возникают не ритуализированные драки, которые часто приводят к смерти одной из собак. Суки агрессию на чужих подсосных щенков не проявляют, а более старших щенков могут убивать. Эти собаки не входят и в прогулочные стаи, так как мирно общаются только с одной - двумя знакомыми

собаками, между ними все равно регулярно вспыхивают драки.

Ритуализация – это эволюционное преобразование какой-либо формы поведения таким образом, что она приобретает или резко усиливает свое сигнальное значение и используется для общения индивидов внутри вида [1]. Ритуальным поведением животных называется совокупность фиксированных стереотипных форм поведения, обеспечивающих видовую коммуникацию и в явном виде выражающих структуру социальных отношений [4].

Для молоссов и овчарок отмечены все классические ритуалы [1], для терьеров Буль-типа характерны только следующие: Приветствие знакомых. Среди бойцовых собак встречается только у щенков и молодых собак. Обнюхивание при встрече с незнакомцем. Бойцовые собаки обнюхивают другую собаку только в том случае, если та не претендует на лидерство и не является породным предпочтением. В противном случае атакуют без обнюхивания. Иногда обнюхивают и высокоранговую собаку, если та не рычит. Не рычат и не урчат. Чаще всего обнюхивание усечено и практически сразу следует нападение. Покровительство старшей собаки. Бойцовые собаки чаще всего пытаются перевернуть младшую собаку на спину и начинают ее катать, прихватывая зубами. Если собака не проявляет агрессии, то теряют к ней интерес и уходят. Если агрессия проявляется, то вспыхивает драка. Агрессия, угроза. Бойцовые собаки практически никогда не рычат (рычание отмечено только у двух собак). Шерсть на спине не вздыбливается, только на холке и крестце. Не оскалывают зубов, не вздергивается мочка носа и не образуются складки на морде. Собаки не стремятся повернуться боком к сопернику и не двигаются по дуге. Собака напрягается, стоит и ждет подходящего момента для атаки. Угроза старшего младшему. Для бойцовых собак такая форма поведения отмечена только по отношению к щенкам младше 6 мес. Полная уверенность в своем доминировании (без агрессии). Ухаживание. Дружелюбие, призыв к игре.

Не встречаются у терьеров Буль-типа: Признание своей подчиненности. Страх (перед другой собакой). Призыв к подчинению и вызов на бой. Внимание, готовность к подчинению.

Выводы: Социальность присуща всем породным группам собак, за исключением бойцовых, у которых она усечена. Если у волкодавов и овчарок формируется стая классического типа, то для терьеров Буль-типа формирование стай не характерно. Они редко включаются и в прогулочную стаю. Поведение овчарок и волкодавов высоко ритуализировано. У волкодавов очень богатая мимика, разнообразная, хотя и не часто используемая вокализация. Овчарки часто используют голос для общения между собой и человеком. Все ритуалы проявляются полностью. У бойцовых собак ритуальное поведение не развито, некоторые ритуалы не встречаются вообще, некоторые редуцированы до одного-двух движений. Вокализация разнообразна, но для общения между животными не используется, только для общения с человеком. Эти собаки зачастую не понимают ритуалы, которые демонстрируют другие собаки.

Таким образом, мы видим, что по сравнению с собаками других породных групп социальное поведение бойцовых собак претерпело существ-

венное изменение. Наибольшее изменение – в стереотипах ритуального поведения, что приводит к непониманию других собак.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лоренц К. Агрессия. М.: Прогресс-Универс. 1994.
2. Коппингер Л., Коппингер Р. Собаки. Пер. с англ.-М.: Издательство «Софион», 2005.
3. Келер В. Исследование интеллекта человекоподобных обезьян. М., 1925.
4. Тинберген Н. Социальное поведение животных. М., 1953.
5. Mech, L. D. (1970): *The Wolf: The Ecology and Behavior of an Endangered Species*. New York, The Natural History Press.

## КОМБИНИРОВАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМА И КОРНЕЙ СОЛОДКИ НА АКТИВНОСТЬ АРГИНАЗЫ И ФЕРМЕНТОВ БИОСИНТЕЗА ПРОЛИНА В КРОВИ КРОЛИКОВ

А. Х. Агаджанян<sup>1</sup>, А. О. Оганисян<sup>2</sup>, С. М. Минасян<sup>2</sup>,  
А. А. Агаджанян<sup>1</sup>, М. С. Мартиросян<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Биологический факультет ЕГУ, кафедра биохимии, Ереван (Армения)

<sup>2</sup>Биологический факультет ЕГУ, кафедра физиологии чел. и животных, Ереван (Армения)

E-mail: mariya@freenet.am

Шум является одним из важнейших стрессовых факторов. Под действием как кратковременного, так и продолжительного шума происходят метаболические процессы, в частности определённые биохимические сдвиги [2,3]. Нами исследованы как анаболические, так и катаболические процессы пролина и аргинина. В частности изучена аргиназная активность и ферменты биосинтеза и катаболизма пролина у нормальных и подвергнутых шуму кроликов. Ферменты катаболизма пролина не обнаруживаются как у нормальных, так и в крови кроликов, подвергнутых шумовому стрессу.

Полученные данные показывают, что под действием шума (5 день) в крови кроликов активность ферментов биосинтеза пролина резко подавляется, а содержание эндогенного пролина увеличивается. Увеличение эндогенного пролина обусловлено тем, что при стрессовом состоянии происходит увеличение содержания пролина вследствие повышения её защитной функции. Этот факт является новой констатацией о защитной роли пролина в стрессовых состояниях. Данные приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

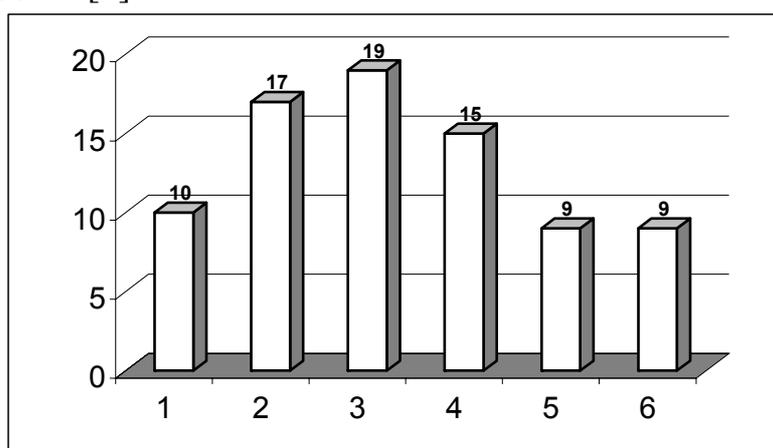
**Таблица 1 – Активность аргиназы и ферментов биосинтеза пролина в крови кроликов, подвергшиеся шуму и вскормленные солодкой (мкМ мочевины на 100 мл крови, мкМ про на 100 мл крови,)**

Дни	Кролики					
	Подвергнутые шуму			Вскормленные солодкой		
	Эндогенный пролин	Ферменты биосинтеза пролина	Активность аргиназы	Эндогенный пролин	Ферменты биосинтеза пролина	Активность аргиназы
5	17,74±1,51	0	330±3,4	11,74±1,45	23,37±1,98	340±3,80
10	20,44±1,95	23,41±2,02	993±4,40	9,90±1,32	16,30±1,76	0
20	16,3±1,68	23,37±1,98	1620±6,12	8,80±0,78	16,69±1,70	0

Таким образом, под действием шума, ферменты биосинтеза пролина проявляют устойчивость, а ферменты катаболизма - подвергаются отрицательному воздействию экстремальных условий окружающей среды.

На 10 ый день шума происходит резкое увеличение активности ферментов биосинтеза пролина. Таким образом, во время стресса усиливаются метаболические процессы, приводящие к регулированию гипоталамуса, гипофиза, надпочечников, находящихся под действием коры больших полушарий.

Учитывая тот факт, что в солодке содержится очень много глицерина, который применяют при гипофункции коры больших полушарий, мы изучили влияние корней солодки на ферменты биосинтеза пролина и активность аргиназы. При вскармливании крнями солодки кроликов, подвергнутых шуму, активность аргиназы на 5- ый день уменьшается в 5 раз. На 10-ый и 20-ый дни вскармливания аргиназная активность во все не обнаруживается. Эти данные полностью совпадают с данными, полученными нами ранее при надрезе седалищного нерва крыс, вскармленных солодкой.[1]



1. Норма
2. 5-ый день действия шума
3. 10-ый день действия шума
4. 20-ый день действия шума
5. 5-ый день вскармливания солодки
6. 10-ый день вскармливания солодки

**Рисунок 1- Содержание свободного пролина в крови кроликов**

Уменьшение активности ферментов биосинтеза пролина и аргиназы, а также содержание эндогенного пролина, по-видимому, объясняется тем что имеющиеся в корнях солодки свободные аминокислоты способствуют быстрому усвоению содержания свободного пролина в крови кроликов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян А.Х., Агаджанян А.А, Мартиросян М.С. и др. Влияние вскармливания солодкой и надрезания седалищного нерва на активность аргиназы и ферментов биосинтеза пролина в различных органах крыс / Вестник МАНЭБ 2002. N 6/54. вып. 7. С.83-85.
2. Оганисян А.О., Минасян С.М., Оганесян К.Р. Кмбинированное воздействие шума и корней солодки на активность сукцинатдегидрогеназы/ Биол.Ж. Армении. 2006.1-2 (58). С/71-72
3. Оганисян А.О., Оганесян К.Р. Активность каталазы крови при совместном влиянии шума и корней солодки/ XIII конф. 13-16 июня. Москва 2006. С. 225-226.

## ОЦЕНКА ГРИБОВ TRAMETES ПО АКТИВНОСТИ ГИДРОЛАЗЫ И ОКСИДАЗЫ

**Д. М. Аббасова**

*Институт Микробиологии НАНА, Баку (Азербайджан)*

*E-mail: tramah@mail.ru*

Процесс биодegradации отходов считается одним из самых фундаментальных процессов в биосфере. В деградации растительных отходов образующихся каждый год исключительную роль играют микроорганизмы, т.е. бактерии, актиномицеты и грибы [1]. Микроорганизмы, распространенные везде, где встречаются органические вещества, деградацию отходов осуществляют за счет синтезируемых ими ферментных систем [6]. Эта особенность микроорганизмов стала предметом исследований и начиная с 60-70-х годов прошлого века поставлена основа нового направления [1, 6, 11], т.е. прямой конверсии отходов в продукты разного направления насыщенных биологически активными веществами за счет микроорганизмов. До сих пор в работах ведущихся в этой области показана возможность получения и силосирования продуктов пищевого и кормового направления, насыщенных белками, сахарами и др. биологически активными веществами. Некоторые полученные данные с положительным результатом опробированы в производстве.

Однако, есть некоторая несовместимость между количеством исследований и вопросом применения полученных результатов в практике, так как несмотря на многочисленность исследований, очень малая часть находит применение в практике, это в первую очередь связано с тем что биологическая активность продуцентов используемых в процессе биодegradации

не отвечает нужным требованиям, не выясненность характера взаимных отношений разных ферментов на отдельных этапах биоконверсии, с низким уровнем каталитических показателей ферментов синтезируемых ими и др. Исследования посвященные выяснению этих задач сохраняют свою актуальность и по сегодняшний день.

В связи с этим целью представленной работы является поиск активных продуцентов гидролитических и окислительных ферментов.

Выбор продуцента того или иного биологически активного вещества реализуется в несколько этапов [1], первая из которых выделение данного продуцента из натуральных источников (почва, вода и образцы воды, разные биологические материалы и т.д.) и их первичная оценка по критериям дающим возможность в получении целевых результатов. В процессе скрининга выбирается целевой продукт, в данном случае культура являющаяся потенциальным продуцентом ферментов, на дальнейшем этапе для данной культуры выбираются оптимальные условия для интенсивного проявления биосинтетических особенностей. Руководствуясь этим считается целесообразным проводить процесс скрининга по активности ферментов катализирующих деградацию таких полимеров как целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза [1-6, 10, 11] и др., входящих в состав отходов образующихся каждый год. Чтобы подытожить исследования, проводящиеся на начальном этапе скрининга, использовали только количественные показатели внеклеточной активности грибов, причиной которого является технологическое и экономическое преимущество определения этой формы активности [5].

Для выбора активного продуцента использовались представители макромицетов рода *Trametes*. Выбор этого рода для исследований имеет несколько причин, на некоторых из которых было бы уместно остановиться.

Во-первых, некоторые представители этого рода способны синтезировать гидролазу и оксидазу в высокой степени и даже на уровне штамма количественное выражение этой особенности у них отличается [1, 3, 5, 6].

Во-вторых, в исследованиях проводимых до сих пор в Азербайджане выявлено 9 видов и этот показатель дает возможность сказать, что этот род является одним из родов имеющих самый богатый видовой состав подкласса афиллофороидных грибов ксилотрофных макромицетов.

Наконец последнее, ферментативная активность (в первую очередь целлюлолитическая и ксиланолитическая) рода *Trametes*, характеризуемая высоким показателем численности и в процессе биоконверсии их взаимоотношения с оксидазами, в исследованиях проведенных до сих пор еще подробно не изучены.

Выделение, посев и изучение ферментативной активности грибов, используемых в ходе работы, проводилось по методам [2, 9] используемым в наших предыдущих работах.

Из исследований проводимых в жидкой питательной среде с сахарозой, в качестве источника углерода, выяснено что, все исследуемые штаммы рода *Trametes* (за исключением штамма *T. pubescens* Д-10) обладают внеклеточной

активностью гидролаз и оксидаз и как известно отличаются друг от друга только уровнем ферментативной активности (табл.1). Например, активность целлюлазы у гриба *T.cervinus* D-1 выше в 1,8 раз, чем у гриба *T.epileucus* D-3, а у гриба *T.hoehnelii* активность ксиланазы в 1,73 раз ниже, чем у *T.zonatus* D-19 . У штамма *T.versicolor* D-12 активность лакказы в 1,3 раз меньше чем у штамма *T.versicolor* D-13 , что можно оценить как штаммовое различие.

**Таблица 1 – Активность гидролаз и оксидаз у ксилотрофных макромицетов**

Используемые штаммы грибов	Внеклеточная активность ферментов (бв/мл)			
	Целлюлаза	Ксиланаза	Лакказа	Пероксидаза
<i>T.cervinus</i> D-1	0,27±0,004	90±2,8	15,7±0,56	9,7±0,40
<i>T.cervinus</i> D-2	0,21±0,003	92±4,4	14,4±0,43	8,7±0,18
<i>T.epileucus</i> D-3	0,15±0,002	70±3,0	16,2±0,74	9,2±0,26
<i>T.hirsutus</i> D-4	0,29±0,012	81±4,0	20,6±1,02	14,0±0,64
<i>T.hirzutus</i> D-5	0,32±0,014	105±5,0	21,3±1,03	16,5±0,73
<i>T.hoehnelii</i> D-6	0,21±0,006	63±3,1	13,7±0,26	8,1±0,30
<i>T.gibbosa</i> D-7	0,28±0,011	85±3,8	18,8±0,76	12,3±0,18
<i>T.gibbosa</i> D-8	0,31±0,004	97±2,8	16,1±0,94	10,5±0,09
<i>T.gibbosa</i> D-9	0,29±0,010	94±3,4	19,2±0,72	13,5±0,56
<i>T.pubescens</i> D-10	0,27±0,011	89±4,3	0	0
<i>T.vaporarius</i> D-11	0,13±0,001	67±3,2	14,5±0,29	7,9±0,18
<i>T.versicolor</i> D-12	0,27±0,004	89±4,2	18,6±0,89	10,2±0,43
<i>T.versicolor</i> D-13	0,30±0,009	101±4,1	24,4±1,21	16,6±0,82
<i>T.versicolor</i> D-14	0,32±0,015	117±5,5	20,0±1,00	12,1±0,36
<i>T.versicolor</i> D-15	0,28±0,008	110±5,2	22,1±1,02	14,2±0,70
<i>T.versicolor</i> D-16	0,31±0,013	105±4,6	19,9±0,89	13,1±0,57
<i>T.versicolor</i> D-17	0,27±0,012	96±4,8	17,7±0,76	11,2±0,35
<i>T.versicolor</i> D-18	0,31±0,004	102±4,9	21,6±1,05	13,9±0,65
<i>T.zonatus</i> D-19	0,30±0,004	109±4,7	16,6±0,80	10,1±0,47
<i>T.zonatus</i> D-20	0,26±0,010	79±2,9	14,4±0,56	7,9±0,25

Надо отметить что, среди представителей рода *Trametes* распространенных в Азербайджане настоящие биотрофы не встречаются, так в работах разных авторов все отмеченные виды по эколо-трофическим связям относятся к сапротрофам [3]. Однако, исходя из того, что сапротрофность тоже бывает настоящей и факультативной можно сказать что, 3 вида грибов используемых в ходе работы относятся к факультативным сапротрофам (*T.cervinus*, *T.pubescens* и *T.zonatus*), а остальные (*T.epileucus*, *T.hirsutus*, *T.hoehnelii*, *T.gibbosa*, *T.vaporarius* и *T.versicolor*) к настоящим сапротрофам. В связи с тем как воздействует на ферментативную активность грибов такое отличие, из данных приводимых в таблице видно, что никакой зависимости не наблюдается.

Было бы целесообразно остановиться еще на одном вопросе. Как видно из таблицы у гриба *T.pubescens* D-10 не встречается активность оксидазы. Это объясняется тем, что представители рода *Trametes* по цвету гние-

ния вызываемого в отношении субстрата, на котором они поселились, делятся на 2 части [1, 3]. 8 видов грибов, используемых в ходе работы относятся к возбудителям белой гнили, 1 вид же к бурой. Гриб *T. pubescens* D-10 относится к возбудителям бурой гнили и факт отсутствия оксидаз в ферментной системе у возбудителя бурой гнили показано в ряде исследований, что еще раз получило подтверждение в данных приводимых в таблице [1, 3, 6, 11].

Несмотря на разницу, отмеченную при выборе продуцента, который носил в основном числовой характер, по сравнению со всеми исследуемыми культурами, ферментная система некоторых, привлекает внимание по активности гидролаз и оксидаз, что находит свое характерное выражение на примере грибов *T. hirsutus* D-5 и *T. versicolor* D-13. В итоге первоначального этапа именно эти две культуры были выбраны самыми активными продуцентами для дальнейших исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурадов П.З. Основы биоконверсии растительных отходов// Баку: Изд. Елм. 2003. с.114.
2. Мурадов П.З. Особенности ферментативной активности ксилотрофных грибов в процессе биоконверсии растительных отходов// Автореферат на соиск. ст. д.б.н. Баку. 2004. с. 63.
3. Ганбаров Х.Г. Экологические и физиологические особенности высших базидиальных грибов// Баку: Елм. 1990. 200 с.
4. Головлева Л.А., Леонтьевский А.А. Биодegradация лигнина.//Успехи микробиологии. 1990. т.24. с.128-155.
5. Лобанок А.Г., Астапович Н.И., Михайлова Р.В. Биотехнология микробных ферментов// Минск: Наука и техника. 1989. 205 с.
6. Лобанок А.Г., Бабицкая В.Г., Богдановская Ж.Н. Микробный синтез на основе целлюлозы: белок и другие ценные продукты// Минск:Наука и техника.1988.260 с.
7. Методы экспериментальной микологии (Под. ред. Билай В.И.) Киев: Наукова думка. 1982. 500с.
8. Мурадов П.З. и др. Эколого-таксономический анализ афиллофороидных грибов Азербайджана//Биология, систематика и экология грибов в природных экосистемах и агрофитоценозах. Материалы межд. науч. конф. Минск. 20-24 сентября 2004. Минск: ИООО «Право и экономика». 2004. с.171-176.
9. Практикум по биохимии (Под. ред. Н.П.Мешковой и С.Е.Северина.). М: МГУ. 1979. 430 с.
10. Mattesku P., Bone D. Solid state fermentation of maple wood by *Polyporus anceps*.// Biotechnol. Letters. 1980. №2. p.127-132.
11. Pandey A., Soccol C.R. Bioconversion of biomass: A case study of lignocellulosics bioconversions in solid state fermentation.//Braz. Arch. Biol. and Techn. 1998. 41.№ 4. P.379-390.

## **БИОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ САМУР-АПШЕРОНСКОГО ШЕЛЬФА КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

**И. А. Алекперова**

*Институт микробиологии НАН Азербайджана, Баку (Азербайджан)*

*E-mail: ilhama-alekper@mail.ru*

Как известно, основная роль в очищении морской среды от загрязнений углеводородными соединениями, в частности нефтью и нефтепродуктами, принадлежит нефтеокисляющим бактериям [2]. Закономерность распространения этой группы бактерий в воде и грунте, их количество, систематика и биохимические свойства дают возможность судить о самоочищающем потенциале различных морских вод. Исследования в этом направлении стали необходимыми в связи с загрязнением нефтяными отходами Каспийского бассейна.

Материалом для настоящей работы послужили 54 штаммов нефтеокисляющих бактерий, выделенных из морской воды и донных осадков наиболее загрязненного побережья Апшеронского полуострова и относительно чистой акватории Самурского шельфа. Эти штаммы были идентифицированы и отнесены к 10 родам. На исследованной акватории все роды были распространены равномерно. Культуры родов *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Aeromonas* были выделены как с побережья Апшеронского полуострова, так и с Самурского побережья. Нефтеокисляющие микроорганизмы вызывают превращение различных углеводистых веществ, при этом следует отметить, что в процессе изменения пептонной воды с различными углеводами среда может подкисляться или подщелачиваться. В таблице показана способность выделенных культур использовать в качестве субстрата различные углеводы.

Подкисление пептонной воды вызывали большинство культур использующих в качестве субстрата мальтозу (81,4%), глюкозу и арабинозу (77,7%). Значительно меньший процент штаммов использовали сахарозу (74,0%) сорбит (70,3%), лактозу (61,1%) и глицерин (74,0%). В основном подкисление вызывали культуры, выделенные из Самурского разреза. В процессе трансформации углеводов с образованием щелочи более доступной является лактоза (27%), ксилоза (20,3%), сорбит (18,5%) и галактоза (11%). Этот процесс слабо выражен среди штаммов, полученных из побережий Апшеронского полуострова, 7,4 % штаммов в процессе трансформации углеводов подщелачивали среду полностью. Последнее обстоятельство объясняется опресняющим влиянием рек и сточных вод.

Гидролиз более сложного углевода - крахмала среди исследуемых микроорганизмов несколько слабее (79,6%), и эта функция увеличивается от Самура до Апшеронского шельфа, что указывает на пониженное содержание в этом районе бактерий, образующих гидролитические ферменты [1].

**Таблица - Способность нефтеокисляющих бактерий вызывать изменение углеводов**

Свойства микроорганизмов	Число штаммов	%
Подкисление пептонной воды с содержанием:		
глюкозы	42	77,7
фруктозы	43	79,6
галактозы	39	72,2
арабинозы	42	77,7
ксилозы	40	74,0
лактозы	33	61,1
сахарозы	40	74,0
мальтозы	44	81,4
маннита	43	79,6
глицерина	40	74,0
сорбита	38	70,3
Подщелачивание пептонной воды с содержанием:		
глюкозы	5	9,2
фруктозы	5	9,2
галактозы	7	12,9
арабинозы	7	12,9
ксилозы	11	20,3
лактозы	15	27,7
сахарозы	7	12,9
мальтозы	6	11,1
маннита	7	12,9
глицерина	7	12,9
сорбита	10	11,1
Гидролиз крахмала	43	79,6

Несомненный интерес представляют данные, характеризующие денитрифицирующую, азотфиксирующую способность выделенных культур нефтеокисляющих бактерий. Больше половины полученных штаммов использовали нитраты, восстанавливая их до молекулярного азота. Денитрифицирующая способность штаммов с Самурского шельфа была выражена наиболее активно. Количество денитрифицирующих культур с этого участка было 30 (55,5%), с побережья Апшеронского полуострова - 11 (20,3%). Как известно, способность морских бактерий восстанавливать нитраты и развиваться на минеральных средах, содержащих азот, является результатом адаптации их к биотопам со специфическими условиями [3]. 57,4% культур, выделенных с Самур-Апшеронского шельфа, развивались на среде Эшби, не содержащей азот [4]. Из 35 штаммов 21 штамм с Самурского шельфа и из 19-ти штаммов 10 штаммов с Апшеронского побережья обладали азотфиксирующей способностью. Эта функция культур в исследуемой акватории была распространена равномерно. Все культуры, выделенные с грунта, обладали азотфиксирующей способностью.

В результате изучения биохимических свойств нефтеокисляющих микро-

организмов, выделенных из морской воды и грунта Самур-Апшеронского шельфа, можно прийти к выводу, что они активно участвуют в разложении различных углеводов и принимают участие в круговороте азота.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Кучеренко М.И., Тархова Э.П. Самоочищение в прибрежной акватории Черного моря, К., «Наук. думка». 1975. 143 с.
2. Миронов О.Г. Биологические проблемы нефтяного загрязнения морей // Гидробиол. журн. 2000. т. 36, № 1. С. 82-96.
3. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая активность. Ленинград, 1970, 440 с.
4. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. М., Наука, 1989, 286 с.

## БИОДЕГРАДАЦИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ГРИБАМИ, ВЫДЕЛЕННЫМИ ИЗ ПРИБРЕЖНЫХ УЧАСТКОВ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

**С. Р. Алиева**

*Институт Микробиологии НАН Азербайджана, Баку (Азербайджан)*

*E-mail: saida\_bio@mail.ru*

Нефть и нефтепродукты являются стойкими высокотоксичными соединениями и отрицательно влияют на морскую флору и фауну [4]. Нефтяное загрязнение гидросферы способно нарушить нормальные условия среды значительных по размерам рек, водохранилищ, озер, океанов и морей, грунтовых и подземных вод [4, 7]. Самоочищение морской воды от нефтяного загрязнения протекает под комплексным воздействием внешних факторов – физических, химических и биологических [7]. В условиях нефтяного загрязнения в водных экосистемах разрушение углеводов в основном идет за счет деятельности микроорганизмов. Подобные микроорганизмы широко распространены в природе и неоднократно выделялись из водной среды [5, 6]. Долгое время считалось, что основная роль в деструкции углеводов принадлежит бактериям, однако позднее стало ясно, что следует учитывать и деструкционную деятельность грибов, особенно принимая во внимание их распространение в морской среде, их способность окислять углеводороды, а также выдерживать высокую занефтенность [1, 3, 5].

Объектом настоящего исследования были микроскопические грибы Каспийского моря, выделенные в районе Апшеронского полуострова. Материалом исследования послужили пробы морской воды и грунта, а также пены с поверхности воды, погруженных в воду водорослей-макрофитов, гниющих и скелетонизированных листьев высших растений, соскобов с камней и скал.

Выделенные грибы относились к родам *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma* и распределялись вдоль Апшеронского полуострова Каспия неравномерно. Состав грибов на участках со значительным нефтяным загрязнением был беден и включал в основном лишь грибы четырех родов *Acremonium*, *Aspergillus*, *Mucor* и *Penicillium*, при этом их процент был выше в сравнении с участками, где отмечалось минимальное содержание нефти и нефтепродуктов.

Исследования показали, что 70,2% всех испытанных штаммов был способен расти на сырой нефти. Из последних было отобрано 36 наиболее активных штаммов (18 видов), с которыми далее продолжались исследования по определению их деградационных способностей. В лабораторных условиях экспериментально было показано, что имеется определенная зависимость отдельных видов и родов грибов от характера субстрата – испытываемых углеводов. При проведении экспериментов, связанных с деградацией нефти, использовали жидкую среду Чапека (без сахара) с добавлением сырой Бакинской нефти. Степень биodeградации определялась по количеству биомассы грибов, образовавшейся при росте на единственном источнике углерода – нефти и нефтепродуктах (1, 1.5, 2 %) [2]. Проведенные эксперименты также показали, что оптимальной концентрацией при росте грибов на нефти и нефтепродуктах составила 1.5 %. В результате скрининга, способных к биodeградации выделенных штаммов было показано, что грибы родов *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, наиболее активно усваивали нефть и нефтепродукты как единственный источник углерода [6]. Для определения оптимального роста исследованных культур грибов на нефтяных углеводородах было исследовано влияние на них различных факторов. В ходе изучения роли инокулюма в процессе роста наиболее активных штаммов грибов на нефтяных углеводородах, было отмечено, что более молодые посевные культуры (1 неделя), как и более старые (3 – 4 недели) растут гораздо медленней и обладают пониженной углеводородокисляющей активностью. Для всех испытанных углеводородокисляющих штаммов оптимальное значение pH лежало в кислой среде в частности это было наиболее выражено для грибов родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Однако надо отметить грибы так же были способны расти при pH среды в пределах 2.0 – 8.0. Влияние температурного фактора оценивали по выходу сухой биомассы при температурах 10 – 45°C (с интервалом 5°C). Наиболее устойчивыми к колебаниям температуры являлись штаммы грибов родов *Aspergillus*, *Penicillium*. Максимальная степень деструкции нефти и нефтепродуктов при оптимальной температуре (25°C) и концентрации (1.5%) наблюдалась у *Aspergillus sp.* и через 30 дней составила на Бинагадинской сырой нефти – 4.5, а на солярке – 7.9. Хранение активных нефтеокисляющих штаммов на агаризованном сусле, голодном агаре и среде Чапека с гексадеканом в течении года дало отрицательные результаты - так как окислительная активность микромицетов снижалась почти вдвое. Для анализа процессов деструкции используемых нефтяных проб на молекулярном уровне была осуществлена двухдетекторная жидкостная адсорбционная хроматография в нормальной фазе [8].

Хроматографический анализ нефтяных углеводородов показал, что микробиологическая деградация их происходит в следующем порядке: парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды.

Способность штаммов отдельных видов грибов совместно активно деградировать различные сочетания нефтяных углеводородов позволила предложить ассоциацию грибов-нефтедеструкторов (штаммы видов *Aspergillus niger*, *A. versicolor*, *Mucor racemosus*, *Penicillium cyclopium*, *P. chrysogenum*, *P. funiculosum*.), для последующего их применения при разработке проектов биотехнологии очистки окружающей среды.

Работа частично выполнена при финансовой поддержке Мировой Федерации Ученых (World Federation of Scientists).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемчук Н. Я. Микофлора морей СССР // М.: Наука. 1981. 192 с.
2. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии // К.: Наук. Думка. 1982. 550 с.
3. Дудка И.А. Водные несовершенные грибы СССР // К.: Наук. Думка. 1985. 188 с.
4. Нельсон – Смит А. Нефть и экология моря // М.: Прогресс. 1999. 221 с.
5. Салманов М.А., Велиев М.Г., Алиева С.Р. К вопросу микробиологического окисления углеводородов нефти // Изв. НАН Азербайджана, 2005, № 5-6, С. 159-174
6. Aliyeva S.R. Usage of crude oil and oil products by microorganisms isolated from Caspian coastal areas along the Apsheron Peninsula // Caspian Region: Sci. J. "Caspian: right, economy, culture", Astrakhan, 2006, V.1, No 8, P.21-26
7. Diaz S., Jover E., Bayona J. M., Albaiges J. Prestige oil spill. III. Fate of a heavy oil in the marine environment // Environmental Sci. and Technol. 2007. V.41. No 9. P. 3075
8. Salmanov M.A., Veliyev M.G., Aliyeva S.R. Definition of crude oil and oil products biodegradation results by the two-detector liquid adsorption chromatography method // Ulusal Analitic Kimya Kongresi, 2006. P. 145

## ПРОТЕОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ РОДА *VJERKANDERA* KARST

**Ш. А. Бабаева**

*Институт Микробиологии НАНА, Баку (Азербайджан)*

*E-mail: tpanah@mail.ru*

Способность дереворазрушающих грибов к активной секреции ферментов делает их перспективными продуцентами для получения ферментных препаратов, необходимых в различных отраслях народного хозяйства. Показана возможность получения ферментных препаратов из грибов порядка Agaricales и Arphyllophorales [3, 4, 5].

Настоящая статья посвящена протеолитической активности кислой, щелочной и нейтральной протеиназы, дереворазрушающих базидиальных

грибов рода *Vjerkandera* Karst.

Были использованы грибные культуры *Vjerkandera adusta* штамма 1.40.41., *V.fumosa* штамма 22, взятые из коллекции культур Института микробиологии НАНА.

Выращивание грибов проводили в 0,5л колбах глубинным (на качалке 180 об/мин) и поверхностным способом при 26-28<sup>0</sup>С со следующим составом среды (г/л): глюкоза - 10,0; пептон - 3,0; NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> - 3,0; KН<sub>2</sub>РО<sub>4</sub>- 0,4; NaCl- 0,5; MgSO<sub>4</sub> x 7H<sub>2</sub>O - 0,5; рН - 5,5-5,7. В качестве инокулята использовали 3-х суточную биомассу грибов, выращенную в тех же условиях. В культуральной жидкости определяли активность кислой (рН 2,5 и 5,5), нейтральной (рН 7,2) и щелочной (рН 9,5) протеиназ в динамике роста грибов. Предварительную оценку проводили измерением общей протеиназы (в качестве субстрата использовали 2,75%-ный раствор желатина) вискозиметрическим методом [9] и выражали в %-мин<sup>-1</sup>мл<sup>-1</sup>.

Активность всех протеиназ определяли спектрофотометрическим методом (1%-ным раствором казеина и фосфатным буфером с соответствующим рН) [10] и выражали в нмоль.мин<sup>-1</sup>мг<sup>-1</sup> белка.(ед). Содержание белка определяли также спектрофотометрически [2].

Данные по предварительной оценке показали, что все грибы обладают протеиназной активностью и по уровню активности существенно не отличаются друг от друга, т.е. у штамма 1 активность составляла 5,4, у штамма 22 – 5,2, у штамма 40 - 4,8, у штамма 41 – 4,5. Как видно, относительно высокая желатиназная активность наблюдалась у гриба *V. adusta* 1, который способен к активному синтезу других гидролитических ферментов [7].

Высокая активность кислых и щелочных протеиназ обнаруживалась при выращивании гриба в глубинных условиях по сравнению со стационаром (табл. 1). В случае нейтральной протеиназы существенного различия не обнаруживалось. Изучение биосинтеза внеклеточных протеиназ в динамике роста грибов показали, что активность всех ферментов проявляется в начале экспоненциальной фазы (рис. 1). На рисунке представлена динамика изменения активности протеиназ у *V. adusta* 1, которая сходна с таковой у штаммов 22, 40 и 41. Значительное увеличение активности всех ферментов обнаруживалось в середине экспоненциальной фазы, а максимумы активности - в фазе замедленного роста. В стационарной фазе резко падает уровень активности всех протеиназ.

**Таблица 1 - Влияние способа выращивания на активность протеиназы у *Vjerkandera adusta* 1**

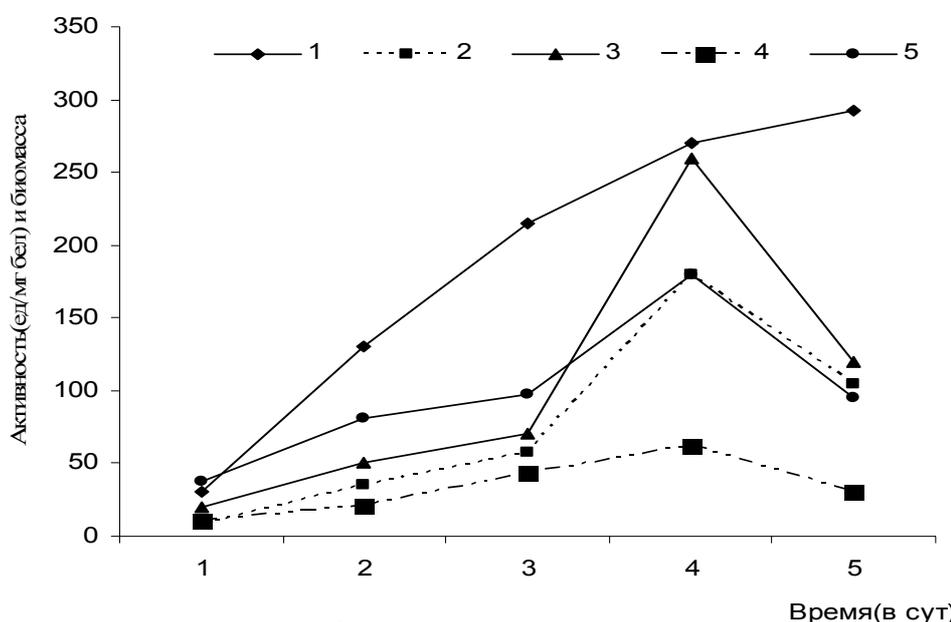
Способ выращивания	Протеиназы нмоль-мин <sup>-1</sup> -мг <sup>-1</sup> белка			
	рН 2,5	рН 5,5	рН 7,2	рН 9,5
Поверхностный	39	56	46	39
Глубинный	67	74	40	47

Следовательно, прослеживается прямая корреляция между биосинтезом протеиназ и ростом, у всех штаммов интенсивный синтез ферментов происходит в фазе активного роста и достигает максимума в фазе замед-

ленного роста. Причем грибные штаммы почти не различались между собой и по скорости роста, а фаза замедления у всех штаммов обнаруживалась через 96-98ч. ферментации.

При активности протеиназы 220 ед. - у штамма 1, 135 ед. - у штамма 41 и 75 ед. - у штамма 22, образовывалось 2,0; 1,4 и 1,4 и 1,7г/л биомассы, соответственно. Это свидетельствует о том, что уровень активности ферментов не коррелирует с количеством образуемой биомассы. На это указывают и другие авторы, изучавшие протеиназу у грибов белой и бурой гнили [1].

Как видно из рисунка, самый высокий уровень активности обнаруживается у протеиназы при рН 5,5; а самый низкий - у нейтральной протеиназы. Щелочная протеиназа и кислая протеиназа при рН 2,5 занимали среднее положение.



Примечание: 1 - биомасса ( $10^{-2}$  г/л), 2 - кислая протеиназа (рН 5,5), 3 - кислая протеиназа (рН 2,5), 4 - нейтральная протеиназа, 5 - щелочная протеиназа

**Рисунок 1 - Динамика биосинтеза протеиназ у V. Adusta 1**

Проявление высокой активности только кислой протеиназы с рН 5,5, вероятно, связано с кислым условием среды (рН 5,7) выращивания. Такая строгая закономерность проявления активности была обнаружена у всех изученных штаммов грибов.

Однако штаммы значительно различались между собой по уровню активности протеиназ. Высокие уровни активности при рН 2,5; 5,5; 9,5; 7,2 были обнаружены у V. adusta 1 (193, 220, 180 и 66 ед. соответственно), низкие у V. fumosa 22 (64, 75, 58 и 39 ед. соответственно), а среднее положение занимали V. adusta 40 и 41 (87, 135, 83 и 54 ед., соответственно).

Таким образом, гриб V. adusta 1 может служить перспективным продуцентом кислых протеиназ.

По данным ряда авторов, разная степень активности протеиназ обнаруживается у высших базидиомицетов разных систематических и экологи-

ческих групп [6, 7, 11, 12].

Исследованные нами грибные культуры выделены из одной экологической ниши (на пне айланта китайского на территории Ботанического сада НАНА г. Баку). Несмотря на их экологическую и систематическую однородность, они существенно различались между собой по степени активности. Следовательно, уровень активности протеиназ определяется еще и штаммовым различием.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухало А.С., Билай Т.И., Бессараб Б.Н. Микроб. журн. 1971.т. 3. с. 5.
2. Ганбаров Х.Г., Атакишиева Я.Ю. В кн. Производство высших съедобных грибов в СССР// Киев. Наукова думка. 1985. с. 116.
3. Ганбаров Х.Г., Мурадов П.З., Атакишиева Я.Ю. Микол. и фитопатол. 1986. т.20. № 6. с. 485-489.
4. Денисова Н.П, Фалина Н.Н. Микол. и фитопатол.1981.т. 15. вып.2. с.123.
5. Маттисон Н.Л., Низковская О.П. В кн. Ферментативное расщепление целлюлозы// М.Наука. 1967. с.13..
6. Маттисон Н.Л., Фалина Н.Н. Микол. и фитопатол. 1973. т. 7. вып.5.с. 364.
7. Низковская О.П, Федорова Л.Н, Дроздова Т.И. Микол. и фитопатол. 1973. т. вып. 3. с. 217.
8. Низковская О.П.,Федорова Л.Н., Милова Н..М. Микол. и фитопатол.1975.т.9.вып.6. с.401.
9. Овчаров А.К., Негру-Воде В.В. Ферменты микроорганизмов// М. Наука. 1973. с. 92.
10. Практикум по биохимии / Под.ред. Н.П.Мешковой., С.Е.Северина. М. Изд-во МГУ.1979
11. Chopra S., Mehta P. Folia microbiol. 1985. vol. 30. №. 2. p.117.
12. Lamaison I.L. - Bull.Soc. Bot. France 1976.123 p.3

## УСЛОВИЯ БИОСИНТЕЗА ЭКЗОЛИПАЗЫ ГРИБОМ MUCOR RACEMOSUS

**П. З. Мурадов, Ф. Д. Ашрефи, С. Ю. Касумова**

*Институт Микробиологии НАНА, Баку (Азербайджан)*

*E-mail: trpanah@mail.ru*

В литературе имеется много работ по исследованию влияния условий культивирования грибов на биосинтез ими липазы, в том числе отношения к источникам питания, условиям аэрации, рН среды, температуре, а также влияния этих параметров на биосинтез липаз [1, 2, 9].

Целью нашей работы было изучение влияния различных факторов культивирования на липазную активность и условий ее проявления у *Mucor racemosus*, выделенного из нефтезагрязненных почв Апшерона. Культура поддерживалась на сусло-агаре, а для опытов выращивали в колбах Эрленмейера

емкостью 500мл, содержащих 50мл среды. Грибы культивировались на качалке (120 об/мин) при температуре 25-28°C. В качестве питательных сред для культивирования грибов использовали среды следующего состава: №1 (г/л) -  $\text{NaNO}_3$ ;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  1;  $\text{MgSO}_4$  0,5;  $\text{FeSO}_4$  0,01;  $\text{KCl}$  0,5; сахароза 30; pH 7,0; №2 (%) – соевая мука 2; сахароза 2;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,2;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0,1;  $\text{MgSO}_4$  0,1;  $\text{CaCO}_3$  0,5; pH 7,0; №3 (г/л) –  $\text{NaNO}_3$  3;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  1;  $\text{MgSO}_4$  0,5;  $\text{FeSO}_4$  0,01;  $\text{KCl}$  0,5; глюкоза 20; pH 7,0; №4 (г/л) - №1+10% оливкового масла; №5 (г/л) - №10+10% оливкового масла; №6 (%) - №2+1% оливкового масла; №7 (г/л) – глюкоза 5;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  1;  $\text{NaCl}$  1;  $\text{MgSO}_4$  0,6;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  4; цитрат Na 0,5; №8 (г/л) – пептон 10;  $\text{NaCl}$  5;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  10; глюкоза 20; №9 – сусло; №10 - сусло+0,05% оливкового масла (Рубан Е.Л. и др., 1978). Липолитическую активность (ЛА) определяли титрометрическим методом [3]. В качестве субстрата использовали оливковое масло. Жирные кислоты, освобождаемые под действием липазы, определяли путем титрования щелочью. По величине титра вычисляется активность липазы. Оливковое масло использовалось в эмульгированном состоянии. В качестве эмульгатора использовали 2% поливиниловый спирт (ПВС). Для получения стойкой эмульсии использовали ультразвук. Смесь оливкового масла и 2% ПВС в соотношении 2:3 перемешивали 10-15 минут в ультразвуковом низкочастотном диспергаторе УЗДН-1 У 4.2 при частоте 22 кГц.

Реакционная смесь для определения липолитической активности имела следующий состав: 1 мл культуральной жидкости, или супернатанта, 2,5 мл 40% эмульсии оливкового масла в 2% ПВС, 2мл 0,05 М фосфатного буфера pH = 7,0-7,5. Инкубацию проводили в стационарных условиях в термостате при 37°C в течение 1 часа. Реакцию останавливали добавлением 15 мл этанола. Полученную смесь титровали 0,05 н  $\text{NaOH}$  с 1% фенолфталеином. Контроль готовили следующим способом: к смеси субстрата и буфера добавляли 15мл этанола и затем 1 мл культуральной жидкости (КЖ) или супернатанта, после чего полученную смесь немедленно титруют. Результаты титрования контроля вычитали из результатов опыта. Липолитическую активность выражали в условных единицах- мл 0,05 н  $\text{NaOH}$ , пошедшей на титрование образовавшихся за 1 час жирных кислот в 1 мл культуральной жидкости или супернатанта.

Для получения супернатанта приготавливали бесклеточный экстракт гриба, для чего растирали мицелий гриба с кварцевым песком и небольшим количеством фосфатного буфера до получения гомогенной массы. После 25-минутного центрифугирования при 15-20 тыс. об/мин прозрачный супернатант испытывали на ЛА.

В нашей работе изучались условия культивирования *Mucor racemosus*, способные оптимизировать биосинтез экзолипазы этим грибом. В табл. 1 представлены результаты опытов по выяснению влияния состава питательной среды на биосинтез экзолипазы грибом *Mucor racemosus*.

**Таблица 1 - Влияние состава сред на биосинтез экзолипазы *Mucor racemosus***

Среда	Липолитическая активность (мл 0,05н NaOH/мл КЖ)
1. Чапека	0,6
2. С соевой мукой	9,7
3. Чапека+глюкоза	0,3
4. Чапека+оливковое масло	1,8
5. Чапека+глюкоза+оливковое масло	0,2
6. С соевой мукой+оливковое масло	5,5
7. Минеральная с глюкозой	0,5
8. Минеральная с пептоном	0,4
9. Сусло	1,2
10. Сусло+оливковое масло	3,8

Как видно из таблицы 1, высокая экзолипазная активность наблюдалась лишь на средах с маслами и соевой мукой.

В литературе часто встречаются данные об индукции липаз микроорганизмов жирными кислотами и маслами [7, 8]. Нами было проверено индуцирующее действие различных жирных кислот и масел на синтез липазы *Mucor racemosus*, выращенного на сусле. Из данных табл.2 видно, что жирные кислоты не являются индуктором биосинтеза липазы *Mucor racemosus*. Масла же индуцируют биосинтез фермента лучше или хуже в зависимости от их природы и концентрации в среде: оливковое, соевое и хлопковое лучше при концентрации 0,5%, а подсолнечное при - 0,05%.

Для выявления условий биосинтеза экзолипазы гриб *Mucor racemosus* выращивали на двух средах в различных условиях аэрации и температуры в течение 6 суток.

Оптимальной температурой для биосинтеза липазы *Mucor racemosus* является 26-28° и для биосинтеза липазы гриб нуждается в сильной аэрации.

**Таблица 2 -Влияние различных жирных кислот и масел на биосинтез экзолипазы грибом *Mucor racemosus***

Индуктор	Липолитическая активность мл (0,05н NaOH/мл КЖ при дозе индуктора)		Индуктор	Липолитическая активность мл (0,05н NaOH/мл КЖ при дозе индуктора)	
	0,5%	0,05%		0,5%	0,05%
Лауриновая кислота	0,5	0,6	Оливковое масло	4,0	3,5
Олеиновая кислота	1,2	1,0	Соевое масло	2,5	0,5
Маргаритиновая кислота	0	0,2	Хлопковое масло	1,6	0,4
Пальмитиновая кислота	0,4	0,4	Подсолнечное масло	1,6	2,1
Стеариновая кислота	0,9	1,2	Контроль -сусло	1,2	-

Изучение динамики накопления липазы в зависимости от возраста культуры показало, что накопление липазы в культуральной жидкости у *Mucor racemosus* происходило пропорционально приросту биомассы. Максимальная ЛА обнаруживалась на 2,4-е или 5-е сутки развития в зависимости от состава

среды. Из полученных данных также видно, что гриб синтезирует преимущественно экзолипазу, эндолипазы накапливается очень незначительное количество, и ее образование идет параллельно биосинтезу экзолипазы.

Для выяснения способности липазы *Mucor racemosus* функционировать в различных условиях были поставлены опыты, в которых реакционная смесь с липазой выдерживалась при разных температурах. Как видно из опыта, для липазы *Mucor racemosus*, выращенного на двух различных средах, оптимальная температура 37<sup>0</sup>.

Для определения термостабильности липазы культуральную жидкость, содержащую экзолипазу, выдерживали разное время при различных температурах, затем определяли липазную активность обычным способом при 37<sup>0</sup>. Результаты показали, что липаза *Mucor racemosus* довольно устойчива к высоким температурам. При выдерживании в течение 2ч. при 45<sup>0</sup> липаза теряет 70% своей активности. Липаза способна в течение 3ч. сохранять 100%-ную активность при 55<sup>0</sup>.

Оптимальным значением рН для выявления липазной активности является интервал от 7,0 до 8,0 при использовании различных по составу буферов. Состав буфера также имеет большое значение для проявления максимальной липолитической активности – лучшим в наших опытах оказался 0,05 М фосфатный буфер.

Определяли отношение липазы к содержанию рН в среде. Для этого изменяли рН КЖ, содержащей липазу, выдерживали ее при различных условиях кислотности и затем определяли ЛА обычным способом при рН 7,0. Обнаружили, что липаза в течение одного часа стабильна в интервале рН от 4,0-8,0; при увеличении времени выдержки диапазон значения рН, в котором липаза активна, сужается.

Изучая свойства липазы, необходимо было выяснить отношение фермента к ионам различных металлов. Экзолипазу получали из культуральной жидкости среды 9 (сусло), на которой в течение 3 суток выращивали культуру *Mucor sp.* Ионы металлов (в виде хлористых солей) в различных концентрациях вносили в реакционную смесь, где определяли липазную активность. Обнаружено, что ионы Cu, Fe, Zn ингибируют липазную активность, а ионы Ca, Mn, Mg и Са, наоборот, являются стимуляторами фермента.

Многие авторы считают, что влияние металлов на активность фермента, по-видимому, не всегда обусловлено их прямым взаимодействием с активным центром и, что кажущаяся активация липазы, например ионами Са липазы *Aspergillus avamori*, в действительности является результатом связывания кальцием продукта реакции – жирной кислоты [4, 6].

Чтобы проверить субстратную специфичность липазы *Mucor racemosus*, в реакционную смесь вносили различные масла, эмульгированные различными веществами. Как видно из результатов, наилучшим субстратом для действия липазы *Mucor racemosus* является оливковое масло, эмульгированное с помощью поливинилового спирта. Эмульгаторы, не являясь истинными ингибиторами или активаторами липазы, увеличивают соприкосновения на границе жир-

вода, чем ускоряют гидролиз липидов. Однако, как видно из литературных данных [5] и наших опытов, не всегда большая степень диспергирования эмульсии обеспечивает наивысшую скорость гидролиза, а сам эмульгатор в зависимости от своей природы влияет на способность липазы взаимодействовать с поверхностью жира. Так, тритон-100, дающий устойчивую эмульсию с наименьшими диспергированными частичками, обеспечивал самую низкую скорость гидролиза в наших опытах. Это отмечалось также для липаз грибов рода *Penicillium crustosum* и *Geotrichum*.

Гриб *Mucor racemosus*, как показали наши исследования помимо высокой липазной активности обладает амилазной и протеазной активностями, что может быть использовано при получении комплексных ферментных препаратов для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давранов К.Д., Табак М.Я. Влияние источников углерода на синтез липазы микромицетом *Oospora lactis*.// Прикладная биохимия и микробиология. 1990. Т. 26. №3. С.403-408.
2. Давранов К., Халамейзер В.Б. Современное состояние исследования микробных липаз. Химия природных соединений. 1997. №2. С. 150-169.
3. Лабораторный практикум по технологии ферментных препаратов. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1982. 240с.
4. Лебедева Ж.Д., Волкова И.М., Рубан Е.Л. Влияние некоторых ионов на липолитическую активность *Mycobacterium rubrum* и *Actinomyces Streptomycini*. // Микробиология. Т. XLV. 1976. С.104-110.
5. Рубан Е.Л. Микробные липиды и липазы. М. «Наука». 1977. 218с.
6. Рубан Е.Л., Ксандопуло Г.Б. Липазная активность некоторых видов грибов рода *Geotrichum*. // Микробиология. Т. XLII. 1973. С. 688-692.
7. Рубан Е.Л., Ксандопуло Г.Б., Мурзина Л.П. Условия биосинтеза экзолипазы грибом *Oospora Fragrans*. // Прикладная биохимия и микробиология. Т. XIV. Вып.6. 1978. С. 849-857.
8. Свириденко Ю.Я., Лобырева Л.Б., Марченкова А.И., Рубан Е.Л., Уманский М.С. Влияние состава среды на биосинтез и свойства экзолипаз микроорганизмов. // Прикладная биохимия и микробиология. Т. XIV. Вып.5. 1978. С. 677-682.
9. Щелокова С.С., Табак М.Я., Закиров М.З. Штамм *Oospora lactis*, активно продуцирующий липазу. // Микробиология. Т. XLVI. 1977. С. 656-660.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ У КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ

**Ф. Х. Гахраманова**

*Институт Микробиологии НАНА, Баку (Азербайджан)*

*E-mail: feridegh@mail.ru*

Известно, что ксилотрофные грибы издавна находятся в центре внимания исследователей, как особо перспективные биологические объекты

[3, 4, 8, 9], имеющие мощные и разнообразные ферментные системы, способные расщеплять такие высокомолекулярные полимерные соединения, входящие в состав растительных субстратов, как целлюлоза, гемицеллюлоза, крахмал, пектин и др. [1, 2]. Однако ферментная система этих организмов и по природе синтеза, и по уровню активности сильно варьирует, что тесно связано с видом продуцента и условиями его культивирования.

Одним из вопросов связанных с ферментной системой ксилотрофных грибов, является определение природы синтеза. Для представителей базидиомицетов этот вопрос остается более слабо изученным (Мурадов, 2003), что и является целью представленной работы.

Для этого первоначально была исследована активность гидролитических ферментов около 50 штаммов ксилотрофных базидиомицетов, выделенных из экологически разных территорий Азербайджана.

Все первоначальные исследования по изучению ферментативной активности грибов проводились в условиях глубинного культивирования [6]. В качестве единственного источника углерода были использованы пшеничные отруби (10 г/л). Результаты показали, что все исследуемые ксилотрофные грибы проявляют гидролитическую активность и с первого взгляда они различаются друг от друга по уровню активности и эти различия отмечаются на уровне рода, вида и даже штамма. Изменение правила проведения сравнения между ними в направлении штамм-вид-род, способствует вариации этих различий в более широком диапазоне.

Несмотря на вышеотмеченные различия, грибы *Pleurotus ostreatus* F-18, *Vjerkandera adusta* P-14 и *Polyporus agariceus* F-17 отобраны как активный продуцент гидролаз.

Исследования, проведенные в связи с оптимизацией среды показали, что ферментативная активность отобранных грибов достигает своих максимальных показателей в среде с источником углерода (чай) и источником азота ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), культивированием при температуре  $28^{\circ}\text{C}$  и pH 5,0 – 5,5, в течении 4-6 дней, несмотря на определенные различия в действии тех факторов на регулирование активности ферментов.

Надо отметить, что результаты, полученные во время изучения активности в условиях, где всегда присутствовали источники азота, не дает основания высказать однозначное мнение о природе синтеза ферментов в исследуемых грибах. Поскольку, в таком случае уточнение характера действия (индуктор или репрессор и стимулятор роста) на синтез ферментов источника углерода, добавляемого в среду в процессе роста микроорганизмов, создает много трудностей. Это, в свою очередь, создает препятствия в определении индуктивной или же конститутивной природы синтеза. С целью уточнения этих вопросов мы еще и изучили синтез ферментов у отобранных грибов, в условиях отсутствия источника азота. Для этого после предварительного промывания фосфатным буфером (pH = 6,5) биомасса, образованная в результате культивирования конкретного гриба в среде с источником азота, переносится в жидкую питательную среду, содержащую в своем составе только источник углерода (2,5 мкмоль) и

безазотистые соли. Через определенное время (8-10 часов) определяется активность ферментов как в культуральной жидкости, так и в биомассе.

Хотя полученные результаты показывают, что действие источников углерода на активность ферментов у гриба *P. ostreatus* F-18 в этом случае, в общем остается неизменным, оно способствует изменению количественных показателей процесса. Например, если в первом случае глюкоза способствовала уменьшению общей активности целлюлазы на 33,4%, то во втором случае этот показатель составляет 63,4%. Na-КМЦ, в процессе роста повышает активность целлюлазы в 14,5 раз, а в безазотистой же среде 17,0 раз. Другими словами, в безазотистой среде наиболее слабо наблюдается действие источника углерода, как репрессора, так и индуктора. Это может быть обусловлено и тем, что в процессе роста гриб, в свою очередь, употребляет эти компоненты, как источник питания и в результате этого их количество в среде уменьшается.

Во втором случае, как и в первом, прослеживается значительное повышение активности целлюлазы, ксиланазы и амилазы соответственно усложнению состава источника углерода в направлении моно-ди-полисахаридов. Так как подобное явление характерно для индуктивных ферментов [5], можно сделать вывод, что синтез данных ферментов происходит индуктивно.

В этом случае представляет интерес установить, какой из источников углерода может быть индуктором для синтеза этих ферментов, так как маловероятно, что МКЦ, ФБ, чай, а также Na-КМЦ из-за высокомолекулярности и нерастворимости в воде может играть роль индуктора. Тогда за счет чего же происходит эффект индукции?

Как видно из таблицы гриб *P. ostreatus* F-18 даже при отсутствии в среде источника углерода обладает высокой ферментативной активностью (целлюлазной, ксиланазной и амилазной и т.д.). Можно предположить, что определенная часть ферментов синтезируется конститутивным путем, как и базальный уровень, который у классически индуцируемых ферментов бывает на едва определяемом уровне. Однако в данном случае (табл. 1) уровень сравнительно высокий для базального. Например, для целлюлазы Na-КМЦ считается оптимальным индуктором. В этом случае базальный уровень фермента, синтезируемого конститутивным путем, составляет 5,9% общей активности. Этот показатель, относительно оптимальный для амилазы и ксиланазы составляет соответственно 8,9% и 4,3%.

Внеклеточная часть базального уровня катализирует первоначальный распад таких соединений, как ФБ, МКЦ, Na-КМЦ, чай и в результате образуются более простые соединения, легко проникающие в клетку и этот процесс способствует созданию эффекта индукции. Что же касается высокого базального уровня, то этот факт у всех дереворазрушающих базидиомицетов, в том числе у гриба *P. ostreatus* F-18, считается свойством, приобретенным в процессе эволюции, как результат адаптации к жизни на субстратах со сложным полимерным составом. Хотя и в синтезе пектиназы наблюдается индуктивность, она не так явно проявляется у целлюлазы или ксиланазы, поскольку компонент, считаю-

щийся индуктором, в 2,1 – 2,6 раз повышает его активность, действие же моносахаридов как катаболитических репрессоров не отмечается (табл. 1).

**Таблица 1 - Изменение активности гидролаз у *P. ostreatus* F-18 в зависимости от источника углерода в безазотистой среде**

	Целлюлаза		Ксиланаза		Амилаза		Пектиназа		Липаза	
	А <sup>1</sup>	Б <sup>1</sup>	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Глюкоза	0,33	0,15	50	35	0,80	0,56	8,20	5,90	0,20	0,07
Ксилоза	0,27	0,12	52	34	0,94	0,60	8,0	6,2	0,22	0,07
Целлобиоза	1,7	0,90	75	66	2,0	1,40	9,4	7,8	0,18	0,06
Сахароза	1,2	0,65	72	62	1,9	1,2	8,9	7,0	0,23	0,08
Мальтоза	0,9	0,46	87	73	2,5	1,6	9,0	6,4	0,17	0,06
Гидрохинон	0,83	0,61	77	55	1,47	1,01	8,8	6,3	0,17	Сл.
Na-КМЦ	11,7	9,3	179	154	8,0	6,2	10,3	8,0	0,2	0,07
ФК	5,2	4,7	156	135	13,5	11,2	8,9	7,2	0,19	0,07
МКЦ	4,4	3,9	140	124	10,6	8,0	9,0	7,7	0,18	0,06
Крахмал	3,3	2,6	102	81	12,3	10,2	10,1	8,0	0,17	0,06
Чай	9,2	7,9	203	174	14,7	12,5	18,2	15,9	0,30	0,16
ОМ <sup>4</sup>	0,70	0,50	80	56	1,40	1,0	8,5	6,0	0,16	0,03
Пектин	1,5	1,2	81	64	3,0	2,0	15,6	13,1	0,10	0,05
Казеин	0,8	0,6	76	58	1,5	1,16	7,9	6,5	0,23	0,01
Контроль <sup>5</sup>	0,72	0,51	80	57	1,42	1,0	8,7	6,2	0,16	0

*Примечание: 1- активность внутриклеточных ферментов; 2- активность внеклеточных ферментов; 3- все данные статистически обработаны и  $P < 0,047$ ; 4 - оливковое масло и 5 - без источника углерода.*

В обоих случаях синтез липазы, в основном как эндофермента и небольшое изменение его активности, в зависимости от использованных источников углерода, дает основание высказать мнение о том, что в основном они выполняют эндофункции и синтез происходит конститутивным путем.

Было бы уместным отметить еще и тот факт, что определенные изменения происходят в процессе синтеза и секреции, в зависимости от источника углерода. Как видно из таблицы количество секретируемого наружу фермента характеризуется различными величинами. Например, при использовании глюкозы, как источника углерода вне клетки секретируется 33,3% синтезируемой целлюлазы, при использовании ксилозы – 30,8%, а при использовании МКЦ – 46,5%. Этот показатель в обычных условиях, т.е. при отсутствии источника углерода составляет 41,5%. Вообще, при использовании моносахаридов вне клетки секретируется 33-39% ферментов, при использовании дисахаридов – 35-42%, а при использовании полисахаридов – 39-46%. Другими словами, наблюдается тенденция соответствия между количеством секретируемого вне клетки фермента и усложнением состава источников углерода в направлении моно-ди-полисахаридов. Все вышеуказанное позволяет считать, что секреция ферментов вне клетки, является регулируемым процессом и тесно связана с природой и составом источника углерода.

Изучение природы синтеза целлюлазы и ксиланазы у других представи-

телей (*V. adusta* P-14 и *P. agariceus* F-17,) возбудителей белой гнили в аналогических условиях (безазотистой среде) показало, что полученные результаты можно характеризовать так, как это сделано для гриба *P. ostreatus* F-18, т.е. по исследуемым показателям между названными грибами существенных отличий не наблюдается. Однако, в этом случае обнаруживаются некоторые различия количественного характера. Например, индуцирующий эффект использованного чая для внеклеточной формы ксиланазы у гриба *P. ostreatus* F-18 составляет 2,5 раза, тогда как это для гриба *V. adusta* 40 выражается более высокими цифрами – 5,0 раз. Почти одинаковый характер воздействия источников углерода на синтез целлюлазы и ксиланазы позволяет высказать мнение о том, что синтез и регуляция синтеза этих ферментов у возбудителей белой гнили происходит по схожему механизму.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова Г.П. и др.//Прикладная биохимия и микробиология. 1998. т.34. №3. С. 270-275.
2. Бабицкая В.Г. и др.// Прикладная биохимия и микробиология. 1992. т.28. №1. С.55-59.
3. Белова Н.В.//Растительные ресурсы. 1991. т.27. № 2. с.8-17
4. Ганбаров Х.Г. Экологические и физиологические особенности высших базидиальных грибов// Баку: Елм. 1990. 200 с.
5. Кретович В.Л. Введение в энзимологию// М.:Наука. 1986. 336с.
6. Методы экспериментальной микологии (Под. ред. Билай В.И.) Киев: Наукова думка. 1982. 500с.
7. Мурадов П.З. Основы биоконверсии растительных субстратов// Баку: «Элм». 2003. 114с.
8. Элишавили В.И.// Прикладная биохимия и микробиология. 1993. т.29. в.3. С. 340-353.
9. Levonen-Munoz E., Bone D., Dargulis A.// Eur. Jour.Appl. Micr. Biotech. 1983. v.18. №6. p.120-123.

### РАЗЛОЖЕНИЕ НАФТАЛАНОВОЙ НЕФТИ ГРИБНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

**С. Ю. Касумова, И. Х. Бабаева**

*Институт Микробиологии НАНА, Баку (Азербайджан)*

*E-mail: trpanah@mail.ru*

Поиск и выделение штаммов, обладающих способностью утилизировать полициклические углеводороды имеет важное экологическое значение, так как накопление их в окружающей среде ввиду их канцерогенных действий недопустимо. В этом отношении исследование нафталановой нефти имеет важное значение, так как она состоит в основном из полициклических нафтенных и

конденсированных нафтено-ароматических (гибридных) углеводов. В ней почти отсутствуют парафиновые углеводороды [1].

В литературе почти отсутствуют сведения о микробиологии нафталановой нефти. Имеющиеся отрывочные публикации касаются в основном вопроса бактерицидности и фунгицидности, но даже эти данные носят противоречивый характер. Одни авторы считают, что терапевтическое действие нафталана при некоторых заболеваниях объясняется его бактерицидными свойствами. Другие специалисты, в частности бактериологи, наоборот, отрицают наличие бактерицидного или бактериостатического действия нафталана. По их данным культуры различных бактерий, находящиеся в нафталане, сохраняют свою жизнедеятельность в течение длительного срока (свыше 6 лет) [4].

Исследования фунгицидной активности фракций (205-232<sup>0</sup>С) нафтеновых углеводов, выделенных из нафталановой нефти и разфракционированных на пятиградусные фракции, показали, что за исключением нескольких фракций, которые проявили фунгицидность против гриба кандиды, все остальные фракции фунгицидными свойствами не обладают [2]. Публикаций относительно ассимиляции нафталановой нефти микроорганизмами нет. Поэтому поиски и выделение культур микроорганизмами, способных ассимилировать нафталановую нефть имеет большое научное и практическое значение.

Источником выделения штаммов микроорганизмов послужили сама нефть и образцы почвы, взятой из окружающих скважины участков [3]. Культивирование изучаемых штаммов грибов проводилось в стационарных условиях при температуре 26-28<sup>0</sup>С в колбах, содержащих 50мл минеральной среды Чапека. В качестве единственного источника углерода добавлялись НЛН и ее фракции в количестве 2% (1мл). Опыты ставили в 3-х повторностях. Через 20 суток биомассу отделяли фильтрованием. Определение конверсии проводили весовым методом. Отфильтрованную культуральную жидкость экстрагировали эфиром. Эфирный экстракт сушили над прокаленным CaCl<sub>2</sub>, отделяли и отгоняли в вакууме, остаток взвешивали. За потребленную нефть принимали разность между количеством внесенной и количеством нефти, выделенной из гексанового экстракта [5]. Затем продукты трансформации были подвергнуты анализу методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Анализы проведены на высокоэффективном жидкостном хроматографе фирмы "Kovo" (Чехия) со спектрофотометрическим детектированием при рабочей длине волны 254 нм, на колонке размером 3,3x150 мм, с подвижной фазой (Separon C-18) и размером частиц 7 мкм и пористостью 100Å. Элюэнт служил метанол, скорость его подачи составляла 0,3 мл/мин. Т=20-25<sup>0</sup>С. ИК-спектральный анализ осуществлён на спектрофотометре UR-20.

Коэффициент ёмкости  $k'$  рассчитан по методике (Энгельгардт Х., 1980.) по формуле:  $k' = t_R - t_0 / t_0$ , где  $t_0$ - мертвый объём разделительной колонки,  $t_R$ - объём удерживания соответствующих фракций.  $t_0$  в данной

хроматографической системе составлял- 0,52 мл.

Предварительный отбор активных грибных культур по способности их роста на нафталановой нефти и выходу биомассы показал, что среди исследуемых грибных штаммов наибольшую активность проявляют *Penicillium* sp. 6н, выделенный из нефти и *Fusarium* sp. 3п, выделенный из почвы. Поэтому дальнейшее изучение конверсии проводили с этими двумя штаммами. Результаты конверсии нафталановой нефти вышеуказанными штаммами представлены в таблице 1.

**Таблица 1 - Потребление нефти нафталанокисляющими штаммами грибов**

Культуры	Внесено нефти, гр	Осталось нефти, гр	Потреблено %	Выход биомассы, гр/л
<i>Penicillium</i> sp. 6н	0,715	0,403	43	0,685
<i>Fusarium</i> sp. 3п	0,715	0,502	30	0,610

Как видно, оба штамма характеризуются энергичным разложением такого сложного субстрата как нафталановая нефть. Максимальная степень конверсии – 43,6% отмечена у *Penicillium* sp. 6н, выделенного непосредственно из самой нефти; конверсия же у *Fusarium* sp. 3п, выделенного из почвы в непосредственной близости от месторождения нафталанана несколько ниже – 29,7%.

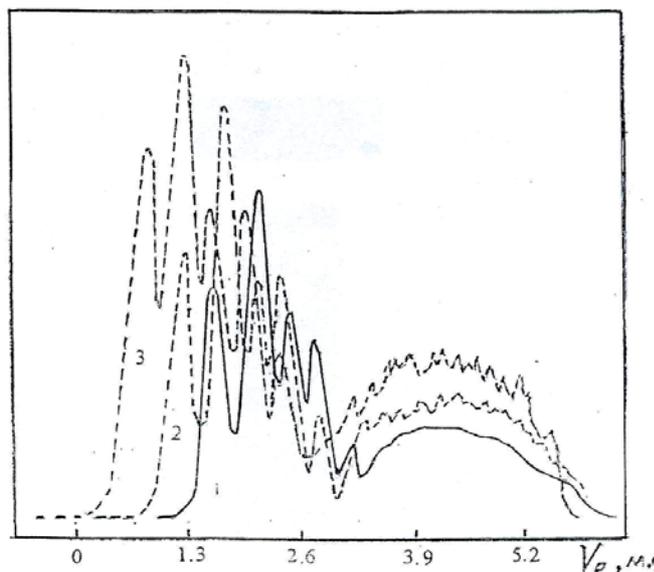
Нами также проводилось изучение конверсии 3-х фракций, полученных из нафталановой нефти (I фр. 90-120<sup>0</sup>С, II фр. 125-150<sup>0</sup>С, III фр. 150-180<sup>0</sup>С). Обнаружено, что оба штамма лучше всего потребляют вторую фракцию нафталановой нефти – 66% *Penicillium* sp. 6н и 62% *Fusarium* sp. 3п.

С целью выяснения структурной направленности действия микроорганизмов анализировали продукты биодеградации методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в режиме обращенной фазы (рис). Как следует из кривой 1, в ее начальной части в интервале значений  $V_R = 1,3 - 3,25$  мл фиксируется серия пиков с различными интенсивностями поглощения. Установлено, что при этом  $k'$  пиков меняются в интервале значения 4-6,5 мл.

Наблюдается линейная зависимость  $\lg k'$  от числа углеродных атомов. Согласно закономерностям обращенно-фазовой жидкостной хроматографии указанная зависимость показывает, что пики принадлежат соединениям одного гомологического ряда, т.е. в данном случае полициклическим нафтеновым углеводородам. Следует отметить, что структурно-групповой состав компонентов НЛН изучен довольно широко и более подробная информация о нем представлена в работе [6].

Согласно этим данным, нафтеновые углеводороды в составе нафталановой нефти представлены в основном моно-, би-, тетра- и пентациклически структурных формах со сравнительно высокими содержаниями – 8,0, 14,0, 9,0, 6,0 и 2,0% соответственно. В то время как содержание в отдельности различных ароматических, нафтено-ароматических и др. гибридных соединений в составе нафталановой нефти не превышает 2-3%. По характеру хроматограм-

мы образца исходной нафталановой нефти можно полагать, что интенсивные пики, обнаруженные в ее начальной части, характеризуют моно- ( $V_R \sim 1.5$  мл), би- ( $V_R \sim 2$  мл), три- ( $V_R \sim 2,5$  мл), тетра- ( $V_R \sim 2,8$  мл) и пентациклические ( $V_R \sim 3$  мл) нафтеновые углеводороды, количество которых примерно соответствует их идентичным количествам, известным в литературе и составляет соответственно 9.0; 15.3; 8.5; 7.25 и 2.5%. А вторая часть хроматограммы, появляющаяся в виде широкой размытой полосы, при  $V_R = 3-6$  мл, безусловно характеризует наличие ароматических, нафтеноароматических, а также высокомолекулярных смолистых веществ с близкими содержаниями.



Примечание: Колонка: 3,3 x 150 мм, сорбент «Separon- SGX C-18»  $D = 100\text{Å}$ , элюент-метанол, скорость его подачи 0,3 мл/мин,  $T = 20-25^\circ\text{C}$ . Детектор: Уфспектрофотометрический (254 нм)

**Рисунок 1 - Хроматографические кривые исходной нафталановой нефти (кривая 1) и продуктов ее биodeградации (кривые 2,3)**

Анализ хроматографических кривых, снятых по ходу биodeградации с УОМ (кривые 2, 3) показывает, что переход из исходного состояния сопровождается усилением интенсивностей поглощения пиков соответствующих гомологов. При этом усиление одновременно сопровождается некоторым смещением хроматографических кривых в сторону  $V_0$ . Данный факт, очевидно, связан с появлением в составе продуктов хромофорных СООН групп, усиливающих интенсивности поглощения в рабочей длине УФ-детектора ( $\lambda = 254$  нм). А смещение хроматограмм в этом случае обусловлено с повышением полярности этих соединений, что соответствует закономерностям обращенно-фазового режима разделения и приводит к уменьшению  $k'$ . Кроме того, в конечном участке хроматограммы зафиксированы мелкие пики, хаотично разбросанные по всей площади ее, появление которых также связано с образованием кислот. Их беспорядочное распределение еще раз подтверждает, что данная часть хроматограммы действительно соответствует микроколичествам углеводородов различных клас-

сов, имеющих в составе нафталановой нефти с разными способностями к адсорбции в используемой хроматографической системе разделения.

Полученные результаты о составе и структуре нафталановой нефти и продуктов ее биodeградации подтвердились данными ИК-спектрального анализа. В ИК-спектрах нафталановой нефти в областях при 1380, 1500, 2800 – 3000  $\text{см}^{-1}$  обнаружены деформационные колебания С-Н связей в метиленовых группах, а полоса при 1600-1610  $\text{см}^{-1}$  характеризует наличие бензольного фрагмента. Полосы с частотами 680-1490  $\text{см}^{-1}$  указывают на наличие нафтенового кольца. На присутствие в ИК спектрах продуктов биodeградации нафталановой нефти указывает полоса поглощения в области 1700-1730  $\text{см}^{-1}$  (С = О), а полоса 3400-3600  $\text{см}^{-1}$  (ОН - кислота) указывает на наличие кислоты в полученных продуктах с различными радикалами [7].

Результаты исследований исходной нафталановой нефти и продуктов ее биodeградации дают возможность предположить, что в данном процессе происходит окисление в алкильном радикале в боковой цепи полициклических нафтеновых углеводородов. Можно полагать, что частичное окисление определенных групп приводит структурному изменению всей молекулы углеводородных компонентов нафталановой нефти, а это в свою очередь приведет к изменению лечебных свойств нафталановой нефти. Следовательно, роль микроорганизмов может заключаться не только в оздоровлении загрязненных почв, но и усилить или расширить спектр заболеваний, вылечиваемых с помощью нафталановой нефти.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аббасов В.М., Исаева Г.А., Алиев Б.М. и др. Процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2000. №3. С.6.
2. Аббасов В.М., Ибрагимов Г.Г., Исаева Г.А., Аббасов М.М., Джавадов Ф.Г., Зейналов С.Г., Кадиров А.А., Аббасова З.В. //Процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2002. №1. С.11.
3. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. Киев: Наук. Думка, 1973.- 242с.
4. Караев А.И., Алиев Р.К., Бабаев А.З. Нафталановая нефть, её биологическое действие и лечебное применение. Изд. АН. СССР. Москва. 1959. 81с.
5. Красильников Н.Р., Коронелли Т.В. Разложение нефти парафинокисляющими микобактериями //Прикладная биохимия и микробиология. 1974. Т.Х. №4. С.573.
6. Самедова Ф.И. Азербайджанские нефти и их компонентный состав. Баку-Элм, 2002, 252 с.
7. Сильверстейн Р., Баслер Г., Моррил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: Мир, 590с, 1977.
8. Энгельгардт Х. Жидкостная хроматография высоких давлений. М.: Мир, 1980. 247с.

## **АФЛАТОКСИНЫ В МОЛОКЕ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ**

**Г. М. Сеидова**

*Кафедра медицинской микробиологии и иммунологии Азербайджанского Медицинского Университета, Баку (Азербайджан)*

*E-mail: trapan@mail.ru*

Известно, что некоторые грибы продуцируют микотоксины, употребление которых в составе пищевых продуктов может спровоцировать патологические изменения в организме человека и животных. Афлатоксины и их канцерогенные метаболиты выявляются в молоке в тех случаях, когда корм молочного рогатого скота предварительно контаминирован в достаточных концентрациях микотоксинами. Ранее нами был проведен сравнительный анализ содержания микотоксинов в зерновых и растительных культурах Азербайджана. Результаты этих исследований указывали на высокую частоту обнаружения афлатоксинов (более 70% из 720 отобранных для анализа проб) практически во всех обследованных районах республики [1, 2]. Поскольку обработка молока не уменьшает содержание афлатоксинов (в особенности метаболита М1), следует признать высокую вероятность присутствия токсинов и в различных молочных продуктах.

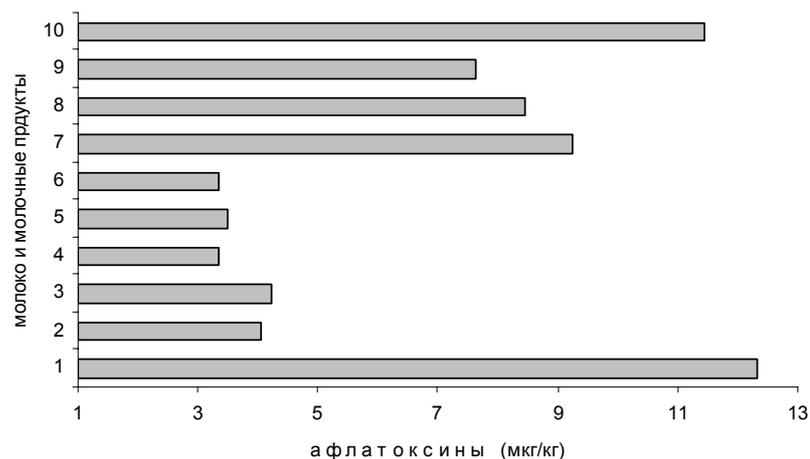
Данные литературы свидетельствуют о том, что 1-4 % принятого с кормами афлатоксина В1 в результате метаболизма в организме животного может быть заново появиться в молоке в виде афлатоксина М1 [7]. Токсикологическое действие для последнего возникает преимущественно от его близкого структурного подобия (В1), который является одним из наиболее известных канцерогенных веществ. Прямого доказательства для канцерогенных эффектов афлатоксина М1 более чем достаточно так как малые его количества доступны для токсикологического исследования и основаны в значительной степени на экспериментах с животными [5, 6, 8].

Исходя из того, что токсикологический риск микотоксинов достаточно высок, Европейское Экономическое Сообщество ограничивает концентрацию афлатоксина В1 в пределах 10 мкг/кг в кормовых добавках, а в молоке не более 5,0 мкг/кг. В случае регистрации в молоке, предназначенного для подготовки продовольствия младенцам, эти пределы снижены до 1,0 мкг/кг.

В настоящей работе рассмотрены особенности контаминации молока и молочных продуктов афлатоксинами. Количество суммарных афлатоксинов определяли методом иммуноферментного анализа ("Stat Fax", США), использовали готовые стандарты афлатоксина ("Ridascreen Rast Aflatoxin", Германия). Для проведения анализов нами была использована продукция в основном фирмы «Sevimli dad», продукция которой отличается разнообразием и широко представлена в республике.

На рисунке 1 представлены величины обнаруженного нами суммарного содержания афлатоксинов в молоке и молочных продуктах. Из приведенных данных следует, что в результате обработки молока содержание афлатоксинов в конечных продуктах полностью не нивелируется. Макси-

малые количества суммарных афлатоксинов были обнаружены в необработанном молоке, твороге высокой жирности и сливочном масле. При этом в необработанном молоке содержание токсинов было выше, чем во всех остальных исследованных продуктах и составляло 12,32 мкг/кг, а менее всего обнаружено в обезжиренном молоке - 3,35 мкг/кг. В остальных продуктах, в частности, в сливках различной жирности содержание афлатоксинов не превышало допустимые нормы.



*Примечание: 1 – необработанное молоко, 2 – пастеризованное молоко, 3 – стерилизованное молоко, 4 – обезжиренное молоко, 5 – сливки 10% жирности, 6 – сливки 15% жирности, 7 – творог жирный, 8 – творог обезжиренный, 9 – сыр, 10 – масло сливочное*

**Рисунок 1 - Содержание афлатоксинов в молоке и молочных продуктах**

Полученные данные свидетельствуют о том, что микотоксины могут загрязнять молоко и молочные продукты и они достаточно устойчивы в продуктах переработки исходного сырья. Известно, что попытки устранить или инактивировать микотоксины в молоке и молочных продуктах внедрением различных методов химической обработки неэффективны для молочной промышленности с точки зрения функциональных свойств и органолептических качеств обработанных продуктов, а также высокая себестоимость технологических процессов оказались экономически невыгодными [3, 4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сеидова Г.М. Региональные особенности распространения афлатоксинов в Азербайджане. Журн. «Saglamlig». Баку.2006. №5. с.75-79.
2. Сеидова Г.М. Сравнительная характеристика контаминации зерновых культур Азербайджана афлатоксинами. Журн. «Медицинские науки». М. Изд-во «Спутник». 2007. №2. с.128-133.
3. Смирнов В.В., Зайченко Ф.М., Рубежняк И.Г. Микотоксины: Фундаментальные и прикладные аспекты. // Современные проблемы токсикологии.

2000. №1. с.5-12.

4. Applebaum R. S. & Marth E. H., *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 174 (1982). p. 303-305.

5. Canton J. H., Kroes R., Van Logten M. J., Van Schothorst M., Stavenuiter J. F. C. & Verhulsdonk C. A. H., *Fd. Cosmet. Toxic.* 13 .1975. p. 441-443.

6. Cullen J. M., Ruebner B. H. Hsieh & D. P. H. *Fd. Chem. Toxic.* 22.1984. p. 1027-1028.

7. Masri M. S., Garcia V. C. & Page J. R.. *Vet. Rec.* 1969. p.146-147.

8. Sinnhuber R. O., Lee D. J., Wales J. H., Landers M. K. & Keyl A. C., *J.Natl. Cancer Inst.* 53. 1974. p. 1285-1288.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТОКСИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ПЕЛОИДОВ НА ВЕСЛОНОГИХ РАЧКАХ *DAPHNIA MAGNA*

**Ю. В. Жернов**

*Самарский государственный медицинский университет, ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области», Самара (Россия)*

*E-mail: zhernov@list.ru*

Избыток солей тяжёлых металлов в окружающей среде приводит к распространению заболеваний, связанных с их накоплением в организме человека. Лечение этого состояния затрудняется тем, что тяжёлые металлы практически не выводятся из тканей и органов. К настоящему времени ещё не разработана единая методика детоксикации тяжёлых металлов.

Целью нашего исследования была оценка детоксикационных свойств гуминовых кислот пелоидов, при воздействии на биообъекты ионами тяжёлых металлов в условиях *in vivo*.

В ходе эксперимента использовались гуминовые кислоты (ГК), выделенные из низкоминерализованных иловых сульфидных грязей оз. Молочка (курорт «Сергиевские минеральные воды», Самарская область). В качестве металлов детергентов нами были выбраны свинец, кадмий, медь и цинк. Для биотестирования использовались веслоногие рачки *Daphnia magna*. Полную интоксикацию организма дафнии определяли по нарушению статокинетических рефлексов и оседанию на дно в толще субстрата. Гибель констатировали методом световой микроскопии.

При разработке методики нейтрализации тяжёлых металлов *in vivo*, нами была выбрана минимальная активная концентрация гуминовых кислот пелоидов, составившая 0,1%. Для предотвращения изменения рН среды в раствор с дафниями добавлялась фосфатная буферная смесь.

Объем биотеста был постоянен, и составлял 2 мл. Варьировалась только концентрация гуминовых кислот в 1 и 2 пробе. Были поставлены реперные точки (3 проба), которые должны были показать время жизни

( $\Delta t_{cp}$ ) дафний в растворах только с катионами металла.

Исследование гуминовых кислот показало высокую детоксикационную способность со всеми ионами металлов. В реперных точках дафнии погибали в три раза быстрее, чем в пробах с 0,5 мл гуминовых кислот. В пробирке с 1 мл гуминовых кислот время жизни дафний удлинялось, по сравнению с пробами, содержащими 0,5 мл (табл. 1).

**Таблица 1 - Время жизни *Daphnia magna* ( $\Delta t_{cp}$ ) в различных смоделированных средах**

Катион металла	№ пробы	$V_{исх.}$ (мл)	$V_{буф.}$ (мл)	$V_{ГК 0,1\%}$ (мл)	$V_{Me^{2+} 0,01M}$ (мл)	$\Delta t_{cp}$ (ч:мин)
$Zn^{2+}$	1	0,7	0,5	0,5	0,3	5:15
	2	0,4	0,3	1	0,3	8:00
	3	1,7	-	-	0,3	1:40
$Cu^{2+}$	1	0,7	0,5	0,5	0,3	4:15
	2	0,4	0,3	1	0,3	5:54
	3	1,7	-	-	0,3	1:23
$Cd^{2+}$	1	0,7	0,5	0,5	0,3	6:15
	2	0,4	0,3	1	0,3	6:50
	3	1,7	-	-	0,3	1:43
$Pb^{2+}$	1	0,7	0,5	0,5	0,3	3:45
	2	0,4	0,3	1	0,3	6:30
	3	1,7	-	-	0,3	1:25

Проведенная работа характеризует гуминовые кислоты как детоксикационные агенты ионов тяжёлых металлов, что предполагает возможность использования их в клинической практике с целью лечения и профилактики состояний, связанных с интоксикацией организма тяжелыми металлами.

## ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ ЭСТЕРАЗ И КИСЛОЙ ФОСФАТАЗЫ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У КОМНАТНОЙ МУХИ

**М. П. Соколянская, А. Г. Николенко**

*Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН, Уфа (Россия)*

*E-mail: sokolyanskaya-m@yandex.ru*

Изучение механизмов резистентности живых организмов представляет собой важную часть исследований современной биологии. Оно позволяет более целенаправленно подходить к проблеме повышения устойчивости хозяйственно полезных насекомых и к проблеме контроля численности насекомых-вредителей. В настоящее время хорошо изучен вопрос о биохимических механизмах резистентности к инсектицидам. Задача наших экспериментов – попытка установления общих биохимических закономерностей в формировании устойчивости к стрессорам различного типа.

Селекцию и все исследования проводили на личинках III возраста комнатной мухи. Личинок мух чувствительной линии разделили на группы и каждую группу селектировали соответствующим стресс-фактором: битоксибациллином (БТБ), малатионом, высокой и низкой температурами. Селекцию препаратами проводили путем добавления их в корм. При селекции высокими и низкими температурами стаканчики с кормом и личинками выдерживали 30 мин при соответствующих температурах. Степень приобретенной устойчивости личинок и активность ферментов определялись в каждом 5-м поколении и сравнивались с соответствующими показателями у чувствительной линии. Критерием чувствительности личинок мух к препаратам служила эффективная концентрация, приводящая к гибели 50% особей ( $ЭК_{50}$ , %), которую определяли по оригинальной программе на основе пробит-анализа [1]. Степень приобретенной устойчивости личинок комнатной мухи характеризовали показателем резистентности (ПР), который представляет собой отношение  $ЭК_{50}$  устойчивой линии к  $ЭК_{50}$  чувствительной линии [2]. Для сравнения между собой линий комнатной мухи, селектированных высокой и низкой температурами, использовался коэффициент температурной чувствительности ( $K_T$ ), определяемый как отношение разности смертности в крайних точках критического диапазона температур для селектированной линии к той же разности для чувствительной линии [3].

Активность неспецифических эстераз определяли в гомогенате по скорости гидролиза  $\alpha$ -нафтилацетата [4]. Активность кислой фосфатазы (КФ) оценивалась по скорости гидролиза 2-нафтилфосфата [5].

Формирование резистентности у личинок комнатной мухи идет неравномерно. Быстрее всего на начальных этапах идет формирование устойчивости к БТБ (табл.1), но затем этот процесс замедляется.

**Таблица 1. Динамика формирования резистентности в селектированных линиях комнатной мухи (личинки)**

Селектированные линии и селектант	Показатель	Поколение			
		F <sub>5</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>15</sub>	F <sub>20</sub>
R <sub>БТБ</sub> , БТБ	ПР	1,43	3,64	5,96	5,2
R <sub>М</sub> , малатион	ПР	1,25	1,8	3,45	9,42
R <sub>Т</sub> , высокая температура	K <sub>Т</sub>	0,5	4,51	0,7	0,99
R <sub>Х</sub> , низкая температура	K <sub>Т</sub>	1,69	1,27	2,5	1,05

Резистентность к малатиону развивается медленнее, но к 20-му поколению именно в этой линии достигается наибольший показатель резистентности – 9,42. Резистентность к высокой и низкой температурам, судя по значениям  $K_T$ , незначительна. В то же время увеличение процента выживаемости личинок при экстремальных температурах (+60°C и 0°C) говорит о том, что формирование устойчивости к высокой и низкой температурам все-таки происходит.

В линии, селектированной БТБ, активность кислой фосфатазы на протяжении 20 поколений селекции постепенно повышается параллельно с

повышением показателя резистентности. Активность неспецифических эстераз повышается уже на начальном этапе селекции вплоть до 15-го поколения, а затем несколько снижается.

У личинок мух, селектированных малатионом, активность исследованных ферментов повышается уже в начале селекции, а затем она снижается. Видимо, в данном случае эти ферменты определяют неспецифическую устойчивость комнатной мухи, а резистентность к селектанту зависит от активности других ферментов.

При селекции высокой температурой активность ферментов интегрального комплекса (кислой фосфатазы и неспецифических эстераз) стабильно повышается в процессе селекции.

Активность ферментов у личинок мух, селектированных низкой температурой, в процессе селекции повышается вплоть до 15-го поколения, а затем, как и при селекции БТБ, снижается, но их активность выше по сравнению с чувствительной линией. В этой линии, скорее всего, изученные нами ферменты также определяют неспецифическую устойчивость мух.

Активность кислой фосфатазы во всех селектированных линиях меньше, чем активность эстераз. Она играет значительно меньшую роль в формировании резистентности к селектантам, даже к малатиону, хотя в литературе указывалось на ее роль в формировании устойчивости к фосфорорганическим соединениям [6].

Неспецифические эстеразы активны во всех селектированных линиях, вне зависимости от природы селектанта, что позволяет рассматривать их как эффективный механизм неспецифической устойчивости насекомых.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколянская М.П. Токсикологическая и биохимическая характеристика процесса формирования резистентности у комнатной мухи (*Musca domestica* L.) к современным инсектицидам // Дис. ... канд.биол.наук. С-Пб. ВИЗР. 2007. 142 с.
2. Методические указания. Определение резистентности вредителей с.-х. культур и зоофагов к пестицидам. М.:ВАСХНИЛ. 1990. С. 9.
3. Соколянская М.П., Беньковская Г.В., Николенко А.Г. Динамика формирования резистентности личинок комнатной мухи к стресс-факторам различной природы // Агрехимия. 2005. №9. С. 72 - 75.
4. Van Asperen K. A study of housefly esterases by means of a sensitive calorimetric method // J. Insect. Physiol. - 1962. - V.8. - P.401 - 416.
5. Филиппова М.А. Активность кислой и щелочной фосфатаз в слюнных железах личинок и куколок *Chironomus thummi*. // Онтогенез. 1985. №2. С. 127 - 134.
6. Oppenoorth F.J. Biochemistry and Genetics of Insecticide Resistance/ Kerkut G.A., Gilbert L.I.//Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology. 1985. V. 12. P. 731 - 773.

## ВЛИЯНИЕ ДИЕТЫ И ГОЛОДАНИЯ НА ПРОЦЕССЫ ЭКЗОТРОФИИ У КАРПА *CYPRINUS CARPIO L.*

**В. В. Кузьмина, П. В. Темкина, Е. А. Вишнякова**

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Ярославская обл., пос. Борок (Россия)*

*E-mail: vkuzmina@ibiw.yaroslavl.ru*

Согласно синтетической теории регуляции пищевого поведения у рыб, состав пищи и режим питания не может не воздействовать на различные звенья экзотрофии (поиск, поглощение и начальные этапы ассимиляции пищи) [1]. Ранее нами было показано, что состав корма, режим питания, концентрация резервных веществ в органах и тканях, а также утилизонов (утилизируемых мономеров, способных выполнять регуляторную функцию) в жидких средах организма оказывают значительное влияние на пищевое поведение рыб [2-4].

Влияние диеты и голодания на начальное и центральное звенья процесса экзотрофии у рыб одного вида в рамках одного эксперимента ранее не исследовалось. В связи с этим цель работы состояла в изучении влияния режима питания и различной диеты на скорость пищевой реакции, рацион, активность протеиназ и карбогидраз пищеварительного тракта, а также уровня гликемии у карпа.

Работа проведена в течение 2006 - 2007 г.г. Объект исследования: карп обыкновенный *Cyprinus carpio L.* Масса тела  $17.5 \pm 0.07$  г. Сеголеток с сентября 2006 г. по март 2007 г. содержали на смешанной диете в 200-литровых аквариумах с проточной водой. В марте 2007 г. рыбы, разбитые на три экспериментальные группы (по 5 особей в каждой), были пересажены в непроточные аквариумы объемом 40 л (площадь дна 35x65 см) с принудительной аэрацией (температура  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Смену воды в аквариумах производили по мере ее загрязнения. Рыб первой группы в течение восьми месяцев кормили через неделю (5% от массы тела) кормом с преобладанием белковых компонентов (условно «голодные» рыбы). Рыб второй и третьей групп в течение этого времени кормили в том же объеме ежедневно. Однако в корме одних преобладали белковые компоненты (17.3 % белка, 1.7% жира и 0.1 % углеводов в расчете на сырой вес), в корме других – углеводные компоненты (2.6 % белка, 0.3% жира и 17.2 % углеводов в расчете на сырой вес). Для моделирования бентосного типа питания рыб помещали в камеру из прозрачного оргстекла с перфорациями (стартовый отсек), размером 10x5x6 см, которую устанавливали у задней стенки аквариума. Одна из стенок камеры могла подниматься. У противоположной стенки аквариума помещали корм (15 экз. замороженных личинок хирономид, средняя масса 7.5мг). Когда передняя стенка камеры поднималась, рыбы могли выходить из камеры для поиска и потребления корма. В марте рыб в течение двух недель приучали находить корм в описанных выше условиях. Затем, в течение 1.5 мес. проводили опыты [2]. Регистрировали три па-

раметра – время нахождения рыб в стартовом отсеке после подъема передней стенки камеры ( $t_1$ ), время, необходимое для достижения рыбами корма – латентное время питания, величина которого обратно пропорциональна скорости пищевой реакции ( $t_2$ ), а также рацион (R). В последнем случае учитывали количество съеденных личинок хирономид из 20-ти предложенных за 3 мин наблюдения. В сентябре были проведены повторные опыты. Для оценки влияния диеты на центральное звено экзотрофии исследовали активность пищеварительных гидролаз, функционирующих в слизистой оболочке кишечника рыб. Активность протеиназ (преимущественно трипсин, КФ 3.4.21.4) определяли по приросту тирозина, активность карбогидраз (общая амилолитическая активность, включающая активность  $\alpha$ -амилазы, КФ 3.2.1.1, глюкоамилазы, КФ 3.2.1.3 и ферментов группы мальтаз, КФ 3.2.1.20) – по приросту гексоз. Методы описаны ранее [5]. Для оценки влияния диеты на состав жидких сред организма определяли концентрацию глюкозы в крови, получаемой из хвостовых сосудов, при помощи аппарата Accu-Chek Activ. За двое суток до опыта рыб переставали кормить. Данные обрабатывали статистически с использованием приложения EXCEL программы MS Office'XP. Достоверность результатов оценивали при помощи критерия Стьюдента при уровне значимости  $p \leq 0.05$ .

*Влияние диеты и разных режимов питания на скорость пищевой реакции и рационы карпа.* Данные, касающиеся влияния голодания и различных диет на скорость пищевой реакции рыб представлены в табл. 1.

**Таблица 1 - Влияние голодания (Г), белковой (Б) и углеводной (У) диет на пищевое поведение и рационы (R) карпа**

Дата	$t_1$			$t_2$			R		
	Б	У	Г	Б	У	Г	Б	У	Г
19.09.	3.8±0.9	2.2±0.6	5.0±2.6	13.4±2.4	11.8±1.7	7.6±1.3	15.0±0.0	12.6±2.4	14.4±0.6
21.09.	2.4±0.7	3.6±1.2	3.4±0.5	7.0±1.5	4.2±0.7	5.6±0.5	20.0±0.0	20.0±0.0	18.8±1.2
25.09.	2.6±0.7	1.8±0.4	2.4±0.8	8.8±2.3	4.2±0.7	4.8±1.0	19.4±0.6	19.6±0.4	19.2±0.8
27.09.	3.6±1.9	1.6±0.4	3.0±1.1	7.4±1.9	4.0±0.9	4.2±0.7	18.0±1.2	18.6±0.8	19.0±0.6
01.10.	2.4±0.9	1.4±0.9	4.6±2.9	16.0±4.2	5.8±1.4	4.4±0.2*	18.4±1.8	18.6±1.4	17.4±1.7
17.10.	3.8±0.4	2.0±1.0	3.5±1.0	13.8±2.1	7.0±1.9*	6.4±2.0*	19.0±0.6	19.6±0.4	18.4±1.9

*Примечание.*  $t_1$  - время нахождения рыб в стартовом отсеке после подъема передней стенки камеры, с;  $t_2$  - время, необходимое для достижения рыбами корма (скорость пищевой реакции), с; R – экз. личинок хирономид; \* -  $p < 0.05$ .

Как показывает таблица, время нахождения рыб всех групп в камере во все сроки наблюдения достоверно не различается, однако величина  $t_1$  у рыб, получавших преимущественно углеводный корм, в 1.7 раза ниже, чем у рыб, получавших белковый корм и в 2.3 раза ниже, чем у голодавших рыб. В последующие сроки различия сокращаются. При этом у всех рыб наблюдается колебательное изменение показателя. Данные, касающиеся времени, требующегося для нахождения рыбами корма, свидетельствуют о больших величинах  $t_2$  у рыб, получавших белковый корм. Важно отметить, что различия увеличиваются в конце опыта. Если в первый срок наблюдения величина  $t_2$  была в

1.8 раза выше, чем у голодавших рыб, то в 5-й и 6-й день наблюдения – в 3.6 и 2.2 раза соответственно. Количество съеденного корма рыбами всех исследованных групп различается в меньшей степени. Сравнение этих результатов с данными, полученными в марте [2], свидетельствует о значительном сходстве величин  $t_2$  и различиях в значениях рациона у исследованных групп рыб. Так, в марте величина  $t_2$  у рыб, получавших белковую пищу, составляла  $15.2 \pm 2.9$  с, у голодавших рыб –  $5.8 \pm 0.8$  с. Рацион первых составлял  $8.0 \pm 1.4$ , вторых –  $13.8 \pm 0.4$  экз. личинок хирономид.

*Влияние разной диеты на активность протеиназ и карбогидраз слизистой оболочки кишечника карпа.* Данные, касающиеся влияния белковой и углеводной диет на общую протеолитическую и общую амилолитическую активность слизистой оболочки кишечника карпа, представлены в табл.2.

**Таблица 2 - Влияние белковой и углеводной диет на активность протеиназ (ОПА), карбогидраз (ОАА) и уровень гликемии у карпа**

Показатель	Диета	
	Белковая	Углеводная
ОПА, мкмоль/(г·мин)	$1.57 \pm 0.28$	$0.45 \pm 0.08^*$
ОАА, мкмоль/(г·мин)	$4.32 \pm 0.26$	$5.90 \pm 0.18^{**}$
ОПА/ОАА	$0.36 \pm 0.05$	$0.08 \pm 0.01^{**}$
Уровень гликемии, ммоль/л	$\frac{1.3 \pm 0.1^a}{2.6 \pm 0.4}$	$\frac{1.6 \pm 0.2}{7.2 \pm 0.6^{**}}$

*Примечание:* <sup>a</sup> - цифры над чертой: до кормления рыб, цифры под чертой: через 1.5 ч после кормления рыб. \* -  $p < 0.05$ , \*\* -  $p < 0.01$ .

Полученные данные свидетельствуют о том, что активность протеиназ рыб, находящихся на белковой диете, в 3.5 раза выше по сравнению с особями, получавшими углеводный корм. Активность карбогидраз, напротив, в 1.4 раза выше у рыб, находящихся на углеводной диете. В результате этого коэффициент П/К (ОПА/ОАА) у первых в 4.5 раза выше, чем у вторых. Следовательно, диета значительно влияет на активность ферментов слизистой оболочки кишечника, а также концентрацию образующихся в результате гидролиза сигнальных молекул, участвующих в оперативной регуляции пищевого поведения рыб. Определение уровня гликемии показало, что голодание до опыта в течение двух суток не влияет на концентрацию глюкозы у рыб, находящихся на разных диетах (табл. 2). Однако через 1.5 ч после кормления у рыб, получавших углеводный корм уровень гликемии в 4.5 раза выше, чем у рыб, получавших белковый корм.

Таким образом, диета наиболее значительно влияет на скорость пищевой реакции рыб и активность ферментов, гидролизующих белковые и углеводные компоненты корма. Состав пищи оказывает влияние на уровень гликемии только в период ее переваривания. При этом поступление глюкозы во внутреннюю среду организма рыб зависит как от количества углеводов в корме, так и активности карбогидраз.

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмина В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб. М. Наука. 2005. 300 с.
2. Кузьмина В. В. Влияние физиолого-биохимического статуса на пищевое поведение рыб (на примере карпа *Cyprinus carpio* L.) // IV Всерос. конф. по поведению животных. М. С.77-78.
3. Кузьмина В.В., Гарина Д.В. Влияние глюкозы, инсулина и адреналина на некоторые аспекты пищевого поведения рыб //Журн. эвол. биохим. физиол. 2001. Т. 37. № 1. С. 116-120.
4. Кузьмина В.В., Гарина Д.В., Герасимов Ю.В. Роль глюкозы в регуляции пищевого поведения рыб // Вопр. ихтиол. 2002. Т.42. № 2. С. 253-258.
5. Kuz'mina V.V. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts // Aquaculture. 1996. V. 148. P. 25-37.

## ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ – ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО СУЩЕСТВОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ПАРАЗИТОВ В УСЛОВИЯХ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Л. В. Аникиева, О. В. Новохацкая**

*Институт биологии Кар НЦ РАН, Петрозаводск (Россия)*

*E-mail: Anikieva@krc.karelia.ru*

Исследование морфологического разнообразия популяции в условиях меняющейся среды одна из важных задач, решение которой необходимо для понимания механизмов устойчивости биологических систем. Работы, посвященные исследованию изменчивости популяций, выполнены преимущественно на свободноживущих видах животных. Для одних видов отмечается стабильность фенооблика популяций за исследуемый период времени, для других - характерны многолетние колебания фенооблика по годам. Популяционная морфология паразитов изучена крайне слабо. Сведения об изменчивости популяций паразитов скудны и фрагментарны.

Целью настоящего исследования явилось изучение фенотипического разнообразия популяции типичного паразита европейской ряпушки *Coregonus albula* L. цестоды *Proteocephalus longicollis* (Zeder, 1800), (Cestoda, Proteocephalidea) в изменяющихся условиях оз. Сямозера. В оз. Сямозере, начиная со второй половины прошлого столетия, произошли существенные изменения, связанные с процессами эвтрофирования. Наибольшее влияние на рыбную часть сообщества оказала корюшка, которая стала доминирующим видом и вытеснила ряпушку с ее мест обитания, что привело к катастрофическому снижению численности ряпушки. С 1976 по 1989 гг. в озеро вселялась крупная форма ряпушки. В настоящее время ряпушка Сямозера, которая раньше считалась мелкой формой европейской ряпуш-

ки, теперь напоминает крупную форму, т.е. вселенную, однако численность ее по-прежнему низка [3].

Материалом для настоящей работы послужили 4 выборки половозрелых цестод, собранных в 1971, 1985, 2003 и 2004 гг. Фенотипическое разнообразие *P. longicollis* оценивали по двум несвязанным признакам, характеризующим основные функциональные системы цестод: форме сколекса и форме половозрелых члеников [1]. Вариации признаков ранжировали по категориям: от 1 до 10 % – редкие, 11–30 % – малочисленные, 31–50 % – обычные, 51–70 % – субдоминирующие и более 71 % – доминирующие. Определяли показатель внутривидового разнообразия ( $\mu$ ) и долю редких форм ( $h$ ), степень сходства выборок ( $g$ ) и достоверность различий ( $J$ ) [2]. Всего было исследовано 113 экз. половозрелых цестод: в 1974 г. – 20 экз., 1985 г. – 20 экз., 2003 г. – 31 экз., 2004 г. – 42 экз.

В результате проведенных исследований было установлено наличие трех форм сколекса: ланцетовидная *Sc1*, ядровидная *Sc2* и булавовидная *Sc3* и 4-х форм стробил: с короткими широкими половозрелыми члениками *P1*, квадратными *P2*, удлинненными (субквадратными) *P3* и длинными *P4*, которые соответствовали описанным ранее формам *P. longicollis* из европейской ряпушки [1]. Первая выборка включала 2 вариации сколекса: *Sc1* и *Sc2*, которые по частотам встречаемости соотносились как малочисленная (*Sc1*) и доминирующая, и 3 формы стробил: *P2* субдоминировала, *P3* была обычной, *P1* – малочисленной. Во второй выборке были обнаружены все 3 формы сколекса: две из них (*Sc1* и *Sc2*) относились к категории обычных, а одна (*Sc3*) – редких. Из трех форм стробил *P2* сохранила субдоминирующее положение, частоты двух других вариаций были иными: *P1* принадлежала к категории обычных, *P3*, наоборот, – редких. Третья и четвертая выборки представлены двумя формами сколекса, одна из которых доминировала (*Sc2*), а другая (*Sc1*), была малочисленной и 4 формами стробил: *P2* субдоминировала, остальные были редкие и малочисленные.

По  $\mu$  (показателю внутривидового разнообразия) формы сколекса три выборки (I, III, IV) оказались сходны. Вторая выборка достоверно отличалась от них более высоким разнообразием. По  $h$  (частоте редких вариаций) формы сколекса достоверных отличий между выборками не выявлено. По  $\mu$  формы стробилы первая и вторая, третья и четвертая выборки были попарно сходны. Вторая пара отличалась от первой более высоким внутривидовым разнообразием. По  $h$  все четыре выборки оказались сходны. По показателю сходства  $g$  и критерию идентичности  $J$  вторая выборка отличалась от остальных по форме сколекса на уровне  $P=0.25$ , по форме стробилы на уровне  $P=0.025 - 0.01$ .

Таким образом, проведенные исследования выявили характер фенотипического разнообразия популяции *P. longicollis* и его динамику в разные периоды состояния экосистемы оз. Сямозера. В начальный период структуру популяции гельминта формируют доминирующие фенотипы с ядровидной формой сколекса и стробилами с квадратной и субквадратной

формой половозрелых члеников. Остальные фенотипы редки и малочисленны. Такая структура с ограниченным числом фенотипов свидетельствует о жестком отборе и регуляции хозяином фенотипического разнообразия популяции паразита. Фенотипическое разнообразие и структура популяции *P. longicollis* меняются в период перестройки экосистемы за счет более высокой доли фенотипов с ланцетовидной формой сколекса и стробил с короткими широкими члениками. В третий период (2003-2004 гг.) - период стабилизации экосистемы фенотипическая структура популяции паразита вновь приближается к исходному состоянию. В структуре популяции доминируют тот же фенотип по форме сколекса - Sc2, и 2 фенотипа стробилы (P2, P3), которые в сумме составляют более 80 % численности цестод.

Как известно [4], морфологические изменения коррелируют с важнейшими особенностями жизнедеятельности организмов. Изменение отдельных признаков указывает на изменение состояния всего организма и, в конечном итоге, популяции в целом. Полученные нами данные позволяют считать, что фенотипическое разнообразие является одной из характеристик популяции паразитов, которая изменяется под воздействием условий флуктуирующей среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникиева, Л.В. Полиморфизм и структура популяции *Proteocephalus longicollis* Zeder, 1800 (Cestoda: Proteocephalidae) из европейской ряпушки *Coregonus albula* L. /Аникиева Л.В., Харин В.Н., Спектор Е. Н // Паразитология. 2004. Т. 38. Вып. 5. С. 438-447.
2. Животовский, Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. 1982. М.: Наука. С. 38-55.
3. Стерлигова, О.П. Экосистема Сямозера (биологический режим, использование). 2002 /Стерлигова О.П., Павлов В.Н., Ильмаст Н.В., Павловский С.А., Комулайнен С.Ф., Кучко Я.А. /Петрозаводск, КарНЦ РАН. 119 с.
4. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. М.: Наука, 1982. С. 383.

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРУГОРЕСНИЧНЫХ ИНФУЗОРИЙ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ОБЪЕКТАМ ПРИКРЕПЛЕНИЯ

**Е. В. Дементьева**

*Омский государственный педагогический университет, Омск (Россия)*

*E-mail: zhirnova@omgpi.ru*

Таксономия сидячих перитрих базируется на системе, предложенной Калем [6]. Кругоресничные инфузории относятся к типу Ciliophora Doflein, 1941, классу Peritricha Stein, 1859, отряду Sessilida Kahl, 1933.

В современной классификации они имеют ранг подкласса [Corliss, 1994] или класса [3, 4]. Эти авторы, как ранее Каль [6] и Рабе [7] указывают на их морфологическое своеобразие и монофилетическое происхождение. Это подтверждается и электронно-микроскопическим изучением их фибриллярных структур [2]. Перитрих подразделяют на две систематические группы, которым Корлисс [5] придал ранг подотрядов: прикрепленных (*Sessilina*) и подвижных (*Mobilina*). Подотряд *Mobilina* включает одно семейство *Urceolariidae*, подотряд *Sessilina* – всех остальных кругоресничных инфузорий. Подотряд *Sessilina* делится на два надсемейства: *Loricata* и *Aloricata*. *Loricata* – группа прикрепленных перитрих, образующих на поверхности тела защитные оболочки из псевдохитина – домики (*logica*). Остальные кругоресничные инфузории вошли в надсемейство *Aloricata*, в которое Каль объединил: виды, лишенные стебля – в семейство *Scyphidiidae*, виды с несократимым стеблем – в семейство *Epistylidae*, с сократимым стеблем – в семейство *Vorticellidae*.

Основой существования сидячих *Peritricha* является прикрепленный образ жизни, в связи с чем в их строении сформировались необходимые адаптации.

В фауне *Peritricha* из исследованных нами 28 водоемов Омска и Омской области, было отмечено 22 вида инфузорий, относящихся к родам *Vorticella* и *Epistylis*, которые по избирательности к субстратам, служащим для прикрепления, можно разделить на 3 группы:

1. Эпифиты - виды, поселяющиеся на растениях. В состав данной группы входит 4 вида рода *Vorticella*: (*V. conica*, *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *V. vernalis*), что составляет 18,2% от общего числа видов *Peritricha*;

2. Эпизои - виды, поселяющиеся исключительно на животных организмах: 4 вида рода *Vorticella*: (*V. communis*, *V. fromenteli*, *V. hyaline*, *V. nutans*) - 18,2% и вид рода *Epistylis*: (*E. urceolata*) - 4,5%, в качестве субстрата и носителя для которых являются рачки семейства Cyclopidae;

3. Эпибионты, или миксобионты – виды, обитающие на растениях и животных. Эту группу составляют 11 видов рода *Vorticella*: (*V. acus sp. nova*, *V. aerotensi*, *V. alba*, *V. campanula*, *V. convallaria*, *V. extensa*, *V. hamata*, *V. monilata*, *V. ovum*, *V. picta*, *V. striata*) - 50,0% и 2 вида рода *Epistylis*: (*E. bimarginata*, *E. plicatilis*) - 9,0%.

Характерные признаки, учитываемые при определении видовой принадлежности кругоресничных инфузорий:

1. Форма тела;
2. Размеры тела (длина, максимальная ширина);
3. Перистомальный валик (форма, толщина, наличие гранул, выпуклостей);
4. Перистомальный диск (форма, неровности поверхности);
5. Цилиатура (форма, расположение ресничек);
6. Пелликула (исчерченность тела; тип пелликулярных линий);
7. Цитоплазма (структура, цвет);
8. Цитостом (положение и размеры);
9. Цитофаринкс (буккальный аппарат);
10. Макронуклеус (форма, положение в клетке);
11. Микронуклеус (форма, положение в клетке);
12. Сократительная вакуоль (положение в клетке, форма, размер);
13. Пищеварительные вакуоли (положение в клетке, форма, размер);
14. Стебелек (размеры, строение, наличие гранул, тип спирализации);

У инфузорий, объединяемых в класс Peritricha, крупные мембранеллы образуют на переднем конце тела адоральную зону, состоящую из двух рядов и спирально завернутую налево. Остальное тело голое или снабжено на заднем конце поясом ресничек. Большинство кругоресничных инфузорий - перифитонные виды [1]. Тело перитрих вытянуто вертикально. Форма тела у разных видов колоколовидная, коническая, конусовидная, цилиндрическая, овальная, бокаловидная и др. Длина клетки варьирует от 30 до 150 мкм. На верхнем, оральном конце расположен перистом, образованный широкой перистомальной впадиной, окруженной у большинства видов перистомальным валиком. Над впадиной перистома расположен перистомальный диск. Диск и валик несут на себе двойную ресничную спираль, спускающуюся внутрь ротовой полости (вестибулюма), вход в которую расположен ассиметрично. Цитостом заканчивается более суженным отделом - цитофаринксом - в эндоплазме клетки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банина Н.Н. Тип Инфузории // Фауна аэротенков. - Л.: Наука, 1984.
2. Серавин Л.Н., Герасимова З.П. Некоторые особенности ультратонкого строения фибриллярных структур кругоресничных инфузорий // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1979. Т. 86.
3. Янковский А.В. Конспект новой системы Ciliophora // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. - Л.: 1980. - Т. 94.
4. Adl et al. The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists // J. Eukaryotic Microbiology, 2005. V.52, 5.-pp. 399-459.
5. Corliss J.O. An interim utilitarian («User-friendly») hierarchical classification and characterization of the protists. Acta Protozoologica, 1994.
6. Kahl A. Urtiere oder Protozoa, Wimpertiere oder Ciliata. IV. Peritricha und Honotricha. - In: Dahl. F. Die Tierwelt Deutschlands. Berlin, 1935, Bd 30, 4.
7. Raabe Z. The taxonomic position and rank of Peritricha // Acta Protozoologica. 1964. Vol. 2. № 2.
8. Stein F. Der Organismus der Infusionsthier. 1859. - 160 p.

### НЕЙПРСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ АКТИВНОСТИ ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ ПИЛОРИЧЕСКОЙ ЖЕЛЕЗЫ РУССКОГО ОСЕТРА ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ СРЕДЫ

**А. Н. Неваленный., А. В. Туктаров, А. С. Мартьянов**

*Астраханский государственный технический университет, Астрахань (Россия)*

*E-mail: tuktarovav@rambler.ru, a-martian@yandex.ru*

В настоящее время различными отраслями экологической физиологии, в том числе имеющими непосредственное отношение к трофологии, накоплен огромный массив данных относительно разнообразных особенностей воздействия абиотических факторов среды на организм. Особенно много информации относительно реакций типа «воздействие - ответ» на-

коплено относительно физиолого-биохимических «адаптаций элементарных функций, механизмы реализации которых описываются в терминах биохимии» [5]. Выяснение характера подобных воздействий в трофологическом аспекте дисциплины особенно важно для гидробионтов [2, 3, 5]. Вместе с тем, несмотря на огромное количество описательного материала, на настоящий момент не существует каких-либо моделей, позволяющих прогнозировать изменение количественных показателей, по которым можно судить о характере адаптации хотя бы на биохимическом уровне. Между тем необходимость построения таких моделей становится очевидной при имеющейся в современной экологической физиологии рыб тенденции к изучению комплексного воздействия факторов среды на организм, в частности на такие биохимические показатели, как функциональные характеристики ферментных систем [3, 6].

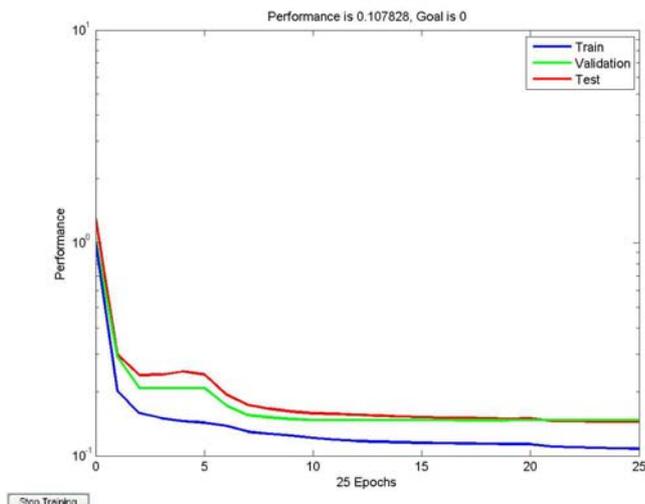
В связи с вышеизложенным цель данной работы – построение и исследование применимости многослойного персептрона для прогнозирования относительного изменения уровня активности щелочной фосфатазы слизистой оболочки пилорической железы русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt).

Объектами исследования служили половозрелые самки русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*), выловленные в Северном Каспии. При изучении влияния осмотического давления на указанные ферменты гомогенат и субстрат готовились при помощи растворов хлорида натрия с целью получения ряда концентраций этого осмотически активного вещества от нулевой и очень малой (0,05%) до предельной (20%); возрастание концентраций в экспериментах в целом соответствовало ряду геометрической прогрессии со знаменателем 2. Активность ферментов определяли с использованием стандартных физиолого-биохимических методик [7].

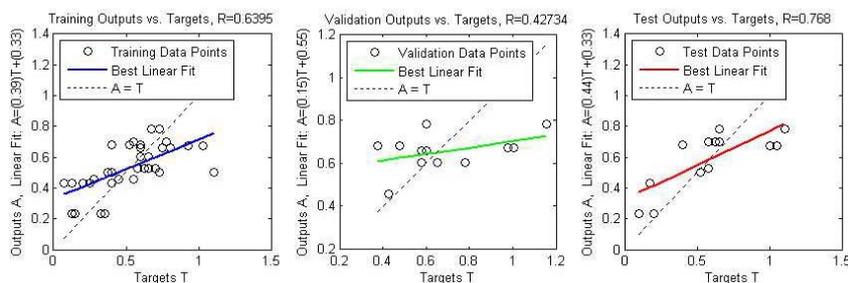
В качестве типа архитектуры нейронной сети для прогнозирования вышеупомянутого показателя был выбран многослойный персептрон [8]. Использовалась трехслойная модель с 5 нейронами в промежуточном слое. Реализация модели осуществлялась в среде MATLAB с использованием пакета расширения Neural Network Toolbox [4]. Из общего объема экспериментальной выборки 15% было зарезервировано для тестовой и контрольной выборок, на оставшихся данных производилось обучение методом Левенберга-Марквардта.

Цикл обучения занял 25 эпох. Значение усредненной нормированной среднеквадратической ошибки в конце обучения составило 0,11 при максимально допустимом значении 0,67. При этом на обучающей выборке значение среднеквадратической ошибки составило 0,11, на контрольной и тестовой – 0,15. Результаты обучения показаны на рисунке 1.

Дополнительно был проведен регрессионный анализ с целью установить степень соответствия между выходными значениями обученной сети и экспериментальными данными. Результаты продемонстрированы на рисунке 2.



**Рисунок 1 - Изменение среднеквадратической ошибки в ходе обучения многослойного персептрона**



*Примечание: слева – результаты относительно обучающей выборки, в центре – контрольной, справа – тестовой. Кругами обозначены данные соответствующих выборок, штриховая линия – линия равенства данных физического (T) и вычислительного (A) экспериментов*

**Рисунок 2 - Результаты регрессионного анализа экспериментальных данных относительно вычисляемого выхода сети**

Относительно низкое значение регрессионного коэффициента для контрольной выборки компенсируется достаточно хорошими показателями для обучающей и, главное, тестовой выборок, что, в совокупности с низкими значениями среднеквадратических ошибок позволяет говорить о достаточно хороших прогнозирующих свойствах модели. Следует также заметить, что значения коэффициентов регрессии, близкие к 1, могли бы свидетельствовать о переобучении модели [8].

Таким образом, по-нашему мнению, результаты эксперимента свидетельствуют о значительных перспективах нейросетевого подхода в исследованиях физиолого-биохимических аспектов адаптации пищеварительной системы гидробионтов (в частности, рыб), при создании прогностических моделей, а также при обобщении и систематизации больших массивов экспериментальных данных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голованова И.Л. Влияние скорости нагрева воды на активность пищеварительных карбогидраз карпа в различные сезоны года // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата (2007, Астрахань). Международный симпозиум, 16 – 18 апреля 2007 г.: материалы и доклады – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 445 – 448
2. Голованова И.Л., Таликина М.Г. Влияние низких концентраций хлорофоса в период раннего индивидуального развития на пищеварительные карбогидразы сеголеток плотвы *Rutilus rutilus* // Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46, № 3. С. 412 – 416
3. Голованова И.Л., Таликина М.Г., Филиппов А.А. Отдаленные последствия влияния сверхнизких концентраций хлорофоса и нитрозогуанидина в период эмбриогенеза на физиолого-биохимические показатели сеголеток плотвы «Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов» Материалы 2-ой научной конференции с участием стран СНГ (Петрозаводск, 11 – 14 сентября 2007 г.) Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. С. 42
4. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB 6.5 SP1/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006 – 456 с.
5. Кузьмина В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина – Москва: Наука, 2005 – 300 с.
6. Кузьмина В.В., Ушакова Н.В. Влияние температуры, рН и тяжелых металлов (цинк, медь) на активность протеиназ рыб и их потенциальных объектов питания «Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов» Материалы 2-ой научной конференции с участием стран СНГ (Петрозаводск, 11 – 14 сентября 2007 г.) Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. С. 80 – 81
7. Неваленный А.Н., Бедняков Д.А., Держинская И.С. Энзимология: Учеб. пособие / Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2005 – 84 с.
8. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. С. 219 - 341

### ВЛИЯНИЕ ГЛУТАТИОНА НА АКТИВНОСТЬ НАД<sup>+</sup>-ЗАВИСИМОЙ ИЗОЦИТРАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ИЗ ПЕЧЕНИ КРЫС В НОРМЕ И ПРИ ВВЕДЕНИИ ФАКТОРА НЕКРОЗА ОПУХОЛИ- $\alpha$

Л. Н. Цветикова, Т. Н. Попова, Т. И. Рахманова  
*Воронежский Государственный Университет, Воронеж (Россия)*  
*E-mail: tsvrtik\_lubik@front.ru*

Известно, что при развитии оксидативного стресса наблюдается истощение запасов восстановленного глутатиона (GSH) и накопление его окисленной формы (GSSG) в митохондриях клетки [1]. Кроме этого, в работах последних лет показана значительная роль глутатиона в реализации апоптоза, индуцируемого фактора некроза опухоли  $\alpha$  (ФНО- $\alpha$ ) [2]. В связи с этим было проведено исследование влияния глутатиона на активность НАД-зависимой изоцитратдегидрогеназы (НАД-ИДГ) из печени крыс в норме и при введении ФНО- $\alpha$ . Для индукции оксидативного стресса животным вводили актиномицин D

внутрибрюшинно (20мкг/кг), а затем через 20 минут вводили ФНО- $\alpha$  (1мкг/кг) Материал забирали через 12 часов после введения ФНО- $\alpha$  [3]. С помощью дифференциального центрифугирования и различных методов хроматографии были получены очищенные ферментные препараты НАД-ИДГ из печени крыс в норме и при введении ФНО- $\alpha$  с 21,6 и 24,7-кратной степенью очистки и выходом 55,8 и 44,9%, удельные активности полученных ферментов -  $0,137 \pm 0,007$  и  $0,164 \pm 0,008$  Е/мг белка соответственно. Активность НАД-ИДГ определяли на СФ-56 при длине волны 340 нм. Было выявлено, что GSH уменьшает скорость реакции, катализируемой НАД-ИДГ из печени интактных животных при концентрациях от 0,1 до 1,0 мМ. Так, при 0,8 мМ концентрации GSH активность фермента составляет 54% от контрольного уровня. Для фермента, выделенного из печени крыс, подвергнутых воздействию ФНО- $\alpha$ , отмечено активирующее действие данного метаболита. Так, при 0,5 мМ концентрации GSH активность НАД-ИДГ увеличивается на 50% по отношению к первоначальному уровню. С дальнейшим повышением концентрации GSH его активирующий эффект на фермент из печени крыс при окислительном стрессе снижается. Исследование влияния GSSG на активность НАД-ИДГ выявило его активирующее действие на фермент как в условиях нормы, так и при действии ФНО- $\alpha$ . Так, при концентрации метаболита 0,4 мМ активность НАД-ИДГ из печени интактных крыс возрастает в 2,2 раза относительно контрольного уровня. При дальнейшем повышении концентрации GSSG активирующий эффект снижается. При 0,3 мМ концентрации GSSG происходит увеличение активности НАД-ИДГ, выделенной из печени крыс при действии ФНО- $\alpha$ , на 36,0%, а дальнейшее увеличение концентрации (до 0,8 мМ) приводит к уменьшению активности на 31,6% от первоначального уровня. Активация НАД-ИДГ при развитии оксидативного стресса глутатионом может способствовать повышенному синтезу 2-окоглутарата, являющегося предшественником глутамата. Глутамат играет ключевую роль в азотистом обмене и является предшественником глутамина и, кроме этого, может идти на синтез GSH, содержание которого при оксидативном стрессе уменьшается [1].

*Работа поддержана финансированием Министерства образования и науки РФ по Программе «Развитие научного потенциала высшей школы» РНП.2.1.1.4429*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kirilin W.G. Glutathione redox potential in response to differentiation and enzyme inducers // *Free radical biology and medicine*. 1999. V. 27, № 1. P. 1208-1218.
2. Musallam L. Resistance to Fas-induced apoptosis in hepatocytes: role of GSH depletion by cell isolation and culture // *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol*. 2002. V. 283. P. 709-718.
3. Zang G.Q. Effect of hepatocyte apoptosis induced by TNF- $\alpha$  on acute severe hepatitis in mouse models // *World J Gastroentero*. 2000. V. 6, №. 5. P. 688-692.

## ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАНЖЕТОК (*ALCHEMILLA L.*): АНАЛИЗ СПЕКТРОВ ИСТОРИЧЕСКИХ СВИТ Г.М. ЗОЗУЛИНА

**А. В. Чкалов**

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,  
Нижний Новгород (Россия)*

*E-mail: biofor@yandex.ru*

«Экологические связи каждого вида представляют нечто сложившееся исторически. Только соединение экологического подхода к истории флоры и развития ее элементов с историческим подходом к экологии растений может обеспечить понимание сложных явлений географического распространения растений и флорогенеза [1].» Таким образом, несомненно важно уточнение данных об экологии сложных в систематическом отношении агамных форм, в частности, манжеток.

Исторические свиты (экоценогенетические элементы флоры) – это совокупности видов, связанных совместной эволюцией сообществ с близким структурным сходством в принципиально однородных экологических условиях, которые отражают приуроченность формирования и расселения вида или его региональной популяции к определенным классам экотопов, биотопов, сообществ [2]. Поэтому исследование спектров распределения сопутствующих манжеткам видов по историческим свитам позволяет в максимальной степени решить задачи изучения экологии видов применительно к систематике и флористике.

Исследования проводились в июне 2005 года в окрестностях биостанции ННГУ (Арзамасский район Нижегородской области). Закладывались площадки ( $S=1 \text{ м}^2$ ) во всех встреченных сообществах с участием манжеток, в том числе и в разных синузиях одного сообщества, делались геоботанические описания (всего 160). Зарегистрировано 124 вида высших сосудистых растений.

Общий спектр отражает приуроченность манжеток к определенным сообществам. Как и следовало ожидать, в нем абсолютно доминируют виды луговой свиты (33,87%), значительное участие (19,35%) отмечается для экологически близких к ним видов березняковой свиты. Заметно и число видов антропогенной свиты (10,48%), что, вероятно, также обусловлено их экологической близостью к первым двум группам. Первые три группы включают более 60% всех видов, и это указывает на довольно жесткую привязанность манжеток к луговым сообществам, косвенно свидетельствует об узости их экологической ниши. Заметные доли участия видов боровой (10,48%), а также неморальной (НМ, 7,26%) свит связаны со спецификой растительности изучаемой территории (сосновыми и хвойно-широколиственными лесами) и произрастанием манжеток в лугово-опушечных сообществах, обогащенных лесной флорой. Вопреки отмеченным особенностям растительности ничтожно участие видов таежной свиты (ТЖ, 3,23%). Это, безусловно, свидетельствует об антагани-

стических отношениях манжеток с подобными растительными сообществами, что подтверждается как прямыми наблюдениями в природе, так и географическими особенностями распространения представителей изучаемого рода [3]. Невысокий процент видов бореально-ивняковой (БИ), травянисто-болотной (ТБ), ольшаниковой (ОЛ), аллювиально-травянистой, олиготрофно-сфагновой свит (в сумме менее 15%) подтверждает то, что манжетки избегают избыточно увлажненные биотопы. Особенно показательны нулевое значение ковыльниковой свиты, виды которой встречаются на исследуемой территории [4] и в обследованных сообществах. Оно подтверждает ограниченные возможности сосуществования манжеток со степными видами, что может объяснить данные о крайне низкой встречаемости манжеток в более южных областях России [5], где доминируют степные сообщества.

Сравнение спектра видов и спектра их встречаемости подтверждает выявленные тенденции: отмечается очень значительное превышение процента встречаемости видов луговой и березняковой свит, как наиболее соответствующих экологическим свойствам манжеток. Остальные свиты имеют более низкий процент встречаемости в сравнении с процентом спектра видов, т.е. демонстрируют антагонизм по отношению к манжеткам. Знаменательно, что антагонизм выявлен и в отношении к видам антропогенной свиты.

Между спектрами разных видов манжеток заметны различия, но можно отметить ряд общих черт: для всех ведущими являются луговая и березняковые свиты, заметен антагонизм по отношению к антропогенной свите. Основные тенденции таковы: 1) у обычных, часто встречающихся видов в спектре обычно представлены виды большинства указанных свит и в значимом количестве 2) виды, тяготеющие к влажным тенистым местобитаниям имеют в спектре большее количество и встречаемость видов «лесных» (НМ, ТЖ) и «болотных» свит (ОЛ, ТБ, БИ), у видов мезоксерофильных сообществ тенденции противоположны.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толмачев А. И. Методы сравнительной флористики и проблема флорогенеза. Новосибирск: Наука, 1986. 197 с.
2. Зозулин Г. М. Исторические свиты растительности // Бот. ж. 1970. Т. 55. № 1. С. 23-33.
3. Тихомиров В. Н. *Alchemilla* L. — Манжетка // Флора северо-востока Европейской части СССР: в 4 т. Т. 3. Л.: Наука, 1976. С. 134-145.
4. Флора окрестностей Пустынской биостанции Нижегородского университета: Методические рекомендации для студентов-биологов. Н. Новгород: ННГУ, 1994. 60 с.
5. Еленевский А. Г., Радыгина В. И. Флора южных областей Средней России и некоторые проблемы флористических сводок // Флористические исследования в Средней России. М., 2006. С. 64-66.

## **РЕГУЛЯЦИЯ АКТИВНОСТИ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ НАДФ-ЗАВИСИМОЙ МАЛАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ИЗ ПЕЧЕНИ КРЫСЫ ИОНАМИ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ В НОРМЕ И ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ТОКСИЧЕСКОМ ГЕПАТИТЕ**

**Е. В. Михайлова, О. А. Сафонова, Т. Н. Попова**

*Воронежский Государственный Университет, Воронеж (Россия)*

*E-mail: milenok2007@rambler.ru*

Согласно современным представлениям, развитие многих органов, в том числе токсических поражений печени, сопровождается гиперпродукцией активных форм кислорода и истощением антиоксидантной системы организма [1]. Данный процесс сопряжен с активацией свободно-радикальных процессов, нарушениями в свойствах биомембран и функционировании клеток, приводящими к окислительному стрессу [2]. В развитии окислительного стресса важная роль принадлежит ионам железа, меди и кальция, способным оказывать прооксидантный эффект.

Одной из актуальных проблем биохимии в настоящее время является исследование функционирования ферментов центрального метаболизма при патологиях, сопряженных с окислительным стрессом. В связи с этим интерес привлекает НАДФ-зависимая малатдегидрогеназа (КФ 1.1.1.82; НАДФ-МДГ). Нельзя исключить, что НАДФН, образующийся в реакции обратимого превращения малата в оксалоацетат, катализируемой НАДФ-МДГ, может использоваться при функционировании глутатионредуктазной / глутатионпероксидазной системы – одной из важнейших ферментативных антиоксидантных систем организма. В связи с выше сказанным целью данной работы явилось исследование влияния ионов некоторых металлов на активность НАДФ-МДГ из печени крысы в норме и при экспериментальном токсическом гепатите (ЭТГ).

В качестве объекта исследования использовали самцов белых лабораторных крыс массой 180-200 г. Животных содержали на стандартном рационе вивария. ЭТГ моделировали путем однократного перорального введения  $CCl_4$  (64 мкл на 100 г веса крысы) в вазелиновом масле в пропорции 1:3 после суточной пищевой депривации. На 4-е сутки печень забирали для дальнейших исследований.

Активность НАДФ-МДГ определяли спектрофотометрически при 340 нм. в среде 50 мМ трис-НСI буфера, рН 7,2, содержащего 1 мМ оксалоацетат, 0,15 мМ НАДФН.

Выделение и очистку фермента осуществляли по схеме, включающей несколько стадий: гомогенизацию ткани печени, фракционирование сульфатом аммония в границах насыщения 40 - 80%, гель-фильтрацию на сефадексе G-25, ионообменную хроматографию на ДЭАЭ-целлюлозе и гель-фильтрацию на Тойоперл НВ-65. Гомогенность препарата определяли с помощью электрофореза в полиакриламидном геле. Полученные гомоген-

ные препараты НАДФ-МДГ из печени животных были использованы для исследования регуляторных свойств фермента.

Показано, что ионы меди и железа являются эффективными ингибиторами исследуемого фермента, причем более сильный ингибирующий эффект был выявлен в случае НАДФ-МДГ из гепатоцитов крысы с ЭТГ. Так, при концентрации ионов  $Fe^{2+}$  2 мМ активность НАДФ-МДГ в норме составляет не более 50% от исходной, тогда как при гепатите – 30%. Сходный характер ингибирования был отмечен при исследовании действия ионов меди на функционирование фермента. В норме при концентрации ионов  $Cu^{2+}$  0,4 мМ активность фермента из печени контрольных животных подавляется на ~50%, в то время как активность МДГ из гепатоцитов животных с токсическим поражением печени тормозится на ~70%.

Установлено, что ионы кальция при низких концентрациях оказывают активирующий эффект на НАДФ-МДГ. При концентрации ионов исследуемого металла 0,02-0,04 мМ наблюдалось максимальное активирующее действие как на фермент как в норме, так и при ЭТГ (активность возросла на 35% и 15% соответственно). При содержании ионов  $Ca^{2+}$  в среде спектрофотометрирования выше 0,2 мМ было выявлено незначительное ингибирование НАДФ-МДГ в условиях патологии.

В данной работе было также установлено, что ионы магния и марганца не оказывают воздействия на исследуемый фермент из печени контрольных животных и крыс с ЭТГ.

Таким образом, были выявлены различия в чувствительности фермента к действию ионов некоторых металлов в норме и при патологии. Полученные данные могут быть объяснены конформационными изменениями молекулы НАДФ-МДГ, происходящими в условиях оксидативного стресса, вызванного введением гепатотоксина.

*Работа поддержана финансированием Министерства образования и науки РФ по программе “Развитие научного потенциала высшей школы” РНП.2.1.1.4429”*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреещева Е.М., Попова Т.Н., Артюхов В.Г. Интенсивность свободнорадикального окисления и каталитические свойства NADP-изоцитратдегидрогеназы в печени крысы в норме и при токсическом гепатите // Биомедицинская химия. 2006. Т. 52, № 2. С. 153-160.
2. Скулачев В.П. Кислород в живой клетке: добро и зло / В.П. Скулачев // Соросовский образовательный журнал. 1996. №3. С. 4-16.

## МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ СЕРОГО ТЮЛЕНЯ (*HALICHOERUS GRYPUS FABRICIUS*, 1791) В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ РАЗВИТИЯ

**И. А. Ерохина**

*Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН, Мурманск (Россия)*

*E-mail: chiv1@front.ru*

В прибрежье Мурмана отмечаются две размножающиеся колонии серого тюленя (*Halichoerus grypus* Fabricius, 1791): западная – на Айновых островах и восточная – на архипелаге Семь Островов [1]. Интерес к ним обусловлен положением вблизи северо-восточного предела современного ареала, где наиболее выражены адаптивные возможности вида. Первые исследования биохимического статуса серого тюленя мурманских колоний проведены Мурманским морским биологическим институтом КНЦ РАН в 1991 году и впоследствии были фрагментарны. В то же время, трудно переоценить значение биохимических исследований крови, отражающей состояние организма в целом, в раскрытии общих и частных механизмов адаптации морских животных, определяющих распространение и возможности их обитания в экологически разных средах и прогнозирование судьбы конкретной популяции при изменении условий обитания [2].

На ранних этапах онтогенеза осуществляется наиболее интенсивное формообразование структурно-функциональных систем организма, поэтому детальное изучение этого отрезка жизни является актуальной задачей биологии. В силу разных причин ранний период постнатальной жизни ластоногих до сих пор остается наименее изученным. В связи с вышеизложенным, целью данной работы было исследование метаболизма щенков серого тюленя от рождения до начала самостоятельного питания.

Материал для исследования был собран во время экспедиции на Айновы острова в конце 2006г. Изученные животные были разделены на группы в зависимости от стадии развития, которые в раннем постнатальном периоде жизни определяются характером питания: I - новорожденные (n=6), II - активно питающиеся молоком матери (n=12), III - закончившие молочное питание (n=8). Для формирования целостного представления о развитии метаболических и иммунологических адаптаций в связи с типом питания к анализу были привлечены ранее полученные данные (n=6) о составе крови животных этого вида, прошедших стадию голодания после молочного вскармливания (эта стадия характерна для ластоногих, в отличие от наземных млекопитающих) и приступивших к самостоятельному питанию рыбой (IV группа).

Кровь брали из экстрадуральной вены [3]. В плазме, отделенной центрифугированием, определяли основные показатели обмена белков, липи-

дов, углеводов, минеральных веществ, используя общепринятые в лабораторной практике методики [4].

Результаты исследования представлены в таблице 1.

**Таблица 1 - Биохимические показатели плазмы крови у серого тюленя в раннем постнатальном периоде (средняя  $\pm$  стандартная ошибка)**

№ пп	Показатель	Группы животных			
		I	II	III	IV
1	Общий белок, г/л	64.69 $\pm$ 0.34	68.13 $\pm$ 1.10*	64.75 $\pm$ 0.80 (<0.01)	78.4 $\pm$ 2.38* (<0.001)
2	Альбумин, г/л	41.63 $\pm$ 2,19	41.22 $\pm$ 1,32	43.32 $\pm$ 0,52 (<0.01)	50.31 $\pm$ 2.74* (<0.05)
3	$\alpha$ -Глобулины, г/л	8.13 $\pm$ 1,67	9.31 $\pm$ 0,67	9.45 $\pm$ 0,31	8.51 $\pm$ 1.62
4	$\beta$ -Глобулины, г/л	8.49 $\pm$ 1,43	7.88 $\pm$ 0,92	5.76 $\pm$ 0,31 (<0.05)	11.18 $\pm$ 1.47 (<0.001)
5	$\gamma$ -Глобулины, г/л	6.51 $\pm$ 0,48	9.73 $\pm$ 0,63*	5.11 $\pm$ 0,27* (<0.001)	8.41 $\pm$ 0.55* (<0.001)
6	Мочевина, ммоль/л	3.55 $\pm$ 0.94	4.01 $\pm$ 0.52	5.48 $\pm$ 0.17 (<0.01)	25.45 $\pm$ 1.14* (<0.001)
7	Креатинин, мкмоль/л	73.75 $\pm$ 9.04	79.04 $\pm$ 4.37	93.85 $\pm$ 6.76	170.50 $\pm$ 13.42* (<0.001)
8	Мочевая кислота, мкмоль/л	503.32 $\pm$ 47.13	468.33 $\pm$ 27.43	504.35 $\pm$ 21.60	214.20 $\pm$ 32.13* (<0.001)
9	Глюкоза, ммоль/л	2.32 $\pm$ 0.48	1.09 $\pm$ 0.13*	0.70 $\pm$ 0.07* (<0.01)	5.85 $\pm$ 0.47* (<0.001)
10	Молочная кислота, ммоль/л	8.31 $\pm$ 2.43	7.66 $\pm$ 1.40	13.72 $\pm$ 2.24 (<0.02)	6.91 $\pm$ 0.35 (<0.01)
11	Общие липиды, г/л	11.19 $\pm$ 1.28	9.49 $\pm$ 0.75	8.33 $\pm$ 0.42	13.73 $\pm$ 0.96 (<0.001)
12	Триглицериды, ммоль/л	3.00 $\pm$ 0.16	1.96 $\pm$ 0.52	1.31 $\pm$ 0.11*	0.76 $\pm$ 0.04* (<0.001)
13	Холестерин общий, ммоль/л	10.07 $\pm$ 0.76	9.65 $\pm$ 0.35	12.41 $\pm$ 0.47* (<0.001)	8.62 $\pm$ 0.43 (<0.001)
14	Кальций, ммоль/л	3.13 $\pm$ 0.18	2.60 $\pm$ 0.12*	2.29 $\pm$ 0.14*	3.16 $\pm$ 0.12 (<0.001)
15	Фосфор неорганический, ммоль/л	2.10 $\pm$ 0.17	2.05 $\pm$ 0.12	2.02 $\pm$ 0.13	2.32 $\pm$ 0.23
16	Натрий, ммоль/л	133.13 $\pm$ 8.17	141.25 $\pm$ 7.10	143.91 $\pm$ 9.42	124.00 $\pm$ 8.68
17	Калий, ммоль/л	7.28 $\pm$ 0.82	6.39 $\pm$ 0.64	7.38 $\pm$ 0.43	8.33 $\pm$ 0.58
18	Магний, ммоль/л	1.41 $\pm$ 0.15	1.09 $\pm$ 0.08	0.95 $\pm$ 0.02*	0.96 $\pm$ 0.07*
19	Железо, мкмоль/л	64.45 $\pm$ 5.07	66.00 $\pm$ 4.64	38.17 $\pm$ 1.69* (<0.001)	38.73 $\pm$ 2.71*
20	Аспаргатаминотрансфераза, МЕ/л	44.99 $\pm$ 9.56	29.63 $\pm$ 2.62	39.87 $\pm$ 2.31 (<0.01)	17.34 $\pm$ 1.83* (<0.001)
21	Аланинаминотрансфераза, МЕ/л	28.33 $\pm$ 5.48	26.34 $\pm$ 2.86	21.05 $\pm$ 1.23	34.95 $\pm$ 3.51 (<0.001)
22	$\gamma$ -Глутамилтрансфераза, МЕ/л	13.33 $\pm$ 2.10	7.36 $\pm$ 1.20*	5.63 $\pm$ 1.44*	9.82 $\pm$ 0.69 (<0.05)
23	$\alpha$ -Амилаза, МЕ/л	316.17 $\pm$ 19,01	370.22 $\pm$ 28,04	350.92 $\pm$ 31,33	210.78 $\pm$ 10.54* (<0.001)
24	Щелочная фосфатаза, МЕ/л	57.90 $\pm$ 13.60	84.85 $\pm$ 17.90	104.64 $\pm$ 10.85*	246.25 $\pm$ 9.84* (<0.001)
25	Лактатдегидрогеназа, МЕ/л	1275.99 $\pm$ 226.84	1601.66 $\pm$ 166.08	1362.55 $\pm$ 120.47	737.38 $\pm$ 36.85* (<0.001)

*Примечание: n – количество животных; знаком «\*» обозначены статистически достоверные различия по сравнению с показателями новорожденных животных; в скобках указана степень достоверности различий по сравнению с предыдущей стадией развития.*

Биохимический состав крови новорожденных животных отражает метаболические адаптации, связанные с рождением, когда прекращается при-

ток питательных веществ с кровью матери. В это время отмечается крайне низкая концентрация глюкозы, так как сразу после рождения источником энергии является запас глюкозы, доставляемой плоду кровью материнского организма, и глюкоза, образующаяся из лактата и свободных аминокислот. Этот запас расходуется в течение всего периода молочного вскармливания и в конце снижается более, чем в 3 раза, а главным источником энергии служит жир материнского молока. Начало повышения уровня глюкозы в крови тюленей отмечено в возрасте 1.5-2 мес [5], а прирост более, чем в 8 раз, отмечается с началом самостоятельного питания, очевидно, в результате становления механизмов глюконеогенеза.

К особенностям химического состава плазмы крови у новорожденных тюленей относятся также низкая концентрация мочевины, высокая активность  $\gamma$ -глутамилтрансферазы и низкая – щелочной фосфатазы. У большинства морских млекопитающих вследствие высокого содержания белка и жира в рационе нормальные значения уровня мочевины в плазме крови выше, чем у наземных млекопитающих [6]. Даже у щенков тюленей этот показатель выше, чем его верхний предел у взрослого человека. Такие данные известны для гренландского [7, 8] и обыкновенного [9] тюленей, кольчатой нерпы [10]. У новорожденных серых тюленей концентрация мочевины составляет всего  $3.55 \pm 0.94$  ммоль/л, что в несколько раз меньше, чем у 1.5-2-месячных щенков. Столь низкое содержание мочевины в крови новорожденных животных характерно для всех млекопитающих и отражает, как отмечалось выше, метаболические адаптации животных, связанные с рождением. Мочевина появляется в крови в значительной концентрации при интенсивном распаде белков. Метаболическая стратегия молодых животных заключается в преобладании процессов синтеза белков в растущем организме, в связи с чем белки не являются в это время поставщиками аминокислот для образования энергетических субстратов. Поскольку материнское молоко тюленей богато жиром (у серых тюленей жир составляет свыше 53% сухого остатка молока [11]), эти соединения преимущественно вовлекаются в энергообеспечение детенышей, о чем свидетельствует активизация липолиза.

$\gamma$ -Глутамилтрансфераза (ГТФ) является ферментом, ассоциированным с клеточными мембранами многих органов (печень, сердце, мышцы, почки, поджелудочная железа). При этом есть сведения о том, что ГТФ может использоваться в качестве маркера пассивного переноса иммуноглобулинов у новорожденных морских млекопитающих, поскольку молозиво и молоко лактирующих самок характеризуются высокой активностью ГТФ [6]. Аналогичные данные о высокой активности ГТФ в молозиве и молоке матерей, а также о возрастающей в процессе молочного вскармливания активности сывороточной ГТТ детенышей были получены для наземных домашних млекопитающих [12]. Однако, значения активности ГТФ для этих животных более, чем в 10 раз превышают таковые для новорожденных серых тюленей в нашем исследовании, а также показатели, полученные при изучении щенков гренландского тюленя и тюленя-хохлача [8]. Отсюда следует, что формирование пассивного

иммунитета за счет иммуноглобулинов матери у ластоногих происходит с меньшей интенсивностью по сравнению с наземными млекопитающими.

Щелочная фосфатаза (ЩФ), обнаруживаемая в плазме крови взрослых животных, имеет печеночное происхождение, а на ранних стадиях онтогенеза присутствует значительное количество костной фракции фермента. Как правило, после окончания формирования скелета костная ЩФ в плазме крови не обнаруживается. У морских млекопитающих по сравнению с наземными активность ЩФ выше во все возрастные периоды [6, 8]. Есть данные о том, что уровень ЩФ в плазме крови морских млекопитающих положительно коррелирует с интенсивностью анаболических процессов в организме, на основании чего концентрация фермента может использоваться в качестве показателя упитанности животных, а также дифференциации катаболических и анаболических состояний [13]. В нашем исследовании у новорожденных серых тюленей обнаруживается низкая активность ЩФ, которая статистически достоверно увеличивается только к концу периода молочного вскармливания, отражая, очевидно, интенсивный рост костной ткани.

Во время активного питания в биохимическом составе крови происходят незначительные изменения: увеличивается концентрация общего белка, уменьшается содержание глюкозы и кальция, снижается активность  $\gamma$ -глутамилтрансферазы.

К концу молочного вскармливания состав крови меняется значительно – по сравнению и с новорожденными, и с активно питающимися молоком животными. Так, происходит уменьшение содержания общего белка, на фоне этого статистически достоверно повышается уровень альбумина и уменьшается содержание бета- и гамма-глобулинов. Очевидно, синтез собственных иммуноглобулинов (именно они составляют основную часть фракции гамма-глобулинов) у животных этого возраста еще не происходит, а начинается с переходом к самостоятельному питанию, так как антигены пищи стимулируют процесс. Кроме этого, повышается уровень мочевины, что свидетельствует об усилении катаболизма белков. К концу молочного вскармливания в плазме крови тюленей продолжает снижаться активность  $\gamma$ -глутамилтрансферазы (более, чем в два раза, по сравнению с новорожденными животными). В противоположность этому, активность щелочной фосфатазы увеличивается, что подтверждает приведенную выше точку зрения [13] о значении фермента в характеристике направленности метаболических путей.

Наиболее существенные изменения в составе крови тюленей, затрагивающие основные показатели обмена белков, углеводов и липидов, отмечаются с началом самостоятельного питания. Особенностью раннего постнатального периода развития ластоногих является промежуточная стадия естественного голодания, которая начинается после завершения молочного вскармливания и продолжается у серого тюленя около 4-5 недель до начала самостоятельного питания. Очевидно, она является метаболически необходимой для перестройки обмена веществ на тип, соответствующий кормовой базе молодых и взрослых животных. В наших исследованиях эта стадия не изучалась, поэтому мы

оперируем, в основном, данными норвежских ученых, детально изучавших морфологические, физиологические и биохимические перестройки у голодающих тюленей [14]. Акцентируем внимание на нескольких принципиальных моментах. Во-первых, концентрация глюкозы достигает нормального для взрослых животных уровня. Во-вторых, повышается содержание общего белка, что характерно для растущего организма. Это повышение происходит за счет трех фракций – альбумина, бета-глобулинов и гамма-глобулинов, причем содержание последней практически такое же, как и в начале питания материнским молоком, когда эта фракция формируется за счет материнских иммуноглобулинов. В-третьих, уменьшается концентрация лактата, отражая преобладание аэробных механизмов утилизации глюкозы как энергетического субстрата. И, наконец, изменяется активность всех изученных ферментов.

Таким образом, наиболее значительные изменения в метаболизме серых тюленей происходят в период окончания молочного вскармливания и перехода к самостоятельному питанию, как отмечалось нами ранее [5] и для других видов ластоногих.

Автор выражает благодарность зав. отделом морских млекопитающих и птиц Мурманского морского биологического института КНЦ РАН Н.Н.Кавцевичу за предоставление образцов крови тюленей, собранных во время экспедиции.

Работа выполнена при содействии Кандалакшского государственного природного заповедника и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 05-04-48388-а и №06-04-02106-э\_к).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Haug, T. The status of grey seals *Halichoerus grypus* in north Norway and on the Murman coast, Russia / T. Haug, G. Henriksen, A. Kondakov, V. Mishin, K. Nilssen, N. Rov // *Biol. Conserv.* 1994. V.70. P.59-67.
2. Лукьяненко, В.И. Экологическая биохимия водных животных: проблемы и перспективы развития // *Гидробиол. журн.* 1992. Т.5. №5. С.33-44.
3. Geraci, J. R. Functional hematology of ringed seals (*Pusa hispida*) in the Canadian arctic / J. R. Geraci, T. G. Smith // *J.Fish.Res.Board.Can.* 1975. V. 32. P.2559-2564.
4. Камышников, В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике: В 2 томах. - Минск: Беларусь, 2000. 958с.
5. Ерохина, И.А. Биохимические показатели плазмы крови гренландского тюленя *Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777 (Pinnipedia, Phocidae) разного возраста // *Журн. эволюц. биохим. и физиол.* 2007. Т.43. № 3. С.254-257.
6. Bossart, G. D. Clinical pathology / G. D. Bossart, T. H. Reidarson, L. A. Dierauf, D. A. Duffield // *Handbook of marine mammal medicine*. 2nd Edition. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2001. P. 383-436.
7. Кавцевич, Н.Н. Биохимические и цитологические исследования морских млекопитающих в Арктике / Н. Н. Кавцевич, И. А. Ерохина. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1996. 169с.
8. Boily, F. Hematology and serum chemistry of harp (*Phoca groenlandica*) and hooded seals (*Cystophora cristata*) during the breeding season, in the Gulf of

St.Lawrence, Canada / F. Boily, S. Beaudoin, L. Measures // *J.Wildlife Diseases*. 2006. V.42. N 1. P. 115-132.

9. McConnell, L. C. Some blood values in captive and freeliving common seals (*Phoca vitulina*) / L. C. McConnell, R. W. Vaughan // *Aquat.Mamm.* 1983. V.10. N 1. P.9-13.

10. Geraci, J. R. Influence of age, condition, sampling time, and method on plasma chemical constituents in free-ranging ringed seals, *Phoca hispida* / J.R. Geraci, D. J. St. Aubin // *J. Fish. Res. Board Can.* 1979. V.36. P. 1278-1282.

11. Amoroso, E. C. Lactation in the grey seal / E. C. Amoroso, A. Goffin, G. Halley, M. L. Harrison, D. J. Matthews // *J.Physiol.* 1950. N 4. P.113.

12. Meyer, D. J. *Veterinary Laboratory Medicine: Interpretation and Diagnosis* / D. J. Meyer, J. W. Harvey – W.B.Saunders, Philadelphia, 1998. P.157-186.

13. Dover, S. D. Serum alkaline phosphatase as an indicator of nutritional status in cetaceans / S. D. Dover, D. V. McBain, K. Little // *Proc. Int. Assoc. Aquatic Animal Medicine*. 1993. N 24. P. 44.

14. Nordoy, E. S. *Fasting in seal pups: Thesis for the degree Doctor of Philosophy.* – Tromsø, 1992. 49p.

## ОСОБЕННОСТИ СИНАНТРОПИЗАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДОЛИНЫ РЕКИ УРЫКТА И ГИДРОТЕРМЫ ЗОЛОГОЙ КЛЮЧ (ВОСТОЧНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

**Т. Д. Пыхалова, О. А. Аненхонов**

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ (Россия)*

*E-mail: tdp54@mail.ru*

Исследования проводились в рамках программы по выявлению состава и особенностей флоры и растительности гидротермальных экосистем Прибайкалья. Изучение флоры долины р. Урыкта проводилось с целью сравнения с флорой гидротермальной экосистемы «Золотой Ключ». Выходы термального источника располагаются на острове в пойме р. Турка и бассейне р. Урыкта (центральная часть Восточного Прибайкалья). Общая площадь исследованной территории составила около 90 км<sup>2</sup>.

Изученная территория характеризуется слабой антропогенной нарушенностью. Здесь нет населенных пунктов (единственный – п. Золотой Ключ с населением менее 500 человек, расположен у границы обследованного участка). Имеется транзитная грунтовая лесовозная дорога по долине р. Турка, от которой отходит тупиковая лесовозная дорога в долину Урыкты протяженностью около 8 км. Сравнительно небольшие участки леса долины р. Урыкта в разные годы подвергались вырубке и в настоящее время находятся на разных стадиях восстановления. В долине ручья Нижние Омелины расположен небольшой старый карьер, использовавшийся ранее для выемки грунта, предназначенного для отсыпки лесовозных дорог.

Практически весь бассейн Урыкты расположен в лесном поясе, который занимает на хребте Улан-Бургасы господствующее положение, простираясь до высот 1700 м над ур. м. Доминирующее положение в районе исследования занимает светлохвойная тайга из *Pinus sylvestris* и *Larix sibirica*, которую представляют сосновые и лиственнично-сосновые брусничные, зеленомошные, разнотравно-осоковые леса, обычно с подлеском из рододендрона даурского, душекии кустарниковой, иногда – из можжевельника обыкновенного. Изредка встречаются также сосняки остепенно-разнотравные, коротконожковые.

Темнохвойная тайга (из *Abies sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus sibirica*) слагается из сообществ пихтарников зеленомошных, папоротниковых, хвощовых, а также пихтарников кашкарово-зеленомошных и черничных. Из других типов темнохвойных лесов здесь представлены кедрячи шаровидноосоково-сфагновые, разнотравно-хвощовые. Ель обычно занимает подчиненное положение в сообществах.

Сравнительно невелика роль мелколиственных лесов (*Populus tremula*, *Betula platyphylla*, *B. pubescens*). Они, хотя и встречаются часто, но не занимают больших площадей и обычно приурочены к участкам днища долины Урыкты. Здесь присутствуют березняки вейниково-хвощовые, разнотравные, осоковые; изредка – осинники коротконожковые. В верхней части бассейна, на склонах долины Урыкты с каменистым субстратом появляются парковые березняки баданово-черничные, осинники осочково-бадановые.

На изученной территории отмечен единственный сравнительно крупный болотный массив – на террасе долины р. Турки, имеющий вытянутую форму (вдоль долины) и занимающий площадь около 1.5 км<sup>2</sup>.

Как упоминалось выше, воздействие человека на растительный покров изученной территории проявляется только локально: путем прокладки и функционирования автомобильных дорог, выемки грунта из карьера, рубки леса, строительством объектов временного пребывания охотников (зимовий), рекреацией на участке отепления термального источника. Все это привело к заносу небольшого числа сорных видов, но они практически не внедряются в естественные сообщества, а распространены только в местах нарушений.

Для анализа были выделены: 1) флора территории, прилегающей к термальному источнику (ФПТ) – 425 видов; 2) флора гидротермальной экосистемы «Золотой Ключ» (ФГТЭ) – 52 вида.

В составе ФПТ присутствует 65 заносных видов (14.7 %), из которых 19 (4.5 %) рассматриваются в качестве антропофитов (адвентов) во флоре Байкальской Сибири (Малышев, Пешкова, 1984), остальные 46, по нашему мнению, можно считать апофитами. Из 65 заносных видов – 61 (13.8 %) являются эпекофитами, расселяющимися здесь только в пределах антропогенных местообитаний (придорожные полосы, карьер, нарушенные участки у зимовий). Четыре вида (все из числа адвентов) можно считать агрофитами, поскольку они спорадически обнаруживаются и в естественных сообществах, т.е. частично натурализовались. Судя по характеру распро-

странения выявленных антропофитов, мы предполагаем, что колонофитов и эфемерофитов здесь не имеется.

К адвентивным в ФГТЭ мы относим 5 видов (9.6 %): *Setaria viridis*, *Fallopia convolvulus*, *Chenopodium album*, *Plantago major*, *Teloxys aristata*. Согласно нашим данным, эти адвенты (за исключением *Teloxys aristata*) с высоким постоянством встречаются в окрестностях и других термальных источников Байкальского региона. Уровень синантропизации ФГТЭ достаточно заметно превышает таковой в ФПТ. Вероятно, определяющую роль в этом играет то, что площадь отепления термального источника очень невелика, в то время как антропогенная нагрузка, даже и небольшая, все же более или менее постоянна.

Таким образом, синантропизация ФПТ происходит преимущественно за счет апофитов, не характерных для данной территории, но естественно произрастающих в других районах Байкальской Сибири. Большинство заносных видов по степени натурализации являются в пределах ФПТ эпекофитами. Синантропизация ФГТЭ складывается за счет видов, встречающихся как в термальном урочище, так и за его пределами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука, 1984. 264 с.

## ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ВРЕДИТЕЛЯМ И БОЛЕЗНЯМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ

**И. А. Дегтярева**

ГУ «Татарский НИИ агрохимии и почвоведения РАСХН», Казань (Россия)

E-mail: [niiaxp2@mail.ru](mailto:niiaxp2@mail.ru)

Для развития растений важное значение имеет способность некоторых diaзотрофов продуцировать антибиотические вещества, подавляющие рост фитопатогенных микроорганизмов. Поэтому актуальным является поиск бактерий - инокулянтов с целью применения их в качестве биопестицидов и фитостимуляторов.

В процессе работы из ризосферной зоны различных видов образцов амаранта были выделены микроорганизмы родов *Azotobacter* и *Azospirillum*, обладающие высокой активностью ацетиленредукции, ростстимулирующими и фунгистатическими свойствами. Для целей бактеризации был сформирован комплекс штаммов *Azotobacter chroococcum* и *Azospirillum spp.*, обладающий полифункциональным положительным действием.

Для создания ассоциации diaзотрофов были использованы штаммы с максимальными величинами нитрогеназной активности - *Azotobacter chroococcum* Ш25, *Azotobacter chroococcum* В35, *Azospirillum spp.* А1 и *Azospirillum spp.* А22 (189,6; 168,1; 122,0; 120,0 нМ N<sub>2</sub>/мл·ч, соответственно).

Уровень азотфиксирующей активности бинарных комплексов азотобактера и азоспирилл в 1,6-1,8 раз превышал нитрогеназную активность чистых бактериальных культур (211,0-307,0 нМ N<sub>2</sub>/мл·ч). Активность ацетиленредукции комплекса штаммов из представителей родов *Azotobacter* и *Azospirillum* была самая высокая (385,5 нМ N<sub>2</sub>/мл·ч) и превосходила нитрогеназную активность чистых культур в 1,9-3,2 раза.

У штаммов азотобактера и азоспирилл, используемых для создания биопрепарата, были изучены антагонистические свойства. В качестве тест-организмов использовались 6 культур микроскопических грибов: *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani*, *Bipolaris sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium citrinum* и *Trichoderma lignorum*.

Наиболее сильное антагонистическое действие все изучаемые культуры проявляли по отношению к микромицетам родов *Fusarium*, *Alternaria* и *Aspergillus*. Максимальный подавляющий эффект в отношении изученных почвенных грибов наблюдался при использовании комплекса штаммов, составленного из азотобактера и азоспирилл (процент подавления 7,0-73,1%). Исключение составил *Fusarium oxysporum*, для которого максимальный процент подавления роста (74,3%) наблюдался при действии комплекса штаммов азоспирилл (А1+А22). Подавляющий эффект бинарных штаммов азоспирилл по отношению к *Fusarium*, *Alternaria* и *Trichoderma* был выше, чем у комплекса штаммов азотобактера. Однако не обнаружено достоверных различий в их антагонистическом воздействии по отношению к *Bipolaris sp.*, *Penicillium citrinum* и *Aspergillus sp.* Действие комплекса diaзотрофов, составленного из представителей родов *Azotobacter* и *Azospirillum*, было эффективнее по сравнению с бинарными комплексами. Все изученные культуры почти не угнетали развития *Trichoderma lignorum*. Представители этого рода оказывают позитивное влияние на рост растений, так как обладают высокой антагонистической активностью к фитопатогенным грибам.

Таким образом, все изученные штаммы diaзотрофов обладают антагонистическим действием в отношении микромицетов, которые при определенных условиях могут вызвать заболевания различных сельскохозяйственных растений.

В микробных метаболитах изучаемых штаммов diaзотрофов содержится комплекс веществ, способных оказывать положительное влияние на развитие растений. Из полученных результатов видно, что влияние азотфиксирующих бактерий на растения носит полифункциональный характер, и все они могут быть использованы для бактеризации сельскохозяйственных культур, в том числе и амарантовых.

## **ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ НА ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВИБРАЦИИ**

**А. О. Оганисян, К. Р. Оганесян**

*Ереванский государственный университет, Ереван (Армения)*

*E-mail: khovhannisyan@rambler.ru*

Действие на организм неблагоприятных факторов внешней среды приводит к активации процессов свободнорадикального окисления, ведущих к повреждению структурно - функциональной целостности биомембран, развитию различных клеточных патологий, дезорганизации тканевого метаболизма, расстройствам жизненных функций организма, и в конечном итоге - к гибели клетки [2]. Важнейшей задачей практической медицины и биологии является доведение до минимума нарушений, возникающих при вибрации и выявление средств и путей, повышающих резистентность организма к ней.

Источником природных антиоксидантов (АО) являются в основном препараты природного, преимущественно растительного происхождения, обладающие адаптогенной активностью [1]. В настоящее время по количеству предлагаемых и используемых препаратов, среди многочисленных ценных и экологически чистых лекарственных растений, на первое место вышла солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.). Результаты опытов *in vitro* свидетельствуют, что корень солодки (КС) содержит ингибиторы свободнорадикальных процессов, способные значительно увеличить антиоксидантный потенциал тканей [3].

Целью настоящей работы являлось изучение воздействия вибрации на перекисное окисление липидов (ПОЛ) в сердечной и скелетных мышцах при применении корней солодки голой.

Эксперименты проведены на половозрелых белых крысах, которые содержались на стандартном рационе в условиях вивария. Вибрация осуществлялась на вибростенде марки ЭВ-1, частотой 60 Гц, амплитудой 0,4 мм в течении 30-и дней (по 2 часа ежедневно). В пищу животных добавлялся КС. Подопытные животные были разделены на 2 группы: в I группе животные подвергались воздействию 30-ти дневной вибрации, во II - комбинированному воздействию вибрации и корней солодки (30 дней) после предварительного 30-и дневного кормления КС. Интенсивность ПОЛ оценивалась по накоплению одного из конечных продуктов ПОЛ - малонового диальдегида (МДА). Полученные экспериментальные данные подвергнуты статистической обработке с использованием t-критерия Стьюдента.

Независимо от исходного фона, при 30-ти дневной вибрации (I группа), а также при влиянии КС в течении 30-ти дней до и в динамике воздействия с вибрацией (II группа), наблюдались фазные изменения интенсивности ПОЛ в изученных тканях.

В I группе наблюдалось повышение количества МДА, т.е. активация

ПОЛ в сердечной и скелетных мышцах, что по видимому, обусловлено воздействием вибрации, в то время, как при предварительном кормлении КС (II группа), показатели МДА находились на относительно низком уровне.

На 5-ый день вибрационного воздействия в отмеченных тканях наблюдалась активация ПОЛ. К 15-ому дню активность процесса перекисидации в сердечной мышце ослабевала, однако в последующие дни (до 30 дня) оставалось намного выше нормы а в скелетных мышцах во все дни экспериментов наблюдался стойкий повышенный уровень этого показателя.

Иная картина наблюдалась во II группе животных. Комбинированное 30-ти дневное воздействие вибрации и КС на фоне предварительного 30-ти дневного применения КС вызывало аналогичные изменения, однако активность ПОЛ на 30-ый день исследований была заметно низкой. Количество МДА в этой группе по сравнению с I-ой было ниже в сердечной и скелетных мышцах на 79,9% ( $p < 0,02$ ) и 37,3% ( $p < 0,02$ ) соответственно.

Наблюдаемые нами во II группе изменения свидетельствуют, что доминирующим фактором в данной ситуации является КС. Применение последнего приводит к менее выраженной активации процессов ПОЛ по сравнению со стрессом без коррекции (I группа). Проведенное исследование свидетельствует о том, что корень солодки является эффективным АО средством, оказывает выраженное антиоксидантное действие, предупреждающее активацию процесса ПОЛ при вибрации и может быть рекомендован в качестве профилактического средства для коррекции стресс-синдрома при воздействии экстремальных факторов, в частности - вибрации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герчиков, А.Я. Влияние некоторых средств, используемых в анестезиологии, на перекисное окисление липидов плазмы крови / А.Я. Герчиков, Г.Г. Гарифуллина, Л.Н. Ахметшина // Химико-фармацевтический журнал. 2000. № 34 (12). С. 3-4.
2. Ельский, В.Н. Регуляция процессов липидной перекисидации в биомембранах печени на субклеточном уровне при синдроме длительного раздавливания / В.Н. Ельский, С.В. Колесникова, Г.К. Кривобок // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2000. № 9 (1). С. 180-183.
3. Подколзин, А.А. Возможности коррекции электроактивированными растворами ферментов антиоксидантной системы / А.А. Подколзин, В.И. Донцов, В.Е. Чернилевский // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2003. № 1. С. 24-26.

## РОЛЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АГРОБИОЦЕНОЗАХ

**К. И. Ахметов**

*Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,  
Павлодар (Казахстан)*

*E-mail: kairat\_akhmetov@mail.ru*

Исходным материалом для образования гумуса в агроценозах служат отмершие корни, стебли растений и культуры, используемые для зеленого удобрения, а в лесах - естественных ценозах - листовенный опад. В процессе разложения растительных остатков активное участие принимают нематоды, обилие которых находится в прямой зависимости от численности и разновидности микроорганизмов, разлагающих субстрат. При разложении органики создаются исключительно благоприятные условия для развития нематод группы микробиофагов и микофагов. Особенно это проявляется на тех этапах разложения, когда происходит интенсивное размножение целлюлозоразрушающих форм (бактерий, актиномицетов, грибов и других групп почвенных животных), что приводит к повышению содержания в почве всех витаминов группы В и обогащение ее фосфором и калием.

В дерново-подзолистых почвах агробиоценозов в период наиболее интенсивного разложения люпина, и соломы и размножения микроорганизмов преобладают микробиофаги с доминирующим видом *Rhabditis brevispina* (Claus, 1862), Bütschli, 1983, интенсивное размножение которых сохраняется до 60 дней от начала процесса разложения.

В естественных биогеоценозах при разложении лесной подстилки и листьев березы преобладают микофаги с доминирующим видом *Filenchus filiformis* (Bütschli, 1873), Andrassy 1954.

Деятельность нематод в процессе разложения растительных остатков ограничивается ролью регуляции состава и численности микроорганизмов, с которыми они находятся в трофической взаимосвязи. В зависимости от характера трофической специфики почвенных нематод и обилия представителей группы микробиофагов, особенно рода *Rhabditis* и микофагов рода *Tylenchus*, можно судить об интенсивности разложения органических веществ.

В агробиоценозах при разложении органических веществ экологические группы нематод (по численному составу) располагаются в следующей убывающей последовательности: микробиофаги → микофаги → всеядные → фитогельминты → хищники. В естественных биогеоценозах наблюдается несколько иная картина: микофаги → микробиофаги → всеядные → фитогельминты → хищники.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ НЕВРОЗЕ**

**И. В. Гунькин, В. П. Балашов, А. В. Ховряков, М. И. Альмяшева**  
*ГОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», Саранск (Россия)*  
*E-mail: gunkiniv@mail.ru*

Целью данной работы явилось изучение функциональных изменений центральной нервной системы белых крыс при экспериментальном неврозе, обусловленном хроническим стрессом.

Эксперименты выполнены на 32 половозрелых самцах крыс линии Вистар массой тела 170-190 г. Невроз моделировался ежедневным помещением животных по 4-5 часов в течение 15 дней в специальную установку с индивидуальными ячейками, которые подвергались действию прерывистого «белого» шума с уровнем громкости 65-70 дБ в сочетании с болевым раздражением лап электрическим током с силой 1-1,5 мА и вспышками света с частотой 0,5 Гц. Функциональные изменения центральной нервной системы анализировали по поведенческим реакциям, которые определяли в тесте «Открытое поле»: учитывали горизонтальную активность (число пересеченных квадратов), вертикальную активность (число выполненных стоек), исследовательскую активность (число заглядываний в норки), общую продолжительность актов груминга, количество болюсов и уринаций. Животные разделены на 2 серии. 1 серия (n=24) – невротизированные крысы (хронический стресс), которым вводили 0,9% физиологический раствор (0,1 мл внутривентриально); 2 серия (n=8) – группа сравнения, которым вводили 0,9% физиологический раствор в той же дозировке.

Введение невротизирующей процедуры вызывало резкие нарушения условнорефлекторной деятельности в первые дни в виде полного выпадения рефлексов в ранее выработанном поведенческом стереотипе. Однако, к 6-му дню несмотря на продолжавшуюся невротизацию, почти у всех животных наблюдалось кратковременное восстановление условнорефлекторной деятельности, вслед за которым к 14-15 суткам у всех животных наступал срыв высшей нервной деятельности с развитием экспериментального невроза. При тестировании в «Открытом поле», на 6-й день невротизации, наблюдалось незначительное поведенческое ингибирование, которое наступало после периода максимальной активности. Напротив, у животных из группы сравнения при проведении теста наблюдалась повышенная двигательная активность. На 15-й день эксперимента в 1 серии наблюдалось выраженное угнетение всех форм поведения. Так, было выявлено снижение общей двигательной (локомоторной) на 68,4%, и ориентировочной (исследовательской) на 47% в тесте «Открытое поле», в то время как показатели эмоциональной напряженности (болюсы и уринации) и уровня тревожности (груминги) достоверно увеличивались. Наряду с поведенческими изменениями, мы наблюдали и вегетативные,

проявлявшиеся в снижение аппетита, нерегулярности ритма дыхания. Менялся внешний вид невротизированных животных, что проявлялось в изменении цвета шерсти, её выпадении на отдельных участках.

*Выводы:* хронический психо-эмоциональный стресс у белых крыс приводит к срыву высшей нервной деятельности с развитием экспериментального невроза, проявляющийся в снижении локомоторной и исследовательской активности, увеличении степени тревожности и вегетативных реакций.

## К ВОПРОСУ О БРИОФЛОРЕ Г. ПСКОВА

**Н. В. Недоспасова**

*Псковский государственный педагогический университет им.*

*С.М.Кирова, Псков (Россия)*

*E-mail: pskov.pgpu.bot@mail.ru*

Автор изучает бриофлору Псковской области, в том числе и областного центра, с 1992 г. К настоящему времени можно уже говорить о значительной степени исследованности городской территории.

В пределах г. Пскова всего встречено 178 видов мохообразных, из них 17 относятся к классу *Hepaticopsida*, 12 - *Sphagnida*, остальные - *Bryida*. В целом для города характерно преобладание видов из семейства *Brachytheciaceae*, много видов из семейств *Bryaceae* и *Amblystegiaceae*. Наиболее распространенные виды *Bryum argenteum* и *Ceratodon purpureus* являются наиболее толерантными к загрязнению.

Три вида были найдены впервые для Псковской области. *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. обнаружена в смешанном лесу на камне в районе Корытово; этот вид широко распространен по всей Голарктике, но очень редок в равнинной части России. *Polytrichastrum alpinum* – смешанный лес, почва; ранее отмечался в Ленинградской области. *Ditrichum pusillum* (Hedw.) Hampe обитает по нарушенным местам, обнаружен нами в районе Завеличья.

Также было обнаружено 12 редких для области видов. Среди них шесть относятся к классу *Hepaticopsida*: *Pellia epiphylla* (L.) Corda, *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dum., *Geokalyx graveolens* (Schrad.) Nees (ранее был найден Е.А.Андреевой (2002) в Ремдовском заказнике), *Lophosia excisa* (Dicks.) Dum., *Riccia fluitans* L., *R. glauca* L. (ранее отмечался N. Malta (1919) для района Черехи и Е.Н. Андреевой (2001) для Себежского национального парка). Шесть видов относится к классу *Bryopsida*: *Tortula truncata* (Hedw.) Mitt. (вид, обычный для Европы, но редет к северу (Игнатов, Игнатова, 2003), типичен для антропогенных местообитаний); *Gymnostomum aeruginosum* Sm., *Bryum turbinatum* (Hedw.) Turn., *Isopterygiopsis pulchella* (Hedw.) Iwats., *Myrinia pulvinata* (Wahlenb.) Schimp., *Dicranoweisia cirrata* (Hedw.) Lindb. (на Дмитриевском и Мироносицком кладбищах;

указывалась для области Е.Н.Андреевой (2001)).

М.Ф.Бойко (1990) выделяет пять типов жизненных стратегий мохообразных: бриоэксплеренты ценотические, бриоэксплеренты пионерные, бриопатиенты ценотические, бриопатиенты экотопические, бриовиоленты. Однако эта классификация не абсолютна, так как многие виды мхов могут иметь промежуточные жизненные стратегии.

Среди всех встреченных нами видов наибольшее число (41,5%) является бриопатиентами. Бриовиоленты составляют 13,5%. Эти виды являются эдификаторами моховых сообществ (Андреева, 2001) и характерны в основном для пригородов Пскова. К бриоэксплерентам относится 12,3% видов. Нами встречены также виды, которые имеют промежуточные типы жизненных стратегий, причем сочетание этих типов может быть разнообразным. Например, бриовиолент-бриоэксплерент (*Marchantia polymorpha*, *Bryum caespiticium*, *Racomitrium canescens* и др.). *Bryum caespiticium* является видом нарушенных местообитаний, *Racomitrium canescens* терпим к умеренному вытаптыванию, а *Marchantia polymorpha*, которая является нитрофильным видом, часто заселяет различные свалки, т.е. в таких условиях эти виды являются эксплерентами. Но в то же время *Marchantia polymorpha* часто является эдификатором болот и заболоченных лесов, *Racomitrium canescens* обильно растет на песчаных почвах сосновых лесов, а *Bryum caespiticium* индифферентен и по отношению к экотопам, и к содержанию веществ в субстрате, поэтому может встречаться в различных сообществах. Другое сочетание жизненных стратегий бриопатиент-бриоэксплерент (*Brachythecium salebrosum*, *Campylium stellatum* и др.). Эти виды, с одной стороны, могут захватывать нарушенные территории, где ослаблена конкуренция со стороны сосудистых растений, выступая при этом эксплерентами, но с другой стороны могут существовать в неблагоприятных условиях, используя самые минимальные ресурсы питательных веществ и влаги, т.е. проявляют пациентность. Некоторые виды сочетают пациентность и виолентность (*Dicranum montanum*, *Climacium dendroides* и др.). Есть виды, сочетающие все три типа жизненных стратегий (*Polytrichum commune*, *Pleurozium schreberii*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum polysetum* и пр.).

Классификацию жизненных форм мы брали по Карлу Мягдефрау (Magdefrau, 1982). В г. Пскове особенно много короткодерновинных и ковровых форм. Это можно объяснить их наибольшей устойчивостью к вытаптыванию. На лесных и болотных территориях (в пригородах) к ним добавляются высокодерновинные, т.к. распределение по жизненным формам зависит от комплекса экологических факторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева Е.Н. Мохообразные (Bryophyta). // Биоразнообразие и редкие виды национального парка «Себежский». СПб, 2001. С. 53-56.
2. Андреева Е.Н. Мхи Ремдовского заказника. // Природа Псковского края. 2002. Вып. 14. С. 13-16.

3. Бойко М.Ф. Типы жизненных стратегий мохообразных степной зоны.// Бот. журн. 1990, т. 72, № 12. С. 1681-1689.
4. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 1. М., 2003.
5. Magdefrau K. Life-forme of Bryophytes.// Bryophyte Ecology. L. – New-York, 1982.
6. Malta N. Beitrage zur Moosflora des Gouvernements Pleskau. Riga, 1919. 78 s.

## ПОВЫШЕНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ САМОК КРАСНОЙ ЛИСИЦЫ ПРИ ПОМОЩИ РЕГУЛЯТОРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

**О. Ю. Беспятых**

*ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова РАСХН», Киров (Россия)  
E-mail: bio.vniioz@mail.ru*

Повышение воспроизводительной способности пушных зверей остается актуальной проблемой до настоящего времени. Известно, что снижение показателей воспроизводительной способности самок животных происходит в результате воздействия на них различных стресс-факторов. Из пушных зверей особенно чувствительна к влиянию стрессоров красная лисица, что проявляется у самок снижением оплодотворяемости, плодовитости, увеличением абортотворения и мертворожденных щенков.

Одним из путей снятия стрессового состояния у животных является использование лекарственных препаратов [2]. Применяя регуляторы энергетического обмена, которые через нормализацию обмена веществ в организме способствуют адаптации животных к стресс-факторам, можно повысить воспроизводительную способность самок. Ярким представителем регуляторов энергетического обмена является янтарная кислота. Ее применение в медицине позволяет снизить угрозу прерывания беременности у женщин, отставание в развитии плода, признаки его гипоксии и нарушения внутриутробного кровообращения [4]. По применению янтарной кислоты в звероводстве встречаются единичные работы. В них объектом исследования являлась норка [1, 3].

Вопрос стрессоустойчивости животных актуален еще по одной причине: в промышленном звероводстве большее внимание уделяется селекции животных по продуктивности и меньшее - селекции зверей по устойчивости к производственным стресс-факторам (перегруппировка, перевозка и др.), не говоря уже о заболеваниях.

Поэтому цель исследования – повысить стрессоустойчивость самок красной лисицы при помощи регулятора энергетического обмена и тем самым повысить воспроизводительную способность животных.

Исследования проводили на самках основного (племенного) поголовья красной лисицы ООО «Звероплемхозяйство «Вятка» (Кировская область). Из

зверей были сформированы контрольная (n=28) и опытная группы (n=28). Самки контрольной группы содержали на общехозяйственном рационе, опытной – за месяц до гона и во вторую половину беременности в корм добавляли регулятор энергетического обмена – янтарную кислоту из расчета 10 мг/кг массы тела. У зверей оценивали общее физиологическое состояние и показатели воспроизводства. Полученный материал обработали статистически.

Результаты исследования показали (табл. 1), что в опытной группе больше самок оплодотворилось и больше благополучно оценилось на 10,7 %, по сравнению с контрольной группой. В опытной группе незначительно меньше плодовитость и сохранность щенков, но в ней же меньше мертворожденных щенков, в сравнении с контрольной группой. Поэтому количество щенков, зарегистрированных на благополучно оценившуюся и основную самку, больше в опытной группе, чем в контрольной, на 0,1 и 0,7 щенка соответственно.

**Таблица 1 - Воспроизводительная способность самок красной лисицы**

Показатели воспроизводства	Контрольная группа	Опытная группа
Количество самок, гол.	28	28
Покрыто самок, %	100	100
Пропустовало самок, %	10,7	0
Благополучно оценилось самок, %	82,1	92,8
Плодовитость самок, гол.	5,7±0,4	5,5±0,3
в т.ч. мертворожденных щенков, гол.	0,3±0,1	0,1±0,1
Сохранность щенков, %	93,6	91,0
Зарегистрировано щенков:		
- на благополучно оценившуюся самку, гол.	5,4	5,5
- на основную самку, гол.	4,4	5,1

От дополнительно полученных щенков можно получить прибыль более 1500 рублей в расчете на одну основную самку.

Следовательно, регулятор энергетического обмена (янтарная кислота), увеличивая стрессоустойчивость организма, способствует повышению воспроизводительной функции у самок красной лисицы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блохин Г.И., Блохина Т.В., Селюкова Е.Н. Янтарная кислота и воспроизводительные качества самок норок // *Аграрная наука*. 2007. № 4. С. 21-22.
2. Кашин А.С. Стресс животных и его фармакологическая регуляция. Барнаул, 1986. 96 с.
3. Тютюнник Н.Н., Кожевникова Л.К., Кондрашева М.Н. и др. Янтарная кислота как стимулятор // *Кролиководство и звероводство*. 2002. № 4. С. 7-8.
4. Хазанов В.А. Фармакология и фармакоэкономика нового класса препаратов – регуляторов энергетического обмена. Томск, 2003. 47 с.

## **ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ ГИДРОЛИЗА НУКЛЕОЗИД-5'-ТРИФОСФАТОВ В ЯБЛОКАХ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ХРАНЕНИЯ**

**И. М. Русина, А. Ф. Макаrchиков, И. Е. Голубец**

*Гродненский государственный аграрный университет, Гродно (Беларусь)*

*E-mail: a\_makarchikov@yahoo.com*

Нуклеозид-5'-трифосфаты играют многогранную роль в клетках организмов различных уровней сложности. Уже давно установлено участие данных соединений в многочисленных энергозависимых реакциях и процессах жизнедеятельности, таких как репликация и репарация ДНК, активный транспорт через мембраны, внутриклеточный трафик органелл и везикул, передача генетической информации [1]. Для перечисленных процессов основным источником энергии служит гидролиз АТФ. Однако это не все аспекты участия нуклеозид-5'-трифосфатов в метаболизме клетки: некоторые соединения данного класса выполняют также специализированные функции в биосинтетических путях и межклеточной коммуникации [1, 2].

Ферменты, способные катализировать гидролиз нуклеозид-5'-трифосфатов, обнаружены в различных объектах живой природы – от вирусов до клеток млекопитающих – составляя гетерогенную группу белков, объединенных под общим названием НТФаза (КФ 3.6.1.15). Отличительная черта данной группы ферментов – разнообразие их свойств, что наряду с повсеместным распределением в клетке, очевидно, отражает широкий диапазон выполняемых биологических функций [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Некоторые НТФазы уже достаточно хорошо изучены, тогда как о свойствах и роли других, и, прежде всего, это касается растворимых белков с НТФазной активностью, присутствующих в тканях животных и растений, имеются лишь отрывочные сведения. Так, предварительные исследования позволяют говорить о том, что растворимая НТФаза, обнаруженная в органах и тканях крысы и быка [5, 9], обладает аллостерическими свойствами. Активность данной НТФазы заметно снижалась в экстрактах из печени крыс при аллоксановом диабете [10], что может служить указанием на ее участие в регуляции энергообмена клетки. Кроме того, предполагается, что растворимый фермент тканей крысы может играть определенную роль в адаптации к стрессу.

Концентрации нуклеозид-5'-трифосфатов в растительных клетках могут регулироваться различными ферментами – НТФазой, апиразой (КФ 3.6.1.5) и кислой фосфатазой (КФ 3.1.3.2), которые в большинстве случаев представляют собой мембранно-связанные белки. В настоящее время изучены свойства мембранно-ассоциированных НТФаз, апираз и кислых фосфатаз многих сельскохозяйственных культур. Что касается функций указанных ферментов, то, например, известно, что НТФазы, принадлежащие к “Р-loop” семейству, могут обеспечивать устойчивость растительной клетки к болезням [11]. Апиразы участвуют в передаче клеточных сигналов (межклеточной коммуникации) [12], и, кроме того, в процессе, предшествующем делению кортикаль-

ных клеток корня при формировании клубеньков [13]. Было также установлено, что ферменты с НТФазной активностью обладают противомикробным действием в клетках красной фасоли, продуцируя гидроксильные радикалы и, тем самым, обеспечивая лежкость семян [14].

Однако в литературе практически нет сведений о растворимых ферментах гидролиза нуклеозид-5'-трифосфатов в тканях растений, за исключением описания нескольких кислых фосфатаз. Между тем, опираясь на данные о биологической роли нуклеозид-5'-трифосфатов и функциях мембранно-связанных ферментов их гидролиза в растительных клетках, а также значении растворимых НТФаз в жизнедеятельности животных организмов, можно полагать, что растворимые ферменты с НТФазной активностью участвуют в важнейших метаболических процессах, протекающих в клетках растений. В связи этим цель настоящей работы состояла в изучении гидролиза нуклеозид-5'-трифосфатов экстрактами из различных сортов яблок в различные периоды хранения и выяснении функциональных характеристик растворимых ферментов, осуществляющих катаболизм высокоэнергетических соединений в яблоках. Основным мотивом, которым мы руководствовались при планировании данных исследований, служило предположение о возможной взаимосвязи скорости метаболических превращении нуклеозидфосфатов с таким показателем, как лежкость (длительность хранения плодов).

Стандартная смесь для определения НТФазной активности включала 25 мМ ацетатный буфер, pH 5,0, 10 мМ MgCl<sub>2</sub>, 0,1 мг · мл<sup>-1</sup> ЧСА, 0,5-1 мМ субстрат и образец белка в общем объеме 0,2 мл. При кинетических исследованиях состав реакционной среды изменялся в зависимости от цели эксперимента. Реакцию проводили 20-90 мин при 37°C, останавливали, добавляя 1 мл реагента для определения P<sub>i</sub>, инкубировали 25 мин при 37°C и регистрировали оптическую плотность при 635 нм. Концентрацию P<sub>i</sub>, высвобождающегося в результате гидролиза субстрата, находили по калибровочному графику, построенному с известными количествами дигидрофосфата калия.

За единицу активности (Ед) принимали количество фермента, катализирующее образование 1 мкмоль продукта за 1 мин в условиях испытания.

Хроматографию экстракта яблок осуществляли на калиброванной белками-стандартами колонке с сефакрилом S-200 в 20 мМ трис-НСl буфере, pH 7,5, содержащем 0,1 М NaCl, 0,2 М ЭДТА при скорости потока 5 см · ч<sup>-1</sup>. Молекулярную массу рассчитывали по графику в координатах lgM<sub>r</sub> – lgV/V<sub>0</sub>.

Статистическая обработка результатов проводилась с вычислением средних арифметических (M) и квадратичных ошибок репрезентативности средних арифметических (m). Для этих целей использовалась программа GraphPad Prism 3.0.

В литературных источниках мы не нашли никаких сведений о наличии и свойствах растворимых ферментов, осуществляющих катаболизм нуклеозид-5'-фосфатов в яблоках. Поэтому, первый этап исследований заключался в выявлении НТФазной активности в экстракте и изучении кинетических характеристик гидролиза ИТФ под действием находящихся в нем

белков. Для проведения экспериментов яблоки сорта Имрус отбирались случайным методом по 6 шт. после съема с дерева. Плоды размельчали в гомогенизаторе с тефлоновым пестиком 15-тью треками в 6-ти объемах 50 мМ трис-НСl буфера, рН 7,5, содержащего 0,15 М КСl, 0,2 М ЭДТА и 1% поливинилпирролидон. Экстракт получали центрифугированием гомогената при 16000 g в течение 20 мин.

Измерения НТФазной активности при различных рН свидетельствуют о том, что исследуемая реакция протекает в широком интервале значений водородного показателя. При этом, как оказалось, скорость реакции в кислой среде значительно выше, чем в щелочной. Оптимум реакции, соответствующий максимуму кривой, находится в области рН 5,0-5,5. В связи с этим, во всех дальнейших экспериментах регистрация активности НТФазы осуществлялась при рН 5,0.

Гидролиз ИТФ яблочным экстрактом успешно осуществлялся в отсутствие катионов двухвалентных металлов. Внесение в реакционную среду ионов  $Mg^{2+}$  (концентрация 5 мМ) приводило к небольшому росту скорости реакции (на 11%), тогда как катионы других двухвалентных металлов оказывали противоположное действие, располагаясь в следующий ряд по силе ингибиторного эффекта:  $Ba^{2+} > Zn^{2+} > Co^{2+} > Mn^{2+} > Ca^{2+} > Cu^{2+}$ . Это результаты позволяют говорить о наличии в экстракте из яблок металл-независимой фосфатазы.

Для выяснения вопроса о субстратной специфичности фермента нами исследован гидролиз различных фосфат-содержащих соединений, в основном нуклеозидфосфатов, каждое из которых использовалось в концентрации 0,5 мМ. К числу протестированных веществ помимо ИТФ относятся ИДФ, ИМФ, АТФ, АДФ, УТФ, ГТФ, ЦТФ, ХТФ, *n*-нитрофенилфосфат и РР<sub>i</sub>. Результаты экспериментов показали, что НТФаза экстракта яблок наиболее активна по отношению к ИТФ. С меньшей скоростью гидролизу подвергались и другие соединения, при этом самая низкая активность наблюдалась в случае применения в качестве субстратов ХТФ и *n*-нитрофенилфосфата. Единственное из перечисленных выше веществ, к которому НТФаза проявляла полную индифферентность – это АДФ. Таким образом, полученные данные, свидетельствуют о широкой субстратной специфичности изучаемого фермента.

Исследования зависимости начальной скорости реакции от концентрации ИТФ показали, что фермент, содержащийся в яблочном экстракте, подчиняется кинетике Михаэлиса-Ментен в диапазоне концентраций субстрата 70-1200 мкМ. Кажущаяся  $K_m$ , рассчитанная по уравнениям линейной регрессии для графиков в координатах Хейнса, составила  $86,1 \pm 4,95$  мкМ ( $n = 4$ ).

С целью определения молекулярной массы НТФазы экстракт из яблок хроматографировали на колонке с сефакрилом S-200, калиброванной белками-стандартами. В процессе хроматографии ферментативная активность разделялась на два пика, один из которых выходил в области свободного объема колонки, а другой значительно запаздывал. Рассчитанная по данным гель-

фильтрации молекулярная масса фермента второго пика составила 39 кДа.

Результаты кинетических экспериментов показали, что ферменты обоих пиков обладают сходными свойствами. Так, например, оба белка проявляли рН-оптимум в кислой среде (рН 5,0-5,5) и были активны в отсутствие катионов двухвалентных металлов. При этом, как формы рН-профилей, так и эффекты металлов на активность частично очищенных НТФаз практически аналогичны соответствующим характеристикам, полученным при исследовании ферментативной активности экстракта. В то же время, высоко- и низкомолекулярный ферменты несколько различались субстратной специфичностью. Лучшим субстратом для НТФазы с высокой молекулярной массой является ИДФ, тогда как фермент второго пика более активен, если в качестве субстрата реакции выступает *n*-нитрофенилфосфат.

Поскольку при гель-фильтрации НТФазная активность экстракта разделялась на два пика, мы могли бы говорить о наличии в яблоках двух разных фосфатаз, принимающих участие в метаболизме нуклеозидфосфатов. С этих позиций можно было бы полагать, что НТФаза первого пика представляет собой интегральный фермент, элюируемый вместе с обломками клеточных мембран; выше уже упоминалось о том, что большинство известных ферментов с НТФазной активностью из растительных объектов являются мембранно-ассоциированными белками. С другой стороны, однако, нельзя исключать ситуацию, при которой окажется, что НТФазы обоих пиков – это ни что иное, как агрегированная и диссоциированная на активные субъединицы форма одного и того же растворимого фермента. В таком случае легко объяснимо подобие их кинетических свойств, а некоторые различия в субстратной специфичности могут быть следствием топологических (конформационных) эффектов. Очевидно, что для прояснения этого вопроса необходимы дальнейшие исследования. Пока же следует отметить, что НТФаза второго пика имеет сходные характеристики с кислой фосфатазой бананов, представляющей собой мономерный белок с молекулярной массой 40 кДа [15].

Мы провели ряд экспериментов по определению скорости гидролиза ИТФ в экстрактах из яблок различных сортов. Для этих целей были использованы плоды в технической степени зрелости, выращенные в одинаковых условиях на опытном участке СПК «Путришки» Гродненского района, Гродненской области Республики Беларусь. Исследования проводились после съема плодов с дерева, яблоки отбирались стандартным методом. В экспериментах использовались следующие сорта: Орлик (осенний), Имрус (раннезимний), Релинда и Глостер (позднезимние). В результате нами выявлена вариабельность скорости гидролиза ИТФ в плодах разных сортов. Самая низкая НТФазная активность регистрировалась в экстрактах из позднезимних яблок ( $0,17 \pm 0,01$  Ед л<sup>-1</sup>); у осенних и раннезимних сортов ферментативная активность была выше соответственно на 23,3% и 25%. Полученные данные могут указывать на наличие определенных связей между активностью НТФазы и сроками созревания яблок.

Далее мы оценивали НТФазную активность в яблоках различных сортов

после некоторого периода их пребывания в стационарном хранилище с естественным охлаждением. Плоды хранились тарным способом при температуре +4°C, влажности 90% и умеренной циркуляции воздуха (15-20 объемов в час). Как показали результаты, после двух месяцев хранения скорость гидролиза ИТФ достоверно ( $0,002 \leq p \leq 0,01$ ) снижается у всех исследованных сортов. При этом падение НТФазной активности в экстрактах из позднезимних сортов составило 29,8%, раннезимних – 29,6% и осенних – 27,2%.

Заключительный этап работы состоял в исследовании НТФазной активности в экстрактах яблок, хранившихся в условиях искусственного охлаждения при температуре +2°C и влажности 92%. В эксперименте использовались плоды сортов Чистотел (раннезимний) и Заря Алатау (позднезимний), выращенные в одинаковых условиях на участке СПК «Октябрь» Гродненского района, Гродненской области Республики Беларусь и заложенные на хранение в технической степени зрелости. Эксперименты показали, что в процессе двух месяцев хранения скорость гидролиза ИТФ достоверно ( $0,0001 \leq p \leq 0,0197$ ) снижается в случае обоих сортов (табл.1). Однако через три месяца хранения в экстракте из яблок раннезимнего сорта наблюдалось некоторое повышение ферментативной активности. Возможно, это связано с окончанием срока послеуборочного дозревания для раннезимних сортов, так как процесс старения всегда сопровождается гидролизом высокоэнергетических соединений в клетках.

**Таблица 1 - Изменение НТФазной активности в экстрактах из яблок сортов Чистотел и Заря Алатау в процессе хранения**

Сорт	НТФазная активность, Ед·л <sup>-1</sup>			
	Месяц хранения			
	0	1	2	3
Чистотел	0,134±0,001	0,097±0,001	0,079±0,002	0,083±0,01
Заря Алатау	0,11±0,01	0,072±0,01	0,068±0,003	0,05±0,004

Известно, что в послеуборочный период в плодах протекают процессы дозревания, требующие затрат энергии, которые связаны с природными свойствами растительных продуктов и влиянием внешней среды. В этот период, до того момента, когда реакции распада начинают превалировать над биосинтезом, и темпы старения резко возрастают, в плодах идет активный обмен веществ, наблюдается высокая дыхательная активность и транспирация, усиливается синтез этилена и расход питательных веществ. Рассматривая в данном аспекте изменения активности НТФазы при хранении яблок, мы полагаем, что этот фермент может участвовать в адаптации метаболизма фосфат-содержащих соединений в соответствии с текущими физиологическими потребностями клеток, которые должны поддерживать определенный уровень как нуклеозид-5'-трифосфатов, так и P<sub>i</sub>.

Подводя итог результатам исследований, изложенным в настоящей работе, можно говорить о том, что в яблоках экспрессируется растворимая НТФаза (кислая фосфатаза), активность которой достоверно различается в

сортах разных сроков созревания. Нам кажется вероятным участие данного фермента в процессах, определяющих длительность послеуборочного дозревания и хранения плодов, т.е. их лежкость.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Metzler, D.E. *Biochemistry. The chemical reactions of living cells* / D.E. Metzler. Harcourt/Academic Press, 2001. Vol. 1,2. 1973 p.
2. Williams M. Purinergic and pyrimidinergetic receptors as potential drug targets / M. Williams, M.F. Jarvis // *Biochem. Pharmacol.* 2000. Vol. 59. P. 1173–1185.
3. Purification and characterization of West Nile virus nucleoside triphosphatase (NTPase)/helicase: evidence for dissociation of the NTPase and helicase activities of the enzyme / P. Borowski [et al.] // *J. Virol.* 2001. Vol. 75. P. 3220–3229.
4. Brennan, C.A. Transcription termination factor rho is an RNA-DNA helicase / C.A. Brennan, A.J. Dombroski // *Cell.* 1987. Vol. 48. P. 945–952.
5. Makarchikov, A.F. Partial purification and characterization of a soluble nucleoside triphosphatase from bovine kidney / A.F. Makarchikov // *J. Biochem. Mol. Biol. Biophys.* 2001. Vol. 5. P. 525–531.
6. McCarty D.R. Partial purification of a nucleoside triphosphatase from the inner membrane of the chloroplast envelope of pea / D.R. McCarty, B.R. Selman // *Arch. Biochem. Biophys.* 1986. Vol. 48. P. 523–531.
7. Nucleoside triphosphatase and hydrolysis of thiamin triphosphate in *Escherichia coli* / T. Nishimune [et al.] // *Biochem. Biophys. Acta.* 1987. Vol. 923. P. 74–82.
8. Acylphosphatase possesses nucleoside triphosphatase and nucleoside diphosphatase activities / P. Paoli [et al.] // *Biochem. J.* 2000. Vol. 349. P. 43–49.
9. Русина, И.М. Некоторые свойства растворимой нуклеозид-5'-трифосфатазы из печени крыс и ее распределение в органах и тканях / И.М. Русина, А.Ф. Макаричков, Е.А. Макара // *Новости мед.-биол. Наук.* 2005. №2. С. 66–70.
10. Растворимая нуклеозидтрифосфатаза в печени и почках крыс в условиях хронического аллоксанового диабета / Русина, И.М. [и др.] // *Биомед. хим.* 2006. Т.4. С.364–369.
11. Leipe, D.D. STAND NTPase from bacteria to eukaryotes on several occasion might have played a significant role in life evolution of eukaryotic signaling systems / D.D. Leipe, E.V. Koonin, L. Aravind // *J. Mol. Biol.* 2004. Vol. 343. P. 1–28.
12. Kim, S.Y. Extracellular ATP in plants. Visualization, localization, and analysis of physiological significance in growth and signaling / S.Y. Kim, M. Sivaguru, G. Stacey // *Plant Physiol.* 2006. Vol. 142. P. 984–992.
13. Differential regulation of a family of apyrase genes from *Medicago truncatula* / J.R. Cohn [et al.] // *Plant Physiol.* 2001. Vol. 125. P. 2104–2119.
14. Identification and molecular modeling of a novel, plant-like, human purple acid phosphatase / J.U. Flanagan [et al.] // *Gene.* 2006. Vol. 377. P. 17–20.
15. Turner, W.L. Purification and characterization of banana fruit acid phosphatase / W.L. Turner, W.C. Plaxton // *Planta.* 2001. Vol. 214. P. 243–249.

## ОЦЕНКА НАЛИЧИЯ АНТИГЕНА ВИРУСНОГО ГЕПАТИТА А В ВОДЕ ГОРОДА ОДЕССЫ

**Д. А. Семченок**

*Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, Централизованная иммуно-вирусологическая лаборатория по диагностике СПИДа Одесской областной санитарно-эпидемиологической станции, Одесса (Украина)*

*E-mail: semchenok-dmitri@mail.ru*

Возрастающая антропогенная нагрузка на внешнюю среду в виде вирусной контаминации открытых водоемов, подземных источников водоснабжения, питьевой воды и т.п. на сегодня приобретает достаточно серьезный характер.

Эпидемическое значение при попадании в водную среду имеют энтеровирусы (полио-, Коксаки А и В, ЕСНО), энтеровирусы типов 68-71 - вирусы - возбудители острых кишечных инфекций (ротавирусы, аденовирусы 40 и 41 типов, норовирусы, калицивирусы, астровирусы, кишечные коронавирусы) и вирусы гепатита А. Вирусный гепатит А (ВГА) встречается повсеместно. Доля ВГА в структуре острых вирусных гепатитов составляет 50%, а поскольку ВГА может выживать в воде до 10 месяцев, инфицирование возможно и при употреблении сырых морепродуктов (моллюсков, мидий), собранных в зонах, загрязненных сточными водами. Эпидемические вспышки ВГА водного происхождения связаны как с загрязнениями сточными водами водопроводной сети при нарушении её целостности, так и воды поверхностных водоемов, колодцев, артезианских скважин используемой в питьевых и хозяйственно-бытовых целях. Поэтому важным является системный мониторинг за качеством питьевой воды, с целью недопущения возникновения эпидемических очагов различных инфекций, передающихся водным путем.

Наша задача состояла в оценке качества водоснабжения населения в районах города Одессы на наличие антигена ВГА в весенний и осенний сезоны. Материалом для исследования являлась: речная вода (из реки Днестр), питьевая вода (водопроводная и бюветная), сточная вода (в месте сброса в Черное море и Хаджибеевский лиман). Пробы воды исследовались в соответствии с методическими указаниями 2007 года - «САНІТАРНО-ВІРУСОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ».

Исследование воды на содержание антигена ВГА проводились в такой последовательности:

- первичная обработка материала;
- концентрация вирусов в пробах воды с последующим определением в элюате количественного содержания антигена ВГА методом иммуноферментного анализа (ИФА). Для проведения ИФА использовали иммуноферментную тест-систему «Вектогеп А-антеген-стрип», выпускаемую фирмой «Вектогеп-Бест», г. Новосибирск;

- деконтаминация вирусного концентрата.

Принцип метода ИФА заключается во взаимодействии антигена с иммобилизованными на планшете моноклональными антителами. Интенсивность окраски комплекса антиген-антитело определяли спектрофотометрически. Наличие антигена ВГА оценивали по величине экстинкции опытной пробы в сравнении с контролем.

Полученные результаты весна – осень, обрабатывались статистически. В результате проведенных исследований, весной, нами не обнаружен антиген ВГА в исследуемых пробах воды. Что касается проб воды, отобранных осенью, то в сентябре нами был обнаружен антиген ВГА в пробах водопроводной воды, поступившей из одного из районов города, а также в пробах сточной воды после очистки на водонасосной станции. После обнаружения антигена ВГА нами были проинформированы контролирующие органы. Отсутствие в последующих пробах воды антигена ВГА указывает на эффективность своевременно принятых мер.

Несмотря на то, что в городе Одессе с 2004 г. введена круглосуточная подача воды, что снижает риск загрязнения воды в водораспределительных сетях, обнаружение антигена ВГА указывает на возможные нарушения правил эксплуатации водораспределительных сетей и их неудовлетворительное состояние, а так же на недостаточную степень водоочистки и обеззараживания сточных вод.

Таким образом, наши данные указывают на то, что ИФА дает возможность проводить эффективный своевременный мониторинг за состоянием воды, что играет важную роль в предотвращении возникновения массовых эпидемических вспышек инфекций, передающихся с помощью воды.

Безусловно, что наиболее эффективный путь в профилактике этих инфекционных заболеваний лежит в плоскости реализации комплекса мероприятий, направленных на обеспечение населения доброкачественной питьевой водой, повышении уровня санитарно-вирусологического контроля за питьевой водой и такими объектами окружающей среды, как вода открытых водоемов и сточные воды.

## **НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРОВИ ЩЕНКОВ СЕРОГО ТЮЛЕНЯ**

**Н. Н. Кавцевич, Т. В. Минзюк**

*Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск (Россия)*

*E-mail: chiv1@front*

Кроветворная система позвоночных развивается по общему плану, хотя относительная роль разных источников камбиальных клеток и сроки заселения и развития органов кроветворения могут сильно варьировать. Не вызывает со-

мнения, что общие закономерности развития систем организма наземных млекопитающих свойственны и морским млекопитающим. Однако их проявление у этих животных может иметь существенные особенности.

Целью настоящей работы было оценить изменения клеточного состава крови серых тюленей в различные периоды онтогенеза.

Материал для исследования получен на щенках залежках от новорожденных (возраст – до 1 недели), питающихся молоком (2-3 недели), завершивших молочное вскармливание (1-1.5 месяцев) и в аквариальном комплексе ММБИ - от самостоятельно питающихся рыбой щенков серого тюленя (возраст – 3-4 месяца).

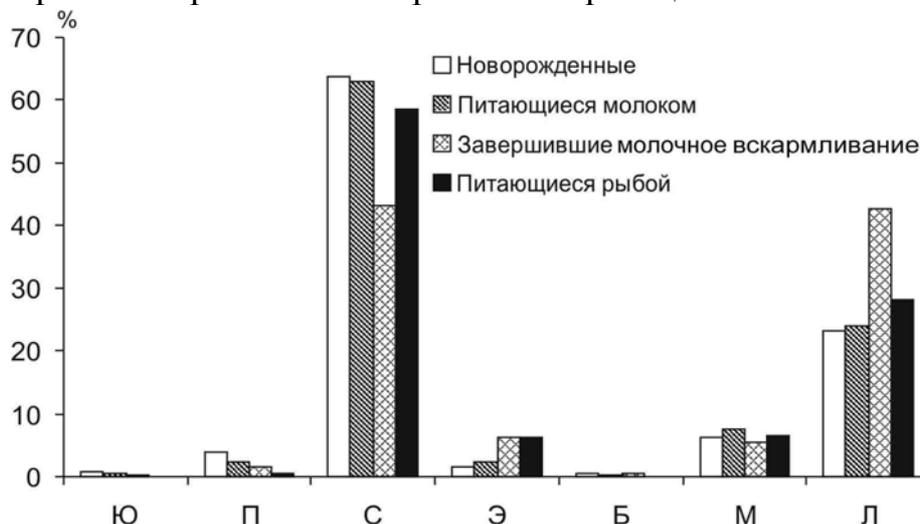
Кровь новорожденных серых тюленей содержит "юные" нейтрофилы, метамиелоциты. У питающихся молоком и завершивших молочное вскармливание щенков эти клетки более редки, а у питающихся рыбой не выявлены. Среди нейтрофильных лейкоцитов встречаются клетки с ядрами необычной формы: отдельные сегменты соединены друг с другом нитями хроматина, сходящимися в одной точке, а не последовательно, как у изученных в данном отношении млекопитающих. Размеры и число гранул эозинофилов щенков серых тюленей меньше, чем у некоторых представителей китообразных (афалина, белуха, обыкновенная морская свинья), изучавшихся нами ранее. Базофильные лейкоциты - наименее постоянная часть лейкоцитарной формулы крови. Их число колеблется от 0 до 2.5%, что согласуется с результатами, ранее полученными для других видов тюленей.

Большинство лимфоидных клеток крови серых тюленей - малые лимфоциты, но у всех щенков в значительном количестве (5-10% от числа лимфоцитов) встречаются и большие лимфоциты с признаками активированных клеток. Выявлены лимфоциты, содержащие в цитоплазме азурофильные гранулы, "большие гранулярные лимфоциты" (БГЛ). БГЛ рассматривают как первую линию обороны системы иммунитета, менее специфичную, чем индуцированный иммунитет, но быстрее реагирующую. Реакции специфического иммунитета у новорожденных животных еще не сформированы. Поэтому роль БГЛ в первые дни и недели жизни может быть значительной и их отсутствие (или низкое число) - признак сниженной иммунологической реактивности. Исследование БГЛ у морских млекопитающих заслуживает особого внимания, поскольку они, вероятно, являются предшественниками Т-лимфоцитов в эволюции системы иммунитета позвоночных.

У новорожденных, кормящихся молоком и завершивших молочное вскармливание тюленей встречаются также предшественники зрелых эритроцитов, содержащие ядро, - нормоциты и даже пронормоциты.

Определение лейкоцитарной формулы крови щенков серых тюленей различных возрастных групп позволило выявить существенные различия между ними (рис. 1). Кроме отсутствия метамиелоцитов у питающихся рыбой тюленей, они отличаются наиболее низким содержанием палочкоядерных, т.е., не вполне дифференцированных нейтрофилов а также, наряду с закончившими молочное питание щенками, более высоким, чем осталь-

ные тюлени, содержанием эозинофилов. Последнее, вероятно, является следствием аллергизации веществами, поступившими из воздуха и пищи. Эозинофилия, согласно исследованиям млекопитающих различных видов, - один из признаков развития аллергических реакций.



**Рисунок 1 - Соотношение различных типов лейкоцитов у щенков серых тюленей**

Заслуживает внимания величина соотношения нейтрофилов (С) и лимфоцитов (Л) в третьей группе животных (рис.1). К возрастным особенностям состава крови относится уравнивание в определенные периоды количества лимфоцитов и нейтрофилов, что получило название "физиологического перекреста". Повышение относительного числа лимфоцитов связывают с интенсивной пролиферацией лимфоидных клеток развивающейся системы специфического иммунитета детенышей млекопитающих. Для человека это явление отмечается на 4-е сутки жизни и в 4 года [1]. Позднее окончательно устанавливается нейтрофильный профиль крови, и ее состав в норме остается стабильным. Естественно, что для других видов млекопитающих с разной продолжительностью жизни и особенностями онтогенеза сроки физиологического перекреста могут различаться. Ранее нами установлено, что у щенков гренландского тюленя физиологический перекрест происходит у "бельков", т.е., детенышей, кормящихся молоком матери [2]. Кроме того, по нашим данным [3], отсутствие рассматриваемого явления, вероятно, служит одним из признаков низкой жизнеспособности. Таким образом, щенки серых тюленей, завершившие молочное питание, могут оказаться более подверженными инфекционным заболеваниям, чем гренландские тюлени на данной стадии онтогенеза.

Дополнительную информацию о состоянии лимфоидной системы позволяют получить цитохимические реакции. В частности, выявление неспецифической эстеразы (НЭ) и районов организаторов ядрышка (ЯОР) (таблица). НЭ – гидролитический фермент лизосом. На ранних этапах подготовки клеток к делению эти органеллы рассредоточиваются вокруг ядра, их число возрастает, что отражается в увеличении количества эстеразоположительных гранул.

Кроме того, по форме, размерам и локализации окрашенного продукта цитохимической эстеразной реакции можно различать лимфоциты с различными иммунологическими функциями. Так, "парануклеарная" реакция (ПН) в виде крупных шляпкообразных отложений продукта реакции свойственна "нулевым" лимфоцитам и лимфоцитам-супрессорам. "Гранулярную" реакцию (ГР) проявляют Т-клетки-"хелперы" и В-лимфоциты [4]. Число и размеры окрашенных серебром районов организаторов ядрышка (ЯОРАg) – видоспецифичные признаки. Они отражают, в известной степени, интенсивность пролиферации клеток, изменяются при нарушениях в соответствующих участках генома и патологических состояниях.

**Таблица – Параметры лейкоцитов крови щенков серых тюленей (средняя±стандартная ошибка)**

Группы тюленей	ЯОРАg	НЭ, г/кл	ПН, %	Лф, %	Лкц ×10 <sup>9</sup> /л
1, n=8	1.52±0.05	2.87±0.27	19.00±3.55	23.25±2.24	11.46±1.3
2, n=12	1.64±0.05	3.01±0.14	19.83±1.88	23.87±2.05	10.35±0.93
3, n=8	1.49±0.04	3.34±0.22	14.87±1.58	42.56±5.09	6.25±0.41
4, n=6	1.15±0.01	2.23±0.18	9.16±1.32	28.08±2.4	7.53±0.58

*Примечание: ЯОРАg – среднее число окрашенных серебром районов организаторов ядрышка в одном лимфоците; НЭ – среднее число эстеразоположительных гранул в лимфоците; ПН – процент лимфоцитов с парануклеарным типом эстеразной реакции; Лф – относительное число лимфоцитов; Лкц - абсолютное число лейкоцитов в 1 л крови.*

Таким образом, представленные данные свидетельствуют, что у щенков серого тюленя становление клеточного иммунитета наиболее интенсивно происходит в первые 1.5 месяца жизни. В возрасте 3-4-х месяцев, когда животные начинают самостоятельно питаться рыбой, процессы пролиферации и дифференцировки лимфоидных клеток, осуществляющих реакции специфического иммунитета, замедляются. Дальнейшие сравнительные исследования с применением морфометрических методов позволят выяснить функциональное значение особенностей клеточного состава крови возрастных и других внутривидовых групп ластоногих.

*Работа выполнена при содействии Кандалакшского государственного природного заповедника и финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проекты № 05-04-4838а и №06-04-02106э\_к.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобова, Л.П. Гистофизиология крови и органов кроветворения и иммуногенеза / Л.П. Бобова, С.Л. Кузнецов, В.П. Сапрыкин // М.: ООО Изд-во "Новая волна", 2003. 157с.
2. Кавцевич, Н.Н. Особенности клеточного состава крови гренландских тюленей (*Phocaena groenlandicus*) различного возраста / Кавцевич Н.Н. // Зоологический журнал. 2003. Т. 82, № 6. С. 758-761.
3. Кавцевич, Н.Н. "Физиологический перекрест" лейкоцитарной формулы

**крови - показатель жизнеспособности щенков тюленей? / Н.Н. Кавцевич, И.А. Ерохина // Морские млекопитающие Голарктики: Сб. науч. тр. СПб., 2006. С. 230-234.**

**4. Ferrarini, M. Ultrastructure and cytochemistry of human peripheral blood lymphocytes. Similarities between the cells of the third population and T-lymphocytes // M.Ferrarini, A.Cadoni, A.Franzi //Eur.J.Immunol.-1980.-Vol.10.-N7.-P.562-570.**

## **ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНО ЗАРЯЖЕННЫХ АЭРОИОНОВ КИСЛОРОДА НА ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ**

**И. А. Пугачева, Н. В. Альба**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», Саранск (Россия)*

*E-mail: biochem\_mrsu@mail.ru*

В настоящее время донорство в России имеет очень большое значение. Создание запасов крови и удлинения сроков ее хранения это задача государственной важности. В последние годы наблюдается дефицит крови, в связи с заметным снижением активности донорского движения. Кровь хранится 21 день, но срок хранения может быть удлинен при использовании антиоксидантных препаратов, новых консервантов, замораживании, криозаморозки крови и т.д., но все эти методы являются не только сложными, но и дорогостоящими [1]. А также отсутствие хранилищ не позволяет иметь запасы донорской крови. В условиях клиник кровь хранится не более 7 дней. По-прежнему актуален поиск методов по удлинению срока хранения донорской крови, который одновременно был бы качественным и экономически выгодным. В настоящее время применение отрицательно заряженных аэроионов кислорода (ОЗАИ) находит широкое применение в здравоохранении, однако механизм действия изучен не полностью [2].

Цель работы: исследование влияния отрицательно заряженных аэроионов кислорода на перекисное окисление липидов, активность каталазы, содержание гемоглобина и скорость оседания эритроцитов (СОЭ) в эритроцитах и плазме крови доноров при хранении.

Задачи исследования:

- изучить динамику содержания малонового диальдегида и активность каталазы в контрольных и аэроионизированных эритроцитах, хранившихся в течении 30 суток;

- исследовать физиологические свойства эритроцитов при удлинении сроков хранения с 21 до 30 суток по некоторым клиническим показателям.

Кровь у доноров, полученную в отделении гравитационной хирургии 4-ой Городской больницы г. Саранска, забирали из локтевой вены в количестве 410 мл в систему «Гемокон 500/300 мл». Цельную консервированную кровь, путем центрифугирования в режиме 1500-2000 об/мин, разделяли на натив-

ную плазму и эритроцитарную массу. Исследование малонового диальдегида (МДА) и активность каталазы проводили в эритроцитах и плазме крови, подверженных аэроионизированию ОЗАИ кислорода на аппарате БАИК (барбтажный аэроионизатор крови) в течении 5 минут, под давлением 150 атм. Кровь хранилась в течении 30 суток в холодильнике при температуре + 4 °С. Биохимические показатели определяли в первые 4 часа после аэроионизации и далее на 3, 7, 14, 21, 30 сутки соответственно.

В работе использовались: метод определения активности каталазы по Королюк М.А. и др., (1988), метод количественного определения МДА по Андреевой Л.И. и др., (1988). Показатели содержания гемоглобина и СОЭ определяли общепринятыми методами.

Результаты опыта показали, что при хранении крови доноров и эритроцитарной массы (контроль) происходит увеличение содержание МДА, особенно интенсивно с 7 по 30 день хранения (таблица 1). При этом количество МДА увеличивается в плазме крови в 7 раз и составляет 20,30 мкмоль/л. В эритроцитарной массе содержание МДА увеличивается в 5 раз и составляет 26,46 мкмоль/л.

При аэроионизации донорской крови отрицательно заряженными аэроионами кислорода происходит снижение продуктов перекисного окисления липидов как в плазме, так и в эритроцитарной массе в 1,8 раза и составляет в плазме 12,67 мкмоль/л, в эритроцитарной массе 14,96 мкмоль/л по сравнению с контролем (табл. 1).

**Таблица 1 – Динамика МДА мкмоль/л в крови, при аэроионизации ОЗАИ кислорода ( $X \pm m$ )**

Вариант опыта, n = 10	Длительность хранения, сутки					
	0	3	7	14	21	30
Контроль						
плазма	2,97±0,09	3,50±0,17	4,99±0,14	10,70±0,62	17,23±0,53	20,30±0,31
эр.масса	5,42±0,27	7,18±0,12	14,10±0,62	17,52±0,31	21,96±0,18	26,46±0,16
Аэроионизированная кровь						
плазма	2,60±0,03	2,71±0,10	3,43±0,12	5,16±0,22	9,87±0,24	12,67±0,36
эр.масса	4,21±0,17	3,24±0,93	5,40±0,16	7,27±0,30	11,97±0,17	14,96±0,22

*Примечание: достоверность различия опыта по отношению к контролю:  $P \leq 0,05$ .*

Согласно данных литературы, аэроионы существенно уменьшают в крови содержание МДА – конечного продукта перекисного окисления и увеличивают антиоксидантные свойства плазмы [2]. За счет активации противомокислительной системы отрицательные ионы кислорода, сгенерированные ионизаторами воздуха при аэроионотерапии, могут корригировать перекисное окисление липидов, а тем самым повреждение мембран клеток и изменения коллоидного состояния цитоплазмы в сторону геля [1,3].

Нами проведено исследование влияния ОЗАИ кислорода на активность важнейшего фермента антиоксидантной (ОА) защиты – каталазы. Установлено, что при хранении донорской крови (контроль) активность каталазы в плаз-

ме и эритроцитарной массе увеличивается до 14 суток соответственно в 1,3 в плазме и составляет 27,14 мкат/л и в эритроцитарной массе в 1,6 раза (23,26 мкат/л) и до 30 суток остается на прежнем уровне (таблица 2).

При аэроионизации донорской крови отрицательно заряженными аэроионами кислорода, активность каталазы увеличивается до 14 суток, как в плазме, так и в эритроцитарной массе в 1,2 раза по сравнению с контролем и составляет 32,79 мкат/л и 27,20 мкат/л соответственно и до 30 суток остается без изменений (таблица 2).

**Таблица 2 – Активность каталазы мкат/л в крови, при аэроионизации ОЗАИ кислорода ( $X \pm m$ )**

Вариант опыта, n = 10	Длительность хранения, сутки					
	0	3	7	14	21	30
Контроль						
плазма	20,22±1,10	23,02±1,39	26,12±2,14	27,35±1,21	27,27±0,87	27,14±1,30
эр.масса	14,46±1,24	16,20±0,93	19,30±1,11	23,15±1,88	23,14±1,48	23,26±3,11
Аэроионизированная кровь						
плазма	22,19±0,48	26,92±0,42	29,91±0,61	31,93±0,24	32,42±0,23	32,79±0,17
эр.масса	19,69±0,21	22,46±0,39	24,87±0,38	26,88±0,32	26,61±0,34	27,20±0,42

*Примечание: достоверность различия опыта по отношению к контролю:  $P \leq 0,05$ .*

Отрицательные ионы воздуха, попадая в легкие, отдают свой электрический заряд эритроцитам крови [4]. Все жидкие среды организма электрически заряжены - имеют отрицательный заряд. Такой же заряд имеет плазма и все форменные элементы крови, что создает электрораспор между ними, препятствует их столкновению друг с другом и слипанию. Это эквивалентно повышению текучести крови по капиллярам – улучшению циркуляции крови. Кровь, обогащенная аэроионами кислорода, омывает все клетки организма, увеличивая отрицательный потенциал их мембран, что повышает сопротивляемость (иммунитет) организма и нормализует обмен веществ [1, 5]. При хранении, аэроионизированной отрицательными аэроионами, донорской крови ее физиологические показатели остаются в пределах нормы.

Таким образом, по результатам опыта можно сказать, что 21 сутки аэроионизированной крови приравняются к 30 суткам контроля, в результате чего аэроионизированную донорскую кровь можно хранить 30 суток.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулапина, Е.Г. Действие аэроионотерапии / Е.Г. Кулапина, В.В. Барагузина, О.И. Кулапина // Журнал аналитической химии. - 2004. – Т. 59. - №9. – С. 971-975.
2. Скипетров, В.П. Аэроионы и жизнь / В.П. Скипетров, О.А. Еникеев, А.В. Зорькина. – Мордовский ун-т. – Саранск:, 1995. – 96 с.
3. Владимирова, Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах / Ю.А. Владимирова // Соросовский образовательный журнал. - 2000. - Т.6. - № 12. - С. 13-19.

**4. Скипетров, В.П. Влияние отрицательных аэроионов кислорода на гемостаз человека / В.П. Скипетров, В.В. Мартынова // Деп. НПО «Союзмединформ», № 9 – 22831 – Саранск: Изд-во МГУ, 1998. – 80 с.**

**5. Константинова, Н. Аэроионы и перекисное окисление липидов / Н. Константинова, С. Морозова // Врач. - 1999. - №12. – С. 4-6.**

## **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СПИНАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ НИСХОДЯЩЕГО ПРИТОКА**

**Г. Г. Яфарова, И. Н. Плещинский, Т. В. Балтина, Л. М. Абязова**  
*Казанский государственный университет, Казань (Россия)*  
*E-mail: gusadila@mail.ru*

Исследование механизмов двигательных нарушений и их коррекции при повреждении спинного мозга, когда имеет место изменение нисходящих влияний на спинальные двигательные центры, способствует лучшему пониманию патогенеза травматической болезни спинного мозга и причин недостаточной эффективности существующих подходов к диагностике и лечению пациентов с данной патологией. С использованием метода стимуляционной электромиографии проведен сравнительный анализ изменений состояния спинальных двигательных центров в условиях ограничения супраспинального контроля у человека и животных. Обнаружено, что при легкой степени повреждения спинного мозга у крыс в раннем посттравматическом периоде (через 1-3 суток после повреждения) рефлекторная возбудимость мотонейронов спинального двигательного центра икроножной мышцы снижается, в последующем (на 7-21 сутки) наблюдается постепенное восстановление рефлекторной возбудимости; проводниковая функция спинного мозга и состояние периферической части нейромоторного аппарата крыс не изменяются. При тяжелой степени повреждения спинного мозга в раннем периоде у крыс наблюдалось существенное снижение рефлекторной возбудимости мотонейронов спинального двигательного центра икроножной мышцы, в последующем рефлекторная возбудимость восстанавливалась на фоне прогрессирующего ухудшения состояния периферической части нейромоторного аппарата. В раннем посттравматическом периоде (в течение 1 месяца) у человека наблюдалось снижение рефлекторной возбудимости мотонейронов спинального двигательного центра камбаловидной мышцы, более выраженное при тяжелой степени повреждения спинного мозга; состояние периферической части нейромоторного аппарата не изменялось. В позднем периоде (более 3 месяцев после повреждения спинного мозга) у человека, вне зависимости от степени повреждения, наблюдалось восстановление уровня рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов, наблюдаемое в этом периоде ухудшение состояния периферической части нейромоторного аппарата было более выражено при

тяжелой степени поражения. Таким образом, оценка состояния спинальных двигательных центров человека и животных после повреждения спинного мозга демонстрирует универсальный характер изменения его функций в условиях ограничения афферентного притока, что позволяет использовать животных в качестве модели при разработке новых способов лечения и реабилитации при данной патологии у человека.

*Работа поддержана грантом РФФИ 07-04-00795.*

## **ЭФФЕКТЫ АНТИТЕЛ К $Ca^{2+}$ СВЯЗЫВАЮЩЕМУ БЕЛКУ S100 НА СОДЕРЖАНИЕ ОКСИДА АЗОТА В ТКАНЯХ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И СЕРДЦА ПРИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ СЕНСИТИЗАЦИИ У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ: ИЗМЕРЕНИЕ МЕТОДОМ ЭПР-СПЕКТРОСКОПИИ**

**Т. Х. Гайнутдинова<sup>1</sup>, В. В. Андрианов<sup>1</sup>, В. С. Июдин<sup>1</sup>,  
Л. Н. Муранова<sup>1</sup>,  
А. А. Обычный<sup>1</sup>, А. Х. Тимошенко<sup>2</sup>, С. В. Юртаева<sup>1</sup>, Г. Г. Яфарова<sup>1</sup>,  
Х. Л. Гайнутдинов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, Казань (Россия)*

<sup>2</sup>*Институт экологии природных систем АН РТ, Казань (Россия)*

*E-mail: tgainutdinova@mail.knc.ru*

В последнее десятилетие было установлено, что простейшее химическое соединение – оксид азота (NO) – является внутри- и межклеточным посредником, выполняющим различные сигнальные функции. Т.Л. Дьяконовой найдено, что оксид азота контролирует пластические свойства нейронов у виноградной улитки: блокатор NO-синтазы способствует развитию привыкания, а доноры оксида азота дают эффект сенситизации. Ею также показано также, что серотонин и доноры NO взаимно усиливают эффекты друг друга в активации серотонинергической системы у виноградной улитки. Долговременная сенситизация (ДС) оборонительного рефлекса, которую можно определить как усиление рефлекторной реакции под влиянием сильного или повреждающего постороннего стимула, является нейробиологической моделью тревожности и депрессивного состояния. Недавно нами был найден протекторный эффект антител к  $Ca^{2+}$ -связывающему белку S100 на формирование ДС как нейробиологической модели тревожности и депрессивного состояния. Это выражалось в том, что введение антител к  $Ca^{2+}$ -связывающему белку S100 в разведении  $10^{-12}$  виноградной улитке перед началом формирования ДС (за 10 минут до первого электрического стимула) препятствует увеличению оборонительных реакций закрытия пневмостома и отдергивания омматофоров (глазных щупалец). Поэтому целью данной работы была выбрана количественная оценка содержания

NO в тканях виноградной улитки при ДС и установление возможности влияния антител к S100 в малых дозах на содержание NO при ДС.

В последнее время одним из наиболее эффективных методов обнаружения и количественного определения оксида азота в биологических тканях стал метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Это произошло благодаря методике, разработанной А.Ф. Ваниным и др., в которой они использовали так называемый метод спинового захвата. В проведенном исследовании нами показано, что выработка долговременной сенситизации – нейробиологической модели тревожности и депрессивного состояния сопровождается снижением интенсивности формирования NO в организме улитки. Сопоставление результатов ЭПР исследований количества оксида азота в нервной системе и сердце виноградной улитки демонстрируют, что антитела к  $Ca^{2+}$ -связывающему белку S100 нарушают формирование ДС, т.е. они могут снимать феномены или проявления тревожности, и этот эффект сопровождается восстановлением содержания NO. Полученные результаты, видимо, свидетельствуют, что дисбаланс  $Ca^{2+}$ -связывающего белка S100 может привести к торможению или изменению хода определенных процессов, развивающихся при формировании пластических перестроек в организме и, особенно при патологических процессах.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ  
(гранты № 06-04-48834 и 07-04-00224)*

## **РОЛЬ ВНЕ- И ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО УРОВНЯ КАЛЬЦИЯ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ КОМАНДНЫХ НЕЙРОНОВ ВИНОГРАДНЫХ УЛИТОК ПОСЛЕ ОБУЧЕНИЯ**

**В. В. Андрианов, Т. Х. Гайнутдинова, Д. И. Силантьева,  
Х. Л. Гайнутдинов**

*Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, Казань (Россия)  
E-mail: vandrianov@mail.knc.ru*

Ионы кальция являются наиболее универсальным внутриклеточным посредником, связывающим процессы, развивающиеся на клеточной поверхности, с их цитоплазматическими механизмами. Давно было показано, что одним из эффектов воздействия высокой внеклеточной концентрации ионов  $Ca^{2+}$  является стабилизация мембраны. С другой стороны, общепризнанно, что внутриклеточный кальций, который находится в ионизированном виде, обладает функцией универсального вторичного посредника, участвующего в регуляции многих внутриклеточных реакций, вплоть до генной экспрессии. Ранее нами было показано, что в командных нейронах оборонительного рефлекса виноградной улитки при выработке условного оборонительного рефлекса (УОР) происходит снижение мембранного и порогового потенциалов. Поэтому в продолжение этих исследований це-

лю данной работы было выбрано проведение анализа роли ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в проявлении долговременных эффектов ассоциативного обучения.

Эксперименты проводили на виноградной улитке *Helix lucorum*. После выработки условного оборонительного рефлекса на постукивание по раковине проводили анализ электрических характеристик командных нейронов оборонительного поведения. Показано, что повышение внеклеточной концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  у интактных улиток ведет к увеличению значения порогового потенциала командных нейронов, что свидетельствует о «стабилизации» мембраны (снижение возбудимости). Обнаружено, что у обученных улиток возбудимость плазматической мембраны нейронов при увеличении внеклеточной концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  повышается, то есть снимается стабилизирующий эффект ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Можно высказать предположение, что при обучении общее количество наружного отрицательного заряда мембраны уменьшается, и поэтому «стабилизирующий» эффект ионов  $\text{Ca}^{2+}$  не проявляется. Найдено, что повышение внутриклеточной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  при добавлении кофеина в раствор, омывающий нервную систему моллюска приводит к снижению порогового потенциала и увеличению критического уровня деполяризации и у интактных и у обученных улиток. Показано, что снижение внутриклеточной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в командных нейронах как инъекцией ЭГТА, так и аппликацией мембранопроникающего хелатора ВАРТА-АМ не приводит к специфическим изменениям электрических характеристик обученных улиток.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 07-04-00224)*

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДА АЗОТА В СЕРДЦЕ И ПЕЧЕНИ КРЫС МОЛОДОГО И ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА ПРИ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕСИМПАТИЗАЦИИ**

**Ф. К. Каримов<sup>1</sup>, В. М. Чиглинцев<sup>1</sup>, Г. Г. Яфарова<sup>2</sup>, С. В. Юртаева<sup>2</sup>,  
А. А. Обычный<sup>2</sup>, В. В. Андрианов<sup>2</sup>, Ф. Г. Ситдинов<sup>1</sup>,  
Х. Л. Гайнутдинов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Татарский государственный гуманитарно-педагогический университет, Казань (Россия)*

<sup>2</sup>*Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, Казань (Россия)  
E-mail: gusadila@mail.ru*

Целью исследования является изучение NO-содержащих парамагнитных комплексов иона железа в тканях сердца и печени крыс 14, 21, 70 и 100-дневного возраста, а также определение изменения содержания NO в тканях сердца и печени при фармакологической десимпатизации. Методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) выявлено, что фармакологическая десимпатизация сопровождается снижением выработки NO в сердце и печени у крыс. Вероятно, деструкция симпатических нейронов и повышение содержа-

ния катехоловых аминов в циркулирующей крови, которые наблюдаются при фармакологической десимпатизации, влияют на активность нейрональной и эндотелиальной NO-синтазы, что и предопределяет уровень синтеза NO в исследованных органах. Помимо ЭПР комплекса (ДЭТК)<sub>2</sub>-Fe-NO, в органах определялись еще два типа комплекса гемового железа с оксидом азота: R- и T-конформеры нитрозогемоглобина. Показано, что кроме уменьшения количества NO в составе спиновой ловушки уменьшалось и количество R- и T-конформеров нитрозильных комплексов гемоглобина.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 06-04-48834)*

## **ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОКОЛОВОДНЫХ СООБЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ Р. НАЧА (БЕЛАРУСЬ)**

**Е. В. Мойсейчик, О. В. Созинов**

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно (Беларусь)*

*E-mail: mojsejchik@pochta.ru, o.sozinov@grsu.by*

Актуальность исследования растительности околоводных биотопов связана с изучением флористического и синтаксономического разнообразия данных фитоценозов для рационального использования и охраны окружающей среды. Целью нашего исследования является анализ синтаксономической структуры прибрежно-водных растительных сообществ р. Нача.

Геоботанические исследования прибрежно-водной растительности р. Нача (протяженность реки 42 км) проведены в июле-августе 2007г. (в Клецком, Ляховичском и Ганцевичском районах Беларуси) методом пробных площадей (14х400м<sup>2</sup>). Данными исследованиями охвачена вся пойма реки кроме устья.

В результате исследований на изученной территории выделено 10 ассоциаций по доминантному принципу. Выделенные ассоциации относятся к 4 классам формаций, к группе классов *Aquiherbosa vadosa* и типу растительности *Aquiphytosa* (по В.Г. Папченкову, 2003). Максимальное количество видов и наибольшее значение суммарного проективного покрытия отмечено для ассоциации *Phragmites australis* (33 и 337,57% соответственно). Количество видов сосудистых растений в сообществах варьирует от 11 до 33 при доминировании представителей класса *Liliopsida*. Наибольшая встречаемость в растительном покрове отмечена для ассоциации с доминированием *Bromopsis inermis* (30%) и *Glyceria maxima* (14%).

## ЛАЗЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

**А. В. Папулин, А. Г. Чупраков**

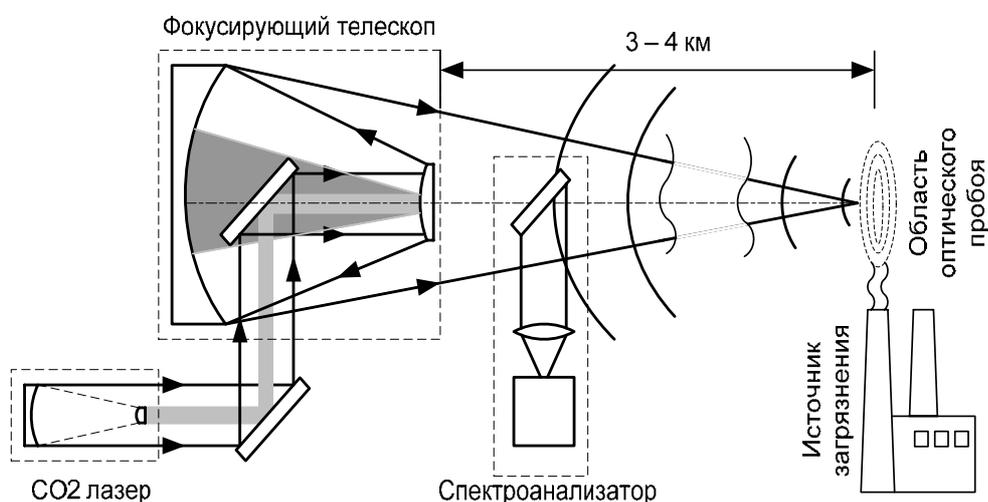
*Владимирский Государственный Университет, Владимир (Россия)*

*E-mail: cold.draigen@gmail.com*

В настоящее время остро встает проблема контроля загрязнения окружающей среды. Развитие новых технологий привело к созданию мощных лазерных импульсных систем, способных на больших расстояниях от источника излучения создавать высокие плотности мощности излучения ( $\sim 10^{10}$ - $10^{12}$  Вт/см<sup>2</sup>), приводящие к оптическому пробое воздуха и созданию лазерной плазмы [1, 2], что, в свою очередь, ведет к существенному повышению мощности отраженного (рассеянного) излучения и повышению точности измерений. Это открывает новые возможности дистанционного лазерного зондирования атмосферы (в пределах более 3-4 км).

Нами предлагается лазерный комплекс для дистанционного зондирования атмосферы.

Излучение от импульсного CO<sub>2</sub>-лазера мощностью  $\sim 10$  кДж с длительностью импульса излучения  $\sim 1$  мкс и сечением пучка на выходе лазера  $\sim 30$  см фокусируется телескопической системой зеркал (коэффициент увеличения телескопа  $\sim 4$ ) в исследуемой области (зона загрязнения).



**Рисунок 1 - Структурная схема установки**

Расчет плотности потока энергии, выполненный по формуле:

$E = \frac{W}{t \cdot S}$ , где  $E$  - плотность потока энергии,  $W$  - энергия излучения,  $t$  - время излучения,  $S$  - площадь сечения пучка излучения.

$W = \frac{N}{t}$ , где  $N$  - мощность излучения.

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ где } d - \text{ диаметр сечения пучка}$$

дает следующий результат

$$E = \frac{4 \cdot 10 \cdot 10^3}{\pi \cdot (10^{-6})^2 \cdot (0,3)^4} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ МВт/см}^2.$$

что достаточно для возникновения в точке фокуса оптического пробоя (порог пробоя для неочищенного воздуха  $2 \cdot 10^3$  МВт/см<sup>2</sup>, для очищенного –  $10^4$  МВт/см<sup>2</sup>) [2], приводящего к созданию лазерной плазмы. Анализ плазмы, образуемой в зоне пробоя, проводится при помощи спектроанализатора. Методы количественного спектрального анализа (анализатор спектра) позволяют по интенсивности свечения линий исследуемого химического элемента в рассеянном излучении определить его процентное содержание в области оптического пробоя.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прикладная лазерная медицина. Учебное и справочное пособие / Х.-П.Берлиен и Г.Мюллер (ред). М.: Интерэксперт, 1997.
2. Райзер Ю.П. «Пробой газов под действием лазерного излучения – лазерная искра»// СОЖ, 1998, No 1, с. 89–94.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО АДАПТАЦИОННОГО ОТВЕТА И АНТИОКСИДАНТНО-ПРООКСИДАНТНОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ НАНОКОМПОЗИТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПЧЕЛИНЫЙ ЯД

**А. С. Корягин, Е. А. Ерофеева, О. И. Александрова,  
Е. А. Александрова**

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,  
г. Нижний-Новгород (Россия)*

Пчелиный яд оказывает адаптогенное действие при курсовом внутривнутрибрюшинном введении в нетоксичных дозах ( $<0,02 \text{ DL}_{50}$ ) перед гипоксией и радиопоражением, в механизмах которого важную роль играет развитие неспецифической адаптационной реакции активации [2]. Однако более предпочтительное пероральное введение яда пчелы малоэффективно, поскольку он имеет белково-пептидную природу и разрушается протеазами пищеварительного тракта. Одним из перспективных вариантов решения этой проблемы является пероральное введение пчелиного яда в организм в составе наноконпозитов (НК) на основе хитозана и наночастиц золота, обладающих антиоксидантными свойствами [3], способных связывать яд и предотвращать его разрушение.

Целью работы являлось исследование типа неспецифического адаптационного ответа и антиоксидантно-прооксидантного статуса организма при введении пчелиного яда в составе НК хитозана и золота в условиях относительной нормы.

Эксперимент проводили на белых нелинейных крысах – самцах массой 200 – 250 г (n=7). Препараты вводили перорально в течение 7 дней. Контрольной группе вводили НК, представляющие водный раствор хитозана (100 мг/кг, среднечисловая молекулярная масса  $130 \times 10^3$ , степень деацетилирования 80%), содержащий наночастицы золота (0,5 мг/кг) [3]. Животным опытных групп - пчелиный яд в составе НК в дозах 0,5 и 1 мг/кг. Все препараты вводили в объеме 1 мл на животное. Через 1 и 7 суток после окончания введения для оценки типа адаптационной реакции определяли лейкоцитарную формулу (ЛФ) [1] и показатели индуцированной хемилюминесценции (ИХЛ) в плазме крови.

У животных опытных групп отмечались изменения в ЛФ, характерные для неспецифической реакции активации – увеличение процента лимфоцитов и снижение процента сегментоядерных нейтрофилов (табл. 1) по сравнению с контролем и интактными. Согласно современным представлениям активация наиболее оптимальное состояние организма, поскольку она сопровождается гармоничным увеличением активности всех защитных и регуляторных систем организма [1].

**Таблица 1 - Лейкоцитарная формула крыс через сутки после окончания введения препаратов**

Группа	Интактные	Контроль (Хитозан + Au)	Хитозан + Au + пчел. яд, 0,5 мг/кг	Хитозан + Au + пчел. яд, 1 мг/кг
Палочк. н-лы, %	5,60±0,56	5,10±0,54	5,50±0,79	5,90±0,87
Сегмент. н-лы, %	19,00±2,17	20,70±2,87	10,00±1,36*#	10,40±2,10*#
Моноциты, %	13,50±1,05	11,20±1,10	10,80±1,07	11,80±3,12
Эозинофилы, %	2,90±0,88	2,80±0,57	2,20±0,41	2,70±0,86
Базофилы, %	0	0	0	0
Лимфоциты, %	59,00±2,13	59,20±3,89	71,00±2,51*#	68,30±1,95*#

Примечание: \* -  $p < 0,05$  по отношению к интактным; # -  $p < 0,05$  по отношению к контролю.

При реакции активации энергетический баланс сдвигается в сторону ускорения окислительных процессов [1]. Однако, несмотря на это, усиления свободнорадикального окисления, вероятно, не происходит. Через 1 сутки после введения препаратов в опытных группах интенсивность ИХЛ достоверно не изменялась по сравнению с интактными и контролем (табл. 2). Однако уже через 7 суток отмечалось достоверное снижение интенсивности свободнорадикальных процессов у животных, которым вводили пчелиный яд, о чем свидетельствовало уменьшение величины светосуммы (табл.2).

**Таблица 2 - Показатели индуцированной хемилюминесценции в плазме крови у крыс через 1 и 7 суток после окончания введения препаратов**

Группа	S		I <sub>max</sub>		tg2	
	1 сут.	7 сут.	1 сут.	7 сут.	1 сут.	7 сут.
Интактные	109.51±6.05	106.76±3,52	32.54±2.22	31.18±2.79	16.04±1.02	16.12±1.33
Контроль Хитозан + Au	104.31±5.12	102.09±2.45	34.75±1.75	31.20±2.66	16.65±0.9	15.59±1.50
Хитозан + Au + пчел. яд, 0,5 мг/кг	102.36±2.30	91.62±4.91*#	32.59±1.19	28.65±1.97	15.72±0.85	13.02±1.24
Хитозан + Au + пчел. яд, 1 мг/кг	95.43±4.34	91.41±4.78*#	30.61±1.69	26.71±1.44	14.93±1.05	13.01±0.82

*Примечание: обозначения аналогичны Таблице 1.*

Таким образом, при пероральном введении в составе нанокмозитов пчелиный яд в использованных дозах вызывает развитие реакции активации, что, по-видимому, обусловлено проникновением яда в составе наночастиц через кишечный барьер. Данный факт указывает, что белки и пептиды пчелиного токсина адсорбированные на наночастицах не разрушаются протеолитическими ферментами желудочно-кишечного тракта. При реакции активации, вызванной ядом, развивается отсроченное (через 7 суток) снижение интенсивности свободнорадикальных процессов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. М.: ИМЕДИС, 1998. 422 с.
2. Корягин А.С., Ерофеева Е.А., Александрова О.И. Адаптогенные свойства пчелиного яда при действии экстремальных факторов различной природы // Вестник ННГУ им. Н.И. Лобачевского. 2007. №3. С. 113-115
3. Якимович Н.О., Ерофеева Е.А., Александрова Е.А., Корягина Е.А., Мальков А.В., Корягин А.С., Смирнова Л.А. Антиоксидантные свойства наночастиц золота в условиях нормы и при действии ионизирующей радиации // Вестник ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Серия Химия. 2006. С. 60-66.

## ПЕКТИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТОВ

**Н. В. Альба, Г. С. Барнашова, Н. П. Ананьева**  
ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», Саранск (Россия)

Молочные продукты являются важнейшей составной частью рациона питания человека. Особую пользу приносят кисломолочные изделия, имеющие

лечебно-профилактическое значение для всех групп населения. В последнее десятилетие большую популярность приобрели йогурты, в технологии производства которых используются стабилизаторы различной природы [1,2]. Они необходимы для улучшения потребительской привлекательности продукта, упрочения его структуры и обеспечения стойкости при хранении. Действие стабилизаторов проявляется в их способности связывать воду, взаимодействуя с компонентами молока, в основном, с белками, формируя структурные элементы гелевого каркаса [2]. Они стабилизируют белково – жировую эмульсию продукта, предотвращают синерезис, что позволяет получить качественный продукт со стабильной структурой даже при использовании в качестве сырья молока с невысоким содержанием белкового компонента. Кроме того, замена сухого молока в рецептурах йогурта на стабилизирующие компоненты дает возможность улучшить качественные характеристики и снизить себестоимость готовой продукции [2, 6].

В химическом отношении стабилизаторы представляют собой белки или полисахариды. Стабилизаторы разделяются на натуральные гидроколлоиды животного (желатин) и растительного происхождения (альгинаты, агар, агароиды, каррагинан, камеди, нативные крахмалы, пектины и проч.). В производстве кисломолочных продуктов могут применяться искусственно полученные стабилизаторы: гидроксиметил - целлюлоза, натрий-карбоксиметил-целлюлоза, микрокристаллическая целлюлоза, модифицированные крахмалы. Особое внимание привлекают пектины – вещества растительного происхождения, являющиеся гетерополисахаридами [3]. В технологии йогуртов обычно используются стабилизаторы различной природы, среди которых выделяют желатин, молочный белок, модифицированный крахмал, пектины, что создает насыщенный вкус, кремообразную консистенцию и предотвращает синерезис. В настоящее время применяются пектины, выработанные в Германии и Дании, где налажено производство натурального, чистого, модифицированного препарата с заданными потребителем свойствами. Основным их источником их служат кожура цитрусовых, сухие яблочные выжимки и жом сахарной свеклы. Пектины подразделяются на следующие типы:

- высокометоксилированные (HM) или высокоэфирные;
- низкометоксилированные (LM) или стандартные;
- амидированные низкометоксилированные (LMA).

Низкометоксилированные пектины применяют во фруктовых йогуртах для создания мягкой, частично тиксотропной структуры студня, достаточной для обеспечения однородного распределения фрукта, позволяющей свободное смешивание фруктового компонента в йогурт. Низкометоксилированный пектин не предотвращает синерезис. Добавление ионов кальция способствует застудневанию такого пектина.

Химическую основу пектина составляет полигалактуроновая кислота (рамногалактуронан) карбоксильные группы которой частично этерифицированы метиловым спиртом. Пектины содержат ацетильные группы, количество которых зависит от источника выделения препарата. Суммарное

содержание этих групп влияет на степень этерификации. К рамногалактуроновой основе пектиновой молекулы присоединены нейтральные полисахариды типа галактана, арабана, ксилана и др., определяющих гетерогенность пектина и соотношение кислых и нейтральных фракций

В большинстве стран-производителей пектины получают из отходов пищевого производства. Подобное вторичное сырье имеется и в Республике Мордовия. По заданию Министерства сельского хозяйства и продовольствия РМ нами были использованы выжимки яблок, жом сахарной свеклы и корзинки подсолнечника, являющиеся отходами определенных промышленных предприятий, для выделения пектина. Подобраны условия технологического этапов производства препаратов [7].

Пектины, выделенные из отходов сахарной и плодоперерабатывающей промышленности, различаются по молекулярной массе, содержанию свободных карбоксильных групп, метоксильных и ацетильных групп и степени этерификации. Физико-химические константы пектина в значительной мере влияют на его способность к гелеобразованию.

Нами исследованы свойства пектинов, выделенных из яблочный выжимок, жома сахарной свеклы и корзинок подсолнечника, их молекулярная масса и время желирования в присутствии сахара и лимонной кислоты на (табл. 1).

**Таблица 1 – Молекулярная масса и время желирования пектинов из различных источников**

Образец	Молекулярная масса	Степень этерификации, %	Время желирования, мин
Пектин из яблочных выжимок	71 473	69 81	20-25
Пектин из свекловичного жома	17 580	24.5	Не желирует
Пектин из корзинок подсолнечника	16 381	51,6	33-37
Коммерческий препарат ЯР KELKO NQ 21585	20 461	53,8	20-23

Результаты показывают, что пектины, выделенные из яблочных выжимок и корзинок подсолнечника обладают достаточно хорошей желирующей способностью, сравнимой с лучшими зарубежными образцами. Пектин из свекловичного жома имеет низкую степень этерификации и сравнительно невысокую молекулярную массу, что и определило отсутствие способности к желированию. Следует отметить, что свойства пектина из жома сахарной свеклы зависят от сортовых особенностей этой культуры и условий технологии обработки жома при выделении препарата. Нам удалось получить препарат, обладающий удовлетворительными способностями к желированию (в течение 90-120 мин).

При изучении нами вопроса о влиянии стабилизаторов на качество йогуртов в условиях производства было показано, что стабилизаторы типа Текстрион, Рондагам АУД 250, Рондагам АУС 571, в значительной степени

вливают на качество производимого питьевого йогурта и способны увеличить сроки его хранения.

Текстрион – это высоко функциональная система из смеси казеиновых мицелл и сывороточных белков, обогащенных  $\beta$ -лактоглобулином [4].

Рондагам АУ 571 создан на основе желатина. В дозировке 0,5 – 1% он обеспечивает вязкую, кремообразную структуру и с успехом применяется для производства различных видов йогурта – (десертного, питьевого).

Рондагам АУD 250 содержит низкометоксилированный пектин и в дозировке 0,1 – 0,4% рекомендуется для производства термизированных молочных продуктов, придавая им плотную и однородную консистенцию. Стабилизаторы для молочной продукции под торговой маркой Рондагам разработаны специалистами ГК «ПТИ» и «Cargill T. S.» [5]

При производстве йогурта марки «Клубничный» контролем являлись образцы, приготовленные по принятой на молочном комбинате рецептуре, но без стабилизатор., В опытные образцы добавляли стабилизаторы Текстрион и Рондагам АУD 250 в концентрации 0,3%. В образцах продукта определяли органолептические показатели, титруемую кислотность (ГОСТ 3624-67), массовую долю жира (ГОСТ 5867-69), вязкость (ГОСТ3625-84), синергетическую способность.

Результаты исследований по изменению кислотности продукта представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Влияние стабилизаторов на титруемую кислотность йогурта при хранении( в градусах Тернера)**

Тип стабилизатора	Продукт после изготовления	На 5-е сутки хранения	На 10-е сутки хранения
Контроль	70,0+0,02	87,5+0 5	99 5+0 5
Текстрион, 0,3%	70,0+1,0	86,5 +0,5	97,5+0,5
Рондагам АУD 250, 0,3%	67,0+0,0	81,5+0,5	92,0+0,0

Использование стабилизатора на основе пектина достоверно снижает кислотность готового продукта не только непосредственно после его изготовления, но и при хранении.

Вязкость кисломолочного сгустка определяли в тех же образцах по времени истечения продукта из бюретки емкостью 100 мл и выходным отверстием 5 мм. Получены следующие результаты: время истечения контрольного образца (без стабилизатора) составляет 19,7 сек, с Текстрионом в концентрации 0,3 % - 22,3 сек, с Рондагамом 250 в концентрации 0,3 % –26,3 сек. Таким образом, введение в рецептуру технологии производства йогурта стабилизатора на основе пектина увеличивает вязкость готового продукта.

Качество кисломолочных продуктов, в том числе и йогурта, в значительной степени определяется способностью сгустка продукта к синерезису, т. е. к отделению сыворотки. Чем выше качество, тем меньше сыворотки выделяется из сгустка при центрифугировании и тем более стойким будет продукт при хранении. Максимальным количеством отделившейся при центрифугировании сыворотки обладал контрольный образец продукта, в

котором объем сыворотки через 40 мин центрифугирования составил 8 мл. В образце с Тестрионом на этот же период времени выделилось 4,5 мл. а с Рондагамом 250 всего 1 мл, т.е последний вариант с применением пектинового стабилизатора оказался наиболее устойчивым к синерезису. Это продукт обладал лучшими органолептическими характеристиками.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Производство молочных продуктов: качество и эффективность. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.-80 с.
2. Роль стабилизаторов в производстве кисломолочных продуктов/Электронный ресурс/:Food Drinrks. – Электрон. Дан. – Киев 2005. № Режим доступа:[www.fnd.com.ua/arhiv/6-2005/2005/08/09/rol\\_stabilizatorov-v-5227.html](http://www.fnd.com.ua/arhiv/6-2005/2005/08/09/rol_stabilizatorov-v-5227.html). – Заглав. с экрана
3. Кочеткова А.А. Научно-техническое сотрудничество в области производства и использования пектина // А.А. Кочеткова, Г.Ф.Фокс, Р.Асмуссен, К.Фишер, Х-У Эндресс// Пищевая промышленность.- 1992.- № 10.- С.64-66
4. Textrion DELITE:10 % lower raw material costs industrial decorative cream /Электронный ресурс/: Campina – Электрон.дан. [б.м.], [б.г.] – Режим доступа:<http://www.Fruttis.Ru/default.asp?selected=campcom.Engels.Innovation.Breaking.valesmeatfromdairyproduct11=en> – Заглавие с экрана.
- 5 Стабилизационные системы Рондагам. [Электронный ресурс]: ГК"ПТИ"- [Электрон данные] – М.[б.г]. – Режим доступа:<http://protein.Ru/stabilizers/rus/>. – Загл с экрана
6. Технология производства йогурта: йогурт, пищевое оборудование. Электронный ресурс : ООО НПК "Прогрессивные технологии".-[ Электрон. данные].- Мытищи, 2006. – Режим доступа:[www.protex.ru/solutions/texnonotes/kmn/yogurt.phtml](http://www.protex.ru/solutions/texnonotes/kmn/yogurt.phtml). – Заглавие с экрана
7. Альба Н. В., Барнашова Г.С.,Балашов И.В. Использование отходов плодоперерабатывающей промышленности для получения пектина./ Материалы Респуб. научно-практ. конференции «Роль науки и инновации в развитии хозяйственного комплекса РМ».-Саранск.: Изд-во Мордов. ун-та.- 2001.-С.303-305

## О ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ХВОЙНОГО ПОДРОСТА ПРИДОРОЖНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ХВОИ

**О. Н. Денисова, Р. И. Винокурова**

*Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола (Россия)*

*E-mail: vinri@mail.ru*

Основными источниками поступления микроэлементов в растительные организмы являются почва и воздушная среда. При отсутствии внешних признаков угнетения в экологически неблагоприятных условиях индикацию состояния экосистемы можно проводить по содержанию микроэлементов в тканях растений, прежде всего в фотосинтезирующих органах, ко-

торые являются их активными накопителями. В листьях и хвое обнаружено более 60 химических элементов, которые входят в состав клеточных структур и регулируют их нормальную жизнедеятельность. Лесные культуры позволяют проводить длительные исследования аккумуляции и миграции элементов, проследить изменения их микроэлементного состава.

По территории Республики Марий Эл проходит южная граница ареала пихты сибирской, произрастающей совместно с елью обыкновенной. Данные виды хвойных относят к числу природно-прогрессивных и в то же время антропогенно-регрессивных эдификаторов лесных сообществ [2]. В связи с этим представляет интерес оценка жизнеспособности растений подроста пихты сибирской и ели обыкновенной, произрастающих в условиях придорожной зоны и выполняющих важную экологическую и лесовозобновительную функцию.

В данной работе изучена аккумуляция 14 микроэлементов хвоей растений подроста пихты сибирской и ели обыкновенной в условиях лесозащитной придорожной лесополосы, представленной естественным елово-пихтовым фитоценозом Республики Марий Эл, произрастающим на дерново-подзолистой почве вдоль автомагистрали. Возраст изученных растений 15-20 лет.

Количественный химический анализ содержания микроэлементов (Pb, Mn, Mo, Zn, Co, Cu, Cr, B, Ba, Be, V, Ag, Ni, Cd, As) в образцах почвы и золы хвои растений подроста изученных видов хвойных осуществляли методом атомно-эмиссионной спектрометрии. Полученные результаты приведены в таблице 1.

В гумусовом горизонте почвы А1 выявлено более высокое содержание Pb, а также микроэлементов As, Ba, Cd, Mn, V и Zn. В горизонте почвы А1В в повышенных количествах содержатся Ag, B, Be, Co, Cr, Cu, Mo, Ni. Это может свидетельствовать о большей подвижности этих элементов и их вымывании в нижние почвенные горизонты.

Микроэлементный состав хвои подроста пихты сибирской в изученном фитоценозе сходен с элементным составом хвои ели обыкновенной. Содержание свинца в фотосинтезирующих органах растений в придорожной зоне значительно превышает известные фоновые уровни [1]. В хвое пихты сибирской в отдельных пробах наблюдается 25-кратное превышение фоновых параметров, в хвое ели обыкновенной – 15-кратное. В хвое обоих видов наблюдается максимальное содержание микроэлементов Ba, Mn, B, Ni и минимальное – V, Be, Mo, Ag. Однако следует отметить, что содержание B, Ba, Co, Mn, Mo, Pb, V выше в хвое пихты, а Be, Cr, Cu, Ni, Zn – в хвое ели. По содержанию Ag хвоя пихты и ели практически неразличима.

Выявлены различия в содержании микроэлементов в хвое разных лет вегетации. Большинство микроэлементов концентрируются в хвое третьего года. Наибольшее содержание B, Co, Cu, Mo обнаружено в хвое текущего года растений подроста пихты сибирской и ели обыкновенной. Максимальное содержание Ni наблюдается в хвое второго года пихты сибирской. Накопление микроэлементов Pb, Ba, Be, Cr, Mn, Ni, V в хвое растений под-

роста пихты сибирской увеличивается, содержание Ag, B, Co, Cu – уменьшается, а содержание Mo и Zn практически не изменяется с увеличением возраста хвои. В хвое растений подраста ели обыкновенной с увеличением возраста хвои увеличивается содержание Pb, Ag, Ba, Be, Co, Cr, Mn, Ni, V, Zn; уменьшается содержание B, Cu, Mo.

**Таблица 1 - Содержание микроэлементов в образцах почвы и хвои растений подраста пихты сибирской и ели обыкновенной (мг/кг абс. сух.)**

МЭ	Почва		Хвоя					
			пихты сибирской			ели обыкновенной		
	A1	A1B	1-й год	2-й год	3-й год	1-й год	2-й год	3-й год
Ag	0,138	0,201	0,0182	0,0106	0,0163	0,0063	0,0138	0,0163
As	4,346	3,240	–	–	–	–	–	–
B	19,47	21,96	3,726	2,915	3,375	3,372	3,056	2,951
Ba	771,3	687,9	34,023	46,045	62,164	26,361	27,052	36,297
Be	5,997	14,17	0,0506	0,0394	0,127	0,122	0,113	0,150
Cd	1,822	0,551	–	0,143	–	–	–	–
Co	28,59	32,03	0,319	0,252	0,306	0,290	0,264	0,272
Cr	125,1	130,8	0,497	0,684	1,006	0,392	0,714	1,396
Cu	21,31	22,98	3,105	1,661	1,701	3,525	2,573	2,046
Mn	2432	1196	11,659	33,773	49,426	7,646	20,756	39,255
Mo	0,482	0,585	0,0719	0,0639	0,0713	0,0619	0,0491	0,0511
Ni	172,3	161,48	3,083	5,141	4,589	6,060	4,484	7,043
Pb	15,412	11,895	0,449	0,851	1,217	0,512	0,520	0,726
V	58,53	54,87	0,0730	0,140	0,181	0,0502	0,0948	0,269
Zn	57,78	35,89	2,722	2,132	2,735	1,806	4,967	6,437

Проведено сравнение уровней содержания микроэлементов в хвое разных лет с данными, полученными ранее [1] при изучении растений подраста пихты сибирской и ели обыкновенной, произрастающих на фоновых территориях Республики Марий Эл и сделаны следующие выводы.

Микроэлементы Pb, B, Be, Ba, Cu, Cd, Co, Cr, Mo, Ni, содержание которых в хвое изученных видов растений подраста превышает фоновые

значения, можно разделить на 2 группы:

1. Pb, Cd, Cr, Ni, Be, высокое содержание которых можно объяснить аэротехногенной аккумуляцией вблизи автодороги.
2. Co, V, Ba, Cu, Mo, повышенное содержание данных физиологически значимых микроэлементов можно расценивать как ответную приспособительную реакцию к условиям придорожной зоны.

На фоне повышенных содержаний Pb во всех образцах хвои выявлено пониженное по сравнению с фоновым содержание Ag, Mn, Zn. Полученные результаты подтверждают ингибирование поглощения микроэлементов Mn и Zn фотосинтезирующими органами растений, описанное в работах Г.Я. Ринькис (1979) и Е.В. Федоровой (2005).

Количественное поступление элементов в растения оценивали по коэффициенту биологического поглощения (КБП). В условиях придорожной зоны высокие значения КБП характерны для Cd, Pb, Ni, Cr, Be, которые обычно относят к техногенным микроэлементам. Одновременно наблюдается увеличение КБП для физиологически значимых микроэлементов: V, Ba, Cu, Co, Mo, что свидетельствует о нормальной жизнеспособности растений подроста ели пихты сибирской и ели обыкновенной в условиях придорожной зоны.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винокурова Р.И., Андриянова О.В., Волкова И.Ю. и др. Роль растений елово-пихтовых лесов в миграции химических элементов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. 196 с.
2. Казимиров Н.И. Ель. М: Лесная промышленность, 1983. 80 с.
3. Ринькис Г.Я. Оптимизация минерального питания растений. Рига: Зинанте, 1979. 355 с.
4. Федорова Е.В., Одинцева Г.Я. Биоаккумуляция металлов растительностью в пределах малого аэротехногенного загрязненного водосбора // Экология. 2005. № 1. С.26-31.

## О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЕДКИХ ПТИЦ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

**Л. Д. Альба**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П.Огарева», Саранск (Россия)*

Под понятием «редкие птицы» мы понимаем виды птиц численность которых в последние годы значительно снизилась или снижается. Естественно, что, в первую очередь это касается видов включенных в Международную, Национальные или Региональные Красные Книги. Однако, существует некоторое количество видов птиц численность которых остается еще достаточно высокой, но может в обозримом будущем снизиться вплоть до исчезновения. В этой

статье мы коснемся трех видов птиц относящихся к различным отрядам, занимающим совершенно разные экологические ниши, сильно отличающихся биологически, но объединенные одним признаком за последние два десятилетия их численность стабильно снижается.

*Обыкновенный скворец (Sturnus vulgaris L.)* Обыкновенный скворец является обычным полусинантропным видом, численность которого на протяжении многих десятилетий характеризовалась как стабильно высокая. Вид встречался в пойменных дубравах, занимая практически , все удобные для гнездования дупла по опушкам ,граничащим с пойменными лугами и пастбищами ,выселяя из понравившихся дупел полевого воробья и большую синицу. Еще выше численность скворца была в селитебном ландшафте. В России, на Украине , в Белоруссии трудно было найти сельское подворье, в котором бы не было заселенного скворцами скворечника. Общая численность скворца в Советском Союзе, по мнению К.Н. Благо-склонова, превышала миллионов особей. Из сельского ландшафта скворец успешно внедрился в городской, вначале на одноэтажные окраины городов, а затем и в районы многоэтажной застройки .

В Мордовии численность скворца была стабильно высокой. Так, в пойменных сообществах Симкинского лесничества в гнездовой период 60 – 80 годы она колебалась в пределах 15 – 45 особей на кв. км. В Саранске плотность населения составляла 5 особей на кв. км .

С 90 годов прошлого столетия численность как природной, так и антропоической популяций скворца стала снижаться. На стационарном маршруте протяженностью 1 километр в 2000 –2006 годах плотность скворца колебалась от до. Та же картина наблюдается и в селитебном ландшафте. Так, при обследовании в июне – июле 2007 года в микрорайона Октябрьский в городе Саранске из многих десятков искусственных гнездовых было зарегистрировано всего 5 жилых скворечников. Причин может быть достаточно много. Нам кажется, что одной из основных является снижение поголовья крупного рогатого скота. Пасущиеся коровы всегда привлекали группы выкармливающих потомство скворцов. Снижение количества свободно пасущихся животных уменьшает возможность полноценного выкармливания птенцов скворца. В городах популяция скворца переходила на суррогатную пищу для выкармливания птенцов. Снижение количества кухонных отходов в мусорных контейнерах в последние годы также неблагоприятно влияют на численность скворца. Нам представляется вполне вероятным включение Скворца обыкновенного в список особо охраняемых видов уже в ближайшие годы.

*Обыкновенная горлица (Streptopelia turtur L.)* Обыкновенная горлица, как и предыдущий вид многие годы был обычным гнездящимся видов в смешанных и хвойных лесах европейской части России .Плотность населения этого вида составляла 25 –30 особей на кв. км. (В.И. Щеголев, 1977) Приблизительно тех же величин достигала плотность горлицы и на стационарных маршрутах в Симкинском лесничестве. Минимальное расстояние между соседними гнездящимися парами сосняках – жердняках 30 –40 летнего возраста в 125 квартале

составляла 300 –500 метров. Демонстрационный полет самца горлицы можно было показать студентам на любой экскурсии неоднократно. В августе стайки горлиц из нескольких десятков птиц вылетали кормиться на поля зерновых. В настоящее время вот уже более 10 лет обыкновенная горлица не встречается в восточной части Мордовии, в Присурских сосновых и смешанных лесах. Во время экспедиционных исследований в августе 2007 года на маршруте Саранск – Мордовское Вечкенино –Ковылкино – Краснослободск протяженностью км во время автомобильного учета было зарегистрировано всего 3 птицы.

Сказанное позволяет сделать вывод, что обыкновенная горлица является сокращающимся в числе, уязвимым видом - кандидатом в планирующееся второе издание Красной Книги Республики Мордовия.

*Сизоворонка (Coracias garulus L)* Сизоворонка была включена в первое издание Красной Книги Республики Мордовии в статусе 2 категория – уязвимый вид. Прошедшие с момента издания три года позволяют на наш взгляд изменить статус этого вида. За это время исследователям ни разу не удалось зарегистрировать вид ни в гнездовой период, ни на пролете. Нами был проведен анкетный опрос группы из респондентов являющихся республиканскими и районными охотоведами, то есть специалистами постоянно бывающими в различных районах Мордовии и в различных угодьях. Все анкетированные хорошо знают полевые признаки сизоворонки, многие опытные специалисты неоднократно наблюдали вид ранее в 70 –80 годы прошлого века. Ни один из опрошенных специалистов не регистрировал сизоворонку в последние годы. Это позволяет нам предложить изменить статус вида и внести сизоворонку в список особо охраняемых видов птиц в качестве исчезающего, а, возможно, и исчезнувшего вида 1 или 0 категория.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благосклонов К.Н., Щеголев В.И. Количественный учет птиц в лесной зоне. | В.И.Щеголев//Методики исследования продуктивности и структуры видов птиц в пределах их ареалов., Вильнюс, 1977 с.95 – 103.

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ $^{137}\text{Cs}$ В РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТАХ ЛЕСНОГО ФИТОЦЕНОЗА В УСЛОВИЯХ МИНИМАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

**Д. Е. Конаков, Е. А. Гончаров**

*Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола (Россия)*

*E-mail: Laker-k@yandex.ru*

С момента аварии на Чернобыльской АЭС прошло 20 лет. Однако проблема радиоактивного загрязнения территорий не утратила своей важности. Лесные биогеоценозы Республики Мордовия и Пензенской области,

как и всего Среднего Поволжья, по ряду причин оказались наиболее восприимчивыми к радиоактивному загрязнению и в настоящее время остаются наиболее загрязненными в данном регионе.

Для комплексного изучения показателей радиационной обстановки в лесных биогеоценозах Республики Мордовия и Пензенской области было заложено 9 пробных площадей; для изучения биоиндикационной ценности видов по группам живого напочвенного покрова дополнительно в различных типах лесорастительных условий было заложено 23 пробные площади.

*Накопление  $^{137}\text{Cs}$  древесными растениями в условиях минимального радиоактивного загрязнения.*

На современном этапе загрязнение  $^{137}\text{Cs}$  структурных элементов древесных растений Республики Мордовия и Пензенской области остается неоднородным: коэффициенты вариации изменяются в широком интервале от 21 до 94%, что в основном повторяет неоднородность суммарного загрязнения почвы. Были установлены ряды относительного распределения  $^{137}\text{Cs}$  в структурных элементах древесных растений и средние значения коэффициентов перехода (КП)  $^{137}\text{Cs}$  в них из почвы (табл. 1). При ранжировании структурных элементов был использован дисперсионный анализ.

**Таблица 1 - Накопление  $^{137}\text{Cs}$  древесными растениями в условиях Пензенской области**

Вид	Ряд накопительной способности (КП, $10^{-3}$ м <sup>2</sup> /кг)
Клен остролистный ( <i>Acer platanoides</i> L.)	К. (3,2) > Лв. (1,9), В. м. (1,9) > Луб (1,2) > Др. (0,8)
Липа мелколистная ( <i>Tilia cordata</i> Miller)	К. (2,2), Лв. (2,1) > В. м. (1,6) > Луб (0,7), Др. (0,6)
Осина ( <i>Populus tremula</i> L.)	Лв. (3,3) > К. (2,2), В. м. (2,0) > Луб (1,1) > Др. (0,6)
Дуб черешчатый ( <i>Quercus robur</i> L.)	К. (3,5) > Лв. (1,9), В. м. (1,6) > Луб (0,8) > Др. (0,4)
Береза повислая ( <i>Betula pendula</i> Roth.)	Лв. (3,2) > В. м. (1,9) > К. (1,2) > Луб (0,6), Др. (0,4)
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	В.м. (1,1), Хв. (1,0), К. (1,0) > Луб (0,6) > Др. (0,3)

*Примечание - знак «>» означает наличие существенного различия соседних элементов:  $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$  на 5% уровне значимости; В.м. – ветви мелкие; Хв. – хвоя; Лв. – листва; К. – корка; Др. – древесина.*

Влияние почвенных условий и таксационных характеристик на накопление  $^{137}\text{Cs}$  в структурах древесных пород неоднозначно. С повышением трофности местопроизрастания отмечается снижение коэффициента перехода в древесину сосны, осины и дуба и увеличение - в листву липы и березы.

При повышении увлажнения происходит увеличение КП во все структурные элементы осины, дуба и сосны. Отмечено влияние на накопительную способность состава древостоя: при смешении с березой снижается содержание  $^{137}\text{Cs}$  в древесине сосны, у дуба при смешении с ясенем, наоборот, значительно увеличиваются КП во все структурные элементы.

Оценка по радиационному признаку качества ресурсов древесных пород по средним и максимальным значениям удельной активности, позволяет сделать вывод о возможности хозяйственного использования данных ресурсов. Исключение составляет кора (корка) дуба, клена и листва бере-

зы: использование их в качестве лекарственного сырья возможно при обязательном радиационном контроле.

На основе ряда радиационных показателей структурных элементов древесных видов (средние КП, динамика максимальной удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ , санитарные допустимые уровни) сделан вывод о нецелесообразности выделения и использования древесины и луба в качестве объектов радиационного мониторинга в условиях минимального загрязнения. Оценку содержания  $^{137}\text{Cs}$  в данных структурных элементах допустимо проводить по удельной активности листвы (хвои), что позволяет сократить объем отбираемых проб и отказаться от рубки модельных деревьев, нанося тем самым минимальный вред древостою и стационарному участку в целом.

*Накопление  $^{137}\text{Cs}$  живым напочвенным покровом в различных типах лесорастительных условий.*

Практика радиационного мониторинга лесных экосистем показывает, что для адекватной оценки качества лесной продукции накопительную способность видов живого напочвенного покрова (ЖНП) целесообразно рассматривать в различных типах лесорастительных условий (ТЛУ).

*Шляпочные грибы* являются одним из основных видов пищевых ресурсов леса и наиболее важным объектом радиационного мониторинга. Значительное варьирование КП во всех видах грибов не позволяет однозначно отнести их к определенной группе по накоплению  $^{137}\text{Cs}$ . Так, удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в белом грибе, масленке и рыжике превышает допустимый уровень (по СанПиН 2.3.2.1078-01 ДУ = 2500 Бк/кг) в 7-10 раз ( $B_2$ ), в горькушке и сыроежке – в 5-7 раз ( $B_4$ ). Слабая аккумуляция (удельная активность не превышает 1800 Бк/кг) выявлена в лисичке (*Cantharellus cibarius* Fr.), грузде настоящем (*Lactarius resimus* Fr.) и масленке в  $D_2$  (дубрава свежая).

При переходе от ТЛУ  $D_2$  к более бедным почвенным условиям  $B_2$  наблюдается усиление накопления  $^{137}\text{Cs}$  в грибах как внутри одного вида (масленок, груздь, лисичка, сыроежки – КП в среднем увеличиваются в 30-60 раз), так и в целом по обследованной группе видов. Внутри одного трофотопы интенсивность поступления  $^{137}\text{Cs}$  усиливается с повышением увлажнения: так у сыроежек и горькушки в условиях  $B_4$  значения КП возрастают более чем в 20 раз по сравнению с условиями  $B_2$ .

В структуре *напочвенного растительного покрова* повышенным уровнем накопления  $^{137}\text{Cs}$  характеризуются различные виды мхов, папоротников и плаунов. Средний КП =  $29,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг}$ . Сильная аккумуляция (удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в среднем составляет 1600 Бк/кг) среди мхов наблюдается в сфагнуме (*Sphagnum* sp. L.), кукушкином льне (*Polytrichum commune* Hedw.), дикране метловидном (*Dicranum scoparium* Hedw.) в ТЛУ  $B_4$ , среди папоротников – в щитовнике мужском (*Dryopteris filix mas* (L.) Schott.) в  $A_2$  (бор свеж.) и орляке обыкновенном (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) в  $B_4$ . Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в щитовнике мужском и плауне булавовидном в большинстве случаев превышает допустимый уровень для лекарственного сырья (по СанПиН 2.3.2.1078-01 ДУ = 400 Бк/кг).

Проведенные исследования позволили составить таблицу видов-биоиндикаторов для различных типов лесорастительных условий, контроль за которыми целесообразно осуществлять при радиационном мониторинге лесных территорий Республики Мордовия и Пензенской области (табл. 2).

**Таблица 2. - Виды-индикаторы радиационного загрязнения для различных типов лесорастительных условий**

ТЛУ	Вид-индикатор	КП, 10 <sup>-3</sup> м <sup>2</sup> /кг	ТЛУ	Вид-индикатор	КП, 10 <sup>-3</sup> м <sup>2</sup> /кг
A <sub>2</sub>	Дикран волнистый	12,5	B <sub>4</sub>	Брусника	49,1
A <sub>2</sub>	Ландыш майский	22,5	B <sub>4</sub>	Сфагнум sp.	71,9
A <sub>2</sub>	Щитовник мужской	62,1	B <sub>4</sub>	Черника	81,7
B <sub>2</sub>	Дикран волнистый	14,6	B <sub>4</sub>	Кукушкин лен	100,8
B <sub>2</sub>	Плевроций Шребера	15,4	B <sub>4</sub>	Дикран метловидный	106,7
B <sub>2</sub>	Лисичка	20,6	B <sub>4</sub>	Орляк обыкновенный	209,7
B <sub>2</sub>	Кукушкин лен	25,5	B <sub>4</sub>	Горькушка	950,7
B <sub>2</sub>	Щитовник мужской	31,6	B <sub>4</sub>	Сыроежка sp.	1178,4
B <sub>2</sub>	Сыроежка sp.	34,1	C <sub>2</sub>	Чистотел большой	2,6
B <sub>2</sub>	Плаун булавовидный	34,7	C <sub>3</sub>	Черника	3,4
B <sub>2</sub>	Чистотел большой	35,8	C <sub>3</sub>	Брусника	3,7
B <sub>2</sub>	Подберезовик	46,4	C <sub>3</sub>	Щитовник мужской	32,1
B <sub>2</sub>	Белый гриб	312,4	C <sub>3</sub>	Кукушкин лен	50,2
B <sub>2</sub>	Масленок обыкновенный	538,3	C <sub>4</sub>	Щитовник мужской	3,7
B <sub>2</sub>	Рыжик сосновый	880,5	C <sub>5</sub>	Щитовник мужской	3,0
B <sub>3</sub>	Багульник болотный	15,0	D <sub>2</sub>	Копытень европейский	2,4
B <sub>3</sub>	Сыроежка sp.	19,0	D <sub>2</sub>	Масленок обыкновенный	12,1

Расчет предельно допустимой плотности загрязнения почвы, при которой содержание радионуклида в ресурсе достигает ДУ показал, что даже при глобальном уровне выпадений (5-10 кБк/м<sup>2</sup>) в условиях B<sub>4</sub> (кромки болот) возможно сверхнормативное накопление <sup>137</sup>Cs в сыроежках, горькушках, ягодах и листьях черники и брусники, листьях ландыша и орляка, в болотных мхах (кукушкин лен, сфагнум); в условиях B<sub>2</sub> – рыжиках, белых грибах и маслятах, плауне; у щитовника – в условиях A<sub>2</sub> и C<sub>3</sub>. Использование этих видов в данных ТЛУ не рекомендуется.

## ПЕКТИНЫ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

**Г. С. Барнашова, Н. В. Альба**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П.Огарева», Саранск (Россия)*

Пектиновые вещества являются группой сложных кислых полисахаридов, которые присутствуют во всех тканях высших растений и в частности в межклеточных пространствах. Они локализованы в срединной пластинке, которая является внутриклеточной склеивающей структурой, так-

же содержатся в первичных клеточных стенках всех видов растений и связаны с другими компонентами клеточной стенки. Эта группа сложных коллоидных углеводов состоит преимущественно из остатков галактуроновой кислоты, карбоксильные группы которой частично метоксилированы. Полигалактуроновая кислота при определенных условиях способна образовывать гели в присутствии сахаров и кислот.

Благодаря природному происхождению и уникальным свойствам пектин находит применение в ряде отраслей промышленности. Особенно пектин зарекомендовал себя в качестве желирующего, стабилизирующего и загущающего агента для пищевых продуктов. Нынешняя потребность в пектине только пищевой промышленности достигает десяти тысяч тонн в год.

Для промышленного производства пектина используется сырье с высоким содержанием пектина [1].

Нами исследовано несколько видов растительных источников на содержание пектина: яблочные выжимки, свекловичный жом и корзинки подсолнечника.

Конечно, по качественным показателям наиболее ценным пектинодержущим сырьем для производства товарного пектина является свежее сырье, в частности яблоки и корнеплоды свеклы, но более экономически выгодным является использование пектинодержущих отходов, которые хорошо хранятся в сухом виде.

Последние 50 лет ознаменовались активной работой по выделению пектинов с заданными потребителем свойствами из различных растительных объектов. При общности технологических этапов условия выделения значительно различаются [2, 3].

Исходя из свойств пектиновых веществ, удерживать воду и набухать в ней, мы перед экстракцией-гидролизом соляной кислотой, проводили обработку сухого материала спиртом и водой (до полного набухания). И после этого проводили экстракцию-гидролиз.

Пектин из сырья извлекали раствором 0,8 М соляной кислоты при 80 °С в течение трех часов и гидромодуле 1:10. После экстракции жидкую фракцию отделяли от твердой фильтрованием, упаривали до половины объема и пектин осаждали этанолом в объемном соотношении 1:2. Образовавшийся осадок отделяли центрифугированием, промывали и высушивали. В полученных образцах определяли содержание пектина карбазольным методом, который основан на получении специфического фиолетово-розового окрашивания уроновых кислот с карбазолом в сернокислой среде.

Как видно из таблицы 1 выход пектина из растительного сырья и свойства зависят в первую очередь от природы растения.

**Таблица 1 – Характеристика пектинов различных растительных источников ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Объект исследования	Выход пектина, %	Характеристика	
		Степень этерификации, %	Свободные карбоксильные группы
Яблочные выжимки	15,3	71,5±0,47	5,49±0,14
Свекловичный жом	19,8	35,4±0,62	10,19±0,17
Корзинки подсолнечника	12,1	57,7±0,59	6,10±0,15

На качество и полноту выхода пектина из растительного сырья влияют условия извлечения. С этой целью поставлены опыты по влиянию концентрации соляной кислоты и температуры на переход пектина в раствор на примере яблочного пектина (табл. 2).

**Таблица 2 – Влияние условий извлечения на качественную характеристику пектина яблочных выжимок ( $M \pm m$ )**

№ п/п	Условия извлечения	Характеристика	
		Свободные карбоксильные группы, %	Степень этерификации, %
1	0,013 Н НСl, при 50°	5,22±0,34	65,88±1,60
2	0,013 Н НСl, при 80°	5,02±0,27	69,5±1,92
3	0,8 Н НСl, при 80°	5,51±0,18	68,39±2,03

Замечено, что при извлечении пектина из яблочных выжимок соляной кислотой различной концентрации при температуре 50° и 80°С выделенные пектины отличаются, хотя и незначительно, степенью этерификации и содержанием свободных карбоксильных групп. Это наталкивает на мысль о неоднородности пектина.

Гетерогенность пектина подтверждают опыты по фракционированию свекловичного пектина, полученного из сухого жома, на ДЕАЕ-целлюлозе. Для этого дважды осажденный спиртом пектин растворяли в воде и наносили на колонку, заполненную ДЕАЕ-целлюлозой.

Элюцию пектина с колонки вели дистиллированной водой, 0,06 М фосфатным буфером (рН 6,0) и 0,06 М фосфатным буфером (рН 6,0) со ступенчато возрастающей концентрацией NaCl от 0,1 до 0,9 М.

Получили 4 фракции, отличающиеся различным содержанием галактуроновой кислоты (табл. 3).

Судя по данным таблицы, последовательность выхода фракций с колонки зависит в первую очередь от количества галактуроновой кислоты. Чем выше содержание галактуроновой кислоты, тем позже элюирует полисахарид.

**Таблица 3 – Фракции пектина свекловичного жома, полученные при хроматографии на ДЕАЕ-целлюлозе**

№ фракции	Элюция	Галактуроновая кислота, мг/мл	Выход, %
1	Дистиллированная H <sub>2</sub> O	9,663	34
2	0,06 М фосфатный буфер, рН 6,0	0,858	3
3	0,06 М фосфатный буфер+0,6 М NaCl	15,88	55
4	0,06 М фосфатный буфер+0,9 М NaCl	2,37	8

Вероятно, эти фракции различаются степенью полимеризации и этерификации. Чем выше степень этерификации, тем раньше элюирует полисахарид. Таким образом, свекловичный пектин не только отличается от пектинов других растительных источников, но является по своей природе гетерогенным. В связи с этим появляется необходимость в поисках более эффективных способов извлечения и очистки пектиновых веществ из различных источников с целью более направленного их использования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фирсов, Г. Г. Пектин, основные свойства и производство / Г. Г. Фирсов, А. В. Данченко. Пектин, основные свойства и производство Краснодар.: Колос. 2004. 154 с.
2. Шелухина, Н. П. Научные основы технологии пектина. / Н. П. Шелухина / Фрунзе.: Илим. 1988. 103 с.
3. Кочеткова, А. А. Некоторые аспекты применения пектина / А. А. Кочеткова // Пищевая промышленность. 1992. №7. С.28-29.

## ДИНАМИКА РОСТА ХВОИ ДЕРЕВЬЕВ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ (*ABIES SIBIRICA L.*) И ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PICEA ABIES L.*)

**О. В. Силкина, Р. И. Винокурова**

*Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола (Россия)*

*E-mail: vinri@mail.ru*

Важнейшей характеристикой функционирования лесных экосистем является интенсивность продуцирования органического вещества фитоценозов. В связи с этим наибольший интерес представляет формирование органической массы хвои древесного растения. Елово-пихтовые насаждения характеризуются высоким уровнем продуктивности. Однако, большую роль при формировании древесного растения играет хвоя.

Для оценки физиологического состояния и развития хвои используют параметр «удельная скорость роста», который используют для проведения количественного анализа процесса накопления биомассы лесных фитоценозов [1].

Цель данной работы заключалась в оценке наиболее информативных показателей продукционных процессов, основанных на учете относительного прироста хвои 1-го года вегетации деревьев *Abies sibirica L.* и *Picea abies L.*, произрастающих на фоновых территориях Республики Марий Эл в естественных елово-пихтовых насаждениях на дерново-подзолистых почвах.

Объектом исследований служили деревья *Abies sibirica* и *Picea abies* (40-50 лет). Пробы отбирали в одни и те же дневные часы. Для лабораторного изучения хвои срезали ветви из верхней, средней и нижней частей

кроны деревьев в 4-х геодезических направлениях, с последующим разделением на хвою 1-5-го годов вегетации. При исследовании динамики роста хвои использовали метод средней хвоинки, изложенный в работах А.А. Молчанова и В.В. Смирнова (1967).

По полученным первичным данным рассчитывали индекс роста ( $I$ ) и удельную скорость роста ( $\mu$ ) как по длине хвои, так и по ее массе.

Индекс роста по длине хвои ( $I_L$ ) и по массе хвои ( $I_M$ ) в момент времени ( $t_i$ ) определяли по формуле:

$$I_{L(M)} = X_i / X_0 \quad (1)$$

где  $X_0$  и  $X_i$  – значения критерия роста ( $L$  – длина хвои,  $M$  – масса хвои) в начальный момент времени и момент времени  $t_i$  соответственно.

Удельную скорость роста по длине хвои  $\mu_L$  и по массе хвои  $\mu_M$  в момент времени  $t_i$  определяли по формуле:

$$\mu_{L(M)} = (\ln X_i - \ln X_{i-1}) / (t_i - t_{i-1}) \quad (2)$$

где  $X_i$  и  $X_{i-1}$  – значения критерия роста ( $L$  – длина хвои,  $M$  – масса хвои) в момент времени  $t_i$  и  $t_{i-1}$  соответственно.

В таблице 1 приведены значения основных показателей роста хвои 1-го года вегетации деревьев *Abies sibirica* и *Picea abies* в ходе сезонной динамики.

При исследовании хвои 1-го года вегетации по приросту длины и накоплению биомассы выявлены следующие закономерности развития. Вначале происходит активное удлинение хвои деревьев *Abies sibirica* и *Picea abies*. Для хвои *Picea abies* этот процесс происходит в течение первых 30 суток, причем рост идет по экспоненциальному закону. Удельная скорость роста хвоинок при этом составляет около  $0,08 \text{ сут.}^{-1}$ . Это означает, что в сутки хвоинки удлиняются в среднем на 8% от начальной длины. После 30 суток удлинение хвои практически прекращается.

Для деревьев *Abies sibirica* закономерности удлинения хвои несколько другие. Процесс роста хвои в длину более длителен (44 суток) и имеет 2 фазы: более интенсивную в первые 14 суток ( $\mu_1 = 0,11$ ), и менее интенсивную – до 44 суток ( $\mu_1 = 0,04$ ). Для обоих исследованных видов активное увеличение массы хвои начинается после замедления или остановки относительного роста хвои. Однако динамика этого процесса различна для хвои *Abies sibirica* и *Picea abies*.

Для *Picea abies* (табл. 1) активное увеличение массы хвои с очень высокой удельной скоростью –  $0,2 \text{ сут.}^{-1}$  (20% в сутки) наблюдается в период с 30 по 44 день вегетации. Далее увеличение массы хвоинок практически заканчивается. Можно предположить, что к этому моменту хвоинка начинает активно функционировать.

Для *Abies sibirica* к моменту замедления роста хвои в длину, скорость увеличения массы возрастает и составляет ( $\mu_m = 0,11 \text{ сут.}^{-1}$ ), что примерно в 2 раза ниже, чем максимальная удельная скорость увеличения массы хвоинок у деревьев *Picea abies*. В целом период увеличения массы хвои для *Picea abies* гораздо меньше, чем для *Abies sibirica* (для *Picea abies* он заканчивается к 44 дню, для *Abies sibirica* – к 72).

**Таблица 1 - Показатели роста хвои 1–го года вегетации деревьев *Abies sibirica* и *Picea abies* в ходе сезонной динамики**

День отбора	Параметры роста хвои							
	<i>Abies sibirica</i>				<i>Picea abies</i>			
	Индекс роста (I <sub>M</sub> )	μ <sub>M</sub> , сут <sup>-1</sup>	Индекс роста (I <sub>L</sub> )	μ <sub>L</sub> , сут <sup>-1</sup>	Индекс роста (I <sub>M</sub> )	μ <sub>M</sub> , сут <sup>-1</sup>	Индекс роста (I <sub>L</sub> )	μ <sub>L</sub> , сут <sup>-1</sup>
1	1,00	—	1,00	—	1,00	—	1,00	—
14	4,66	0,110	1,46	0,027	2,12	0,054	3,24	0,084
30	6,56	0,021	2,56	0,035	2,37	0,007	5,72	0,036
44	11,00	0,037	6,34	0,065	35,85	0,194	6,45	0,009
58	12,46	0,009	25,61	0,100	44,88	0,016	7,98	0,015
72	14,05	0,009	108,54	0,103	64,39	0,026	8,30	0,003
90	15,26	0,005	114,63	0,003	73,66	0,007	9,15	0,005
119	15,43	0	117,07	0,001	83,66	0,004	9,39	0,001
134	15,49	0	123,17	0,003	88,29	0,004	9,46	0
153	15,49	0	125,61	0,001	95,37	0,004	9,48	0

Изменение ростовых характеристик хвои приводит к накоплению биомассы, соответственно к увеличению удельной скорости роста. Сравнительный анализ фитопродукционной активности 2–х видов хвойных деревьев *Abies sibirica* и *Picea abies* показал что, удельная скорость роста *Abies sibirica* в среднем 1,7 раз выше, чем для *Picea abies*. Однако в начале вегетации хвоя *Picea abies* активнее накапливает биомассу, удельная скорость роста хвои составляет 3,3 мкг/сут. Хвоя деревьев *Abies sibirica* начинает накапливать биомассу менее интенсивно, однако в середине вегетации ее удельная скорость роста составляет 173 мкг/сут.

Полученные в эксперименте данные согласуются с результатами ряда научных исследований [2, 4, 5]. По уровню продуктивности хвои древесные породы хвойных располагаются в убывающем порядке: виды рода *Abies sp.*, рода *Picea sp.* и рода *Pinis sp.*

Таким образом, закономерности роста хвои обоих изученных видов хвойных деревьев одинаковы – сначала происходит рост хвоинок в длину, а затем увеличение их массы. Однако для деревьев *Picea abies* увеличение массы происходит быстрее, но в более короткий срок, для *Abies sibirica* более длительно, но с меньшей скоростью. Хвоя *Abies sibirica* характеризуется наибольшим уровнем удельной скорости роста, чем хвоя *Picea abies*.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриянова Ю.Е., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука. 2004. 135 с.
2. Бобкова К.С., Паутов Ю.А., Терещук Н.А. Состояние лесов в зоне влияния Сыктывкарского лесопромышленного комплекса // Лесной журнал. 1997. № 5. С. 84–88.
3. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука. 1967. 99с.

4. Осторошенко В.В. Бальзамопродуктивность пихты белокорой. // Информ. листок, Хабаровск: ЦНТИ. 1996. № 39–96. 4 с.

5. Тужилкина В.В. Пигментная система хвойных в районе влияния Сыктывкарского лесопромышленного комплекса // Физиология растений. 2001. №5. С.12–22.

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

**А. И. Винокуров, С. В. Вадимов**

*Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола (Россия)*

*E-mail: vinri@mail.ru*

Воздействие человека на биосферу сложно и разнообразно, часто оно ведет к необратимым антропогенным изменениям природных объектов, нарушая естественный баланс экосистемы. Загрязнение среды химическими веществами, в том числе веществами с высоким содержанием микроэлементов - один из наиболее сильных факторов влияния на компоненты биосферы.

Микроэлементы, поступающие из антропогенных источников в окружающую среду, вовлекаются в биогеохимические циклы. Поведение микроэлементов сложно и неоднозначно в разных объектах: воздухе, воде, почве, растениях и живых организмах. Исследование их переноса, времени пребывания в каждой экосистеме представляет собой специальную задачу охраны окружающей среды. Особое внимание при этом должно быть уделено формам их нахождения.

Элементы хром, молибден, ванадий отличаются широким разнообразием состояния окисления (от +2 до +6) и способностью формировать комплексные ионы. В природных соединениях хром обычно проявляет степени окисления +3 и +6, при этом, если Cr(III) входит в состав ферментов, участвующих в метаболизме глюкозы и холестерина, то Cr (VI) обладает высокой токсичностью и канцерогенностью. Его ПДК в воде 0,1 мг/л, а в почве - 0,05 мг/кг [1].

Молибден относится к важным биогенным микроэлементам. Он участвует в азотном обмене, стимулирует биосинтез нуклеиновых кислот и белков, контролирует содержание хлорофилла и витаминов в растительных организмах и необходим им в течение всей жизни. При недостатке молибдена растения заболевают особым видом пятнистости, не плодоносят и погибают. В точном определении молибдена в различных природных объектах заинтересован широкий круг специалистов.

В качестве микроэлемента ванадий входит в состав растений, микроорганизмов и животных. Однако соединения ванадия - это яды с весьма разнообразным влиянием на организм. Ванадий токсичен как в виде анионов, так и в

виде катионов. Причем, степень токсичности зависит от валентности ванадия, дисперсности частиц, растворимости соединений ванадия в биологических средах. В этой связи возникает необходимость определения и контроля его различных валентных форм в природных и промышленных объектах.

Малые содержания микроэлементов в экологических объектах требуют повышения чувствительности методов их определения с сохранением необходимой точности и правильности аналитической информации, что, несомненно, затрудняет задачу исследователя вследствие сложного состава самих объектов исследования. Среди методов определения большинства микроэлементов наибольшее распространение в аналитической практике получили спектральные и фотометрические [3].

Однако первый метод требует сложной и дорогостоящей аппаратуры, а последний обладает недостаточной селективностью и трудоемкой пробоподготовкой. В этой связи поиск высокочувствительных и надежных методов определения микроэлементов является актуальной задачей химиков-аналитиков.

В данной работе предлагается метод переменноточковой вольтамперометрии, основанный на восстановлении комплексов Cr (III), Mo(VI) и V(V) с ЭДТА на ртутном каплюющем электроде в присутствии 10-кратного избытка ЭДТА.

Восстановление исходных ионов хрома, молибдена и ванадия характеризуется многостадийностью и сложностью протекающих процессов, количественные характеристики которых зависят как от состава фонового электролита, его pH, так и от присутствия в нем веществ, способных к комплексообразованию [2-4]. При этом на вольтамперограммах могут наблюдаться от одного до четырех пиков при потенциалах от -0,3В до -1,7В (относительно НХСЭ - насыщенного хлорсеребряного электрода), которые не могут быть использованы для аналитических целей в виду необратимости стадий восстановления.

Введение в систему ЭДТА приводит к появлению новых сигналов, количественные характеристики которых отвечают требованиям практического анализа. Установлено, что для процесса с участием хрома (III) в 0,01М растворе роданида аммония при pH 3,5-4 и 10-кратном избытке ЭДТА наблюдается лишь один пик при потенциале -1,2В относительно НХСЭ, который характеризуется линейной зависимостью величины предельного тока от концентрации хрома (III), подчиняющейся уравнению (1):

$$Y = (12.8 \pm 0.3) + (7.2 \pm 0.4) \cdot 10^4 \cdot X \quad (1)$$

Аналогично, для процесса с участием хрома (VI) на фоне 0,01М перхлората аммония при pH 4,5-5 также наблюдается лишь один сигнал при потенциале -1,21В относительно НХСЭ, величина силы тока восстановления которого прямо пропорциональна концентрации хрома (VI) согласно уравнению (2):

$$Y = (3.6 \pm 0.2) + (30.5 \pm 0.5) \cdot 10^4 \cdot X \quad (2)$$

Для процесса восстановления молибдена (VI) на фоне 0.02М ацетата натрия и уксусной кислоты (pH 5.5) в присутствии избытка ЭДТА харак-

терен один пик при потенциале -0.6В относительно НХСЭ, значение силы тока которого пропорционально содержанию молибдена (VI) в системе (уравнение 3).

$$Y = (21.7 \pm 0.5) + (7.1 \pm 0.1) \cdot 10^5 \cdot X \quad (3)$$

Введение в систему хлората или бромата калия приводит к увеличению чувствительности силы тока к содержанию молибдена (VI) (уравнения 4 и 5).

$$Y = (42.7 \pm 1.3) + (17.4 \pm 0.3) \cdot 10^5 \cdot X \quad \text{в присутствии } KClO_3 \quad (4)$$

$$Y = (38.4 \pm 1.4) + (22.5 \pm 0.4) \cdot 10^5 \cdot X \quad \text{в присутствии } KBrO_3 \quad (5)$$

Процесс восстановления ванадия (V) на аммиачном фоне (0,1M NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>4</sub>OH, pH 9,7) в присутствии избытка ЭДТА характеризуется пиком при -1,48В относительно НХСЭ, значение силы тока которого пропорционально концентрации ванадия (V) (уравнение 6).

$$Y = (12.3 \pm 3.5) + (7.4 \pm 0.1) \cdot 10^5 \cdot X \quad (6)$$

В присутствии бромата калия чувствительность метода к содержанию ванадия увеличивается более чем в два раза (уравнение 7).

$$Y = (8.6 \pm 1.0) + (16.1 \pm 0.4) \cdot 10^5 \cdot X \quad \text{в присутствии } KBrO_3 \quad (7)$$

Исследованные системы были применены для определения содержания хрома, молибдена и ванадия в модельных растворах, содержащих железо, медь, никель, свинец и другие элементы, присутствующие в различных экологических объектах, например, в сточных водах, промышленных отходах и т.д.

**Таблица 1 - Результаты определения хрома, молибдена и ванадия в модельных растворах**

Элемент	Введено, мг	Найдено, мг	Число измерений	S <sub>r</sub>
Cr (III)	0.50	0.47	6	0.06
	1.00	1.05	6	0.05
	10.0	10.3	6	0.03
Mo(VI)	0.100	0.105	6	0.05
	0.200	0.206	6	0.03
	0.400	0.412	6	0.03
V(V)	5.0	4.65	6	0.07
	20.0	20,8	6	0.04
	100	103	6	0.03

Полученные результаты, представленные в таблице 1, свидетельствуют о достаточно высокой чувствительности и воспроизводимости предлагаемого метода.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. М.: Химия. 1989. 368 с.
2. Бусев А.И. Аналитическая химия молибдена М.: Изд-во АН СССР. 1962. 431 с.
3. Лаврухина А.К., Юкина Л.В. Аналитическая химия хрома. М.: Наука. 1979. 220 с.
4. Музгин В.И., Полуэктов И.С., Хамзина Л.Б. Аналитическая химия ванадия М.: Наука. 1981. 216 с.

## ЭКОЛОГО-СЕНСОРНЫЕ АСПЕКТЫ МОРФОЛОГИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У МОЛОДИ СИБИРСКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERII*)

Г. В. Девицина, Т. В. Головкина, М. М. Родькин

Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва (Россия)

E-mail: gdevicina@mail.ru

Сибирский осетр является типичным бентофагом с хорошо развитой обонятельной, вкусовой и электро-рецепцией, но с ослабленным зрением. Этот вид относится к рыбам с пастбищной стратегией пищевого поведения. Известно, что особенности морфологии головного мозга рыб видоспецифичны и тесно связаны с особенностями биологии и характером поведения особей каждого вида.

В задачи настоящей работы входило изучение изменений в морфологии головного мозга и размерной пропорциональности его отделов в процессе роста ранней молоди сибирского осетра. Результаты исследования эколого-морфологической специфики развития центральной нервной системы данного вида, относящегося к эволюционно древнему таксону и являющегося ценным объектом рыбоводства, могут иметь фундаментальное и прикладное значение. В работе оценивались относительные размеры головного мозга и его основных отделов методом весовых процентов (вес мозга от веса тела и вес каждого из отделов мозга от веса всего мозга) у двух возрастных групп ранней молоди осетра. Первую группу составляли мальки в возрасте 2,5 мес., а вторую группу мальки в возрасте 6 мес. (табл. 1).

**Таблица 1 - Весовые индексы головного мозга и его отделов у двух возрастных групп сибирского осетра**

индекс вид	индекс головного мозга	индекс обонятельных луковиц	индекс зрительных долей	индекс продолговатого мозга
Сибирский осетр <i>Acipenser baerii</i> (I группа) (n=14)	0,49±0,03* (0,31-0,8)	4,52±0,37 (2,54-7,31)	15,43±0,77* (11,76-21,71)	37,28±1,93 (28,02-49,09)
Сибирский осетр <i>Acipenser baerii</i> (II группа) (n=21)	0,21±0,01** (0,12-0,34)	4,9±0,5* (1,71-8,88)	12,35±0,64** (6,54-17,51)	33,52±1,16* (26,35-43,37)

Как видно из таблицы, индекс головного мозга у старшей группы увеличивается более, чем в два раза по сравнению с младшей группой, что очевидно связано с быстрым ростом массы тела у данной молоди. При этом у рыб второй группы происходит достоверное увеличение индексов обонятельных луковиц и индексов продолговатого мозга с одновременным уменьшением относительных размеров зрительных долей мозга. Следует отметить, что молодь осетра первой группы ведёт пелагический образ жизни и питается планктонными организмами, тогда как к возрасту 6-ти месяцев мальки осетра уже перешли на бентосное питание.

У бентофагов особенно большую роль в пищевом поведении играют ор-

ганы химической рецепции – обоняния и вкуса, тогда как роль зрения резко снижается. Таким образом, изменения экологического статуса вида с возрастом коррелируют с изменениями в соотношении отделов головного мозга. При переходе от пелагического к придонному образу жизни изменяется эколого-сенсорная ориентация молодежи сибирского осетра. Различные возрастные группы одного вида осетровых рыб могут различаться по уровню развития зрения и хеморецепции. Особенно высокого уровня развития у старшей молодежи осетра достигают сенсорные центры переднего и продолговатого мозга, что свидетельствует о преобладании роли хеморецепции в их поведении.

*Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 03-04-49266)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА, ПРЕДОТВРАЩАЮЩЕГО СПОНТАННЫЙ МУТАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС**

**Т. Э. Касимова**

*Институт Ботаники НАНА, Баку (Азербайджан)*

*E-mail: nushana\_kasimova@yahoo.com*

В данный период прогресса выявлен целый ряд препаратов, обладающих протекторными свойствами, применение которых привело к снижению уровня ряда заболеваний, обусловленных повреждением генетических структур, в том числе смертности от онкологических заболеваний, увеличению продолжительности жизни в ряде стран [1; 2]. Исследования, направленные на повышение эффективности действия ингибиторов мутагенеза связаны с созданием композиционных препаратов, иными словами растительных смесей (РС) и применением ингибиторов мутагенеза для коррекции регуляции нарушений генетического аппарата [3].

Изучение механизма действия ингибиторов мутационного процесса проводится с использованием различных подходов, которые, в основном базировались на интерпретации результатов экспериментов, проведенных с применением модификаторов мутационного процесса с различными физико-химическими свойствами, индукторами мутационного процесса, вызывающими специфические повреждения, как ДНК, так и систем, поддерживающих структурно-функциональную целостность генетического аппарата. Многие модификаторы мутагенеза имеют природное происхождение и действуют с помощью множественных и разных, не исключających друг друга механизмов, включая воздействия, как на внеклеточном, так и на внутриклеточном уровне, влияя на инициированные и опухолевые клетки. В работах, проведенных с различными природными соединениями, в том числе обладающими антиоксидантными свойствами, показано одновременное влияние их на процессы инак-

тивации генотоксикантов, подавления свободнорадикальных процессов, коррекции процессов репарации ДНК [4]. Это наиболее характерно для природных соединений, особенно суммы экстрактивных веществ, компоненты которых могут быть эффективными при влиянии на различные процессы поддержания целостности генома. Полученные данные способствовали расширению исследований в направлении поиска высокоэффективных потенциальных антимуtagens среди комплексных природных соединений. Результаты этих исследований выявили более высокую антимугагенную эффективность для сумм экстрактивных веществ за счет процессов синергизации эффектов. На основе полученных данных по антимугагенной эффективности комплексных соединений была выдвинута концепция композиционного антимугагенеза, которая охватывала также оценку модификации как генерационных, так и регуляторных функций генетического аппарата [5]. Ингибиторы мутагенеза и канцерогенеза представляют особый интерес для исследования, также и потому, что могут быть использованы для профилактики рака человека. Так, уже в ранее опубликованном обзоре по пищевым ингибиторам мутагенеза и канцерогенеза [6] представлены данные, в каких именно компонентах пищи содержатся те или иные ингибиторы мутагенеза и канцерогенеза. На основании накопленных экспериментальных данных предполагалась в будущем разработка сбалансированных диет, содержащих ингибиторы мутагенеза и канцерогенеза [7;8].

Экстракты многих пищевых, лекарственных и дикорастущих растений, водорослей, грибов снижают частоту мутаций, индуцированных действием определённых мутагенов [9-12]. Исследования, направленные на выявление и идентификацию компонентов, ответственных за антимугагенную активность растительных и других экстрактов позволили выявить среди них многочисленные эндогенные метаболиты, содержащиеся в различных органах и тканях живых организмов, являются антагонистами как эндогенных, так и экзогенных мутагенов, способны снижать спонтанный и индуцированный уровни мутаций. Анализ приведенных выше источников показывает, что одной из важнейших и актуальных проблем современной генетики, медицинской генетики, геронтологии и в целом медицины является профилактика индуцированных мутаций, поддерживающих уровень наследственных заболеваний, врождённых уродств, бесплодия и играющих важную роль в процессах старения и канцерогенеза.

В настоящей статье РС смеси на спонтанный мутационный процесс в клетках *Vicia faba*.

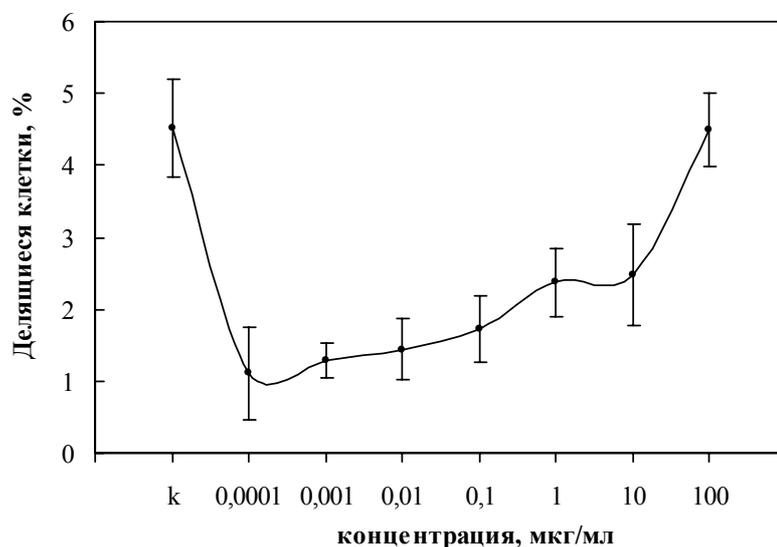
Цитогенетический метод исследования, используемый в работе является наиболее верифицированным и широко распространённым методом регистрации мутагенных эффектов, позволяющим равновероятно регистрировать мутагенные, антимугагенные и комутагенные эффекты в широком диапазоне экспериментальных условий [13]. В работе также проводились: анализ пролиферативной активности, анализ спектра структурных мутаций хромосом, анализ всхожести семян и скорости роста проростков. В качестве индуктора мутационного процесса использовалось естественное старение семян. В качестве мо-

диффикатора мутационного процесса использовалась РС из экстракта из плодов хурмы (*Diosporus lotus*) и масло из семян тыквы (*Cucurbita pepo*).

Одним из основных свойств и требований, предъявляемых к генозащитным препаратам, является их антимуtagenная активность при модификации спонтанной мутабельности [14]. Исследование растительных препаратов в качестве перспективных средств для профилактики и предотвращения мутационного процесса, связанного со старением и сегодня сохраняет свою актуальность.

Результаты исследований (рис. 1) выявили, что наиболее высокой антимуtagenной эффективностью в клетках *V.faba* L. отличались низкие концентрации смеси. Выявлена высокая эффективность генозащитного действия РС (62-74%), модифицирующая спонтанную частоту aberrаций хромосом (АХ) в клетках конских бобов с  $4,53 \pm 0,68\%$  (контроль) до  $1,28 \pm 0,32$  (0,001 мкг/мл) и до  $1,17 \pm 0,31\%$  (0,0001 мкг/мл). Так, результаты настоящего исследования, представленные на рис.1 подтверждают полученные нами ранее данные о высокой эффективности составляющих РС в низких концентрациях [15]. Действие высокой концентрации (100 мкг/мл) не привело к проявлению мутагенного действия.

Во всех вариантах эксперимента был проведен также анализ спектра структурных мутаций хромосом, который не выявил изменений в спектре АХ. Подавления всхожести семян и скорости роста проростков при действии как низких, так и высоких концентраций не наблюдалось.



**Рисунок 1 - Влияние растительной смеси на частоту aberrаций хромосом в клетках *Vicia faba***

Анализ пролиферативной активности клеток выявил (рис.2), что действие РС в низких концентрациях увеличивает общий митотический индекс во всех вариантах экспериментов. Сравнение соотношения отдельных фаз митоза показало увеличение относительного количества делящихся клеток по всем фазам митоза. С повышением концентраций наблюдали

снижение общего митотического индекса на фоне равномерного снижения делящихся клеток по фазам митоза.



**Рисунок 2 - Влияние различных концентраций растительной смеси на митотическую активность клеток меристемы корешков *Vicia faba***

Таким образом, впервые на *Vicia faba* выявлены генозащитные свойства новой растительной смеси и ее способность снижать частоту спонтанного мутационного процесса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Levi F., Lucchini F., Negri E.m et al The decline in cancer mortality in the European Union in 1988-1996. / Eur. J. Cancer, 2000, vol. 36, p.1965-1968.
2. Visioli F., Gally C. Oliveoil: more than just oleic acid. /Amer. J. Clin. Nutr. 2000, vol. 72, p. 853-856.
3. Weisburger J.H. Lifestyle, health and disease prevention: the underlying mechanisms. / Europ. Journal of Cancer Prevention 2002, vol. 11, Suppl 2, S1.
4. Алиев А.А., Абилов З.К. Молекулярные механизмы защиты генома. // «ЭЛМ», Баку, 1999, с. 1-258.
5. Alekperov U.K. Plant antimutagens and their mixtures in inhibition of genotoxic effects of xenobiotics and aging processes. / Eur. J. Prev., 2002, Vol.11, Supp. 2.
6. Hayatsu H., Arimoto S., Negishi T. Inhibitors of mutagenesis and carcinogenesis. / Mutat.Res. 1988, vol. 202, №2. p.429-446.
7. Gichner T., Veleminsky J. Inhibitory effects of *p*-aminobenzoic acid on the formation and mutagenicity of N-compounds. / Mutagenesis, 1988, 3:329-331.
8. Gichner T., and J. Veleminsky Inhibitors of N-nitroso compound-induced mutagenicity. / Mutat. Res. 1988, 195:21-43.
9. Гончарова Р.И. Антимутагенез как генетический процесс. // Вестник РАМН, Москва «Медицина» 1993, №1, с.26-33.
10. Gruter A., Friederichi U., Wurgler F.E. Antimutagenic effects of mushrooms. / Mutat.Res., 1990, vol.231, №2, p.243-249.
11. Hara Y. Green tea. / Marcel Dekker, NY, 2001, p.252.
12. Tapiero H., Gate L., Nguen Ba G., Tew K. Protective effects of *Grassostrea Gigas* extracts from oxidative stress in vitro and in vivo. / 6<sup>th</sup> ICMAA, 1998
13. Бочков Н.П., Чеботарев А.Н. Наследственность человека и мутагены

внешней среды. // М. «Медицина», 1989, с. 1-272.

14. Kuroda Y. Antimutagenesis studies in Japan. / *Antimut. and Anticarcin. Mech.* (II), NY, L, Plenum Press, 1990, p. 1-22.

15. Касимова Т.Э. Растительное масло из семян тыквы и его защитные свойства. / IV Межд. научная конф. «Биологическое разнообразие. Интродукция растений», Санкт-Петербург, Россия, 2007, с.282-284.

## ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО МЕЛАНИНА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

К. Г. Азарян<sup>1</sup>, М. Т. Петросян<sup>1</sup>, А. С. Овсепян<sup>2</sup>. Ю. Г. Попов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Биологический факультет, ЕГУ, Ереван (Армения),

<sup>2</sup>ЗАО «НИИ Биотехнологии», Ереван (Армения)

E-mail: ketiazaryan@mail.ru

Выращивание растительной продукции является важным звеном в обеспечении населения пищевыми ресурсами, перерабатывающей промышленности - сырьем, а животноводства – кормами. Повышение продуктивности сельского хозяйства путем применения возрастающих доз минеральных удобрений и ядохимикатов привело к опасному загрязнению окружающей среды и накоплению вредных веществ в живых организмах. Применение менее опасных стимуляторов - синтетических аналогов фитогормонов дорого и сложно для фермеров. Есть, однако, природные соединения, обладающие высокой физиологической активностью, которые по разным причинам используются мало. Так, широко распространенные в природе меланины, несмотря на свою полифункциональность имеют ограниченное практическое применение [1-3]. Это обусловлено сложностью их выделения из биологических объектов, очистки от примесей и нерастворимостью в воде.

В Институте биотехнологии Армении на базе промышленного штамма *Bacillus thuringiensis* получен мутантный штамм – продуцент водорастворимого меланина [4]. Меланин образуется в результате измененного метаболизма и выделяется в отход производства – культуральную жидкость, т.е. он образуется как побочный продукт производства бактериальных инсектицидов. Водорастворимость препарата побудила испытать его физиологическое действие на растения. ибо при проявлении стимулирующего эффекта он может быть использован в качестве дешевого фитостимулятора. Физиологическую активность выделенного из ферментационной жидкости и очищенного от сопутствующих примесей меланина в течение 10 лет изучали сотрудники кафедры микробиологии, биотехнологии растений и микроорганизмов ЕГУ. Испытаны различные способы обработки меланином – предпосевное замачивание семян, погружение оснований черенков в раствор препарата, полив почвы в парнике и в поле, а также их сочетание. Для всех испытанных 40 видов растений определены эффективные дозы, длительность и способ обработки [5-8].

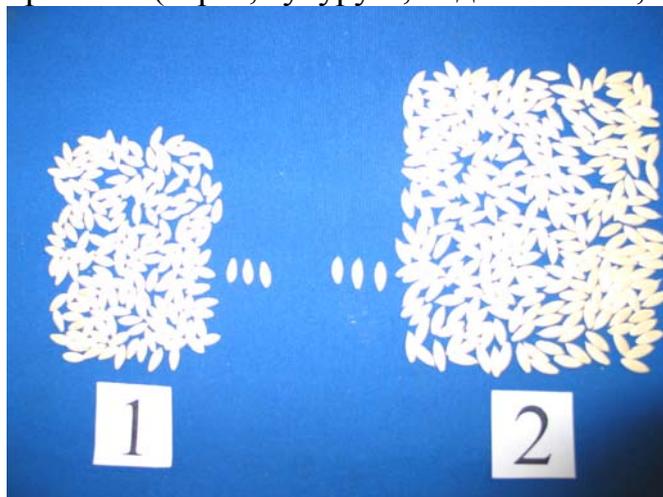
Наиболее изучен способ предпосевного замачивания семян, которое с самого начала активизирует метаболизм, способствуя дружному прорастанию семян, ускоренному и длительному цветению и плодообразованию. Замачивание семян сельскохозяйственных и декоративных культур приводило к повышению урожайности у полевых и росту сеянцев и саженцев – у декоративных культур при минимальных затратах препарата и труда. В последние годы в полевых опытах на перце и огурце применяли сочетание замачивания семян с поливом почвы в парнике и в поле. Такая последовательность еще больше повышает стимулирующее влияние меланина на рост и развитие растений, ускоряет (у разных культур на 14 - 20 дней) и удлиняет период плодоношения за счет увеличения числа и размеров плодов и семян в них (рис. 1 и 2).



*Примечание: 1- контроль, 4 - меланин*

**Рисунок 1 - Влияние меланина на урожайность перца**

Ускорение созревания плодов, их высокие товарные качества позволили фермерам реализовать продукцию по более высокой цене. Обработку рассадных культур – перца, томата и огурца можно сосредоточить в парнике, обработав с минимальными затратами всю рассаду за 2-3 дня до высадки в поле. Замачивание посадочного материала – семян и клубней оказалось весьма эффективным на бобовых (фасоль, нут, горох, чечевица), пасленовых (томат, перец, картофель), кормовых (сорго, кукуруза, подсолнечник, люцерна).



*Примечание: 1- контроль, 2- меланин*

**Рисунок 2 - Влияние меланина на семенную продуктивность огурца**

У этих культур ускорялось и усиливалось прорастание семян, рост, цветение и плодообразование, а также накопление зеленой массы у корневых культур. У картофеля формировались компактные многостебельные кусты с темнозеленой ботвой и разветвленными столонами, на которых раньше началось интенсивное клубнеобразование.

Меланин позволил также из нестратифицированных семян абрикоса вырастить сеянцы, пригодные для прививки через 7 месяцев после посева. Климатические катаклизмы в республике, расположенной в резко континентальной зоне (ранне – и поздневесенние заморозки) могут вызвать не только вымерзание почек, но и опадение цветков и завязей плодовых культур, а также гибель всего дерева. Подобная ситуация сложилась весной 2006г. на юге России и в Закавказье, что и побудило испытать меланин на семенах абрикоса. В конце февраля из нестратифицированных косточек лесного (горькоядерного) абрикоса извлекли ядра и на сутки поместили в воду, после чего набухшие ядра 24 часа были выдержаны в меланине и посеяны в почву. Все обработанные меланином семена проросли, а сеянцы значительно опережали контроль как по темпам роста стебля, так и по его ветвлению. Затем сеянцы один раз были политы меланином, что еще больше стимулировало рост и той же осенью опытные сеянцы послужили подвоем, что при традиционной технологии возможно лишь через полтора года. Осмотр привитых растений в июле 2007г. выявил сохранение опережающих темпов роста (на 25 - 30см выше контроля) и ветвления стебля, превосходя по габитусу даже привитые годом раньше растения. Аналогичный результат получен и на семенах персика.

Таким образом, предлагаемый препарат является эффективным экологически безопасным, природным фитостимулятором и может широко применяться при выращивании разных сельскохозяйственных и декоративных культур.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабой В.А. Меланин: структура, биосинтез, биологические функции.// Укр. биохим. ж., 1999, т. 71(4), с. 5-14,.
2. Барабой В.А. Структура, биосинтез меланинов, их биологическая роль и перспективы применения. //Усп. совр. биол., 2001,т. 121, N 1, 1-12.
3. Борщевская М.И.,Васильева С.М. Развитие представлений о биохимии и фармакологии меланиновых пигментов.//Вопросы медицинской химии. 1999, N 1, 1-11.
4. Aghadjanyan A.E et al. Isolation and purification of water soluble melanin of *Bacillus thuringiensis* and study of its physic-chemical characteristics. //Pigment cell research, 2005, N.2, p.130-136.
5. Popov Yu.G., Azaryan K.G., Petrossyan M.T.,Martirossyan G.S. Effect of melanin refined preparation of *Bacillus thuringiensis* ferment liquid of mutant strain on growth and productivity of pepper.//Bulletin of Armenian Agricultural Academy, 2004, N 4, p.5-8.
6. Popov Yu.G.,Azaryan K.G., Petrossyan M.T.,Agadjanyan J.A.,Shcherbakova E.N. Hormon-like influence of bacterial melanin on cultivated plants. //Revue of

*Cytology et Biology vegetales-Le Botaniste, France, 2005, v. 28, p.252 -259.*

7. Погосян. К.С., Азарян К.Г., Попов Ю.Г. Использование бактериальных препаратов в растениеводстве. //Межд. конф." Методол. аспекты создания прецизионных технологий возделываемых плодовых культур и винограда." 2006, т.2, с.109-112, Краснодар.

8. Азарян К.Г, . Петросян М.Т., Татевосян Л.М., Овсепян А.С., Аветисова Г.Е, Агаджанян А.Е., Попов Ю.Г. Перспективы применения новых биопрепаратов в органическом сельском хозяйстве. //Мат. межд. конф. "Успехи биотехнологии: преспективы развития в Армении", 2006, с.184, Цахкадзор.

## МЕТАЛЛОУСТОЙЧИВЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МОНИТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**А. А. Маргарян**

*Биологический факультет, ЕГУ, Ереван (Армения)*

*E-mail: armine\_margaryan@yahoo.com*

В настоящее время особое внимание уделяется проблемам, связанным с экологической дисперсией тяжелых металлов в окружающую среду. Борьба за выживаемость привела к развитию особых метаболических механизмов, которые позволяют микроорганизмам расти при высоких концентрациях тяжелых металлов. Такие экстремофильные микроорганизмы способны детоксифицировать ионы тяжелых металлов, а некоторые даже используют их для дыхания, участвуя в биогеохимическом круговороте металлов. Металлоустойчивые микроорганизмы могут использоваться как биологические мониторы экологического загрязнения и перспективны для биоремедиации загрязненных участков.

С целью более обширного использования микробных мониторов из образцов вод и ила дна Ереванского водохранилища и наземного термального минерального источника Анкаван (Армения) были изолированы и идентифицированы 8 культур металлоустойчивых термофильных микроорганизмов (1А, 1В, 1С, 2А, 2В, 3, met1, met5). Изучено влияние некоторых тяжелых металлов (Cd, Zn, Ni, Cu) на рост и амилолитическую активность изолятов. Выявлено, что изоляты выдерживают высокие концентрации как отдельных металлов, так и комплексное действие металлов.

Для рассмотрения изолятов в качестве биоаккумуляторов нами была изучена также аккумулярующая способность изолятов. Некоторые культуры (1С, Met1, 1А) аккумуляровали Cd и Cu в концентрациях 0,4, 0,25 и 0,15 мг/л соответственно и могут рассматриваться как биоаккумуляторы этих металлов.

Продолжаются исследования для выявления механизмов адаптации изолятов к высоким концентрациям металлов.

## АДАПТАЦИИ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ЭВГЛЕНОВЫХ ЖГУТИКОНОСЦЕВ ОТРЯДА PARASTASIIDA

С. Ф. Лихачев<sup>1</sup>, И. М. Монтина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Челябинский государственный педагогический университет, Челябинск (Россия)

<sup>2</sup>Омский государственный педагогический университет, Омск (Россия)  
E-mail: likhashev@mail.ru

Специальных работ по экологии эвгленид отряда Parastasiida нет. Вопросы экологии затрагиваются в нескольких работах, касающихся изучения жизненных циклов парастазиид (Michajlow, 1956, 1968a, 1968b, 1972, 1978, 1983; Лихачев, 1994). В указанных работах рассматриваются прежде всего вопросы адаптации парастазиид к условиям обитания в организме хозяина, а также в репродуктивной фазе к условиям обитания в водной среде. По типам адаптации парастазиид разделяют на 4 группы:

1. Виды, паразитирующие в кишечнике циклопид, у которых только трофическая фаза проходит в кишечнике, а репродуктивная фаза проходит вне организма хозяина. Размножение - палинтомия. Жгутиковые зооспоры снабжены прикрепительной ножкой (стебелек) и представляют собой сидячие формы. К этой группе относятся: *P. fennica* и большинство других видов рода;

2. Виды, размножающиеся путем синтомии, после которой следует одно палинтомическое деление. Свободноживущие жгутиковые зооспоры имеют ножку, сидячие (*S. cyclopis*) или могут плавать *S. sophiensis*;

3. Виды, вначале своей трофической фазы паразитирующие в кишечнике, а затем - в полости тела циклопид, размножающиеся путем синтомии. К этой группе относится *Parastasia coelomae*;

4. Виды, паразитирующие в яйцах и личинках циклопид. облигатные паразиты, размножающиеся путем палинтомии и синтомии с формированием цисты в яйце. К этой группе относится *Astasia ovorum* (относится также ряд видов рода *Parastasiella*, *Dinema*, *Anisonema* и другие, которых мы в нашей работе не рассматриваем).

Выделение таких групп показало, что виды парастазиид имеют сходные биологические адаптации, но каждому виду присущи и свои особенности. К их числу относятся: характер движения жгутиковых зооспор, способ попадания в пищеварительную систему хозяина и в другие органы, продолжительность отдельных стадий жизненного цикла и приуроченность к определенному хозяину. Адаптациями трофозоитов к организму хозяина относятся: характер метаболических движений в кишечнике; накопление больших запасов парамина; характер движений, соответствующих перистальтике кишечника; потеря жгутика после проникновения в организм хозяина.

Адаптивный характер носит и поведенческая реакция жгутиковых зооспор, направленная на проникновение в организм рачка-хозяина. Это - одна из форм биологических адаптации парастазиид, связанная и с их специфичностью по отношению к хозяевам. Несомненно, что большое число

дочерних клеток, образующихся при делении трофозоида, также носит адаптивный характер и направлено на поддержание численности популяции паразитов в природе.

## **СТИМУЛЯЦИЯ МИКРОФЛОРЫ УГЛЕВОДОРОДОЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ КОНСОРЦИУМОМ НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ**

**Л. В. Ковальчук, В. Г. Алехин, А. И. Фахрутдинов**

*ГОУ ВПО «Сургутский государственный университет», Сургут (Россия)*

*E-mail: fahrutdinov\_a\_i@mail.ru*

Современная газовая, нефтяная и нефтехимическая промышленность по масштабам и глубине воздействия на элементы природной среды обладают исключительно высокой экологической опасностью. Развитие этих отраслей сопровождается не только увеличением темпов изъятия природных ресурсов, но и привнесением в природную среду вредных углеводородных загрязнителей; среди них наибольшую опасность представляют сырая нефть, газовые конденсаты, нефтешламы, кислые гудроны и другие вредные и токсичные вещества. Наиболее перспективным, экологически чистым и часто единственно возможным способом утилизации этих веществ является применение биологических технологий, основанных на использовании микробных биопрепаратов. Сущность данных технологий состоит в том, что в загрязненный объект вводятся биопрепараты, изготовленные на основе активной биомассы углеводородоокисляющих микроорганизмов; для таких микроорганизмов углеводороды являются естественным источником питания, поэтому в процессе роста и размножения микроорганизмов количество углеводородов снижается вплоть до полного их исчезновения [1,2].

В условиях Северных территорий, с коротким периодом активной жизнедеятельности почвенной микрофлоры, осуществляющей процессы нефтеокисления, биопрепараты, используемые в технологиях биорекультивации, должны обладать высокой эффективностью утилизации углеводородов [3].

Этим условиям соответствует созданный нами консорциум углеводородоокисляющих микроорганизмов, выделенных из местных почв [4,5].

Изучение эффективности созданного препарата проводилось нами в различных почвенно-климатических районах ХМАО в полевых экспериментах. Была изучена динамика активности жизнедеятельности УОМ, биохимических процессов и снижение содержания углеводородов в почве.

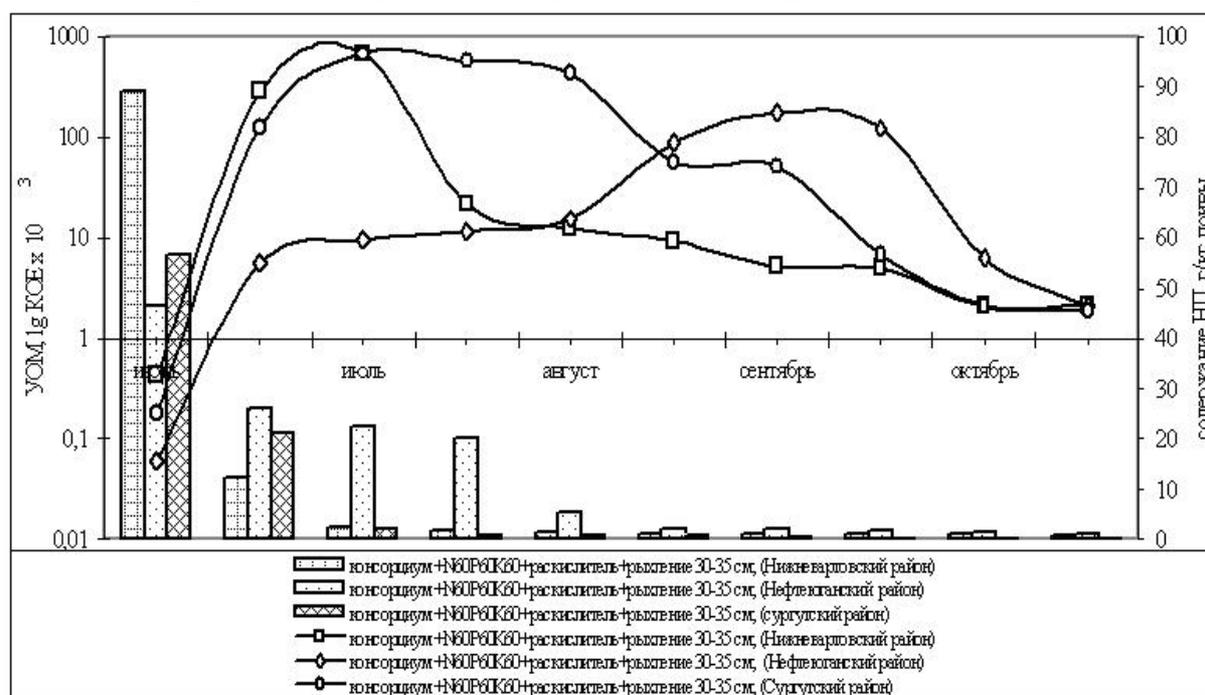
Схема опыта для всех районов была идентичной:

1. контроль;
2. консорциум +  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + раскислитель;
3. консорциум +  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + раскислитель + рыхление 30-35 см.

Площадь делянки 4 м<sup>2</sup>. Повторность опыта 5 кратная. Минеральные удобрения – нитроаммофоска. Рыхление проводилось мотокультиватором. Консорциум вносился из расчета 1 литр на 2 м<sup>2</sup>. Культуры микроорганизмов при внесении в почву имели титр: *Pseudomonas sp.* - 6 × 10<sup>9</sup>, *Rodococcus sp.* – 4 × 10<sup>9</sup>, *Arthrobacter sp.* - 4 × 10<sup>9</sup> кл/мл. Методы исследования общепринятые [6, 7].

Основным показателем активности трансформации углеводов в почвах рекультивируемых участков является численность УОМ, отображающая скорость и сезонную направленность микробиологических процессов очищения (рис. 1). Повышение жизнедеятельности данной группы происходит в разные промежутки времени и, очевидно, напрямую зависит от почвенных параметров и характера загрязнения.

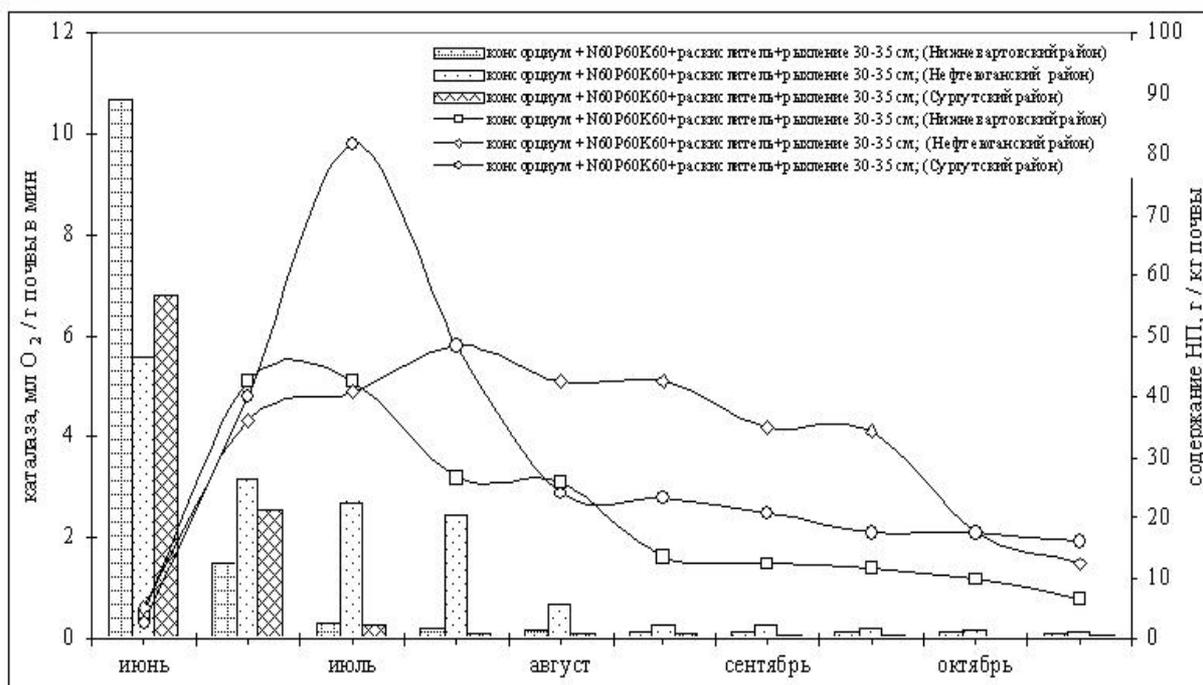
Во всех изучаемых вариантах на дерново-подзолистой почве с песчаной отсыпкой, максимальная численность микроорганизмов выявлена в первые 2-4 недели после применения технологии. В дальнейшем, уровень численности этой физиологической группы микроорганизмов постепенно снижался и достигал минимума в октябре, за исключением их динамики в почве Нефтеюганского района. Здесь в летний период отмечен невысокий (по сравнению с Сургутским и Нижневартовским районами) уровень активности УОМ при максимуме численности в сентябре. При этом, сезонная динамика снижения содержания углеводов в почве соответствует отмеченной выше динамике УОМ: т.е., в почве Нефтеюганского района летом отмечено торможение процесса нефтеокисления (рис. 1).



**Рисунок 1 - Сезонная динамика зависимости между активностью жизнедеятельности УОМ и содержанием НП при внесении консорциума нефтеокисляющих микроорганизмов в почву различных районов ХМАО**

Сезонная динамика каталазной активности почв исследованных районов характеризует напряженность микробиологических процессов нефтеокисления. При активации жизнедеятельности УОМ возрастает биохимическая активность почв и наоборот (рис.2).

Таким образом, установлено, что созданный нами консорциум нефтеокисляющих микроорганизмов при внесении в нефтезагрязненную почву интенсивно активизирует жизнедеятельность аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры и процессы окисления нефтепродуктов почвах различных климатических зон ХМАО. Благодаря этому полная очистка почв осуществляется в течение одного летне-осеннего сезона.



**Рисунок 2 - Сезонная динамика зависимости каталазной активности почвы и содержания НП при внесении консорциума нефтеокисляющих микроорганизмов в почву различных районов ХМАО**

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киреева, Н.А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. –Уфа: БашГУ, 1994. –171 с.
2. Полянская, Л.М., Звягинцев, Д.Г. Содержание и структура микробной биомассы как показатель экологического состояния почв // Почвоведение. 2005. № 6; С. 706-714.
3. Маркарова, М.Ю. Практические аспекты опытно-промышленного испытания технология рекультивации нефтезагрязненных земель // Ин-т биол. Коми НЦ Уральского отд. РАН. –2002. //http://ib/komisc.ru.
4. Алехин, В.Г. Сравнительная эффективность деструкции нефтепродуктов различными биопрепаратами при разных уровнях загрязнения торфогрунтов. А.И. Фахрутдинов, Л.А. Малышкина, А.В. Ситников, В.Т. Емцев, А.В. Хотянович // Биологические ресурсы и природопользование: Сб.науч.тр. Нижневартовск. Изд-во Нижневартовского пединститута, 1999. Вып. 3. –С. 96-107.

5. Одинцова, С.В. Изучение возможности самоочищения нефтезагрязненных почвенных территорий ассоциациями нефтеокисляющих микроорганизмов // Докл. науч.-практ. конф. "Пром. экол.-97", Санкт-Петербург, 12-14 нояб., 1997. - СПб, 1997. - С. 491.

6. Ковальчук, Л.В., Алехин, В.Г. Биорекультивация нефтезагрязненной почвы консорциумом углеводородоокисляющих микроорганизмов / Наука и инновации XXI века: мат-лы VII окр. конф. Молодых ученых, Сургут, 23-24 нояб. 2006 г. // Сургут. гос. ун-т. – Сургут: Изд-во СурГУ, 2007. Т.1 С. 77-80.

7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Э. Д. Муртазина, О. М. Шабалина, А. И. Фахрутдинов

ГОУ ВПО «Сургутский государственный университет», Сургут (Россия)

E-mail: fachrutdinov\_a\_i@mail.ru

По результатам отечественных и зарубежных исследований накоплен достаточно обширный материал, свидетельствующий о том, что загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами приводит к нарушению естественных биоценозов, ухудшению агрофизических и агрохимических свойств почв, снижению урожайности сельскохозяйственных культур, ухудшению экологической обстановки в районах нефтедобычи [1].

Поступление различных углеводов – неотъемлемая часть условий внешней среды обитания организмов на протяжении всей истории существования жизни на Земле. В особенности этот процесс объективен в условиях Западной Сибири и Крайнего Севера. Значительные масштабы органических соединений, поступающих в окружающую природную среду при освоении нефтегазовых ресурсов, приводят к тому, что данный вид загрязнения становится ведущим для многих районов нефтедобычи [1,2]. Это связано с появлением в биосфере дополнительных источников углеводородного загрязнения – отходов нефтяной и нефтехимической промышленности, поступление от одиночных источников и т.д. В связи с этим появилась особая необходимость диагностики этого вида загрязнений.

Негативное влияние нефти на почву проявляется в значительном изменении морфологических, физико-химических и микробиологических свойств почв. Разложение нефти и нефтепродуктов в почве в естественных условиях — процесс биогеохимический, в котором решающее значение имеет функциональная активность почвенных микроорганизмов, обеспечивающих полную минерализацию нефти и нефтепродуктов до углекислого газа

и воды. Биологическая диагностика почв позволяет определить характер и степень антропогенного воздействия на почвенный покров. Это дает возможность оценивать негативные процессы при антропогенезе и предотвращать снижение плодородия почв. Биологические индикаторы обладают рядом преимуществ по сравнению с другими [2]. Во-первых, это высокая чувствительность к внешнему воздействию, во-вторых, они позволяют диагностировать негативные процессы на ранних стадиях проявления, в-третьих, только по ним можно судить о воздействиях, не подвергающих существенному изменению вещественный состав почв [3].

Экологические последствия загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами зависят от трех групп факторов: параметров загрязнения (химическая природа загрязняющих веществ, концентрация их в почве, срок от момента загрязнения и др.), свойств почвы (структура почвы, гранулометрический состав, влажность почвы, активность микробиологических и биохимических процессов и др.) и характеристик внешней среды (температура воздуха, ветренность, уровень солнечной радиации и особенно доля ультрафиолетового излучения в свете, растительный покров и пр.).

Почвенные микроорганизмы очень чутко реагируют на различные изменения почвенных условий, поэтому микробиологические показатели подходят для ранней диагностики техногенного загрязнения педосферы [4]. Показана различная чувствительность почвенных микроорганизмов к разного рода загрязнителям и наличие особо резистентных бактерий. Выделена индикаторная группа бактерий для контроля за углеводородным загрязнением окружающей среды [5,6]. Углеводородное загрязнение (УВЗ) способны вызывать все виды наследственных изменений.

К настоящему времени накоплен обширный экспериментальный материал о характере морфологических и биохимических изменений в пораженной клетке, проведен количественный анализ гибели клеток в популяции, подверженной углеводородному загрязнению. Однако до настоящего времени выяснение механизмов ответных реакций клетки на действие УВЗ – одна из основных проблем микробной экологии [7].

Почвенные ферменты – важнейший показатель биологической активности почв. Ферментативная активность (ФА) – элементарная почвенная характеристика. ФА складывается в результате совокупности процессов поступления, иммобилизации и действия ферментов в почве. Общий ферментный пул, включающий 10 категорий ферментов, состоит из сложного комплекса источников по локализации, составу и состоянию ферментов [7.8].

Анализируя влияние УВЗ на ферменты, прежде всего, отмечают изменение их каталитической активности, субстратной специфичности, чувствительности к соответствующим активаторам и ингибиторам. Определенные типы структурных повреждений, например, разрушение некоторых аминокислотных остатков в белковой молекуле, влекут за собой изменения функциональных свойств ферментов. Поврежденный фермент может утрачивать одни функциональные свойства при сохранении других, то есть, наблюдается неодинаковая

чувствительность различных биологических свойств фермента [9,10].

Целью настоящей работы было исследование динамики восстановления численности основных групп почвенных микроорганизмов и биохимических свойств дерново-подзолистой почвы после воздействия углеводородного загрязнения, в период с весны до осени, при загрязнении в разные месяцы сезона.

Песчаные подзолы относятся к почвам с несложной организацией, включающей небольшой набор почвенных горизонтов со слабой их выраженностью, отсутствием четких различий между горизонтами по гранулометрическому составу и низким содержанием органического вещества.

Биологическая составляющая этих почв также отличается простой структурой и малочисленностью. Подобные почвы очень быстро теряют свои первоначальные свойства под воздействием эндогенных факторов, включая углеводородное загрязнение. Исходя из этого, можно предположить что процесс восстановления их нарушенных компонентов или формирование качественно новых, будет происходить относительно быстрее во временном масштабе, чем в почвах с более сложной организацией [8].

Объектом исследования была дерново-подзолистая песчаная почва на переотложенных песках, старой поймы реки. На изолированные участки площадью до 2 м<sup>2</sup> вносилась сырая товарная нефть в дозе 5 литров на кв. метр. Внесение производилась в мае, июле и сентябре. Полевые исследования ставили в 3-кратной повторности.

Отбор образцов производился ежемесячно, и определяли численность почвенных микроорганизмов по числу колониеобразующих единиц (КОЕ): бактерий на мясо-пептонном агаре (МПА), углеводородокисляющих на среде Кинга, спорообразующих бактерий на МПА, микромицетов и дрожжей на среде Чапека. В воздушно-сухих образцах определяли активность каталазы, инвертазы, дегидрогеназы. Лабораторно-аналитические исследования выполняли по общепринятым методикам [11,12,13]. Аналитические определения биохимических и микробиологических показателей выполняли в 4–15-кратной повторности. Статистическая обработка данных была выполнена с использованием статистического пакета Statistica 6.0 для персонального компьютера.

Для объединения различных показателей была использована методика определения *интегрального показателя биологического состояния почвы* (ИПБС). Данная методика позволяет оценить совокупность биологических показателей [14]. Для этого при диагностике различных антропогенных воздействий за 100 % принимается значение каждого из показателей в незагрязненной почве (контроль) и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя в почве, подвергавшейся воздействию. ИПБС рассчитывают по формуле:

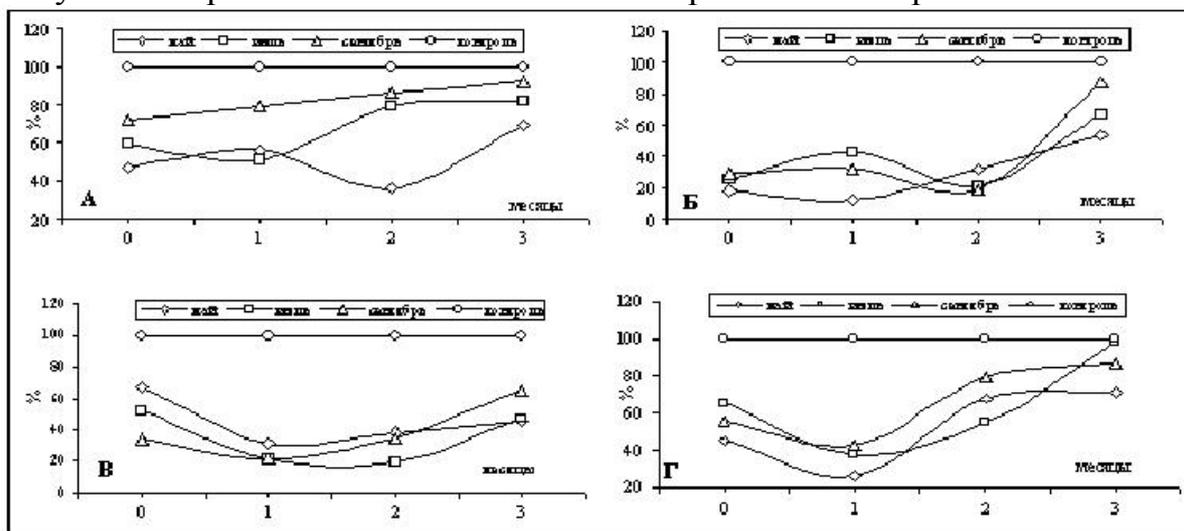
$$\text{ИПБС} = (B_1 + B_2 + B_3 + \dots + B_n)/N ,$$

где B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>n</sub>– значение каждого показателя, выраженного в % по отношению к этому же показателю в незагрязненной почве; – количество показателей.

При антропогенном воздействии на почву среднее значение выбранных показателей в большинстве случаев уменьшается, в то время как некоторые показатели биологической активности почвы могут увеличиваться (например, обилие микрофлоры, определенное методом посева). Снижение интегрального показателя биологического состояния почвы, находится в прямой зависимости от степени воздействия антропогенного фактора. При расчете ИПБС должны использоваться не любые показатели биологической активности почв, а наиболее информативные [15].

Известно, что для мониторинга и диагностики загрязнения почв тяжелыми металлами в первую очередь следует определять биохимические показатели, а именно активность почвенных ферментов уреазы, каталазы, инвертазы, для диагностики нефтяного загрязнения почв лучше использовать показатели активности окислительно-восстановительных ферментов (каталазы, ферриредуктазы), для диагностики процессов гидроморфизма – показатели активности оксидоредуктаз (каталазы, ферриредуктазы) и дыхание почвы [10,11,12].

Для бактерий не отмечено однозначной закономерности изменения численности после загрязнения почвы в зависимости от сроков загрязнения (рис. 1, А). Наибольшая устойчивость выявлена в сентябре. Это объясняется высокой начальной активностью микрофлоры и наиболее благоприятными температурным и водным режимами. К тому же, в этот период начинается активное поступление органических компонентов отмерших высших растений.



Примечание: А - бактерии на МПА; Б – углеводородокисляющие; В – спорообразующие; Г – дрожжи и микроскопические грибы

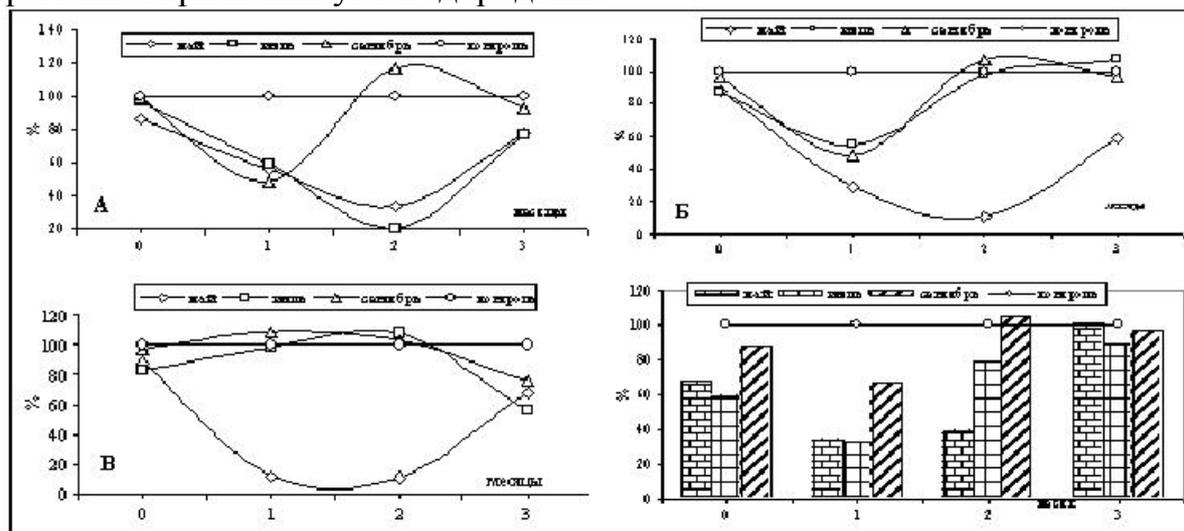
**Рисунок 1 - Изменение численности микроорганизмов**

Углеводородокисляющие микроорганизмы, как наиболее активные деструкторы нефтяных углеводов, во всех случаях достигают наибольших значений через три месяца после загрязнения (рис. 1, Б). Максимальная численность отмечена при загрязнении в июле, что, несомненно, связано с наиболее равномерным распределением углеводов в почве с низкой влажностью.

Спорообразующие бактерии являются наиболее устойчивой группой микроорганизмов к токсикологическому воздействию различного характера. В то же время установлена их низкая устойчивость к нефти и нефтепродуктам по сравнению с другими группами почвенных микроорганизмов (рис. 1, В).

Почвенные дрожжи и микромицеты проявили себя наиболее чувствительной группой микроорганизмов к углеводородному загрязнению, что в особенности проявляется в первый месяц после загрязнения (рис. 1, Г). Однако в последующем, данная группа активизируется и показывает высокие результаты к окончанию исследований, что связано с физиологическими особенностями, в частности наличием различных способов размножения, что позволяет поддерживать высокий уровень генетического разнообразия и толерантности.

Каталаза является ферментом сравнительно устойчивым к нефтяному загрязнению лишь при загрязнении в сентябре, что позволяет говорить ее зависимости её активности от оптимального водно-воздушного режима (рис. 2, А). В остальных случаях повышение активности наблюдается по окончании исследований. Изменение каталазной активности зависит от времени загрязнения углеводородами.



Примечание: А - каталаза; Б - инвертаза; В - дегидрогеназа;  
Г - изменение интегрального показателя биологического состояния  
**Рисунок 2 - Динамика изменения активности ферментов**

Активность инвертазы увеличивается как в середине лета, так в осенний период (рис. 2, Б). Вероятно, это связано с активизацией физико-химического разложения нефти с выделением большого количества легких фракций, что обеспечивается благоприятным температурным режимом.

Увеличение активности дегидрогеназы выше контрольных значений, наблюдалось уже через месяца после загрязнения, с последующим снижением (рис. 2, В). Негативная динамика отмечается при загрязнении в мае.

Очевидно, что почвенные ферменты значительно устойчивее к нефтяному загрязнению, чем микрофлора. Объяснением этому служит высокая сорбция ферментов на почвенных агрегатах.

В настоящем исследовании интегральный показатель биологического состояния почвы рассчитывали по 7 показателям: активность каталазы, инвертазы, дегидрогеназы, общая численность микроорганизмов, численность КОЕ углеводородокисляющих микроорганизмов, КОЕ спорообразующих бактерий, КОЕ микроскопических грибов и дрожжей. Изменение ИПБС представлено на рис. 2, Г.

При воздействии углеводородов нефти на дерново-подзолистую почву наблюдается значительное достоверное снижение ИПБС в зависимости от сроков загрязнения на 66, 68, и 33% соответственно. Это показывает высокую степень негативного воздействия нефти на биологические свойства почвы.

Скорость восстановления биологических свойств зависит от сроков поступления нефтяных компонентов: чем позднее загрязнение в сезоне, тем быстрее восстанавливаются биологические свойства дерново-подзолистой почвы. Но даже спустя 90 суток не происходит полного восстановления биологических параметров.

Из живых организмов почвенные микроорганизмы являются наиболее устойчивым компонентом наземных экосистем к углеводородному загрязнению. Дозы токсиканта, летальные для древесных и травянистых растений, не оказывают существенного влияния на численность и жизнеспособность микроорганизмов. Однако вариабельность чувствительности микроорганизмов довольно большая. Чувствительность к нефтяному загрязнению бактерий, микроскопических грибов и дрожжей, имеет зависимость от изначального состояния почвенной микрофлоры на момент поступления загрязнителя.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Справочник. М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2003. . 258 с.
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М: Наука – 2000, 184 с.
3. Яковлев, А.С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв // Почвоведение. 2000. № 1. С. 70-79.
4. Свирсене, А. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почвы // Почвоведение. 2003. № 2. С. 202-210.
5. Яковлев А.С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв // Почвоведение. 2000. № 1. С. 70-79.
6. Полянская, Л.М., Звягинцев, Д.Г. Содержание и структура микробной биомассы как показатель экологического состояния почв // Почвоведение. 2005. № 6; С. 706-714.
7. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. М.: Мир, 1988.
8. Шишов, Л.Л. Классификация и диагностика почв России / В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедев, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
9. Добровольский, Г.В., Розанов, В.Г., Гришина, Л.А., Орлов, Д.С. Проблемы мониторинга и охраны почвы // Тез. докладов VII делегатского съезда ВОП. Ташкент, 1985. Кн. 6. С. 255 – 265.
10. Галстян, А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, Айастан, 1974. Вып. VII. 276 с.

11. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. Ин-т биологии Уфим. НЦ. М.: Наука, 2005. 252 с.
12. Казеев, К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во Рост. Ун-та, 2003. 204 с.
13. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
14. Вальков, В.Ф., Казеев, К.Ш., Колесников С.И. Методология исследования биологической активности почв на примере Северного Кавказа//Научная мысль Кавказа. 1999. - 1. С. 32 – 37.
15. Колесников, С.И., Казеев, К.Ш., Вальков, В.Ф. Биоэкологические принципы мониторинга и нормирования загрязнения почв. Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2001. 64 с.

## ПАРАМЕТРЫ БИОХЕМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ БОЛЬНЫХ СТЕАТОГЕПАТИТОМ ПРИ СТАНДАРТНОМ ЛЕЧЕНИИ И ПРИЕМЕ ЭПИФАМИНА

С. С. Попов<sup>1</sup>, А. Н. Пашков<sup>1</sup>, В. И. Золоедов<sup>1</sup>, Т. И. Рахманова<sup>2</sup>,  
Г. И. Шведов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко, Воронеж (Россия)*

<sup>2</sup>*Воронежский государственный университет, Воронеж (Россия)*

В патогенезе заболеваний печени важную роль играет свободнорадикальное окисление (СРО). Активные формы кислорода (АФК), образуемые в ходе процессов СРО, повреждают гепатоциты и приводят к функционально-морфологическим нарушениям [3,4]. Защиту от губительного действия АФК обеспечивает многоуровневая антиоксидантная система (АОС). Известно, что многие лекарственные препараты обладают побочными эффектами, которые особенно выражены при комплексном применении. Биотрансформация лекарственных соединений происходит в печени и нередко приводит к токсическому поражению органа. При метаболизме лекарственных препаратов в печени с участием микросомальных цитохром-Р-450 содержащих монооксигеназных систем часто происходит образование активных метаболитов, повреждающих печеночную ткань [5]. Значительный интерес представляет действие эндогенных антиоксидантов, одним из которых является гормон мелатонин. Данный гормон, синтезируемый в эпифизе, участвует во многих процессах жизнедеятельности: контроле биоритмов, функционировании репродуктивной, иммунной систем. Вместе с тем, мелатонин может проявлять антиоксидантные свойства, связывая свободные радикалы и оказывая позитивное действие на функционирование определенных компонентов АОС [1]. Нами было показано, что мелатонин обладает протекторными свойствами при СРО, развивающемся при токсическом гепатите у экспериментальных животных [2]. В этой связи целью

настоящей работы явилось исследование влияния препарата, содержащего мелатонин – эпифамина, на параметры биохемилюминесценции (БХЛ), отражающие интенсивность СРО и активность АОС, в сыворотке крови больных стеатогепатитом.

В ходе эксперимента использовали сыворотку крови больных с острым токсическим гепатитом, возникающем на фоне приема лекарственных препаратов. Больные были поделены на две группы: первая группа (14 человек) – пациенты, принимающие карсил и эссенциальные препараты; вторая группа (13 человек) – больные, которые помимо стандартных гепатопротекторов принимали эпифамин (1 таблетка×3 раза в день, в течение недели). Параметры БХЛ определяли с помощью биохемилюминометра БХЛ- 006 с программным обеспечением. Кинетическую кривую БХЛ регистрировали в течение 30 с и определяли следующие показатели: светосумму хемилюминесценции (S), интенсивность вспышки ( $I_{\max}$ ), характеризующие интенсивность СРО, и тангенс угла наклона кривой ( $\text{tg}\alpha_2$ ), отражающий активность АОС.

В сыворотке крови первой группы больных перед применением гепатопротекторов, такие параметры БХЛ, как S и  $I_{\max}$  были выше в 2,4 и 1,8 раза, соответственно, по сравнению с нормой. Это указывало на то, что развитие лекарственного гепатита сопровождалось значительной интенсификацией СРО. Такой показатель как  $\text{tg}\alpha_2$  был ниже в 1,7 раза по сравнению с соответствующим значением в норме, что свидетельствовало о снижении антиоксидантного потенциала организма больных. После проведения лечения с применением таких гепатопротекторов, как карсил и эссенциальные препараты наблюдалось уменьшение как S, так и  $I_{\max}$  в 1,2 раза. При этом  $\text{tg}\alpha_2$  возрастал в среднем на 10 % по сравнению с результатами до лечения. Таким образом, на фоне приема гепатопротекторов происходило снижение выраженности окислительного стресса, связанное с повышением активности АОС. В сыворотке крови второй группы больных перед проведением терапии параметры БХЛ имели подобные значения, свидетельствующие о развитии окислительного стресса. После проведения комплексного лечения гепатопротекторами и эпифамином происходило уменьшение S и  $I_{\max}$  в 1,3 раза. Величина  $\text{tg}\alpha_2$  увеличивалась на 18 % по сравнению с результатами до лечения. Таким образом, на фоне приема эпифамина происходило более значительное снижение интенсивности СРО и возрастание активности АОС организма, чем у больных, получавших традиционное лечение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кветная Т.В., Князькин И.В., Кветной И.М. Мелатонин – нейроиммуноэндокринный маркер возрастной патологии. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2005. – 144 с.
2. Пашков А.Н., Попов С.С., Семенихина А.В., Матасова Л.В., Попова Т.Н. Влияние мелатонина на окислительный статус, содержание цитрата и активность аконитатгидратазы в печени крыс при токсическом гепатите/ А.Н.

**Пашков, С.С. Попов, А.В. Семенихина, Л.В. Матасова, Т.Н. Попова // Проблемы эндокринологии. – 2005 – Т.51, №6 – С. 41-43.**

**3. Jaeschke H. Mechanisms of oxidant stress-induced acute tissue injury / H. Jaeschke // PSEBM - 1995. - Vol. 209. - P. 104-111.**

**4. Tribble D.L., Aw T.K., Jones D.P. The pathophysiological significance of lipid peroxidation in oxidative cell injury/ D.L. Tribble, T.K. Aw, D.P. Jones // Hepatology. - 1987. - Vol. 7. - P. 377-387.**

**5. Weisiger R. A., Lewis T. D., Talavera F., Neuman D. M., Mechaber A. J., Katz J. Potentiation of Isoniazid Activity against Mycobacterium tuberculosis by Melatonin / R. A. Weisiger, T. D. Lewis, F. Talavera, D. M. Neuman, A. J. Mechaber, J. Katz // American Society for Microbiology. – 1999. – V. 43(4). – P. 975–977.**

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЛЕСАХ БАЙКАЛО-ЛЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА: ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

**А. П. Софронов**

*Государственный природный заповедник Байкало-Ленский, Иркутск  
(Россия)*

*E-mail: alesofronov@yandex.ru*

Мониторинг, как система наблюдений за ходом естественного развития растительных сообществ, обладает рядом безусловных преимуществ по сравнению с попытками строить ряды структурно-динамического развития фитоценозов на основании исследований растительных сообществ находящихся на разных стадиях временного развития. Как отмечает А.В. Галанин «трансформация пространственных рядов во временные» «стало причиной создания ряда "геоботанических мифов" и теоретических заблуждений» ([http://botsad.ru/p\\_papers5.htm](http://botsad.ru/p_papers5.htm)). Это указывает на необходимость организации специальных мониторинговых работ для сбора полноценных и достоверных данных о структурной и эволюционной динамике фитоценозов.

На наш взгляд несколько необоснованно (недостаточно полно) определять мониторинг всего лишь, как «систему наблюдений и экспериментов, ориентированных на оценку состояния растительных сообществ, находящихся под антропогенным воздействием» [1]. Наблюдения за развитием фитоценозов, не подвергающихся антропогенному влиянию, также чрезвычайно ценны. Наиболее качественную информацию такого рода можно получить при прямом мониторинге растительности в условиях заповедников. Данные исследования являются необходимым условием для полноценной научной работы осуществляемой на ООПТ со статусом природных и биосферных заповедников. Сбор информации о естественных процессах и изменениях, происходящих в структуре экосистем, позволяет глубже понять и выявить факторы и причины определяющие общие закономерности развития природных систем.

В настоящее время, из-за большой трудоемкости в организации мониторинговых работ, этот метод, к сожалению, не получил широкого распространения. Здесь необходимо отметить, что организация подобных исследований силами одних научных отделов заповедников становится мало осуществимой из-за их слабого технического и материального обеспечения. Необходим тесный контакт и сотрудничество специалистов различных научных учреждений для сбора наиболее полной и качественной информации. Из-за отсутствия разработанной и общепринятой методики организации мониторинговых наблюдений первоначально должна быть разработана методика оптимального сбора материалов, и кроме того должен быть обоснован выбор участков для организации постоянных наблюдений.

Организация мониторинга биогеоценозов на заповедных территориях является одним из важнейших аспектов их научно-исследовательской работы. Изменения биогеоценозов на территориях практически не подвергающихся антропогенному воздействию на протяжении длительного времени, представляет особый интерес, т.к. дает возможность проведения сравнительного анализа территорий с естественной динамикой геосистем и территорий с развитием биосистем под прямым или косвенным влиянием человека. Геосистема, представляя собой, «земные пространства всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом» [2] реагирует на любое вмешательство, а нарушение одного компонента влечет за собой изменение системы в целом. Очевидно, что изменение одного из компонентов фитоценозов влечет за собой внутривидовую перестройку всей системы. Однако при этом необходимо установить градацию компонентов биогеоценоза по важности их участия в структуре, а так же предельно допустимые нагрузки на отдельные компоненты, не вызывающие необратимой перестройки биогеоценоза, как уже сформировавшейся системы (что особенно важно на ООПТ). С другой стороны необходимо учитывать, некоторые факторы, носящие спонтанный характер (пожары естественного происхождения, паводки, лавины и проч.) рассматривать которые отдельно от природной среды невозможно, могут привести к общей замене существующего биогеоценоза новым, но при этом являются всего лишь этапом в общем развитии биогеоценоза.

Отсутствие общепринятых методик по организации долговременного ботанического мониторинга на ООПТ вызывает определенные затруднения. Так же следует учесть, что кроме общих рекомендаций, разработка конкретных подходов в данном случае затруднена сильно различающимися природными характеристиками и экологическими условиями каждой ООПТ. Общими рекомендациями по организации долговременного мониторинга на ООПТ могут служить следующие положения:

1. Инвентаризация всех растительных сообществ в пределах территории исследования (в данном случае заповедник).
2. Классификация и выделение наиболее распространенных растительных сообществ
3. Выбор широко распространенных фитоценозов с наименее нару-

шенной структурой. Желательно без нарушений вообще.

4. Выбор сообществ производных от предыдущего типа. Сюда могут войти после пожарные растительные сообщества, пострадавшие в результате паводков, лавин и т.д.

5. Так же, на следующем этапе необходимо организовать наблюдения за уникальными и реликтовыми фитоценозами.

Если территория проводимой работы расположена в пределах горной территории, то необходимо выделить наиболее характерные растительные сообщества для каждого типа ландшафта. Общее количество мониторинговых площадок для горных территорий должно составлять не менее 40-50 участков (Галанин, [http://botsad.ru/p\\_papers5.htm](http://botsad.ru/p_papers5.htm)).

На данный момент охватить всё разнообразие растительности Байкало-Ленского заповедника площадками долговременного ботанического мониторинга из-за очень большой трудоемкости, не представляется возможным. На ближайшее время ставится задача по организации долговременного ботанического мониторинга на территории лесничества «Берег бурых медведей», охватывающего обращенный к озеру Байкал восточный макросклон южной части Байкальского хребта.

В полевые периоды 2006-2007 гг. подотрядом Байкальской комплексной экспедиции Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН совместно с научным отделом Байкало-Ленского государственного природного заповедника было проведено общее ознакомление с территорией исследований и разнообразием фитоценозов в пределах лесничества «ББМ». Экологические условия данного района исследований отличаются высоким разнообразием, что находит выражение в чрезвычайной пестроте растительного покрова. Смена растительных сообществ происходит не только по мере увеличения относительных высот, но и при продвижении в меридиональном направлении. Растительность восточного макросклона Байкальского хребта в пределах заповедника согласно карте растительности юга Восточной Сибири делится на 3 обособленных друг от друга участка с лесами Байкало-Джугджурской формации, Ангаридской фратрии формаций; Южносибирской формации Урало-Сибирской фратрии формаций; Южносибирской формации Урало-Сибирской фратрии формаций. Данные области хорошо различимы между собой физиономически, и имеют достаточно однородный состав растительности внутри территории. На высокое разнообразие растительности указывается и в других исследованиях. Так согласно геоботаническому районированию Г.А. Пешковой (1985), территория заповедника расположена в пределах лесной зоны, южно-таежной подзоны, Евразийской хвойно-лесной области. По территории заповедника проходит граница двух флористических подобластей: Евро-Сибирской темнохвойно-лесной и Восточно-Сибирской светлохвойно-лесной. Г.А. Пешкова (1985) проводит границу подобластей по пределу распространения лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), восточная граница распространения которой проходит вдоль предгорий западного макросклона Бай-

кальского хребта. Леса Евро-Сибирской подобласти сложены в основном несколькими хвойными породами: елью обыкновенной (*Picea obovata*), пихтой сибирской (*Abies sibirica*), кедром сибирским (*Pinus sibirica*), сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и лиственницей сибирской. Ареал подобласти занимает подчиненное положение по отношению к распространению атлантических циклонов. Так же по территории заповедника проходит западная граница распространения таких видов как кедровый стланик (*Pinus pumila*), береза каменная (*Betula lanata*), рододендрон Адамса (*Rhododendron adamsii*), рододендрон Редовского (*R. redovskiana*) и некоторых других. Из-за взаимопроникновения разных флористических подобластей выявить четкую границу сложно. Так же необходимо отметить, что на данном стыке ареалов широко распространена гибридизация близкородственных видов. Например, большой процент древостоя представлен гибридом лиственницы сибирской и лиственницы даурской – лиственницей Чекановского (*Larix zchekanovskii*), играющей заметную роль в лесонасаждениях заповедника.

Подробный разбор растительности северо-западного Прибайкалья содержится в работах следующих исследователей: Л.И. Малышев(1956), Г.А. Пешкова (1985), Л.Н. Тюлина, (1967, 1975), А.Н. Лукичева (1972), Е.Э. Фишер (2007), Софронов (2007).

В результате проведенных натурных и камеральных работ нами были выделены следующие наиболее подходящие для организации мониторинга территории:

1. Район м. Шартлай – м. Покойный. Здесь распространены склоновые формации сосняков остепнено-разнотравно-мертвопокровных перемежающихся с участками разнотравных степей.

2. Мыс Большой Солонцовый – м. Малый Солонцовый. На данном участке предгорный шлейф занимают сосново-лиственничные и лиственнично-сосновые багульниково-рододендровые леса. Растительные формации горных склонов на данном участке представлены двумя типами: освещенные склоны занимают сухие сосновые леса, на теневых распространены сосново-лиственничные с рододендром даурским и душекией в подлеске.

3. м. Елохин. На данной территории являющейся северной оконечностью Байкало-Ленского заповедника конус выноса и предгорные шлейфы занимают сосново-лиственничные с кедром разнотравно-зеленомошные леса с багульником и рододендром в подлеске.

В южной части заповедника в районе м. Рытый растительность представлена большей частью степными сообществами, в данной работе организация мониторинга в этой области нами не рассматривается в силу специфичности подходов в организации мониторинга степей.

В данных формациях на летний полевой сезон планируется заложение первых площадок ботанического мониторинга на территории лесничества «Берег бурых медведей» БЛГЗ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миркин Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг, Л.Г. Наумова // Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 222 с.  
Галанин А.В. [http://botsad.ru/p\\_papers5.htm](http://botsad.ru/p_papers5.htm)
2. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б. Сочава // Введение в учение о геосистемах // - Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1978 – 319 с.
3. Лукичева А.Н., Закономерности вертикальной поясности растительности, связанные с особенностями рельефа и горных пород (на примере Байкальского хребта). – В кн.: Геоботанические исследования и динамика берегов и склонов на Байкале. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972, с.3-70.
4. Пешкова Г.А. Растительность Сибири (Предбайкалье и Забайкалье) Новосибирск, Наука, 1985. 145с.
5. Малышев Л.И. Растительность лесного пояса побережий Северного Байкала: Автореф. канд. дис. – Иркутск, 1956.-18с.
6. Тюлина Л.Н. Основные факторы распределения растительности на западном и восточном побережьях северного Байкала.- В кн.: Геоботанические исследования на Байкале. М.: Наука, 1967, с. 5-43.
7. Фишер Е.Э., Софронов А.П. Структура и разнообразие фитоценозов центральной части Байкальского хребта // Экология в современном мире: взгляд научной молодежи: Материалы Всероссийской конференции молодых ученых. – Улан-Удэ: Изд-во ГУЗ РЦМП МЗ РБ, 2007. – С. 117-119.
8. Софронов А.П. Структура растительных сообществ южной части Байкальского (бассейн реки Шартлай) // Охрана и научные исследования на особо охраняемых природных территориях Дальнего Востока и Сибири. – Хабаровск: 2007. – С. 195-200.
9. Софронов А.П. Растительные сообщества лесов Байкало-Ленского заповедника (восточный макросклон Байкальского хребта) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – Барнаул: Изд-во «АзБука» 2007. - С. 201-203.

## ЖУКИ-ЛИСТОЕДЫ (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) ЖИЛЫХ КВАРТАЛОВ ГОРОДА ГРОДНО (БЕЛАРУСЬ)

**А. В. Рыжая**

*Гродненский госуниверситет им. Я. Купалы, Гродно (Беларусь)*

*E-mail: rhyzhaya@yandex.ru*

Проводили изучение видового состава и экологических комплексов жуков-листоедов (*Coleoptera*, *Chrysomelidae*) в озелененных участках микрорайонов разного возраста и типа застройки г. Гродно. От окрестностей к центру города выделяли следующие зоны: свободная застройка с высокой долей зеленых площадей, по возрасту разделенная на две группы: микрорайоны старой планировки, примыкающие к центру города (I типа) и микрорайоны новой застройки, примыкающие к лесопарковой зоне (II типа), и плотная внутригородская застройка в центре города [1].

В исследованных зонах собрано 32 вида жуков-листоедов, из них в кварталах плотной застройки отмечено 2 вида, в кварталах свободной застройки – 32, в микрорайонах I типа – 30 видов, II типа – 16 видов листоедов. Степень общности видового разнообразия между фаунами разных типов застройки (по Жаккару) составляет 0,06. Внутригородская плотная застройка заселена обитателями травянистой растительности лугов и полей, развивающимися открыто на листьях, олиго- и полифагами, мезофильными и мезогигрофильными видами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. М., 1990. – 284 с.

### ИЗМЕНЕНИЕ ЛИПИДНОГО СОСТАВА КЛЕТОК *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА СРЕДЕ С ГЕКСАДЕКАНОМ

**Е. Г. Костина, Н. А. Атыкян, В. В. Ревин**

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск (Россия)

E-mail: kostinalena@rambler.ru

В последние годы актинобактерии рода *Rhodococcus*, широко распространенные в природе и играющие важную роль в процессах почвообразования, привлекают все большее внимание биотехнологов [1]. Наиболее перспективным является их использование для утилизации антропогенных загрязнений, в частности для биоремедиации экосистем от водонерастворимых поллютантов [2, 3]. Специфические свойства данных микроорганизмов в значительной степени связаны с особенностями строения их клеточной оболочки, обусловленными высоким содержанием липидов. Однако исследованию состава липидов бактерий, использующих углеводороды в качестве источника питания, до недавнего времени уделялось незначительное внимание.

Целью данной работы было изучение влияния концентрации гексадекана в среде культивирования на липидный состав клеток *Rhodococcus erythropolis* Ac-858 T и его изменение в процессе роста.

Бактерии *R. erythropolis* выращивали на среде Таусона, в которую вносили гексадекан в качестве единственного источника углерода в концентрациях 1-10%(V/V). Экстракцию общих клеточных липидов проводили по методу Блайя-Дайэра. Разделение отдельных фракций фосфолипидов проводили методом двумерной тонкослойной хроматографии на силикагеле в системах Брокхьюза. Количественное определение фосфолипидов проводили по методу Васьковского.

Наши исследования показали, что в вариантах опыта с добавлением гексадекана в концентрации 1 и 5 % динамика прироста биомассы и накопления общих клеточных липидов была сходной. Однако накопление биомассы было на 30% выше в варианте с добавлением 1% гексадекана. Увеличение концентрации гексадекана до 10% привело к более позднему и низкому уровню накопления биомассы. Таким образом, увеличение концентрации гексадекана в 5-10 раз не приводит к накоплению значительных количеств биомассы, вероятно, вследствие подавления физиологической активности клеток за счет дестабилизации мембраны в ходе растворения гексадекана в липидном бислое.

Максимальное содержание общих клеточных липидов в клетках культуры *R. erythropolis* Ас-858 Т было зарегистрировано на 6 сутки роста в вариантах с 1 и 5 % гексадекана. При этом в варианте с 1% гексадекана их содержание было выше. Как показали исследования, наибольшее содержание общих клеточных липидов наблюдалось при культивировании микроорганизмов на среде с 1 % гексадекана. При внесении в среду максимальной концентрации гексадекана содержание липидов снижалось в клетках в 2 раза.

В ходе исследований фосфолипидного состава мембран клеток *R. erythropolis* были идентифицированы следующие фракции фосфолипидов: дифосфатидилглицерин (ДФГ), фосфатидилглицерин (ФГ), фосфатидилэтаноламин (ФЭА), фосфатидилсерин + фосфатидилинозит (ФС + ФИ). Рост микроорганизма во всех вариантах опыта сопровождался изменениями в соотношении фосфолипидов, без изменения их качественного состава. Исследования показали, что доля фракции ДФГ увеличивалась - его количество значительно возрастало в стареющих клетках (на 32% в вариантах с 1% гексадекана). Содержание фракции ФИ+ ФС возрастало и варьировало в варианте с 1% гексадекана от 26 (2 сутки роста) до 43 % (8 сутки роста). Суммарное содержание ФС + ФИ возрастало в 2 раза. Содержание ФЭА наоборот снижалось в процессе культивирования. Согласно современным представлениям, наличие в клетках значительных количеств ФЭА свидетельствует о фазе активного роста, когда активно протекает образование мембран, и происходит активация процессов клеточного метаболизма. Количество ФГ в процессе роста изменялось незначительно. Увеличение концентрации гексадекана в ростовой среде до 5-10 % приводило к более высокому содержанию фракций ДФГ и ФГ в бактериальных клетках, по сравнению с культурой, выращенной на среде с 1% гексадекана. В тот время как клетки, растущие на среде с 1% гексадекана, характеризовались более высокой долей ФЭА. В варианте с 5% гексадекана доля ФЭА в процессе культивирования снижалась с 38,1 до 21,3%, в варианте с 10% - с 32,1 до 19,3%. Содержание ДФГ к 8 суткам возрастало более чем в 1,5 раза. Доля суммарной фракции ФС + ФИ увеличивалась в варианте с добавлением 5 % гексадекана с 37,4 до 48,4%, в варианте с 10% - с 40,3 до 47%.

Таким образом, в ходе проведенных исследований было установлено, что оптимальным вариантом для роста и проявления липидсинтезирующей активности штамма *R. erythropolis* Ас – 858 Т является среда, содержащая

1 % гексадекана. Выявлено, что рост микроорганизма сопровождается изменениями в количественном соотношении отдельных фракций фосфолипидов без изменения их качественного состава.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нестеренко О.А. Нокардиоподобные и коринеподобные бактерии / О.А. Нестеренко, Е.И. Квасникова, Т.М. Ногина. Киев: Наукова думка, 1985. 336 с.
2. Плешакова Е.В. Приемы стимуляции аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры / Е.В. Плешакова, Е.В. Дубровская, О.В. Турковская // Биотехнология. 2005. №1. С.42-50.
3. Jung I.G. Characteristics of *Rhodococcus pyridinovorans* PYJ-1 for the biodegradation of benzene, toluene, m-xylene (BTX), and their mixtures / I.G. Jung, C.H. Park // J. Biosci. Bioeng. 2004. V.97, № 6. P. 429-431.

## ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ И ТИПОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПРЕСНОВОДНОЙ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ ЯНЫ

**А. Ф. Кириллов, В. В. Ходулов**

ФГНУ «Институт прикладной экологии Севера», Якутск (Россия)

E-mail: fishipes@yandex.ru

Ихтиофауна бассейна реки Яны насчитывает 31 таксон видового и подвидового рангов, относящихся к 22 родам, 14 семействам, 10 отрядам и 2 классам [1, 2]. Все они размножаются в пресной воде (у большинства весь жизненный цикл проходит в пресноводных водоемах) и имеют преимущественно пресноводное происхождение.

В рядах ранжирования отрядов лидерами являются *Cypriniformes* (3 семейства, 7 родов и 7 видов) и *Salmoniformes* (3 семейства, 8 родов и 15 видов). Эти два отряда определяют облик ихтиофауны р. Яны, составляя в ней 42,86% по числу семейств, 68,18% - родов и 70,97% - видов. Отряд *Perciformes* представлен одним семейством, двумя родами и двумя видами, остальные семь отрядов (*Petromyzontiformes*, *Acipenseriformes*, *Esociformes*, *Osmeriformes*, *Gadiiformes*, *Gasterosteiformes*, *Scorpaeniformes*) – монотипические (1 семейство, 1 род, 1 вид), как и входящие в них семейства и роды. В целом монотипически являются 10 семейств (*Petromyzontidae*, *Acipenseridae*, *Balitoridae*, *Cobitidae*, *Esocidae*, *Osmeridae*, *Thymallidae*, *Lotidae*, *Gasterosteidae*, *Cottidae*) и 19 родов (*Lethenteron*, *Acipenser*, *Barbatula*, *Carassius*, *Leuciscus*, *Gobitis*, *Esox*, *Osmerus*, *Prosopium*, *Stenodus*, *Thymallus*, *Hucho*, *Brachymystax*, *Salvelinus*, *Lota*, *Pungitius*, *Cottus*, *Gymnocephalus*, *Perca*). Семейства *Cyprinidae*, *Salmonidae* и *Coregonidae* самых многочисленных отрядов *Cypriniformes* и *Salmoniformes* доминируют по числу родов (45,46%) и видов (61,29%), а род *Coregonus* является безусловным лидером по числу видов (31,82%).

8 отрядов представлены 1 семейством (57,14%), 7 отрядов – 1 родом (22,73%) и 1 видом (22,58%); 10 семейств представлены 1 родом (45,45%) и 1 видом (32,26%); 19 родов представлены 1 видом (52,05%).

Соотношение таксонов для классов по числу отрядов 1:5, по числу семейств 1:7, по числу родов 1:11, по числу видов 1:15,5; для отрядов – по числу семейств 1:1,4, по числу родов 1:2,2, по числу видов 1:3,1; для семейств – по числу родов 1:1,57, по числу видов 1:2,21 и для родов – по числу видов 1:1,41.

Янские рыбы могут быть разделены:

по типам ареалов: бореально-палеарктический – 17 видов (41,46%), арктическо-бореальный палеарктический – 11 (26,83%), арктическо-бореальный палеарктический и неарктический – 9 (21,95%), преимущественно бореальный тихоокеанский – 3 (7,32%) и арктический палеарктический – 1 вид (2,44%). Из общего числа видов 65,85 % относятся к эндемичным, т.е. населяют какой-либо один из континентов, среди них есть 1 узкоареальный эндем Восточной Сибири: *Carassius carassius jacuticus*.

по географическому распределению:

на типично пресноводных рыб, населяющих речные (*Lethenteron kessleri*, *Acipenser baerii stenorrhynchus*, *Barbatula toni*, *Leuciscus leuciscus baicalensis*, *Phoxinus phoxinus*, *Coregonus lavaretus pidschian*, *Coregonus tugun*, *Prosopium cylindraceus*, *Thymallus arcticus pallasi*, *Brachymystax lenok*, *Hucho taimen*, *Lota lota leptura*, *Cottus poecilopus*, *Gymnocephalus cernuus*) – 45,17%; озерно-речные (*Gobitis melanoleuka*, *Esox lucius*, *Coregonus nasus*, *Phoxinus czekanowskii*, *Pungitius pungitius*, *Perca fluviatilis*) – 19,35%; озерные биотопы (*Carassius carassius jacuticus*, *Phoxinus perenurus*, *Coregonus peled*, *Salvelinus alpinus*) – 12,90%;

на полупроходных (*Coregonus muksun*, *Coregonus autumnalis*, *Coregonus sardinella*, *Stenodus leucichthys nelma*) – 12,90%, выходящих на нагул в дельты рек и близлежащие опресненные участки побережья морей;

на проходных (*Osmerus mordax dentex*, *Oncorhynchus gorbuscha*, *Oncorhynchus keta*, *Salvelinus alpinus*) – 12,90%. *Salvelinus alpinus* образует две формы: проходную и озерную.

по времени нереста:

на весенненерестующих – *Leuciscus leuciscus baicalensis*, *Esox lucius*, *Osmerus mordax dentex*, *Thymallus arcticus pallasi*, *Brachymystax lenok*, *Hucho taimen*, *Barbatula toni*, *Perca fluviatilis*, *Gymnocephalus cernuus* (29,03%);

на летненерестующих – *Lethenteron kessleri*, *Acipenser baerii stenorrhynchus*, *Carassius carassius jacuticus*, *Phoxinus czekanowskii*, *Phoxinus phoxinus*, *Phoxinus perenurus*, *Gobitis melanoleuka*, *Pungitius pungitius*, *Cottus poecilopus* (29,03%);

на осенненерестующих – *Coregonus autumnalis*, *Coregonus lavaretus pidschian*, *Coregonus muksun*, *Coregonus peled*, *Coregonus nasus*, *Coregonus sardinella*, *Coregonus tugun*, *Prosopium cylindraceus*, *Stenodus leucichthys nelma*, *Oncorhynchus gorbuscha*, *Oncorhynchus keta*, *Salvelinus alpinus* (38,71%);

на зимненерестующих – *Lota lota leptura* (3,23%).

по продолжительности периода икротетания:

на рыб с порционным нерестом – *Carassius carassius jacuticus*, *Phoxinus phoxinus*, *Cottus poecilopus*, *Gymnocephalus cernuus* (12,90%) и с единовременным – все остальные виды (87,10%).

по предпочитаемому нерестовому субстрату:

на литофилов – *Acipenser baerii stenorrhynchus*, *Phoxinus phoxinus*, *Stenodus leucichthys nelma*, *Hucho taimen*, *Brachymystax lenok*, *Cottus poecilopus* (19,35%);

на псаммофилов – *Lethenteron kessleri*, *Gobitis melanoleuka*, *Coregonus sardinella*, *Coregonus peled*, *Gymnocephalus cernuus* (16,13%);

на лито-псаммофилов – *Thymallus arcticus pallasi*, *Osmerus mordax*, *Leuciscus leuciscus baicalensis*, *Barbatula toni*, *Coregonus lavaretus pidschian*, *Coregonus nasus*, *Coregonus muksun*, *Coregonus tugun*, *Prosopium cylindraceus*, *Coregonus autumnalis*, *Oncorhynchus gorbuscha*, *Oncorhynchus keta*, *Salvelinus alpinus*, *Lota lota leptura* (45,17%);

на фитофилов – *Esox lucius*, *Pungitius pungitius*, *Carassius carassius jacuticus*, *Phoxinus phoxinus*, *Phoxinus czekanowskii*, *Perca fluviatilis* (19,35%);

по характеру питания:

на хищников – *Esox lucius*, *Stenodus leucichthys nelma*, *Hucho taimen*, *Lota lota leptura* (12,90%);

на бентофагов – *Acipenser baerii stenorrhynchus*, *Barbatula toni*, *Coregonus lavaretus pidschian*, *Coregonus nasus*, *Coregonus muksun*, *Coregonus tugun*, *Prosopium cylindraceus*, *Phoxinus czekanowskii*, *Phoxinus phoxinus*, *Phoxinus phoxinus*, *Leuciscus leuciscus baicalensis*, *Carassius carassius jacuticus* (38,71%);

на планктофагов – *Lethenteron kessleri*, *Coregonus sardinella*, *Gobitis melanoleuka* (9,68%);

на эврифагов – *Brachymystax lenok*, *Oncorhynchus gorbuscha*, *Oncorhynchus keta*, *Salvelinus alpinus*, *Coregonus autumnalis*, *Coregonus peled*, *Thymallus arcticus pallasi*, *Osmerus mordax dentex*, *Pungitius pungitius*, *Cottus poecilopus*, *Perca fluviatilis*, *Gymnocephalus cernuus* (38,71%).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириллов, А.Ф. Таксономический состав ихтиофауны пресных водоемов Якутии // Вестник ЯГУ. Т. 4. № 1. 2007. С. 5-8.
2. Черешнев, И.А. Рыбообразные и рыбы морских и пресных вод бассейнов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского / Черешнев И.А., Кириллов А.Ф. // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2007. № 2. С. 95-106.

## АНТИОКСИДАНТНАЯ СИСТЕМА КАК ФАКТОР БИОХИМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ

**О. С. Новожилова**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск (Россия)*

*E-mail: novozhilovao@yandex.ru*

Проблема адаптации – одна из центральных в биологии, т.к. с ней связаны основные функции: 1) поддержание структурной целостности макромолекул при их функционировании в специфических условиях; 2) достаточное снабжение клетки макроэргами, восстановительными эквивалентами, необходимыми для протекания процессов биосинтеза; 3) поддержание систем, регулирующих скорости и направления метаболических процессов. Быстро возникающие реакции кратковременной адаптации – это реакции, для осуществления которых в клетках всегда имеются готовые, вполне сформированные механизмы. Адаптация организма к основным факторам внешней среды обеспечивается использованием одного и того же общего приема – активации образования митохондрий и увеличения мощности системы окислительного ресинтеза АТФ на единицу массы клетки [1].

В норме воспалительная реакция является неотъемлемой частью защитных свойств организма, препятствующих распространению инфекционных агентов, т.е. носит адаптивный характер. Избыток липоперекисей, возникающий в процессе воспаления, приводит к сдвигам в функционировании и структурным изменениям клеточных мембран. Увеличение концентрации двухвалентных катионов (главным образом  $\text{Ca}^{2+}$ ), натрия в цитоплазме клеток у больных бронхолегочными заболеваниями (БЛЗ) в стадии обострения приводит к защелачиванию внутримитохондриального пространства, открытию пор во внутренней мембране митохондрий. От этого страдает окислительное фосфорилирование, влияющее на развитие процессов клеточной адаптации [2].

Признаком стрессового характера на клеточном уровне является усиление свободнорадикальных реакций. Сигналом для запуска стресс-реакции служит смещение прооксидантно-антиоксидантного равновесия в направлении активации процесса свободнорадикального окисления (СРО) в биологических мембранах [3].

В ходе исследований установлено, что тяжелое течение заболеваний бронхолегочного аппарата в стадии обострения характеризовалось наибольшим повышением уровня СРО. В активной фазе происходило прогрессивное нарастание уровня СРО в 3 раза при бронхиальной астме, в 2,3 раза – при пневмонии и в 2 раза – при бронхите по отношению к донорам. Инициатором чрезмерной активности перекисного окисления липидов и накопления свободных радикалов являются гипоксия, иммунологическое повреждение мембран, действие токсикантов, несостоятельность антиоксидантной защиты организма [1]. Развитие некомпенсированной интенсификации СРО в клетках различных

тканей приводит к возникновению процессов мембранодеструкции, которая по истечении определенного временного периода принимает необратимый характер и проявляется нарушением сопряженности и координированности ферментных систем внутриклеточных органелл, обмена в клетке, различных популяций и видов клеток [4].

После традиционного лечения, длившегося от 18 до 24 дней, уровень СРО снижался незначительно – на 19,1% при бронхите, на 15,1% – при пневмонии, особенно это касается бронхиальной астмы – на 7,4% по отношению к стадии ремиссии. СРО накапливается в организме больного в острую стадию БЛЗ, и его уровень полностью не нормализуется в стадии ремиссии.

Как фактор биохимической адаптации в динамике гомеостаза, направленный в первую очередь на торможение процессов СРО биомолекул, возникла антиоксидантная система (АОС). Способность ингибировать реакции СРО присуща только восстановленным формам природных антиоксидантов и связана с наличием в молекуле гидроксильной группы.

Биохимический гомеостаз по уровню СРО осуществляется за счет функционирования системы ферментативных и неферментативных механизмов адаптации к содержанию высокоактивных форм кислорода и интенсивности образования свободных радикалов и молекулярных продуктов СРО [5].

Функционирование АОС определяет развитие адаптационных и компенсаторных механизмов при действии химических веществ на организм и повышает его устойчивость к действию токсикантов. Нарушение же согласованности процесса детоксикации, являясь одним из общих механизмов токсичности, приводит к нарушению гомеостаза и развитию патологии. создаются условия для развития дезадаптационных явлений и формирования токсических эффектов [6].

Большинство активных центров антирадикальной защиты «заняты», поэтому на фоне высокого уровня пероксидации антиоксидантная активность (АОА) выглядит низкой. При этом АОА наиболее снижена по сравнению с донорами при бронхиальной астме (на 48,8%), менее при пневмонии (на 39%) и бронхите (на 25,6%). Первичный механизм действия антиоксидантов заключается во взаимодействии с продуктами или катализаторами СРО, прежде всего ионов металлов переменной валентности. При БЛЗ наблюдалась обратная корреляционная взаимосвязь (сильная или средняя) между уровнем СРО и АОА. Патологические отклонения в организме провоцируются ослаблением одного из звеньев в системе антиоксидантной защиты и требуют своевременной и целенаправленной коррекции. Недостаточность антиоксидантной защиты является причиной, приводящей к срыву всей системы детоксикации.

СРО является важным физиологически значимым механизмом управления клеточными функциями, лежащими в основе формирования адаптационного процесса. СРО определяет возможность перехода обратимых изменений клеточных мембран в необратимые, а адаптационных изменений – в патологические [7].

БЛЗ характеризуются значительными изменениями липидных структур мембран клеток. Основной причиной изменения липидного состава мембран клеток является преобладание катаболических реакций (в том числе, активация СРО) над анаболическими, что свидетельствует о снижении уровня метаболической адаптации и возникновении условий для структурных изменений в биомембранах.

Адаптационные резервы и способность организма адекватно функционировать при изменении условий внешней и внутренней среды определяются интенсивностью процесса СРО и состоянием АОС организма.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселева, Р.Е. Апоптоз лимфоцитов в развитии бронхолегочных заболеваний / Р.Е. Киселева, Л.В. Кузьмичева, О.С. Новожилова // Морфологические ведомости. 2004. № 3-4. С. 104-105.
2. Евдохиенко, Ю.В. Автоколебания трансмембранных потоков кальция в митохондриях и их возможное биологическое значение // Биологические мембраны. 2000. Т. 17, № 1. С. 5-17.
3. Барабой, В.А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов // Успехи современной биологии. 1991. Т. 111, вып. 6. С. 923-931.
4. Ягода, А.В. Клиническая цитохимия / А.В. Ягода, Н.А. Локтев. Ставрополь: Изд. СтГМА, 2005. 485 с.
5. Кармолиев, Р.Х. Биохимические процессы при свободнорадикальном окислении и антиоксидантной защите. Профилактика окислительного стресса у животных // Сельскохозяйственная биология. 2002. № 2. С. 19-28.
6. Тиунов, Л.А. Механизмы естественной детоксикации и антиоксидантной защиты // Вестник РАМН. 1995. № 3. С. 9-13.
7. Трофимов, В.А. Биохимические методы исследования липидов в клинике / В.А. Трофимов, Р.З. Аширов, А.П. Власов. Саранск, 2001. 80 с.

## ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОГОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НАРУЖНЫХ ХЕМОРЕЦЕПТОРОВ КАРПА

**Л. С. Червова**

*Биологический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва (Россия)  
E-mail: lily\_chervova@mail.ru*

Кожная поверхность тела рыб включает три вида хемосенсорных структур: вкусовые почки, одиночные хемосенсорные клетки и свободные нервные окончания краниальных (на голове) и спинальных нервов (на туловище). Формирование поведенческих реакций в водной среде в ответ на растворённые химические вещества происходит, вероятно, при участии всех хеморецепторных образований. Поскольку их плотность существенно различается в зависимости от локализации на поверхности тела рыб представляет интерес разработка системы картирования кожной поверхности тела рыбы по критерию ин-

тегральной чувствительности к различным типам веществ.

С помощью оригинального компьютеризированного метода регистрировали медленные электрические потенциалы на поверхности кожи рыбы и определяли, таким образом, пороги чувствительности кожных хеморецепторов карпа *Cyprinus carpio* к растворам химических веществ в пяти зонах. Рыб фиксировали в станке с проточной водой (150 мл/мин,  $t=18-20^{\circ}\text{C}$ ). В качестве тестовых химических стимулов использовали растворы  $10^{-8}-10^{-2}$  М L-аминокислот цистеина, гистидина, фенилаланина и пролина, растворы классических вкусовых веществ хинина-HCl  $5 \cdot 10^{-6}-5 \cdot 10^{-3}$  М, NaCl, лимонной кислоты  $10^{-5}-5 \cdot 10^{-3}$  М, сахарозы  $5 \cdot 10^{-3}-5 \cdot 10^{-1}$  М. Растворителем и контролем служила отстоянная водопроводная вода. В качестве регистрирующего электрода использовали серебряную хлорированную проволоку (Ag-AgCl), находящуюся внутри стеклянного капилляра. Миорелаксанты и анестетики не применяли. После опытов рыб возвращали в аквариум, где они продолжали обычным образом плавать и питаться.

Опыты показали, что в различных зонах головы карпа пороги чувствительности к веществам различались в 2-3 раза. Из таблицы видно, что максимальная чувствительность к химическим стимулам зарегистрирована у основания большого усика и в центре верхней губы. В отдельных регистрациях пороговые концентрации здесь достигали  $10^{-7}$  М при действии цистеина, который был наиболее эффективным стимулом во всех точках отведения. В соответствии с пороговой чувствительностью к цистеину, исследованные зоны располагаются в следующей последовательности: основание большого усика > гулярная область > середина верхней губы > подглазничная область > межглазничное пространство. Сахароза обладала наименьшей стимуляторной эффективностью.

**Таблица 1 - Средние значения пороговых концентраций (М) химических стимулов для пяти зон поверхности головы карпа**

	Гулярная область	Осн-е большого максиллярного усика	Центр верхней губы	Подглазничное пространство	Межглазничное пространство
Цистеин	$10^{-4,4}$	$10^{-5,2}$	$10^{-4,3}$	$10^{-3,1}$	$10^{-2,5}$
Фенилаланин	$10^{-4,2}$	$10^{-5}$	$10^{-4,7}$	$10^{-2,5}$	$10^{-2,3}$
Гистидин	$10^{-3,5}$	$10^{-4,7}$	$10^{-4,5}$	$10^{-3,3}$	$10^{-2,3}$
Пролин	$10^{-4}$	$10^{-4,4}$	$10^{-4,3}$	$10^{-1,8}$	$10^{-1,5}$
Хинин-HCl	$10^{-4}$	$10^{-4,1}$	$10^{-4,3}$	$10^{-3,3}$	$10^{-3}$
Хинидин-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$10^{-3,7}$	$10^{-4,2}$	$10^{-4,2}$	$10^{-2}$	$10^{-2}$
Лимонная кислота	$10^{-3,7}$	$10^{-3,7}$	$10^{-3,7}$	$10^{-3,3}$	$10^{-3,3}$
Хлористый натрий	$10^{-3,1}$	$10^{-3}$	$10^{-3,3}$	$10^{-3}$	$10^{-3,2}$
Сахароза	$10^{-1,5}$	$10^{-1,8}$	$10^{-2,0}$	$10^{-1,0}$	$10^{-1,0}$

В двух сериях опытов исследовали влияние pH тестируемых растворов на ответы хеморецепторов. В одной - тестировали растворы цистеина (в концентрациях  $10^{-7}-10^{-3}$  М) и хинин-хлорида ( $5 \cdot 10^{-4}-5 \cdot 10^{-3}$  М), pH которых доводили 0,1 н NaOH до pH аквариумной воды 7.9. В другой - реакции хеморецепторов той же зоны на растворы цистеина концентрацией  $10^{-5}$  М, при значениях pH

5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0. Оказалось, что в этом диапазоне рН не влияет на величину ответов; то же наблюдалось при действии раствора хинина в концентрации  $5 \cdot 10^{-4}$  М. Наши данные о том, что аминокислоты и классические вкусовые вещества (за исключением сахарозы) эффективно возбуждают наружные хеморецепторы карпа коррелируют с данными, полученными при регистрации активности нервных волокон лицевых и тригеминальных нервных стволов, иннервирующих поверхность тела и переднюю часть головы у других видов рыб [2, 3, 5-8, 10, 11]. Электрофизиологические пороги варьировали между  $10^{-6}$  и  $10^{-9}$  М. В наших опытах наиболее эффективной была аминокислота цистеин, менее эффективными - фенилаланин, пролин и гистидин. Это согласуется с результатами поведенческих опытов на карпе, согласно которым данные аминокислоты относятся к различным трём группам по уровню вкусовой привлекательности для карпа. Цистеин и пролин - высокопривлекательные, фенилаланин – детеррентный, то есть обладающий отталкивающим вкусом, а гистидин – нейтральный [1, 9]. Низкая чувствительность наружных хеморецепторов к сахарозе ( $10^{-2}$  -  $10^{-1}$  М) отмечалась и другими авторами [1, 4, 8]. Всё это указывает на то, что регистрируемые нами ответы были опосредованы наружной вкусовой рецепцией.

Наряду со вкусовыми почками в эпидермисе рыб в изобилии присутствуют одиночные хемосенсорные клетки. Кроме того, эпидермис рыб также пронизан свободными нервными окончаниями, которые могут находиться под или между поверхностными эпителиальными клетками [12]. Предполагается, что наиболее быстрые составляющие в хемосенсорных ответах могут принадлежать активности свободных нервных окончаний, окружающих вкусовые почки [4].

По-видимому, в формировании электрических ответов, зарегистрированных нами у карпа на химические сигналы, участвуют все поверхностные хемосенсорные структуры (вкусовые почки, ОЖК и свободные нервные окончания). Они вносят свой вклад и дополняют друг друга для получения наиболее полной характеристики химического сигнала. Информация, поступающая от них в разные участки центральных структур, способствует формированию адекватного поведенческого ответа. Однако основная компонента ответа обеспечивается, несомненно, наружной вкусовой рецепцией. Вместе с обонянием, наружные вкусовые почки и одиночные хемосенсорные клетки выполняют роль дистантных анализаторов, которые ответственны как за пищевое поведение, так и за обнаружение источников сигналов опасности.

Разработанный нами метод определения пороговой чувствительности позволяет измерять интегрированный ответ всех хеморецепторов, имеющих в коже, и, таким образом, составлять представление об их плотности в различных участках кожной поверхности. У карпа наибольшая электрическая активность наружных хеморецепторов зарегистрирована вокруг большого максиллярного усика, на верхней губе и в гулярной области, что позволяет предполагать об относительно большой плотности хеморецепторов в этих зонах, принадлежащих, прежде всего, наружной вкусовой системе.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 06-04-49266 и грантом Ведущие научные школы НШ-7262.2006.4*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касумян А.О., Морси А.М.Х. Вкусовая чувствительность карпа к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам // *Вопр. ихтиологии*. 1996. Т. 36. С. 386-399.
2. Червова Л.С., Девицина Г.В., Малюкина Г.А. Аминокислоты как раздражители рецепторов тройничного нерва трески *Gadus morhua marisalbi* Der. (*Gadidae*) // *Вопр. ихтиологии*. 1985. Т.25. С. 320-327.
3. Червова Л.С., Белоусова Т.А., Девицина Г.В., Малюкина Г.А. К вопросу о функциональной характеристике системы тройничного нерва рыб // *Вестник Московск. Университета. Серия Биология*, 1989. N 1. С. 18-23.
4. Bardach J.E., Case J. Sensory capabilities of the modified fins of squirrel hake (*Urophycis chuss*) and searobins (*Prionotus carolinus* and *P. evolans*). *Coepia*, 1965. P. 194-206.
5. Belousova T.A., Devitsina G.V., Malyukina G.A. Functional peculiarities of fish trigeminal system // *Chem. Senses*. 1983. V. 8. P. 121-130.
6. Caprio J. Peripheral filters and chemoreceptor cells in fishes // *Sensory biology in aquatic animals* / Eds. J.Atema et al. Berlin: Springer Verlag. 1988. P. 313-338.
7. Davenport D.E., Caprio J. Taste and tactile recordings from the ramus recurrens facialis innervating flank taste buds in the catfish // *J. Comp. Physiol. (A)*. 1982. V. 147. P. 217-229.
8. Funakoshi M., Kawakita K., Marui T. Taste responses in the facial nerve of the carp, *Cyprinus carpio* L. // *Japan. J. Physiol.* 1981. V. 31. P. 381-390.
9. Kasumyan A.O., Doving K.B. Taste preferences in fishes // *Fish and Fisheries*. 2003. V. 4. P. 289-347.
10. Marui T., Caprio J. Teleost gustation // In T.J.Hara (ed). *Fish Chemoreception*. London: Chapman & Hall. Chapter 9. 1992.P. 171-198.
11. Marui T., Harada S., Kasahara Y. Gustatory specificity for amino acids in the facial taste system of the carp, *Cyprinus carpio* // *J. Comp.Physiol.*1983. V.153 P. 299-308.
12. Whetstone M.. The free nerve endings in fish epidermis // *J. Zool. Lond.* 1971a V. 163. P. 231-236.

## СОСТОЯНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В СЕДАЛИЩНОМ НЕРВЕ КРЫСЫ ПРИ ВЫДЕРЖИВАНИИ ЕГО В РАСТВОРАХ НАСЫЩЕННЫХ КИСЛОРОДОМ

**Е. В. Деринская, В. В. Ревин**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», Саранск (Россия)*

*E-mail: Derinskaya@rambler.ru*

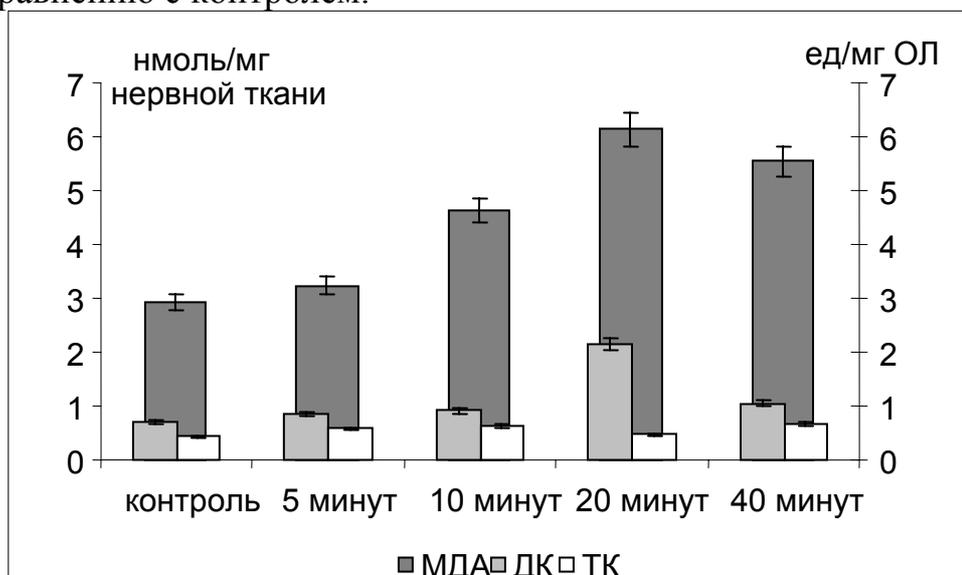
Исследование состояния и возможных механизмов нарушения регуляции кислородзависимых процессов предоставляет возможность выяснения общих закономерностей и уточнения патогенеза нейродегенеративных заболеваний. В последние годы окислительный стресс рассматривается как один из наиболее значимых факторов развития нейропатологии [1], проис-

ходящая при этом активация процессов перекисного окисления липидов, а именно продукты, образующиеся при этом, участвуют в регулировании проницаемости мембран, в пролиферации клеток, а также в регулировании состава липидов мембран [2, 3]. Поэтому целью настоящего исследования было изучение продуктов перекисного окисления липидов при выдерживании седалищного нерва крысы в растворах насыщенных кислородом в зависимости от длительности и температуры выдержки.

Эксперименты выполнены на беспородных крысах-самцах массой 200 – 250 г. Все экспериментальные животные находились в одинаковых условиях содержания и кормления. 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> при постоянном продувании кислородом. 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).

Содержание диеновых (ДК), триеновых конъюгатов (ТК) и малонового альдегида (МДА) [4] определяли спектрофотометрически. Полученные экспериментальные данные статистически обрабатывали с использованием электронных таблиц Microsoft Excel 2000 и пакета программ STAT 2.

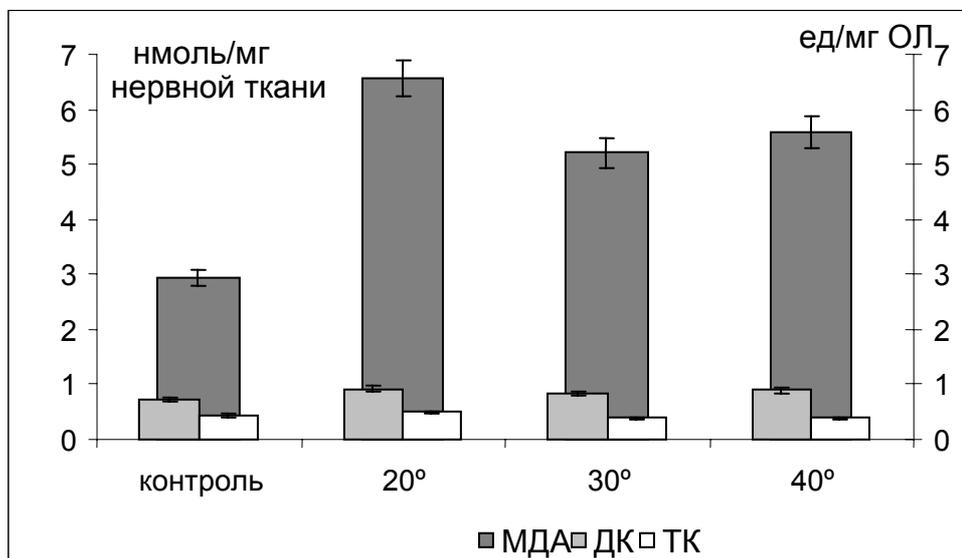
На первом этапе нашей работы мы исследовали изменение продуктов перекисного окисления липидов в зависимости от длительности выдержки при температуре 37°. С увеличением времени происходит постепенное возрастание МДА и ДК с максимумом при 20 минут (рис. 1) почти в 2 раза по сравнению с контролем.



**Рисунок 1 – Изменение содержания продуктов перекисного окисления липидов в зависимости от времени выдержки**

Выдерживание соматических нервов крысы в насыщенных кислородом растворах при 20°C, 30°C и 40°C в течении 20 минут приводило к

увеличению ДК. Максимальное накопление МДА регистрируется с нервов, выдержанных в насыщенных кислородом растворах при 20°C. Превышение над контролем составляет 123%. Повышение температуры до 30°C и 40°C приводит к снижению концентрации МДА, но, тем не менее, их содержание выше контроля на 77% и 89,7% соответственно (рис. 2).



**Рисунок 2 – Изменение содержания продуктов перекисного окисления липидов в зависимости от температуры**

Интенсификация процессов перекисного окисления липидов могут вызывать деструктивные изменения в мембранах и быть причиной развития нейродегенеративных процессов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lehtinen, M.K. Modeling oxidative stress in the central nervous system / M.K. Lehtinen, A. Bonni // *Curr. Mol. Med.* 2006. Vol. 8. P.871-881.
2. Leonarduzzi, G. Lipid oxidation products in cell signaling / G. Leonarduzzi, M.C. Arkan, H. Basaga, E. Chiarpotto, A. Sevanian, G. Poli // *Free. Radic. Biol. Med.* 2000. Vol. 9. P.1370-1378.
3. Владимиров, Ю.А. Свободнорадикальное окисление липидов и физические свойства липидного слоя биологических мембран / Ю.А. Владимиров // *Биофизика.* 1987. №5. С. 830-843.
4. Орехович, В.Н. Современные методы в биохимии / В.Н. Орехович // М.: Мир, 1977. 392 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ CD2 РЕЦЕПТОРОВ МЕМБРАН Т-ЛИМФОЦИТОВ В УСЛОВИЯХ УФ-ОБЛУЧЕНИЯ И ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦИКЛОФЕРОНА

**В. Г. Артюхов, О. В. Путинцева, С. М. Дубова.**

*ГОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Воронеж (Россия)*

В настоящее время в медицинской практике для лечения различных патологий организма применяется совместное воздействие на иммунокомпетентные клетки фармакологических препаратов и УФ-света, что позволяет снизить дозы используемых лекарств и добиться более выраженного терапевтического эффекта, чем при действии каждого модификатора отдельно [2, 5].

В связи с вышеизложенным нами были проведены модельные эксперименты, посвященные изучению изменения функциональной активности Т-лимфоцитов крови человека после модификации УФ-светом и циклофероном, показателем которой служила их способность участвовать в реакциях розеткообразования с эритроцитами барана (ЭБ).

Исследования проводили на Т-лимфоцитах, выделенных из крови 15 доноров, по методу А. Воуиш [4]. Разделение клеток на Т- и В - субпопуляции осуществляли по методу Р. Terasaki [1]. Суспензии Т-клеток ( $4\text{-}5\cdot 10^8$  кл/л) облучали с помощью ртутно-кварцевой лампы типа ДРТ-400 через светофильтр УФС-1 (240-390 нм). Время экспозиции составляло 1, 3, 6 и 9 минут, что соответствовало дозам облучения 151, 453, 906 и 1359 Дж/м<sup>2</sup>. Для модификации суспензий Т-лимфоцитов применяли препарат «Циклоферон» (НТФФ «Полисан», Санкт-Петербург), конечная концентрация которого в образцах клеток составляла 0,2 мг/мл. Инкубацию лимфоцитов с циклофероном проводили в питательной среде RPMI 1640 при температуре 37° С (термостат ТС-80М) в течение 24 ч. в атмосфере с содержанием CO<sub>2</sub>, равным 5 %. Постановку реакции розеткообразования осуществляли по методике [3].

При учете результатов экспериментов считали, что Т-лимфоциты, присоединившие более четырех ЭБ несут высокоаффинные, четыре и менее ЭБ – среднеаффинные, не вступившие во взаимодействия с ЭБ – низкоаффинные CD2 рецепторы. Для каждого исследуемого образца было подсчитано 100 клеток.

Контрольные образцы Т-лимфоцитов содержали  $44,3\pm 6$  клеток с высокоаффинными,  $37,2\pm 5$  – со среднеаффинными и  $18,5\pm 2,5$  – с низкоаффинными антигенами. При облучении суспензии клеток УФ-светом в дозах 151-906 Дж/м<sup>2</sup> не было зарегистрировано статистически достоверных изменений количества клеток с рецепторами различной аффинности. Воздействие большой дозы УФ-света 1359 Дж/м<sup>2</sup> приводило к снижению числа лимфоцитов, несущих высокоаффинные CD2 антигены, на 47,7 % и повышению количества клеток с низкоаффинными CD2 рецепторами, на

111,4 %, при этом число УФ-облученных лимфоцитов со среднеаффинными маркерами оставалось неизменным.

После суточной инкубации Т-лимфоцитов с циклофероном соотношение клеток с CD2 рецепторами различной аффинности статистически достоверно не изменялось: количество лимфоцитов с высокоаффинными маркерами составляло  $42,9 \pm 7$ , со среднеаффинными –  $38,5 \pm 5,3$  и с низкоаффинными –  $18,4 \pm 3,6$ . Модификация циклофероном Т-лимфоцитов, облученных малыми дозами УФ-света ( $151$  и  $453$  Дж/м<sup>2</sup>), также не приводила к изменению числа клеток, экспрессирующих CD2 рецепторы различной аффинности. Облучение суспензии иммунокомпетентных клеток УФ-светом в дозе  $906$  Дж/м<sup>2</sup> и последующая инкубация с химическим модификатором индуцировали увеличение количества клеток, несущих низкоаффинные антигены, на  $44,6$  % и не вызывали статистически достоверных изменений числа лимфоцитов, экспрессирующих высоко- и среднеаффинные CD2 рецепторы. Добавление циклоферона к Т-клеткам, облученным УФ-светом в дозе  $1359$  Дж/м<sup>2</sup>, способствовало снижению числа лимфоцитов с высокоаффинными антигенами на  $43,2\%$  и повышению количества клеток, экспрессирующих низкоаффинные рецепторы, на  $102,2\%$ , по сравнению со значениями данного показателя контрольных образцов.

Итак, нами было установлено, что способность CD2 рецепторов взаимодействовать с ЭБ не изменялась после суточной инкубации Т-лимфоцитов с циклофероном и воздействия УФ-излучения в дозах  $151$ - $906$  Дж/м<sup>2</sup>. Однако инкубация с индуктором интерферона иммунокомпетентных клеток, облученных большими дозами УФ-света ( $906$  и  $1359$  Дж/м<sup>2</sup>), приводила к снижению функциональной активности исследуемых антигенов, что, вероятно, может тормозить участие CD2 рецепторов Т-лимфоцитов в процессах межклеточной адгезии при реализации иммунного ответа.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарецкая Ю.М. Клиническая иммуногенетика. М.: Медицина, 1983. 208 с.
2. Земсков В.М., Земсков А.М., Золоедов В.И. Особенности коррекции иммунологических расстройств при различных патологических состояниях // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113. Вып. 4. С. 433-441.
3. Земсков А.М., Войтекунас Е.Б., Никитин А.В. и др. Иммунологический статус, критерии его оценки, принципы назначения иммунокорректирующих препаратов : Методические указания. Воронеж, 1988. С. 32.
4. Кэтти Д. Антитела. Методы. М. : Мир, 1991. 380 с.
5. Савостина И.Е. Исследование влияния УФ-света и иммуномодуляторов на антиоксидантный статус и состояние мембран лейкоцитов: Автореф. дис. канд. биол. наук. Воронеж. гос. ун-т, 2005. 24 с.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Аббасова Д. М. 97  
Абязова Л. М. 174  
Агаджанян А. А. 95  
Агаджанян А. Х. 95  
Агарков А. А. 87, 89  
Адамян Ц. И. 60  
Азарян К. Г. 208  
Алекперова И. А. 101  
Александрова Е. А. 180  
Александрова О. И. 180  
Алехин В. Г. 213  
Алиева С. Р. 103  
Альба Л. Д. 3, 189  
Альба Н. В. 3, 171, 182, 194  
Альмяшева М. И. 155  
Ананьева Н. П. 182  
Андрианов В. В. 175, 176, 177  
Аненхонов О. А. 148  
Аникиева Л. В. 130  
Артюхов В. Г. 242  
Атыкян Н. А. 229  
Ахметов К. И. 154  
Ашрефи Ф. Д. 108  
Бабаева И. Х. 116  
Бабаева Ш. А. 105  
Балашов В. П. 155  
Балтина Т. В. 174  
Барнашова Г. С. 3, 182, 194  
Белоусова Ю. Б. 39  
Беспярых О. Ю. 158  
Бородулина И. Д. 7  
Вадимов С. В. 200  
Венедиктов С. Ю. 33  
Веселкова Э. Ю. 39  
Веснина Л. В. 51  
Вечернина Н. А. 7, 17  
Винокуров А. И. 200  
Винокурова Р. И. 186, 197  
Вишнякова Е. А. 127  
Габышев В. А. 66  
Гайнутдинов Х. Л. 175, 176, 177  
Гайнутдинова Т. Х. 175, 176  
Гайфуллина Л. Р. 13  
Гахраманова Ф. Х. 112  
Геворкян Э. С. 60  
Голованова И. Л. 21  
Головкина Т. В. 203  
Голубец И. Е. 160  
Гончаров Е. А. 191  
Гунькин И. В. 155  
Гунько В. А. 25  
Дармов И. В. 68  
Девицина Г. В. 203  
Дегтярева И. А. 150  
Дементьева Е. В. 132  
Денисова О. Н. 186  
Деринская Е. В. 239  
Дубова С. М. 242  
Елчиева Л. М. 16  
Ерофеева Е. А. 180  
Ерохина И. А. 143  
Жернов Ю. В. 123  
Зеленцов Н. В. 55, 57  
Золоедов В. И. 222  
Ильин Ю. М. 71  
Июдин В. С. 175  
Йама Н. И. 9  
Кавцевич Н. Н. 167  
Каримов Ф. К. 177  
Касимова Т. Э. 204  
Касумова С. Ю. 108, 116  
Кириллов А. Ф. 31, 33, 231  
Клепиков Р. А. 37  
Клочкова Н. Г. 62  
Ковальчук Л. В. 213  
Конаков Д. Е. 191  
Корягин А. С. 180  
Костина Е. Г. 229  
Ксаджикян Н. Н. 60  
Кузьмина В. В. 127  
Лапшин Д. Н. 29  
Лихачев С. Ф. 212  
Лукерин А. Ю. 39  
Макарчиков А. Ф. 160  
Маргарян А. А. 211  
Мартиросян М. С. 95

- Мартьянов А. С. 134  
Мелдо Х. И. 83  
Минасян С. М. 95  
Минзюк Т. В. 167  
Михайлова Е. В. 141  
Мойсейчик Е. В. 178  
Мокрушина Н. С. 68  
Монтина И. М. 212  
Мурадов П. З. 108  
Муранова Л. Н. 175  
Мурзагулов Г. С. 11  
Муртазина Э. Д. 216  
Неваленный А. Н. 134  
Недоспасова Н. В. 156  
Нестеров В. Н. 19  
Николенко А. Г. 11, 11, 13, 124  
Новожилова О. С. 234  
Новохацкая О. В. 130  
Обыночный А. А. 175, 177  
Овсебян А. С. 208  
Оганесян К. Р. 152  
Оганисян А. О. 95, 152  
Орлов А. М. 75  
Папулин А. В. 179  
Пашков А. Н. 222  
Пеленёв Д. В. 75  
Петросян М. Т. 208  
Писарева Н. А. 62  
Плещинский И. Н. 174  
Попов С. С. 222  
Попов Ю. Г. 208  
Попова Т. Н. 9, 87, 89, 137, 141  
Пугачева И. А. 171  
Путинцева О. В. 242  
Пыхалова Т. Д. 148  
Рахманова Т. И. 9, 87, 137, 222  
Ревин В. В. 229, 239  
Родькин М. М. 203  
Розенцвет О. А. 19  
Ронжина Т. О. 39, 49, 51  
Русина И. М. 160  
Рыжакова О. Г. 49, 57  
Рыжая А. В. 228  
Савиных В. Ф. 75  
Сагакянц А. Б. 25  
Салтыкова Е. С. 11, 11, 13  
Салыкова В. С. 17  
Санкин Л. С. 17  
Саркисян Н. В. 60  
Сафонова О. А. 9, 141  
Сеидова Г. М. 121  
Семенихина А. В. 89  
Семчёнок Д. А. 166  
Силантьева Д. И. 176  
Силкина О. В. 197  
Ситдиков Ф. Г. 177  
Смирнова И. В. 91  
Созинов О. В. 178  
Соколянская М. П. 124  
Соломонов Н. М. 33  
Софронов А. П. 224  
Таварткиладзе О. К. 7  
Тарасова Т. С. 68  
Таращук О. С. 87  
Темкина П. В. 127  
Тимошенко А. Х. 175  
Туктаров А. В. 134  
Турсумбекова Г. Ш. 5  
Тютюнник Н. Н. 83  
Унжаков А. Р. 83  
Фахрутдинов А. И. 213, 216  
Федорова Е. А. 31, 33  
Филиппов А. А. 21  
Ховряков А. В. 155  
Ходулов В. В. 31, 231  
Цветикова Л. Н. 137  
Червова Л. С. 236  
Чиглинцев В. М. 177  
Чкалов А. В. 139  
Чупраков А. Г. 179  
Шабалина О. М. 216  
Шахтарин Д. В. 31  
Шведов Г. И. 221  
Шульгин К. К. 87, 89  
Эрст А. А. 17  
Юртаева С. В. 175, 177  
Яфарова Г. Г. 174, 175, 17

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ (материалы конференции, Кн. 1)

- Авакумова Н. П. 134, 137  
Агаджанян Дж. А. 15  
Акентьева Н. А. 78  
Алипов А. Н. 126  
Алябина О. В. 46  
Ананин А. А. 82  
Ананина Т. Л. 85  
Андреева А. П. 190  
Аракелова Е. С. 164  
Белякова М. Б. 26, 93  
Бенедиктов А. А. 217  
Беньковская Г. В. 39  
Бешетя Т. С. 50  
Боринский Ю. Н. 26, 93  
Борченко Р. В. 235  
Бояркина Е. Ю. 223  
Буркова Т. Н. 88  
Бурлаков А. Б. 127, 143  
Бурцев А. С. 127, 143  
Васильев А. С. 108  
Васильева Н. В. 113  
Вдовина В. А. 239  
Веревкина Т. Е. 98  
Вершинина С. Э. 195  
Волкова М. В. 124  
Володина О. Ю. 198  
Волошина И. Н. 215  
Вуду Г. А. 50  
Высотецкая Н. В. 201  
Гайнутдинов Х. Л. 104  
Гайнутдинова Т. Х. 104, 110  
Гараева О. И. 58  
Георгиу З. Б. 50  
Глубокова М. Н. 137  
Горюнова А. Ю. 104  
Гудошникова Т. Н. 99, 220  
Демушкин В. П. 211  
Ерофеева Е. А. 140  
Жаворонкова Е. В. 211  
Жармухамедов С. К. 251  
Жданова А. В. 134, 137  
Жданова О. Б. 75  
Забелинский С. А. 164  
Залкеева И. В. 104  
Захарова Е. Е. 198  
Зимин Ю. В. 68  
Иванкова Ж. Е. 101  
Иванова В. П. 207  
Иванова Е. А. 237  
Ильясов Р. А. 197  
Исаев Д. А. 198  
Исмаилова А. И. 104  
Кадималиев Д. А. 5  
Канакотина И. Б. 110  
Каратерзи Г. И. 50  
Кармазина И. О. 130  
Карпов А. К. 190  
Катунина Е. Е. 134, 137  
Кесслер Ю. В. 211  
Киселёва Р. Е. 223  
Киселева Ю. А. 75  
Климов В. В. 251  
Климович А. В. 34  
Клочков А. А. 35  
Колтаков И. А. 239  
Корж Ю. В. 204  
Коркина В. И. 122  
Корнилова М. А. 24  
Кравченко О. Ю. 195  
Красненко А. С. 22  
Кудряшова В. И. 99, 220  
Кузьмичева Л. В. 132  
Легалов А. А. 155  
Леонова Ю. М. 41  
Лещенко Д. В. 26, 93  
Логинова Н. Г. 219  
Лупинос М. Ю. 227  
Макаров Л. М. 126, 184  
Макрушин А. В. 157, 159, 161, 162  
Максимов А. В. 46  
Малушкин С. В. 5  
Маркова Н. А. 132

- Мартусевич А. К. 68, 75  
Матюхин И. В. 127, 143  
Мерзляк М. Н. 7  
Моисеева Е. В. 211  
Мойсеенко Н. А. 101  
Молдован А. М. 50  
Муленко М. А. 232  
Муранова Л. Н. 104  
Мутошвили Л. Р. 75  
Мухортова О. В. 81  
Надежина О. С. 5  
Наумова М. М. 140  
Невоя А. В. 64  
Непорожняя И. А. 108  
Никитина В. Е. 71  
Николаева С. А. 111  
Никулин А. В. 241  
Нихилеева Т. П. 248  
Новиков Г. Г. 190  
Огнетов Г. Н. 167  
Осинцева Л. А. 117, 122, 124  
Очирова Е. Г. 187  
Панкратов А. Н. 71  
Панов А. Н. 111  
Паршин А. А. 5  
Пастухов А. М. 173  
Пастухов С. А. 244  
Петрова Н. Б. 101  
Петросян М. Т. 15  
Пирог Т. П. 201, 204, 215  
Попов А. И. 81  
Решетникова И. В. 7  
Романова Е. В. 54  
Ромашкина М. В. 241  
Ручин А. Б. 189  
Саакян Н. Ж. 15  
Сакевич А. И. 178, 181  
Салтанова Н. В. 246  
Сафьянников Н. М. 126  
Семенова А. В. 190  
Семушина С. Г. 111  
Сивцева В. А. 126  
Сидоренко М. В. 21, 105  
Сизых А. П. 151  
Солдатов О. М. 237  
Соловченко А. Е. 7  
Соловченко О. В. 13  
Стручкова И. В. 24  
Тагирова Р. Р. 110  
Тарасова Н. Г. 88  
Тармаев В. А. 248  
Тепкеева И. И. 211  
Терентьев В. В. 251  
Трофимов В. А. 237, 241  
Удалов М. Б. 39  
Умаров И. А. 39  
Усенко О. М. 181  
Федина Е. М. 62  
Фишер Е. Э. 8  
Фрунзе Р. И. 50  
Фурдуй В. Ф. 50  
Фурдуй Ф. И. 50  
Хаптухаева Н. Н. 248  
Хоробрых А. А. 251  
Цивилева О. М. 71  
Чаадаева А. В. 211  
Чабаненко Е. В. 155  
Чеботарева М. А. 164  
Чекрыга Г. П. 117  
Чередниченко О. В. 233  
Черная Л. В. 193  
Чернова Г. В. 127, 143  
Чивкунова О. Б. 7  
Чокинэ В. К. 50  
Шайхуллина Е. А. 30  
Шамсиева Э. Т. 197  
Шевчук Т. А. 204  
Ширпужева А. С. 17  
Шляпникова З. Г. 223  
Штирбу Е. И. 50  
Шуколюкова Е. П. 164  
Шулаев Н. В. 130  
Щанкин А. А. 243  
Юнина В. П. 21, 105  
Янчуревич О. В. 34, 62

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Оргкомитет выражает огромную признательность всем авторам, принявшим участие в организации сборника материалов конференции, а также всем рецензентам, прочитавшим рукописи статей и высказавших свои критические замечания. Мы постарались сделать данный сборник легкодоступным, вполне всеохватывающим и наглядно иллюстрированным.

Оргкомитет будет благодарен читателям за высказанные ими замечания и пожелания к последующим изданиям сборника. Обо всех предложениях просим сообщать по адресу: 430032, Россия, г. Саранск, ул. Ульянова, 26 б, Биологический факультет, Кафедра биохимии, или по E-mail: [biochem\\_mrsu@mail.ru](mailto:biochem_mrsu@mail.ru).

Заранее благодарим Вас за содействие.

Ответственный за выпуск Лябушева О.А.