

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 биологиче-  
ских 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.*

**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. 1. – 264 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 01.02.08. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.  
Печать способом ризографии. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 15,35. Уч.-изд. л. 14,69.  
Тираж 200 экз. Заказ №128.

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 1937 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 детоксикантами, 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*

## ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ МИЦЕЛИЯ ГРИБА *LENTINUS TIGRINUS* В ПРОЦЕССЕ БИОДЕГРАДАЦИИ ФЕНОЛА

**А. А. Паршин, С. В. Малушкин, О. С. Надежина, Д. А. Кадималиев**  
*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, Са-  
ранск (Россия)*  
*E-mail: nadezhinaoksana@rambler.ru*

Воздействие на микроорганизмы различных неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе различных ксенобиотиков во многих случаях создает предпосылки для активации у них процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Так как липиды ксилотрофных базидиомицетов, к которым относится *Lentinus tigrinus* штамм ВКМ F 3616-D, характеризуются высокой ненасыщенностью и, как показали наши исследования, в мицелии этих грибов протекают реакции ПОЛ [1], то можно предположить, что добавление фенола в свою очередь может усилить этот процесс. В связи с этим мы изучали влияние фенола на накопление продуктов ПОЛ в мицелии гриба *L. tigrinus*.

В результате проведенных нами исследований было обнаружено, что фенол является ингибитором процессов ПОЛ. Независимо от концентрации и времени его внесения наблюдалось снижение содержания первичных продуктов ПОЛ: диеновых и триеновых конъюгатов (ДК и ТК) (таблица 1). Причем фенол в концентрации 5% оказывал больший ингибирующий эффект.

**Таблица 1 – Влияние фенола на изменение содержания продуктов ПОЛ в мицелии гриба *L. tigrinus***

Концентрация фенола, %	Время добавления, сутки	ДК, усл. Ед/мг липидов			ТК, усл. Ед/мг липидов			МДА, наномоль /мг биомассы		
		3	6	9	3	6	9	3	6	9
Контроль		26,9 ±1,32	20,5 ±1,02	42,3 ±2,12	24,2 ±1,21	15,7 ±0,78	30,8 ±1,54	6,2 ±0,31	11,9 ±0,59	33,8 ±1,69
1	3	26,44 ±1,32	10,4 ±0,52	29,8 ±1,49	24,2 ±1,21	10,7 ±0,54	18,4 ±0,92	6,2 ±0,31	24,6 ±1,23	30,2 ±1,51
	6	26,4 ±1,32	20,5 ±1,03	25 ±1,25	24,2 ±1,21	15,7 ±0,78	25,7 ±1,28	6,2 ±0,31	11,9 ±0,58	31,51 ±1,57
5	3	26,4 ±1,32	13,5 ±0,67	15,9 ±0,79	24,2 ±1,21	5,5 ±0,27	13,3 ±0,66	6,2 ±0,31	16,2 ±0,81	27,7 ±1,38
	6	26,4 ±1,32	20,5 ±1,02	22,5 ±1,12	24,2 ±1,21	15,7 ±0,78	22 ±1,1	6,2 ±0,31	11,9 ±0,59	27,0 ±1,35

Вероятно, это связано со способностью фенола тормозить цепное окисление путем взаимодействия с перекисными радикалами окисляю-

щихся ненасыщенных жирных кислот. Благодаря наличию в структуре фенольного ароматического кольца обобщенной системы  $\pi$ -электронов происходит смещение отрицательного заряда на кислород, в результате которого осуществляется достаточно легкий отрыв атома водорода ОН- группы с образованием слабого фенокси-радикала. Он в свою очередь выступает в качестве перехватчиков радикалов жирных кислот, образующихся в результате процессов ПОЛ, превращая их в молекулярный продукт. А сам уже не способен участвовать в продолжение цепной реакции, так как претерпевает димеризацию с образованием связей углерод-углерод или углерод-кислород [2].

В месте с тем наблюдалось увеличение содержания малонового диальдегида (МДА). И это, вероятно, результат того, что МДА является вторичным продуктом ПОЛ и образуется в результате дальнейшего превращения ДК и ТК. Однако в дальнейшем независимо от концентрации и времени добавления фенола к 9 суткам роста происходило снижение содержания МДА. Это, вероятно, является результатом того, что фенол снижает содержание первичных продуктов ПОЛ: ДК и ТК, а так как они являются предшественниками вторичных продуктов ПОЛ, в том числе и МДА, то соответственно наблюдается снижение его содержания.

Из литературных источников известно, что накопление продуктов перекисного окисления изменяет проницаемость мембраны. При их образовании нарушается целостность липидного бислоя, в нем образуются поры и нарушаются барьерные свойства мембраны. Она становится более проницаемой, в том числе и для лигнолитических ферментов [3,4]. Образование продуктов ПОЛ в больших количествах оказывает мощное повреждающее действие на клетку, а добавление фенола предотвращает этот процесс.

*Работа выполнена при поддержке программы “Развитие научного потенциала высшей школы 2006-2008” РНП.2.1.17708.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кадималиев, Д. А. Взаимосвязь состава липидов и продуктов их перекисного окисления с секрецией лигнолитических ферментов в процессе роста *LENTINUS (PANUS) TIGRINUS* / Д. А. Кадималиев, О. С. Надежина, Н. А. Атыкян, В. В. Ревин, В. Д. Самуилов // Микробиология. 2006. Т.75. № 5. С. 649 – 653.
2. Антонов, В. Ф. Биофизика / В. Ф. Антонов, А. М. Черныш, В. И. Пасечник, С. А. Вознесенский, Е. К. Козлова. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. - 288 с.
3. Артюхов, В. Г. Биологические мембраны: структурная организация, функции, модификация физико-химическими агентами / В. Г. Артюхов, М. А. Наквасина. – Воронеж: Изд-во Воронежского гос-го ун-та, 2000. - 296 с.

4. Поступаев, В. В. Биохимическая организация клеточных мембран / В. В. Поступаев, Е. Г. Рябцева. – Хабаровск: Изд-во Дальневосточного гос. мед. ун-та, 2001. – 256 с.

## АДАПТАЦИЯ К ДЕЙСТВИЮ ИНТЕНСИВНОГО СВЕТА И ДЕФИЦИТУ АЗОТА В СРЕДЕ И НАКОПЛЕНИЕ АРАХИДОНОВОЙ КИСЛОТЫ КУЛЬТУРАМИ ОДНОКЛЕТОЧНОЙ ВОДОРОСЛИ *PARIETOSCHLORIS INCISA*

А. Е. Соловченко, М. Н. Мерзляк, О. Б. Чивкунова,  
И. В. Решетникова

Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва (Россия)

E-mail: wundy@mail.ru

*Parietochloris incisa* — одноклеточная пресноводная зеленая водоросль, гиперпродуцент ценного биологически активного соединения, арахидоновой кислоты (АК), накапливающейся в составе триацилглицеридов (ТАГ) в цитоплазматических липидных глобулах [1]. При выращивании в стрессовых условиях, препятствующих быстрому росту, например в отсутствие азота в среде и/или при интенсивном освещении ( $400 \text{ мкЕ}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ), в клетках этой водоросли наблюдается усиление биосинтеза липидов [2].

В условиях дефицита азота регистрировали снижение переменной флуоресценции хлорофилла Fv/Fv и усиление нефотохимического тушения. При этом у культур, растущих при сильном освещении, регистрировали снижение скорости роста и, в некоторых случаях, симптомы фотоокислительного повреждения. На полной среде культуры не повреждались, а успешно адаптировались к высоким потокам света, в частности, за счет накопления каротиноидов (главным образом локализованного в липидных глобулах  $\beta$ -каротина и лютеина, локализованного в мембранах тилакоидов).

При азотном голодании ТАГ составляли 30% сухого веса культуры, а АК — до 60% суммы жирных кислот. С целью поиска условий культивирования, обеспечивающих максимальный выход АК, исследовали влияние наличия азота в среде и освещенности на рост культуры и накопление жирных кислот. На сильном свете наблюдали максимальный выход биомассы *P. incisa* на полной среде, в то время как максимальное содержание АК в клетках водоросли отмечено при культивировании на безазотной среде с меньшими интенсивностями освещения (либо при большей плотности инокулюма).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Effect of nitrogen starvation on optical properties, pigments and arachidonic acid content of the unicellular green alga *Parietochloris incisa* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) / M. N. Merzlyak, O. V. Chivkunova, O. A. Gorelova, et al. // J. Phycol. 2007. V. 43. P. 833-843.
2. Effects of light intensity and nitrogen starvation on growth, total fatty acids and arachidonic acid in the green microalga *Parietochloris incisa* / A. E. Solovchenko, I. Khozin-Goldberg, S. Didi-Cohen, et al. // J. Appl. Phycol. 2007. (в печати)

## НАРУШЕННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БАЙКАЛЬСКОГО ХРЕБТА

**Е. Э. Фишер**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, ФГУ «Государственный природный заповедник Байкало-Ленский», Иркутск (Россия)*

*E-mail: fisher@irigs.irk.ru*

Байкальский хребет находится в зоне взаимопроникновения сразу нескольких фратрий формаций таежной растительности: Ангаридской, Урало-Сибирской и Берингийской [2]. Рельеф Байкальского хребта относится к высокогорному. Длина его главной водораздельной линии имеет протяженность около 300 км и простирается практически в меридиональном направлении, ширина горного массива вибрируется от 15 км в самой южной его части до 60 км на севере. Являясь северо-западным обрамлением Байкальской котловины, Байкальский хребет становится особой преградой на пути переноса атлантических воздушных масс. При этом создаются уникальные климатические условия, влияющие на характер распределения растительного покрова. Изучение особенностей взаимодействия и упорядоченности структуры современных растительных сообществ в данных условиях позволяет раскрывать основу в системе организации фитоценозов разного ранга, выявлять закономерности их структурирования и определять механизм динамического преобразования при изменении внутренних и влиянии внешних факторов различной природы.

К настоящему моменту происходит увеличение интереса в использовании хозяйственного и рекреационного потенциала этой территории, в связи с чем, также возросла необходимость в детальном изучении современного состояния растительности этой территории, оценке ее устойчивости к возрастающему антропогенному воздействию. Особо важно отметить место растительных ценозов разной степени нарушенности в общей структуре растительного покрова и провести оценку состояний гомеостаза и

гомеорезиса [1] коренных, длительно-производных и производных сообществ с указанием правильной последовательности протекания сукцессий.

Структура растительного покрова есть закономерная иерархическая соподчиненность растительных сообществ разного уровня организации. В период 2004-2006 гг были проведены подробные исследования растительного покрова центральной части Байкальского хребта, в результате чего выявлены закономерности распределения имеющегося разнообразия фитоценологических групп и различных их взаимосвязей. Ведущими факторами, влияющими на распределение, являются высотная неоднородность рельефа, ориентирование его мезо- и микроэлементов относительно количества получаемой солнечной энергии и зон влияния микроклиматических условий, создаваемых внутри котловины озера Байкал. На территории исследования в районах м. Южный Кедровый, м. Елохин и м. Большой Черемшаный были заложены три геоботанических профиля с сетью сопутствующих им геоботанических площадок. Натурные работы проводились в составе Байкальской комплексной экспедиции в тесном сотрудничестве с Байкало-Ленским государственным заповедником. В результате обработки полученных экспедиционных данных, а также дополнительных фондовых материалов и космических снимков на эту территорию, была сформирована информационная база для детального картографического анализа растительного покрова.

На основе эколого-географических принципов классификации и с учетом генетических особенностей территории в структуре растительного покрова центральной части Байкальского хребта были выделены типы растительности, характеризующиеся определенным набором ценогенетически и динамически связанных биоморф, отдельные из которых составляют ядро, определяющее значение данного типа растительности [3]. Минимальной классификационной единицей принята ассоциация, на уровне которой проводилась работа в натуральных условиях. В дальнейшем они были объединены в группы ассоциаций, формации, классы формаций.

В гольцовом поясе были выявлены растительные ассоциации разного состава, встречающиеся при определенных эколого-генетических условиях в комплексе друг с другом. Таких мезокомплексов для горнотундрового класса формаций в центральной части хребта выделено шесть. Каждому из них характерны определенный высотный пояс и сочетание условий мезо- и микрорельефа, например: мезокомплекс на высоте 1700 – 2200 м н.у.м.: редкая травянисто (*Sibbaldia procumbens*, *Potentilla elegans*) -лишайниковая (*Rhizocarpon geographium*, *Caloplaca elegans*, *Lecidea goniophila*) растительность обрывистых альпинотипных обнажений склонов и каменисто-щебнистых подвижных осыпей водоразделов, каров, цирков, троговых долин; фрагменты лишайниковых (*Alectoria ochroleuca*) и кустарничково (*Vaccinium myrtillus*, *Rhododendron aureum*)-лишайниковых горных тундр в микропонижениях по менее подвижным участкам каменистых россыпей и

осыпей; редкие пятна кедрового стланика по небольшим уступам и выполаживаниям; иногда луговины (*Saussurea alpina*, *Macropodium nivale*, *Carex magellanica*) в понижениях у снежников-перелетков.

Среди высокогорных луговых сообществ были выделены четыре мезокомплекса, характеризующие альпинотипные и крупнотравные субальпинотипные растительные группировки, например: мезокомплекс на высоте 1400 – 1700 м н.у.м.: субальпинотипные крупнотравные (*Aquilegia glandulosa*, *Saussurea alpina*, *S. parviflora subsp. purpurata*, *Rhodiola rosea*, *Cirsium heterophyllum*, *Bistorta attenuata*, *Trollius kytmanovii*, *Delphinium elatum*, *Saxifraga nelsoniana*, *Valeriana altaica*) луга и заросли кустарников (*Salix taraiensis*, *Betula divaricata* и др.) вдоль небольших водотоков полутеневых склонов; несомкнутые заросли кедрового стланика с кустарничками (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, *Rhododendron dauricum*, *Empetrum nigrum*) на менее крутых склонах и каменистые россыпи с накипным лишайником. Перечисленные мезокомплексы объединены в группы мезокомплексов горных тундр и высокогорных лугов, относящиеся к высокогорному типу растительности. Экспедиционные исследования этого типа растительности и дальнейший анализ космических снимков территории показали отсутствие явных пирогенных нарушений растительных сообществ, а регулярные эрозионно-гляциальные явления и более редкие солифлюкционные, отмечены на малых площадях покрытия и отнесены к процессам естественного динамического состояния вышеперечисленных мезокомплексов.

Горно-таежный тип растительности представлен формациями кедровостланиковых зарослей, подгольцовыми редколесьями, кедровыми, пихтовыми, еловыми, лиственничными и сосновыми лесами, горнодолинными лесами, лугово-болотными сообществами. Далее деление происходит на формации, группы ассоциаций, ассоциации. Данные классификационные единицы разных уровней, в соответствии с пониманием В.Б. Сочавы, включают в себя не только материнское ядро – коренную формацию, ассоциацию, но и все их динамические проявления (сукцессионные ряды и т.д) [2]. Критериями выделения отдельных единиц низшего уровня организации послужили возможности адаптации растительных сообществ к изменениям абсолютной высоты элементов рельефа, крутизны склонов и их ориентированности относительно сторон света, например: группа ассоциаций лиственнично-кедровых иногда с редкой пихтой лесов с подлеском из кедрового стланика, березы, реже душекии бруснично (*Vaccinium vitis-idaea*)-мелкотравно (*Pyrola asarifolia*, *Maianthemum bifolium*, *Carex pumila ssp. dichroa*, *Trientalis europaea*, *Galium boreale*, *Gymnocarpium jessoense*) -бадановых преимущественно на крутых, чаще теневых склонах на высоте 700–1100 м н.у.м. Всего на территории исследования было выделено 42 единицы коренных групп ассоциаций, среди которых две, относящиеся к формации сомкнутых кедровостланиковых лесов, три – к форма-

ции таежных редколесий, девять, относящихся к кедровой формации, шесть – к пихтовой формации, одна - к еловой, пять – к лиственничной и три - к сосновой формации горно-таежного типа растительности. Горно-долинные формации объединили 12 групп ассоциаций, а лугово-болотная формация горно-таежного пояса представлена группой ассоциаций ерниковых крупнотравных (*Crepis sibirica*, *Delphinium crassifolium*, *Polygonum aviculare*, *Saussurea parviflora*, *Thalictrum minus*) зарослей в сочетании с редкими лиственничными и елово-лиственничными с сосной лесами увлажненных полуосвещенных пологих склонов и днищ широких долин.

Формации лиственничных и сосновых лесов, расположенных на байкальских террасах, конусах выноса рек и по берегам у их устья, представляют светлохвойную группу формаций подгорно-котловинного типа растительности. К этому же типу относятся лугово-болотные формации, включающие три группы ассоциаций: разнотравно-осоковые сообщества заболоченных берегов озер; растительные ценозы береговых валов и галечников; крупнотравно-разнотравные луговые сообщества в сочетании с разреженными лесами, например: группа ассоциаций крупнотравных и разнотравных лугов (*Carex cespitosa*, *Allium schoenoprasum*, *Pleurospermum uralense*, *Linum komarovii*, *Senecio nemorensis*, *Thalictrum simplex*, *Veratrum lobelianum*, *Sanguisorba officinalis*, *Papaver setosum*) в сочетании с зарослями кустарников (*Pentaphylloides fruticosa*, *Betula divaricata*, *Salix rosmarinifolia*) и редкостойными лиственницами на берегах и террасах Байкала.

Тип степной растительности включает в себя формации горных и подгорных степей, включающих соответственно одну (горную) и две (подгорных) группы степных ассоциаций, например: разнотравно (*Galium ruthenicum*, *Sedum aizoon*, *Thalictrum foetidum*, *Valeriana altaica*) -полынно (*Artemisia leucophylla*, *A. sericea*) -злаковые (*Festuca sibirica*, *Helictorichon altaicum*, *Stipa krylvii*) степи в сочетании со спиреей (*Spiraea media*), кизильником (*Cotoneaster melanocarpus*) отдельными куртинами сосны и лиственницы по крутым каменистым освещенным склонам и склонам, обращенным к Байкалу.

На основе классификации была разработана легенда и создана карта растительности центральной части Байкальского хребта масштаба 1:50 000, состоящая из 140 номеров, из которых 66 номеров относятся к категории коренных ассоциаций и 74 номера – длительно-производные и производные от коренных ассоциаций. Градация нарушенной растительности проводилась по степени ее приближения от полностью разрушенной до восстановленной коренной. Для каждой коренной ассоциации выделены пять основных уровней нарушенности, обозначаемые индексом арабскими цифрами у номера соответствующей коренной ассоциации. Степень нарушенности с возрастом индекса показана в порядке убывания: ин-

декс «1» - сильно нарушенные сообщества, индекс «4» - практически восстановленные; например:

22. Пихтово (*Abies sibirica*) –кедровые (*Pinus sibirica*) с елью (*Picea obovata*), с редким подлеском из жимолости (*Lonicera pallasii*), кедрового стланика (*Pinus pumila*) и душекии (*Duschekia fruticosa*) кустарничково (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Rhododendron aureum*) –баданово (*Bergenia crassifolia*) -зеленомошные с редким мелкотравьем на подбурах средней мощности леса западных склонов средней крутизны и реже водоразделов.

22<sup>4</sup>. Кедрово-пихтовые разновозрастные редкостойные леса с обильным елово-кедрово-пихтовым возобновлением, с подлеском из порослевой березы, кедрового стланика, душекии, редкой жимолости кашкарно-черничные с брусникой баданово-мелкотравно (*Linnaea borealis*, *Orthillia secunda*)-зеленомошные.

22<sup>3</sup>. Березово-кедрово-пихтовые разновозрастные леса с обильным пихтовым и реже кедровым возобновлением с подлеском из порослевой березы, шиповника, жимолости баданово-разнотравно-зеленомошные.

22<sup>2</sup>. Березовые (*Betula ermanii subsp.lanata*, *Betula alba*) и осиново (*Populus tremula*)-березовые кустарничково (*Rubus sachalinensis*, *Rosa acicularis*) -разнотравные (*Chamerion latifolium*, *Geranium krilovii*, *Sanguisorba officinalis*) леса.

22<sup>1</sup>. Свежая гарь, зарастающая сорными травами.

Картографическое отображение современного состояния растительности помогает провести комплексную оценку ее состояния и дать обобщающую характеристику динамики растительного покрова и отдельных его элементов, прогнозировать дальнейшее развитие естественных процессов сообществ с учетом уже существующей антропогенной и естественной нагрузки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Александрова В.Д. Классификация растительности.Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. – Ленинград: Наука, 1969. – 275 с.
- 2.Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова Л.П. Картографическое изучение биоты. – Иркутск: Облмашинформ, 2002. – 160 с.
- 3.Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. – Новосибирск: Наука, 1979. – 190 с.

## РАЗМЕЩЕНИЕ КОМПЛЕКСА ЖУЖЕЛИЦ В АГРОЭКОСИСТЕМЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

**О. В. Соловченко**

*Российский государственный медицинский университет, Москва  
(Россия)*

*E-mail: olyasov@mail.ru*

Одним из важнейших элементов населения членистоногих в агроэкосистемах являются жужелицы, так как они по численности составляют значительную часть герпетобионтов. Среди жужелиц преобладают хищники с широким спектром жертв, поэтому они могут иметь большое значение как регуляторы численности членистоногих агроэкосистемы. Однако роль жужелиц в агроэкосистеме зависит от способности каждого вида заселять поле и от сезонной динамики их размещения, как на самом поле, так и вокруг него. *Агроэкосистемой* мы называем функциональную часть агроландшафта, в которую входят как само поле, так и тесно связанные с ним необрабатываемые обочины [1].

Наше исследование проведено в агроэкосистеме озимой пшеницы и примыкающих биотопах в Московской области (Солнечногорский район). Материал собирали с апреля по ноябрь 1998–2000 гг. стандартными методами почвенных ловушек и почвенных проб. Ловушки располагали линиями в центральной зоне поля (200 м от края), в краевой зоне (10 м от края), на обочине (необрабатываемой полосе травянистой растительности) и в примыкающих биотопах (на полях клевера, в смешанном лесу). Вблизи линий ловушек брали почвенные пробы.

В агроландшафте модельного района Московской области за весь период эксперимента нами выявлено 84 вида жужелиц, при этом максимальное число видов (74) выявлено на обочине поля. Эта тенденция выявляется как по данным ловушек, так и почвенных проб (табл. 1). Среди трофических группировок представители класса зоофагов существенно преобладали над миксофитофагами по видовому и численному обилию. Это подчеркивает важную роль жужелиц в регуляции численности населения беспозвоночных животных агроэкосистемы [2]. По биотопическому преферендуму выделено 9 экологических групп, что отражает разнообразие источников формирования населения жужелиц агроэкосистемы озимой пшеницы. Наибольшим количеством видов представлена лесная группа, а наибольшее численное обилие имеет лугово-полевая.

Одним из малоизученных вопросов размещения жужелиц в агроландшафте лесной зоны является их размещение в период зимнего покоя. Ранневесенние почвенные пробы на полях со всходами озимой пшеницы показали, что в агроэкосистеме озимой пшеницы большая часть имаго жужелиц зимует на обочинах поля и на залежных участках, где они находят

безопасные для перезимовки условия в густой дерновине, которая хорошо дренирует почву, сглаживает температурные колебания, препятствуя замораживанию (табл. 2).

**Таблица 1 – Размещение жужелиц в различных зонах агроэкосистемы озимой пшеницы суммарно за сезон, 1998 г.**

Место учета	Почвенные ловушки		Почвенные пробы	
	Число видов	Динамическая плотность (экз./10 ловушко-суток)	Число видов	Численность (экз./м <sup>2</sup> )
Центральная зона поля	34	27,9	8	4,9
Краевая зона поля	47	25,5	16	11,3
Обочина	59	17,9	33	13,0
Примыкающие биотопы:				
поле клевера	38	19,7	18	13,4
лес	29	7,9	5	3,4
Всего	66	21,3	42	10,5

**Таблица 2 – Численность имаго жужелиц (экз./м<sup>2</sup>) на поле со всходами озимой пшеницы по данным почвенных проб, 1999-2000 гг.**

Дата	Центральная зона поля	Краевая зона поля	Обочина	Залежный участок в центре поля
19.09.99	0	8	24	-
10.10.99	4	4	24	-
7.11.99	0	-	-	144
13.04.2000	44	28	120	-
0				

Таким образом, в Подмоскowie в агроэкосистеме озимой пшеницы большая часть имаго жужелиц зимует на обочинах поля и на залежных участках. От успешности зимовки жужелиц зависит заселение поля весной, а следовательно и их давление на насекомых — потенциальных вредителей агроэкосистемы озимой пшеницы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Types of spatial distribution of arthropods in different zones of crop fields and the adjoining biotopes / V. M. Afonina, W. B. Tshernyshev, R. R. Seyfulina, et al. // IOBC WPRS Bulletin. 2003. V.26, Iss.4, P.1-5.
2. Воронин К.Е. Энтомофаги основных вредителей пшеницы / К. Е. Воронин, Г. А. Пукинская, А. И. Лахидов // В кн.: Биоценоз пшеничного поля. М.: Наука, 1986. С. 66-80.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ИЗОЛИРОВАННЫХ КУЛЬТУР *AJUGA GENEVENSIS L*

**М. Т. Петросян, Н. Ж. Саакян, Дж. А. Агаджанян**  
*Ереванский государственный университет, Ереван (Армения)*  
*E-mail:physiol@ysu.am*

Получение биологически активных соединений из природных источников является одной из актуальных задач современной биоорганической химии и биотехнологии [1]. Поэтому использование клеточных культур растений для получения целого ряда экономически ценных метаболитов вторичного происхождения имеет огромное значение [2]. В настоящее время большой интерес представляют фитоэкдистероиды – полигидроксилированные стерины, структурно идентичные или подобные гормонам линьки и метаморфоза насекомых и обладающие анаболическим и адаптогенным действием на млекопитающих и человека [1, 9].

Имеющаяся литература указывает на высокую метаболическую активность рода *Ajuga* [3-8]. Учитывая эти данные, а также тот факт, что растения рода *Ajuga* широко используются как источник получения гидроксиэкдизона [10, 11], мы получили изолированные культуры некоторых принадлежащих к этому роду мало изученных видов, растущих в Армении, и находящихся широкое применение в народной медицине как противовоспалительные, противомаларийные, гемостатические, ранозаживляющие, противолихорадочные средства и содержащих такие биологически активные вещества, как иридоиды, флавоноиды, терпеноиды, стероиды, дубильные вещества, эфирные масла [12]. Располагая данными о химической природе, распространении экдистероидов в царстве растений, а так же о связи между первичным метаболизмом и синтезом экдистероидов в растениях [1], мы попытались выявить возможность содержания гидроксиэкдизона в полученной нами клеточной культуре *Ajuga genevensis L.* и изучить ее антибактериальную активность.

Каллусная культура живучки женеvской (*A. genevensis L.*) была получена на питательной среде Мурасиге–Скуга (МС) [13]. Дальнейший рост ткани поддерживался как на среде МС, так и на модифицированной нами среде. Антибактериальная активность определялась путем нанесения экстрактов каллусных тканей на газон тест–микроорганизма и измерением диаметров зон отсутствия роста, образовавшихся вокруг колодцев с экстрактом. Состав аминокислот определяли в интактном растении и в каллусной культуре на аминокислотном анализаторе (ААА Т-339 М).

Результаты тестирования каллусных культур, полученных нами из *A. genevensis L.*, произрастающей в окрестностях горы Арагац, показали, что они проявляли высокую антибактериальную активность в отношении раз-

личных грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов. Если диаметры зон отсутствия роста вокруг лунок с экстрактом интактного растения составляли около 1,5 см, то вокруг колодцев с экстрактом каллусной ткани они превышали 3 см.

Возможное содержание экдистероидов в данной культуре было выявлено определением состава свободных аминокислот, которые служат источником образования вышеназванных биологически активных веществ. По данным литературы, источниками ацетил-КоА, который является предшественником синтеза стероидов и экдистероидов, могут быть углеводы, жирные кислоты и аминокислоты. Ацетил-КоА через пировиноградную кислоту синтезируется из аланина, серина, цистина и цистеина [1].

В нашем опыте содержание аланина в каллусной ткани превышало его содержание в интактном растении почти в два раза и составляло 0,217 мг/г сухого веса. Содержание же серина в обоих образцах было очень высоким (в сравнении с литературными данными [1]) и составляло около 0,98 мг/г сухого веса. В каллусной культуре содержание пролина составляло 0,675 мг/г сухого веса, против 0,523 мг/г в интактном растении. Количество глицина в каллусной ткани также превышает его содержание в интактном растении. Разница отмечается также и в качественном составе свободных аминокислот: в интактном растении отсутствуют аспарагиновая кислота, треонин, глютаминовая кислота, валин, тогда как содержание их в каллусной культуре соответственно – 0,133; 0,026; 0,115 и 0,03 мг/г сухого веса.

В конечном итоге, общее содержание свободных аминокислот и в каллусной культуре и в интактном растении было довольно высоким, что позволило предположить наличие фитоэкдистероидов в данном растении. При этом их количество в 2 – 3 раза было выше в каллусной культуре по сравнению с интактным растением.

Таким образом, нами было установлено, что в каллусной культуре *A. genevensis* и в листьях интактного растения содержание свободных аминокислот было довольно высоким, при этом в каллусной ткани их количество было в несколько раз выше, чем в листьях интактного растения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сравнительный аминокислотный состав растений-продуцентов экдистероидов/ М. И. Алиева, О. А. Бездудная, С. О. Володина и др. // Химия растительного сырья. 2002. №1. С. 63-68.
2. Битченко Т.И., Синкевич Н. М., Юрин В.М.// Биотех. 2005, часть 1, стр. 114.
3. Dinan L., Whiting P., Bourne P., Coll J. // Insect Biochem Mol Biol. 2001 Oct; 31 (11): 1077-82.
4. Akbay P., Calis I., Heilmann J., Stricher O. - Z Naturforsch [c]. 2003 Mar-Apr; 58 (3-4): 177-80.

5. Fujimoto Y., Ohyama K., Nomura K., Hyodo R., Takahas V., Yamada J., Norisaki M. - *Lipids*. 2000 Mar; 35 (3); 279-88.
6. Chen H., Tan RX., Liu ZL., Zhao CY., Sun J. - *Acta Crystallogr. C*. 1997 Jun 15; 53 (60): 814-6.
7. Tang X., Chen H., Zhang X., Quan K., Sun M. - *J. Tradit Chin Med*. 1994 Mar; 14 (1); 10-3.
8. Cantrell CL., Rajab MS., Franzblau SG., Fronczek FR. - *Planta Med*. 1999 Dec; 65 (8);: 732-4.
9. Тимофеев Н.П. Активность экистероидов в биотестах, искусственных (компьютерных) моделях и живых системах. 2006, <http://www.ivtn.ru>. 44с.
10. Филиппова В.Н., Володина С.О., Смоленская И.Н., Зоринянец С.Э., Володин В.В. Экистероиды в культурах клеток *Serratula coronata* и *Ajuga reptans* // Химия растительного сырья. 2002, N 1. С. 57 – 62.
11. Колл Толедано Х. Ранее известные и вновь обнаруженные фитоэкистероиды у различных видов рода *Ajuga* // Физиология растений. – М., Наука, 1998, Т. 45, N 3. – С. 365 – 371.
12. Золотницкая С. Я. - Лекарственные ресурсы флоры Армении, том II, Ереван, 1965.
13. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. - Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений, Киев, 1980.

## ПТИЦЫ-ДУПЛОГНЕЗДНИКИ В ЗОНАХ С РАЗНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

**А. С. Ширпужева**

*Пермский госуниверситет, Пермь (Россия)*

*E-mail: shalyonka@yandex.ru*

Цель данной работы - сравнение репродуктивных показателей птиц-дуплогнездников, занимающих искусственные гнездовья на участках с разной степенью застройки.

Для привлечения птиц-дуплогнездников в г. Перми в 2001-2003 гг. были развешаны искусственные гнездовья типа «синичник». Гнездовья развешивались в линии по 20 и 50 шт через 20 – 25 м на высоте 4,5 м на 9 озелененных территориях. По характеру городской застройки были выделены следующие «зоны» [3]: 1 – «окраина» (Черняевский лес, Сосновый бор, парк отдыха «Балатово»; 2 – «свободная застройка» (Егошихинское кладбище, Южное кладбище, сад им. В.Л. Миндовского); 3 – «сплошная застройка» (парк им. А.М. Горького, Театральный сквер и сквер Декабристов). Всего было развешано около 500 гнездовий.

Материал был собран в мае-июле 2007 года. Проверка гнездовий проводилась раз в 10 дней, при этом фиксировалось наличие кладок, количество отложенных яиц, количество вылупившихся и вылетевших птенцов. Завершенной считалась кладка из 4 и более яиц для мухоловки-пеструшки (*Ficedula hipoleuca* Pall.) [2], 7 и более яиц для большой синицы (*Parus major* L.) и 3 и более яиц для полевого воробья (*Passer montanus* L.). В срав-

нительном плане для групп территорий, а так же внутри них оценивался успех размножения (УР) (с учетом разоренных и брошенных гнезд), успех выкармливания (УВ) (за исключением не инкубированных кладок), успех насиживания (УН). Значимость отличий определялась по U-критерию Манна-Уитни ( $p < 0.05$ ) с использованием программы Statistica 6.0. Всего под наблюдением находилось 48 гнезд большой синицы, 39 гнезд мухоловки-пеструшки и 135 гнезд полевого воробья.

Большая синица (БС). Наибольший размер кладки и наибольшее количество вылупившихся птенцов отмечено в биотопах, относящихся к 1-му типу застройки, эти же показатели достоверно ниже в биотопах 2-го типа (табл. 1). Во всех перечисленных случаях, показатели отдельно взятых территорий 2-ого типа застройки ниже, чем аналогичные значения на «окраинных» участках. Статистически значима разница между садом им. В.Л. Миндовского и Черняевским лесом (табл. 1). Количество вылетевших птенцов невысоко на всех участках независимо от типа застройки.

УН в группе с 1-м типом застройки достоверно выше, чем в группе со 2-типом. УВ выше на участках со «свободной застройкой», а общий УР практически не отличается на данных территориях (табл. 2). УН и УР на Егошихинском кладбище достоверно ниже в сравнении с показателями, отмеченными для Черняевского леса (табл. 2). По-видимому, в данном случае большое значение играет фактор беспокойства самки при насиживании кладки на территориях с большей степенью антропогенной нагрузки. Более высокий УВ птенцов на данных территориях, как и в случае с низким количеством вылетевших, определяется, по-видимому, тем, что выводок меньшего размера проще выкормить.

Мухоловка-пеструшка (МП). Максимальный размер кладки, количество вылупившихся и вылетевших птенцов отмечено в биотопах, относящихся к 1-му типу застройки, но значимо отличается только размер кладки в парке отдыха «Балатово» и на Егошихинском кладбище (табл. 1).

УР, УН и УВ также выше в биотопах 1-го типа застройки, но отличия значимы только для последнего показателя. Кроме этого, достоверно выше УВ в Черняевском лесу в сравнении с Южным и Егошихинским кладбищами, а так же в группе с 1-м типом застройки отличается УН для двух участков (табл. 2). Низкие значения этого показателя в Черняевском лесу определяются большим числом разоренных кладок, что, по-видимому, может являться косвенным подтверждением меньшей пригодности для гнездования хвойных лесов [4].

Полевой воробей. Отмечен на гнездовании только на участках относящихся ко 2-му и 3-му типам застройки, подверженных большему антропогенному воздействию. Наибольшие значения размера кладки, количества вылупившихся и вылетевших птенцов отмечено в биотопах, относящихся ко 2-му типу застройки (табл. 1).

**Таблица 1 - Размер кладки, количество вылупившихся и вылетевших птенцов большой синицы, мухоловки-пеструшки и полевого воробья на городских территориях с различным характером застройки**

Территория Вид	Размер кладки, М±m (n)			Кол-во вылупившихся птенцов, М±m (n)			Кол-во вылетевших птенцов, М±m (n)		
	БС	МП	ПВ	БС	МП	ПВ	БС	МП	ПВ
Парк отдыха «Балатово»	10,00±0,58 (6)	6,71±0,29* (7)	—	8,17±0,87* (6)	6,14±0,40 (7)	—	5,83±0,65 (6)	5,83±0,48 (6)	—
Черняевский лес	10,40±0,37* (15)	6,30±0,26 (10)	—	7,85±0,58* (13)	5,00±0,42 (8)	—	5,82±0,50 (11)	5,00±0,42 (8)	—
Сосновый бор	10,50±1,04 (4)	6,27±0,36 (11)	—	7,33±1,76 (3)	5,45±0,45 (11)	—	5,00±0,58 (3)	4,82±0,48 (11)	—
<b>Для группы I</b>	<b>10,3±0,05** (25)</b>	<b>6,43±0,05 (28)</b>	—	<b>7,78±0,09** (22)</b>	<b>5,53±0,11 (26)</b>	—	<b>5,55±0,11 (20)</b>	<b>5,22±0,11 (25)</b>	—
Южное кладбище	8,00±1,00 (2)	5,67±0,88 (3)	4,76±0,13 (29)	8 (1)	5,00±0,58 (3)	3,72±0,22 (29)	6 (1)	4,00±1,15 (3)	3,50±0,22 (29)
Егошихинское кладбище	9,33±0,42 (6)	5,20±0,73* (5)	4,90±0,31 (10)	5,33±1,45 (3)	5,25±1,11 (4)	4,00±0,37 (9)	4,00±1,00 (2)	3,75±1,03 (4)	3,40±0,52 (10)
Сад им. В,Л, Миндовского	9,20±0,46* (15)	7±0 (3)	5,05±0,16 (22)	6,00±0,65● (11)	5,00±1,00 (2)	4,45±0,31 (20)	5,50±0,48 (10)	4,50±1,50 (2)	4,42±0,33 (19)
<b>Для группы II</b>	<b>8,84±0,15** (23)</b>	<b>5,95±0,28 (11)</b>	<b>4,90±0,02 (61)</b>	<b>6,44±0,36** (15)</b>	<b>5,08±0,05 (9)</b>	<b>4,06±0,05 (72)</b>	<b>5,17±0,29 (13)</b>	<b>4,08±0,13 (9)</b>	<b>3,80±0,07 (72)</b>
Парк им. А,М, Горького	—	—	4,52±0,14 (44)	—	—	3,58±0,18 (43)	—	—	3,53±0,18 (43)
Сквер Декабристов	—	—	4,50±0,27 (16)	—	—	3,75±0,33 (16)	—	—	3,69±0,34 (16)
Театральный сквер	—	—	4,71±0,34 (14)	—	—	4,00±0,44 (13)	—	—	3,61±0,33 (13)
<b>Для группы III</b>	—	—	<b>4,58±0,01 (74)</b>	—	—	<b>3,78±0,02 (58)</b>	—	—	<b>3,61±0,01 (58)</b>

Примечания: \*- достоверные отличия между биотопами по U-критерию Манна-Уитни (●- биотоп, отличающийся от других); \*\*- достоверные отличия между группами биотопов по U-критерию Манна-Уитни; — -отсутствие случаев гнездования на данной территории.

УН, УВ и УР выше на территориях, отнесенных к 3-му типу застройки. Достоверно выше УВ в парке им. А.М. Горького по сравнению с Егосихинским кладбищем и Театральным сквером (табл. 2). По-видимому, более высокие показатели в 3-м типе застройки определяются особенностями вида. Так, на фоне отсутствия конкурентов и хищников в сильно урбанизированной среде, меньший размер кладки является дополнительным фактором, повышающим успех выкармливания. Наличие легкодоступного корма на территориях с более высокой антропогенной нагрузкой дает дополнительные преимущества этому синантропному виду.

**Таблица 2 - Успех насиживания, выкармливания и размножения большой синицы, мухоловки-пеструшки и полевого воробья на городских территориях с различным характером застройки**

Территория	УН, % (n)			УВ, % (n)			УР, % (n)		
	БС	МП	ПВ	БС	МП	ПВ	БС	МП	ПВ
Парк отдыха «Балатово»	82,80* (6)	91,02* (7)	—	73,98 (6)	83,33 (7)	—	59,39* (6)	74,69 (7)	—
Черняевский лес	65,50* (15)	65,24* (10)	—	67,92 (13)	100,00● (8)	—	39,73* (15)	65,24 (10)	—
Сосновый бор	49,91 (4)	86,11 (11)	—	74,17 (3)	90,55 (11)	—	35,40 (4)	77,09 (11)	—
<b>Для группы I</b>	<b>66,07** (25)</b>	<b>80,79 (28)</b>	—	<b>72,02 (22)</b>	<b>91,30** (26)</b>	—	<b>44,84 (25)</b>	<b>72,34 (28)</b>	—
Южное кладбище	88,89 (1)	89,68 (3)	78,16 (29)	75,00 (1)	76,67* (3)	96,72 (29)	66,67 (1)	67,46 (3)	75,06 (29)
Егосихинское кладбище	40,00● (4)	73,33 (5)	84,17 (10)	100,00 (2)	77,98* (4)	82,83* (10)	20,00● (4)	55,71 (5)	71,17 (10)
Сад им. В.Л. Миндовского	54,52 (14)	47,62 (3)	79,32 (22)	79,55 (11)	87,50 (2)	94,00 (20)	46,42 (14)	42,86 (3)	74,77 (22)
<b>Для группы II</b>	<b>61,14** (19)</b>	<b>70,21 (11)</b>	<b>80,55 (61)</b>	<b>84,85 (14)</b>	<b>80,71** (9)</b>	<b>91,19 (59)</b>	<b>44,36 (19)</b>	<b>55,34 (11)</b>	<b>73,67 (61)</b>
Парк им. А.М. Горького	—	—	78,26 (44)	—	—	99,07● (43)	—	—	77,35 (44)
Сквер Декабристов	—	—	82,92 (16)	—	—	98,44 (16)	—	—	81,35 (16)
Театральный сквер	—	—	81,60 (13)	—	—	93,63* (13)	—	—	75,64 (13)
<b>Для группы III</b>	—	—	<b>80,93 (73)</b>	—	—	<b>97,04 (72)</b>	—	—	<b>78,11 (73)</b>

Примечания см. табл. 1

Таким образом, можно отметить, что виды птиц-дуплогнезdnиков по-разному реагируют на уровень антропогенной нагрузки. Значения репродуктивных параметров в большей степени зависят от степени урбанизированности территории, чем от типа биотопа, как отмечено ранее для Южной Карелии [1] и Ильменского заповедника [2]. Значения всех показателей практически во всех случаях ниже на территориях с более высоким уровнем застройки. Успех выкармливания отчасти определяется количеством вылупившихся птенцов и мало зависит от участка гнездования. Исключением является полевой воробей в силу своей привязанности к человеческому жилью.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зимин В.Б. Экология размножения мухоловки-пеструшки в южной Карелии // *Экология*, 1972. № 5. С. 23-29.
2. Зубцовский Н.Е., Васильева Г.Е., Петрова Т.Г. К экологии гнездования мухоловки-пеструшки в Ильменском заповеднике // *Фауна и экология животных УАССР и прилежащих районов: Межвуз. сб. науч. трудов. Ижевск, 1981. С. 57-66.*
3. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. М.: Мир, 1990. 246 с.
4. Мальчевский А.С., Пукинский Ю.Б. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий: История, биология, охрана. Т.2. В 2-х томах. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 504 с.

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ВОДООХРАННЫХ ЗОНАХ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОПАРКА «СТРИГИНСКИЙ БОР» В ГОРОДЕ Н.НОВГОРОДЕ)

**М. В. Сидоренко, В. П. Юнина**

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

Стригинский бор – лесопарк, расположенный в водоохранной зоне р.Оки на территории г.Н.Новгорода. Это довольно большой по площади (179 га) лесной массив с преобладанием сосновых насаждений, находящийся в ведении Нижегородского лесхоза. Геоморфологически Стригинский бор приурочен ко второй надпойменной террасе, осложненной дюнными образованиями. Почвы Стригинского бора дерново-подзолистые, в основном песчаные. Они сформированы под сосновыми лесами на древне-аллювиальных породах. В растительном покрове преобладают сосновые леса, представленные несколькими типами. Это – боры лишайниковые (беломошные), зеленомошные, вейниковые, орляковые и др. Все эти типы близки по строению древостоя, но различаются по составу травяно-кустарничкового яруса и мохово-лишайникового покрова, местоположению в рельефе. Данный лесной массив является местом отдыха жителей г.Н.Новгорода и испытывает значительные рекреационные нагрузки. В связи с этим на территории Стригинского бора были проведены исследования состояния лесов, в том числе рекреационной измененности.

В результате интенсивных рекреационных нагрузок в Стригинском бору подлесок и подрост несколько повреждены и изрежены. Происходит вытаптывание травяного покрова, наблюдается пониженная жизненность лесных видов трав и кустарничков, появление, а в некоторых случаях – преобладание сорно-луговых растений на общем фоне лесного покрова;

изреживание мохово-лишайникового яруса. Это соответствует II-III стадиям дигрессии. Наблюдается разрыхление песчаных и супесчаных почв.

По данным исследований состояния лесонасаждений Стригинского бора рассчитаны индекс рекреационной измененности лесов (по методике И.В.Эмсиса) и класс их биологической устойчивости (по методике Е.Г.Мозолева). Индекс рекреационной измененности учитывает состояние древостоя, степень оголенности почвы, повреждение подроста и подлеска и другие показатели. Нами установлено, что значительная часть лесных экосистем имеет среднюю степень измененности (40% территории) со значениями индекса от 1,52 до 1,82 и высокую степень измененности (20% территории) со значением индекса от 1,83 до 2,44.

Для древесного яруса был рассчитан индекс лесопатологического состояния и определены классы биологической устойчивости. Большая часть насаждений (75%) имеют лесопатологический индекс в интервале - 4-7, т.е. характеризуется нарушенной биологической устойчивостью. Эти насаждения имеют замедленный прирост, размер усыхания превышает нормальный, окраска хвои изменена, высока доля суховершинных и ослабленных деревьев.

Между индексом рекреационной измененности и стадией дигрессии установлена высокая степень корреляции (коэффициент ранговой корреляции Спирмена). Для каждой стадии дигрессии лесов определены величины индекса рекреационной измененности: I стадия – 0,91-1, II стадия – 1,34-1,83, III стадия – 1,87-2,38.

Сохранение лесных массивов Стригинского бора имеет важное научное и природоохранное значение. Большую часть его территории занимают сильно нарушенные лесные экосистемы. Отсюда – необходимость снижения рекреационного прессинга на данный лесной массив.

Для улучшения состояния лесных насаждений, а также в целях создания условий для полноценного отдыха в зонах активной рекреации, необходимо выполнить комплекс мероприятий, включающих как лесохозяйственные работы, так и благоустройство территории.

## **ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОЕМОВ ГОРОДА ИШАМА**

**А. С. Красненко**

*Ишимский государственный педагогический институт имени П.П. Ершова, Ишим (Россия)*

Материалом для работы послужили результаты полевых исследований, проведенных в течение летних полевых сезонов 2003 - 2007 гг. на юге

Тюменской области, в окрестностях города Ишима (старицы: Ишимчик, Карнаушиха и Подкова, очистные сооружения). По результатам проведенных исследований нами был составлен видовой список беспозвоночных обитающих в водоемах города. Наиболее широко представлен тип членистоногие, класс насекомые включающий 7 отрядов 55 видов. Наибольшим видовым разнообразием обладает отряд стрекозы 8 семейств 27 видов.

В старице Ишимчик нами было зарегистрировано 37 видов относящихся к 4 типам. Большинство видов представители типа членистоногие класса насекомые. Но наибольшая выборочная доля среди всех гидробионтов приходится на моллюсков (*Anisus vortex* - P = 17,97%; *Bithynia tentaculata* – P = 10,68; *Sphaerium rivicola* - P = 10,41% ), хотя в видовом составе данная группа представлена 13 видами. Исходя из данных о видовом составе гидробионтов данный водоём можно отнести к  $\beta$ - $\alpha$  мезосапробным, хотя и имеющем загрязнение, поступающих извне в результате хозяйственной деятельности человека. Искусственные загрязнения постепенно приводят к изменению сапробности воды, но в настоящее время рано ещё говорить о существенном загрязнении данной старицы, но очистка водоема необходима уже сейчас. Об этом говорит и оценка данного водоема по шкале Вудвисса, 4 балла из 10 возможных.

В старице Карнаушиха было зарегистрировано 30 видов гидробионтов причем наибольшей численностью обладают представители класса насекомые отряда полужескоккрылые (*Naucoris cimicoides* – P = 37,98%), а моллюски практически не представлены. Исходя из данных о видовом составе гидробионтов, данный водоём можно отнести к  $\alpha$  мезосапробным. Загрязнения в результате деятельности человека сводятся в основном к органическим, что конечно может привести к изменению сапробности воды. Но в настоящее время говорить о загрязнении данной старицы практически не приходится, так как водоем справляется с антропогенным прессом. Этот водоем по шкале Вудвисса оценен в 4 балла, что говорит о средней степени загрязнения.

Видовой состав очистных сооружений сравнительно беден 22 вида, что позволяет отнести его к  $\beta$  мезосапробным, об этом же говорит относительно большая численность таких индикаторных видов как *Chironomus sp.* – P = 13,73% и *Enallagma cyathigerum* – P = 26,47%. Данный водоем не справляется с антропогенным прессом и постепенно утрачивает возможность к самоочищению. Эта старица по индексу Вудвисса оценена нами в 4 балла.

Видовой состав старицы Подкова не богат - 24 вида, но наличие некоторых индикаторных видов позволяет отнести его к  $\beta$  мезосапробам, так о качестве воды говорит наличие личинок крупных стрекоз и личинок поденок. Загрязнения сводятся в основном к загрязнению органическим мусором, что может привести к изменению сапробности воды. Но в настоящее время говорить о загрязнении данной старицы практически не приходится,

так как водоем справляется с антропогенным прессом. Данный водоем наиболее чистый из всех рассмотренных нами. Сходные результаты дает индекс Вудвисса, равен 6 баллам.

Таким образом, фаунистический список гидробионтов в водоемах города Ишима насчитывает 77 видов. Сообщества из разных районов исследования (водоемов) отличаются видовым составом и относительной численностью животных, что в определенной степени обуславливается разным характером и силой антропогенной нагрузки. Антропогенная трансформация местообитаний ведёт к сокращению видового разнообразия. Гидробиологический анализ позволяет в достаточно короткие сроки получить характеристику водоема по степени загрязнения и оценить возможность водоема к самоочистке. Требуется принятие срочных мер по очистке, старицы Ишимчик и Очистные. И принятие мер по сохранению старицы Подкова.

## **ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕДИ НА ФЕНОЛОКСИДАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ И РАЗВЕТВЛЕННОСТЬ МИЦЕЛИЯ TRICHODERMA VIRIDAE**

**И. В. Стручкова, М. А. Корнилова**

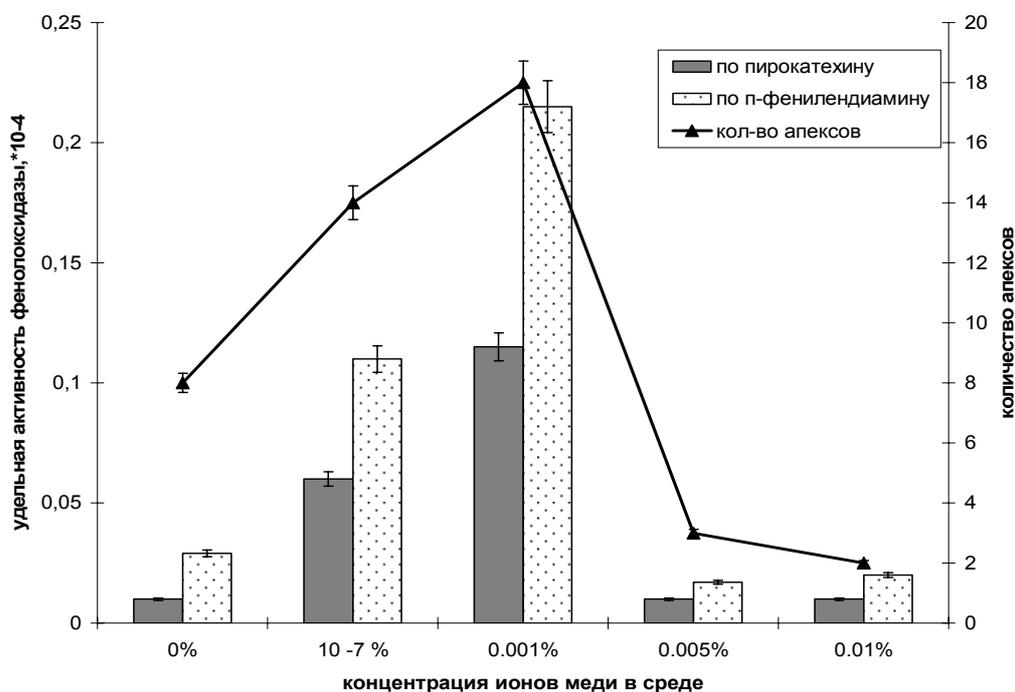
*Нижегородский государственный университет им.  
Н.И.Лобачевского, Нижний-Новгород (Россия)*

Микроскопические грибы рода *Trichoderma* являются известными деструкторами лигноцеллюлозных субстратов. Разрушение этих материалов идет под воздействием выделяемых грибом ферментов целлюлазного комплекса, а также фенолоксидаз. Ранее для штамма *Trichoderma viridae* ВКМ – F1117 нами была показана прямопропорциональная зависимость одной из морфологических характеристик гриба (фрактальной размерности) и целлюлазной активности [1]. Целью работы, описываемой ниже, было сопоставление влияния различных концентраций ионов меди на фенолоксидазную активность штамма *Trichoderma viridae* ВКМ – F1117 и на морфологический показатель – число апексов в колонии гриба.

Для исследования фенолоксидазной активности гриб выращивали на качалках ( $t = 28 \pm 2^\circ\text{C}$ , 200 об/мин) на жидкой питательной среде Чапека-Докса с различной конечной концентрацией в ней ионов меди (0%,  $10^{-7}$  %, 0,001%, 0,005%, 0,01%  $\text{CuSO}_4$ ). Активность фенолоксидазы определяли спектрофотометрически по окислению пирокатехина (при  $\lambda = 410$  нм) и п-фенилендиамина (при  $\lambda = 508$  нм). За условную единицу активности фермента (ЕА) принимали приращение оптической плотности в 1 мл реакционной смеси, пересчитанной на 1 мг вносимого белка. Число апексов под-

считывали вручную по микрофотографиям моноспоровых колоний гриба, росших на агаризованной среде Чапека-Докса в течение 24 часов.

Результаты представлены на рис. 1.



**Рисунок 1 – Влияние различных концентраций ионов меди на активность фенолоксидазы и число апексов *Trichoderma viridae***

В ходе работы было отмечено, что п-фенилендиамин является более предпочтительным субстратом для фенолоксидазы, чем пирокатехин: активность фенолоксидазы по отношению к п-фенилендиамину в 3–4 раза превышала соответствующие значения по пирокатехину.

Установлено, что увеличение концентрации ионов меди до 0,001% приводит как к росту активности фенолоксидазы, так и числа апексов, но при возрастании концентрации металла оба показателя резко снижаются.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стручкова И.В., Иузин Д.И., Каравайкин Д.А. Фрактальная размерность колоний микодеструктора: влияние метода культивирования и связь с целлюлазной активностью//Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Выпуск 1 (11), 2006.
2. Assavanig A., Amornkitticharoen B., Ekpaisal N., Meevootisom V. Isolation, characterization and function of laccase from *Trichoderma*//Appl Microbiol Biotechnol. 1992. V.38. P.198-202.

## **ВКЛЮЧЕНИЕ C<sup>14</sup> ИЗОТОПА ГЛЮКОЗЫ В СОСТАВ ЛИПИДОВ МИОКАРДА КРЫС В УСЛОВИЯХ ОСТРОЙ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ**

**М. Б. Белякова, Д. В. Лещенко, Ю. Н. Боринский**

*Тверская государственная медицинская академия, Тверь (Россия)*

*E-mail: MayaBe@yandex.ru*

Миокард характеризуется активным аэробным катаболизмом, преобладающим субстратом окисления которого являются жирные кислоты. В условиях гипоксии сердечная мышца переключается на глюкозу, и преимущественным путем получения энергии становится гликолиз. Это вызывает восстановление пула НАД и накопление лактата. Влияние гипоксии на липиды миокардиоцитов связывают в основном с процессами перекисного окисления, разрушением фосфолипидов и накоплением продуктов их гидролиза, то есть с повреждением мембран [1]. Отмечающееся в ряде экспериментальных работ увеличение количества триглицеридов и эфиров холестерина рассматривают как защиту клетки от детергентного действия свободных жирных кислот, образующихся при разрушении мембран [2,4]. Необходимость связывания жирных кислот в депозитных липидах может, однако, возникать по совершенно другой причине, имеющей отношение к усилению гликолиза. Недостаток окислительных эквивалентов и избыток восстановительных, вероятно, способен вызывать активацию синтеза жирных кислот, чтобы таким путем в конечном итоге регенерировать окисленную форму НАД, необходимого для протекания гликолиза, и избежать значительного накопления лактата, вызывающего ацидоз. Роль жирных кислот как акцепторов электронов гликолитического окисления не доказана, но введение радиоактивно меченой глюкозы животным перед экспериментальной гипоксией и последующий анализ липидов миокарда позволит показать, увеличивает ли гипоксия синтез липидов из метаболитов глюкозы и возможен ли предложенный адаптивный механизм.

Целью работы являлось изучение влияния гипоксии на включение меченых углеродных атомов глюкозы в состав общих липидов миокарда крыс.

Острую гипоксию у животных создавали барокамерным методом в течение 1,5 часов на высоте 10.500 м при давлении, соответствующего высоте. За 30 мин до острой гипоксии все крысы получали инъекцию C<sup>14</sup> глюкозы. Контрольные животные после инъекции радиоактивной метки находились в обычных условиях. Сразу после гипоксии крыс умерщвляли эфирным наркозом, из каждого животного выделяли два препарата миокарда. Один образец ткани анализировали сразу, другой - после инкубации в физиологическом растворе в течение 10 мин при температуре 37<sup>0</sup>С. Модель инкубации *in vitro* срезов ткани позволяет до некоторой степени ими-

тировать возврат к нормоксии и нормализацию ацидоза внеклеточной среды, и таким образом изучить постгипоксические перестройки липидов. Экстракцию проводили по методу Блайя и Дайера [3], фракционирование - методом хроматографии на силикагеле. Включение меченых атомов в состав общих липидов регистрировали при помощи сцинтилляционного счета.

Результаты исследований изменений содержания общих липидов и их радиоактивности представлены в таблице 1. Выявленные в ходе эксперимента различия в содержании общих липидов в миокарде контрольных крыс и животных, переживших гипоксию, не подтверждаются статистическим методом, и после 10 мин инкубации срезов ткани изменений также не отмечено. Однако анализ радиоактивности липидов показал, что гипоксия вызвала двукратное увеличение меченых  $C^{14}$ -атомов в составе общих липидов миокарда крыс по сравнению с контролем. После 10 минут инкубации активность липидов сохраняется на прежнем уровне.

**Таблица 1 – Содержание общих липидов миокарда крыс и их активность при гипоксии и после 10 минут инкубации ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Время инкубации	Группа животных	Содержание общих липидов, мг%	Активность изотопа $C^{14}$ , имп/мин в 1 мг липидов
0 мин	контроль	2375,5 ± 227,8	198,8 ± 37,0
	гипоксия	2129,1 ± 254,5	396,5 ± 36,8*
10 мин	контроль	2390,1 ± 286,8	198,9 ± 48,5
	гипоксия	2451,6 ± 144,8	412,1 ± 13,3*

*Примечание: \* - достоверно по сравнению с таким же сроком в контроле*

Исследование включения меченых  $C^{14}$  атомов глюкозы в отдельные липидные фракции показало (табл. 2), что наиболее значительное число сцинтилляционных вспышек отмечалось при исследовании фосфолипидов (ФЛ) и триглицеридов (ТГ), и полное их отсутствие – при анализе свободных жирных кислот (СЖК) и эфиров холестерина (ЭХ).

Для изучения вклада отдельных фракций в радиоактивность липидного экстракта были проанализированы фракции общих липидов во всех группах препаратов. Показано, что после гипоксии липидная композиция фракций миокарда почти сохранилась, исключение составляет повышенное содержание диглицеридов (ДГ).

В ходе инкубации (10 мин) в миокарде животных после гипоксии достоверно снизился уровень ФЛ. Контрольные и гипоксические препараты значительно отличаются по содержанию фракций после инкубации, чем до нее – в инкубированных после гипоксии препаратах достоверно ниже процент ФЛ и выше содержание ДГ, ТГ, СЖК, чем в препаратах, ин-

кубированных без предшествующей кислородной недостаточности. Рассматривая результаты анализа данных по радиоактивности фракций, можно отметить, что холестерин (Х) не был радиоактивен в контрольных образцах, но гипоксия привела к включению в его состав меченого изотопа.

**Таблица 2 – Относительное содержание липидных фракций и их относительная радиоактивность (в % от суммы фракций) в миокарде контрольных и «гипоксических» крыс до и после инкубации (M ± m, n=3)**

Фракции		Контроль		Гипоксия	
		Относи-тельное содержание, %	Относи-тельная активность, %	Относи-тельное содержание, %	Относи-тельная активность, %
ФЛ	0 мин	56,8±3,7	77,8±12,8	54,9±1,5	59,2±11,9
	10 мин	58,1±2,1	67,7±9,6	*46,0±1,0*	43,8±8,0
ДГ	0 мин	2,9±0,4	0	4,9±0,6*	5,1±2,9
	10 мин	3,1±0,2	18,6±10,7	6,1±0,5*	4,5±2,6
Х	0 мин	6,0±0,2	0	7,2±0,5	12,7±3,9*
	10 мин	*7,0±0,4	0	7,9±0,6	13,7±4,0*
СЖК	0 мин	6,0±0,6	0	9,0±1,2	0
	10 мин	6,6±0,5	0	9,1±0,3*	0
ТГ	0 мин	5,1±0,5	22,2±12,8	5,8±0,5	23,0±7,2
	10 мин	5,4±0,3	13,7±7,9	6,7±0,3*	38,0±4,0*
ЭХ	0 мин	23,3±2,2	0	18,2±1,3	0
	10 мин	19,9±1,6	0	24,2±2,3	0

*Примечание: \* справа - достоверна разность по сравнению с контролем, \* слева - по сравнению с исходным состоянием (0 мин).*

Достоверно значимые различия радиоактивности фракций отмечены между инкубированными препаратами. Если активность изотопа в холестериновой фракции оставалась после инкубации на прежнем уровне, то тенденция к небольшому увеличению после инкубации содержания ТГ сочеталась со значительным приростом радиоактивности этой фракции в инкубированных гипоксических препаратах с одновременным снижением ФЛ. Не отмечено включение радиоактивной метки в СЖК и ЭХ. Включение метки в холестерин наблюдалось только после гипоксии.

Острая гипоксия не изменяла концентрацию общих липидов, но значительно увеличила содержание радиоактивных изотопов углерода в их составе. Это согласуется с литературными данными о переключении миокарда на глюкозу как субстрат окисления в условиях гипоксии [1]. Инкубированные образцы проявляли такую же радиоактивность. Видимо, деградация и синтез липидов из радиоактивного материала находятся в равновесии, либо деградация в такой короткий срок незначительна. Появление атомов углеродного скелета глюкозы в составе липидов возможно за счет включения его в состав глицеролсодержащих липидов через глице-

рол-3-фосфат, который может синтезироваться из продуктов гликолиза. Другим вариантом включения изотопа в ФЛ и ТГ является синтез ацил-КоА из радиоактивного ацетил-КоА.

Распределение меченых  $C^{14}$  атомов глюкозы между отдельными липидными фракциями можно объяснить активным синтезом ФЛ и ТГ в миокарде. Отсутствие включения изотопа во фракции ЭХ и СЖК сочетается с отмеченной для препаратов миокарда двух крыс слабой радиоактивности холестерина, что указывает на включение атомов глюкозного скелета в состав Х через образование ацетил-КоА, причем, видимо, только в функционально активный пул общего холестерина, не затрагивая депонированный.

Отличия между контрольными и гипоксическими препаратами по содержанию фракций, появившиеся после инкубации, могут быть связаны с трансацилазными перестановками ФЛ-ТГ, ФЛ-ЭХ а также с деградацией мембранных липидов, что весьма вероятно в условиях переживания после гипоксии [2]. Считается, что эстерификация является защитным механизмом утилизации СЖК, накапливающихся при разрушении ФЛ [5].

Анализируя данные по сцинтилляционной активности липидов инкубированных препаратов, можно предположить дрейф изотопной метки из ФЛ в ТГ через образование ДГ, также нельзя исключать образование ТГ из меченых триоз и ацетил-КоА. Отсутствие радиоактивной метки в СЖК и до, и после инкубации может объясняться их катаболическим происхождением. Возможно, именно свободные жирные кислоты депонируются в составе ЭХ, так как эта фракция тоже не содержала радиоактивные изотопы.

Таким образом, под влиянием гипоксии наиболее явно возросло содержание изотопа во фракции ТГ, что может быть следствием адаптивного усиления синтеза ацил-КоА и дальнейшего депонирования остатков ЖК в молекулы ТГ. Появление изотопа в составе холестерина, наблюдавшееся только после гипоксии, указывает на накопление радиоактивного ацетил-КоА при снижении скорости ЦТК в условиях дефицита кислорода. Возможно, синтез Х также служит для окисления НАДН<sub>2</sub> и утилизации лактата, чтобы поддержать гликолиз.

Выводы:

1) активность изотопа  $C^{14}$  в составе общих липидов в 2 раза выше в миокарде крыс, испытавших гипоксию, по сравнению с контролем;

2) включение радиоактивной метки в углеродный скелет отдельных фракций липидов миокарда происходило неравномерно, изотопы появлялись главным образом в составе ФЛ и ТГ, причем радиоактивность ТГ оказалась больше, чем ФЛ, по отношению к массе фракции;

3) в препаратах миокарда, проанализированных сразу после гипоксии, отмечено включение радиоактивной метки в состав холестерина, не происходившее в контроле;

4) в препаратах, инкубированных после гипоксии, радиоактивность ТГ была выше, чем после контрольной инкубации, так же, как и их содержание, причем сопровождаясь уменьшением фракции ФЛ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меерсон Ф. З., Малышев И. Ю. Феномен адаптационной стабилизации структур и защита сердца. М., 1993. С. 127-135.
2. Сергеев С. А., Грибанов Г. А. Характеристика липидного спектра сердечной мышцы крыс при гипоксической гипоксии // Косм. биол. и авиакосм. мед. 1981. Т. 15. №6. С. 71-74.
3. Bligh E., Dyer W.A. A rapid method of total lipid extraction and purification// Can. J. Biochem. 1959. V. 37. № 8. P. 911-917.
4. Giordano F.J. Oxygen, oxidative stress, hypoxia, and heart failure// J. Clin. Invest. 2005. V.115(3). P.500-508.
5. Jenco J. M., Rawlingson A., Daniels B. Regulation of phospholipase D: Selective inhibition of mammalian phospholipase D isoenzymes by R-synucleins // Biochemistry. 2002. V. 37. P. 4901-4909.

## ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МУХОЛОВКИ-ПЕСТРУШКИ (*FICEDULA HYPOLEUCA* Pall.) И БОЛЬШОЙ СИНИЦЫ (*PARUS MAJOR* L.) В ГОРОДЕ ПЕРМИ

**Е. А. Шайхуллина**

*Пермский государственный университет, Пермь (Россия)*

*E-mail: Elena.shaikhullina@psu.ru*

Размножение птиц связано с наступлением благоприятных погодных условий, ухудшение которых сразу же сказывается как на сроках гнездования, так и на ходе размножения в целом [1]. Данная работа рассматривает подобную зависимость у мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*) и большой синицы (*Parus major*) в городе Перми.

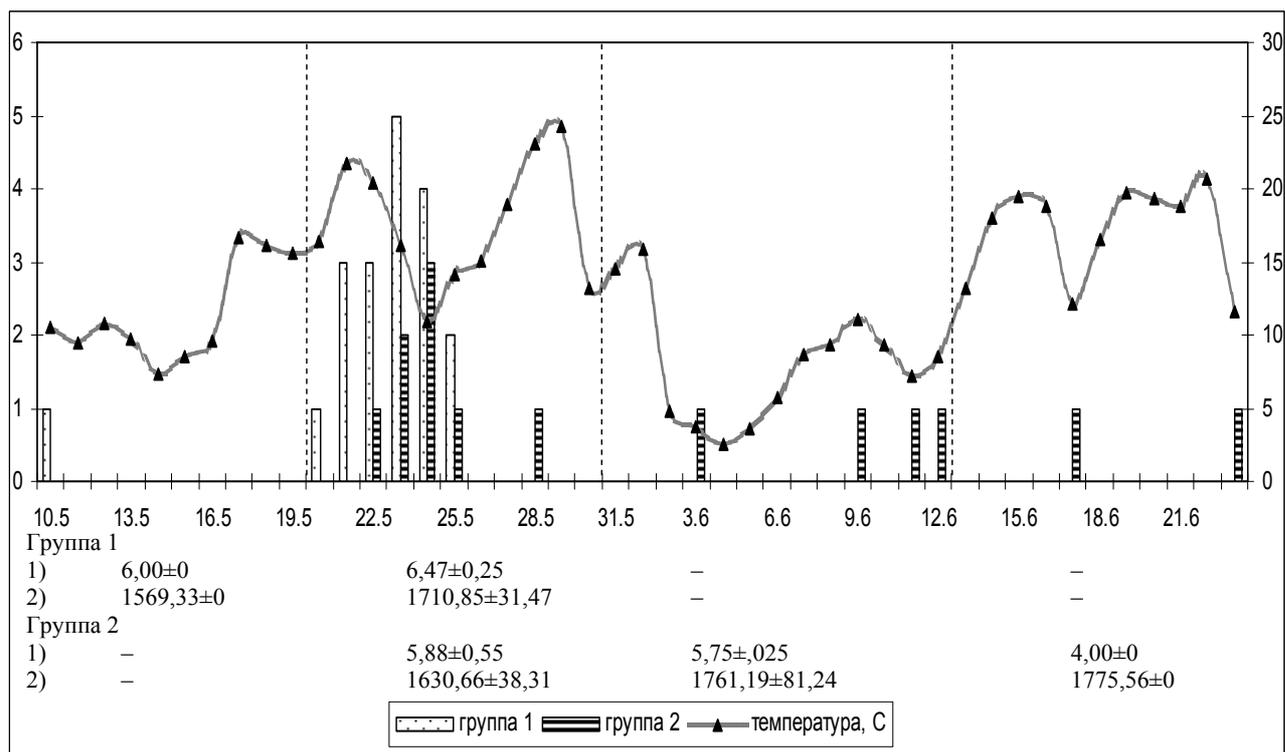
Для этого с апреля по июль 2007 года проводились исследования на территории лесного массива «Черняевский лес» (637,0 га), парка культуры и отдыха «Балатово», расположенного на территории «Черняевского леса» (270 га), лесопарка «Сосновый бор» (120 га), сада им. В. Л. Миндовского (10,7 га), Егошихинского кладбища (20 га), Южного кладбища (43 га), городского парка им. А. М. Горького (10,5 га), сада Декабристов (1,3 га), Театрального сквера (4,1 га). Нами использовались данные только с первых шести территорий, поскольку последние три были заселены полевым воробьем (*Passer montanus* L.). Н. Ф. Мильков (1973) и Ю. И. Гниненко (1975) предлагают классификацию ландшафтов населенных пунктов, в соответствии с которой Сосновый бор, Черняевский лес и парк «Балатово»

можно отнести к садово-парковому типу городских ландшафтов (группа биотопов 1), а остальные территории (оба кладбища и сад) соответствуют многоэтажному типу (группа биотопов 2). Другими критериями для объединения биотопов в определенные группы послужили такие параметры как занимаемая площадь и степень рекреационной нагрузки.

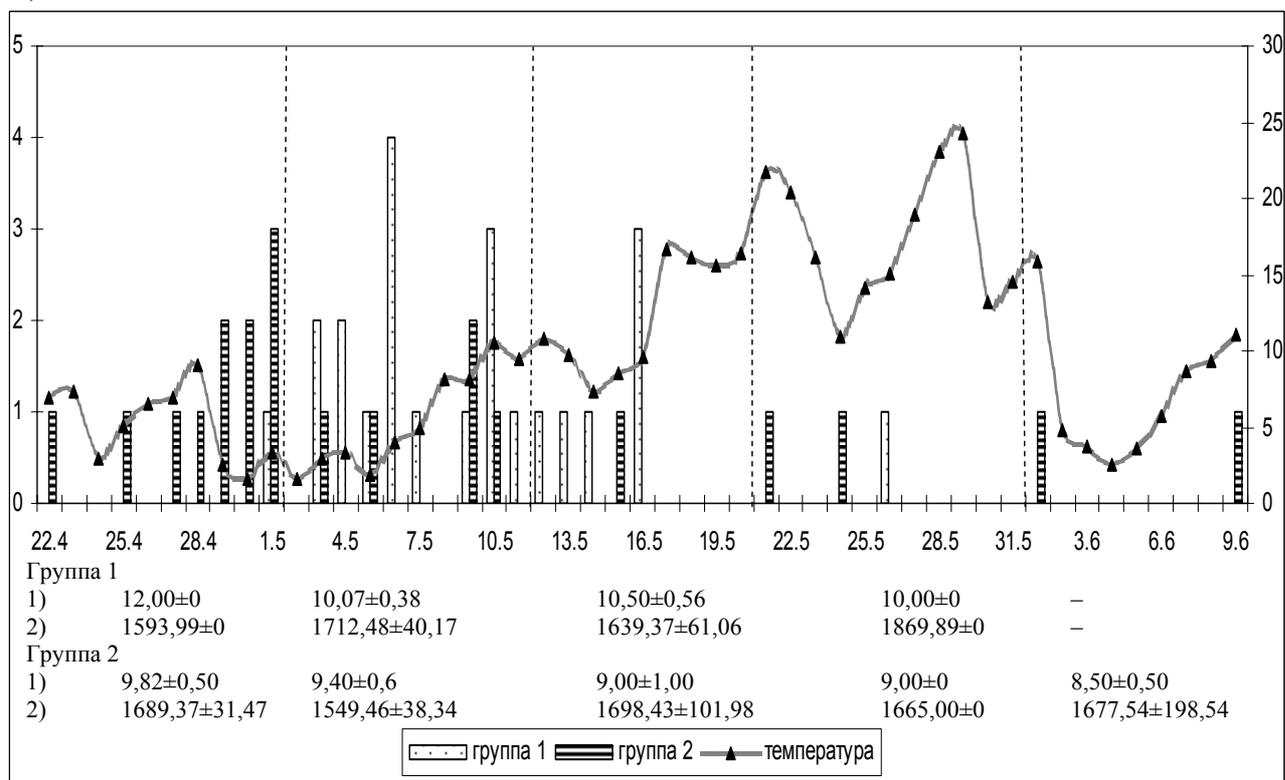
Всего под наблюдением находилось 375 дуплянок. Искусственные гнездовья проверялись раз в декаду. При этом фиксировалось наличие и размер кладки, производились промеры некоторых оомерических параметров (длина и диаметр яиц). Затем по полученным данным высчитывался объем по формуле:  $V = 0.51 \times L \times B$ , где  $V$  – объем,  $L$  – длина,  $B$  – диаметр [5]. Дата откладки первого яйца определялась из предположения, что мухоловка-пеструшка и большая синица откладывают по одному яйцу в день.

Сезон размножения был разделен на несколько периодов. 10 мая (у мухоловки) и 22 апреля (у синицы) являются самыми ранними датами откладки первого яйца. Из рисунка можно видеть, что почти все (18 из 19) мухоловки первой группы биотопов начали свои кладки в период с 20 мая по 2 июня. Птицы второй группы территорий в целом начали размножение позже (только во второй период), но сезон у них длился дольше (до 23 июня). Число кладок у данной группы птиц уменьшалось к концу сезона. У первой группы мухоловок отмечается увеличение, как среднего размера кладки, так и среднего объема яиц к концу сезона размножения. Для птиц второй группы характерна тенденция к уменьшению размера кладки и увеличению среднего объема яиц к концу сезона. Полученные данные согласуются с ранее опубликованными: число яиц в кладке уменьшается от начала к концу сезона [1].

Сроки размножения большой синицы на разных группах территорий несколько отличаются. Большая часть кладок у первой группы особей (15 из 23) была отложена в период со 2 по 11 мая, в то время как 11 из 21 кладок второй группы была отложена в более ранний период времени (с 22 апреля по 1 мая). Средний размер кладки во второй группе уменьшается к концу сезона, при этом минимальный размер кладки в обеих группах наблюдается в конце сезона, что совпадает с данными, полученными Г. Н. Лихачевым (1953): для поздно размножающихся особей характерен наименьший размер кладки. Наибольший объем яиц в первой группе отмечен в период с 22 по 31 мая, но в этот период была зарегистрирована только 1 кладка, вероятно, такая большая величина объема яиц может быть вызвана индивидуальными особенностями самки. В период со 2 по 11 мая было зарегистрировано 15 кладок и средний объем яйца в этот период составляет  $1712,48 \text{ мм}^3$ . Таким образом, из-за значительно большего числа отложенных кладок можно говорить о том, что для синиц первой группы наибольший объем яйца выявлен в середине сезона. Р. Мяндр (1988) отмечал, что самые крупные яйца у большой синицы откладываются в середине сезона. На второй группе территорий наибольший объем зарегистрирован



А)



Б)

Примечание: 1) средний размер кладки, 2) средний объем яйца, мм<sup>3</sup>.

**Рисунок 1 – Даты начала яйцекладок мухоловки-пеструшки (А) и большой синицы (Б)**

в период, когда было отложено наибольшее количество кладок (11). В отличие от первой группы, в период со 2 по 11 мая был отмечен наименьший объем яиц, что, вероятно, связано с особенностями территорий.

Нами был проведен анализ полученных данных с учетом среднесуточной температуры в период откладки яиц. Длительность сезона размножения мухоловок в первой группе существенно меньше, чем во второй (15 и 33 дня), при этом время размножения почти не совпадает (рис. А). Перекрываются только 4 дня, в течение которых была начата большая часть кладок первой группы и половина кладок второй группы. Можно предположить, что такая активность вызвана тем, что за этим периодом последовало повышение температуры (максимальное значение за весь сезон), но после этого температура за 6 дней упала на 21,7 °С. Скорее всего, именно это резкое похолодание стало причиной того, что массового начала гнездования больше не отмечалось. А. Ярвинен (1986) сообщает, что за три дня до похолодания мухоловка-пеструшка прекращает откладку яиц. Тот факт, что 18 из 19 мухоловок первой группы начали кладки почти одновременно, говорит о большем благополучии территорий данной группы. Сроки начала гнездования второй группы птиц более растянуты, что можно связать с так называемым отепляющим эффектом города, благодаря которому на птиц, проживающих в городской черте, перепады температуры оказывают меньшее воздействие.

Для большой синицы также характерен меньший период размножения особей первой группы (рис. Б). Несмотря на недельный период с довольно низкой температурой, птицы второй группы начали большую часть своих кладок. Синицы же первой группы начали откладывать яйца только за 1-2 дня до повышения температуры. Три синицы первой группы начали кладки накануне существенного потепления (16 мая).

И синицы, и мухоловки первой и второй группы отличаются друг от друга. Для птиц с первой группы территорий характерен меньший период начала откладки яиц. Большая часть мухоловок и синиц первой группы начинала кладки за 1-3 дня до потепления. У синиц отмечается тенденция к уменьшению объема яиц к концу сезона. Для мухоловок наиболее крупные яйца отмечены в конце сезона. Полученные данные позволяют говорить об отличиях между птицами первой и второй групп территорий, что, в свою очередь, может указывать на отличия в группах территорий. Таким образом, условия на разных группах территорий складываются таким образом, что и мухоловки, и синицы первой группы обитают в более благоприятных условиях, чем птицы, обитающие на второй группе территорий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анорова Н. С. Факторы, определяющие успех размножения мухоловки-пеструшки // Орнитология, 1984, вып. 19, с. 100-112.

2. Гниненко Ю. И. Муравьи в населенных пунктах Урала // Проблемы промышленных городов Урала. Свердловск. 1975. С. 49-50.
3. Лихачев Г. Н. Наблюдения над размножением большой синицы в искусственных гнездовьях // Зоологический журнал, 1953, том 22, №1, с. 116-129.
4. Мильков Н. Ф. Человек и ландшафты. М., 1973.
5. Мяндр Р. Внутрипопуляционная изменчивость птичьих яиц. Таллин: Валгус, 1988. – 194 с.
6. Jarvinen A. Clutch size of passerines in harsh environments // Oikos. 1986. Vol. 46, N 3. P. 365-371.

## ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКЦИИ *RANA TEMPORARIA* (L.) В ВОДОЕМАХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

А. В. Климович, О. В. Янчуревич

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
Гродно (Беларусь)

Размножение и развитие земноводных, протекающие в водной среде, являются решающим этапом, определяющим в дальнейшем динамику численности и жизнеспособность популяций, как в естественных, так и в трансформированных экосистемах.

Целью данной работы являлось изучение некоторых репродуктивных показателей травяной лягушки *Rana temporaria* (Linnaeus, 1758) на территории Ивьевского района Гродненской области (Беларусь).

Исследования проводили весной – летом 2007 года на трех стационарных водоемах, пригодных для размножения *Rana temporaria*. Два первых водоема расположены в центре деревень, при чем водоем 1 имеет стоки с рядом находящихся ферм, третий водоем расположен в лесной зоне. Оценивали параметры взрослых особей на нерестилищах (длина тела самок и самцов) и репродуктивные показатели (количество икры в кладке, площадь нерестилища, плотность кладок на нерестилище, количество скоплений и плотность взрослых особей на нерестилище).

Морфометрические исследования взрослых особей стационарных водоемов показали, что наибольшая длина тела у самцов водоема 1 ( $73,49 \pm 1,31$ , мм) и водоема 2 ( $68,83 \pm 2,30$ , мм), а наименьшая – у самцов водоема 3 ( $66,47 \pm 2,01$ , мм). Изменение длины тела самок по водоемам подвергается той же закономерности, что и у самцов, т.е. наибольшая длина тела у самок водоема 1 ( $70,80 \pm 0,93$ , мм) и водоема 2 ( $66,95 \pm 2,06$ , мм), минимальная – водоема 3 ( $63,84 \pm 2,31$ , мм). При этом линейные размеры самцов и самок водоема 1 достоверно отличаются (при  $p < 0,05$ ) от указан-

ных параметров *Rana temporaria* водоема 3. В целом, в исследуемых популяциях размеры самцов превышают размеры самок, что отмечается и на территории г. Гродно.

Плотность взрослых особей *Rana temporaria* на нерестилищах составляла 8 – 21 ос./м<sup>2</sup>, тогда как данный показатель на водоемах г. Гродно несколько ниже - 2,5 – 18,00 ос./м<sup>2</sup>. Соответственно и плотность кладок на нерестилищах исследованных водоемов составила 20,25 – 22 шт./м<sup>2</sup>.

Количество икры в кладке *Rana temporaria* максимально в водоеме 2 (1720,00±648,38, шт.) и в водоеме 1 (1606,02±85,02, шт.), минимально в водоеме 3 (1273,40±120,95, шт.). В водоеме 2 количество икры в кладке достоверно отличается от указанного показателя в водоеме 3 ( $t=2,299$ ,  $p=0,024$ ), в то время как количество икры в кладках в водоемах 1 и 2 не отличается. Это объясняется большими размерами самок первых двух водоемов. Плодовитость, т.е. количество икры в кладках больше в том водоеме, где плотность репродуктивных особей и соответственно кладок меньше. Полученные результаты согласуются с данными, полученными по г. Гродно.

По степени антропогенной нагрузки можно соотнести водоемы Ивьевского района с городскими водоемами. Так, водоемы 1 и 2 имеют среднюю степень антропогенной нагрузки, а водоем 3 – низкую. Сравнение репродуктивных показателей *Rana temporaria* на территории Ивьевского района и соответствующих урбанизированных территориях г. Гродно, показало, что прослеживаются одинаковые тенденции изменения основных репродуктивных показателей *Rana temporaria*.

## ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА И НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ НА КАМЧАТКЕ

**А. А. Ключков**

Санаторий-профилакторий «Молодость» Камчатского государственного университета, Петропавловск-Камчатский (Россия)

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

Камчатская область и Корякский автономный округ (КАО) были объединены в один Камчатский край в 2007 г. Для него характерны большая ландшафтно-климатической пестрота, гипокомфортный климат, широкий набор экстремальных, опасных для здоровья проживающего здесь населения природных явлений, таких, как высокая сейсмическая и вулканическая активность, цунами, лавовых потоков, паводков, селевых потоков, оползней, снежных лавин, снежных заносов и других. Для климата Камчатки свойственны резкие перепады давления, ураганные ветры,

обильные осадки, высокая влажность, дефицит тепла и другие неблагоприятные проявления.

В начале прошлого века на территории КАО проживали нымыланы (коряки), лураветланы (чукчи), ительмены (древние камчадалы), одулы (юкагиры) и этелы (чуванцы) и лилиуты (эвены) [3]. Материальная и духовная культура этих народов складывалась веками, и они были хорошо приспособлены к природной среде севера, имели устойчивые генетически закрепленные морфологические и физиолого-биохимические особенности, способствовавшие адаптации к специфическим климатическим условиям, ландшафту, пищевым ресурсам камчатского региона.

Изменения численности населения, происходившие в последующие годы, хорошо отражают исторические процессы, протекавшие на севере Дальнего Востока, и тесно связаны с экономическим развитием региона. В истории КАО были периоды подъёма, застоя и резкого падения производства. Определённым образом это влияло на демографические показатели, социальную обстановку, антропогенную нагрузку на среду обитания и, конечно же, отражалось на показателях общественного здоровья.

До 1991 г. численность населения на Камчатке постоянно возрастала. Мигранты, осваивавшие полуостров, приезжали в основном из более южных регионов страны. Суровые условия севера были для них, безусловно, менее благоприятными и отражались на их здоровье, вызывая напряжение адаптивных реакций. Приток мигрантов сопровождался их постоянным оттоком. Таким образом, до начала перестройки для камчатского региона были характерны рост населения и его высокая ротация. К началу 1991 г. оно достигло 478,7 тыс. человек. Около 2/3 этого населения, в основном пришлого, проживало на юго-востоке полуострова в Петропавловск-Елизовско-Вилючинской агломерации, а 1/3, и аборигенное в том числе, жили в небольших, далеко отстоящих и слабо связанных друг с другом транспортными магистралями поселках, расположенных, в центральной и северной частях полуострова, на территории КАО.

В период 1991-2006 гг. население Камчатки сократилось до 349,2 тыс. человек, причем не только за счет миграционного оттока, но также в результате высокой естественной убыли, обусловленной высокой смертностью и низкой рождаемостью. В разные годы коэффициент естественного прироста составлял -0,9 – -3,1 и был самым низким в 2001 г. Обычными причинами смерти были болезни системы кровообращения, новообразования, туберкулез и другие болезни, так или иначе связанные с ухудшением социально-экономической обстановки, повышением психо-эмоциональных нагрузок. В КАО уровень смертности значительно повышали также несчастные случаи и отравления, связанные с практически поголовным употреблением алкоголя.

Высокая алкоголизация и широкое распространение среди аборигенного населения Камчатки других вредных привычек в значительной степени связаны с их насильственным переводом на оседлый образ жизни. Ра-

дикальное изменение образа их жизни, тяжелое экономическое положение определило то обстоятельство, что вопреки исторически сложившейся генетической предрасположенности к перевариванию продуктов животного происхождения, богатых белками и липидами, они вынуждено заменили их растительными и углеводными (хлебобулочными и макаронными) продуктами. Это, безусловно, отразилось на работе их пищеварительной системы, в частности ферментативного аппарата. Высокая вероятность заболевания алкоголизмом у них обусловлена характером обменных процессов, закрепленных на генетическом уровне [5].

В связи с коренным изменением у аборигенного населения типа питания, широким распространением вредных привычек и ухудшением качества жизни в их среде в последние десятилетия широкое распространение получили онкозаболевания [1, 2]. Об этом свидетельствуют значения показателей общественного здоровья, приведенные в таблице 1.

**Таблица 1 – Показатели общественного здоровья жителей КАО по онкозаболеваемости (1 на 10000 человек)**

Годы	Население	Заболеваемость	Болезненность	Смертность
1997	32,7	12,5	50,8	9,8
1998	31,7	10,1	49,2	10,1
1999	30,9	11,0	51,1	6,8
2000	29,9	15,4	58,9	7,7
2001	29,2	17,8	61,6	11,0
2002	28,6	18,2	61,9	17,0
2003	25,0	17,2	71,6	12,4
2004	24,3	15,2	79,0	9,1
2005	23,8	15,1	80,3	7,6

Они были рассчитаны автором по данным ежегодных медицинских отчетов Камчатского областного онкологического диспансера (КООД), где он более 10 лет проработал врачом-онкологом. Из приведенных в таблице данных видно, что в течение анализируемого периода на фоне уменьшающейся численности населения КАО там возрастали онкозаболеваемость и, особенно, онкоболезненность. В следующей таблице 2 дана сравнительная характеристика показателей общественного здоровья населения КАО и Камчатской области. Из таблицы видно, что в КАО абсолютное число больных, взятых впервые на учет по онкологическому заболеванию, и смертность на 10000 населения в течение анализируемого периода были заметно ниже, чем в Камчатской области.

Это, казалось бы, свидетельствует о том, что ситуация с онкологическими заболеваниями в КАО менее напряженная. Однако эти выводы не согласуются с результатами, полученными при изучении их запущенности, которые свидетельствуют о том, что в КАО, особенно среди аборигенного населения, высок уровень скрытой заболеваемости, возникший в результате разрушения

и упадка системы здравоохранения и не установленных причин смерти из-за отсутствия патологоанатомов на местах.

**Таблица 2 - Изменения в показателях общественного здоровья по онкозаболеваемости в разных субъектах РФ за период с 1991 по 2005 гг.**

Сравниваемый показатель, %	Камчатская область	КАО
Численность населения	- 26,4	- 49,9
Рост абсолютного числа больных, взятых впервые на учет	+ 19,9	- 33,3
Заболеваемость на 10000 населения	+ 63,1	+ 12,7
Болезненность на 10000 населения	+ 106,6	+ 101,8
Смертность на 10000 населения	+ 39,6	- 40,2
Заболеваемость желудочно-кишечного тракта (ЖКТ)	+ 61,7	+ 162,9
Болезненность ЖКТ	+ 109,8	+ 176,6
Смертность от онкоЖКТ	+ 34,4	+ 6,3

Анализ отчетов КООД показывает также, что среди населения КАО очень высока и отчетливо прогрессирует заболеваемость желудочно-кишечного тракта (табл. 1), и самой распространенной патологией ЖКТ является рак желудка. В отдельные годы число запущенных случаев по этой локализации составляло 50-60% от всех выявленных в течение года. Аналогичная картина по запущенности наблюдается и по таким локализациям онкопатологии, как легкие и кожа.

Проведенные нами исследования, таким образом, показывают, что резервы природно-климатического генетически закрепленного здоровья у коренных жителей КАО крайне истощены. Без осуществления целенаправленных усилий на их поддержание, кардинального изменения ситуации они могут быть исчерпаны уже в течение нескольких последующих поколений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клочков А.А. Условия среды обитания, здоровье населения и здравоохранение в северных районах Камчатки // В кн. Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2006. С. 37-42.
2. Клочков А.А. Роль факторов среды обитания на развитие онкопатологии среди коренных жителей Камчатки // В кн.: Личность в экстремальных условиях. Матер. междунар. науч.-практич. конф. Часть 1. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамГУ. 2005. С. 57-66.
3. Краюшкин В.Г. Коренной этнос и социально-экономическая ситуация на Камчатке // В кн. Социально-экономические проблемы развития Камчатской области. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. 2006. С. 182-188.
4. Моисеев Р.С. Экономические проблемы развития народов Севера России в переходный период. – Петропавловск-Камчатский: Книжн. Изд-во Камчатский печатный двор. 1999. 215 с.

5. Сулейманов С.Ш. Система биотрансформации ксенобиотиков у коренного населения севера: особенности функционирования и возможности медикамен-тозной коррекции // Северо-Восток России: проблемы экономики и народона-селения. Тез. докл. регион. научн. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее». Магадан: ОАО «Северовостокзолото», 1998. С. 31-32.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАРАЖЕНИЯ ЭНТОМОПАТОГЕННЫМИ ГРИБАМИ *METARHIZIUM ANISOPLIAE* (METSCH.) НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ У ЛИЧИНОК КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

И. А. Умаров<sup>1</sup>, Г. В. Беньковская<sup>2</sup>, М. Б. Удалов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Башкирский государственный университет, Уфа (Россия)

<sup>2</sup>Институт биохимии и генетики УНЦ РАН, Уфа (Россия)

Колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say является основным вредителем культуры картофеля. Растениями картофеля питаются и взрослые насекомые (имаго), и личинки, но наибольший вред картофельным посадкам наносят личинки. Установлено, что личинки колорадского жука за 2 недели развития могут уничтожить до 45 % листовой поверхности растений [1]. Заселение территории Башкортостана колорадским жуком произошло в период с 1976 по 1979 гг. [2].

Использование химических средств снижения численности вредителя в больших количествах и без должного контроля уровня резистентности привело к резкому снижению их эффективности. Возможно, что новые препараты биологического происхождения помогут решить возникшую проблему.

В ходе поиска иных средств борьбы с вредителем мы решили изучить влияние заражения патогенными грибами рода *Метаризиум* на активность ферментов детоксикации и пищеварительных гидролаз у личинок колорадского жука, поскольку уже появились данные о высокой патогенности этого биопрепарата [3].

Эксперименты проводились на личинках IV возраста из локальной популяции Бирского района Республики Башкортостан. Обработку проводили контактным способом водной суспензией порошка с концентрацией  $4 \cdot 10^7$  конидий / мл. В таблице 1 представлены результаты опытов в лабораторных условиях.

Из таблицы 1 видно, что только активность ДОФА-оксидазы в гемолимфе угнетена, тогда как активность основного детоксицирующего фермента – глутатион-S-трансферазы (ГСТ) во всех образцах тканей повышена. Интересно отметить, что эстеразы в гемолимфе и жировом теле активированы, а в тканях кишечника отмечено подавление их активности. Ви-

димо, это можно считать проявлением реакции организма личинок на токсические метаболиты, выделяемые активизированными спорами гриба в ходе развития микоза.

**Таблица 1 – Влияние заражения патогенными грибами *Metarhizium anisopliae* на ферментативную активность у личинок IV возраста колорадского жука (Е/мг белка)**

Объект	незараженные	зараженные	незараженные	зараженные
	<i>глутатион-S-трансфераза</i>		<i>эстераза</i>	
Кишечник	1,15±0,06	1,21±0,10	0,77±0,07	0,69±0,06
Жировое тело	1,60±0,10	1,78±0,12	1,21±0,04	1,39±0,14
Гемолимфа	2,46±0,36	2,56±0,11	2,42±0,31	2,58±0,11
	<i>протеиназа</i>		<i>ДОФА-оксидаза</i>	
Кишечник	53,02±0,02	52,60±0,03	-	-
Гемолимфа	-	-	17,02±1,79	13,61±0,54

*Примечание: активность ферментов определяли на 3-и сутки после заражения*

Следует отметить, что мы ожидали более выраженного подавления активности пищеварительных гидролаз в тканях кишечника, чем отмеченное нами. Поскольку в данной популяции ранее нами установлен высокий уровень резистентности к спектру инсектицидов, то наблюдаемый эффект может быть следствием общей повышенной устойчивости к токсикантам. По-видимому, эффекты влияния изучаемого патогена на жизненные показатели колорадского жука требуют дальнейшего исследования и сопоставления между собой двух популяций с отличающимися уровнями и типами резистентности к химическим инсектицидам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конарев А. В. Ингибиторы протеиназ и устойчивость картофеля к колорадскому жуку // Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М. Наука, 2000. С. 35-40.
2. Леонтьева Т. А., Беньковская Г. В., Николенко А. Г. Потеря эффективности пиретроидов против колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say. в Башкортостане. // Современное состояние проблемы резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков к пестицидам в России и сопредельных странах на рубеже XXI века. СПб. 2000. С. 33 – 34.
3. Серебров В. В., Ходырев В. П., Гербер О. Н. Цветкова В.П. Перспективы использования энтомопатогенных грибов и химических инсектицидов против колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*) // Микология и фитопатология. 2005. Т. 39. Вып. 3. С. 89-98.
4. Удалов М.Б. Структура популяции колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say на Южном Урале // Автореф. дисс... кандидата биологических наук. Уфа, 2006. С. 24.

## **АККУМУЛЯЦИЯ ХРОМА, ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА ПОЧВОЙ И РАСТЕНИЯМИ АКСУСКОГО И ПАВЛОДАРСКОГО РАЙОНОВ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ю. М. Леонова**

*Павлодарский Государственный Университет им. С.Торайгырова,  
Павлодар (Казахстан)*

*E-mail: yu\_leonova@mail.ru*

Результаты исследований, приведенные в данной статье, являются частью работы по оценке степени антропогенной трансформации растительности в зоне влияния промышленных объектов г. Павлодара и г. Аксу.

Павлодарская область - один из самых промышленно развитых регионов Казахстана. Здесь активно развивается угольная, энергетическая, металлургическая и другие отрасли промышленности, вносящие значительный вклад в формирование экономики республики. Энергетика - Павлодарские ТЭЦ-1,2,3, Аксуская электростанция, Экибастузские ГРЭС-1,2 и основа их работы – экибастузский угольный бассейн. Металлургия – Павлодарский алюминиевый (ПАЗ) и Аксуский ферросплавный (АЗФ) заводы – крупнейшие в РК и одни из наиболее крупных в СНГ; переработка нефти – Павлодарский нефтеперерабатывающий завод (ПНПЗ). Также ранее функционировавшие тракторный (сейчас на его базе АО «Кастинг» - переплавка стали) и химический заводы. Отрицательной стороной интенсивного развития промышленности стала достаточно напряженная экологическая ситуация в нашем регионе.

Растительность – компонент экосистем, наиболее чувствительный к различным видам воздействия, и именно она принимает на себя воздействие химических выбросов (в их числе и тяжелые металлы), выполняя при этом важную роль буфера и детоксиканта. Влияние избытка тяжелых металлов на растения может быть прямым и косвенным. Косвенное проявляется в их негативном воздействии на состав, свойства почвы и ее плодородие, а прямое - связано с накоплением ТМ непосредственно в растении [5]. Исходя из этого и учитывая выбросы, производимые АЗФ (в процессе производства феррохрома, ферросилициума и ферромарганцевых сплавов) [1, 7] в атмосферу, мы рассматриваем содержание в почвенном покрове и растительности Аксуского и Павлодарского районов хрома (Cr) (II класс опасности), марганца (Mn) и железа (Fe) (III класс). В Павлодарском районе источником этих элементов могут быть выбросы ПНПЗ и АО «Кастинг» (ранее - ПТЗ) [6].

Пробы почв и растений для исследования отбирались в 2006г в промышленной зоне г. Аксу (табл.1) на различных расстояниях от АЗФ, и г. Павлодара (табл.2) (выборка с учетом расстояний от ПНПЗ и АО «Кастинг») согласно стандартным методическим рекомендациям [2, 3]. Опре-

деление содержания элементов в почве и растениях осуществлялось методом рентгенофлюоресцентного анализа (для почвы – с отжигом, для растений – с предварительным озолением) на РФА-спектрометре «Спектроскан GF-1E» (Россия, 2000г/в). Сопоставление предельно-допустимых концентраций Cr и Mn в почве устанавливалось согласно нормативам ПДК [4]. Так, предельно допустимые концентрации Cr и Mn в почве (валовое содержание) составляют, соответственно, 100,0 и 1500,0мг/кг. Значения ПДК Fe в почве в литературе нами не найдено.

**Таблица 1 – Показатели степени загрязнения почв Cr, Mn и Fe (валовое содержание) и содержание (мг/кг) Cr, Mn и Fe в *Agropyron pectiniforme* в Аксуском районе**

Место отбора проб	Глубина, см	Валовое содержание Cr, Mn и Fe в почве, мг/кг			Подзем/назем части растения	Содержание Cr, Mn и Fe в растениях, мг/кг		
		Cr	Fe	Mn		Cr	Fe	Mn
север АЗФ-12км	0-5	112,0	27458	1012	п/з/ч	148	10352	509
	10-15	83,0	23916	878,0	н/з/ч	143	3628	205
север АЗФ-3км	0-5	101,0	22448	540,0	п/з/ч	202	6258	238
	10-15	85,0	23538	503,0	н/з/ч	46	245	86
север АЗФ-2,5км	0-5	112,0	25246	349,0	п/з/ч	378	5413	199
	10-15	104,0	24116	357,0	н/з/ч	70	330	76
север АЗФ-1,5км	0-5	346,0	24738	697,0	п/з/ч	454	5689	248
	10-15	242,0	25958	705,0	н/з/ч	280	590	140
восток АЗФ-0,5км	0-5	195,0	26578	563,0	п/з/ч	3807	7506	139
	10-15	522,0	24918	617,0	н/з/ч	1660	480	189
юго-в АЗФ-1км	0-5	-	-	-	п/з/ч	2706	11964	400
	10-15	-	-	-	н/з/ч	376	302	107
юг АЗФ- 3км	0-5	519,0	32938	565,0	п/з/ч	-	-	-
	10-15	138,0	32212	493,0	н/з/ч	-	-	-
юг АЗФ- 8км	0-5	138,0	23618	658,0	п/з/ч	105	7980	239
	10-15	73,0	21194	553,0	н/з/ч	32,5	308	107
юг АЗФ- 25км	0-5	79,0	25846	841,0	п/з/ч	46	7166	267
	10-15	116,0	26596	772,0	н/з/ч	12,3	138	54
Фон с-в АЗФ-18км	0-5	60,0	18600	430,0	п/з/ч	71	5029,4	247
	10-15	62,0	18728	455,0	н/з/ч	20	205,9	80

Для оценки загрязнения территории также отбирались подземные и надземные части *Agropyron pectiniforme* Roem. et Schult. – пырея гребневидного. Этот дерновинный злак встречается почти на всей территории наших исследований в разной степени обилия, может быть отнесен к сорным видам, часто доминирует в растительных сообществах нашего региона. В таблицах 1 и 2 отражены показатели степени загрязнения почв Cr, Fe и Mn и содержание этих элементов (мг/кг) в растительных пробах, собранных в Аксуском (табл. 1) и Павлодарском районах (табл.2) Павлодарской области.

**Таблица 2 - Показатели степени загрязнения почв Cr, Mn и Fe (валовое содержание) и содержание (мг/кг) Cr, Mn и Fe в *Agropyron pectini-forme* в Павлодарском районе**

Место отбора проб	Глубина, см	Валовое содержание Cr, Mn и Fe в почве, мг/кг			Подзем/наземная часть раст-я	Содержание Cr, Mn и Fe в растениях, мг/кг		
		Cr	Fe	Mn		Cr	Fe	Mn
<b>T5</b> вост. 0,6км ПНПЗ, с-с-з. АО Кастинг 5км	0-5	65,0	24066	581,0	п/з/ч	38	12889	322
	10-15	65,0	23216	597,0	н/з/ч	10	530	121
<b>T14</b> с-в ПНПЗ 1км, север АО Кастинг 7,5км	0-5	48,0	19890	587,0	п/з/ч	114	9971	240
	10-15	48,0	19170	446,0	н/з/ч	8,0	209	69
<b>T11</b> ю-в ПНПЗ 6 км, восток АО Кастинг 0,8км	0-5	142,0	26540	669,0	п/з/ч	8,7	13200	417
	10-15	81,0	27456	677,0	н/з/ч	9,0	370	77
<b>T12</b> ю-в ПНПЗ 6км, ю-ю-в АО Кастинг 1км	0-5	50,0	19098	539,0	п/з/ч	12,7	4188	154
	10-15	57,0	19062	527,0	н/з/ч	5,8	220	63
<b>T13</b> ю-ю-в ПНПЗ 6,5км, юг АО Кастинг 1,4км	0-5	61,0	1916	506,0	п/з/ч	32,3	5022	190
	10-15	50,0	19998	533,0	н/з/ч	9,0	185	43,6
<b>T20</b> ю-з ПНПЗ 3,5км, с-з-з АО Кастинг 4,8км	0-5	44,0	20928	429,0	п/з/ч	36,8	5502	243
	10-15	56,0	20394	482,0	н/з/ч	3,0	118	46
<b>T21</b> з. ПНПЗ 3км, с-з АО Кастинг 6км	0-5	60,0	18798	479,0	п/з/ч	21,2	5652	260
	10-15	102,0	22000	479,0	н/з/ч	4,0	140	56
<b>T23</b> в. ПНПЗ 4,5км, с-с-в АО Кастинг 7,5км	0-5	85,0	19052	420,0	п/з/ч	12,7	3033	137
	10-15	44,0	18040	410,0	н/з/ч	2,0	149	57
<b>T43</b> с. ПНПЗ 10км, с-с-з АО Кастинг 16км	0-5	88,0	19912	398,0	п/з/ч	4,3	2317	94
	10-15	58,0	18848	416,0	н/з/ч	12,5	646,5	112
<b>Фон T44</b> с. ПНПЗ 40км, с-с-з АО Кастинг 46км	0-5	67	19502	467,0	п/з/ч	1,9	3304	182
	10-15	68	19274	434,0	н/з/ч	2,0	102	66

Данные аналитического обследования почвы территории, прилегающей к АЗФ, свидетельствуют о ее загрязнении хромом - от 79,0 (0,79ПДК) (юг, 25км) до 519,0мг/кг (5,19ПДК) (юг, 3км) в слое почвы 0-5см и от 138 (1,38ПДК) (юг, 8км) до 522мг/кг или 5,22 ПДК (восток, 0,5км) в слое 10-15см. В фоновых пробах – 0,6 и 0,62 ПДК, возможно, это объясняется влиянием выбросов предприятий г. Павлодара, в частности, ПНПЗ. Максимальное содержание Fe - 32938мг/кг в слое 0-5см и 32212мг/кг в слое почвы 10-15см (юг, 3км), что может свидетельствовать о негативном влиянии АЗФ. Имеет место и повышенная концентрация марганца, максималь-

но – 1012мг/кг или 0,67 ПДК (север, 12км), но превышения ПДК по этому элементу не обнаружено.

Диапазон содержания железа (Fe) в *Agropyron pectiniforme* на разных участках достаточно широкий, в наземных частях растений он колеблется от 138 (юг, 25км) до 3628мг/кг (север, 12км), в подземных частях – от 5413 (север, 2,5км) до 11964мг/кг (юго-восток, 1км). Содержание хрома (Cr) на разных расстояниях от завода колеблется в наземных частях растений от 12,3 (юг, 25 км) до 1660мг/кг (восток, 0,5км), в подземных частях – от 46 (юг, 25км) до 3807мг/кг (восток, 0,5км). Содержание марганца (Mn) в пырее на разных расстояниях от АЗФ колеблется в наземных частях растений от 54 (юг, 25км) до 205мг/кг (север, 12км), в подземных частях – от 139 (восток, 0,5км) до 509мг/кг (север, 12км).

Минимальное накопление элементов в основном характерно для растительных проб, отобранных на расстоянии 25 км на юг от АЗФ (Fe – в наземных частях, Cr – и в наземных, и в подземных, Mn – в наземных частях). Максимальное, по результатам наших исследований, накопление Cr характерно для растений, отобранных с восточной стороны АЗФ на расстоянии 0,5 км (в наземных и подземных частях растений), Fe и Mn - в наземных частях – на север (12км) от завода.

Данные аналитического обследования почвы территории северной промзоны (выборка, представленная в таблице) свидетельствуют о ее загрязнении хромом. Так, концентрации этого элемента колеблются от 0,44 (юго-запад ПНПЗ-4км, с-з-з АО «Кастинг» – 5км) до 1,42ПДК (ю-в ПНПЗ-6 км, восток АО «Кастинг»-0,8км) в слое почвы 0-5см и от 0,44 (восток ПНПЗ-4,5км, с-с-в АО «Кастинг»-7,5км) до 1,02 ПДК (запад ПНПЗ-3км, с-з АО «Кастинг»-6,5км) в слое 10-15см. В исследованных почвенных пробах также отмечены высокие концентрации железа. Максимальное его содержание в слоях почвы 0-5 и 10-15см составляет, соответственно, 26540 и 27456мг/кг и наблюдается на расстоянии 0,8км к востоку от АО «Кастинг». Вероятно, это связано с выбросами данного предприятия. Концентрации марганца в исследуемых пробах невысоки, максимально – 0,45 ПДК (и в слое 0-5, и 10-15см), и также обнаружены в пробах, взятых в 0,8км восточнее АО «Кастинг». Превышения ПДК по этому элементу нет.

Диапазон содержания хрома (Cr) в *Agropyron pectiniforme* на разных расстояниях от заводов колеблется в наземных частях растений от 2,0 до 12,5мг/кг, в подземных частях – от 4,3 до 114мг/кг. Содержание железа (Fe) в исследуемых образцах на разных участках также колеблется, в наземных частях растений - от 118 до 646,5мг/кг, в подземных частях – от 2317 до 13200мг/кг. Содержание марганца (Mn) в пырее на разных участках изменяется в наземных частях растений от 43,6 до 121мг/кг, в подземных частях – от 94 до 417мг/кг.

Минимальное накопление Cr (4,3мг/кг), Fe (2317мг/кг), Mn (94мг/кг) в подземных частях растений характерно для растительных проб, отобран-

ных на расстоянии 10км севернее ПНПЗ (с-с-з АО Кастинг-16км). В наземных частях пырея минимальное содержание Cr (2,0мг/кг) регистрируется в пробах, взятых в 4,5км восточнее ПНПЗ (с-с-в АО «Кастинг» - 7,5км). По Fe (118мг/кг) – в 4 км к ю-з от ПНПЗ (с-з-з АО «Кастинг»-5км); по Mn (43,6мг/кг) - 0,7км южнее АО «Кастинг» (ю-ю-в ПНПЗ - 7км). Максимальное (среди рассматриваемых проб) накопление Cr и Fe в наземных частях характерно для растений, отобранных на 10км севернее ПНПЗ (с-с-з АО Кастинг -16км), а Fe и Mn в подземных частях растений – восточнее АО «Кастинг» на 0,8км (ю-в ПНПЗ - 6 км).

Во всех проанализированных почвенных пробах наблюдается повышенное содержание Cr и Fe. Но для проб с территории Павлодарского района среднее содержание Cr в слое почвы 0-5см составляет 0,71ПДК, в слое 10-15см – 0,62ПДК, а для Аксу – 2 и 1,7ПДК. Среднее содержание Fe в слое 0-5см составляет в Павлодаре 18911мг/кг, в слое 10-15см – 20909мг/кг, а в Аксу – 26108 и 25306мг/кг соответственно. Концентрация Mn в почве не превышает ПДК, но в пробах из Аксуского района среднее содержание Mn снова выше и составляет 0,44 и 0,41ПДК, а в пробах из Павлодарского района – 0,34ПДК. Для всех трех элементов средние содержания их в почве в слое 0-5см выше, чем в слое 10-15см.

По содержанию Fe, Cr и Mn в *Agropyron pectiniforme* наблюдается та же закономерность, что и для почв, т.е. в пробах из Аксуского района концентрация этих элементов значительно больше, чем в пробах из Павлодарского. Так, среднее содержание железа (Fe) в наземных частях растений в Аксу составляет 752,6мг/кг, в подземных частях – 7791мг/кг, в Павлодарском районе - соответственно 285,3 и 6863мг/кг. Средняя концентрация хрома (Cr) - 327,5мг/кг и 980,75мг/кг; 7,0 и 31,2мг/кг соответственно. В Аксуском районе среднее содержание марганца (Mn) в наземных частях пырея составляет 120,5, в подземных частях – 279,9мг/кг, а в Павлодарском районе – 71,6 и 228,5мг/кг.

Наблюдается большее (с некоторыми исключениями) накопление подземными, чем надземными частями растений всех трех элементов как в Аксуском (кроме пробы, взятой с 0,5км к востоку от АЗФ – для Mn), так и в Павлодарском районах (кроме пробы, взятой в 10км севернее ПНПЗ - для Mn, для Cr – в двух пробах - в 6 км на ю-в от ПНПЗ; и севернее ПНПЗ на 10км).

Большие концентрации рассматриваемых элементов на территории Аксуского района могут быть объяснены многолетней деятельностью, и соответственно, выбросами ферросплавного завода. Источником Cr на территории Павлодарского района могут являться выбросы ПНПЗ, а повышенное содержание Fe, вероятно - следствие влияния АО «Кастинг» (переплавка стали, на базе ранее действующего тракторного завода), но, поскольку это предприятие еще достаточно молодо, загрязнение окру-

жающей среды в результате его выбросов пока менее значительно, чем от АЗФ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алпатов О.А. Исследование процессов накопления аэрозольных выбросов ферросплавного производства // Вестник Павлодарского Университета. 2004, №1, с.161-162
2. Биогеохимические и геоботанические исследования. Л.: «Недра». 1972. 280с
3. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв при контроле загрязнения окружающей среды металлами. М: Метеоиздат, 1982. 109с
4. Kloke A. Richwerte' 80. Orientierungsdaten fur tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturboden // Mitteilung VDLUFA. 1980. N 1-3. S 9-12.
5. Панин М.С. Аккумуляция тяжелых металлов растениями Семипалатинского Прииртышья. Семипалатинск: ГУ «Семей», 1999. 309с
6. Салтыбаев А.Д. Геохимические особенности системы «атмосферный воздух – почва - грунтовые воды - растения» в условиях промышленного загрязнения г. Павлодара. Автореф. дисс. на соискание степени кандидата биологических наук. А-ты, 1995. 29с
7. Хлыстун Н.М. Эколого-химическое исследование состояния природных сред на территории Павлодар-Экибастузского ТПК. Автореф. дисс. на соискание степени кандидата химических наук. А-ты, 1999. 25 с.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ОБОСТРЕНИЯМИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ГЕЛИОМЕТЕОФАКТОРАМИ

**О. В. Алябина, А. В. Максимов**

*Алтайский государственный университет, Барнаул (Россия)*

*E-mail: docbva@mail.ru*

Многочисленные исследования, начиная с работ А.Л. Чижевского, показывают, что гелиогеофизические и метеорологические факторы отягощают течение сердечно-сосудистых заболеваний и являются одной из ведущих причин в обострении вышеназванных осложнений [1, 2, 3]. Необходимо отметить, что у представителей разных направлений естествознания имеются различные точки зрения: метеорологи и медики склонны преувеличивать влияние метеофакторов, гелиогеофизики большую роль отводят солнечной активности и геомагнитным возмущениям. При этом установлено, что ряд факторов обладает эффектом суммации, причем значимость факторов может варьировать в конкретных условиях среды [4].

Целью настоящей работы явилось изучение взаимосвязи гелиофакторов, атмосферного давления, температуры воздуха и динамики обострений сердечно-сосудистых заболеваний в г. Барнауле в 2001 году.

Внутригодовая динамика обострения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) была определена по данным городской службы скорой помощи по группам заболеваний: артериальная гипертензия (АГ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), цереброваскулярные болезни (ЦВБ). Метеорологические данные предоставлены Барнаульской городской метеорологической станцией. Индексы солнечной активности – Болдеровский ряд чисел Вольфа.

Общее количество обращений в скорую помощь по поводу обострения сердечно-сосудистых заболеваний в 2001 году составило 52625. (29% обращений мужчин, 71% обращений женщин). Максимальное количество обострений приходилось на возрастную группу 70-79 лет - 30,5% обращений, 60-69 лет – 24,6%; 50 -59 лет – 16,4%, 40-49 лет – 11,7%; 30-39 лет – 3,5%; 20-29 лет – 1,7% обострений ССЗ. Среди обострений ССЗ преобладала АГ (46% от всего числа обострений). Количество обострений ИБС и ЦВБ отличались друг от друга незначительно и составили 15% и 11,9% соответственно. Динамика числа обострений ССЗ показала сезонный ход с летним минимумом (июнь, июль, август, сентябрь). Максимальное число обострений пришлось на январь, февраль, март.

Для количественной оценки связи между температурой воздуха, атмосферным давлением, солнечной активностью и количеством обострений ССЗ были рассчитаны коэффициенты парной корреляции сглаженным фильтром низких частот (табл.1). Используемый метод математической статистики позволяет в исследуемой совокупности значений исключить влияние множества противоречивых случайных факторов.

Высокий уровень коэффициентов парной корреляции в таблице выделен жирным шрифтом. Определен высокий уровень прямой зависимости от температуры воздуха в холодные месяцы: январь, февраль, апрель, октябрь и высокий уровень обратной зависимости в теплые месяцы года: июнь, август.

Высокая прямая корреляция обострений ССЗ с изменением атмосферного давления обнаружена в ноябре; еще более значимая корреляция, но с обратным знаком наблюдалась в августе.

Из данных таблицы 1 видно, что солнечная активность действует в противофазе практически на протяжении всего года, кроме июня и сентября. При этом высокий уровень обратной корреляции определен для февраля, марта и апреля, высокий уровень прямой корреляции для сентября.

С помощью метода множественной регрессии систематизированы и обобщены данные отдельно по группам заболеваний. При этом обнаружено, что при исследовании зависимости обострения ЦВБ от комплекса метеовеличин ( $t$ ,  $p$ ) для января 2001 года коэффициент множественной рег-

рессии составил 0,5275. При дополнительном учете гелиогеофизического фактора (изменении относительных чисел Вольфа  $W$ ), коэффициент изменился до 0,5277, что статистически незначимо. Величины  $t$  критерия Стьюдента показывают, что статистически значимой является только воздействие температуры ( $t = 2,2$ ). Коэффициент регрессии 0,7, установленный между изменениями количества вызовов скорой помощи по поводу ЦВБ и изменениями температурных условий, в январе 2001 года был статистически значим и надежен.

**Таблица 1 – Коэффициенты парной корреляции  $R$  между количеством вызовов скорой помощи (с.п.) и значениями температуры ( $t_v$ ), атмосферного давления ( $p$ ), солнечной активности (числа Вольфа –  $W$ )**

Пары параметров	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.
$T_v$ – с.п.	0,82	0,73	- 0,68	0,95	0,30	- 0,94	0,36	- 0,97	0,02	0,85	- 0,63	0,43
$p$ – с.п.	- 0,55	- 0,65	- 0,69	- 0,50	- 0,53	0,58	- 0,10	- 0,90	0,44	- 0,54	0,73	- 0,31
$W$ – с.п.	- 0,27	- 0,78	- 0,88	- 0,84	- 0,15	0,25	- 0,41	- 0,03	0,8	- 0,17	- 0,66	- 0,10

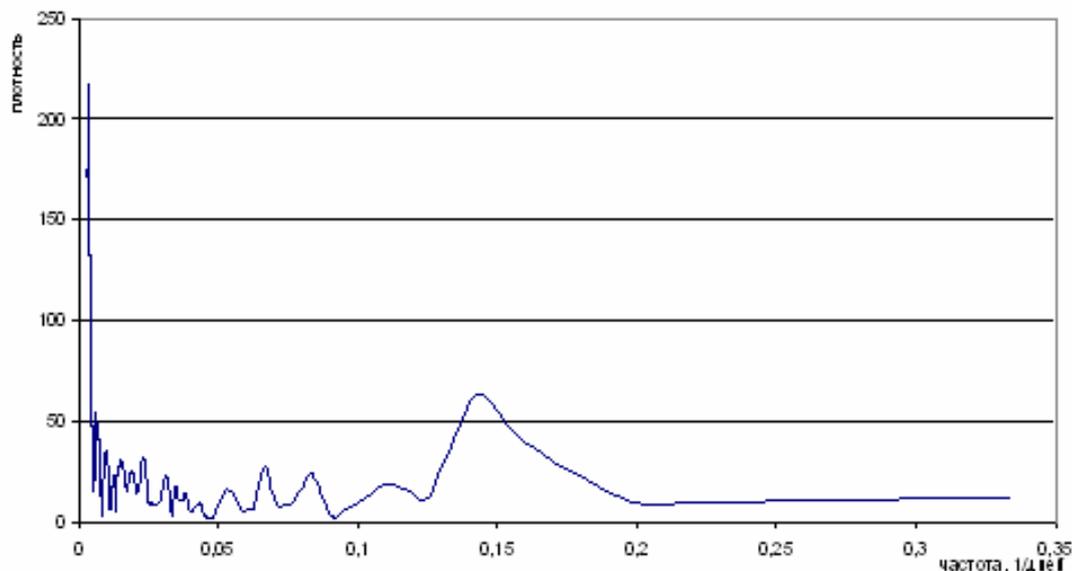
В июне 2001 года более значимая зависимость была выявлена для другой группы заболеваний – ИБС. Коэффициент множественной регрессии между изменениями числа вызовов скорой помощи и погодных факторов ( $t, p$ ) составил 0,5314, в случае учета метео – и гелиофизических факторов – 0,5325. Отличительной особенностью является статистическая значимость уже для двух метеовеличин – температуры воздуха ( $t = 2,85$ ) и атмосферного давления ( $t = 1,97$ ).

В ходе статистического анализа (обработка данных велась с помощью Microsoft® Excel) была получена зависимость выборочной плотности спектральной энергии от частоты (1/день), показывающая, что наблюдаются пики периодичности при аргументах – 0,1428; 0,1111; 0,0833; 0,0678 и 0,0526.

Названные пики соответствует наличию гармоник с периодами, соответственно, 7; 9; 12; 14 и 19 суток (рис.1). Мощными являются гармоники с периодами 7 и 19 дней.

Существование 7- и 14-дневных циклов может быть обусловлено несколькими причинами. Во-первых, установлены 7 - и 14 – дневные периоды изменения солнечного ветра (четверть или половина периода обращения Солнца вокруг своей оси) [5]. Во-вторых, существуют социальные факторы: недельный ритм рабочих и выходных дней. С ритмом рабочей недели непосредственно связан «воскресный электрофеномен» - падение интенсивности передачи электроэнергии по высоковольтным линиям, что

в свою очередь вызывает изменение магнитного поля Земли с периодом 7 дней [5].



**Рисунок 1 – Спектральная плотность количества вызовов по периодам года в 2001 году**

Таким образом, в результате проведенных исследований по изучению взаимосвязи между гелиометеотропными факторами и обострениями ССЗ у жителей г. Барнаула было обнаружено:

- обострения ССЗ носят выраженный сезонный характер;
- существует прямая корреляция в отдельные холодные месяцы года и обратная корреляция в некоторые теплые месяцы между обострениями ССЗ и температурой воздуха;
- существует прямая (в ноябре) и обратная корреляция (в августе) между атмосферным давлением и обострением ССЗ;
- обострение ССЗ находится в обратной корреляции с уровнем солнечной активности на протяжении всего года, за исключением сентября месяца;
- наблюдается высокий коэффициент регрессии между количеством обострений ЦВБ и температурой воздуха в январе;
- наблюдается высокий коэффициент регрессии между обострениями ИБС температурой воздуха, атмосферным давлением в июне;
- существуют четко выраженные циклы обострения ССЗ с периодом 7 и 19 дней.

Полученные результаты подтверждают сложность оценки влияния метео- и гелиофизических факторов на человеческий организм, поставленный вопрос требует дальнейшего изучения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андропова Т. И., Деряпа И. Р., Соломатин А. П. Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека. Л., 1982.
2. Плотникова Н. Д., Округина С. А. и др. Влияние некоторых погодообразующих элементов на частоту острых коронарных катастроф в условиях климата г. Томска // IV Международный симпозиум 23-28 сент. 1996г. Моск. обл.
3. Рагульская М. В., Хабарова О. В. Влияние солнечных возмущений на человеческий организм. // Биомедицинская радиоэлектроника, 2001, №2, с. 5-14.
4. Куролап А. С. Геоэкологические основы мониторинга здоровья населения и региональные модели комфортности окружающей среды. Автореф. дис. д. г. н., М., 1999.
5. Степанова С. И. Актуальные проблемы космической биоритмологии // В кн.: Проблемы космической биологии. М.: Наука, 1977. Т.23.

## ПОТРЕБНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКИ ОБУСЛОВИЛИ РАЗВИТИЕ НОВОЙ ОБЛАСТИ БИМЕДИЦИНЫ – САНОКРЕАТОЛОГИИ

**Ф. И. Фурдуй, В. К. Чокинэ, В. Ф. Фурдуй, Г. А. Вуду,  
Е. И. Штирбу, Р. И. Фрунзе, А. М. Молдован, Г. И. Каратерзи,  
Т. С. Бешетя, З. Б. Георгиу**  
*Институт физиологии и санокреатологии АНМ, Кишинев (Молдова)*  
*E-mail: vciocchina@asm.md*

Нашими многолетними исследованиями, посвященными проблеме стресса, показано, что, несмотря на выдающиеся успехи медицины в диагностике и лечении различных заболеваний, имеет место преждевременная общебиологическая деградация организма современного человека [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Этим объясняется и «омоложение» большей части заболеваний, низкая продолжительность жизни и то, что сегодня никто не умирает от старости, а умирают от болезней.

Анализ возможных причин, приведших к возникновению указанных проблем, показывает, что таковыми являются несоответствие условий и образа жизни современного человека таковым филогенетическим, к которым сформировались нормы реакций и адаптивный потенциал организма. Другим важным обстоятельством, приведшим к общебиологической деградации современного Homo sapiens, является устранение самим человеком предпосылок для действия в человеческом обществе законов борьбы за существование и естественного отбора, являющихся движущими силами эволюции живых организмов, в том числе и человека, что привело к

увеличению груза давления на его организм со стороны накапливающихся вредных мутаций, обусловленных резкими изменениями факторов окружающей среды, а также признанием им же права на воспроизводство потомства индивидуумами, недостаточно генетически и физиологически здоровыми. Среди важнейших причин следует указать на стихийное формирование в раннем онтогенезе морфофункционального статуса организма человека, адаптивного, физиологического и психического потенциала, здоровья, как такового, из-за чего жизненно важные органы и системы не в состоянии стойко саногенно функционировать при постоянном прессе – действии различного рода стрессогенных факторов.

Не последнее место в возникновении нарушений функций жизненно важных органов, различных заболеваний и преждевременной общебиологической деградации человеческого организма занимает несоответствие темпов образа жизни, факторов окружающей среды и скорости возможной эволюции нормы реакции его органов, вследствие чего организм фактически находится в состоянии хронического стресса.

Следует отметить, что современная медицина, будучи нозологической наукой, с привлечением смежных дисциплин, несмотря на существенные их успехи и расходы, связанные с деятельностью служб здравоохранения, в 3-5 раз опережающих рост общественного продукта, по существу не может решать такие принципиальные проблемы, как приостановка процесса «омолаживания» болезней, профилактика неинвазивных хронических заболеваний и общебиологическая деградация *Homo sapiens*.

Анализ вышеуказанных причин и влияния их последствий на эволюцию человеческого общества доказывает, что они представляют особую опасность не только для современного человека, но и для будущих поколений людей, что и обусловило развитие новой области биомедицины – санокреатологии – науки, основной задачей которой является разработка теории и практики целенаправленного формирования и поддержания здоровья организма человека в соответствии с образом жизни и экологическими условиями его деятельности.

Санокреатология с самого начала своего существования разрабатывает пути и методы целенаправленного формирования и поддержания здоровья не только отдельных индивидуумов, но и целых популяций людей, как элементарной единицы микроэволюции.

Предметом санокреатологии является не просто изучение стихийно сформировавшихся функций и их регуляция, здоровья человека, механизмов возникновения, диагностики и лечения различных патологий, как это принято в современной физиологии и медицине, а разработка теории и методов целенаправленного создания такого здоровья, которое обеспечило бы не только качественное существование человека в конкретных жизненных ситуациях, в которых он окажется, но и прогрессивную его эволюцию как биологического вида.

Чтобы лучше была видна специфичность и новизна задач санокреатологии, сравним их с таковыми смежных дисциплин.

В.П.Войтенко (1991), обобщая представление о санологии, приводит, как базовое, определение, данное Ю.П.Лисициным (1987): «Санология – теория и практика охраны, укрепления и воспроизводства здоровья». Как вытекает из дефиниции, санология ставит своей целью; во-первых – «охранять» здоровье, то есть оберегать то здоровье, которым мы располагаем; во-вторых – «укреплять» здоровье, то есть закрепить то здоровье, которое мы имеем; в-третьих – «воспроизвести» здоровье, т.е. воссоздать то здоровье, которым мы обладаем. Таким образом, санология предполагает решать задачи профилактики заболеваний, поддержания и воспроизводства того уровня здоровья, которым располагает индивидуум или общество, вне учета факторов окружающей среды, т.е. о поддержании и воспроизводстве какого-то виртуального здоровья. Аналогичные задачи ставит перед собой и валеология. Она декларирует своей главной целью первичную профилактику, сохранение и укрепление здоровья [1]. Одним словом, и санология, и валеология, по сути, ставят те же задачи, которые не решают проблемы преждевременной биологической деградации организма человека и обеспечения прогрессивной эволюции *Homo sapiens*. Гигиена изучает влияние экологических и социальных факторов на здоровье и улучшение жизненных условий человека, что далеко недостаточно для целенаправленного формирования здоровья.

Что касается физического воспитания, то его целями являются формирование индивидуального фонда двигательных умений, оптимизация физического развития, совершенствование двигательных способностей, упрочение и многолетнее сохранение здоровья с помощью физических упражнений [5]. Задачи спортивной медицины состоят в закаливании спортсменов, в коррекции отклонений от нормы состояния здоровья и восстановлении общей и спортивной работоспособности спортсменов, профилактике простудных заболеваний, желудочно-кишечных и ряда инфекционных болезней [3]. Лечебная физкультура и физические упражнения используются с профилактической, лечебной и реабилитационной целями, а физиотерапия изучает действие на организм человека природных и искусственно создаваемых физических факторов и использует эти факторы только с лечебной и профилактической целью.

Таким образом, ни санология, ни валеология, ни гигиена, ни физическая культура, ни спортивная медицина, ни лечебная физкультура, ни физиотерапия не решают основных вопросов санокреатологии – целенаправленно формировать и поддерживать морфологическое, физиологическое, психическое и социальное здоровье индивидуума и популяции людей в соответствии с эколого-социальными условиями и образом жизни, тот жизненный потенциал, который обеспечил бы относительно комфортную и продолжительную жизнь при постоянно меняющихся условиях среды и

образе жизни. Не решает вопроса санокреатологии и педиатрия, которая, как и 100, и более лет назад, ограничивает свои задачи диагностикой и коррекцией нарушений, оставляя вне своего поля зрения намеренное формирование жизненного потенциала, физиологического, физического и психического статуса ребенка, которые могли бы обеспечить максимальную реализацию его генетического потенциала.

При этом следует отметить, что, как не покажется парадоксальным, до настоящего времени не только не разработаны методы целенаправленного формирования здоровья, но даже нет общего мнения относительно дефиниции самого феномена здоровья. Существует более 50 определений понятия здоровья, однако не одно из них не соответствует современному уровню развития морфологии, физиологии и других биологических и медицинских наук. Этим, видимо, объясняется то, что будущим врачам не читается специальный курс по формированию и поддержанию здоровья – факт, который не может не сказаться отрицательно на выполнении основного предназначения врача – обеспечении здоровья людей, а тем более на приостановлении преждевременной деградации организма человека.

Таким образом, с одной стороны, имеются неоспоримые доказательства, что сегодняшнее общество, фактически, является больным, а индивидуумы, его составляющие, к тому же преждевременно биологически деградируют; с другой – ни одна из существующих дисциплин биологии и медицины, хотя в той или иной степени своими исследованиями касаются изучения здоровья, однако не решает основную проблему предупреждения общебиологической деградации и целенаправленного формирования и поддержания здоровья не только на уровне индивидуума, но тем более популяции, в соответствии с условиями внешней среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брехман И.И. Валеология – наука о здоровье. М: Физкультура и спорт. 1990. 207 с.
2. Войтенко В.П. Здоровье здоровых (Введение в санологию). Киев: Здоровье. 1991. 238 с.
3. Куколевский Г.А., Гараевская Н.Д. Основы спортивной медицины. М. 1971. 356 с.
4. Лисицин Ю.П. Здоровье человека – социальная ценность. М.: Мысль, 1987. 271 с.
5. Матвеев П.П. Теория и методика физической культуры. М. 1991. 543 с.
6. Фурдуй Ф.И. Регуляция Функций щитовидной железы и механизм возникновения неврогенного тиреотоксикоза. Кишинев. «Картя Молдовеняскэ». 1967. 152 с.
7. Фурдуй Ф.И. Стресс и его классификация. //Известия Академии наук Молдовской ССР. Серия биологических и химических наук. 1980. №6. с.5-8.
8. Фурдуй Ф.И., Хайдарлиу С.Х., Штирбу Е.И. и др. Стресс и животноводство. Кишинев «Штиинца». 1982. 184 с.

9. Стресс, адаптация, функциональные нарушения и санокреатология. Кишинэу: Cartea Moldovei. 1999. 207 с.
10. Фурдуй Ф.И., Стресс и здоровье. Кишинев: Штиинца. 1990. 239 с.
11. Фурдуй Ф.И., Еренкова Н.В., Вуду Л.Ф., Стресс и здоровье детей и подростков. Кишинев: Штиинца. 1994. 277 с.
12. Фурдуй Ф.И., Физиологические механизмы стресса и адаптации при острым действии стресс-факторов. Кишинев: Штиинца. 1990. 239 с.

## ЭНДОГЕННАЯ ИНТОКСИКАЦИЯ ПРИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЯХ ЛЕГКИХ

**Е. В. Романова**

*Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, Саранск, (Россия)*

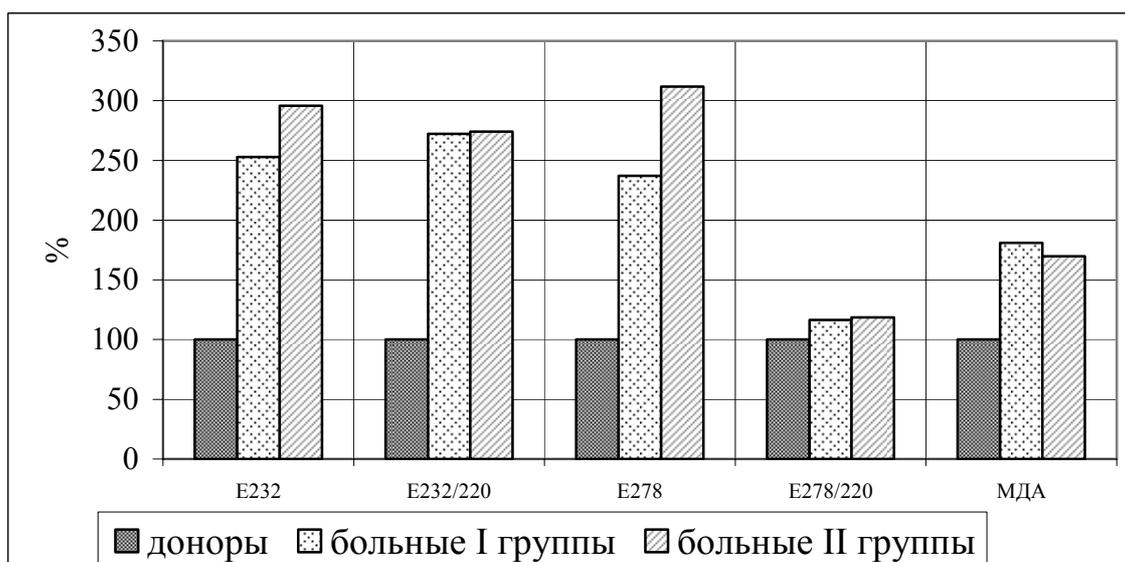
*E-mail:kateroman@mail.ru*

В основе патологических процессов, определяющих течение заболеваний, лежат фундаментальные общебиологические механизмы, к которым относятся свободнорадикальные процессы и антиоксидантная защита организма. Не является исключением патология, возникающая в результате опухолевых процессов. Практически все больные распространенным раком легкого имеют выраженные нарушения гомеостаза, выражающиеся в развитии синдрома эндогенной интоксикации [1].

Обследовано 50 практически здоровых людей (21 мужчина и 29 женщин в возрасте 22 – 49 лет) и 27 больных раком легкого (две группы по степени тяжести заболевания: 1-я группа – больные с III-ей стадией заболевания (n=22), 2-я группа – с IV-ой стадией заболевания (n=5), диагноз ставился на основании рентгенологического и гистологического исследования. Продукты свободнорадикального окисления определяли в изопропанольной фазе сыворотки крови при длине волны ( $\lambda$ ) равной 220 нм, при  $\lambda = 232$  нм и при  $\lambda = 278$  нм (Хышиктуев Б.С., 1996). Рассчитывали соотношение диеновых конъюгатов к ненасыщенным липидам ( $E_{232/220}$ ) и соотношение кетодиенов и сопряженных триенов к ненасыщенным липидам ( $E_{278/220}$ ). Изучали уровень малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови (Конюхова С.Г., 1989), содержание молекул средней массы (МСМ) (Киреев С.С., 1990 г.), циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) (Гриневич Ю.А., Алферова Н.Н., 1998), индекс токсичности по альбумину (Миллер Ю.И., Добрецов Г.Е., 1994), а также была определена активность каталазы (Королюк М.А. и соавт., 1988), как показатель состояния антиоксидантной системы.

У больных первой группы содержание диеновых конъюгатов по сравнению с контрольной группой (практически здоровые люди) повыси-

лось в 2,5 раза, у больных второй группы – в 2,9 раза. Соотношение диеновых конъюгатов к ненасыщенным липидам ( $E_{232/220}$ ) превысило этот показатель контрольной группы в 2,7 раза в обеих группах. Уровень кетодиенов и сопряженных триенов повысился в первой и второй группе соответственно в 2,3 раза и 3,1 раза. Соотношение кетодиенов и сопряженных триенов к ненасыщенным липидам ( $E_{278/220}$ ) превысило контрольное значение на 16 % в первой группе и на 18% во второй. Содержание МДА в сыворотке крови у больных первой группы выше, чем у практически здоровых людей на 80%, у больных второй группы – на 69% (рис. 1).



**Рисунок 1 – Динамика изменения содержания продуктов СРО в изопропанольной фазе сыворотки крови больных раком легкого**

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что при новообразованиях легких увеличивается содержание интермедиатов ПОЛ. Это можно объяснить тем, что при патологических состояниях происходят неконтролируемая интенсификация реакций свободнорадикального окисления, и, следовательно, резкое увеличение концентрации свободных радикалов, продуктов ПОЛ. Повышение концентрации МДА в сыворотке крови свидетельствует об активации липидной пероксидации, что создает условия для повреждения клеточных структур свободными радикалами [2].

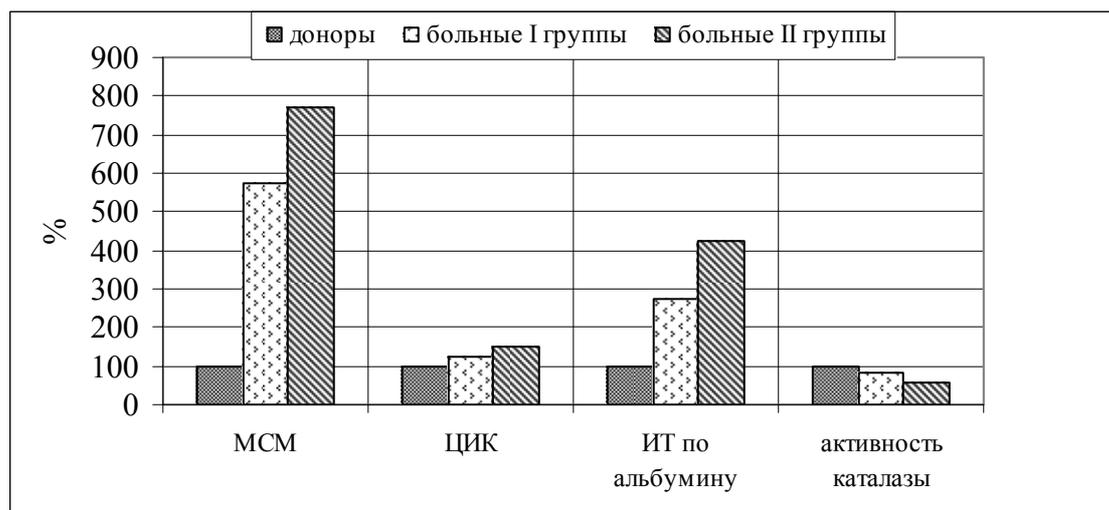
Был проведен корреляционный анализ показателей продуктов СРО в изопропанольной фазе сыворотки крови больных. Корреляционный анализ показал, что между МДА и диеновыми конъюгатами наблюдается слабая прямая корреляция ( $r = 0,37$ ). Показатель корреляции между МДА и кетодиенами, сопряженными триенами ( $r = 0,39$ ) также показывает слабую прямую зависимость.

Маркерами эндогенной интоксикации могут служить показатели содержания веществ средней молекулярной массы (МСМ). По данным В.Б. Гаврилова и других, МСМ – продукты деградации белков следует считать

наиболее токсичными, поскольку они приводят к повышению мембранной проницаемости и ингибированию ферментативной активности, а также оказывают ингибирующее действие на метаболические процессы [3]. Как показали наши исследования, у больных 1-ой группы содержание МСМ увеличилось в 5,7 раза, а у больных 2-ой группы – в 7,7 раза (рис. 2).

Накопление МСМ в крови является важным звеном в развитии нарушений обмена веществ. Они оказывают влияние на жизнедеятельность всех систем и органов, так как по своему строению близки к регуляторным пептидам. МСМ способны соединяться и блокировать рецепторы любой клетки, неадекватно влияя на ее метаболизм и функции [4].

При обследовании группы больных раком легкого были выявлены изменения в содержании циркулирующих иммунных комплексов. Содержание ЦИК у больных 1-ой группы увеличилось на 24%, а у больных 2-ой группы – на 48% по сравнению с контрольной группой (рис. 2). Причиной повышения концентраций ЦИК в сыворотке крови может быть и нарушение выработки антител под влиянием токсических веществ.



**Рисунок 2 – Динамика изменения показателей эндотоксикоза сыворотки крови больных раком легкого**

Накопление в крови первичных и вторичных продуктов ПОЛ идет не в силу количественных изменений в содержании фосфолипидов плазмы крови, а вследствие интенсификации их свободнорадикального окисления. Одной из причин увеличения ПОЛ при эпителиальных новообразованиях, является резко выраженное сокращение антиоксидантной обеспеченности организма. У больных эпителиальными новообразованиями выявлена тенденция к снижению активности антиоксидантных ферментов, особенно каталазы. Биологическая функция каталазы сводится к защите клеточных мембран от пероксида водорода, образующегося при ПОЛ мембраны. Каталаза защищает клеточные мембраны от повреждающего действия перекиси водорода и супероксидного радикала [5].

По данным исследования, активность каталазы в сыворотке крови снижается в 1-ой группе на 19%, а у больных 2-ой группы – на 41% по сравнению с контрольной группой. Причем это происходит наряду со значительным повышением содержания продуктов ПОЛ. Между этими показателями как в первой группе ( $r = -0,37$ ), так и во второй группе ( $r = -0,42$ ) наблюдается слабая отрицательная корреляция.

Важное звено в системе детоксикации организма представляет альбумин. Поскольку он переносит к гепатоцитам эндогенные метаболиты и экзогенные яды. Индекс токсичности (ИТ) этого белка отражает степень накопления токсических метаболитов.

У больных 1-ой группы ИТ превышает норму в 2,7 раза, а у больных 2-ой группы – в 4,2 раза по отношению к контрольной группе (рисунок 2). Возрастание индекса токсичности, свидетельствует об увеличении токсикокоза, т.е. чем выше ИТ, тем больше в тканях метаболитов, которые в норме связываются с альбумином и удаляются из тканей [6].

Таким образом, развитие патологического процесса в легких сопровождается значительным повышением уровня свободнорадикального окисления липидов биомембран, что является необходимой фазой перестройки функций клеток применительно к изменившимся условиям жизнедеятельности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсеньев А. И. Современные подходы к лечению некоторых осложнений при распространенном раке легкого / А. И. Арсеньев, А. С. Барчук, С. В. Канаев // Вопросы онкологии. Т.53, №2. С. 223-228
2. Франциянц, Е. М. Перекисное окисление липидов в патогенезе опухолевой болезни / Е. М. Франциянц, Ю. С. Сидоренко, Л. Я. Розенко. –Ростов-на-Дону.: РГУ, 1995. – 176 с.
3. Гаврилов, В.Б. Оценка интоксикации организма по нарушению баланса между накоплением и связыванием токсинов в сыворотке крови / В.Б. Гаврилов, М.М. Бидула // Клиническая лабораторная диагностика. 1999. № 2. С. 13 – 17.
4. Галактионов, С.Г. Пептиды группы «средних молекул» / С.Г. Галактионов, В.М. Цейтин // Биоорганическая химия. 1984. Т 10. № 1. С. 5 – 13.
5. Додина, Л.Г. К вопросу о перекисном окислении липидов и антиоксидантной системы / Л.Г. Додина // Медицина труда и промышленная экология. 1997. №12 С. 9-12.
6. Коткина, Т.И. Диагностическое значение исследования альбумина сыворотки крови / Т.И. Коткина, В.Н. Титов // Лабораторное дело. 1991. № 7. С. 6 – 11.

## СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ В ЭРИТРОЦИТАХ ПЛОВЦОВ ПРИ ИНТЕНСИВНЫХ ТРЕНИРОВКАХ И СТРЕССЕ СОРЕВНОВАНИЙ

**О. И. Гараева**

*Институт физиологии и санокреатологии АНМ, Кишинев (Молдова)*

*E-mail: vciochina@asm.md*

Индивидуальные данные о метаболических изменениях картины крови признаны объективным критерием для коррекции программы тренировочных процессов и для обеспечения более высоких спортивных результатов в ответственных соревнованиях [9, 12]. Концентрация свободных аминокислот (САК) и их производных в физиологических жидкостях и тканях является своеобразным интегральным показателем гомеостаза, а закономерности формирования фонда САК в организме объективно отражают состояние метаболического баланса [8].

Изучению клинического значения дисбаланса САК плазмы крови посвящено значительное количество исследований. Экспериментально доказана способность эритроцитов депонировать различные вещества из окружающей среды, в частности, аминокислоты, тиреоидные гормоны и др., благодаря чему эритроциты могут принимать участие в регуляции белкового обмена [2, 3]. Однако в литературе отсутствует информация как о полном спектре САК эритроцитов, так и об эритроцитарно-плазменном обороте САК при различных функциональных состояниях организма.

В задачу настоящего исследования входило изучение особенностей содержания САК у спортсменов при интенсивной физической нагрузке и в условиях эмоционального стресса, возникающего в соревновательный период.

Обследовано 17 спортсменов-пловцов в возрасте 15-19 лет, I разряда, кандидатов в мастера спорта (КМС) и мастеров спорта (МС) в условиях одинаковой физической нагрузки в тренировочный предсоревновательный период, а также в период соревнований.

Отбор крови для анализа осуществлялся из локтевой вены утром натощак в период отдыха после тренировочной нагрузки и после соревнований. Подготовка образцов осуществлялась по известным методикам [4, 7].

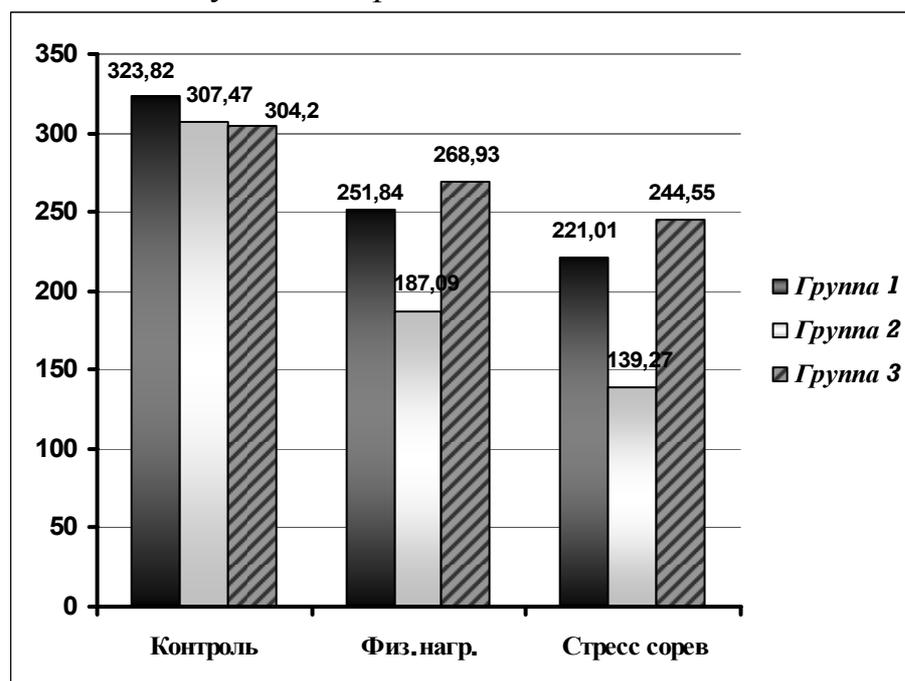
САК и их производные определяли методом жидкостной ионообменной хроматографии на автоматической анализаторе аминокислот ААА 339М, Чехия [5]. Достоверность полученных результатов оценивали по t-критерию Стьюдента.

Ранее в наших исследованиях было установлено, что при выполнении спортсменами интенсивных физических нагрузок показатели САК плазмы крови имели индивидуальную специфическую характеристику, что послужило основанием для выделения 3-х отдельных групп пловцов, характери-

зующихся разнонаправленными изменениями уровня белкового метаболизма в ответ на интенсивную тренировку [1]. В настоящем исследовании мы проследили количественную и качественную динамику содержания САК в эритроцитах у 17 пловцов, разделенных на указанные 3 группы, в условиях интенсивных тренировок и эмоционального стресса соревнований.

Суммарное содержание САК ( $\Sigma$ САК) в эритроцитах при интенсивных физических нагрузках значительно снижалось у пловцов I и II групп (в 1,3 и 1,6 раза) и имело тенденцию к снижению у пловцов III группы (рис. 1). Наиболее выраженные изменения были отмечены в содержании цистатионина, ГАМК, цистеиновой кислоты и метионина (I группа) и серина, аргинина, метионина, ГАМК и глутамина (II группа).

У спортсменов I и II групп интенсивные тренировки вызывают снижение содержания иммуноактивных, гликогенных, кетогенных, протеиногенных и серосодержащих групп САК на 19-24% и 37-40% соответственно. У III группы на фоне общей тенденции к снижению указанных функциональных групп САК, достоверно снижение только кетогенных и серосодержащих САК (на 10,2% и 14,8%, соответственно). Соотношение незаменимые/заменимые САК у всех спортсменов снижалось на 20%.



**Рисунок 1 - Динамика изменения пула свободных аминокислот в эритроцитах при физической нагрузке и стрессе соревнований (мкм/100мл)**

Аналогичная направленность изменений фонда САК эритроцитов и соотношения незаменимые/заменимые САК была выявлена у спортсменов и после физических нагрузок, сопровождавшихся эмоциональным стрессом (соревнования).

Наиболее реактивными в этих условиях являются кетогенные, заменимые, незаменимые, иммуноактивные и гликогенные САК. При этом, если у спортсменов I группы отмечено достоверное снижение  $\alpha$ -аминомасляной кислоты, лейцина, тирозина, и фенилаланина, а в III группе только серина и цистина, то во II группе достоверно уменьшается весь комплекс серосодержащих САК на 29,3%, аспартата на 33,4%, треонина на 31,9%, серина на 26,8%, глутамата на 24,6%, глутамина на 31,9%, аланина на 32,4%, глицина на 22,3%, тирозина на 25,6%, орнитина на 33,8%, валина на 29,3%,  $\alpha$ -аминомасляной кислоты на 29,1%, этаноламина на 38,5%.

Таким образом, как в условиях интенсивных тренировок, так и эмоционального стресса соревнований наиболее активно используются ресурсы САК эритроцитов у спортсменов II группы.

На хроматограммах САК эритроцитов обследованных пловцов был идентифицирован пик глутатиона (окисленная форма). При интенсивных физических нагрузках во всех группах у пловцов отмечается одностороннее, но в различной степени выраженное, повышение концентрации этого соединения на 43,1% в I группе, на 54,8% во II группе и на 132,3% в III группе.

Стресс соревнований вызывает дальнейшее увеличение его концентрации по сравнению с тренировочными нагрузками: в I группе еще на 130,7%, во II группе на 83,6% и в III – на 48,8%.

Для выявления особенностей эритроцитарно-плазменного оборота САК нами был использован [5] коэффициент распределения аминного азота в крови (КРААК) -  $\Sigma$ САК эритроцитов/ $\Sigma$ САК плазмы. В выделенных группах пловцов при различных функциональных нагрузках на организм спортсмена КРААК изменяется односторонне в сторону понижения (табл. 1).

**Таблица 1 - Коэффициент распределения аминного азота в крови у пловцов в покое, при физической нагрузке и эмоциональном стрессе соревнований**

Коэффициент распределения аминного азота	контроль	физ.нагруз.	стресс соревнов.
I группа	1,41	1,47	1,02
II группа	1,83	0,68	0,52
III группа	1,46	1,27	1,04

Так, в условиях интенсивных тренировочных нагрузок у пловцов II группы КРААК снижается на 62,8%. В III группе он также снижается, не столь значительно (на 13,1%). В I группе КРААК, несмотря на снижение содержания САК в эритроцитах, достоверно не изменяется.

Эмоциональный стресс соревнований вызывает дальнейшее снижение КРААК. Так, по сравнению с интенсивными физическими нагрузками

КРААК снижается у I группы пловцов на 30,6%, у III группы на 18,1% и весьма значительно у II группы – на 98,1%.

Наблюдаемое нами снижение соотношения суммарного фонда САК эритроцитов можно объяснить увеличением проницаемости эритроцитарных мембран в условиях интенсивных нагрузок, что является, по видимому, адаптивной реакцией организма, обеспечивающей необходимый уровень фонда САК плазмы в экстремальных условиях.

Известно, что в норме отношение концентрации азота САК в эритроцитах к азоту САК в плазме крови колеблется в пределах 1,5-1,8. Это отношение отличается большим постоянством, и снижение КРААК ниже 1,0 - синдром, являющийся предвестником некомпенсированного нарушения обменных процессов и истощения адаптивных реакций в организме [3]. Значительное увеличение концентрации окисленной формы глутатиона в эритроцитах пловцов подтверждает это мнение. Эритроциты обладают различными антиоксидантными биологическими механизмами, противостоящими внутриклеточному оксидативному стрессу.

Известно, что напряженная и продолжительная физическая нагрузка, интенсивные тренировки сопровождаются избыточным повышением активности в плазме супероксиддисмутазы и глутатионпероксидазы, что снижает способность организма детоксицировать свободные радикалы [6].

Скорость восстановления окисленной формы глутатиона в эритроцитах спортсменов при действии таких экстремальных факторов, как интенсивные тренировки и эмоциональный стресс соревнований, снижается. Может развиваться ацидоз с окислением сульфгидрильных групп мембран, последующим изменением поверхности эритроцитов, преждевременной секвестризацией их в селезенке и внутрисосудистым гемолизом и развитием широко распространенной у спортсменов гемолитической анемии [10, 11].

Выявленные нами особенности аминокислотного спектра у пловцов в условиях интенсивных тренировочных нагрузок дают основание рекомендовать использование коэффициента распределения аминокислот в крови в качестве прогностического показателя функционального состояния организма спортсменов в условиях экстремальных нагрузок.

На основании полученных результатов можно заключить, что при адаптации организма к напряженной мышечной деятельности увеличивается уровень мобилизации функциональных резервов организма, что проявляется в обеднении депо САК в эритроцитах. Вместе с тем, проявление выявленных изменений имеет индивидуальный характер, и данные о содержании САК в эритроцитах в сопоставлении с соответствующими показателями плазмы крови являются высокоинформативными для оценки об устойчивости спортсмена к интенсивным тренировочным нагрузкам и соревновательным стрессам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гараева О.И. Влияние физической нагрузки на изменение содержания свободных аминокислот в плазме крови у спортсменов-пловцов. Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни, 2006, 1, с.18-24.
2. Долوماتов С.И., Пишак В.П., Слипенюк Т.С., Мещишен И.Ф., Окопная Т.В. Способность эритроцитов депонировать тиреоидные гормоны: регуляторная роль физико-химических факторов *in vitro*. Вопросы мед. химии, 1999, № 4. с. 31-33.
3. Збарский Б.И., Демин Н.Н. Роль эритроцитов в обмене белков. М., 1949, 318 с.
4. Изатуллаев Е.И., Талбаев Т.Д., Мамирова Т.Н., Урбисинов Ж.К. К определению свободных аминокислот в тканях организма. Вопр. питания, 1986, 2, с.64-67.
5. Козаренко Т.Д., Зуев С.Н., Муляр Н.Ф. Ионообменная хроматография аминокислот (теоретические основы и практика). Новосибирск, 1981, 156 с.
6. Кулинский В.И., Колесниченко В.С. Биологическая роль глутатиона. Успехи совр. биологии, 1990, 110, вып 1(4), с.20-33.
7. Кушелев А.Р., Кольцов А.П., Польшовская О.Я., Тогузов Р.Т., Хейфиц А.Б. К методике определения свободных аминокислот в эритроцитах. Лаб. Дело, 1984, 12, с. 766.
8. Нефедов Л.И. Формирование фонда свободных аминокислот и их производных в условиях метаболического дисбаланса. Автореф. дисс. докт. мед. наук, Минск, 1992.
9. Суздальницкий Р.С., Левандо В.А. Новые подходы к пониманию стрессорных иммунодефицитов. Теория и практика физ.культуры, 2003, 1, 18-24.
10. Сейдахметова З.Ж., Ташенова Г.К. Коррекция перекисной резистентности и проницаемости эритроцитарных мембран при повторном плавательном стрессе витаминами Е, С и экстрактом гинкго билоба. Гигиена труда и мед. Экология, 2005, 1, с.44-48.
11. Суплотов С.Н. Свободнорадикальное окисление, антиоксидантная защита и липидный состав клеточных мембран эритроцитов как критерии адаптации человека к летному труду в гражданской авиации. Автореф. дисс. докт.мед. наук, М., 2004.
12. Фомин Н.А., Куликов Л.М., Рыбаков В.В. Изменение содержания метаболитов межклеточного обмена в периферической крови у высококвалифицированных спортсменов при соревновательных нагрузках. Теория и практика физ. культуры, 2001, 6, с.18-23.

## СТРУКТУРА ПАРАЗИТОЦЕНОЗОВ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ

**Е. М. Федина, О. В. Янчуревич**

*Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно (Беларусь)*

*E-mail: yanch@grsu.by, phedina.katerina.@mail.ru*

В настоящее время, по мере интенсификации использования территории, значение мышевидных грызунов, как вредителей и распространителей

опасных инфекционных заболеваний, возрастает, в связи с чем, изучение паразитоценозов данной группы животных имеет большое санитарно-эпидемиологическое значение [1].

Предметом наших исследований являлось изучение комплекса эктопаразитов, обитающих на грызунах (отряд *Rodentia*) на территории Гродненского района Гродненской области (Беларусь). Исследования проводили в июне-августе 2007 года. Для анализа зараженности *Rodentia* рассчитывали % зараженности грызунов.

Сбор эктопаразитов проводили с мышевидных грызунов следующих видов: мышшь желтогорлая – *Apodemus flavicollis* Melchior, 1834, мышшь лесная – *Apodemus sylvaticus* s. l. Linnaeus, 1758, – полевка рыжая – *Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780 и полевка обыкновенная – *Microtus arvalis* Pallas, 1778. В процессе обследования на грызунах обнаружены эктопаразиты следующих трех отрядов: *Acarina* – клещи, *Anoplura* – вши, и *Siphonaptera* – блохи. При этом представители отрядов *Acarina* и *Anoplura* выявлены у всех перечисленных видов грызунов (100%), а *Siphonaptera* – только на 3 из них (*Apodemus flavicollis*, *Apodemus sylvaticus* s. l. и *Clethrionomys glareolus*) (75%). У *Microtus arvalis* блохи не обнаружены, что может быть связано с небольшим объемом выборки этих животных.

Отряд *Acarina* в наших исследованиях представлен иксодовыми клещами рода *Ixodes* вида *Ixodes ricinus* Linnaeus, 1758 из семейства *Ixodidae*, а также гамазовыми клещами из семейства *Gamasidea*. В настоящее время идет работа по установлению точного систематического положения представителей данного семейства. Из отряда *Siphonaptera* нами отмечено 2 вида эктопаразитов – *Ctenophthalmus agyrtes* Heller, 1896 и *Ct. solutus* Jordan et Rothschild, 1897, принадлежащих роду *Ctenophthalmus* семейства *Ctenophthalmidae*. Из отряда *Anoplura* зарегистрировано 3 вида, которые относятся к роду *Hoplopleura* семейства *Hoplopleuridae*. Род *Hoplopleura* представлен следующими видами: *H. acanthopus* Burmeister, 1839, *H. affinis* Burmeister, 1839 и *H. edentula* Fahrenholz, 1916.

У всех выше перечисленных представителей *Rodentia* встречается только по одному виду *Anoplura* и *Siphonaptera*. Так, у *Microtus arvalis* отмечается *H. acanthopus*, у *Clethrionomys glareolus* – *Ct. solutus* и *H. edentula*, а у *Apodemus flavicollis* и *Apodemus sylvaticus* s. l. – *Ct. agyrtes* и *H. affinis*.

Высокая зараженность среди обследованных видов мышевидных грызунов характерна как для *Apodemus flavicollis*, так и для *Clethrionomys glareolus* (100%). В то же время, для *Microtus arvalis* и *Apodemus sylvaticus* s. l. она составила 66,66% и 33,33% соответственно.

Таким образом, по результатам проведенного исследования отмечено, что на территории Гродненского района общая зараженность мышевидных грызунов эктопаразитами довольно высокая.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савицкий Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко // Мн.: Изд. центр БГУ. 2005. С. 255-266.

### АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ КРОВИ КРЫС МОЛОДОГО ВОЗРАСТА ПРИ АДАПТАЦИИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ХРОНИЧЕСКОГО СТРЕССА

**А. В. Невоя**

*Институт физиологии и санокреатологии АНМ, Кишинев (Молдова)*

*E-mail: angela\_nevoie@rambler.ru*

Адаптация в общебиологической интерпретации представляется как совокупность механизмов, обеспечивающих приспособление организма к среде, и затрагивает все уровни организации живого. В основе индивидуальной адаптации лежат физиологические, биохимические и структурные преобразования, которые обеспечивают гомеостаз в новых условиях существования.

В процессе реализации биохимической адаптации азотистому обмену уделена особая роль, высокоинформативным методом изучения которого является исследование содержания свободных аминокислот в жидкостях и тканях организма. Роль аминокислот в процессах биосинтеза белка и высокоактивных биологических соединений (медиаторов, гормонов и др.), участие в реализации основных метаболических потоков в организме определяет множество их метаболических и функциональных взаимосвязей [1, 2] и позволяет интерпретировать пул свободных аминокислот как своеобразный интегральный показатель гомеостаза [2, 4, 6].

Особый интерес представляет анализ содержания аминокислот крови, которая в осуществлении транспортной функции контактирует с различными тканями и объективно отражает состояние всего организма [6].

Целью нашего исследования явилось изучение влияния стресса на азотистый обмен организма посредством анализа содержания свободных аминокислот крови.

Объектом исследования были 3-х недельные белые крысы, самцы линии Wistar. Животные содержались в условиях вивария, питание их было уравновешено и соответствовало возрастным нуждам. Крысы подвергались воздействию эмоционально-болевого стресса, в течение 6 недель. Моделирование стресса было получено посредством транскожной электрической стимуляции в прерывистом режиме, утром и вечером. Подбор параметров воздействия стресс-фактора производился на основе поведенческих и вегетативных реакций стрессируемых животных, а также на ос-

нове литературных данных [3]. Крысы были распределены на 3 группы. Параметры тока для животных I-ой группы составляли: напряжение 20 В, сила тока – 1,5 мА, в течение 2-х минут; II-ой группы – напряжение 60 В, сила тока - 3,00 мА в течение 4-х минут; III-я группа служила контролем.

Крыс декапитировали утром, натощак, под легким эфирным наркозом. Кровь (3мл) забирали из магистральных сосудов шеи в гепаринизированные пробирки, депротеинизацию провели по методике Mondino [9]. Анализ содержания свободных аминокислот проводили методом ионообменной хроматографии на аминокислотном анализаторе ААА-339 (Чехия). Результаты обрабатывали статистически, используя t-критерий Стьюдента.

Полученные данные показали, что хроническое эмоционально-болевое стрессирование привело к изменениям в аминокислотном составе крови крыс. Характер этих изменений определялся интенсивностью стресс фактора: в группе крыс, подвергавшихся воздействию щадящего стресса, концентрация свободных аминокислот в основном имела тенденцию к понижению, в то время как в группе крыс, подвергавшихся чрезмерному стрессированию – к повышению. Кроме того, надо отметить что, щадящий стресс отразился в основном на концентрации аминокислот клеточного составляющего крови, а чрезмерный – на аминокислотном составе обеих исследованных сред.

Достоверное снижение концентрации аминокислот в плазме крыс находящихся под воздействием щадящего стресс-фактора, выявлено для изолейцина, метионина и глицина (на 48, 41 и 20%, соответственно,  $P < 0,05$ , в сравнении с контрольным вариантом). Концентрация этих же аминокислот уменьшилась и в эритроцитах, в особенности для изолейцина (на 72, 45 и 22%, соответственно,  $P < 0,05$ ). Индуцированные щадящим стрессом изменения охватили концентрации всех незаменимых аминокислот в эритроцитах: фенилаланина, триптофана, гистидина, треонина, лизина (на 49, 43, 35, 33, 22% соответственно,  $P < 0,05$  в сравнении с контрольным вариантом), что привело к снижению суммарного их содержания на 49%. Подобное снижение концентрации аминокислот крови было обнаружено рядом авторов [10], в результате систематического введения животным стресс-гормонов в концентрациях близких к физиологическим, что сопровождалось интенсификацией процессов протеосинтеза и окисления свободных аминокислот [8].

Таким образом, относительная стабильность концентрации аминокислот плазмы показывает, что крысы хорошо адаптировались к щадящему хроническому воздействию и более того, можно предположить, что некоторое снижение содержания незаменимых аминокислот обусловлено усилением анаболических процессов.

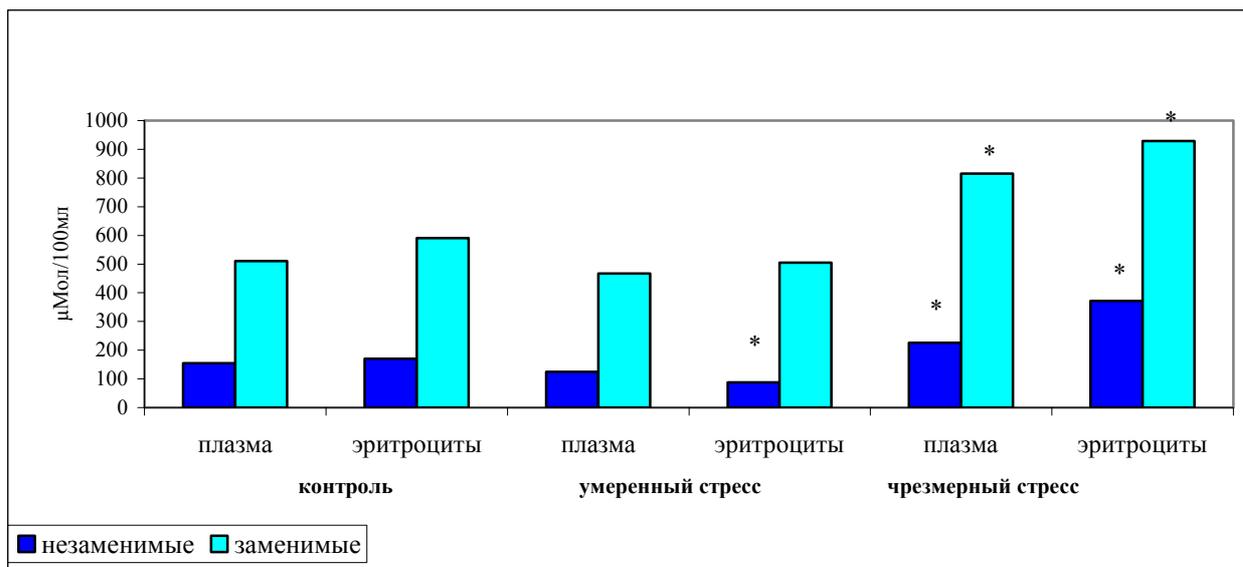
Содержание свободных аминокислот в плазме и в эритроцитах крыс, подвергавшихся воздействию чрезмерного стрессирования, приведено в таблице.

**Таблица 1 - Содержание свободных аминокислот крови крыс, подвергавшихся воздействию хронического чрезмерного стресса (μМоль/100мл)**

Аминокислоты	Плазма		Эритроциты	
	Контроль	Стресс	Контроль	Стресс
Цистеиновая кислота	1,29±0,32	4,76±1,17*	2,47±0,35	4,72±0,74*
Таурин	45,36±7,05	46,82±10,31	32,78±8,04	74,80±6,18*
Аспарат	9,23±1,87	38,95±6,18*	62,91±7,79	55,87±5,57
Треонин	24,52±2,27	72,57±7,08*	20,86±3,36	86,11±4,81*
Серин	40,88±3,74	65,72±9,67*	31,80±2,90	98,32±4,31*
Аспарагин	19,13±2,24	19,73±3,07	15,38±2,24	50,24±6,05*
Глутамат	25,84±4,51	25,74±2,17	29,58±3,10	66,20±3,09*
Глутамин	186,55±13,58	226,57±23,10	52,31±11,63	69,43±5,30
α-аминоадипиновая кислота	1,91±0,43	8,78±1,90*	1,30±0,37	2,22±0,20*
Пролин	45,97±5,38	62,42±5,76*	214,68±29,44	101,97±14,80*
Глицин	35,73±3,40	128,87±27,09*	45,15±5,52	137,77±9,90*
Аланин	127,50±17,93	210,68±45,49*	122,23±14,61	224,51±10,74*
Цитрулин	2,14±0,74	8,34±1,93*	3,29±0,06	7,95±0,75*
α-аминомасляная кислота	1,12±0,22	4,51±0,67*	1,18±0,18	8,35±0,67*
Валин	25,88±5,41	22,03±4,46	20,60±3,60	12,85±0,65*
Цистеин	6,55±1,60	2,84±0,62*	3,68±0,61	55,12±2,93*
Метионин	7,15±1,04	7,64±1,04	6,27±0,79	24,11±2,43*
Изолейцин	18,45±3,54	16,79±1,86	12,01±2,20	19,35±2,66*
Лейцин	24,38±5,74	20,35±4,09	25,47±3,40	47,67±1,62*
Тирозин	13,34±1,90	10,11±0,95	13,40±1,98	13,68±2,03
Фенилаланин	10,75±2,08	6,30±1,71*	14,96±2,04	19,87±4,24
γ-аминомасляная кислота	1,45±0,24	1,43±0,33	1,43±0,43	34,76±4,43*
Орнитин	13,79±2,09	8,17±1,51*	9,16±1,97	11,77±0,78*
Этаноламин	29,42±3,55	2,96±0,50*	22,05±4,01	37,00±3,15*
Лизин	17,83±4,20	54,03±10,44*	17,26±1,69	90,38±6,42*
Гистидин	8,78±0,91	12,54±1,97*	7,60±1,30	19,87±3,08*
Триптофан	6,87±0,62	13,31±1,85*	13,22±1,77	51,22±4,87*
Аргинин	10,14±1,31	23,41±4,21*	32,42±5,11	56,30±5,66*

Примечание: \* -  $P < 0,05$

В группе животных, подвергавшихся воздействию чрезмерного эмоционально-болевого стресса, суммарное содержание аминокислот повысилось в плазме (на 48%), и значительно в эритроцитах (на 84%) по сравнению с контрольной группой. Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в плазме возросло практически одинаково (на 61 и 55% соответственно), в то время как в эритроцитах наблюдали иную картину: сумма незаменимых аминокислот повысилась на 151%, а заменимых – всего на 48% (рис. 1).



**Рисунок 1 - Содержание заменимых и незаменимых аминокислот крови крыс под воздействием хронического эмоционально-болевого стресса**

Концентрация гликогенных аминокислот возросла одинаково в плазме и в эритроцитах (на 104 и 109%). Сумма кетогенных аминокислот незначительно повышалась в плазме (на 32%), в то время, как в эритроцитах увеличилось, 150%. Аминокислот с латеральной разветвленной цепью в плазме, не наблюдали достоверных изменений. Среди серосодержащих аминокислот следует отметить снижение концентрации цистеина в плазме сопровождающейся значительным повышением содержания данной аминокислоты в эритроцитах.

Действие сильного стресс-фактора на аминокислотный состав крови кардинально отличается от такового при щадящем стрессе. Адаптация к этому типу стресса сопровождалась глубокой и обширной перестройкой азотистого обмена, выражающегося изменениями содержания свободных аминокислот в плазме и в эритроцитах крови крыс. Наиболее существенные изменения наблюдались в обмене некоторых непротеиногенных аминокислот (ГАМК,  $\alpha$ -аминоадипиновой кислоты), цистеина, кетогенных аминокислот и наименьшие - для аминокислот с латеральной разветвленной цепью и группы дикарбоновых аминокислот.

Повышение содержания свободных аминокислот в плазме и в эритроцитах крови крыс при воздействии чрезмерного стресс-фактора отражает характер метаболических изменений, происходящих в различных тканях организма. Высокая концентрация незаменимых, а особенно кетогенных аминокислот, указывает на усиление катаболических процессов в периферических тканях [5, 8]; увеличение содержания незаменимых, гликогенных аминокислот может являться еще и результатом интенсификации их трансаминирования [7]. К тому же, повышение уровня аминокислот возможно

связано со стрессиндуцированными изменениями в процессах их кишечной абсорбции аминокислот и почечного клиренса.

Таким образом, адаптация крыс молодого возраста к действию эмоционально-болевого стресса зависела от глубины и от силы воздействия стресс-фактора. Характер изменений аминокислотного состава плазмы и эритроцитов отражает уровень мобилизации резервов организма для адаптации к действию данного стрессора.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.С. Биологическая химия. Москва, 1990. 542с.
2. Браунштейн А.Е. На стыке химии и биологии. Москва, 1987. 239с.
3. Фурдуй Ф.И., Павалюк П.П., Чокинэ В.К. Хронический стресс, диминуация функций и биологическая деградация. Бюллетень ассоциации традиционной медицины РМ. 2003.№7. С.7-11.
4. Bender D.A. Amino acid metabolism. London, 1975, 530 p.
5. Brillon D.J., Zheng B., Campbell R.G., Matthews D.E. Effect of cortizol on energy expenditure and amino acid metabolism in humans. Am. J. Physiol, 1995, vol.268, no.3, p. E501-E513.
6. Brosnan JT. Interorgan amino acid transport and its regulation. J. Nutr. 2003, vol. 133, no. 6, p. 2068S-2072S.
7. Chang X.J., Yang C.C., Hsu W.S., Xu W.Z., Shih T.S. Serum and erythrocyte amino acid pattern: studies on major burn cases. Burns Incl. Therm. Inj., 1983, vol.9, no.4, p. 240-248
8. Del Prato S., DeFronzo R., Castellino P., Wahren J., Alvestrand A. Regulation of amino acid metabolism by epinephrine. Am J Physiol, 1990, vol.258, no.21, p.E878-E887.
9. Mondino A, Bongiovanni G, Fumero S, Rossi L. An improved method of plasma deproteination with sulphosalicylic acid for determining amino acids and related compounds. J Chromatogr., 1972, vol. 74, p. 255-263.
10. Shamon H., Jacob R., Sherwin R.S. Epinephrine-induced hypoaminoacidemia in normal and diabetic human subjects. Diabetes, 1980, vol.29, p. 875-881.

## ПРОТЕКТИВНАЯ ФУНКЦИЯ МИКРООРГАНИЗМ-АССОЦИИРОВАННОГО КРИСТАЛЛОГЕНЕЗА

**А. К. Мартусевич, Ю. В. Зимин**

*Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии,  
Нижний Новгород (Россия)  
E-mail: akmart@mail.ru*

Метаболическая активность микроорганизмов не вызывает сомнений и является одним их основных результатов их жизнедеятельности. В связи с этим данный аспект физиологии агентов микромира достаточно широко

изучен. В то же время некоторые вопросы, подчас касающиеся витальных функций бактерий в неблагоприятных условиях окружающей среды, остаются в тени [1, 6-10]. К таковым следует отнести феномен микроорганизм-ассоциированного кристаллообразования (МАК) [3-10], в структуре биокристаллизации отнесенный нами ранее к первичной (невынужденной) кристаллизации [2], однако важно, что и в данном случае имеет место не спонтанный, а вызванный метаболической активностью микроорганизма кристаллогенез [3, 4].

Нами выделены следующие основные функции МАК: протективная; патогенетическая; нутритивно-метаболическая; сигнальная; регуляторная. Наиболее изученной из перечисленных выше является протективная. Важно, что она не гомогенна, а может проявляться в нескольких вариантах:

а) *собственно защитная функция*, когда кристаллообразование непосредственно позволяет микроагенту сохранять свою структуру в неприкосновенном состоянии. Примером подобного явления служит формирование белковых капсул из специфического протеина RecA вокруг генетического материала *Pseudomonas aeruginosa*, что позволяет бактерии препятствовать УФ-излучениям и другим повреждающим воздействиям в эксперименте [8, 10]. Необходимость этого связана с отсутствием у бактерий кариолеммы и диффузным распределением нуклеиновой кислоты во внутриклеточном пространстве, что существенно снижает ее толерантность к внешним и внутренним негативным факторам. Аналогичные сведения представлены относительно белка Dps у других микроорганизмов (*Listeria innocua*, *Agrobacterium tumefaciens*) [5, 6]. Важно подчеркнуть, что оба соединения синтезируются специфически для выполнения защитной функции.

Кроме того, кристаллообразование может обеспечивать защиту отдельных органелл бактериальной клетки. Так, имеются данные о способности рибосом к кристаллогенезу, что также входит в понятие протективной функции МАК.

Кристаллизация на следующем, более высоком уровне организации живой материи позволяет формировать защитный кристаллический «каркас» для всей бактериальной клетки, причем подобным образом могут воссоздаваться сложные многоэлементные биосистемы, содержащие значительное количество микроорганизмов, связанных исключительно структурой, напоминающей кристаллическую решетку металлов.

б) *кумулятивная функция*, заключающаяся в накоплении микроорганизмом тех или иных соединений. Это достаточно общая функция, связанная с формированием в клетке бактерии или гифе гриба фокуса вещества, находящегося в кристаллической форме. Превалирующей локализацией этих включений является примембранная. Примером может явиться образование магнетосом в магнетотаксических бактериях. Данная функция неоднородна и может оказаться суммацией нескольких. Кроме дезинтокси-

кации, инородные для микроорганизма включения могут использоваться для обеспечения их метаболизма (нутритивно-метаболическая функция), выступать в роли структурных или сигнальных элементов бактерии, вируса или гриба и т. д.

в) *дезинтоксикационная функция*, являющаяся частным, но практически значимым случаем кумулятивной функции, и обеспечивающая обезвреживание токсических веществ, поступающих извне. Особое выделение данной функции определяется тем, что бактерии способны к осуществлению первично парадоксальных явлений – накоплению тяжелых металлов, которые должны были подавить их рост и размножение. Изучение характера включений микроорганизмов демонстрирует присутствие атомов металла в нейтральной для клеток восстановленной форме. Таким образом, микроагенты не только имеют системы детоксикации тяжелых металлов, но и кумулируют их, предупреждая их повторное попадание во внешнюю среду и окисление до формирования токсичного иона.

Важным моментом сущности протективной функции МАК является исследование способов ее реализации. Так, путем использования внутриклеточного типа микроорганизм-ассоциированного кристаллогенеза обеспечивается ранее рассмотренная защита ДНК у псевдомонад [10], а также кристаллизация рибосом и других органелл бактериальной клетки. Привлечение внеклеточного типа МАК требуется в случае необходимости защиты всего микроорганизма, также при длительном вынужденном нахождении микроагентов в неблагоприятных условиях. Примембранный тип напрямую связан с кумулятивной и дезинтоксикационной функциями МАК, т. к. большинство внутриклеточных включений имеют подобную локализацию, что объясняется нахождением там большинства ферментных комплексов, формирующих образование кристаллического состояния кумулируемых веществ [4-6]. Отдельным аспектом проблемы являются особые формы МАК, например, трансформация вирусных частиц в кристаллическую структуру. В этом случае кристаллизация приобретает характер одной из стадий жизненного цикла вируса в негативной для него среде, уподобляясь процессу капсулообразования и споруляции у бактериальных клеток. Данные факты свидетельствуют о проявлении протективной функции МАК.

В целом, протективная функция МАК представляет собой совокупность базирующихся на явлении кристаллогенеза биохимических, биофизических и физиологических механизмов, обеспечивающих комплексную защиту агентов микромира от неблагоприятных условий внешней среды и имеющих адаптивный характер. Дальнейшее подробное изучение этой проблемы будет способствовать развитию фундаментальной и ее клинической микробиологии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Камакин, Н. Ф. О первичной и вторичной биокристаллизации / Камакин Н. Ф., Мартусевич А. К., Колеватых Е. П. // *Естествознание и гуманизм*. 2005. Т. 2, №1. С. 18-19.
2. Мартусевич, А. К. Идеология изучения метаболической активности микроорганизмов кристаллографическими методами / Мартусевич А. К. // *Естествознание и гуманизм*. 2007. Т. 4. №2. С. 144.
3. Bozzi, M. A novel non-heme iron-binding ferritin related to the DNA-binding proteins of the Dps family in *Listeria innocua* / Bozzi M., Mignogna G., Stefanini S. et al. // *J. Biol. Chem.* 1997. Vol. 272. P. 3259–3265.
4. Ceci, P. The Dps protein of *Agrobacterium tumefaciens* does not bind to DNA but protects it toward oxidative cleavage: x-ray crystal structure, iron binding, and hydroxyl-radical scavenging properties / Ceci P., Pari A., Falvo E., Chiancone E. // *J. Biol. Chem.* 2003. Vol. 278. P. 20319–20326.
5. Lanzov V. A. Hyper-recombination in *Escherichia coli* with and without SOS response. // In.: *Recent research development in DNA repair and mutagenesis*. Kerala: Research Signpost, 2002. P. 21-38.
6. Nair, S. Dps protects cells against multiple stresses during stationary phase / Nair S., Finkel S. E. // *J. Bacteriol.* 2004. Vol. 186. P. 4192–4198.
7. Namsaraev, E. Biochemical basis of hyper-recombination activity of *Pseudomonas aeruginosa* RecA protein in *Escherichia coli* cells / Namsaraev E., Baitin D., Bakhlanova I. et al. // *Mol. Microbiol.* 1998. Vol. 27. N 4. P. 727-738.

## ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ СЕЛЕНОМЕТИОНИНА У ГРИБОВ ИМЕЕТ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

О. М. Цивилева<sup>1</sup>, А. Н. Панкратов<sup>2</sup>, В. Е. Никитина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов (Россия)*

<sup>2</sup>*Химический факультет СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов (Россия)*

*E-mail: tsivileva@ibppm.sgu.ru*

Цистеин (Cys) и метионин (Met) – единственные аминокислоты в белках, которые претерпевают обратимое окисление/восстановление в биологических условиях. Окисление серусодержащих боковых цепей Cys и Met кислородными агентами может приводить к окислительным состояниям серы, не способным восстанавливаться в биологических условиях. То есть нужны такие механизмы окисления, которые защищают против перекисления эти кислотные остатки и предотвращают необратимую потерю активности белка. В работе [1] показано, что редокс-потенциал стационарного состояния цистеин/цистиновой пары позволяет обеспечить мягкое окисление белков без прямого участия более сильных окислителей.

Анализ литературы позволяет прийти к выводу, что наиболее вероятный химизм взаимодействия соединений Se с белками состоит в образовании связей разной прочности с серусодержащими аминокислотами, вплоть до, возможно, полного замещения серы на селен. Представляет интерес рассмотреть эту проблему химизма более подробно, проведя сравнительный анализ реакционной способности *L*-Cys и *L*-Met и обсудив некоторые теоретические предпосылки замещения атома серы на селен. Задача сравнительного исследования Met и Cys интересна и в следующем аспекте.

В живых организмах селен обнаружен в составе нескольких индивидуальных соединений, но одной из основных форм существования органического селена в грибных тканях является селенометионин (SeMet) [2]. Так, SeMet - преобладающее селенсодержащее соединение обогащенных селеном дрожжей: при стандартизованных условиях выращивания дрожжевых культур около 85% селена содержится в них в виде SeMet [3]. Культура пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* способна ассимилировать до 3 мг/г биомассы Se [4], при этом более 90% общего Se находится в форме SeMet, а селеноцистеина (SeCys) лишь 0.5% [5, 6]. Та же картина наблюдается у высших съедобных грибов - культивируемых базидиомицетов, в том числе наиболее интересующего нас объекта исследований *Lentinus edodes*. Судя по результатам работ [7, 8], в культуре шиитаке, выращенной на обогащенном селенитом натрия субстрате, основное соединение – SeMet, связанный с белком.

Таким образом, налицо явное “предпочтение” грибными культурами разных систематических групп именно органической формы селена в виде SeMet. Цель, поставленная в нашей работе - сравнительное квантовохимическое исследование электронного строения молекул и реакционной способности двух серусодержащих эссенциальных аминокислот - *L*-Cys и *L*-Met на начальном этапе взаимодействия с электрофильными реагентами для выяснения предпосылок замещения атома серы на селен именно в молекуле *L*-Met. Результативным оказался следующий подход:

1) Не имея конкретной информации о механизме и энергетике взаимодействия  $\alpha$ -аминокислот, содержащих тиольную и алкилсульфидную серу, с соединениями селена, можно тем не менее полагать, что первой стадией возможного замещения серы на селен является электрофильная атака селенового центра по атому серы. Атакующим центром могут служить, например, Se(IV) или Se(VI) соответственно в селенистой кислоте  $H_2SeO_3$  и селенитах или в селеновой кислоте  $H_2SeO_4$  и селенатах, а также Se(II) в 1,5-дифенил-3-селенпентандионе-1,5 (препарате ДАФС-25, I) [9] и его замещенных. Учитывая, что частица  $RSe^+$  является мягкой кислотой [10], логично предположить, что таковы же другие формы Se(II), обладающие электрофильными свойствами, а также Se(IV) и Se(VI). При этом если электрофильный характер Se(IV) и Se(VI) не вызывает сомнений, то подтверждением электрофильности Se(II) в молекулах I, 1,5-ди(4-

метоксифенил)-3-селенпентандиона-1,5 (II) и 1,5-ди(4-этоксифенил)-3-селенпентандиона-1,5 (III) служат положительными значениями малликеновского заряда на атоме селена, рассчитанные нами на уровне теории V3LYP/6-31G(d,p) и равные 0.048, 0.043 и 0.029 соответственно.

Мы использовали выявленные нами электрофильные свойства атома селена в селенорганических соединениях I-III как исходное положение, позволяющее предположить возможность “облегченной” димеризации аминокислот в составе белковой молекулы. Это привело к постановке задачи по теоретическому рассмотрению влияния селенсодержащих соединений на формирование дополнительных дисульфидных связей в молекулах белков. Тиольная группа аминокислоты служит реакционным центром биохимически важных процессов - окислительной димеризации с формированием дисульфидных мостиков и др. Указанные процессы важны для проявления биологической активности определенных классов белков.

2) Под влиянием селенсодержащих соединений происходит процесс не только димеризации серусодержащих аминокислот с формированием дополнительных дисульфидных мостиков в белковой молекуле, но и образования селенсодержащих аналогов, SeCys и SeMet, известные и смешанные аналоги. Однако подобные модификации аминокислот, судя по данным литературы, выражены в различной степени у Cys и Met. Для выявления некоторых возможных причин этого мы поставили задачу теоретического рассмотрения полной замены серы на селен с образованием селензамещенных аминокислот.

Для сравнительного обсуждения реакционной способности Cys и Met интересны характеристики размера и связанной с ним поляризуемости, а также гидрофобности (липофильности) молекул. Значения радиуса сферической полости, занимаемой молекулой растворенного вещества в континууме растворителя, найденные методом V3LYP/6-311G++(3df,3pd), составляют 3.80 и 4.48 Å для Cys и Met соответственно. При переходе от Cys к Met возрастают рассчитанные по атомно-аддитивным схемам ван-дер-ваальсова поверхность и объем молекул, а также рефракция, поляризуемость и  $\lg P$  ( $P$  - коэффициент распределения в системе 1-октанол - вода, служащий общепринятой мерой гидрофобности или липофильности). Как показывают значения  $\lg P$  (-0.73 для Cys и -0.55 для Met), оба вещества достаточно гидрофильны.

Возможно, благоприятному мягко-мягкому взаимодействию атома серы как нуклеофильного центра молекулы Met с селенсодержащим электрофилом способствует более высокая поляризуемость молекулы названной аминокислоты по сравнению с Cys.

Дипольные моменты молекул Cys и Met, рассчитанные на уровне V3LYP/6-311G++(3df,3pd), соответственно равны 2.255 и 1.966 D. Возможно, несколько меньшие величины момента диполя и  $\lg P$  Met способствует предпочтительному (в сопоставлении с Cys) его концентрированию в

неполярной липофильной среде и последующему взаимодействию с более или менее гидрофобными селенсодержащими и другими соединениями. Так, без учета Se, параметры которого отсутствуют в атомно-аддитивной схеме, значения  $IgP$  для соединений I-III и 1,5-ди(4-*n*-октилоксифенил)-3-селенпентандиона-1,5 (IV) - соответственно 1.97, 1.47, 2.15 и 7.05.

В целом результаты настоящей работы (электронное строение, поляризуемость, дипольные моменты, липофильность) косвенно подтверждают бóльшую склонность Met замещать атом серы на селен в биохимических процессах усвоения последнего по сравнению с Cys.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jones, D.P. Cysteine/cystine couple is a newly recognized node in the circuitry for biologic redox signaling and control / D. P. Jones, Y. M. Go, C. L. Anderson, T. R. Ziegler, J. M. Jr. Kinkade, W. G. Kirlin // *FASEB J.* 2004. V. 18, № 11. P. 1246-1248.
2. Whanger, P.D. Selenocompounds in plants and animals and their biological significance / P. D. Whanger // *J. Am. Coll. Nutr.* 2002. V. 21, № 3. P. 223-232.
3. Ip, C. Chemical speciation influences comparative activity of selenium-enriched garlic and yeast in mammary cancer prevention / C. Ip, M. Birringer, E. Block, M. Kotrebai, J. F. Tyson, P. C. Uden, D. J. Lisk // *J. Agric. Food Chem.* 2000. V. 48, № 6. P. 2062-2070.
4. Demirci, A. Enhanced organically bound selenium yeast production by fed-batch fermentation / A. Demirci // *J. Agric. Food Chem.* 1999. V. 47. P. 2496-2500.
5. Schrauzer, G. N. Selenomethionine and selenium yeast: appropriate forms of selenium for use in infant formulas and nutritional supplements / G. N. Schrauzer // *J. Med. Foods.* 1998. V. 1. P. 201-206.
6. Schrauzer, G. N. Selenomethionine: A review of its nutritional significance, metabolism and toxicity/ G. N. Schrauzer // *J. Nutr.* 2000. V. 130, № 7. P. 1653-1656.
7. Yoshida, M. Composition of chemical species of selenium contained in selenium-enriched shiitake mushroom and vegetables determined by high performance liquid chromatography with inductively coupled plasma mass spectrometry / M. Yoshida, S. Sugihara, Y. Inoue, Y. Chihara, M. Kondo, S. Miyamoto, B. Sukcharoen // *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo).* 2005. V. 51, № 3. P. 194-199.
8. Ogra, Y. Speciation of selenium in selenium-enriched shiitake mushroom, *Lentinula edodes* / Y. Ogra, K. Ishiwata, J. Ruiz Encinar, R. Lobinski, K. T. Suzuki // *Anal. Bioanal. Chem.* 2004. V. 379, № 5-6. P. 861-866.
9. Древяко, Б. И. Средство для лечения и профилактики инфекционных заболеваний и отравлений / Б. И. Древяко, Р. И. Древяко, В. А. Антипов, А. Н. Яковлев // Пат. РФ № 2171110. Бюлл. изобрет. 2001. № 21.
10. Панкратов, А. Н. Кислоты и основания в химии. Саратов: Изд-во СГУ, 2006. 196 с.

## МОРФОЛОГИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАЗИТОЗАХ ЖИВОТНЫХ

А. К. Мартусевич<sup>1,2</sup>, О. Б. Жданова<sup>2</sup>, Ю. А. Киселева<sup>2</sup>,  
Л. Р. Мутошвили<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии,  
Нижний Новгород (Россия)

<sup>2</sup>Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Киров  
(Россия)

E-mail: akmart@mail.ru

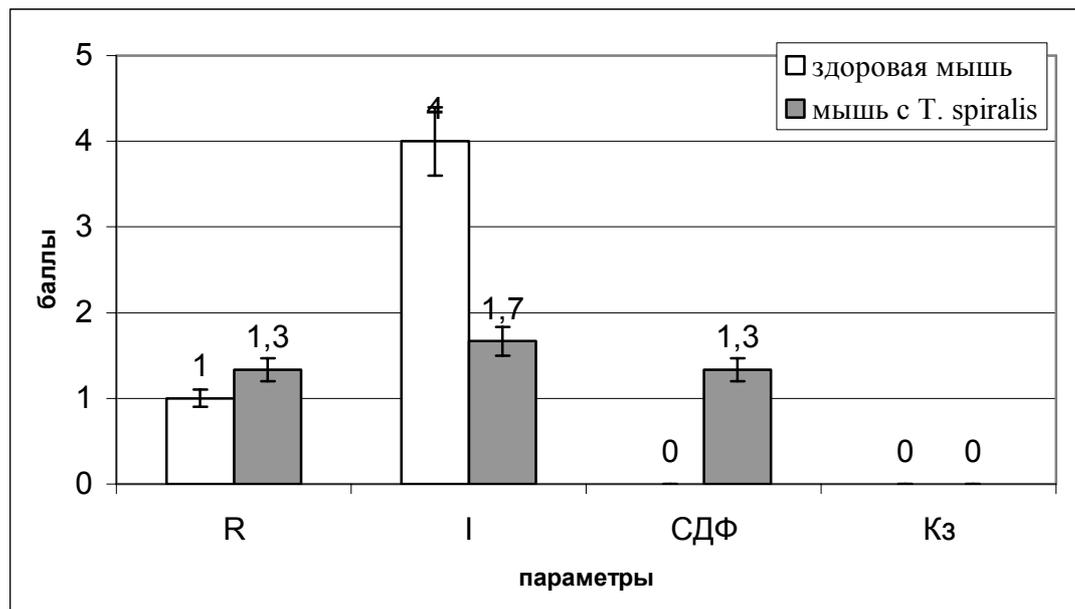
С учетом современного состояния диагностики гельминтозов интерес представляет описание кристаллообразования биосубстратов у здоровых грызунов и при альвеококкозе и трихинеллезе, т. к. кристаллографические методы являются простыми, не требуют привлечения дорогостоящих реактивов и оборудования, а в случае применения мочи – и неинвазивными. В связи с этим, целью данной работы является выявление «паттернов» тезисокристаллоскопии мочи при гельминтозах на примере мелких грызунов.

Для проведения исследований использованы мыши массой 45-50 г (при заражении и заборе материала) и крысы массой 75-100 г – при заражении и 100-120 г – при наборе биосреды. Мыши были заражены *Trichinella spiralis* (штамм ВИГИС) и *Echinococcus multilocularis* (штамм ВИГИС). Забор мочи производился безаппаратным способом. Пробы мочи были взяты у здоровых и зараженных гельминтозами животных (трихинеллез, альвеококкоз).

Оценка некоторых физико-химических свойств образцов мочи 15 мышей и 20 крыс выполнялась по его способности к кристаллизации. В качестве кристаллографического метода была выбрана классическая кристаллоскопия слюны, которая отражает свободный кристаллогенез биосреды [1, 6, 12, 15-17]. Статистическая обработка результатов производилась с помощью электронных таблиц Microsoft Excel XP.

Результат высушивания мочи мышей, зараженных *Trichinella spiralis*, значительно отличается от фаций, полученных от здоровых животных. Так, при свободной кристаллизации исследуемого биосубстрата четко выявляются «прямоугольники», по химической природе являющиеся холестерином и его производными, отсутствующие в фации здоровых мышей, но обнаруживаемые в единичном количестве у практически здоровых людей. Количественные различия у животных, зараженных трихинеллезом, отмечены по встречаемости кристаллических фигур типа «пирамида». С другой стороны, существенно снижается количество аморфных образований в поле зрения при сохранении их размера и типа взаимодействий с крупными кристаллами. Дендритная составляющая микропрепарата у зараженных животных, как и у здоровых мы-

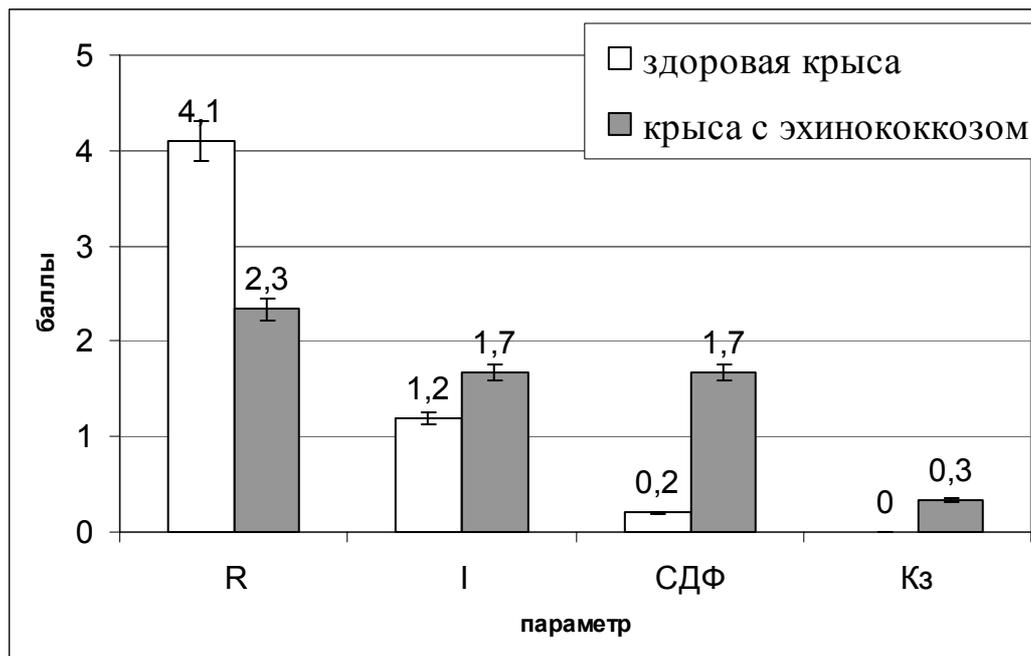
шей, слабо выражена, но представлена не линейчатыми образованиями, а пластинчатыми прямоугольниками.



**Рисунок 1 – Дополнительные критерии оценки результата свободного кристаллогенеза у здоровых и больных мышей**

К параметрам, по которым возможна идентификация образца биосреды как микропрепарата мочи, являются преобладание в кристаллической составляющей одиночных прямоугольников, суммарно занимающих до трети площади поля зрения; отсутствие фигур типа «мох», «лук», «комета», а также размер аморфных тел. В образцах мочи зараженных крыс обнаружены все известные виды одиночных кристаллов. Дендритный компонент включал различные поликристаллические морфотипы, наиболее постоянными из которых являлись линейчатые кристаллы с углом расхождения  $180^{\circ}$ , пластинчатые прямоугольники и крупные фигуры типа «хвощ». Аморфная картина имела количественные отличия по сравнению со здоровыми крысами.

Наиболее существенные по абсолютной величине и достоверные различия ( $p < 0,05$ ) обнаружены в отношении выраженности ячеистости картины и степени ее деструкции (рис. 1). Было выявлено снижение первого из указанных показателей в 2,35 раза ( $p < 0,05$ ), что косвенно демонстрирует уменьшение количества очагов (участков) стяжения кристаллогидратов и, возможно, изменению концентрации в исходной моче кристаллоскопически невизуализируемых соединений. В частности, к общим чертам относятся достоверное снижение равномерности распределения элементов по текстуре фации у больных крыс по сравнению со здоровыми ( $p < 0,05$ ), сопровождаемое выраженным ростом степени деструкции фации у представителей опытной группы по отношению к контрольной ( $p < 0,05$ ) с практически полного отсутствия тенденции до умеренного разрушения элементов картины (рис. 2).



**Рисунок 2 – Дополнительные критерии оценки результата свободного кристаллогенеза у здоровых и больных крыс**

**Выводы:**

1. метод классической кристаллоскопии является чувствительным индикатором состава и физико-химических свойств жидкой биосреды;
2. возможна диагностика рассмотренных гельминтозов у мышей и крыс с применением количественного описания кристаллизации мочи грызунов.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Белозеров С.Н. Иммунологическая диагностика гельминтозов: Автореф. дис. ... д-ра вет. наук. М.,1990. 44 с.
2. Лейкина, Е.С. Сероэпидемиологические исследования при гельминтозах / Лейкина Е.С. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 1989. №2 С. 3-8.
3. Мартусевич, А. К. Информативность исследования кристаллообразования при зоонозах на модели животных / Мартусевич А. К., Жданова О. Б. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. 2006. №1. С. 30-38.
4. Мартусевич, А. К. Унифицированный алгоритм исследования свободного и иницированного кристаллогенеза биологических жидкостей / Мартусевич А. К., Камакин Н. Ф. // Клиническая лабораторная диагностика. 2007. №6. С. 21-24.

## СЕНСОРНЫЕ ОРГАНЫ АНТЕНН В ХОДЕ РАЗВИТИЯ *NAURHOETA CINEREA* OLIV. (OXYHALOIDAE, BLATTODEA)

**Н. А. Акентьева**

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Москва  
(Россия)*

*E-mail: akentewa@mail.ru*

В ходе своего развития личинки *N. cinerea* проходят 7–8 линек. Развитие личинок сопровождается не только увеличением размеров тела, но и придатков головы, в том числе и антенн. Длина антенны с каждым возрастом увеличивается в 1,4 раза. Личинки *N. cinerea* младших возрастов имеют жгутиковидные антенны, форма которых не изменяется и сохраняется у имаго. Первый членик антенны – скапус – имеет форму бокаловидной чаши и по диаметру превосходит все остальные. Второй – педицеллум – немного короче скапуса. Флагеллум состоит из нескольких десятков вторичных члеников - флагелломеров, формирующих непосредственно жгутик.

Новые членики антенны возникают в результате деления меристона (первого членика флагеллума) и нескольких близлежащих к нему базальных члеников. Процесс деления начинается перед линькой, после которой наблюдаем появление новых члеников (рис. 2 Б). В ходе развития личинок наблюдается изменение не только числа члеников антенны, но и увеличение их размеров. Анализ литературных данных показал, что образование новых члеников антенны *N. cinerea* имеет черты сходства с таковым у другого вида семейства Oxyhaloidae: *Leucophaea maderae* Fab.

На всех отделах антенны обнаружены сенсорные структуры. У личинок и у имаго *N. cinerea* они представлены 5 типами сенсилл: хетоидными (хс), трихоидными (тс), базиконическими (бс), целоконическими (цс) и папиллами (па) (рис. 1). Хетоидные и трихоидные сенсиллы можно дифференцировать на подтипы (рис. 2 А). По морфологии кутикулярного отдела выделяли гладкие (гхс) и гребенчатые (ребристые) (грхс) хетоидные сенсиллы. Хетоидные сенсиллы располагаются по окружности на всех члениках антенны, лишь на скапусе и педицеллуме отмечены вариации расположения сенсилл в виде полукольца. Постепенно по мере приближения к дистальному концу флагеллума число хетоидных сенсилл на членике возрастает от одного кольца из 6 сенсилл до 4 колец по 6–8 сенсилл в каждом. Данный план строения и расположения сенсилл на дистальных флагеллярных члениках антенны напоминает таковой у имаго. Число хетоидных сенсилл у личинок первого возраста равно 43%, а у последнего – 44% от общего. Наибольшее увеличение числа хетоидных сенсилл (приблизительно в 1,5 раза) отмечено при линьке личинки с последнего личиночного возраста на имаго. Гладкие хетоидные сенсиллы иннервируются одной рецепторной клеткой и функционируют как механорецепторы. Ребристые хето-

идные сенсиллы связаны с одной механо- и одной хеморецепторными клетками и функционируют обычно как контактные хеморецепторы.

Два подтипа трихоидных сенсилл обнаружены на всех отделах антенны *N. cinerea*: подтип трихоидных сенсилл (тдс) с длинным (19-30 мкм) и подтип с коротким (9-17 мкм) кутикулярным отделом (ткс) (рис. 2 А). На антенне личинок I возраста число трихоидных сенсилл составляет 33% от общего, а к последнему возрасту – 34%. У имаго доля длинных и коротких трихоидных сенсилл от общего числа равна 35% (рис. 1). Длинные трихоидные сенсиллы иннервируются 5-6 рецепторными клетками и, вероятно, функционируют как обонятельные рецепторы (рис. 2 В). Короткие трихоидные сенсиллы связаны с 3-4 рецепторными клетками. Трихоидные сенсиллы данного подтипа с учётом морфологии кутикулярного отдела (наличие апикальной поры, особенности иннервации), возможно, выполняют функцию контактных хеморецепторов.

Базиконические сенсиллы сосредоточены в основном у вершины флагеллярных члеников антенны (рис. 2 А). На флагеллуме личинок *N. cinerea* с I возраста по последний и у имаго базиконические сенсиллы составляют 10-12% от общего числа сенсилл. Базиконические сенсиллы иннервируются 3-4 клетками и выполняют функции обонятельного рецептора (рис. 2 Г).

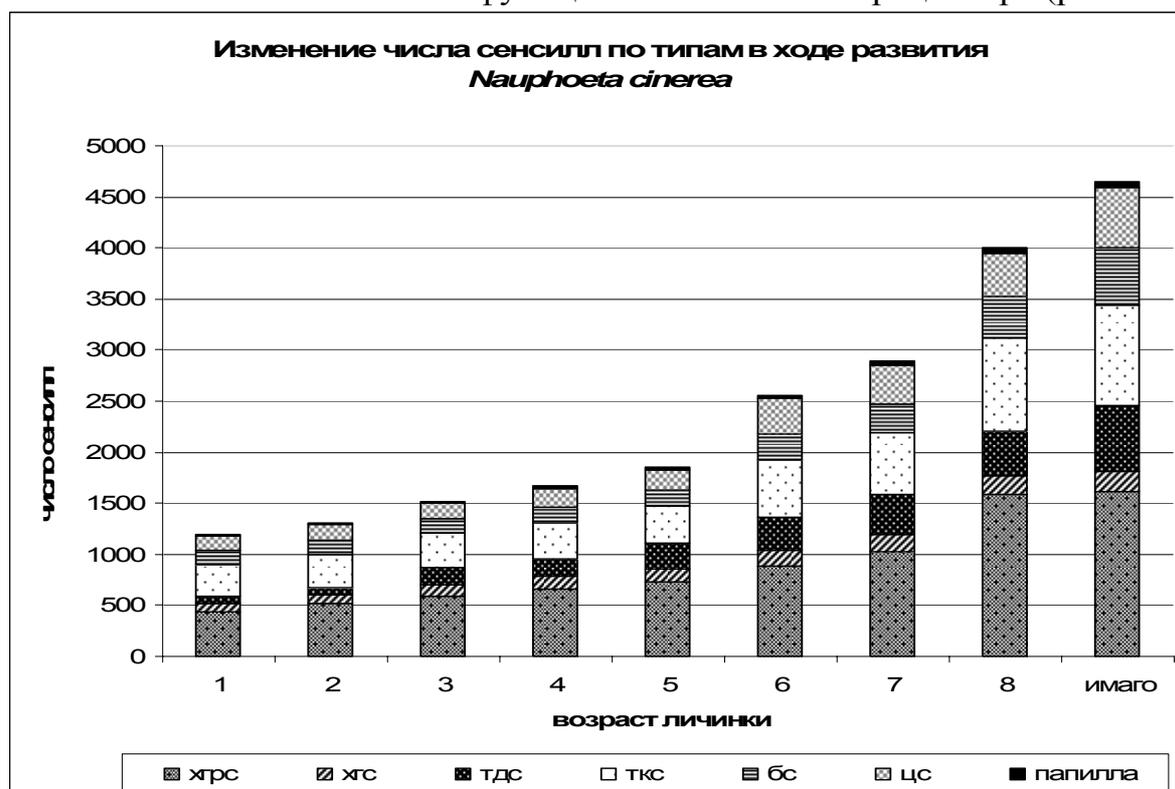
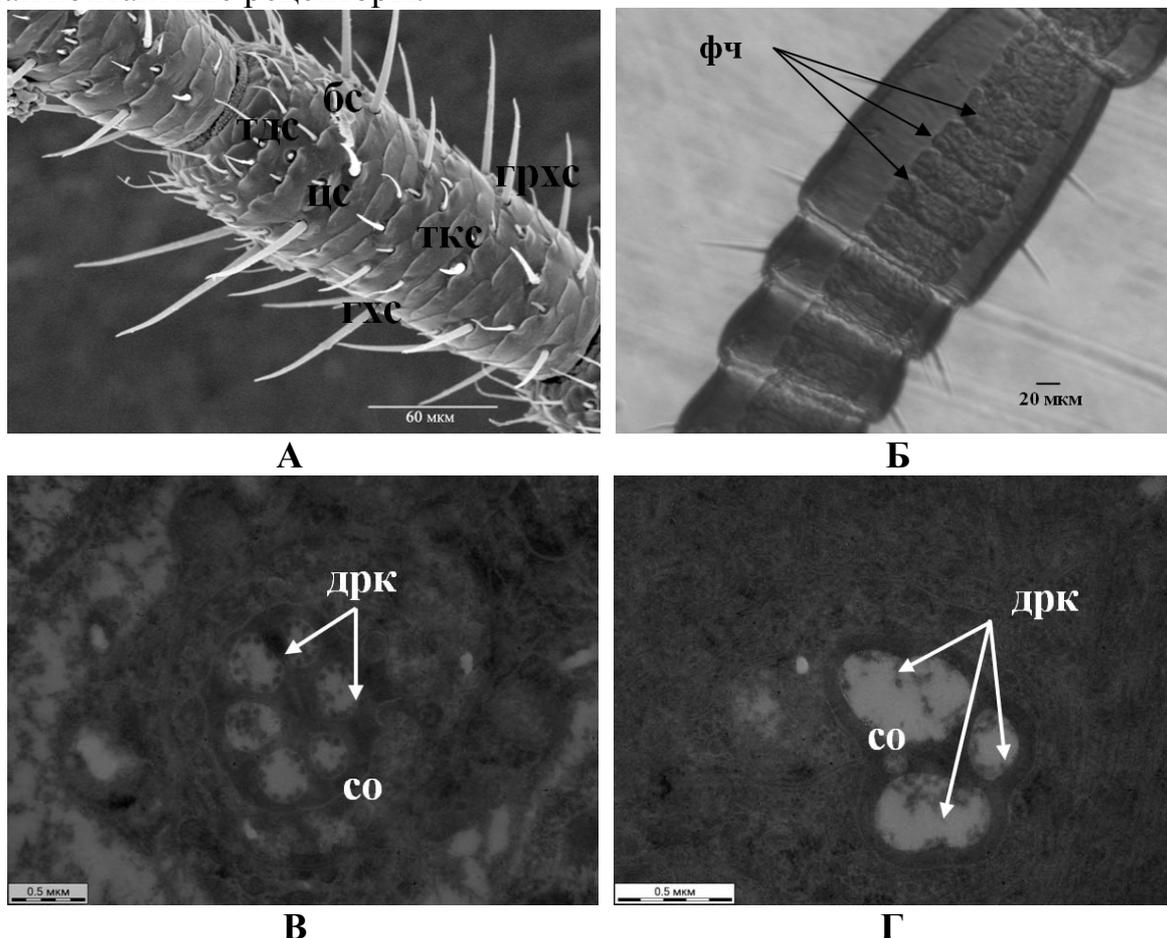


Рисунок 1 – Изменение числа сенсилл на антенне *Nauphoeta cinerea* (доля каждого типа сенсилл в общей сумме)

Целоконические сенсиллы сосредоточены преимущественно на флагеллярных члениках антенны как личинок, так и имаго (рис. 2 А). Увеличение числа целоконических сенсилл отмечается в направлении дистальных члеников флагеллума антенны. Целоконические сенсиллы у личинок и имаго составляют 13% от общего числа сенсилл (рис. 1). Целоконические сенсиллы иннервируются 3-5 рецепторными клетками и, вероятно, функционируют как обонятельные рецепторы.

Папиллы обнаружены как у личинок, так и у имаго *N. cinerea* только на флагеллярных члениках антенны (рис. 2 А). В большинстве случаев у личинок и имаго *N. cinerea* сенсиллы данного типа располагались одиночно, преимущественно на дистальных члениках флагеллума. На антенне личинок первого и последующих возрастов и у имаго данный тип сенсилл присутствует на антенне в меньшем числе. Сенсиллы папиллярного типа иннервируются 2-3 рецепторными клетками и, возможно, функционируют как контактные рецепторы.



А – дистальный членик флагеллума антенны, Б – новые сформировавшиеся флагеллярные членики внутри антенны особи, подготовившейся к линьке, В – дендриты рецепторных клеток (дрк), иннервирующие трихоидные сенсиллы, Г – дендриты рецепторных клеток базиконической сенсиллы

**Рисунок 2 – Сенсорные органы и ультраструктура антенны *N. cinerea***

Таким образом, изучение сенсорных органов антенн и ротовых придатков *N. cinerea* показало, что от линьки к линьке в ходе развития личинок происходит увеличение числа сенсилл разных типов в дистальном направлении антенны. Наибольшее увеличение общего числа сенсилл отмечается при линьке особей с V на VI возраст и с последнего личиночного возраста на имаго.

Основными типами сенсилл являются хетоидные, трихоидные, базиконические, целоконические и папиллы. В ходе всего развития на антенне личинок, а также и у имаго, преобладают хетоидные сенсиллы с явно выраженным структурным рисунком из борозд и функционирующие как контактные хеморецепторы. Анализ сенсилл разных типов в ходе развития личинок показал, что существенных изменений в числе и расположении сенсилл не происходит.

## СЕРСОРАГИС РЕНГОИ В САРАТОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

**А. И. Попов, О. В. Мухортова**

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

*E-mail: ievbras2005@mail.ru*

Хищный рачок *Cercopagis pengoi* (Ostroumov, 1891) является одним из наиболее распространенных инвазионных видов. В 2002-2007 гг. нами проводилось систематическое изучение состояния популяций этого вселенца в Саратовском водохранилище. Пробы отбирались по стандартной гидробиологической методике, с дифференциальным окрашиванием анилиновым голубым красителем.

Все обнаруженные рачки принадлежали к форме *Cercopagis pengoi gracillima* [1], мертвых экземпляров не зарегистрировано. Подавляющее большинство особей являлись партеногенетическими самками, лишь в 2004 и 2006 гг. в августе отмечались единичные гамогенетические самки с оплодотворенными яйцами.

**Таблица 1 – Некоторые биологические показатели *Cercopagis pengoi* в Саратовском водохранилище**

Водохранилища	Год	Численность, экз/м <sup>3</sup>	Биомасса, г/м <sup>3</sup>	Размер тела (мм)		
				ср.	max	min
Саратовское	2002	376	0,354	1,68	2,17	1,51
	2003	55	0,036	1,58	2,15	1,49
	2004	603	0,472	1,71	2,07	1,49
	2005	499	0,331	1,70	2,17	1,40
	2006	465	0,308	1,63	2,12	1,39
	2007	206	0,165	1,66	2,15	1,49

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология. Материалы всероссийской школы – конференции. ИБВВ им. И.Д. Папанина. 8-12 октября 2007 г. Нижний Новгород: Вектор ТиС. 2007. 370с.**

## ФОРМИРОВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

**А. А. Ананин**

*Государственный природный биосферный заповедник «Баргузинский», Республика Бурятия, пос. Давша (Россия)*

*E-mail: a\_ananin@mail.ru*

Публикаций по долговременным наблюдениям за динамикой численности птиц на стационарах в горных условиях практически нет. Наш цикл исследований в Северо-Восточном Прибайкалье на территории Баргузинского заповедника был начат с целью выявления характера динамики гнездовой плотности разных видов птиц и факторов, влияющих на эту динамику. Учёты численности летнего и зимнего населения птиц проведены в 1984-2007 гг. на постоянных маршрутах на вертикальных профилях в долинах трех рек от побережья оз. Байкал до высокогорья Баргузинского хребта (460-1700 м н.у.м.). На этих профилях, разбитых на 10 участков, представлена большая часть разнообразия местообитаний нижней и верхней части горно-лесного, субальпийского и альпийского поясов (Ананин, 2001, 2006 и др.). Общая длина пеших маршрутных учетов – 15200 км, в том числе летом – 6100 км, зимой – 7300 км. Обилие птиц рассчитано по формуле Ю.С. Равкина (1967).

При анализе многолетней динамики численности необходимо иметь представления о факторах, определяющих пространственное распределение вида, что может позволить отделить внешние причины изменений от внутривидовых. При этом следует учитывать, что реальное значение факторов среды в жизни птиц определяется не только их свойствами, но, прежде всего, степенью их стабильности или изменчивости. Роль изменяющихся факторов намного больше, чем факторов устойчивых.

Результаты современных исследований показывают, что распределение гнездящихся птиц в пространстве в первую очередь определяются наличием и доступностью кормовых ресурсов и гнездопригодностью местообитания, которые, в свою очередь, обусловлены такими параметрами видовой экологической ниши как благоприятный субстрат, архитектурные особенности места обитания (топоархитектура), высотно-климатические условия и комплекс приспособлений к условиям зимовки, маркером которого может являться долготная специфика ареала [7].

При изучении динамики численности на постоянных участках, где стабильны пригодная для вида топоархитектура и субстрат, наибольшее влияние на распространение и обилие должны оказывать изменяющиеся параметры – климатические факторы и выживаемость на местах зимовки.

Население птиц участка практически ежегодно формируется в своей основной массе заново. Этот процесс зависит от экологической обстановки, складывающейся в связи с условиями погоды весной и в начале лета, и соотношения процессов эмиграции и иммиграции [3]. Например, в условиях сильно меняющегося по годам количества осадков в пустыне Южного Устюрта и сопряженных с ними колебаний урожайности трав и численности беспозвоночных, определяющих условия гнездования птиц, очень наглядно демонстрируется принцип ежегодного выбора наиболее благоприятных для гнездования участков [6]. Используется хороший релизер – наличие вегетирующей растительности. В умеренных широтах этот принцип маскируется меньшей наглядностью ежегодной изменчивости разнокачественности территории по существенным для гнездования птиц параметрам, и нет ярко выраженных и понятных для исследователя релизеров.

Разные виды неодинаково реагируют на складывающуюся ежегодно ситуацию. Результаты корреляционного анализа наших данных показали, что на процессы формирования гнездового населения могут оказывать влияние *условия предыдущего года*, включающие уровень плотности населения видов, успешность их размножения и баланс тепла и влагообеспеченности, составляющий основу для формирования величины биомассы беспозвоночных животных в текущем году.

Второй группой факторов, оказывающих модифицирующее воздействие на формируемое население птиц, могут быть *условия текущей весны*, в том числе сроки наступления феноявлений, теплообеспеченность и влагообеспеченность весны и начала лета. При этом индексы теплообеспеченности могут рассматриваться в качестве индикатора фенологической готовности местообитания к гнездованию и его кормообеспеченности. Для многих видов была хорошо заметна связь их численности в районе исследований с ходом весны и температурами во время прилета и пролета. Особенно это проявлялось в годы либо с очень ранней и теплой весной, либо при холодной поздней весне.

Выбор оптимальных условий для вида в конкретном году может происходить путем перераспределения между участками в пределах одного высотного пояса (между речными долинами), а также за счет вертикальных перемещений между разными высотными поясами растительности. При этом на высотном профиле могут отмечаться явления “перелета” или “недолета”, при которых в раннюю и теплую весну многие виды гнездятся в верхних высотных поясах с более высокой плотностью, чем в низележащих, а в холодные, поздние и затяжные весны имеют повышенную плотность в нижних поясах и редки в высокогорной части. Например, по

результатам исследований D.F. DeSante (1990) в субальпике гор Сьерра, число гнездовых территорий и богатство видов было негативно коррелировано со временем таяния снега (чем раньше стаивает снег, тем выше обилие вида). По мнению автора, при неблагоприятных условиях внешней среды впервые гнездящиеся молодые птицы не оседают в высокогорье, а перемещаются в ниже лежащие высотные пояса. При формировании благоприятных условий за счет вселения и оседания молодых птиц происходит заполнение горных местообитаний.

Для оседлых видов также велика роль зимней обеспеченности кормами, в первую очередь для семенных птиц, а также погодных условий зимовки [1, 2].

Изменения плотности разных видов (межгодовые флуктуации) происходят независимо друг от друга. Асинхронный характер колебаний обилия у разных видов способствует стабилизации плотности населения в сложных многовидовых сообществах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананин, А.А. Многолетняя динамика численности летнего и зимнего населения птиц Баргузинского заповедника / А.А. Ананин // Достижения и проблемы орнитологии Северной Евразии на рубеже веков: Тр. Междунар. конф. "Актуальные проблемы изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Евразии". Казань: Изд-во "Магариф", 2001. С. 295-316.
2. Ананин, А.А. Долговременные исследования динамики численности птиц Баргузинского хребта / А.А. Ананин // Развитие современной орнитологии в Северной Евразии: Тр. XII Междунар. орнитол. конф. Северной Евразии. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006. С. 280-297.
3. Данилов, Н.Н. Формирование пространственной структуры населения птиц / Н.Н. Данилов // Экология, география и охрана птиц. Л.: Наука, 1980. С. 113-120.
5. Равкин, Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах / Ю.С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967. С. 66-75.
6. Шубенкин, В.П. Популяционная структура воробьиных птиц пустыни Южного Устьурта в разные по метеорологическим условиям годы / В.П. Шубенкин // Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование: Тез. докл. IX Всесоюз. орнитол. конф. 1986. Ч. 2. С. 343-344.
7. Юдкин, В.А. Организация пространственного распределения птиц в репродуктивный период / В.А. Юдкин. - Новосибирск: Наука, 2000. - 104 с.
8. DeSante, D.F. The role of recruitment in the dynamics of a Sierran subalpine bird community / D.F. DeSante // American Naturalist. 1990. V. 136. N 4. P. 429-445.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТЕОДАНЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВЯЗИ С ДИНАМИКОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ДОМИНАНТНЫХ ВИДОВ ЖУЖЕЛИЦ В ЭКОСИСТЕМАХ БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

**Т. Л. Ананина**

*Государственный природный биосферный заповедник «Баргузинский», Республика Бурятия, пос. Давша (Россия)*

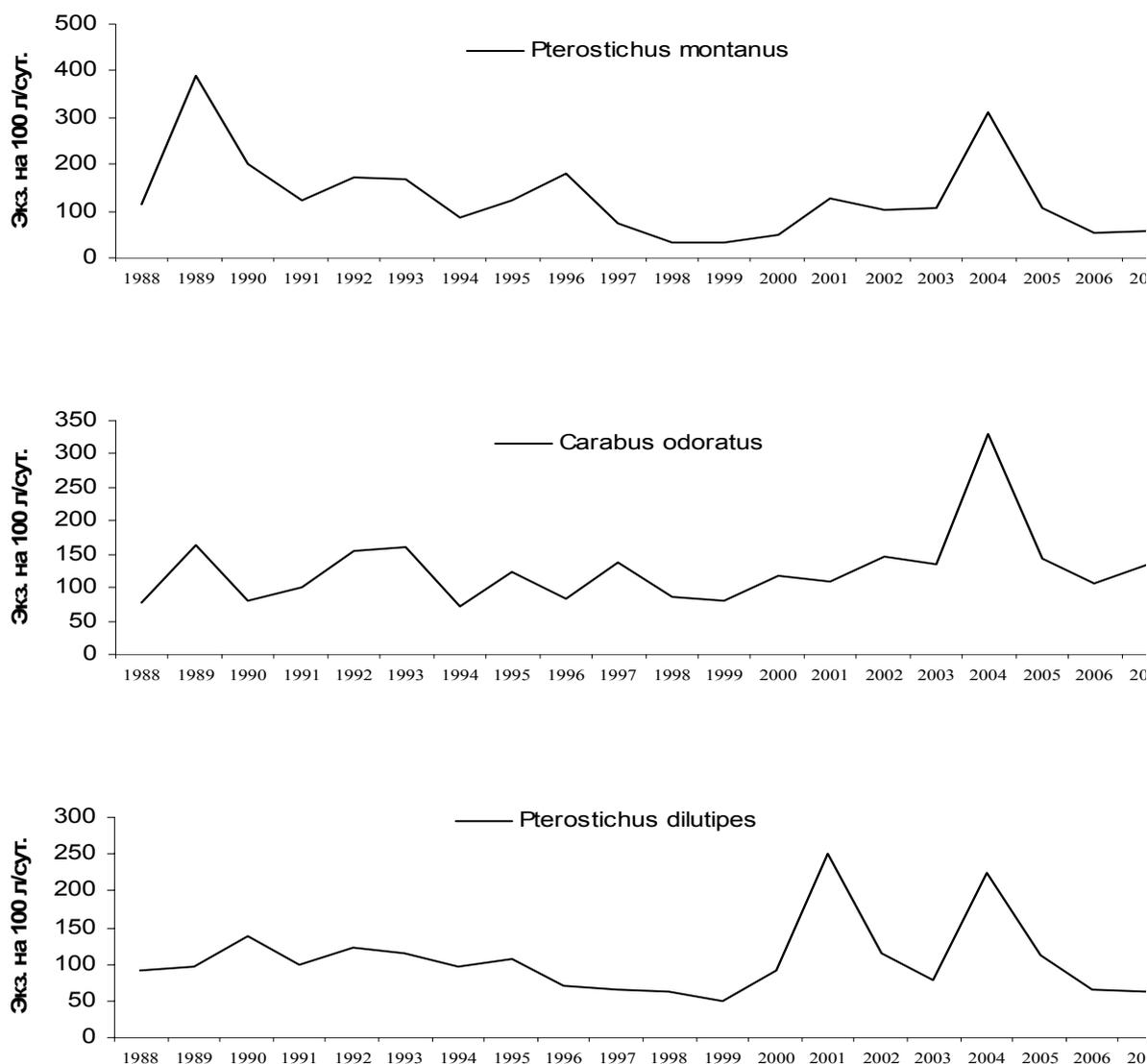
*E-mail: a\_ananin@mail.ru*

В Баргузинском заповеднике на постоянном высотном трансекте с 1988 г. проводятся долговременные исследования динамики численности жужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) [1, 2]. На энтомологическом профиле длиной в 30 км, проложенном от берега Байкала до гольцов и пересекающем все высотные пояса растительности западного склона Баргузинского хребта, разместились 11 стационарных площадок. Отловы ведутся по стандартным методикам в период активности жуков, с июня по август. Проверка ловушек осуществляется ежедекадно. Во всех исследованных биотопах отмечено присутствие трех доминирующих видов жужелиц: *Pterostichus montanus* Motsch., *Carabus odoratus barguzinicus* Shil., *Pterostichus dilutipes* Motsch., которые составляют 62% от всего населения жужелиц на трансекте.

Оценивались связи между параметрами погоды (использованы данные метеостанции «Давша» Иркутского УГМС, 60 показателей) и многолетней динамикой численности жужелиц (3 вида в 11 биотопах). Для характеристики погодных условий помимо обычных показателей: температуры воздуха и на почве (май-сентябрь), температуры почвы (Н=5, 10, 15, 20 см), влажности воздуха, атмосферного давления, продолжительности солнечного сияния, облачности, скорости ветра, количества осадков зимой (помесячно, октябрь-май) и летом (июнь-август), были использованы также расчетные индексы: суммы подекадных температур за лето (9 декад), максимальная, минимальная и средняя температуры воздуха летом, средняя температура зимы (октябрь-май), продолжительность безморозного периода, сумма активных температур выше 0, 5, 10°C, суммы осадков (по декадам), число дней с дождем, среднегодовая температура воздуха, число дней с температурой выше 10 °С, индекс сухости, гидротермические коэффициенты – летом (июнь-август) и осенью (сентябрь-октябрь). Индекс сухости и гидротермический коэффициент (ГТК) отражают соотношение тепла и влажности – важнейшие показатели жизненных условий для герпетобитонтных жуков.

Для оценки корреляционных связей между многолетней динамикой численности доминантных видов жужелиц и климатическими параметрами среды использован метод расчета непараметрического коэффициента Тау-

Kendalla [3]. Диаграммы многолетней динамики численности доминантных видов жужелиц представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Многолетняя динамика численности доминантных видов жужелиц Баргузинского хребта**

Результаты наблюдений свидетельствуют о цикличности изменений численности. Пики численности у *Pt. montanus* наблюдались в 1989 и 2004 гг., у *C. odoratus* – в 2004 г, *Pt. dilutipes* – в 2002 и 2004 гг. Депрессии обилия фиксировались в 1998-1999 и 2006-2007 гг. Общими для всех трех видов оказались депрессивный 1999 г. и весьма “урожайный” 2004 г. (рис. 1). Отмечено, что в годы, предшествующие низкой численности жужелиц (1997-98 гг.) фиксировался очень низкий ГТК – 1,9 (против среднемноголетнего 2,9), а перед годом с высокой численностью (2002-2003 гг.), напротив, высокий ГТК – 4,3 и 3,1.

Наиболее тесные корреляционные связи численности отмечены с показателями: сумма атмосферных осадков за лето, сумма атмосферных осадков за зиму, сумма активных температур выше 5 и 10°C текущего года, сумма активных температур выше 5 и 10°C предыдущего года, средняя температуры зимы, минимальные температуры на почве.

У *Pterostichus montanus* установлена статистически значимая положительная связь со средней температурой зимы (+0,47), отрицательные корреляции – с суммой активных температур предыдущего года выше 10°C (-0,45) и суммой активных температур текущего года выше 5°C (-0,47), минимальными температурами на почве (-0,35), суммой атмосферных осадков за лето (-0,60). *Carabus odoratus* положительно реагирует на минимальные температуры на почве (+0,51), среднюю температуру лета (+0,40), сумму атмосферных осадков за зиму (+0,41). *Pterostichus dilutipes* имеет статистически значимые положительные корреляции с суммами активных температур текущего и предыдущего годов выше 5 и 10°C (+0,37), с минимальными температурами на почве (+0,49) и отрицательные – с суммами атмосферных осадков за лето (-0,40).

Основываясь на полученных результатах, можно охарактеризовать исследуемые виды жуужелиц следующим образом: *Pterostichus montanus* – холодолюбивый, не выносит избыточного увлажнения, чувствителен к низким температурам зимой. *Pterostichus dilutipes* – теплолюбивый, к повышенным осадкам летом относится негативно. Численность обоих видов от продолжительности лета не зависит. *Carabus odoratus* – теплолюбив, к летним атмосферным выпадениям относится нейтрально, а к зимним – положительно.

Среди погодных показателей особо выделяются два лимитирующих климатических фактора – температуры воздуха и атмосферные осадки. На численность жуужелиц в год наблюдений в немалой степени оказывают влияние условия предыдущего летнего сезона.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананина, Т.Л. Многолетняя динамика населения жуужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) западного макросклона Баргузинского хребта / Т.Л. Ананина // Биоразнообразие Байкальского региона: Тр. биолого-почв. ф-та ИГУ. 2001. Вып. 5. Иркутск: Изд-во ИГУ. С. 60-71.
2. Ананина, Т.Л. Жуужелицы западного макросклона Баргузинского хребта / Т.Л. Ананина. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2006. 201 с.
3. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. М.: Наука, 1982. 287 с.

## СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДОВ ГОРОДА САМАРА

**Н. Г. Тарасова, Т. Н. Буркова**

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

Сезонная динамика фитопланктона, определяемая как последовательная, закономерная смена одних сообществ или группировок планктонных водорослей другими, связана со сменой абиотических условий в годовом цикле (Михеева, 1983; Трифонова, 1990; Reynolds, 1986 и др.).

Для изучения сезонной динамики фитопланктона нами в течение вегетационного периода 2006 г. (с апреля по октябрь) проводился отбор проб в городских прудах Самары. Исследовали две группы водоемов, расположенных в разных частях города и сообщающихся друг с другом попарно: пруды Верхний Северный и Верхний Южный находятся в центре города, а пруды Верхний Ботанический и Нижний Ботанический – в ботаническом саду Самарского университета. Подробная гидрологическая и гидрохимическая характеристика водоемов приведена в «Голубой книге Самарской области» (2007). Методика отбора и обработки проб фитопланктона подробно описана нами ранее (Тарасова, 2007).

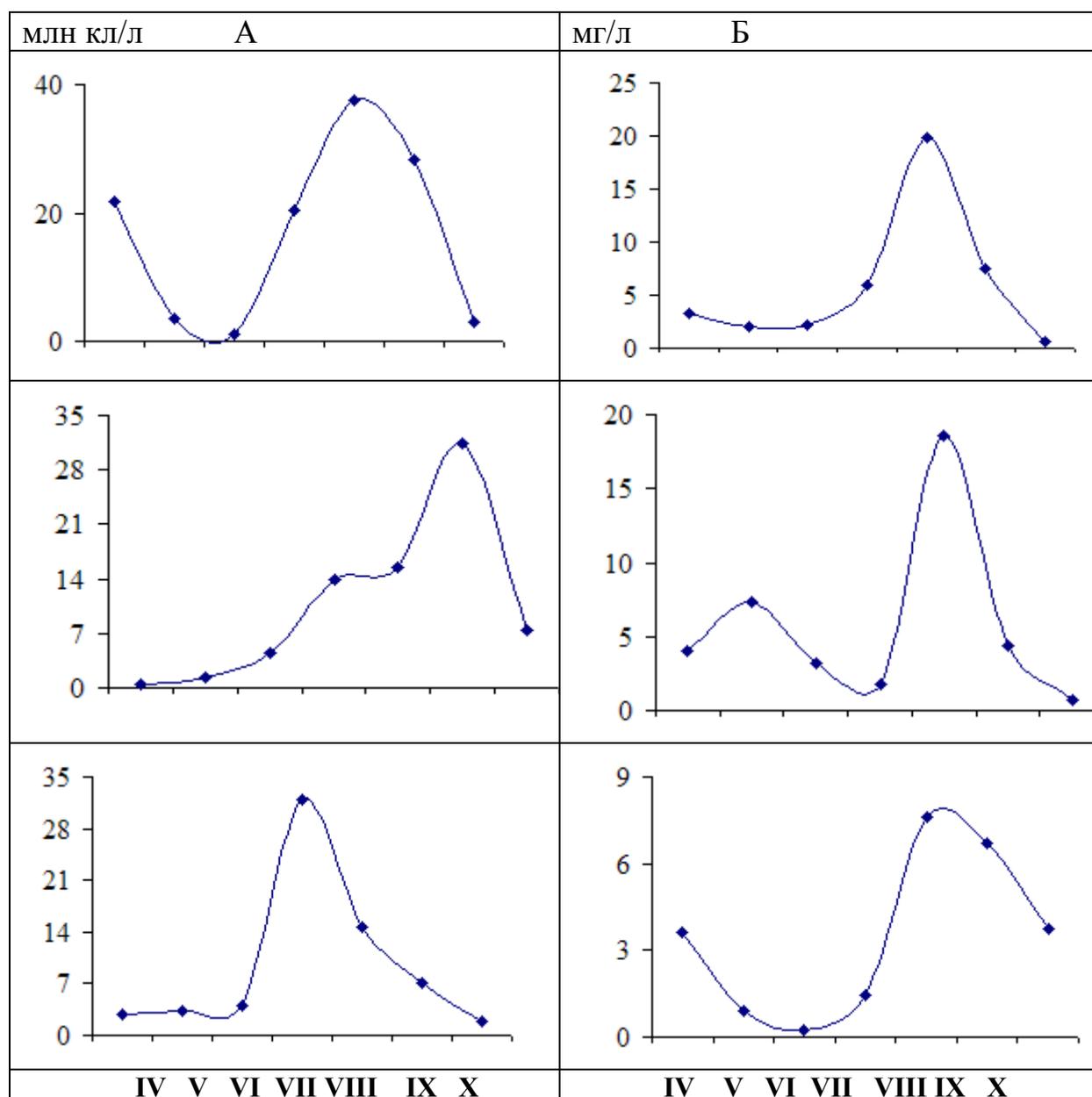
Минимальные показатели температуры воды в прудах отмечались в апреле и октябре (около 10°C), максимальные – в июне (около 23°C). До июня включительно во всех водоемах регистрировался термоклин, который сохранялся в прудах ботанического сада до сентября.

Наибольшей прозрачностью характеризовались водоемы, расположенные на территории Ботанического сада: в Верхнем Ботаническом она изменялась от 1 м в апреле до 2,5 в августе и октябре, в Нижнем Ботаническом – от 1,2 м в апреле до 2,3 в августе; в Верхнем Северном – от 0,6 м в сентябре до 2 в июне, в Верхнем Южном – от 0,5 м в июле до 1,3 в апреле.

Как видно из рис.1 сезонная динамика численности и биомассы фитопланктона в каждом отдельном водоеме имеет свои особенности.

*Верхний Северный.* Весенний пик численности фитопланктона в этом пруду связан с активным развитием в нем синезеленой водоросли *Spirulina laxissima* G. S. West, обитающей в загрязненных водоемах. Максимального развития вид достигал у дна (49,21 млн кл/л). У поверхности воды в это время доминировали золотистые: *Kephyrion rubri-claustri* Conrad, *Dinobryon divergens* Imhof. В мае в составе доминирующего комплекса видов водорослей появляются мелкоклеточные протококковые: *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn., *M. irregulare* (G. M.Sm.) Kom.-Legn., *Dictyosphaerium subsolitaria* von Goor. Начиная с июня и до октября доминирующий по численности комплекс видов состоит в основном из синезеленых водорослей (*Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *M. pulvereae* (Wood) Forti emend. Elenk., *M. wesenbergii* Komárek, *Cyanothece aeruginosa* (Näg.) Komárek,

*Aphanothece clathrata* W. et G. S. West). Наибольшего развития они достигают в августе, и абсолютный максимум численности фитопланктона связан с активной вегетацией *Microcystis aeruginosa*, составляющего в это время до 90 % общей численности.



**Рисунок 1 – Динамика численности (А) и биомассы фитопланктона (Б) в толще воды Верхнего Северного, Верхнего Южного, Верхнего Ботанического и Нижнего Ботанического прудов (сверху вниз) г. Самары в 2006 г.**

Несмотря на то, что кривая изменения биомассы в течение вегетационного периода практически повторяет кривую развития численности, состав доминирующего по биомассе комплекса видов водорослей иной. Только в июле и августе синезеленые водоросли входят в его состав и определяют ее

максимальные показатели. Практически весь сезон по биомассе доминировали миксотрофы (из диатомовых - *Stephanodiscus hantzschii* Grun. в июле; из эвгленовых – *Trachelomonas intermedia* Dang. и *T. volvocina* Ehr. в апреле, *Euglena anabaena* Mainx *E. korshikovii* Gojdics – в августе, *E. caudata* var. *minor* Defl. *E. granulata* (Klebs) Schmitz – в сентябре и октябре, *Euglena acus* Ehr. *E. caudata* Hubner var. *caudata* – в июле и октябре; из золотистых - *Kephyrion rubri-claustri*, *Dinobryon divergens* в апреле и мае, *Synura uvella* Ehr. – в мае; из вольвоксовых – *Chlamydomonas monadina* Stein – в апреле, *C. asymmetrica* Korsch. *C. speciosa* Korsch. – в июне, *Carteria klebsii* (Dang.) France – в июле, *Sphaerellopsis gloeocystiformis* (Dill) Gerloff – в августе, *Gloeomonas mucosa* (Korsch.) Ettl – в октябре; из динофитовых - *Peridinium cinctum* (O. F. M.) Ehr. – в мае и августе, *P. lomnickii* Wolosz. – в мае; из криптофитовых - *Cryptomonas borealis* Skuja в октябре).

Средняя за сезон биомасса фитопланктона в Верхнем Северном пруду составила 3,3 мг/л, что позволяет в соответствии с классификацией О.П. Оксийук и др. (1993) отнести водоем по степени органического загрязнения к  $\beta$ -мезосапробному типу с 3 классом качества воды (удовлетворительной чистоты), разряду 3б (слабо загрязненная).

*Верхний Южный.* Весной в фитопланктоне в основном развивались золотистые и зеленые водоросли. В состав доминирующего с апреля по июнь по численности комплекса видов водорослей входят *Kephyrion rubri-claustri* и *Dinobryon divergens* из золотистых и *Coelastrum sphaericum* Näg., *Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. et G. S. West, *Schroederia setigera* (Shrod.) Lemm., *Koliella longiseta* (Vischer) Hind., *Monoraphidium griffithii* (Berk.) Kom.-Legn., *Dictyosphaerium subsolitaria* von Goor из зеленых, *Stephanodiscus hantzschii* из диатомовых. В июле в Верхнем Южном пруду отмечается абсолютный максимум численности фитопланктона (94,42 млн кл/л). Он обусловлен активной вегетацией *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs у поверхности воды, численность которого составляла 96 % от общей. В августе вновь развивались те же виды золотистых водорослей, они входили в состав доминирующего по биомассе комплекса видов водорослей до октября. Наряду с ними в фитопланктоне активно вегетировали *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., *Snowella lacustris* (Chod.) Komárek et Hindák и *Microcystis aeruginosa* из отдела синезеленых, *Carteria klebsii*, *Tetraselmis arnoldii* (Pr.-Lavr.) Norris et al., *Tetrastrum glabrum* (Roll) Ahlstr. et Tiff. из отдела зеленых водорослей.

Сезонная динамика биомассы фитопланктона в Верхнем Южном пруду не совпадает с динамикой численности. Так же как и в Верхнем Северном пруду, в составе доминирующего по биомассе комплекса видов водорослей, за редким исключением (в июле высокие показатели биомассы связаны с развитием *Aphanizomenon flos-aquae* у поверхности воды) – миксотрофные организмы. Максимум биомассы фитопланктона отмечался в августе и был связан с развитием в нем *Ceratium hirundinella* (O. F. Mull.) Scrank из отдела

динофитовых, *Euglena oxyuris* Schmarda из эвгленовых, *Carteria klebsii* (являлась доминирующим по биомассе видом еще в сентябре и октябре), *Tetraselmis arnoldii* из зеленых (относился к видам - доминантам по биомассе еще и в сентябре), *Kephyrion rubri-claustri* и *Dinobryon divergens* (находились в составе доминирующего по биомассе комплекса видов водорослей в апреле, июне, октябре) из золотистых водорослей. Помимо этих видов по биомассе доминировали в разное время также *Stephanodiscus hantzschii* из диатомовых (в апреле); *Trachelomonas intermedia* (в апреле), *T. hispida* (Perty) emend. Defl. (в апреле, мае, июне, октябре), *T. oblonga* Lemm. (в апреле), *T. planctonica* Swir. (в октябре), *Euglena acus* (в июне), *E. oblonga* Scmitz (в сентябре), *E. caudata* (в октябре), *E. hemichromata* Skuja (в сентябре) из эвгленовых; *Peridinium cinctum*, *P. palatinum* Laut (в мае), *P. umbonatum* Stein, *Peridinopsis penardii* (Lemm.) Bourrelly, *Gonyaulax apiculata* (Penard) Entz. (в апреле) из динофитовых.

Средний за сезон показатель биомассы для Верхнего Южного пруда составил 6 мг/л, что позволяет в соответствии с классификацией О.П. Оксийук и др. (1993) отнести водоем по степени органического загрязнения к  $\alpha$ -мезосапробному типу с 4 классом качества воды (загрязненная), разряду 4а (умеренно загрязненная).

*Верхний Ботанический.* Весной в фитопланктоне верхних горизонтов Верхнего пруда ботанического сада развиваются мелкоклеточные протококковые водоросли *Raphydocelis contorta* (Schmidle) Marv. et al., *R. sigmoidae* Hind., *Schroederia setigera*, *Monoraphidium circinale* (Nyg.) Nyg., которые в апреле и мае устойчиво входят в состав доминирующего по численности комплекса видов водорослей. В придонном горизонте определяющая роль принадлежит *Oscillatoria simplicissima* Gom., из отдела синезеленых водорослей. Этот вид до июля включительно входит в состав доминирующего по численности комплекса видов водорослей на горизонтах 2 м и дно. Начиная с августа он уже распространяется по всей толще воды, обеспечивая максимальные показатели количественного развития фитопланктона, и является доминантом и по численности и по биомассе до конца вегетационного периода. В июне и по численности и по биомассе в фитопланктоне преобладает золотистая водоросль *Synura uvella* Ehr. Помимо перечисленных видов в состав доминирующего по численности комплекса видов водорослей входят *Dinobryon divergens* из отдела золотистых водорослей, *Microcystis pulvereae* из синезеленых.

В сезонном развитии биомассы фитопланктона Верхнего пруда ботанического сада выделяют два пика. Первый, июньский, связан с активной вегетацией *Synura uvella*, имеющей достаточно крупные клетки. Второй, августовский, обеспечивается развитием *Oscillatoria simplicissima*. Помимо этих видов в составе доминирующего по биомассе комплекса видов водорослей как и в двух предыдущих прудах, виды-миксотрофы: *Peridinium cinctum* (в апреле, мае, июне, августе, сентябре), *Glenodinium edax* Shilling (в августе)

из отдела динофитовых водорослей; *Euglena acus* (в апреле и октябре) из эвгленовых, *Dinobryon divergens* (в июле и августе) из золотистых; *Chlamydomonas simplex* Pasch. (в апреле) из вольвоксовых.

Средняя за сезон биомасса фитопланктона в Верхнем Северном пруду составила 3,1 мг/л, что позволяет в соответствии с классификацией О.П. Оксийук и др. (1993) отнести водоем по степени органического загрязнения к  $\beta$ -мезосапробному типу с 3 классом качества воды (удовлетворительной чистоты), разряду 3б (слабо загрязненная).

*Нижний Ботанический.* Весной в фитопланктоне Нижнего пруда ботанического сада, также как и в Верхнем пруду развиваются мелкоклеточные протококковые водоросли: *Schroederia setigera*, *Monoraphidium arcuatum*, *M. irregulare*. В июне в составе доминирующего по численности комплекса видов водорослей появляется *Dinobryon divergens* и *Synura uvella* из отдела золотистых водорослей, с июля в фитопланктоне доминируют синезеленые водоросли - *Oscillatoria simplicissima*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis pulverea*. Летний максимум численности и биомассы фитопланктона связан с развитием в нем этих видов.

В составе доминирующего по биомассе комплекса видов водорослей также как и в выше описанных водоемах эпизодически появляются виды-миксотрофы *Euglena limnophyla* var. *swirenkoi* (Arnoldi) Popova (апрель, май), *Euglena acus* (октябрь) из эвгленовых; *Peridinium cinctum* (июнь, сентябрь), *Ceratium hirundinella* (сентябрь) из отдела динофитовых; *Vacuolaria virescens* Cienkowski (сентябрь) из рафидофитовых водорослей.

Средняя за сезон биомасса фитопланктона в Нижнем ботаническом пруду составила 0,89 мг/л, что позволяет в соответствии с классификацией О.П. Оксийук и др. (1993) отнести водоем по степени органического загрязнения к олигосапробному типу со 2 классом качества воды (чистая), разряду 2б (вполне чистая).

Таким образом, на основании изложенного материала можно сделать следующие выводы:

В каждом из изучаемых прудов г. Самары сезонная динамика фитопланктона имеет свои особенности, но во всех водоемах весной активно развиваются золотистые водоросли, а максимальные показатели численности и биомассы в летний период обуславливаются вегетацией синезеленых. В прудах, расположенных в центре города – это *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa*, виды, вызывающие цветение воды в стоячих водоемах, а в прудах ботанического сада - *Oscillatoria simplicissima*, которая, вероятно, образует на дне этих водоемов маты, и отмечается в нижних водных горизонтах, а к августу поднимается и распространяется по всей толще воды.

Доминирующий по биомассе комплекс видов образован практически во всех водоемах видами-миксотрофами из разных отделов водорослей,

способных к гетеротрофному типу питания и наиболее приспособленных к выживанию в условиях органического загрязнения воды.

Учитывая показатели средней биомассы фитопланктона за вегетационный период, в зависимости от степени органического загрязнения самым чистым является Нижний пруд ботанического сада: он относится к олиготрофному типу водоемов. Возможно, это связано с его достаточно большой площадью, глубиной, по сравнению с другими изучаемыми водоемами, и наличием сероводородного слоя. Пруды Верхний Ботанический и Верхний Северный по степени органического загрязнения являются  $\beta$ -мезосапробными, а Верхний Южный пруд относится к  $\alpha$ -мезосапробному типу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубая книга Самарской области. Самара, 2007. 199 с.
2. Михеева Т.М. Сукцессия видов в фитопланктоне: определяющие факторы. Минск, 1983. 72 с.
3. Тарасова Н.Г. Фитопланктон Верхнего пруда Ботанического сада: таксономический состав и эколого-географическая характеристика // Самарская Лука: Бюл. 2007. Т.16. № 1-2 (19-20). С. 156-166.
4. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 184 с.
5. Окснюк О.П., Жукинский В.Н., Багринский Л.П., Линник П.Н., Кузьменко М.И., Кленус В.Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал, т.29, №4, 1993. С.62 – 76.
6. Reynolds C.S. The ecology of freshwater phytoplankton. London; N.Y., New Rochelle, Melbourn, Sydney: Cambridge University Press. Cambridge, 1986. 384 p.

## ВКЛЮЧЕНИЕ $C^{14}$ ИЗОТОПА ГЛЮКОЗЫ В СОСТАВ ЛИПИДОВ МИОКАРДА КРЫС В УСЛОВИЯХ ОСТРОЙ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ

**М. Б. Белякова, Д. В. Лещенко, Ю. Н. Боринский**

*Тверская государственная медицинская академия, Тверь (Россия)*

*E-mail: MayaBe@yandex.ru*

Миокард характеризуется активным аэробным катаболизмом, преобладающим субстратом окисления которого являются жирные кислоты. В условиях гипоксии сердечная мышца переключается на глюкозу, и преимущественным путем получения энергии становится гликолиз. Это вызывает восстановление пула НАД и накопление лактата. Влияние гипоксии на липиды миокардиоцитов связывают в основном с процессами перекис-

ного окисления, разрушением фосфолипидов и накоплением продуктов их гидролиза, то есть с повреждением мембран [1]. Отмечающееся в ряде экспериментальных работ увеличение количества триглицеридов и эфиров холестерина рассматривают как защиту клетки от детергентного действия свободных жирных кислот, образующихся при разрушении мембран [2, 4]. Необходимость связывания жирных кислот в депозитных липидах может, однако, возникать по совершенно другой причине, имеющей отношение к усилению гликолиза. Недостаток окислительных эквивалентов и избыток восстановительных, вероятно, способен вызывать активацию синтеза жирных кислот, чтобы таким путем в конечном итоге регенерировать окисленную форму НАД, необходимого для протекания гликолиза, и избежать значительного накопления лактата, вызывающего ацидоз. Роль жирных кислот как акцепторов электронов гликолитического окисления не доказана, но введение радиоактивно меченой глюкозы животным перед экспериментальной гипоксией и последующий анализ липидов миокарда позволит показать, увеличивает ли гипоксия синтез липидов из метаболитов глюкозы и возможен ли предложенный адаптивный механизм.

Целью работы являлось изучение влияния гипоксии на включение меченых углеродных атомов глюкозы в состав общих липидов миокарда крыс.

Острую гипоксию у животных создавали барокамерным методом в течение 1,5 часов на высоте 10.500 м при давлении, соответствующего высоте. За 30 мин до острой гипоксии все крысы получали инъекцию  $C^{14}$  глюкозы. Контрольные животные после инъекции радиоактивной метки находились в обычных условиях. Сразу после гипоксии крыс умерщвляли эфирным наркозом, из каждого животного выделяли два препарата миокарда. Один образец ткани анализировали сразу, другой - после инкубации в физиологическом растворе в течение 10 мин при температуре  $37^{\circ}C$ . Модель инкубации *in vitro* срезов ткани позволяет до некоторой степени имитировать возврат к нормоксии и нормализацию ацидоза внеклеточной среды, и таким образом изучить постгипоксические перестройки липидов. Экстракцию проводили по методу Блайя и Дайера [3], фракционирование - методом хроматографии на силикагеле. Включение меченых атомов в состав общих липидов регистрировали при помощи сцинтилляционного счета.

Результаты исследований изменений содержания общих липидов и их радиоактивности представлены в таблице 1. Выявленные в ходе эксперимента различия в содержании общих липидов в миокарде контрольных крыс и животных, переживших гипоксию, не подтверждаются статистическим методом, и после 10 мин инкубации срезов ткани изменений также не отмечено. Однако анализ радиоактивности липидов показал, что гипоксия вызвала двукратное увеличение меченых  $C^{14}$ -атомов в составе общих липидов миокарда крыс по сравнению с контролем. После 10 минут инкубации активность липидов сохраняется на прежнем уровне.

**Таблица 1 – Содержание общих липидов миокарда крыс и их активность при гипоксии и после 10 минут инкубации ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Время инкубации	Группа животных	Содержание общих липидов, мг%	Активность изотопа $C^{14}$ , имп/мин в 1 мг липидов
0 мин	контроль	2375, 5 $\pm$ 227,8	198,8 $\pm$ 37,0
	гипоксия	2129, 1 $\pm$ 254,5	396,5 $\pm$ 36,8*
10 мин	контроль	2390,1 $\pm$ 286,8	198,9 $\pm$ 48,5
	гипоксия	2451,6 $\pm$ 144,8	412,1 $\pm$ 13,3*

Примечание: \* - достоверно по сравнению с таким же сроком в контроле

Исследование включения меченых  $C^{14}$  атомов глюкозы в отдельные липидные фракции показало (табл. 2), что наиболее значительное число сцинтилляционных вспышек отмечалось при исследовании фосфолипидов (ФЛ) и триглицеридов (ТГ), и полное их отсутствие – при анализе свободных жирных кислот (СЖК) и эфиров холестерина (ЭХ).

**Таблица 2 – Относительное содержание липидных фракций и их относительная радиоактивность (в % от суммы фракций) в миокарде контрольных и «гипоксических» крыс до и после инкубации ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Фракции		Контроль		Гипоксия	
		Относи-тельное содержание, %	Относи-тельная актив-ность, %	Относи-тельное со-держание, %	Относи-тельная активность, %
ФЛ	0 мин	56,8 $\pm$ 3,7	77,8 $\pm$ 12,8	54,9 $\pm$ 1,5	59,2 $\pm$ 11,9
	10 мин	58,1 $\pm$ 2,1	67,7 $\pm$ 9,6	*46,0 $\pm$ 1,0*	43,8 $\pm$ 8,0
ДГ	0 мин	2,9 $\pm$ 0,4	0	4,9 $\pm$ 0,6*	5,1 $\pm$ 2,9
	10 мин	3,1 $\pm$ 0,2	18,6 $\pm$ 10,7	6,1 $\pm$ 0,5*	4,5 $\pm$ 2,6
Х	0 мин	6,0 $\pm$ 0,2	0	7,2 $\pm$ 0,5	12,7 $\pm$ 3,9*
	10 мин	*7,0 $\pm$ 0,4	0	7,9 $\pm$ 0,6	13,7 $\pm$ 4,0*
СЖК	0 мин	6,0 $\pm$ 0,6	0	9,0 $\pm$ 1,2	0
	10 мин	6,6 $\pm$ 0,5	0	9,1 $\pm$ 0,3*	0
ТГ	0 мин	5,1 $\pm$ 0,5	22,2 $\pm$ 12,8	5,8 $\pm$ 0,5	23,0 $\pm$ 7,2
	10 мин	5,4 $\pm$ 0,3	13,7 $\pm$ 7,9	6,7 $\pm$ 0,3*	38,0 $\pm$ 4,0*
ЭХ	0 мин	23,3 $\pm$ 2,2	0	18,2 $\pm$ 1,3	0
	10 мин	19,9 $\pm$ 1,6	0	24,2 $\pm$ 2,3	0

Примечание: \* справа - достоверна разность по сравнению с контролем, \* слева - по сравнению с исходным состоянием (0 мин).

Для изучения вклада отдельных фракций в радиоактивность липидного экстракта были проанализированы фракции общих липидов во всех группах препаратов. Показано, что после гипоксии липидная композиция фракций миокарда почти сохранилась, исключение составляет повышенное содержание диглицеридов (ДГ).

В ходе инкубации (10 мин) в миокарде животных после гипоксии достоверно снизился уровень ФЛ. Контрольные и гипоксические препараты значительно отличаются по содержанию фракций после инкубации, чем до нее – в инкубированных после гипоксии препаратах достоверно ниже процент ФЛ и выше содержание ДГ, ТГ, СЖК, чем в препаратах, инкубированных без предшествующей кислородной недостаточности. Рассматривая результаты анализа данных по радиоактивности фракций, можно отметить, что холестерин (X) не был радиоактивен в контрольных образцах, но гипоксия привела к включению в его состав меченого изотопа.

Достоверно значимые различия радиоактивности фракций отмечены между инкубированными препаратами. Если активность изотопа в холестериновой фракции оставалась после инкубации на прежнем уровне, то тенденция к небольшому увеличению после инкубации содержания ТГ сочеталась со значительным приростом радиоактивности этой фракции в инкубированных гипоксических препаратах с одновременным снижением ФЛ. Не отмечено включение радиоактивной метки в СЖК и ЭХ. Включение метки в холестерин наблюдалось только после гипоксии.

Острая гипоксия не изменяла концентрацию общих липидов, но значительно увеличила содержание радиоактивных изотопов углерода в их составе. Это согласуется с литературными данными о переключении миокарда на глюкозу как субстрат окисления в условиях гипоксии [1]. Инкубированные образцы проявляли такую же радиоактивность. Видимо, деградация и синтез липидов из радиоактивного материала находятся в равновесии, либо деградация в такой короткий срок незначительна. Появление атомов углеродного скелета глюкозы в составе липидов возможно за счет включения его в состав глицеролсодержащих липидов через глицерол-3-фосфат, который может синтезироваться из продуктов гликолиза. Другим вариантом включения изотопа в ФЛ и ТГ является синтез ацил-КоА из радиоактивного ацетил-КоА.

Распределение меченых  $C^{14}$  атомов глюкозы между отдельными липидными фракциями можно объяснить активным синтезом ФЛ и ТГ в миокарде. Отсутствие включения изотопа во фракции ЭХ и СЖК сочетается с отмеченной для препаратов миокарда двух крыс слабой радиоактивности холестерина, что указывает на включение атомов глюкозного скелета в состав X через образование ацетил-КоА, причем, видимо, только в функционально активный пул общего холестерина, не затрагивая депонированный.

Отличия между контрольными и гипоксическими препаратами по содержанию фракций, появившиеся после инкубации, могут быть связаны с трансацилазными перестановками ФЛ-ТГ, ФЛ-ЭХ а также с деградацией мембранных липидов, что весьма вероятно в условиях переживания после гипоксии [2]. Считается, что эстерификация является защитным механизмом утилизации СЖК, накапливающихся при разрушении ФЛ [5].

Анализируя данные по сцинтилляционной активности липидов инкубированных препаратов, можно предположить дрейф изотопной метки из ФЛ в ТГ через образование ДГ, также нельзя исключать образование ТГ из меченых триоз и ацетил-КоА. Отсутствие радиоактивной метки в СЖК и до, и после инкубации может объясняться их катаболическим происхождением. Возможно, именно свободные жирные кислоты депонируются в составе ЭХ, так как эта фракция тоже не содержала радиоактивные изотопы.

Таким образом, под влиянием гипоксии наиболее явно возросло содержание изотопа во фракции ТГ, что может быть следствием адаптивного усиления синтеза ацил-КоА и дальнейшего депонирования остатков ЖК в молекулы ТГ. Появление изотопа в составе холестерина, наблюдавшееся только после гипоксии, указывает на накопление радиоактивного ацетил-КоА при снижении скорости ЦТК в условиях дефицита кислорода. Возможно, синтез Х также служит для окисления НАДН<sub>2</sub> и утилизации лактата, чтобы поддержать гликолиз.

Выводы:

- 1) активность изотопа С14 в составе общих липидов в 2 раза выше в миокарде крыс, испытавших гипоксию, по сравнению с контролем;
- 2) включение радиоактивной метки в углеродный скелет отдельных фракций липидов миокарда происходило неравномерно, изотопы появлялись главным образом в составе ФЛ и ТГ, причем радиоактивность ТГ оказалась больше, чем ФЛ, по отношению к массе фракции;
- 3) в препаратах миокарда, проанализированных сразу после гипоксии, отмечено включение радиоактивной метки в состав холестерина, не происходившее в контроле;
- 4) в препаратах, инкубированных после гипоксии, радиоактивность ТГ была выше, чем после контрольной инкубации, так же, как и их содержание, причем сопровождаясь уменьшением фракции ФЛ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меерсон Ф. З., Малышев И. Ю. Феномен адаптационной стабилизации структур и защита сердца. М., 1993. С. 127-135.
2. Сергеев С. А., Грибанов Г. А. Характеристика липидного спектра сердечной мышцы крыс при гипоксической гипоксии // Косм. биол. и авиакосм. мед. 1981. Т. 15. №6. С. 71-74.
3. Bligh E., Dyer W.A. A rapid method of total lipid extraction and purification// Can. J. Biochem. 1959. V. 37. № 8. P. 911-917.
4. Giordano F.J. Oxygen, oxidative stress, hypoxia, and heart failure// J. Clin. Invest. 2005. V.115(3). P.500-508.
5. Jenco J. M., Rawlingson A., Daniels B. Regulation of phospholipase D: Selective inhibition of mammalian phospholipase D isoenzymes by R-synucleins // Biochemistry. 2002. V. 37. P. 4901-4909.

## МУТАГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ ИНСЕКТИЦИДА «МОСПИЛАН», ВЫЯВЛЕННАЯ В КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЕ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**Т. Е. Веревкина**

*Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, Одесса (Украина)*

Интенсивное употребление инсектицидов в сельском хозяйстве создает условия для накопления их остаточных количеств в продуктах питания, что может приводить к возникновению хромосомных aberrаций в соматических клетках потребителей. В качестве материала для исследования использовали мягкую пшеницу *Triticum aestivum L. cv. Фантазия одесская*. Мутагенное влияние инсектицида определяли при помощи анафазного метода. Семена проращивали по стандартной методике. Для контроля использовали проростки, выращенные на водопроводной воде. В двух вариантах опыта в воду добавляли 0,08 мг/мл (I вариант) и 0,16 мг/мл (II вариант) препарата Моспилан (действующее вещество ацетамиприд). Материал фиксировали в 45% растворе уксусной кислоты. Корни окрашивали ацетокармином.

Среди аномальных анафаз встречались мосты, фрагменты и отстаивания хромосом. Основным типом нарушений было образование одиночных мостов. В контроле доля клеток с aberrациями составила  $13,0 \pm 3,4\%$ . Процент aberrантных клеток в I варианте составил  $27,0 \pm 4,4\%$ , тогда как в варианте II -  $41,0 \pm 4,9\%$ . Разница между вариантами опыта, вариантами и контролем достоверны при  $P \leq 0.05$  (разница между контролем и вариантом с концентрацией 0,16 мг/мл достоверна при  $P < 0,01$ ). В I варианте опыта основными нарушениями было образование анафаз с мостами. Клетки с фрагментами (одиночными и множественными) составили 9%, анафаз с отстаиваниями хромосом насчитывалось всего 1.7%. Во II варианте анафазы с мостами составили основную долю аномалий. Частота таких клеток составила  $33 \pm 2,03\%$  от общего числа клеток. Таким образом, можно проследить зависимость между концентрацией инсектицида и количеством образованных хромосомных aberrаций.

## **РОЛЬ СУПЕРОКСИДНОГО АНИОН РАДИКАЛА В ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТЕСТ ОБЪЕКТАХ**

**Т. Н. Гудошникова, В. И. Кудряшова**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», Саранск (Россия)*

Активными формами кислорода (АФК) называют свободно-радикальные частицы и молекулы, которые возникают либо на пути одно-электронного восстановления кислорода, либо при его возбуждении, когда он переходит из основного триплетного в синглетное состояние.

К активным формам кислорода относят супероксид-анион радикал, перекись водорода и другие пероксиды, а также их радикальные формы, гидроксильный радикал, озон и ряд других соединений.

АФК генерируется во всех частях клетки. Наибольший вклад вносит дыхательная цепь митохондрий, особенно при низкой концентрации АДФ.

В митохондриях метаболизируется более 90% потребляемого аэробными клетками кислорода и образуется около 75% общего потока супероксидных радикалов в клетке.

Основным источником АФК в живой клетке являются оксиредуктазы, в процессе функционирования которых всегда образуется некоторое количество супероксид-анион-радикала и пероксида водорода, а также процессы автоокисления некоторых низкомолекулярных веществ (например катехоламинов).

АФК необходимы для нормального функционирования практически всех звеньев внутриклеточных сигнальных и исполнительных систем.

Хотя в организме есть множество источников продукции АФК для нормальной жизнедеятельности человека и животных необходимо регулярное потребление извне.

Еще А.Л.Чижевский показал, что отрицательно заряженные ионы воздуха необходимы для нормальной жизнедеятельности. Обогащение воздуха супероксидом нормализует давление и ее реологию, облегчает оксигенацию тканей, усиливает общую резистентность организма к стрессорным факторам.

АФК – это универсальные регуляторные агенты, факторы, благотворно влияющие на процессы жизнедеятельности от клеточного уровня до целого организма.

Поиск оптимальных доз супероксидного анион радикала был начат А.Л.Чижевским в начале XX века. О необходимости широкого внедрения ионизации в жизнь свидетельствуют и результаты многих экспериментов. В связи с этим нами была предпринята попытка изучения влияния различных доз супероксидного анион радикала на развитие дрозофилы.

Объектом исследования служили самки и самцы чистых линий дрозофилы (красноглазые и белоглазые).

Для определения степени воздействия супероксид-анион радикала на развитие дрозофилы проводилось облучение непосредственно перед скрещиваниями. Для опыта взяты были экспозиции 20, 40, 60 минут, контроль.

В процессе постановки эксперимента проводились фенологические наблюдения за состоянием личинок, куколок, потомства 1-го поколения, проводилось сравнительное наблюдение состояния объектов в разных экспозициях. Определялись жизненный цикл, реальная продуктивность и выживаемость дрозофилы в зависимости от облучения и линии.

Для ионизации применяли электрофлювиальный аэроионизатор. Ионизацию проводили в пробирках непосредственно перед скрещиваниями: красноглазых мух с красноглазыми и белоглазых мух с белоглазыми. Для скрещивания использовали гомозиготные исходные формы, различающиеся по одному признаку. Проводился индивидуальный анализ потомства от каждого скрещивания в ряду поколений. В каждом поколении ведется строгий количественный учет всех потомств по всем изучаемым признакам, причем отдельно по каждому признаку, независимо от других.

Полученные данные были статистически обработаны методом вариационной статистики

Длительность сеансов увеличивали постепенно, чтобы обеспечить адаптацию мух к ионизации, которая протекает успешно лишь при постепенном нарастании изменчивости.

При 20 минутном облучении происходит заметная стимуляция процессов, происходящих в клетке организма: уменьшается количество дней жизненного цикла, повышается реальная продуктивность, выживаемость.

Таким образом установлено наиболее укороченным оказался жизненный цикл при 20 и 40 минутном воздействии супероксидного анион радикала, более длительным в контроле и 60 минутном действии.

Реальная продуктивность (определяется по количеству куколок). В проведенных скрещиваниях наибольшее число образовалось при 20-минутном действии супероксидного анион радикала. Нименьшее количество при 60 – минутном воздействии.

Выживаемость – это количество вылупившихся мух в первом поколении. Ее оценивают по числу мух из общего числа куколок. В наших исследованиях 20 – минут - наиболее оптимальное время воздействия супероксидного анион радикала на выживаемость дрозофилы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гольдштейн ,Н.И. Кислородные радикалы в химии, биологии и медицине /Н.И.Гольдштейн. – Рига:РМИ, 1988. – С.80-108.
- 2 Владимиров, Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах /Ю.А.Владимиров //Соросовский Образовательный Журнал. – 2000.-Т.6.- №12.-С.13-19.
- 3 Орлова, Н.Н. Генетический анализ /Н.Н.Орлова. –М.: Московский университет, 1991. –С.26-29.

### К МЕХАНИЗМАМ ДЕЙСТВИЯ ФИТОЭКДИСТЕРОИДОВ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС И СИСТЕМЫ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

**Н. Б. Петрова, Н. А. Мойсеенко, Ж. Е. Иванкова**

*Сыктывкарский государственный университет, Сыктывкар (Россия)*

*E-mail: chem-bio@syktsu.ru*

В современном обществе растет число заболеваний, в патогенезе которых лежит состояние перенапряжения организма, т.е. «болезней адаптации» - это заболевания сердечно-сосудистой, пищеварительной систем, психические заболевания и др. Изучение проблемы стресса является важнейшей задачей теоретической и практической физиологии и медицины. Наиболее безопасными средствами профилактики и лечения болезней адаптации считаются биологически активные вещества, выделенные из растений.

Фитоэкдистероиды (ФЭС) – полигидроксилированные стероидные соединения, структурные аналоги гормонов линьки и метаморфоза насекомых, являются одной из перспективных групп химических соединений для изучения и использования их в качестве адаптогенных лекарственных средств и тонизирующих пищевых добавок.

В настоящее время ФЭС найдены у 90 видов растений, принадлежащих к 20 семействам. Известны более 166 экдистероидов и экдистероидоподобных веществ, выделенных из растений [1]. Выявлен широкий спектр потенциально положительных эффектов этих соединений. Известно, что физиологическое действие экдистероидов у млекопитающих обусловлено, прежде всего, их свойством стимулировать биосинтез белка при отсутствии побочного гормонального эффекта [2]. Экдистероиды оказывают влияние на пролиферацию клеток позвоночных [3]. Хорошо известны тонизирующие, адаптогенные [4], иммуностимулирующие, иммуномодулирующие и антиоксидантные свойства экдистероидов [5]. Однако механиз-

мы действия их на организм теплокровных животных еще далеки от разрешения. Не раскрыты, в частности, вопросы взаимодействия ФЭС и систем неспецифической адаптации, важнейшей из которых является симпато-адреналовая система (САС).

В экспериментах исследовали физиологические эффекты экидистероидсодержащей субстанции Серпистен, выделенной из надземной части растений *Serratula coronata* L. в лаборатории биохимии и биотехнологии растений (зав. лаб., д.б.н., проф. В.В. Володин) Института биологии КНЦ УрО РАН (Патент №2153346). Содержание ФЭС в надземной части серпухи венценосной в 10 раз превышает таковое в известной своими адаптогенными свойствами левзее сафлоровидной. Исследовали количественные и качественные характеристики крови лабораторных животных (крысы, мыши, кролики), а также состояние САС в норме и при различных экспериментальных воздействиях (постгеморрагической и фенилгидразиновой анемиях, иммобилизации). Серпистен вводили в/м. Использовали разные дозы вещества (5 и 20 мг/кг), разные режимы введения: однократное и многократное, до и после экспериментального воздействия. Параметры красной и белой крови определяли по общепринятым в клинике и лаборатории методам [6, 7]. Активность САС определяли в пропранололовом ( $\beta$ -адреноблокатор) тесте с использованием кислотного гемолиза (КГ) и фитогемагглютинации эритроцитов (Эр) (Патент РФ №2310196).

Показано мембраностабилизирующее, гемопозстимулирующее, гепатопротекторное и антистрессорное действие субстанции Серпистен. Так, Серпистен уже через 2 часа после введения стимулировал эритропоэз у крыс, что выражалось в увеличении относительного (доли, %) и абсолютного (млн/мм<sup>3</sup>) количества ретикулоцитов и в ускорении их созревания, о чем судили по правому сдвигу ретикулоцитарной формулы по Гейльмейеру. Увеличивалась общая концентрация гемоглобина в крови и насыщенность им Эр, что указывало на активизацию биосинтетических процессов в Эр. Под действием Серпистена изменялись физико-химические свойства мембраны Эр: повышалась кислотная резистентность и снижалась агрегативность. Отмечались видовые, половые и возрастные различия в эффекте Серпистена. Наиболее чувствительными оказались молодые животные и животные с высоким уровнем метаболизма (мыши). Важное значение имеет доза вещества и режим введения. Оптимальным и наиболее эффективным в действии на гематологический статус являлось длительное введение Серпистена в малой дозе (5 мг/кг).

Эффект пропранолола в опытных группах крыс (введение Серпистена) напоминал таковой в интактных группах животных, в некоторых случаях даже превышал его, что свидетельствовало об отсутствии значительной стресс-реакции и повышенной стресс-устойчивости. Таким образом, Серпистен предотвращает активацию САС и изменение адренореактивности тканей, вероятно, за счет неспецифического мембраностабилизирующего

действия. Поскольку зрелые Эр - безъядерные клетки, очевидно, это влияние может осуществляться внегеномно на мембранные сопрягающие факторы и внутриклеточные механизмы трансдукции гормонального сигнала. Возможность перестроек в структуре белково-липидного комплекса поверхностной мембраны Эр под влиянием С27-стеринов, к числу которых относится 20Е (главный компонент Серпистена), показана в работе А.В.Тугановой, А.В. Кацюрубы [8] и косвенно подтверждена нами.

При экспериментальной гемолитической анемии показан «нормализующий» эффект Серпистена на систему крови, электрофоретические характеристики и щелочерезистентность гемоглобина, адренореактивность Эр и состояние САС, измененных действием гемолитика, который более выражен при предварительном введении препарата. Серпистен ослаблял действие фенилгидразина, что выражалось в существенном уменьшении (общего и относительного) количества ретикулоцитов, числа телец Гейнца и ауторозеток в крови, сберегающем типе реагирования поверхностной мембраны лейкоцитов на гипоосмотические нагрузки, снижением мембранного резерва лейкоцитов.

Корректирующее влияние на параметры крови оказывал Серпистен и при иммобилизационном стрессе. Параметры КГ и агглютинабельности Эр, значительно измененные стрессом, приближались к показателям у интактных животных. САС при этом была активирована незначительно.

В работе О.В. Раскоши с соавт. [9] показан стимулирующий эффект Серпистена на кору надпочечников лабораторных мышей, который проявлялся в увеличении ширины коры в основном за счет пучковой, отчасти сетчатой зон. При сочетании низкоинтенсивного  $\gamma$ -облучения и Серпистена, действие последнего реализовалось в основном на сетчатую зону [9]. Таким образом, действие Серпистена на физиологические функции организма млекопитающих может быть опосредовано гормонами коры надпочечников (глюкокортикоидами и половыми гормонами).

Анализируя собственные результаты и данные литературы мы полагаем, что действие ФЭС (Серпистен как конкретный пример) осуществляется как через стабилизацию мембран, так и через оптимизацию состояния систем неспецифической адаптации. При этом вклад САС снижается, а гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой - возрастает. Следовательно, при различных стрессорных воздействиях, в том числе и экспериментальных, под действием ФЭС ускоряется переход начальной фазы тревоги в фазу устойчивой адаптации с вовлечением в процесс гормонов коры надпочечников.

*Работа поддержана грантом Б0084/1318 ФЦП «Интеграция».*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володин В.В. Экдистероиды в интактных растениях и клеточных культурах // Автореф. дис...д-ра. биол. наук. - М., 1999. - 49с.
2. Тодоров И.Н., Митрохин Ю.И., Ефремова О.И., Сидоренко Л.И. Действие экстрактов левзеи сафлоровидной на биосинтез РНК и белков в органах мышей // Хим.-фарм. журн. - 2000. - №9. - С. 24-26.
3. Саатов З., Усманов Б.З., Абубакиров Н.К. Фитоэкдизоны *Silene praemixta* L. Силеностерон // Химия природных соединений. - 1979. - С. 793-797.
4. Пчеленко Л.Д., Метелкина Л.Г., Володина С.О. Адаптогенный эффект экдистероидсодержащей фракции *Serratula coronata* L. // Химия растит. сырья. - 2002. - №1. - С.669-80.
5. Осинская Л.Ф., Саад Л.М., Холодова Ю.Д. Антирадикальное действие и антиоксидантная активность экдистерона // Укр. биохим. журн. - 1992. - №64. С.114-117.
6. Тодоров Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии. - София: Физкультура и медицина, 1963. - 665с.
7. Шиффман Ф.Дж. Патопфизиология крови. - М.-С.-Пб.: БИНОМ-Невский Диалект, 2000. - 451 с.
8. Tuganova A.V., Kotsyuruba A.V. The in vitro interaction of C<sub>27</sub>-sterols with the erythrocyte membranes depends on the sterol structure and concentration // Cell. Mol. Biol. Letters. - 1996. - V.1. - P. 129-135.
9. Роскоша О., Ермакова О.В., Селезнева А.В., Стрекаловская О.В. Состояние периферических эндокринных желез белых беспородных мышей после воздействия экдистероидов серпухи венценосной.// Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН №2 (112) С.33-35.

## ЭФФЕКТЫ ДОНОРА ОКСИДА АЗОТА НИТРОГЛИЦЕРИНА И БЛОКАТОРА NO-СИНТАЗЫ L-NAME НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ СЕНСИТИЗАЦИИ У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ

Л. Н. Муранова, Т. Х. Гайнутдинова, А. И. Исмаилова,  
А. Ю. Горюнова, И. В. Залкеева, Х. Л. Гайнутдинов  
Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, Казань (Россия)  
E-mail: m.luda@rambler.ru

В последние годы NO-синтезирующие нейроны обнаружены и в нервной системе беспозвоночных, в том числе моллюсков. Были получены данные о том, что в мозгу улитки серотонин и NO однонаправлено регулируют функцию серотонинергической системы. Серотонин и доноры NO взаимно усиливают эффекты друг друга. Они не только возбуждают серотониновые нейроны, но и координируют их работу за счет активации общих синаптических видов.

Одной из форм пластичности является долговременная сенситизация (ДС), которую можно определить как усиление рефлекторной реакции под влиянием сильного или повреждающего постороннего стимула. Поскольку показано, что для формирования ДС необходим серотонин, то мы провели исследования, направленные на поиск возможных корреляций эффектов на серотонинергическую систему и систему NO. Было показано, что инъекции донора NO нитроглицерина и блокатора NO-синтазы L-NAME за 15-30 минут до начала сеанса выработки ДС в течение 4 дней не влияют на формирование долговременной сенситизации у виноградных улиток, но уменьшает ее выраженность.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 06-04-48834).

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГЕОСИСТЕМ РЕКРЕАЦИОННЫХ И ВОДООХРАННЫХ ЗОН (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОПАРКА «ЗЕЛЕНЬ ГОРОД» В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**В. П. Юнина, М. В. Сидоренко**

*Нижегородский государственный университет им.*

*Н.И.Лобачевского, Нижний Новгород (Россия)*

*E-mail: ecocenter\_nngu@mail.ru*

В окрестностях г. Н.Новгорода примером водоохраных лесов, интенсивно используемых для рекреации, является лесопарк «Зеленый город». На его территории нами проведены ландшафтно-экологические исследования с целью оценки состояния и устойчивости лесных геосистем. Лесопарк «Зеленый город» представляет собой крупный лесной массив, располагающийся в левобережье р.Кудьмы и частично на ее правом берегу. Он относится к Нижегородскому лесхозу и является самым крупным по площади (4445 га) в правобережной части окрестностей г.Н.Новгорода. Уникальность данного лесного массива заключается в ярко выраженном смешанном характере растительности, представленной участками типичных широколиственных, хвойно-широколиственных и сосновых лесов южнотатаевского типа с участием ели.

Территория лесопарка расположена на флювиогляциальной равнине, приуроченной к пониженной части Приволжской возвышенности. В геоморфологическом отношении это пологий придолинный склон на левом берегу р.Кудьмы, а также первая надпойменная терраса и пойма в ее долине. Абсолютные высоты варьируют от 120-125 м на водоразделе до 75 м на пойме р.Кудьмы. Микрорельеф флювиогляциальной равнины пологоволнистый, местами дюнно-бугристый. Песчаные бугры имеют высоту 3-6 м, западины между ними местами заболочены. Геологическое строение представлено отложениями казанского и татарского ярусов пермской системы и четвер-

тичной системы. Известняки и доломиты казанского яруса приближаются к поверхности только в долине р.Кудьмы. На остальной территории они перекрыты породами татарского яруса (глины и мергели с прослоями песков, алевроитов, песчаников и известняков), которые на отдельных участках выходят на поверхность. Однако на большей части территории коренные породы залегают под четвертичными флювиогляциальными песками, мелко- и среднезернистыми с прослоями суглинков и супесей общей мощностью до 7-8 м, чаще – менее двух метров. Первая надпойменная терраса сложена пылеватыми песками с прослоями суглинков и супесей, рельеф ее пологоволнистый, местами с песчаными буграми. Пойма сложена суглинками с прослоями илисто-пылеватых песков, имеет ровный рельеф. Ширина поймы 500-700 м, в притеррасной части она местами заболочена. Территория «Зеленого города» расположена в пределах природной подзоны широколиственных лесов. Однако зональные геосистемы не получили здесь широкого развития вследствие особенностей эдафических условий. Песчаный субстрат способствовал произрастанию хвойных и хвойно-широколиственных лесов. Таким образом, наличие флювиогляциальных песков разной мощности обусловило формирование здесь геосистем, относящихся к роду зандровых. Факторами локальной ландшафтной дифференциации территории лесопарка «Зеленый город» являются мощность поверхностных песчаных отложений и микрорельеф. Основными видами урочищ являются: 1) бугристо-западинные водораздельные поверхности, сложенные мощными (до нескольких метров) толщами песка, с дерново-подзолистыми почвами, с бореальными сосняком (от лишайниковых до долгомошных); 2) пологие склоны водоразделов, сложенные песками различной мощности с дерново-подзолистыми почвами. В пространственном распределении растительного покрова в урочищах данного вида четко отражена следующая фациальная дифференциация: а) в фациях с мощностью поверхностных песчаных отложений менее 1 метра произрастают дубравы елово-липовые (реже - дубравы снытьевые кленово-липовые) и их производные лесные насаждения; б) в фациях с мощностью песка от 1 метра до 1,5 метра - сосняки с елью и ельники липовые; в) в фациях, где поверхностные песчаные отложения имеют мощность более 1,5 метра, получили развитие сосняки с елью и ельники кисличные, черничные, зеленомошные.

В долине р.Кудьмы выделяются урочища первой надпойменной террасы с сосняками с елью зеленомошными и липово-дубовыми на дерново-подзолистых песчаных почвах, а также - урочища поймы с черноольшаниками, низинными болотами и луговыми ассоциациями на аллювиальных почвах разных типов (от дерновых до болотных) и различного механического состава.

В настоящее время лесные массивы лесопарка «Зеленый город» представлены как зональными элементами (дубравы снытьевые с участием клена, вяза, липы), расположенными на границе ареала распространения широколиственных лесов, так и участками сосново-еловых лесов, имею-

щих южнотаежный облик, а также смешанных хвойно-широколиственных лесов. Кроме того, поскольку лесопарк является рекреационной зоной, а также в результате хозяйственного использования лесов на значительной части территории «Зеленого города» распространены производные леса: осинники, березняки, кленовики и липняки. Преобладающая порода в насаждениях сосна (56,8%), в меньшей степени распространены: ель (10,2%), липа (6,3%), береза (13%), дуб (11,4%).

Значительный интерес представляют сложные ельники и сосняки с участием дуба, клена, липы и вяза. В их травостое распространены как бореальные (кислица обыкновенная, черника, брусника, майник двулистный), так и неморальные (сныть обыкновенная, копытень европейский, звездчатка жестколистная и др.) виды. На территории «Зеленого города» произрастают редкие и охраняемые виды растений: любка двулистная, пыльцеголовник красный, волчегодник, колокольчик персиколистный и др.

Вместе с тем, лесные экосистемы «Зеленого города» подвержены значительному антропогенному воздействию: рекреационному (за счет массового посещения отдыхающими), техногенному (выбросы нефтеперерабатывающих предприятий, расположенных в промзоне г.Кстово), хозяйственной деятельности (замусоривание и захламление лесов от домов отдыха, детских летних лагерей отдыха, санаториев, дачных массивов). Кроме того, по территории «Зеленого города» проходят коммуникации и дороги, также негативно воздействующие на состоянии природных комплексов. От чрезмерной рекреационной нагрузки страдают древесные насаждения, так механические повреждения имеют почти все деревья вблизи жилой застройки, травяно-кустарничковый ярус здесь представлен в основном сорными и луговыми видами, а местами полностью вытоптан.

Таким образом, выявлен интенсивный антропогенный прессинг на лесные насаждения «Зеленого города». Это единственный сохранившийся в окрестностях г.Н.Новгорода лесной массив, являющийся экотонном между эрозионной и зандровой равниной. Экотонное положение способствовало значительному разнообразию локальных геосистем в пределах небольшой территории, что обусловило уникальность и научную ценность данного лесопарка.

Лесные геосистемы «Зеленого города» имеют различную устойчивость к антропогенному воздействию. Наименее устойчивы урочища бугристо-западного песчаного водораздела с сосняками лишайниковыми и зеленомошными. Однако именно эти урочища испытывают максимальную антропогенную нагрузку, что привело к дигрессии и трансформации их почвенного растительного покрова, а на отдельных участках – к дефляции песков. Наименее изменен растительный покров в урочищах пологого водораздельного склона с дубравами елово-липовыми снытьевыми как

вследствие меньшего рекреационного прессинга, так и их более высокой устойчивости.

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ ЛЕЩА ВОДОХРАНИЛИЩ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

**А. С. Васильев<sup>1</sup>, И. А. Непорожня<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН, пос. Борок Ярославской обл. (Россия) E-mail: vasiliev@ibiw.yaroslavl.ru*

<sup>2</sup>*Череповецкий государственный университет, Череповец (Россия) E-mail: nep-inna@yandex.ru*

Поступление в водоемы химических веществ различного типа действия вызывает у рыб многие неспецифические симптомы, которые трудно связать с действием определенных токсикантов. Среди методов оценки состояния отдельных особей и популяций рыб важное место занимает морфопатологический (патологоанатомический) анализ [1], поскольку рыбы являются четкими биоиндикаторными организмами при оценке уровня загрязнения водоемов и качества водной среды, так как на всех этапах развития аккумулируют в себе изменения в среде обитания. Цель настоящей работы - оценить патологоанатомическое состояние органов и тканей леща *Abramis brama* (L.) из разных участков верхневолжских водохранилищ.

Отлов рыбы проводился в Угличском, Рыбинском и Горьковском водохранилищах. Проанализировано 1276 особей леща. Состояние органов оценивалось по шкале, разработанной Аршаницей и Лесниковым [1]. Рассчитывали индекс неблагоприятного состояния (ИНС) и нормированный индекс (IN), предложенные Решетниковым и соавторами [6].

Наиболее отчетливо отклонения от нормы в строении и состоянии органов леща визуальными фиксируются при анализе жабр, печени, почек и кишечника, поскольку именно они являются органами, через которые попадают загрязняющие вещества, и которые ответственны за их детоксикацию и выведение из организма. В ряде случаев отмечены аномалии в строении плавников и ротового аппарата, искривления позвоночника, изменения в селезенке и гонадах, наличие абсцессов и язв на теле рыб.

Морфопатологические исследования леща верхневолжских водохранилищ показали, что состояние органов и тканей связано, как мы полагаем, с состоянием среды обитания, характером распределения загрязняющих веществ по акватории водохранилища и особенностями экологии рассматриваемых видов. Патологическим процессом (выраженным в разной степени) охвачены все исследованные нами органы леща.

Степень выраженности патологии органов не зависит от пола и стадии зрелости гонад особи. Анализ сезонной динамики состояния органов и тканей леща показал, что максимальные значения индекса IN наблюдаются летом, снижаются осенью и минимальны - зимой. Очевидно, наряду с концентрацией токсических веществ в среде температура оказывает влияние на выраженность патологических процессов. Зимой же вместе с понижением температуры обычно наблюдается снижение поступления в водоем токсикантов, снижение интенсивности питания, а также происходит элиминация наиболее пораженных особей [7]. Все это приводит к снижению в осенне-зимний период выраженности патологических изменений у отдельных особей и понижению частоты встречаемости особей имеющих те или иные аномалии. С увеличением размеров у леща наблюдается тенденция повышения индекса IN. Практически идеально состояние органов и тканей у леща в возрасте 2+, 3+, и именно оно принималось нами за норму.

Картина поражения органов леща - крайне неравномерная, как у различных особей из одной выборки, так и между выборками, собранными в различных точках водохранилищ, так и собранных в одних и тех же точках, обследованных в разное время. Вероятно, данный факт является отражением неравномерности загрязнения акваторий водохранилищ. Уровень загрязнения воды претерпевает значительные изменения в течение коротких временных отрезков, грунты же остаются загрязненными долгое время в связи с осадением и аккумуляцией в них [5, 8]. Известно, в частности, что в Рыбинском водохранилище высокие концентрации токсикантов (тяжелых металлов и органических загрязняющих веществ) наблюдаются в донных отложениях вблизи городов, портов, по руслам затопленных рек [3, 4]. В то же время в органах и тканях рыб содержание токсикантов, в частности, тяжелых металлов в большинстве случаев находится на уровне ПДК [2].

Загрязнение грунтов приводит к нарушению оптимальных условий жизнедеятельности леща - бентофага, ведущего придонный образ жизни. Выявленная степень поражения органов и тканей леща позволяет характеризовать Угличское водохранилище как «слабо загрязненное». Обследованные участки Горьковского и Рыбинского водохранилищ можно характеризовать как загрязненные в слабой или средней степени. Наиболее поражен лещ, отловленный на глубоководных (руслowych станциях) Рыбинского водохранилища в Волжском и Главном плесах, а также в Шекснинском плесе в зоне воздействия Череповецкого промышленного узла.

Учитывая широкую распространенность и особенности экологии леща этот вид можно рассматривать как вид-индикатор экологического состояния акваторий и в первую очередь состояния грунтов как водохранилищ, так возможно и других водоемов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аршаница Н.М., Лесников Л.А. Патолого-морфологический анализ состояния рыб в полевых и экспериментальных токсикологических исследованиях // Методика токсикологических исследований. 1987. Л.: ГосНИОРХ. С. 7-12.
2. Гапеева М.В., Груздев Е.С., Лукьяненко В.И., Шувалова А.Б. Межгодовая и сезонная изменчивость содержания тяжелых металлов у рыб Верхневолжских водохранилищ // Актуальные проблемы экологии Ярославской области. Ярославль. 1998. С. 85-93.
3. Гапеева М.В., Законнов В.В., Гапеев А.А. Локализация и распределение тяжелых металлов в донных отложениях Верхней Волги // Водные ресурсы. 1989. Т. 16. № 1. С. 170-172.
4. Козловская В.И., Герман А.В. Полихлорированные бифенилы и полиароматические углеводороды в экосистеме Рыбинского водохранилища // Водные ресурсы. 1997. Т. 24. № 5. С. 563-569.
5. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. 1987. М.: Мир, 286 с.
6. Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. 1999. Т. 119. №2. С.165-177.
7. Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. / Прокофьев Н.П. и др. (ред.). 1997. Ярославль, 232 с.
8. Томилина И.И., Гапеева М.В. Экотоксикологическая оценка загрязнения кадмием донных отложений водохранилищ верхней Волги // Биология внутренних вод. 2000. №2. С. 143-147.

## ВЫРАБОТКА ОБСТАНОВОЧНОГО РЕФЛЕКСА У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ ПРИ ОДНОСЕССИОННОМ ОБУЧЕНИИ

**Р. Р. Тагирова, И. Б. Канакотина, Т. Х. Гайнутдинова**

*Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, Казань (Россия)*

*E-mail: nazyrova@mail.ru*

Способность к формированию обстановочного условного рефлекса обнаружена у многих беспозвоночных и позвоночных животных. Ранее нами и другими авторами было показано формирование обстановочного условного рефлекса у виноградной улитки при нанесении электрокожных раздражений, в течение 5-6 дней, и эта память сохранялась не менее 2-х недель. После односеансного обучения (в течение 1 дня) у улиток был показан только аналог неспецифической долговременной сенситизации.

Целью исследования было выяснение возможности выработки обстановочного рефлекса у виноградной улитки при односессионном обучении. Его вырабатывали в течение 1 дня нанесением 25 электрических стимулов (1-1,5 мА) с интервалом 15-20 мин. в стандартной обстановке (раковина фиксировалась, животное помещалось на шар, свободно плавающий в воде). Тестирование оборонительной реакции втягивания глазных щупалец в ответ на тестирующий стимул, проводилось не только в стандартных условиях (на шаре), т.е. тех условиях, в которых животные получали подкрепление, но и в условиях, отличных от стандартных (на плоской поверхности крышки террариума). Показано достоверное увеличение оборонительной реакции втягивания глазных щупалец только в тех условиях, в которых животные получали подкрепления. Это свидетельствует о возможности выработки обстановочного рефлекса у виноградной улитки при односессионном обучении.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 07-04-00224).

## ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДРОСТА КЕДРА СИБИРСКОГО

**А. Н. Панов, С. А. Николаева**

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск (Россия)*

*E-mail: panov@imces.ru*

Важным показателем, характеризующим приспособление растений к тем или иным условиям произрастания, может служить содержание пигментов в листьях растений. При этом в ответ на неблагоприятные природные факторы хлоропласт способен быстро приспособливаться к изменению окружающей среды. Вариация пигментов приводит к изменению активности аппарата, что отражается на скорости синтеза метаболитов и в целом на ростовых процессах растений [1, 2]. Цель работы - выявление физиологических особенностей сезонного роста подростка кедр сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour), произрастающего в естественных лиственнично-сосновых сообществах зеленой зоны г. Томска. Сезонный рост, фенологию и пигментный комплекс хвои подростка кедр изучали по общепринятым методикам.

Рост побега в южной подтайге западно-сибирской равнины начинается 22-23 мая и заканчивается 6-12 июня; хвои 26 мая - 2 июня и во II-III декадах июля соответственно. Во второй половине сезона после того, как хвоя закончила свой рост в длину и толщину, вес одной хвоинки хвои текущего года составил 32-42 мг в сыром и 11-21 мг в сухом виде, однолетней - 140-189 и 60-88 мг соответственно. Колебания веса хвои связаны с

изменениями ее влажности и влажности почвы в течение вегетационного сезона, а возрастание веса хвои на следующий год - с увеличением ее плотности.

Сезонные изменения в содержании пигментов у подростка кедра в трех изученных сообществах (сосново-разнотравное, лиственнично-сосново-разнотравное и березово-крапивное) протекают сходным образом. В хвое текущего года (год ее появления) по окончании ее роста наблюдается постепенное увеличение всех пигментов. На следующий год в однолетней хвое накопление пигментов достигает максимума в конце июня, а к осени постепенно снижается. Наибольшие изменения наблюдаются в содержании хлорофилла *a*, наименьшие – в содержании каротиноидов (табл. 1). Различия в сезонной динамике накопления пигментов в хвое, имеющей разный собственный возраст (текущей и однолетней), связаны с формированием хлоропластов в процессе онтогенеза в хвое текущего года и внутренними метаболическими ритмами в однолетней хвое [3]. В сформированном однолетнем листовом аппарате в июне отмечено максимальное накопление всех пигментов. Они обеспечивают повышенный синтез метаболитов, необходимых для активно нарастающих в это время хвои текущего года и почек, а также утолщения побега.

**Таблица 1 – Пигментный комплекс хвои (мг/г сырой массы) подростка кедра сибирского в лиственнично-сосново-разнотравном сообществе**

Дата	Хл <i>a</i>	Хл <i>b</i>	Хл <i>a</i> + хл <i>b</i>	Кароти- ноиды	Хл <i>a</i> хл <i>b</i>	Каротиноиды Хл <i>a</i> + хл <i>b</i>
<i>Хвоя текущего года</i>						
03.08.05	0,82	0,25	1,07	0,18	3,3	0,17
20.08.07	0,82	0,29	1,10	0,15	2,6	0,14
27.09.05	0,85	0,33	1,18	0,23	2,6	0,19
<i>Однолетняя хвоя</i>						
24.06.06	1,16	0,44	1,60	0,25	2,6	0,16
20.08.07	1,03	0,40	1,44	0,21	2,6	0,15
25.08.06	0,87	0,31	1,18	0,22	2,8	0,19
15.10.06	0,50	0,21	0,71	0,15	2,3	0,21

Примечание: Хл – хлорофилл

Важный показатель, характеризующий приспособление растений к условиям освещенности, - соотношение между зелеными пигментами. Считается [4], что повышение данного показателя больше 3 может указывать на процессы разрушения хлорофилла *b*. По нашим данным, соотношение хлорофиллов *a* и *b* во второй половине вегетационного сезона находилось в пределах физиологической нормы, а незначительное его повышение в августе 2005 г. объясняется тем, что хвоя текущего года в этот период имела еще недостаточно сформированные внешние покровы, слабо защищающие фотосинтетические пигменты от неблагоприятных внешних факторов.

Соотношение каротиноидов к сумме хлорофиллов в течение трех вегетационных сезонов является достаточно стабильным с незначительным

его повышением в сентябре-октябре. Увеличение этого соотношения [1] к осени может также говорить о повышении защитной роли каротиноидов.

В хвое подростка кедра сибирского в ряду сообществ (сосново-разнотравное → лиственно-сосново-разнотравное → березново-крапивное) снижалось количество всех пигментов, что связано с увеличением интенсивности их освещения и согласуется литературным данным [1, 3 и др.]. Однако морфологические и физиологические особенности его сезонного роста идут сходным образом.

*Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований СО РАН (проект 7.10.1.3).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышев, В.Д. Принципы адаптации живых организмов (экологический аспект). Владивосток: Дальнаука, 1996. с. 384
2. Зотикова, А.П. Диагностика состояния кедра сибирского по активности первичных фотосинтетических реакций // Проблемы кедра. Вып. 7. Экология, современное состояние, использование и восстановление кедровых лесов Сибири. Томск, 2003. С. 76- 80.
3. Щербатюк, А.С., Янькова Л.С., Русакова Л.В. Эколого-физиологические особенности газообмена хвойных // Лесоведение, 1990, № 4. С. 3-10.
4. Цельникер, Ю.Л., Малкина И.С., Ковалев А.Г., Чмора С.Н., Мамаев В.В., Молчанов А.Г. Рост и газообмен CO<sub>2</sub> у лесных деревьев. М.: Наука, 1993. 256 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ НАДЗЕМНОЙ СФЕРЫ И ДИНАМИКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ *ALISMA PLANTAGO-AQUATICA* L В ОНТОГЕНЕЗЕ

**Н. В. Васильева**

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 152742, Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н (Россия)  
E-mail: vnv@ ibiw.yaroslavl.ru*

В ценопопуляционных исследованиях экологической направленности, как правило, изучаются колебания численности, плотность и морфометрические показатели растений – признаки, отражающие в своей сущности ростовые процессы растений. Учет показателей роста позволяет наиболее полно раскрыть морфогенез особи, ее морфологический статус и положение в популяции на любой момент времени.

Задачей нашего исследования и явилось изучение особенностей развития и динамики морфометрических показателей растений *Alisma plantago-aquatica* L. в онтогенезе.

Наблюдения за развитием растений *Alisma plantago-aquatica* первого года жизни (стадии проростков и ювенильных растений) велись в естественной популяции, образовавшейся самосевом в пруду экспериментальной базы “Сунога” ИБВВ РАН. В этой популяции была заложена пробная площадка 0,01 м<sup>2</sup>. В этот же пруд (но отдельно от проростков) в начале периода вегетации (середина мая) из мест естественного произрастания были пересажены молодые скрытогенеративные растения второго и молодые генеративные растения третьего годов жизни, которые к моменту посадки имели по 3-5 листьев. Максимальная длина листа у трехлетних растений достигала 0,4 м, у двухлетних — 0,5 м. Плотность посадки растений соответствовала средней плотности природных популяций, наблюдаемых нами в различных экотопах (Васильева, 2000). Среди посадок также были заложены пробные площадки площадью 0,25 м<sup>2</sup>. Грунт в пруду представлял собой заиленный глинистый песок, уровень воды колебался от 0 до 0,15 м, что соответствовало типичным условиям обитания частухи на мелководьях Рыбинского водохранилища.

С июня по сентябрь один раз в две недели на пробных площадках измерялись высота растений разных возрастных групп, длина и ширина пластинки листьев, длина их черешков, подсчитывалось количество листьев и цветоносов, измерялась длина последних. В течение вегетационного сезона проводились фенологические наблюдения, измерялась температура воздуха и воды. Возрастные состояния *A. plantago-aquatica* выделялись по методике Т.А. Работнова (1960) с дополнениями А.А. Уранова (1975) и Л.А. Жуковой и соавторов (1990) на основе изучения комплекса качественных и количественных морфологических признаков частухи в природных условиях.

В результате проведенных наблюдений были получены данные по динамике морфометрических показателей надземных органов *A. plantago-aquatica*.

В первый год жизни растения *A. plantago-aquatica* в течение длительного периода находятся в состоянии проростков. При этом не происходит дифференциации листа на листовую пластинку и черешок. Интенсивное развитие побегов у растений в первый год жизни начинается лишь в конце периода вегетации, при переходе в ювенильное возрастное состояние. В результате усиления конкуренции между проростками и угнетения ими друг друга наблюдается изреживание растений, оставшиеся переходят в следующее возрастное состояние, активно увеличивая свои размерные показатели. В отличие от периода прорастания, в период образования 4—5 листа на развитие растений, по всей видимости, оказывает влияние "эффект загущения", что согласуется с "правилом Сукачева", согласно которого многолетние растения на загущение реагируют замедлением темпов развития (Сукачев, 1941).

В начале вегетационного сезона второго года жизни растениям приходится начинать наращивание надземной вегетативной сферы растений идет как бы "с нуля", поэтому в этот период морфометрические показатели потенциально генеративных растений мало отличаются от показателей ювенильных растений первого года жизни, хотя по темпам развития они значительно (на 2 недели) опережают последние. Мощность развития надземной сферы уже через месяц после начала вегетации больше, чем у ювенильных растений в 2 раза. При переходе растений второго года жизни из потенциально генеративного в молодое генеративное состояние происходит некоторое уменьшение морфометрических показателей их вегетативной сферы, что, по-видимому связано с расходом энергии и пластических веществ на выдвигание и развитие цветоноса.

Трехлетние молодые генеративные растения значительно превосходят потенциально генеративные второго года жизни по темпу и уровню развития побеговой сферы. Уже в момент посадки в пруд морфометрические показатели листа молодых генеративных растений третьего года жизни (при практически равном количестве ассимилирующих листьев) в 3-11 раз больше, чем у двулетних потенциально генеративных растений. В течение месяца после посадки происходит адаптация растений к новым условиям, что отражается на развитии побеговой сферы. У большинства растений отмирают старые листья и появляются новые. Наблюдается снижение линейных морфометрических показателей вегетативной сферы. Так, длина листа у исследуемых двулетних потенциально генеративных растений уменьшалась с 5 до 3,5 см, у трехлетних молодых генеративных — с 40 до 25 см. При сравнении колебаний морфометрических показателей нами не выявлено различий между природной популяцией и популяцией, созданной нами в экспериментальном пруду [1]. В дальнейшем в течение вегетационного периода у этих растений происходит увеличение размеров (высота растения, длина и ширина листовая пластинка), становится больше листьев. При этом продолжают сохраняться различия в уровне развития потенциально генеративных второго и молодых генеративных растений третьего года жизни. На третий год при переходе в следующее возрастное состояние (из молодого генеративного в средневозрастное генеративное третьего года жизни) при выдвигании второго цветоноса происходит некоторое снижение морфометрических показателей растений. Средневозрастные генеративные растения третьего года в большинстве своем заканчивают вегетацию в среднем на 2 недели раньше, чем растения младших возрастов. Осенью на этих растениях зеленые листья, имеющие небольшие размеры, сохраняются лишь у некоторых побегов, появившихся из пробудившихся к концу вегетации боковых почек.

В условиях экспериментального пруда в конце третьего вегетационного сезона у большинства растений наступила дезинтеграция особей, что не согласуется с данными А.Г. Лапирова (2000). Это, по всей видимости,

связано с малым количеством осадков и высокими температурами в течение вегетационного сезона. В связи с этим, нам не удалось провести наблюдения за растениями четвертого года жизни.

Таким образом, нами было установлено, что по темпам развития проростки и ювенильные растения отстают от потенциально генеративных растений второго года жизни на 2 недели, а от молодых генеративных растений третьего года жизни — на 4 недели. У них наблюдаются минимальные значения морфометрических показателей. На развитие проростков и ювенильных растений решающее влияние оказывают угнетение взрослыми растениями и конкуренция их между собой. Потенциально генеративные растения второго года жизни по темпам и уровню развития побеговой сферы занимают промежуточное положение между ювенильными растениями и молодыми генеративными растениями третьего года развития. На третий год своего существования растения обладают максимальными показателями темпов и уровня развития побеговой сферы. Таким образом, приспосабливаясь к внешним условиям, ценопопуляция частухи выработала определенный уровень изменчивости темпов и уровня развития морфологических признаков, позволяющий ей наиболее полно обеспечить реализацию онтогенетической программы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева Н.В. Влияние колебания уровня воды на динамику биомассы и продукцию частухи подорожниковой // *Современные проблемы биологии и химии. Региональный сборник научных трудов молодых ученых. Ярославль, 2000. С.47—53.*
2. Жукова Л.А., Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В. Ценопопуляции растений (Основные понятия и структура). М.: Наука. 1976. С. 5–12.
3. Лапиров А.Г. Особенности онтогенеза частухи подорожниковой. // *Всерос. конф. по водным растениям “Гидрботаника 2000”.* Тез. докл. Борок, 2000. С.152—153.
4. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // *Труды БИН АН СССР. 1950. Сер. 3. Геоботаника. Вып. 4. С. 7—204*
5. Сукачев В.Н. О влиянии интенсивности борьбы за существование между растениями на их развитие // *Докл. АН СССР. 1941. Т. 30. № 8. С.752—756.*
6. Уранов А.А. Жизненное состояние вида в растительном сообществе.// *Бюл. МОИП, отд биол. Т.65. Вып.3. С.77—92.*

## МИКОБИОТА ПЫЛЬЦЕВОЙ ОБНОЖКИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ РАЗНЫХ СРОКОВ СБОРА

**Г. П. Чекрыга, Л. А. Осинцева**

*ГНУ «Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции СО Россельхозакадемии», Новосибирская область, п. Краснообск (Россия)*

Одной из основных причин порчи продуктов питания являются плесневые грибы, поэтому качественные и количественные характеристики микобиоты определяют безопасность, особенно продуктов растительного происхождения.

Пыльцевая обножка медоносных пчел, обладающая широким спектром питательных и биологически активных веществ, контаминируется плесневыми грибами и дрожжами на всех этапах её получения и хранения. Изучение микобиоты пыльцевой обножки позволит установить трофические группы микромицетов, характерные для определенного биогеоценоза, что в свою очередь позволит определить оптимальные сроки сбора пыльцевой обножки.

Целью исследований стал анализ видового состава микобиоты пыльцевой обножки, собранной медоносной пчелой с пыльценосов в весенний и летний периоды.

Изучали микобиоту образцов нативной пыльцевой обножки, собранной из пыльцеуловителей 25 мая и 27–31 июля 2007 г. на пасеке с, Новомихайловское Коченевского района Новосибирской области. Монофлорные пыльцевые обножки получали путем механического деления полифлорных образцов по цветам и далее проводили палинологическое исследование при помощи фазово-контрастной микроскопии. Монофлорной считали обножку, состоящую на 70% из пыльцевых зерен одного растения.

Для изучения контаминации грибами и дрожжами пыльцевой обножки готовили разведение 10г на 90 мл стерильного физиологического раствора и проводили посеvy в глубь агаризованных сред МПА и Сабуро.

Инкубирование посевов проводили при 24°C в течение 14 суток. Количественный учет выросших колоний микромицетов проводили на 3-и сутки для дрожжевых организмов и на 5, 7, 10, 14 сутки для гифальных грибов с последующим пересчетом полученных средних чисел на 1 г исследуемого образца. Выросшие колонии с помощью бинокулярной лупы разделяли на рода по морфологическим особенностям. Несколько колоний каждого типа выделяли в чистую культуру для идентификации на основании морфологических и физиологических признаков по определителям [1, 2, 3, 4].

Популяционную структуру микобиоты характеризовали по частоте встречаемости представителей выделенных видов и по частоте их доминирования. Частоту встречаемости (%) определяли по доле образцов, в которых обнаружен данный вид, от общего числа проанализированных образцов. Частоту доминирования (%) оценивали по доле образцов, в которых представители видов превышали 30% общей численности микромицетов, от общей численности проанализированных образцов.

Палинологическое исследование монофлорных пыльцевых обножек разных сроков сбора, показало, что несмотря на одинаковые цвета (желтый, желто-зеленый) они состоят из пыльцевых зерен разного ботанического происхождения. В составе пыльцевой обножки, собранной 25 мая, присутствовали в основном пыльцевые зерна ивы белой (*Salix alba L.*), (ветла) (80,35%), которые встречались во всех выделенных цветовых оттенках пыльцевой обножки: желтый (47,5%), желто-зеленый (84,2%), зелено-желтый (89,7%) (табл.1)

Палинологический анализ обножек, собранных в конце июля, показал, что обножки желтого цвета формировалась за счет пыльцы неидентифицированного вида пыльценоса (72,0%), желто-коричневые в основном из пыльцы донника белого (*Melilotus album Medic*) (83,59%), желто-зеленые – пыльцы чины клубневой (*Lathyrus tuberosus L.*) (83,1%), зеленые и серо-зеленые – шалфея мутовчатого (*Salvia verticillata L*) (49,28%) и (63,57%) соответственно. Ботаническое происхождение пыльцевой обножки, собранной в конце июля богаче, чем обножки, собранной в конце мая, что определяется количеством цветущих пыльценосов.

Микобиота пыльцевой обножки, первого срока сбора, как показал палинологический анализ, формировалась практически на одном виде пыльцевых зерен в однотипных погодных условиях. В формировании пыльцевой обножки конца июля использована пыльца 15 видов растений, т.е. 15 видов пыльцы внесли свой вклад в формирование микобиоты пыльцевой обножки.

Микобиота пыльцевой обножки первого срока сбора характеризуется наличием видов порядка *Mucorales* принадлежащих к четырем родам *Mucor Rhizpous*, *Apophysomyces*, *Mortierilla*, а в микобиоте пыльцевой обножки второго срока сбора идентифицировано больше микромицетов сем. *Dematiaceae* таких родов как *Alternaria*, *Drechslera*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, причем для микобиоты пыльцевой обножки каждого срока сбора характерен свой доминирующий вид: 25 мая – *Mucor racemosus* – 25%, а конца июня – *Alternaria alternata* – 100% (табл. 2).

В микобиоте пыльцевой обножки майского сбора идентифицирован 21 вид микромицетов, а в микобиоте пыльцевой обножки второго срока сбора только 18. Исчезли представители родов *Rhizpous*, *Apophysomyces* и

**Таблица 1 - Ботаническое происхождение пыльцевой обножки разных сроков сбора**

Срок сбора образца	Доля цвета в полифлорном образце, %	Цвет обножки		Пыльцевые зерна с растений																	
				№1 – Ива белая	№2 – вид не идентифицирован	№3 – Яблоня домашняя	№4 – Гречиха посевная	№5 – равилят речной	№6 – Лопух войлочный	№7 – вид не идентифицирован	№8 – Чина клубневая	№9 – вид не идентифицирован	№10 – Донник белый	№11 – Иван-чай узколистный	№12 – вид не идентифицирован	№13 Подсолнечник однолетний	№14 – Шалфей муточатый	№15 – вид не идентифицирован	Всего просмотрено		
25.05.06	54,5	Желтый	Кол-во	3038	3364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6402	
			%	47,4	52,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0
	24,2	Желто-зеленый	Кол-во	9868	896	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10764
			%	91,7	8,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0
	21,3	Зелено-желтый	Кол-во	8638	69	913	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9520
			%	89,7	0,7	9,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0
		Полифлорный	Кол-во	21444	4329	913	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26686
			%	80,35	16,2	3,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0
27-31.07.06	27,8	Желтый	Кол-во	0	0	0	0	0	518	508	2640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3666
			%	0	0	0	0	0	0	14,2	13,8	72,0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0
	46,2	Желто-коричневый	Кол-во	0	0	0	0	110	633	0	0	0	3786	0	0	0	0	0	0	0	4529
			%	0	0	0	0	2,43	13,97	0	0	0	83,59	0	0	0	0	0	0	0	100,0
	7,8	Желто-зеленый	Кол-во	0	0	0	456	90	0	0	2971	0	0	0	58	0	0	0	0	0	3575
			%	0	0	0	12,75	2,52	0	0	83,1	0	0	0	1,62	0	0	0	0	0	100,0
	12,95	Зеленый	Кол-во	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1806	1224	826	3748	0	0	0	0	7604
			%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,75	16,09	10,86	49,28	0	0	0	0	100,0
	5,25	Серо-зеленый	Кол-во	0	0	0	0	0	0	0	0	652	195	497	0	0	2393	27	0	0	3764
			%	0	0	0	0	0	0	0	0	17,32	5,18	13,2	0	0	63,57	0,71	0	0	100,0
		Полифлорный	Кол-во	0	0	0	456	200	633	518	3476	3292	3981	2303	1224	884	6141	27	0	0	23138
			%	0	0	0	1,98	0,86	2,75	2,23	15,0	14,23	17,24	9,95	5,28	3,82	26,54	0,12	0	0	100,0

**Таблица 2 - Видовая структура микобиоты пыльцевой обножки разных сроков сбора по ботаническому происхождению**

Вид	Срок сбора 25.05.06						Срок сбора 27-31.07.06							
	Цвет обножки				Частота доминирования, %	Встречаемость, %	Цвет обножки						Частота доминирования, %	Встречаемость, %
	Желтый	Желто-зеленый	Желто-желто-зеленый	Полифлор			Желто-желто-коричневый	Коричнево-желто-зеленый	Зеленый	Серо-зеленый (беж.)	Желто-оранжевый	Полифлор		
<i>Penicillium thomi</i> Maire	23,5	16,4	21,2	14,7	0	100,0	0	0	0,84	2,68	4,25	3,47	0	66,6
<i>P. terrestre</i> Jensen	0	0	9,09	0	0	25,0	8,46	13,8	0	2,01	2,12	2,08	0	83,3
<i>P. janthinellum</i> Biourge	0	0	0	2,66	0	25,0	0	0	0	0,67	0	0	0	16,6
<i>P. verruculosum</i> Peyronel	0	20,9	0	1,33	0	50,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. citrinum</i> Thom	3,9	7,46	0	0	0	50,0	0	0	0	0,67	0	0	0	16,6
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem	0	0	0	0	0	0	0	0	0,84	0	2,12	0	0	33,3
<i>A. versicolor</i> (Vuil.) Thom et Church	19,6	1,49	6,06	17,3	0	100,0	0	0	1,69	0	0	0	0	16,6
<i>A. flavipes</i> (Beiner et Sartory) Thom et Church	0	0	0	2,66	0	25,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom et Church	0	0	0	2,66	0	25,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. terreus</i> Thom	0	1,49	0	0	0	25,0	0,53	0	0	0	10,6	0	0	33,3
<i>A. sulphureus</i> (Fres.) Thom et Church	0	0	0	0	0	0	7,4	0	0	0	0	0	0	16,6
<i>Fusarium solani</i> (Martius) Saccardo	0	0	3,03	0	0	25,0	2,64	5,55	0	0	2,12	0	0	50,0
<i>F. sporotrichioides</i> Sherbakoff	1,96	10,44	6,06	1,33	0	100,0	0	0	13,85	6,04	4,25	2,08	0	66,6
<i>Alternaria alternata</i> (Fries) Keissler	9,8	10,44	3,03	8,0	0	100,0	57,14	55,5	48,3	67,1	59,57	68,05	100,0	100,0
<i>A. tenuissima</i> (Fries) Wiltshire	0	0	0	0	0	0	15,87	0	17,79	15,43	0	12,5	0	66,6
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram	0	0	0	1,33	0	25,0	1,58	0,92	11,0	0,67	0	0,69	0	83,3
<i>Acremonium charticola</i> (Lindau) Gams	1,96	7,46	9,09	8,0	0	100,0	8,99	0	4,23	0	2,12	2,08	0	66,6
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Saccardo) Bainier	0	10,44	0	0	0	25,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arnaud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,77	0	16,6
<i>Mucor racemosus</i> Fres	15,7	11,9	39,4	8,0	25,0	100,0	3,7	3,7	2,59	1,34	10,6	1,38	0	100,0
<i>Rhizopus microsporus</i> (Cohn) Schipper et Stalpers	0	0	0	1,33	0	25,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Apophysomyces elegans</i> Misra, Srivastava et Lata	0	0	3,03	9,33	0	50,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladosporium herbarum</i> (Persoon) Link	15,7	0	0	18,6	0	50,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mortierella alpine</i> Peyronel	1,96	1,49	0	0	0	50,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microsporum audouini</i> Gruby	9,8	0	0	0	0	25,0	0	0	0	0	2,12	2,77	0	33,3
<i>Trichoderma lignorum</i> Tode	0	0	0	0	0	0	0,53	1,85	3,35	0	2,08	0	0	66,6

*Mortierilla*, а также виды *Penicillium verruculosum*, *Aspergillus flavipes*, *Asp. ustus*. Микобиота пыльцевой обножки второго срока сбора характеризуется увеличением представителей вида *Alternaria alternata*, а также идентифицированы грибы вида *Alternaria tenuissima*.

Сроки сбора отличаются друг друга погодными условиями (средней температурой и количеством выпавших осадков). Если в третьей декаде мая средняя температура воздуха составляла 12,4°C, а количество выпавших осадков 6,3 мм, то в конце июля эти показатели были выше и составляли 23,4°C и 19,7 мм соответственно, т.е. повысилась температура и увеличилась влажность окружающей среды, что благоприятствовало развитию многих эдафитных и эпифитных микромицетов. Увеличилась встречаемость теплолюбивых видов *Aspergillus tereus*, *Fusarium solani*, *F. sporotrichioides*, *Drechslera sorokiniana*, появились новые виды из группы эпифитов *Alternaria tenuissima*, *Aureobasidium pullulans*, из группы эдафитов *Aspergillus niger* *Asp. sulphureus* *Trichoderma lignorum*, но уменьшилась встречаемость грибов рода *Penicillium*, а некоторые виды и совсем исчезли.

Существенное влияние на формирование видового разнообразия микобиоты пыльцевой обножки оказывает ботаническое происхождение пыльцы. Например, только в микобиоте образца желто-зеленого оттенка майского сбора идентифицированы грибы видов *Aspergillus tereus*, а в желто-желто-зеленом – *Penicillium terrestre*, подобное наблюдается и в микобиоте пыльцевой обножки второго срока сбора.

Но несмотря на погодные условия и ботаническое происхождение во всех исследованных микоценозах наблюдается 100%-е присутствие грибов видов *Alternaria alternata* и *Mucor racemosus*, что свидетельствует о их широком спектре адаптации не только к различным субстратам, определяемым ботаническим происхождением обножки, но и погодными условиями.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Сроки сбора пыльцевой обножки оказывают влияние на качественные характеристики микобиоты, что в свою очередь определяет безопасность пыльцевой обножки.

2. Для микобиоты пыльцевой обножки, собранной на пасеке с. Новомихайловское Коченевского района Новосибирской области характерна 100%-ая встречаемость видов *Alternaria alternata* и *Mucor racemosus*.

3. Смена видового состава микобиоты пыльцевой обножки определяется как погодными условиями, так и сменой цветущих пыльценосов, т.е. зависит от сроков сбора.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. Киев: Наукова думка, 1988. 204 с.
2. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 468 с.
3. Пидопличко Н.М., Милько А.А. Атлас мукоральных грибов. Киев: Наукова думка, 1974. 152 с.
4. Литвинов М. А. Определитель микроскопических почвенных грибов – Л.: Изд-во Наука, 1967. – 303 с.

## ВЫБОР ИНДИКАТОРА В АПИМОНИТОРИНГЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Л. А. Осинцева, В. И. Коркина**

*Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции СО Россельхозакадемии, Новосибирская область, п. Краснообск (Россия)*

Апимониторинг - это мониторинг окружающей среды с использованием медоносных пчел и продуктов пчеловодства. Это направление активно начало развиваться в 90-гг прошлого столетия. Мониторинг окружающей среды с помощью пчёл и пчелопродуктов имеет ряд преимуществ: пчёлы обитают практически на всей территории нашей страны, во всех широтах и выдерживают широкие амплитуды колебаний абиотических факторов. Пасеки представляют собой готовую мониторинговую сеть. Биологические особенности пчелиной семьи позволяют обеспечить контроль за состоянием биоценозов на территории не менее 2,5 тыс. га вокруг каждой пасеки. В настоящее время в России насчитывается 3,5 млн. пчелиных семей, поэтому потенциал апимониторинговой сети очень велик.

Однако существует не решённая актуальная проблема, которая заключается в выборе индикатора, так как у учёных нет единого мнения по этому поводу.

Целью нашей работы является обоснование выбора индикатора в апимониторинге окружающей среды по уровню содержания тяжёлых металлов в пчелопродуктах.

В наших исследованиях мы определяли содержание тяжелых металлов (медь, цинк, кадмий, свинец), как наиболее значимых загрязнителей окружающей среды, в различных продуктах пчеловодства. Сбор образцов производился на пасеках Алтайского края и Новосибирской области в 2007 году. Содержание ТМ в образцах определяли методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ГА – 2, подготовка образцов для анализа проводилась в соответствии с МУ 08 – 47/092. Обработка экспери-

ментальных данных выполнялась с использованием пакета прикладных программ Snedecor V4, для их анализа использовали методы вариационной статистики.

При анализе экспериментальных данных установили, что из всех пчелопродуктов, наименьшее содержание поллютантов наблюдается в образцах мёда: меди в среднем от 0,02 до 0,23 мг/кг; цинка в среднем от 0,50 до 67,05 мг/кг; кадмия в среднем 0,03 до 0,04 мг/кг; свинца в среднем от 0,04 до 0,1 (табл. 1). Это объясняется тем, что, во-первых, при переработке нектара в мед пчелы способны аккумулировать в себе большинство опасных для пчелиной семьи элементов. Например, накопление свинца в алтайском мёде было на порядок выше ( $0,1 \pm 0,004$  мг/кг), чем в мёде, полученном на территории г. Новосибирск ( $0,04 \pm 0,001$ ), где содержание свинца в растительных субстратах и в атмосфере выше. Во-вторых, тем, что большая часть тяжелых металлов накапливается в растительных тканях и с нектаром не выделяется. Поэтому мед не может выступать в роли индикатора загрязнения биоценоза.

Установлено, что изучаемые микроэлементы, за исключением цинка, как правило, накапливаются достоверно в больших количествах в перге, чем в обножке. По ряду причин перга не может быть адекватным индикатором содержания тяжёлых металлов в биоценозе. Во-первых, при её получении из обножки последняя подвергается глубокому биохимическому преобразованию с участием анаэробных бактерий, в результате которого может происходить изменение уровня содержания изучаемых микроэлементов. Во-вторых, отбор перги из гнезда пчёл связан с нарушением нормальной жизнедеятельности пчелиной семьи.

**Таблица 1 - Содержание микроэлементов в продуктах пчеловодства юга Западной Сибири**

Район сбора	Продукт пчеловодства	Содержание микроэлементов, мг/кг							
		Cu		Zn		Cd		Pb	
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$C_v, \%$
Залесовский р-н, Алтайский край	мёд	$0,02 \pm 0,00$	5,5	$1,75 \pm 0,9$	9,8	$0,03 \pm 0,001$	5,9	$0,1 \pm 0,004$	7,9
	перга	$11,75 \pm 0,92$	15,6	$58,28 \pm 1,31$	4,5	$0,04 \pm 0,001$	8,2	$0,29 \pm 0,01$	4,4
	обножка	$7,02 \pm 0,20$	5,8	$67,05 \pm 0,56$	1,7	$0,02 \pm 0,001$	6,7	$0,23 \pm 0,02$	13,3
Новосибирск	мёд	$0,23 \pm 0,02$	15,6	$0,50 \pm 0,03$	10,2	$0,03 \pm 0,001$	7,6	$0,04 \pm 0,001$	6,1
	перга	$7,02 \pm 0,21$	5,9	$39,9 \pm 0,99$	4,9	$0,04 \pm 0,001$	7,4	$0,59 \pm 0,011$	3,8
	обножка	$5,33 \pm 0,21$	7,7	$42,35 \pm 0,63$	2,9	$0,04 \pm 0,002$	8,2	$0,46 \pm 0,011$	4,8

С нашей точки зрения, наиболее перспективным в целях апимониторинга экосистем является использование пчелиной обножки. Она в равной мере, как и организм пчел, накапливает или содержит поллютанты биоценоза в отличие от других продуктов, которые либо вырабатываются организмом пчел, либо являются результатом значительных биохимических преобразований природных субстратов (нектара, пыльцы, смолистых выделений почек растений).

Образцы обножки, собранные в районах с различной техногенной нагрузкой, достоверно ( $p = 0,95$ ) отличались по контаминации Pb и Cd, отражая, вероятно, повышенный уровень загрязнения этими тяжёлыми металлами окрестности г. Новосибирска, а также Cu и Zn, содержание последних было выше в обножке с пасек Алтайского края.

Пчелы формируют обножку из пыльцевых зерен, которые могут быть контаминированы с поверхности (механическое загрязнение), и находиться в растительных тканях (биохимическое загрязнение). И то и другое не подвергается каким-либо воздействиям при формировании обножки путём склеивания пыльцы нектаром и секретом слюнных желез. Обножку, как правило, отбирают до заноса ее пчелами в гнездо, и поэтому она не подвергается воздействиям специфических факторов микроклимата улья. Более того, спектр пыльценосных растений намного шире медоносных и затраты на отбор проб не большие. И, наконец, обножка как продукт пчеловодства подлежит обязательной сертификации. В рамках этой процедуры ее обязательно тестируют на содержание токсичных и опасных для здоровья человека веществ, в том числе тяжёлых металлов.

## **ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОБИОТЫ ОБНОЖКИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЕ ПЫЛЬЦЕВОГО СОСТАВА**

**Л. А. Осинцева<sup>1</sup>, М. В. Волкова<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>ГНУ Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции, Новосибирская область, п. Краснообск (Россия)*

*<sup>2</sup>ФГОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет, Биолого-технологический институт, Новосибирск (Россия)*

Пыльцевая обножка (цветочная пыльца), собранная пчелами, является натуральным природным продуктом. Она представляет собой совокупность питательных и биологически активных компонентов растительного и животного (пчелиного) происхождения. Это универсальное средство лечебно-профилактического назначения, используемое как биологически активная добавка к пище (БАД). Питательная ценность и лечебные свойства

обножки определяются видом растения, с которого она собрана. Исходя из этого, в апитерапии целесообразно использовать монофлерную пыльцевую обножку, обеспечивающую прогнозируемое воздействие на конкретные системы или органы. Известно, что этот пчелопродукт является богатым субстратом для микроорганизмов в процессе хранения и транспортировки обножки. Химический состав пыльцы зависит от ее ботанического происхождения и будет не одинаковым в обножке разных цветовых оттенков. Соответственно будут различаться антимикробные факторы. Следовательно, микрофлора будет определяться видом растения, пыльцевые зерна которого сформировали обножку.

Целью исследования являлось выявление специфики микробиоты пыльцевой обножки в зависимости от ее ботанического происхождения.

Мы изучали пыльцевую обножку медоносных пчел, собранную в 2005 г. на учебной пасеке Новосибирского аграрного университета Коченевского района Новосибирской области с помощью пыльцеулавителя. Сушка осуществлялась в термостате до сыпучего состояния. Полифлерный образец обножки в ходе пыльцевого анализа делили механически по цветовой гамме. Использовали микробиологические методы, предусмотренные ГОСТами для оценки общего микробного числа, определения загрязненности бактериями, а также дрожжами и плесневыми грибами. Обработку первичных данных проводили по ГОСТ Р 51446-99.

Установлено, что показатель общего микробного числа обножки изменялся не существенно от  $(1,18 \pm 0,6) \times 10^3$  до  $(1,95 \pm 0,6) \times 10^3$  КОЕ/г в зависимости от ее ботанического происхождения, что на порядок ниже допустимого стандартом для данного продукта пчеловодства уровня  $(1 \times 10^4$  КОЕ/г) (табл.1).

**Таблица 1 - Микробиота обножки разного ботанического происхождения**

Образец обножки	Соотношение бактерии : грибы	Бактерии, КОЕ/г	Дрожжи и плесневые грибы, КОЕ/г	Общее микробное число, КОЕ/г
Полифлерный	3,5:1	$(1,18 \pm 0,4) \times 10^3$	$(3,36 \pm 0,8) \times 10^2$	$(1,77 \pm 0,7) \times 10^3$
Желто-оранжевый	2,0:1	$(9,50 \pm 4,0) \times 10^2$	$(4,72 \pm 2,6) \times 10^2$	$(1,18 \pm 0,6) \times 10^3$
Лимонно-желтый	3,8:1	$(1,63 \pm 0,5) \times 10^3$	$(4,24 \pm 2,5) \times 10^2$	$(1,95 \pm 0,6) \times 10^3$
Синий	0,09:1	$(2,20 \pm 2,0) \times 10^2$	$(2,52 \pm 0,7) \times 10^3$	$(1,91 \pm 0,6) \times 10^3$

Обножка желто-оранжевого и синего цвета была контаминирована бактериями достоверно меньше, чем обножки лимонно-желтого оттенка и полофлерного образца. По степени загрязненности микромицетами образец синего цвета превосходил все другие изученные цвета.

Соотношение в микробиоте обножки различных групп микроорганизмов (бактерии и микромицеты) является одним из показателей, характеризующих ее субстрато-специфичность. Лимонно-желтая пыльцевая обножка

в большей степени контаминирована бактериями, чем грибами и дрожжами (количество бактерий больше количества грибов в 3,8 раза). Синяя, наоборот, сильнее загрязнена грибами (в 11,4 раза). Это свидетельствует о влиянии субстрата (ботанического происхождения пыльцевых зерен) на формирование микробиоты.

Установлено, что микробиота пыльцевой обножки медоносных пчел формируется в зависимости от ее ботанического происхождения.

## **ОПТИЧЕСКИЙ ТЕРМИНАЛ ДЛЯ ФОТОМЕТРИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕТЕРОГЕННОГО ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА ПРОВОДИМОГО НА ВОСЬМИЛУНОЧНЫХ СТРИПАХ**

**А. Н. Алипов<sup>1</sup>, Л. М. Макаров<sup>1</sup>, Н. М. Сафьянников<sup>2</sup>,  
В. А. Сивцева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский Государственный Университет Телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург (Россия)*

<sup>2</sup>*ЗАО "Десмо", Санкт-Петербург (Россия)*

Специалистами ЗАО «ДЕСМО» и СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича разрабатывается измерительный терминал считывания для работы с восьмилуночным стрипом. ИФА предназначен для проведения иммуноферментного анализа на стрипах совместно с персональным компьютером. Имеются четыре канала измерения 405, 450, 490, 620 нм. В зависимости от типа тест-системы, предусмотрены режимы одноволнового или двухволнового измерения. Терминал имеет развитую систему встроенной внутренней диагностики прибора и систему контроля работы оператора. Предусмотрено построение градуировочных характеристик и длительное хранение параметров десятков тест-систем, ввод параметров новой тест-системы.

Назначение прибора: диагностика бактериальных, вирусных и протозойных инфекций, аутоиммунных, аллергических и наследственных заболеваний, онкологических заболеваний (выявление онкомаркеров); выявление патологии эндокринной системы и иммунного статуса организма (определение гормонов); диагностика в животноводстве, оценка качества и безопасности продуктов. Исследования осуществляются по тест-системам, которые предназначены для проведения гетерогенного иммуноферментного анализа. В настоящий момент различными фирмами выпускаются сотни видов тест-систем. Для данного прибора были исследованы десятки отечественных и зарубежных тест-систем, на основе чего были отобраны наиболее часто применяющиеся разновидности гетерогенного иммуноферментного анализа. Это такие виды иммуноферментных диагностикумов как: вирусные гепатиты А, В, С, D; инфекции, передаваемые половым путем; исследования гормонов; беременность

и её мониторинг; паразиты в организме; выявление опухолевые маркёры и маркёры острой фазы; туберкулёз; ВИЧ-инфекция и т.д. Тест–системы градуируются в единицах концентрации и пороговых значениях оптической плотности. Разработана удобная для пользователя программа диалога «оператор–анализатор», упрощающая оператору работу.

По определению, прибор оптимален для работы в лабораториях средней и малой мощности, где ежедневно делается не более ста фотометрических иммуноферментных анализов в сутки. Предлагаемый измерительный терминал предусматривает работу совместно с персональным компьютером (PC). Предполагается, что компьютер решает в основном другие задачи лаборатории, а на время фотометрирования ориентируется на работу с измерительным терминалом. По нашим данным, только 20% из имеющихся в Петербурге лабораторий делают более ста иммуноферментных анализов в сутки. В остальных 80% лабораториях, число анализов в сутки колеблется в среднем от десяти до пятидесяти анализов. Суммарное время, необходимое для операции фотометрирования ста проб составит менее десяти минут в сутки.

Вариант проектирования оптического модуля для стрипа данного проекта отличается оригинальностью от традиционных технических решений тем, что здесь отсутствует какой либо электромеханический привод для передвижения пробы, смены полосовых фильтров и модуляции светового потока. Что значительно способствует снижению себестоимости прибора и повышению его надёжности. Предполагаемая стоимость прибора около 30 тыс. рублей. Габаритные размеры 350 мм × 30 мм × 100 мм. Масса 0,5 кг.

## **ИЗМЕНЕНИЕ БИОСИНТЕЗА АНТОЦИАНА И РОСТА КЛЕТОК ЭМБРИОНАЛЬНЫХ МЕРИСТЕМ ЗЕРНОВОК ПШЕНИЦЫ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ПЕРВОЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ФАЗЫ ПРИ ПРЯМОМ ОПТИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ**

**А. Б. Бурлаков<sup>1</sup>, Г. В. Чернова<sup>2</sup>, И. В. Матюхин<sup>2</sup>, А. С. Бурцев<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва (Россия)*

*<sup>2</sup>Калужский государственный педагогический университет им. К.Э. Циолковского, Калуга (Россия)*

*E-mail: burlakovao@mail.ru*

Флавоноиды синтезируются почти исключительно высшими растениями. В их число входят антоцианы, ответственные за наиболее яркие цвета, в которые окрашены растения [1]. Все природные флавоноиды являются О-гетероциклическими соединениями, структурную основу кото-

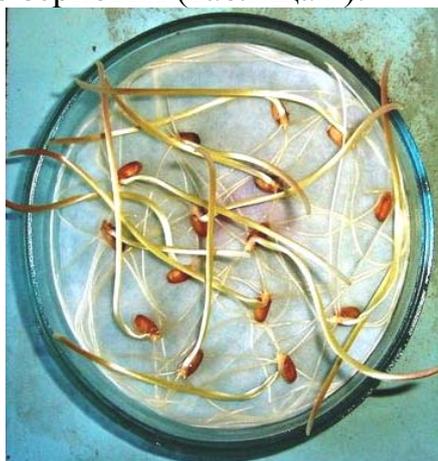
рых составляет трициклическая молекула флавона (2-фенилхромона, или 2-фенилбензо- $\gamma$ -пирона) или флавана (2-фенилбензопирана). Основная флавоноидная структура состоит из двух бензольных колец, соединённых  $C_3$ -фрагментом, который вместе с атомом кислорода образует  $\gamma$ -пироновое кольцо. Наиболее важными флавоноидными пигментами растений *in vivo* являются антоцианы. Дифференцированная клетка начинает своё существование благодаря делению клетки меристематической ткани. После деления начинается рост цитоплазмы, в результате каждая дочерняя клетка вырастает до размеров материнской. На этой фазе многие органеллы представлены своими предшественниками. Таким образом, во время эмбриональной фазы сама клетка растёт мало, но в это время идёт новообразование элементов структуры, формируется первичная клеточная стенка [2].

Межклеточные взаимодействия являются необходимым элементом биологической эволюции. Они осуществляют коммуникационные отношения, как у простейших, так и у многоклеточных организмов. По принципу организации взаимодействия могут быть близкодействующими и дистанционными. Во втором случае информационный обмен осуществляется посредством выделяемых в межклеточную среду сигнальных молекул-мессенджеров или генерируемых клетками электромагнитных полей. За этим классом явлений в литературе утвердился термин дистанционное (или дистантное) межклеточное взаимодействие (ДМВ) [3], обнаруженное А.Г. Гурвичем [4,5]. Межклеточные взаимодействия на разных этапах индивидуального развития многоклеточного организма выступают как ведущий механизм формирования клеточных систем, обладающих пространственно-временной упорядоченностью, и является ведущим фактором системогенеза в клеточных ассоциациях [6,7].

В экспериментах использовали семена твердой озимой пшеницы (*Triticum durum*) сорта Московская 39 [8], группа семян (45 штук) помещалась в термостат при температуре 25°C на пять часов для набухания. Затем 30 набухших зерновок помещались в две кварцевые кюветы (по 15 в каждой), одни из них экспериментальные (В), а другие контрольные (В'). Остальные помещались в чашку Петри и служили дополнительным контролем (В"). В две отдельные кюветы помещалось по 15 сухих зерновок, одни из которых были контрольными (А'), а другие экспериментальными (А). В ходе эксперимента кюветы А и В, располагались одна над другой в закрытом металлическом боксе, контрольные группы А' и В' располагались в нем же отдельно, все группы изолировались друг от друга непрозрачной ширмой.

Бокс и чашку Петри помещали в термостат при температуре 20°C. Взаимодействие А и В продолжалось 22 часа. Далее семена извлекали из кювет и закладывали на проращивание. Наблюдение за состоянием проростков проводили в течении семи суток. Все эксперименты выполнены в пятикратной повторности.

При сравнении опытных (А) и контрольных (А') групп на вторые сутки проращивания наблюдали различия в пигментации coleoptилей и длине корней, которые значительно увеличились к шестым суткам (рисунок 1). При этом в контрольных группах наблюдалась антоциановая окраска значительно более интенсивная, чем в экспериментальных, но у экспериментальных (А) на coleoptиле пигментация начиналась от вершины coleoptиле до середины, а у контрольных (А') - окраска от вершины coleoptиле до зерновки (таблица 1).



опытные группы



контрольные группы

Рисунок 1 – Различия в пигментации и длине корней

Таблица 1 - Анализ проращивания зерновок А-А'

Характеристика зерновок	Контроль (А')	Опыт (А)
Длина окрашенной части coleoptиле (см)	10,25±0,12	4,5±0,32***
Длина корней на 3сутки после ДМВ (см)	2,42±0,06	2,93±0,08***

Примечание: уровень достоверности различий \*\* $p \geq 0,01$ ; \*\*\* $p \geq 0,001$

Кроме этого различия наблюдали в количестве корней (от 1 до 3): наибольшее число зерновок имеющих три корня наблюдали в А' (66,67%). А в экспериментальных группах (А) наблюдали преобладание зерновок с одним (13,33%) и двумя корнями (33,33%).

В группе исходно набухших зерновок наблюдали следующие закономерности: в первые сутки проращивания наблюдали большее число проросших семян у дополнительного контроля (93,3%) и экспериментальных групп (73,3%,  $p \geq 0,001$ ). У контрольных групп (В') проросших семян либо не было, либо их было очень мало (6,7%). На 3 сутки после оптического контакта экспериментальные группы (В) опережали в своём развитии соответствующий для них одновозрастный контроль (В') по длине корней (4,26±0,05 \*\*\* и 3,79±0,07 соответственно. В отношении окраски coleoptиле в этом случае статистически значимых отличий выявлено не было.

При прямом оптическом контакте разновозрастные зерновки влияют друг на друга таким образом, что заложенные при эмбриональном развитии меристематические ткани корня изменяют скорость деления и растяжения.

В условиях стрессового состояния (20 °С) при прорастании оптический контакт зерновок, находящихся на разных стадиях первой фенологической фазы, меняет скорость биосинтеза антоциана в колеоптилях экспериментальных групп, что свидетельствует об уменьшении восприимчивости зерновок к неблагоприятным температурным условиям и усилению адаптационных свойств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 422с.
2. Кузнецов Вл.В. Физиология растений: Учеб. для вузов – М.: Высшая школа, 2005. – 736 с.
3. Будаговский А.В. Дистанционное межклеточное взаимодействие. – М.: НПЛЦ «Техника», 2004. – 104 с.
4. Gurwitsch A.G. Die Natur des spezifischen Erregers der Zellteilung // Arch. Entwicklunsmech. – 1923. Bd. 51. – Н. ½. S. 11-40/
5. Gurwitsch A.G. Das problem der zellteilung physiologisch betrachtet.- Berlin, 1926. – 221 p.
6. Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях. – Новосибирск: Наука, 1981. 145 с.
7. Бурлаков А.Б. Дистантные волновые взаимодействия в раннем эмбриогенезе вьюна *Misgurnus fossilis* L. / Бурлаков А.Б., Бурлакова О.В., Голиченков В.А. // Онтогенез № 5, 2000. – С. 343 – 349
8. Сандухадзе Б.И., Рыбакова М.И., Морозова З.А. Научные основы селекции озимой пшеницы в Нечерноземной зоне России. – М.: МГИУ, 2003. – 426 с.

## К ФАУНЕ ПРЯМОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (*INSECTA*, *ORTHOPTERA*) ЗАКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

**И. О. Кармазина, Н. В. Шулаев**

*Казанский государственный университет им В.И. Ульянова-Ленина,  
Казань (Россия)*

*E-mail: inescakarmazina2006@rambler.ru*

Прямокрылые (*Orthoptera*) – являются одним из наиболее известных отрядов насекомых. Его представители играют важную роль в биоценозах. Также они имеют важное практическое значение как вредители сельского хозяйства. На территории Татарстана прямокрылые изучены недостаточно. Сведения о данном отряде довольно скудны не считая семейство саранчовых [1].

Материалом для данной работы послужили сборы сделанные в конце июля 2007 года в Алькеевском и Лениногорском районах Татарстана, расположенных в Закамье республики. В Алькеевском районе сбор проводился в Чувбродском лесничестве, а в Лениногорском на территории заказни-

ка «Степной». Нами обследовались опушки лесов, заливные и суходольные луга, берега водоемов, а также остепненные участки.

Материал собирался кошением и вручную. Всего собрано и обработано более 200 экземпляров прямокрылых.

В результате нами было обнаружено 40 видов прямокрылых, относящихся к 27 родам и пяти семействам. Видовой состав приведен в таблице 1. Преобладающим является семейство *Acrididae* – 21 вид. На втором месте идет семейство *Tettigoniidae* (16 видов).

**Таблица 1 – Видовой состав прямокрылых Алькеевского и Лениногорского районов Татарстана**

Семейство	Род	Вид	А	Л
1	2	3	4	5
<i>Acrididae</i>	<i>Chorthippus</i>	<i>Ch. aethalinus</i> Zub.	+	+
		<i>Ch. parallelus</i> Zett.	+	
		<i>Ch. apricarius</i> L.	+	
		<i>Ch. vagans</i> Ev.	+	
	<i>Glyptobothrus</i>	<i>G. brunneus</i> Thnb.	+	
		<i>G. dubius</i> Zub.		+
		<i>G. biguttulus</i> L.	+	
		<i>Chr. dispar</i> Germ.		+
		<i>E. brachiptera</i> Ocsk.	+	+
		<i>S. carbonarius</i> Ev.	+	
		<i>S. lineatus</i> Panz.		+
		<i>O. haemorrhoidalis</i> Ch.	+	
		<i>O. sp.</i>		+
		<i>M. maculatus</i> Thnb.	+	+
		<i>P. pedestris</i> L.	+	
		<i>Ps. stridulus</i> L.	+	
		<i>C. italicus</i> L.	+	+
		<i>Oe. caerulea</i> L.	+	+
		<i>B. tuberculatum</i> F.	+	+
		<i>Oe. decorus</i> Germ.	+	
		<i>S. grossum</i> L.	+	+
		<i>Ph. falcata</i> Poda.	+	
		<i>C. dorsalis</i> Latr.	+	
		<i>D. verrusivorus</i> L.	+	+
	<i>G. sedacovi</i> F-W.		+	
	<i>G. glabra</i> Hbst.	+		
<i>S. pedo</i> Pall.		+		
<i>O. laxmanni</i> Pall.		+		

### Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
	<i>Metrioptera</i>	<i>M. roeseli</i> Hag.	+	
		<i>M. bicolor</i> Phil.		+
		<i>M. montana</i> Kol.	+	
		<i>M. brachiptera</i> L.	+	+
	<i>Pholidoptera</i>	<i>Ph. cinerea</i> L.		
	<i>Platycleis</i>	<i>Pl. vittata</i> Ch.		+
		<i>Pl. intermedia</i> Serv.	+	
	<i>Tettigonia</i>	<i>T. cantans</i> L.	+	
<i>T. viridissima</i> L.		+	+	
<i>Tetrigidae</i>	<i>Tetrix</i>	<i>T. tenuicornis</i> Sahlb.	+	
<i>Gryllotalpidae</i>	<i>Gryllotalpa</i>	<i>G. gryllotalpa</i> L.	+	
<i>Gryllidae</i>	<i>Gryllus</i>	<i>G. campestris</i> L.		+
Всего: 5	27	40	29	19

Примечание: А – Алькеевский район; Л – Лениногорский район.

Наибольшим количеством видов представлены два рода *Chorthippus* и *Metrioptera* (по 4 вида).

Впервые на территории Татарстана отмечены виды: *G. campestris*, *Ch. aethalinus*, *Ch. vagans*, *S. carbonarius*, *M. maculatus*, *G. sedacovi*, *G. glabra*, *M. montana*, *Pl. vittata*, *Pl. intermedia*. Вид *S. pedo* занесен в Красную книгу Российской Федерации. Также нами был обнаружен вид *S. italicus*, который является опасным вредителем сельскохозяйственных культур.

Данный видовой состав нельзя считать окончательным, поскольку в этом регионе исследования проводятся первый год. Дальнейшие исследования позволят расширить знания о фауне и экологии прямокрылых насекомых Закамья Татарстана.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алейникова М. М. Азиатская саранча в Татарской АССР: Автореф. дис. ... канд-та биол. наук / М.М. Алейникова. – Казань, 1950. – 258 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ ТЫКВЕННОГО И МОРКОВНОГО ПЕКТИНОВ

Л. В. Кузьмичева, Н. А. Маркова

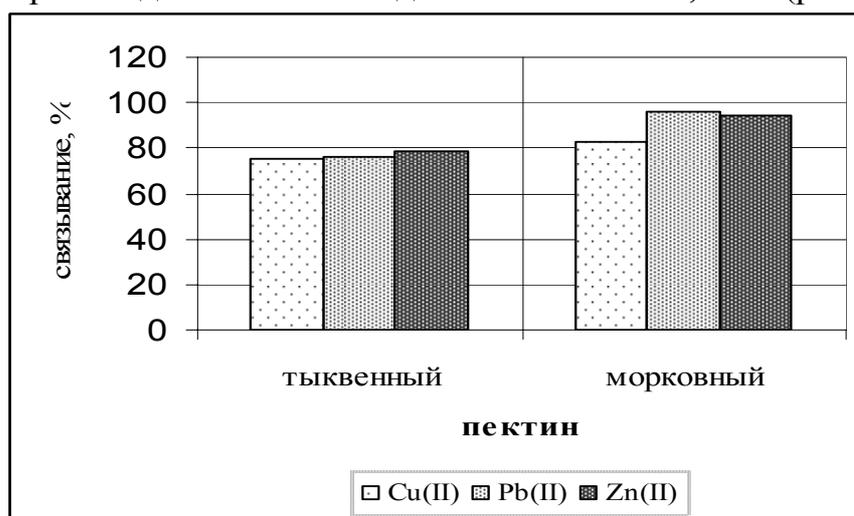
ГОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», Саранск (Россия)

Развитие промышленности, особенно химической, фармацевтической, атомной, а также всех отраслей машиностроения привело к резкому ухудшению экологической обстановки. С каждым годом растет загрязнение окружающей среды различными промышленными выбросами, выхлопными

газами транспорта, содержащие соли тяжелых металлов, радионуклиды и другие, токсичные для животного и растительного мира вещества [1]. Одним из наиболее эффективных средств детоксикации организма от вредного воздействия токсичных веществ является пектин в его различных формах, лечебных препаратах и пищевых изделиях на его основе. Наличие в пектинах химически активных карбоксильных и спиртовых гидроксильных групп способствует образованию довольно прочных комплексов с токсинами, особенно ионами токсичных металлов, и выведению их из организма [2, 3, 4].

Цель работы: определить физико-химические свойства полученных нами пектинов и исследовать их сорбционную способность с ионами металлов  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$  методом комплексонометрического определения.

Как показали наши исследования степень этерификации тыквенного пектина составила 67,0%, что относит его к высокоэтерифицированному. Содержание свободных карбоксильных и метоксильных групп у данного пектина соответственно 5,47 % и 10,88 %. Наименьшее связывание тыквенного пектина происходит с ионами меди и составляет 75,24 % (рис. 1).



**Рисунок 1 – Динамика комплексообразующей способности пектинов различного происхождения при pH 7,6**

Несмотря на низкую степень этерификации (42,59%) морковный пектин имеет высокий процент связывания с ионами металлов (рис. 1). Причем наибольшее связывание происходит с ионами свинца и составляет 96,41%. Пектины с низкой степенью этерификации имеют хорошую комплексообразующую способность и большое количество свободных карбоксильных групп (у полученного нами морковного пектина содержание свободных карбоксильных групп составляет 8,16 %). Каждый ион свинца связывает две карбоксильные группы пектинов с образованием не растворимого в воде комплекса. Содержание метоксильных и ацетильных групп у морковного пектина составляет соответственно 6,64% и 0,42 %. Характер взаимодействия пектинов с металлами неодинаков, очевидно, из-за различной природы

пектинов с металлами. Попадая в желудочно-кишечный тракт пектин образует гели. При разбухании масса пектина обезвоживает пищеварительный тракт и продвигаясь по кишечнику захватывает токсичные вещества, выводит их из организма. В тоже время гели как бы обволакивают, выстилают стенки желудка и кишечника и препятствуют всасыванию в лимфу и кровь токсинов, устраняют острое физическое воздействие ряда веществ на стенки желудка и кишечника, чем в значительной мере снижают воспалительные процессы слизистой оболочки и язвообразование [5].

Таким образом, как показали наши исследования вышеописанные пектиновые вещества хорошо связывают ионы металлов, что позволяет использовать их для лечебно-профилактического питания в зонах повышенной загрязненности окружающей среды, особенно связанных с вредными и токсичными производствами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Задорский, В. М. Экология и проблемы пектина / В. М. Задорский // Проблемы клинической безопасности. – 1998. – № 5. – С. 258 – 266.
2. Прохорова, Т. В. Исследование адсорбции тяжелых металлов пектиновыми веществами / Т. В. Прохорова, Н. И. Сухарева, М. Ю. Семашко // БМЖ. – 2004. – № 10. – С. 18 – 20.
3. Беляков, Н. А. Энтеросорбция / Н. А. Беляков. – М.: Просвещение, 1991. – С. 254 – 257.
4. Писменный, В. В. Пектины, пектинопрофилактика / В. В. Писменный, Б. Н. Троицкий, И. Д. Варавин, Э. Н. Кравчук // Пищевая промышленность. – 1998. – № 2. – С. 47 – 47.
5. Краснова, Н. Ш. Разработка пектина для лечебно-профилактического питания / Н. Ш. Краснова, Л. К. Лушина // Пищевая промышленность. – 1998. - № 1. – С. 11 – 12.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРОТЕКТОРНОЙ РОЛИ ГИМАТОМЕЛАНОВЫХ КИСЛОТ ПЕЛОИДОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП

**Н. П. Аввакумова, Е. Е. Катунина, А. В. Жданова**

*ГОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет Росздрава», Самара (Россия)*

Проблема химического загрязнения окружающей среды, наносящего существенный ущерб природным биогеоценозам, а иногда ведущего к их полному уничтожению, к началу XXI века стала глобальной, и приоритетной становится протекторная функция гумусовых кислот.

Использование гуминовых веществ в качестве эффективных детоксицирующих веществ связывают с тем, что они объединяют в себе

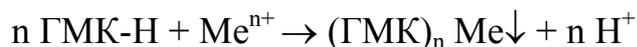
свойства мелиорантов, сорбентов антидотов и кислот. Кроме того, они не оказывают токсического действия на биоту. Гуминовые препараты могут быть использованы в качестве детоксикантов почв, растительных и животных организмов. На этом основании гиматомелановые кислоты как представителей гумусовых кислот можно рассматривать как природные вещества, обладающие детоксицирующим действием.

Протекторное действие гумусовых кислот по отношению к тяжелым металлам, являющихся приоритетными загрязняющими веществами, обуславливается их способностью связывать в прочные комплексы ионы металлов [1]. Экологические последствия такого связывания – изменение форм существования экотоксикантов, их миграционной способности, уменьшение биодоступности и токсичности [2,3]. Последнее обстоятельство весьма важно и связано с тем, что максимальной активностью обладает свободная форма токсиканта.

В силу сложности строения уникально широк спектр взаимодействий, в которые могут вступать гумусовые кислоты. Гиматомелановые кислоты являются наименее изученными из гумусовых веществ, но также содержат в макромолекулах следующие функциональные группы: карбоксильные, карбоксилатные, фенольные, спиртовые, альдегидные, кетонные, аминокислотные, амидные, хинонные, гидроксихинонные, метоксильные.

Получение детальной информации о кислотно-основных свойствах гумусовых кислот является первоочередным при исследовании экопротекторной функции данных соединений.

Целью работы явилось исследование кислотно-основных свойств гиматомелановых кислот пелоидов. Наличие функциональных групп кислотной природы позволяет предполагать, что гиматомелановые кислоты (ГМК) взаимодействуют с ионами металлов, образуя комплексные анионы различной прочности по схеме:



Нами исследовались гиматомелановые кислоты пелоидов санатория «Сергиевские минеральные воды», расположенного на территории Самарской области. В качестве метода исследования кислотно-основных свойств нами использовался метод потенциометрического титрования, учитывающей особенности гуминовых веществ.

Определение функциональных групп проводилось методом потенциометрического титрования на приборе «рН-метр иономер анион 4100» по следующей методике: 50 мг гиматомелановых кислот растворили в 20 мл 0,05 моль-эквивалентного NaOH, и через полученный раствор пропустили газообразный азот в течение 10 минут для удаления CO<sub>2</sub>. и оставляли на ночь в закрытом пластиковом стаканчике. За 1,5 ч до титрования раствор гиматомелановых кислот, а так же растворы титрантов в закрытых стаканчиках помещали в термостат (t=25С). Непосредственно перед титрованием раствор переливали в стеклянный стаканчик вместимостью 50 мл и

автоматическим дозатором добавляли 2,5 мл 1 н. раствора соляной кислоты и доводили рН до 11,5 раствором гидроксида натрия. Общий объем раствора доводили до 25 мл. Сначала проводили титрование рабочим раствором соляной кислоты до рН 2,5, а затем сразу раствором гидроксида натрия до рН=11,5, при постоянном токе азота. Титрант добавляли аликвотами по 0,1 мл. Показания прибора снимали после того, как значение рН оставалось неизменным в течение 1 минуты.

Сложность количественного определения функциональных групп состоит в том, что гиматомелановые кислоты содержат карбоксилы, фенольные и спиртовые гидроксилы, гетерогенные по своим свойствам. Являясь полиэлектролитами, они несут большой рН-зависимый отрицательный заряд, обусловленный различными ионизированными группами. Интенсивность электростатических взаимодействий зависит от молекулярной массы макромолекулы, а так как гумусовые кислоты полидисперсны и содержат набор фракций с различными молекулярными массами, это осложняет вычисления.

Поскольку эти кислоты многоосновные и полигетерофункциональные на кривых потенциометрического титрования не появляется четко выраженных перегибов, характерных для индивидуальных кислот, а связанных ОН-групп происходит непрерывно, вплоть до значений рН = 11-12 и выше. По характеру как обыкновенных, так и дифференциальных кривых потенциометрического титрования можно утверждать, что ГМК являются многоосновными полигетерофункциональными кислотами.

В наиболее общей форме считается, что при рН 3 – 7 титруются карбоксильные группы в интервале рН 7 - 8 - слабые карбоксильные, часть фенольных, при рН = 8 – 12 – фенольные и некоторые спиртовые группы.

Количественным критерием силы функциональных групп являются их силовые константы. Нами по уравнению Гендерсона-Гассельбаха найдены некоторые усредненные константы ионизации, характеризующие среднюю степень кислотности ГМК. Ведущими группами у них являются группы с  $pK = 7,25$ .

Гиматомелановые кислоты содержат как карбоксильные группы, так и фенольные гидроксилы (табл. 1). Общее содержание функциональных групп кислотной природы для гиматомелановых кислот составляет 5,54 ммоль-экв/г.

Полученные данные по кислотно-основным свойствам гиматомелановых кислот позволяют прогнозировать взаимодействия с катионами металлов на количественном уровне, что особенно важно при оценке протекторной роли этих соединений.

Связывая катионы токсичных металлов, гиматомелановые кислоты детоксицируют их, выводя из круговорота веществ.

**Таблица 1 – Содержание функциональных групп (ммоль-экв/г) и значения  $pK_a$  гиматомелановых кислот**

Обратное титрование						
Интервал pH						$\Sigma$
3,0 – 7,0		7,0 – 8,5		8,5 – 10,5		
Функц. группы	$pK_1$	Функц. группы	$pK_2$	Функц. группы	$pK_3$	
2,00 ± 0,05	5,6	1,78 ± 0,08	8,0	1,76 ± 0,05	10,4	5,54
Прямое титрование						
Интервал pH						$\Sigma$
3,5 – 8,5			8,5 – 10,5			
Функц. группы	$pK_1$	Функц. группы	$pK_2$			
1,55 ± 0,04	6,5	1,05 ± 0,06	9,0			2,6

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамец А.М., Мони Г.С., Качанова Е.В. Гуминовые вещества. Комплексообразование с тяжелыми металлами и препараты для охраны окружающей среды. Геоэкологические проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами: материалы 1-ой Международной геоэкологической конф. – Тула, 2003. – С. 95-97.
2. Добровольский В.В. Роль органического вещества почв в миграции тяжелых металлов. Природа. – 2004. - №7. – С. 35-39.
3. Ладонин Д.В., Марголига С.Е. Взаимодействие гуминовых кислот с тяжелыми металлами. Почвоведение. – 1997. - №7. – С. 806-811.

### АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ В РЯДУ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ИЛОВЫХ СУЛЬФИДНЫХ ГРЯЗЕЙ

**Н. П. Аввакумова, А. В. Жданова, Е. Е. Катунина,  
М. Н. Глубокова**

*ГОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет Росздрава», Самара (Россия)*

Влияние антропогенных факторов на окружающую среду в последние годы становится все более агрессивным. В атмосфере городов и промышленных районов возрастает концентрация газов, которые в сельской местности содержатся в очень небольших количествах или совсем отсутствуют. Вредные газы, соединяясь с атмосферной влагой и выпадая в виде кислых дождей, ухудшают качество среды обитания. По данным ученых ежегодно в мире в

результате деятельности человека в атмосферу поступает 25,5 млрд. т оксидов углерода, 190 млн. т оксидов серы, 65 млн. т оксидов азота, 1,4 млн. т фреонов, органические соединения свинца, углеводороды, в том числе канцерогенные, большое количество твердых частиц (пыль, копоть, сажа)[2]. Глобальное загрязнение атмосферного воздуха сказывается на состоянии природных экосистем, в том числе сульфидных грязей, широко используемых для лечения и профилактики различных заболеваний.

Вместе с тем следует отметить, что изменение экологической обстановки на Земле происходят не катастрофически. Это связано с наличием в окружающей среде разнообразных регулирующих и защитных ресурсов, среди которых важную роль имеют гумусовые кислоты. Функции гумусовых кислот разнообразны, однако, в рамках вопроса о поддержании экологического равновесия на первый план выступает одна из них – протекторная, которая заключается в способности связывать в малоподвижные или труднодиссоциирующие соединения токсичные и радиоактивные элементы. Защитная функция гумусовых кислот настолько велика, что богатые ими почвы могут полностью предотвратить поступление в грунтовые воды токсичных веществ. Представляя собой, экологический щит планеты, гумусовые кислоты также выполняют роль энергопластического материала, являясь источником энергии питания для микрофлоры.

Сложность структуры гумусовых кислот затрудняет их изучение, поэтому в настоящее время широко используются расчеты различных параметров по результатам элементного состава.

Целью нашего исследования являлось определение термодинамических показателей и расчета биоэнергетического потенциала (БЭП) гумусовых кислот различных источников.

Объектом исследования были гумусовые кислоты, полученные из лечебной грязи санатория “Сергиевские минеральные воды” (Самарская область). Фракции гумусовых кислот: гуминовые кислоты (ГК), гиматомелановые кислоты (ГМК), фульвокислоты (ФК) были выделены по запатентованным методикам, разработанными на кафедре общей, бионеорганической и биоорганической химии Самарского государственного медицинского университета. В качестве стандарта использовали гуминовые кислоты фирмы “Merk”.

Расчет термодинамических функций гуминовых кислот различных биохимических объектов проводили по методике предложенной Ю.В. Водяницким [1], также мы рассчитали биоэнергетический потенциал по формуле предложенной Л.В.Кирейчевой и О.Б. Хохловой:

$$E_{\text{БЭП}} = (15,25 \cdot C + 45,75 \cdot H - 5,72 \cdot O) / 100 \text{ (кДж/г)},$$

где С, Н, О – массовые доли элементов в органическом субстрате (%).

Величины стандартных теплот образования  $\Delta H$  и свободной энергии Гиббса  $\Delta G$  всех гумусовых кислот пелоидов имеют отрицательные значения, что характерно для кислородсодержащих органических соединений

(табл. 1). Значения свободной энергии Гиббса у гуминовых кислот выше, чем значения фульвокислот. Это указывает на большую вероятность спонтанного окисления гуминовых кислот. Энтропия имеет большее значение у гуминовых, а наименьшее у фульвокислот. Это согласуется с фактом более высокой энтропии образования молекул ароматического ряда, чем у молекул алифатического ряда.

**Таблица 1 – Средние значения термодинамических функций в ряду гумусовых кислот пелоидов**

Функция	Ед. измерения	ГК	ГК merk	ГМК	ФК
Ср	кДж*К/г	1,18	1,24	1,32	1,47
S	Дж/г	1,27	1,22	1,14	1,04
$\Delta S$	Дж/г	-4,49	-4,82	-5,42	-7,33
$\Delta H$	кДж/г	-4,43	-4,62	-5,21	-11,31
$\Delta G$	кДж/г	-3,73	-3,19	-3,59	-9,13
Q	кДж/г	-19,82	-20,97	-21,96	-8,66
БЭП	Дж/г	8,1583	9,4700	10,56025	4,0167
Простейшая формула		$C_{15,6}H_{16,8}O_{7,9}N$	-	$C_{19}H_{28,2}O_{10,4}N$	$C_{18,6}H_{41}O_{26,9}N$
Mг (структурной единицы)		344,40	-	436,55	707,80

Величина биоэнергетического потенциала пелоидов варьирует в широких пределах от 3,81 до 10,18 кДж/моль. Для гиматомелановых кислот он выше, и составляет 10,56 кДж/моль, а значение БЭП фульвокислот снижено более чем в два раза. Анализ энергетического потенциала гумусовых кислот позволяет предположить, что наибольшее количество энергии аккумулируется в гиматомелановых кислотах.

Величина биоэнергетического потенциала гуминовых кислот увеличивается в ряду: пелоиды, бурый уголь, подзолы, чернозем, торф, сапропели. Более низкое значение БЭП пелоидов, по всей видимости, связано с их низкой минерализацией (табл. 2). Расчеты термодинамических параметров показали, что значения их для гуминовых кислот пелоидов санатория “Сергиевские минеральные воды” больше чем у ГК, выделенных из других биогеохимических объектов.

Таким образом, гуминовые вещества являются аккумуляторами энергии; энергетические показатели гумусовых веществ биосферных объектов различаются, что объясняется различным строением, степенью минерализованности и различными условиями формирования. Значения всех энергетических характеристик низкоминерализованных иловых сульфидных грязей закономерно изменяются в ряду гуминовые кислоты, гиматомелановые кислоты, фульвокислоты.

**Таблица 2 - Средние значения термодинамических функций гуминовых кислот различных биохимических объектов**

Фу нкц ия	Ед.из мере- ния	бурый уголь	торф	сапропели	чернозем	подзолы	пелоды	ГК merk
Ср	кДжК/г	1819,13	792,74	391,82	402,21	22,17	1,18	1,24
S <sup>0</sup>	Дж/г	1,23	1,16	1,47	1,27	1,37	1,27	1,22
ΔS	Дж/г	-9,68	-8,89	-11,3	-9,37	-10,48	-4,49	-4,82
ΔH	кДж/г	-13,54	-12,04	-16,04	-11,64	-14,23	-4,43	-4,62
ΔG	кДж/г	-10,7	-9,39	-12,67	-8,85	-11,1	-3,73	-3,19
Q	кДж/г	-5,80	-10,71	-42,39	-13,66	-17,8	-19,82	-20,9
БЭП	Дж/г	17,99	24,86	26,21	22,56	22,17	8,1583	9,470
Простейшая формула		C <sub>60,6</sub> H <sub>50,7</sub> N <sub>0,51,6</sub>	C <sub>30,8</sub> H <sub>34,5</sub> N <sub>0,13</sub>	C <sub>14</sub> H <sub>18,6</sub> NO <sub>5,7</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>14,8</sub> O <sub>7,2</sub> N	C <sub>14,7</sub> H <sub>14,7</sub> O <sub>7,9</sub> <sub>9</sub> N	C <sub>15,6</sub> H <sub>16,8</sub> O <sub>7,9</sub> N	
Мг (структурной единицы)		1617,5	749,3	291,8	348	318,9	344,4	

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водяницкий Ю.Н. Использование термодинамических показателей для описания гумусовых кислот почв. Почвоведение, 2000, №1, С. 50-55.
2. Общая биология. Справочные материалы, Составитель В.В.Захаров Издательский дом «Дрофа», 1995.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОМЕОСТАЗА БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (BETULA PENDULA ROTH.) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФИТОИНДИКАЦИИ

**М. М. Наумова, Е. А. Ерофеева**

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

*E-mail: now-1984@yandex.ru*

В настоящее время в связи непрерывно возрастающей антропогенной нагрузкой на окружающую среду необходимо постоянное совершенствование методов диагностики её состояния. Особенно остро эта проблема стоит в городах – промышленных центрах, где велика также транспортная нагрузка. Наиболее перспективными методами оценки состояния среды оказываются методы биоиндикации, поскольку они позволяют оценить весь комплекс воздействующих на организм факторов. Одним из биоиндикационных подходов является определение стабильности (гомеостаза)

развития [2, 4]. Данный подход основан на том, что в определенных, оптимальных для данного вида, условиях, стабильность развития максимальна. При любом отклонении условий среды от оптимума стабильность развития снижается. Морфологической мерой стабильности развития является величина флуктуирующей асимметрии (ФА) [4]. На биохимическом уровне в качестве меры стабильности развития можно использовать интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), поскольку усиление процессов ПОЛ в клетке является неспецифической реакцией в ответ на отклонение условий среды от оптимальных [5]. Однако, биохимические характеристики организма в большой степени лабильны. Данные, свидетельствующие об устойчивом повышении интенсивности ПОЛ в ответ на антропогенное воздействие, в литературе немногочисленны [3, 6].

Целью нашего исследования было изучение динамики ФА и интенсивности ПОЛ (по содержанию малонового диальдегида) в листовых пластинках берёзы повислой в течение вегетационного сезона растений в условиях различной антропогенной нагрузки. Для этого нами были отобраны пробы в двух точках города Нижнего Новгорода с различной автотранспортной нагрузкой: на одной из главных автомагистралей города - проспекте Гагарина со средней интенсивностью движения 3908 автомобилей в час, и на территории Нижегородского Кремля, где средняя интенсивность движения составила 136.5 автомобилей в час. Листовые пластинки березы собирали с интервалом в две недели с 28 мая по 18 июля, всего 4 раз за сезон. Определяли содержание МДА [1]. ФА рассчитывали по алгоритму нормированной разности [2]. Значения полученных величин представлены в таблице 1.

Поскольку распределения полученных величин статистически значительно отличаются от нормального, для анализа были использованы непараметрические критерии. При сравнении повторно отобранных выборок по критерию Фридмана получили отсутствие статистически значимых различий во всех случаях (сравнение по двум признакам в двух точках города),  $p > 0.05$ , кроме интенсивности ПОЛ в выборках листьев с пр. Гагарина, где значения величины МДА статистически значимо выше в выборке 18 июля по сравнению с остальными выборками (по критерию Ньюмена-Кейлса  $q$  равно 5.144, 3.919 и 3.674 соответственно,  $p < 0.05$ ). При сравнении между собой выборок из разных точек города по величине ФА статистически значимые различия также не обнаружены (по Т-критерию Манна-Уитни  $p > 0.05$ ). По интенсивности ПОЛ (содержанию МДА) выявлены различия: содержание МДА статистически значимо выше в выборках листьев с проспекта Гагарина (по Т-критерию Манна-Уитни  $p < 0.05$ ) 13 июня и 18 июля.

**Таблица 1 - Флуктуирующая асимметрия (алгоритм нормированной разности) и интенсивность перекисного окисления липидов листовой пластинки березы повислой**

Показатель	Флуктуирующая асимметрия (алгоритм нормированной разности)					
Дата сбора листовых пластинок.	Проспект Гагарина			Территория Кремля		
	Медиана	10-я процентиль	90-я процентиль	Медиана	10-я процентиль	90-я процентиль
28 мая	0.045	0.042	0.057	0.043	0.021	0.071
13 июня	0.045	0.036	0.071	0.043	0.023	0.078
26 июня	0.045	0.039	0.050	0.049	0.025	0.079
18 июля	0.044	0.039	0.069	0.048	0.026	0.087
Показатель	Малоновый диальдегид, единицы оптической плотности					
Дата сбора листовых пластинок.	Проспект Гагарина			Территория Кремля		
	Медиана	10-я процентиль	90-я процентиль	Медиана	10-я процентиль	90-я процентиль
28 мая	0.491	0.431	0.550	0.470	0.395	0.554
13 июня	0.499	0.427	0.586	0.438	0.347	0.545
26 июня	0.511	0.438	0.585	0.498	0.344	0.638
18 июля	0.665	0.555	0.697	0.525	0.508	0.618

Таким образом, можно сделать вывод, что интенсивность ПОЛ устойчиво выше на территории с высокой транспортной нагрузкой по сравнению с территорией с меньшей интенсивностью движения, причём этот показатель оказывается более чувствительным, чем морфологический (величина ФА).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биомембранах. М.: Наука, 1972. 272 с.
2. Гелашвили Д. Б., Чупрунов Е. В., Иудин Д. И. Структурные и биоиндикационные аспекты флуктуирующей асимметрии билатерально симметричных организмов // Журнал общей биологии. 2004. Т. 65. № 5. С. 433 – 444.
3. Гуськов Е.П., Вардуни Т.В., Шкурят Т.П. и др. Свободнорадикальные процессы и уровень aberrаций хромосом в листьях древесных растений как тест-системы на генотоксичность городской среды // Экология. 2000. №4 С. 270 – 275.
4. Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров и др. М.: Центр экологической политики России. 2000. 68 с.
5. Мерзляк М. Н. Активированный кислород и жизнедеятельность растений // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 9. С. 20 – 27.
6. Степанова З.Л., Лемешева С.А. Влияние техногенного загрязнения среды на содержание витаминов А, Е и перекисное окисление липидов в печени птенцов мухоловки-пеструшки // Экология. 1993. №6 С. 77 – 79.

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ПРИ ОПТИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЭМБРИОНАЛЬНОЙ И ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОЙ СТАДИЙ РАЗВИТИЯ**

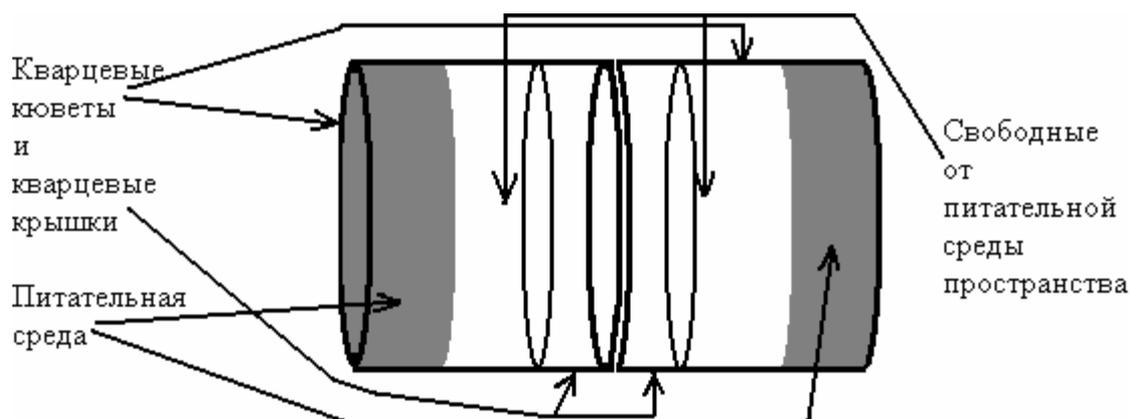
**А. Б. Бурлаков<sup>1</sup>, Г. В. Чернова<sup>2</sup>, А. С. Бурцев<sup>2</sup>, И. В. Матюхин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва (Россия)*

<sup>2</sup>*Калужский государственный педагогический университет им. К.Э. Циолковского, Калуга (Россия)*

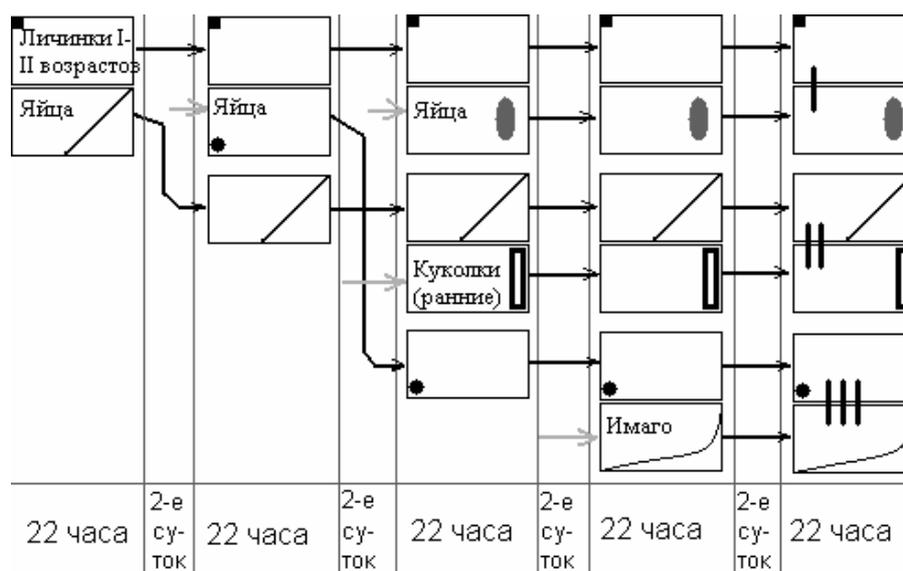
Проблема дистантных взаимовлияний активно исследуется со времени открытия в 20-х годах XX века А.Г.Гурвичем [1] митогенетического излучения не только на представителях разных царств живой природы [2-4], но и на отдельных органах, тканях и даже на целых экосистемах [5]. При этом взаимодействующие группы биообъектов могут вызвать друг у друга устойчивые изменения в функциональном состоянии и развитии организмов [3,6]. Однако все эти работы не затрагивали вопросов последствия и возможности сохранения функциональных перестроек различных систем в последующих поколениях. В настоящей работе исследовали проявления закономерностей прямого оптического взаимодействия разновозрастных групп *Drosophila melanogaster* не только в первом, но и во втором поколениях.

В работе использовалась четыре онтогенетических стадии низкомутабильной лабораторной линии *Drosophila melanogaster* дикого типа – «Домодедовская - 32» (Д-32): яйца, личинки первого возраста, переходящие во второй возраст, т.е. проходящие первую линьку [7], куколки на стадии окрашенных глаз и половозрелые имаго. Одновозрастные яйца получали следующим способом: 5-6-дневных виргинных самок (20-30 штук) помещали с таким же количеством 2-3-дневных самцов в пробирку (10x2,5 см) с кормом (приготавливаемом по стандартной методике [8]). Мухам давалась возможность спариваться в течение часа, после чего самцы удалялись из пробирки, а самки переносились в экспериментальные кюветы со свежей питательной средой на один час. Яйца, отложенные за этот период, отличаются друг от друга по возрасту не более чем на 2 часа. Одновозрастные личинки вылуплялись из яиц, полученных таким же образом; куколки и имаго также развивались из синхронно отложенных яиц. Принцип дистантного взаимодействия разновозрастных групп дрозофил представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Расположение кварцевых кювет для дистантного взаимодействия**

Для исследования дистантного взаимодействия разновозрастных групп дрозофил использовали следующую схему эксперимента, которую наглядно иллюстрирует рисунок 2.



- Условные обозначения:**
- ☐ - кювета с изначальными личинками I и II возрастов
  - ▧ - кювета с яйцами (первая в эксперименте)
  - ☐● - кювета с яйцами (введена в эксперимент на 4-е сутки)
  - ☐●● - кювета с яйцами (введена в эксперимент на 7-е сутки)
  - ☐▮ - кювета с ранними куколками (введена на 7-е сутки)
  - ☐▮▮ - кювета с имаго (введена на 9-е сутки)
  - - впервые введённая в эксперимент кювета
  - ↔ и ↵ - дислокация кюветы в эксперименте по истечении 3-ёх суток

**Рисунок 2 – Схема экспериментов**

Сначала в эксперимент вводилась одна пара кювет со взаимодействующими группами: личинки I-II возрастов и яйца (отложенные группой

самок за час до начала экспозиции). Их взаимодействие продолжалось 22 часа (т.к. весь эмбриональный период у линии Д-32 при температуре 24°C протекает приблизительно за 23-24 часа), после чего кювета с яйцами (из которых в течение ещё одного часа ожидалось вылупление личинок I возраста) изолировалась от контакта с кюветой с личинками, и дальнейшее развитие яиц в ней происходило обособленно в течение последующих двух суток. По истечении трёх суток, к кювете с изначальными личинками I-II возрастов присоединялась в прямой оптический контакт кювета с только что отложенными яйцами (т.о. продлялся контакт с эмбриональной стадией развития) ещё на 22 часа.

В это же время кювета с яйцами (первоначально введённая в эксперимент) продолжала обособленное (без оптического контакта с кем-либо) развитие в течение последующих трёх суток. По истечении 22-х часов взаимодействия стартовых личинок I-II с эмбриональной стадией, кювету с последней изолировали от контактов на следующие двое суток.

По прошествии в общей сложности шести суток распределение кювет в эксперименте было следующим: кювета со стартовыми личинками I-II возрастов соединялась для взаимодействия с очередной эмбриональной стадией (яйцами, отложенными за 1 час до этого момента); кювета с эмбриональной (в начале эксперимента) стадией, уже пять суток развивавшаяся без воздействий, соединялась с кюветой с куколками на стадии окрашенных глаз; кювета с яйцами, взаимодействовавшими со стартовыми личинками I-II в течение четырех суток эксперимента, на ещё трое суток (плюс к уже двум прошедшим) оставлялась без оптического контакта. На десятые сутки эксперимента к последней присоединялась кювета с двухсуточными имаго (5 самцов и 5 виргинных самок); остальные две группы кювет продолжали попарно взаимодействовать так же, как сочетались для оптического контакта на 7-е сутки эксперимента. Сигналом к завершению эксперимента служила 100%-ная гибель биообъектов в обеих взаимодействующих кюветах. В контроле использовали две группы. Основной контроль, развивавшийся также в кварцевых кюветах и в таких же условиях, как и эксперимент (при температуре 24°C в защищающих от внешних электромагнитных излучений металлических боксах), брали отдельно для каждой возрастной группы. Дополнительный контроль содержали в аналогичных условиях и брали на определённых этапах эксперимента отдельно для каждой нововводимой кюветы с определенной возрастной группой. Во время эксперимента кюветы с периодичностью 1 раз в 12 часов извлекались из боксов с целью визуальной оценки произошедших изменений, производимой при помощи бинокулярного стереоскопического микроскопа МБС-9 с фотографированием биообъектов в кюветах при помощи камеры «Sony». Все эксперименты проведёны в 15-кратной повторности. Данные обработаны статистически, достоверность отличий определялась с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования удобнее отразить в виде сравнительного с контролем анализа особенностей биообъектов в трёх результирующих парах кювет (номера пар обозначены на рисунке 2 римскими цифрами). В первой паре кювет эксперимент завершался через 13-14 суток. В кювете исходные личинки I-II возраста достигали стадии третьего возраста ещё на 8-9-е сутки эксперимента. Возраст личинок составлял, т.о., около 5-ти суток, что значимо больше, чем в контроле, где особи, развиваясь нормально, окукливались через трое суток пребывания в третьем личиночном возрасте, т.е. в этом случае наблюдается замедление скорости развития почти в 2 раза. Во второй кювете (со стартовой эмбриональной стадией) к настоящему моменту развивалась стадия окрашенного пупария (в которую переходило 95-98% личинок). На этой стадии особи прекращали своё развитие, и наблюдалась 100%-ная летальность. Это свидетельствует о мощной рассинхронизации процессов развития. До этого времени развитие протекало с такой же скоростью, как и в контроле (на 8-е сутки наблюдались куколки на стадии окрашенных щетинок), но, вероятно, оптический контакт внёс определённые изменения в целый ряд жизненно важных процессов, приведших к гибели куколок.

В паре кювет в серии II наблюдалась несколько иная закономерность: часть (20-16%) яиц погибла, не пройдя эмбриональную стадию (гибель на стадии яйца); остальные 80-84% достигли стадии окрашенного пупария и погибли (100%-ная летальность).

В кювете с куколками систематически наблюдалась интересная ситуация. Из 95-98% куколок (как и в контроле) вылетали жизнеспособные имаго. Но 2-3,3% особей имели аномалии развития в виде пространственного искажения пластинок крыльев. Эффект полоспецифичен и в основном выражен у самок.

III экспериментальная серия заканчивалась на 6-е сутки. В кювете с изначальной эмбриональной стадией, бывшей на 6-е сутки в прямом оптическом взаимодействии с изначальными личинками I-II возрастов, все особи погибли (100%). При этом они так и остались на стадии личинок I-II возрастов, которых они достигли (89-92% от всех яиц) ещё при контакте с кюветой со стартовыми личинками I-II. Таким образом, пять суток личинки самостоятельно развивались, не проходя вторую и третью линьки соответственно, что уже свидетельствует о значительном торможении процессов развития (в 3-5 раз). На шестые сутки личинки вносились в контакт с имаго, после чего погибали в течении 22 часов взаимодействия. Затем имаго ещё трое суток продолжали взаимодействовать с уже погибшими личинками, после чего сами все погибали, а спустя ещё сутки – их  $F_1$  тоже погибали на стадии личинок первого возраста.

Таким образом, обнаруженные закономерности, проявляемые в результатах прямых оптических взаимодействий в различных комбинациях разновозрастных онтогенетических стадий *Drosophila melanogaster*, позво-

ляют считать дистантные взаимовлияния мощным регуляторным воздействием на процессы эмбрионального и постэмбрионального развития. Изучение механизмов данного явления позволит разработать основы для его использования в медицине, сельском хозяйстве и решении многих вопросов кибернетики и биоинформатики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gurwitsch A.G. Die nature des spezifisxhen Erregers der Zellteilung // Arch. Entwicklungsmech. 1923. Bd. 100. N. 1/2. P. 11-40.
2. Будаговский А.В. Новый метод анализа функционального состояния культурных растений / Будаговская О.Н., Ленц Ф., Мировская А., Элькаует К. // Путь повышения устойчивости садоводства.- Мичуринск. 1998. С. 98-113.
3. Бурлаков А.Б. Дистантные взаимодействия разновозрастных эмбрионов выюна / Бурлакова О.В., Голиченков В.А. // ДАН. 1999. т. 368. №4. С. 562-564.
4. Бурлаков А.Б. Самоорганизация развивающихся организмов и поляризация волновой биокommunikации / Бурлакова О.В., Королёв Ю.Н., Голиченков В.А. // Синергетика. т. 3. М.: МГУ. 2000. С. 296-306.
5. Марченко И.С. Биополес лесных экосистем. Брянск. 1973.- 31 с.
6. Чернова Г.В. Влияние прямого оптического взаимодействия на изменение некоторых параметров онтогенеза *Drosophila melanogaster* / Бурцев А.С., Матюхин И.В., Бурлаков А.Б. // Сборник научных работ лауреатов областных премий и стипендий. Выпуск 3. Часть 2. Калуга: КГПУ им. К.Э. Циолковского. 2007. С. 97-101.
7. Bodenstern D. 1950. The postembryonic development of *Drosophila*. In: "Biology of *Drosophila*". N.Y. – London, John Wiley and Sons. P. 275-367.
8. Медведев Н.Н. Практическая генетика. М.: Наука. 1966. 238с.

## К РАСПРОСТРАНЕНИЮ НОТОЭДРОЗА У КОШЕК В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖЕ

**С. П. Гапонов**

*Воронежский государственный университет, Воронеж (Россия)*

Нотоэдроз кошек – заболевание, вызываемое инфеcтацией зудневым клещом *Notoedres cati*. Заболевание отмечается также у собак, кроликов и человека [1].

В 1999-2000 и 2007 годах нами изучено распространение заболевания в группах кошек, обитающих во дворах г. Воронежа (табл. 1). Исследование проведено в четырех группах кошек, причем каждая из групп была относительно изолирована местом обитания и сложилась в результате естественного освоения двора и последующей саморегуляции за счет размножения.

Определение инфестации производилось на основании соскоба с пораженных участков кожи и последующей лабораторной диагностики, а также по визуальным признакам заболевания. Учитывалось распространение нотоэдроза по половому и возрастному признаку, а также сезонная динамика заболеваемости.

Начало болезни проявляется в зуде в месте проникновения клещей. Животные пытаются расчесывать зудящие участки тела. Чаще всего сначала поражаются крылья носа, веки, а затем клещ распространяется на уши, в заушные области, на кожу шеи и межлопаточной части спины. На пораженных участках покровов выпадает шерсть. Во многих случаях на фоне пораженной кожи на ушных раковинах и вокруг глаз появляется «эффект ошейника»: позади головы появляется широкий участок, лишенный шерсти и опоясывающий шею. Иногда воспаляются и увеличиваются регионарные лимфатические узлы, что заставляет животное держать голову несколько набок. Чаще всего это является следствием расчесывания и внесения вторичной инфекции. Через 2-3 недели на оголенных участках кожи появляются струпья, иногда гноящиеся ранки. Дальнейшее развитие инфестации при наличии вторичной инфекции (стафилококк, стрептококк) приводит к гибели животного.

Как показали наши исследования, вспышки нотоэдроза начинались во всех четырех изолированных группах животных практически в одно и то же время. В 1999-2000 годах первые заболевшие животные были отмечены в конце сентября. Во всех случаях это были самцы репродуктивного возраста. Это были животные, покидавшие свою группу и привычную территорию на несколько дней. По возвращении они проявляли первые признаки чесотки. В течение 10-15 дней происходило распространение заболевания на других животных группы, причем в равной степени поражались и самцы и самки. В первой группе заболели 5 самок и все 6 самцов, во второй группе – все 4 самки и все 3 самца, в третьей группе – 7 самок и 5 самцов, в четвертой группе – 4 самки и 4 самца. Тяжесть заболевания в пределах группы была различной – от полного поражения части лицевого, шейного и спинного отделов тела с присоединением вторичной инфекции до локализованных поражений кожи в области ушных раковин и спинки носа. Из 44 животных заболело 20 самок из 24 (83,33%), 18 самцов из 20 (90%), то есть 38 животных из 44 изученных (86,36%) . Таким образом, самцы поражались чаще самок. Нотоэдроз передается контактным способом, и в условиях существования группами передача заболевания осуществлялась при совместном кормлении, груминге и спаривании.

Нами проведено лечение во всех группах путем добавления в пищу препарата «Ивермек» из расчета 0,09 мм на 3 кг веса трижды через каждые 5 дней. Несмотря на лечение животные с обширным поражением покровов и вторичной инфекцией погибли (всего 3 кошки, все самцы). У остальных животных наблюдалось улучшение состояния и выздоровление. Примене-

ние серосодержащих мазей и капель, как и других местных средств или инъекций было невозможным из-за полудикого состояния животных.

**Таблица 1 – Количество и половой состав кошек, обследованных на нотоэдроз в г. Воронеже**

Количество животных	1999-2000 гг.	2007 г.
Группа 1	7 самок, 6 самцов	7 самок, 8 самцов
Группа 2	4 самки, 3 самца	6 самок, 4 самца
Группа 3	8 самок, 6 самцов	7 самок, 6 самцов
Группа 4	5 самок, 5 самцов	7 самок, 5 самцов
Всего	44: 24 самки, 20 самцов	50: 27 самок, 23 самца

Дальнейшие наблюдения за животными в течение 4 лет показали отсутствие инфекации нотоэдром. Продолжительность жизни бездомных кошек в городских условиях намного ниже естественной и составляет в среднем не более 3-4 лет. Пополнение групп осуществляется за счет размножения и в пределах длительно существующих групп наблюдается смена поколений животных – потомков основателей группы. Это позволяет проводить длительные наблюдения за одними и теми же группами кошек с учетом смены поколений.

В 2007 году во всех четырех группах вновь была отмечена массовая вспышка нотоэдроза. В этот сезон наблюдались две вспышки заболевания. В марте 2007 во всех группах заболела часть самцов в возрасте 1,5-2,5 лет. Они покидали на период размножения свои группы и отсутствовали от 2 до 7 дней. По возвращении в группу и по прошествии 5-8 дней они проявляли первые признаки болезни: почесывание за ушами, поражение кожи в области век, носа и ушей. Вспышка заболевания пришлась на период размножения, и спаривания способствовали контактному распространению нотоэдроза. В результате к концу марта в первой группе оказались пораженными все 15 животных (100%), во второй группе – 7 кошек (70%), из них 4 самки (66,66%) и 3 самца (75%), в третьей группе – 11 животных (84,62%), из них 5 самок (71,43%) и 6 самцов (100%), в четвертой группе – 9 животных (75%), из них 5 самок (71,43%) и 4 самца (80%). Из 50 обследованных кошек заболели 42 кошки (84%), из 27 самок – 21 (77,77%) и из 23 самцов – 21 (91,30%). Как и в 1999-2000 годах самцы поражались чаще самок, что связано с большей частотой контактов друг с другом и более активным образом жизни в целом. Нами вновь было проведено лечение по апробированной схеме и достигнут положительный результат. Погибло 2 животных (оба самцы).

В 2007 году в двух из четырех групп (группы 3 и 4) в конце сентября-октябре была отмечена повторная вспышка нотоэдроза. Она имела несколько иной характер. Все группы пополнились молодняком. В группах 1, 3 и 4 вследствие гибели от разных причин изменилось количество животных. Из числа кошек, успешно переживших зимний и летний периоды в

третьей и четвертой группах заболело чесоткой по одному животному: в третьей группе – самец в возрасте 2 лет, не болевший весной, в четвертой группе – самец в возрасте не менее 9 лет (болел чесоткой во время вспышки 1999-2000 годов). Третья группа пополнилась 7 котятами (4 самца и 3 самки), четвертая – 12 котятами (5 самцов и 7 самок). Из семи котят третьей группы к октябрю выжило 4 (2 самца и 2 самки), из 12 котят четвертой группы – 7 (3 самца и 4 самки). К октябрю 2007 года котята достигли возраста 2 и 3 месяцев (разные помёты) и все заболели чесоткой.

В первой и второй группах к сентябрю-октябрю 2007 года выжило 5 котят (3 из 7 в первой группе и 2 из 9 во второй группе). Все были здоровы в отношении чесотки.

В третьей группе в сентябре-октябре 2007 года с учетом нового поколения и убыли части взрослых животных насчитывалось 15 животных (4 котенка, 7 самок и 4 самца). Из них заболели 5 животных (33,33%): 1 самец (25%) и 4 котенка (100%).

В четвертой группе в тот же период было 18 животных (7 котят, 6 самок и 5 самцов). Из них заболели чесоткой 8 кошек (44,44%): 1 самец (20%) и все котята (100%). По-видимому, распространению нотоэдроза в осенний период способствовали разнообразные контакты животных друг с другом (кормление, игровая активность) и отсутствие иммунитета к клещу у животных новых поколений.

Нами проведено лечение всех заболевших животных и профилактическое применение препарата в отношении здоровых кошек. Результат был положительным, животные выздоровели.

Таким образом, развитие вспышек нотоэдроза у кошек имеет периодический характер (промежуток между вспышками составляет 6-7 лет). У переболевших животных появляется иммунитет в отношении нотоэдра. Самцы поражаются несколько чаще самок, что связано с более разнообразной двигательной активностью самцов, повышающей частоту контактов. Котята высоко восприимчивы к клещу. Заболеваемость имеет сезонный характер: весенний и осенний периоды с последующим развитием эпизоотии. Нотоэдроз является одним из факторов смертности бездомных кошек в условиях города.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Hatsushika R., Miyoshi K., Shimizu M. Five human cases of feline scabies, *Notoedres cati*, infestation // Medical entomology and zoology. - 2005. - Vol. 30, - №. 3. – P. 289-291.**

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ СООБЩЕСТВ ЗОНАЛЬНЫХ ЛЕСОСТЕПЕЙ И ЭКСТРАЗОНАЛЬНЫХ ТАЕЖНО-СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ (БАССЕЙН ОЗЕРА БАЙКАЛ)

**А. П. Сизых**

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск (Россия)*

*E-mail: Alexander\_sizykh@yahoo.com*

Изучение флористического состава растительных сообществ осуществлено на двух ключевых участках Забайкалья. Целью работы является выявление особенностей видового состава растений сообществ, формирующихся в условиях зональности и экстразональности растительности, как определенных природных сред в регионе. Район исследований представлен зональными лесостепью и степью (Юго-Западное Забайкалье, среднее течение р. Селенги) и экстразональной степью таежной зоны (Северо-Западное Забайкалье, среднее течение р. Баргузин, склоны Баргузинского и Аргадинского хребтов). Определение специфики структурно-динамической организации сообществ контакта сред – основная задача проведенных исследований.

По долине р. Селенги (ключевой участок) широкое распространение имеют зональные лесостепи на границе с таежной зоной (ближе к Байкалу) и зональными степями (юго-западнее и ближе к Даурии и Монголии). Южно-Бурятские степи охватывают территорию бассейна р. Селенги и приурочены к долинам и межгорным распадкам. Степи среднего течения р. Селенги (Гусиноозерская депрессия) называются Селенгинскими. Растительность данной территории в целом подчинена закономерностями организации вертикальной поясности [2]. Территория характеризуется повышенной аридизацией климата в условиях среднегорья. Протяженность ее до 80 км и ширина до 25 км. Здесь выделяются два типа ландшафта – сухостепной и степной.

Сухостепной ландшафт образуют различные типы урочищ: крутосклоновый каменистый сухостепной, пологовосклоновый делювиально-пролювиальный сухостепной, равнинный террасовый песчано - супесчаный сухостепной, пологовосклоновый делювиально-пролювиальный карагановый и др. Степной ландшафт – пологосклоновый делювиально - пролювиальный степной, равнинный террасовый супесчано - песчаный степной и равнинный суглинисто - супесчаный лугово - степной урочища. В Селенгинских степях (Гусиноозерская депрессия) широко распространены заросли чия блестящего (*Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski), пырея ползучего (*Eletrigia repens* (L.) Nevski), а также развиты растительные группировки с доминированием ириса гладкого (*Iris biglumis* Pallas). Синузильно

формируются сообщества с доминированием караганы (*Caragana spinosa* (L.) DC.). Отмечены опустыненные (галофитные) сообщества, образованные *Kalidium foliatum* (Pallas) Moq., *Nitraria sibirica* Pallas. На крутых склонах развиты заросли *Ceratoides papposa* Botsch. et Ikonn., *Atraphaxis frutescens* (L.) C.Koch., А.П. Пешковой [2] они рассматриваются как вариант опустыненных степей. Однако здесь весьма редки сообщества с доминированием ковыля перистого (*Stipa pennata* L.), обычного для Хакасско - Минусинских степей и Приангарья. Заросли *Amygdalis pedunculata* Pallas приурочены к каменисто - щебнистым вершинам гор, склонов южных экспозиций.

Вместе с тем в комплексе распространены крутосклоновый каменистый сосновый, пологовосклоновый каменистый сосновый, песчано - супесчано-сосновый, делювиально - пролювиальный луговой, равнинный аллювиальный березовый, пойменный и др. типы урочищ [1].

Зональные лесостепи [3,4] представлены здесь сообществами, сформировавшиеся на ограниченной территории по склонам разных экспозиций и несут в себе черты светлохвойных разнотравных лесов и степных сообществ (табл. 1.).

**Таблица 1 - Геоботаническое описание ключевого участка средней части долины р. Селенги (Юго-Западное Забайкалье)**

Описание N 11 (геоботаническая съемка от 09.06.07)			
Местообитание: склон хребта Моностой северо - западной экспозиции (среднее часть бассейна р. Селенги)			
Сообщество: Сосновый спирейный разнотравный остепненный лес			
Древесные	Кустарники	Травянистые	Мхи
<i>Pinus sylvestris</i> L., в подросте <i>Pinus sylvestris</i> , хорошо развит и выходит за пределы пологая древесная	<i>Spirea media</i> , Franz Schmidt <i>Cotoneaster melanocarpus</i> , Fischer ex Blytt <i>Rosa acicularis</i> Lindley	<i>Carex pediformis</i> , C.A.Meyer <i>C. macroura</i> , Meinsh., <i>Pulsatilla patens</i> , (L.) Miller., <i>Artemisia absinthium</i> , L., <i>Bupleurum sibiricum</i> , Vest, <i>Astragalus</i> sp., <i>Scorzonera radiata</i> , Fisch., <i>Crepis sibirica</i> , L., <i>Thalictrum foetidum</i> , L., <i>Phlomis tubiflora</i> , L., <i>Stellaria</i> sp., <i>Sanquisorba officinalis</i> , L., <i>Potentilla bifurca</i> , L., <i>Myosotis imiata</i> , Serg., <i>Vicia cracca</i> , L., <i>Polygala sibirica</i> , L., <i>Pedicularis</i> sp.	Моховой покров отсутствует, но из бореальных видов единично отмечены <i>Pleurozium schreberi</i> , (Brid.) Mill., <i>Abietinella abietina</i> , (Turn.) Fleisch., <i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.

Второй ключевой участок расположен в пределах Баргузинской котловины (среднее течение р. Баргузин) и охватывает межгорные распадки Баргузинского и Аргадинского хребтов.

В растительности Баргузинского хребта выделен «влажный прибайкальский» тип поясности. Основная особенность - снижение подгольцовой растительности с распространением кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pallas) Regel) и лиственничника (*Larix sibirica* Ledeb.) багульникового (*Ledum palustre* L.) по берегу Байкала. Отсутствие лесостепной полосы связано с более влажным и холодным климатом в сравнении с северо - за-

падным побережьем, где развита горная лесостепь [5]. Растительность склонов Баргузинского хребта характеризуется высотной поясностью, особенно ближе к берегу Байкала вдоль долины. Здесь распространены пихтово (*Abies sibirica* Ledeb.) – кедровые (*Pinus sibirica* Du Tour) багульниково (*Ledum palustre*) – кашкарные (*Rhododendron aureum* Georgi) леса в верхнем поясе и сосновые с елью (*Picea abovata*), пихтой и кедром и зарослями бадана (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch) леса ниже по склонам. Заросли кедрового стланика с участием рододендрона золотистого, шикши (*Empetrum sibiricum* V. Vassil.) и голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) граничат с подгольцовым поясом с доминированием осок и мхов в напочвенном покрове.

На равнинной части по долине р. Баргузин (среднее ее течение) широко представлены степные «островные» ландшафты. По отрогам Аргадинского хребта формируются остепненные разнотравные, с участием мхов, сосновые в сочетании со степными сообществами леса.

Район исследований - территория с юго - запада на северо - восток на 200 км с шириной до 35 км. Баргузинская котловина является местом формирования «островных» степных сообществ в горной тайге Северо - Западного Забайкалья. Правобережье р. Баргузин – наклонная равнина с относительными высотами до 100 - 200 м с формированием здесь сообществ, переходных между островными степями и сосновыми лесами. Левобережье – более ровная поверхность, где формируются мелкодерновинно - злаковые степные сообщества, переходящие в сосновые разнотравные с участками лугов леса. Днище котловины заняты болотно - луговыми природными комплексами и занимают значительные площади.

На склонах северо-восточных экспозиций формируются лиственнично-сосновые леса. Более ровные степные участки распаханы, а территории выположенных склонов длительное время использовались в качестве пастбищных угодий. В настоящее время отмечены процессы зарастания пашен вследствие их не использования. Появляется подрост сосны в степных, ранее используемых как пастбища, сообществах повсеместно. В напочвенном покрове остепненных лесов Баргузинской котловины, и, в частности на склонах Аргадинского хребта, представлены мхи, характерные для таежных лесов (табл. 2).

В целом, характер растительных сообществ исследованных участков (среднее течение р. Селенга и Баргузин) отличается значительной неоднородностью их состава и структуры. Наибольшей контрастностью состава сообществ отличаются «островные степи» и остепненные леса Баргузинской котловины (см. табл. 2). По характеру структурно-динамической организации сообществ, формирующихся в условиях взаимоотношения «островных степей» и лесов, такие фитоценозы следует рассматривать как таежно - степные. Они являются динамической стадией развития лесов таежной зоны Северо-Западного Забайкалья.

**Таблица 2 – Геоботаническое описание ключевого участка Баргузинской котловины, средняя часть долины р. Баргузин (Северо-Западное Забайкалье)**

<i>Описание N 1 (геоботаническая съемка от 26.07.07)</i>			
Местообитание: склон Аргадинского хребта, северо - восточная экспозиция			
Сообщество: сосновый разнотравный остепненный лес, частично сгоревший – возраст гари 5 лет			
<i>Древесные</i>	<i>Кустарники</i>	<i>Кустарнички и травянистые</i>	<i>Мхи</i>
<i>Pinus sylvestris</i> L., <i>P. sylvestris</i> , <i>Populus tremula</i> L., подрост формируется синузально на сгоревших участках леса	<i>Rhododendron dauricum</i> L., <i>Rosa acicularis</i> Lindley	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (L.) Avrorin, <i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Frisch, <i>Trollius asiatica</i> L., <i>Vicia baicalensis</i> L., <i>Sanguisorba officinalis</i> L., <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam., <i>Pulatilla patens</i> (L.) Miller, <i>Goniolimon speciosum</i> (L.) Boiss.	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid., <i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb., <i>Dicranum polisetum</i> Sw., <i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt., <i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not, <i>Abietinella abietina</i> (Turn.) Fleisch

Проведенный сравнительный анализ структурно - динамической организации сообществ, формирующихся в условиях зональности и экстразональности, позволяет предположить существенные изменения в формировании растительности контакта сред на фоне современной динамики климата. Если рассматривать динамику таких сообществ как результат климатогенных сукцессий, вероятно, следует констатировать активизацию процессов парагенеза в формировании растительного покрова в регионе.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дамбиев, Э.Ц. Ландшафтная планировка гусиноозерской котловины в целях развития рекреации / Э.Ц. Дамбиев, С.Р. Гамбиева // Экология Байкала и Прибайкалья: Тез докл. Всерос. конф. Иркутск, 2000. С. 69-70.
2. Пешкова Г.А. Флорогенетический анализ степной флоры гор Южной Сибири. - Новосибирск: Наука, 2001. 192 с.
3. Степи Евразии. Л.: Наука, 1991. 144 с.
4. Степи Центральной Азии. Новосибирск: Наука, 2002. 296 с.
5. Тюлина Л.Н. Растительность южной части Баргузинского хребта. - Новосибирск: Наука, 1981. 86 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЛГОНОСИКОВ ПОДСЕМЕЙСТВА LIXINAE (COLEOPTERA, CURCULIONIDAE) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Е. В. Чабаненко, А. А. Легалов**

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новоси-  
бирск (Россия)*

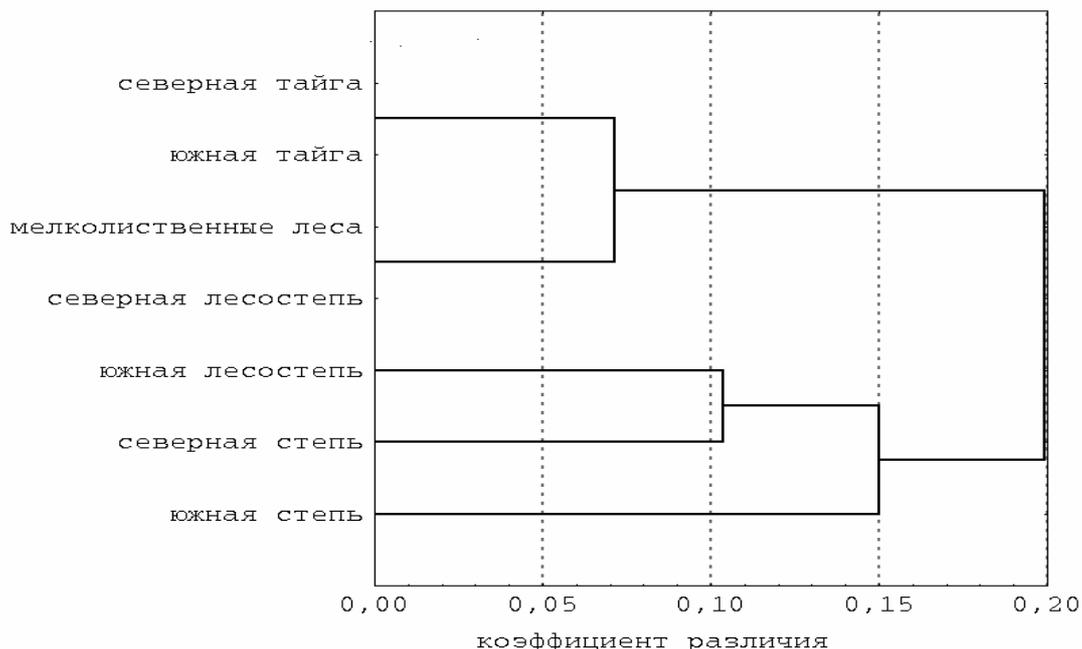
*E-mail: chabanenko@inbox.ru*

Подсемейство Lixinae (=Cleoninae) принадлежит к семейству Curculionidae надсемейства Curculionoidea подотряда Polyphaga отряда Coleoptera и насчитывает в мировой фауне свыше 1300 видов. Представители этого подсемейства распространены практически повсеместно. Основная масса видов подсемейства Lixinae в Палеарктике приурочена к степным и пустынным местообитаниям. Несмотря на относительно хорошую изученность фауны ликсин Западной Сибири [1-4], анализа распределения ее представителей по природным зонам не проводилось.

В фауне жуков-долгоносиков Западной Сибири подсемейство Lixinae составляет 13 % и представлено 55 видами из 20 родов. Наибольший процент в изучаемой фауне составляют представители трибы Cleonini (60 %). На долю Lixini приходится 38,2 %, а Rhinocyllini – 1,8 %. На территории Западной Сибири преобладают виды родов *Lixus* F. (21,8 %), *Larinus* Dej. (14,6 %) из Lixini и *Asproparthenis* Gozis (10,9 %) из Cleonini. Род *Stephanocleonus* Motsch. в подсемействе Lixinae занимает особое место по числу видов и характеру распространения, но в фауне исследуемой территории составляет только 7,3 %. Это вызвано тем, что *Stephanocleonus* приурочен преимущественно к островным степям. *Lixus paraplecticus* L., *L. iridis* Ol. и *Cleonis pigra* Scop. отмечены во всех природных зонах Западной Сибири, кроме тундры и лесотундры. В тундре и лесотундре жуки-долгоносики подсемейства Lixinae не были отмечены.

Из дендрограммы (рис. 1) следует, что ликсины разделились на два основных фаунистических кластера. Первый кластер образуют фауны тайги, мелколиственных лесов и северной лесостепи. Во второй кластер входят фауны южной лесостепи и степи. Коэффициент различия (Kp) между ними составил 0,20 (25 общих видов). Число видов от тайги и мелколиственных лесов возрастает к лесостепи в 4 раза, и затем в степях возрастает в 1,5 раза. В фауне степной зоны Западной Сибири подсемейство Lixinae представлено 46 видами. В тайге, мелколиственных лесах и в лесостепях доля видов Lixini и Cleonini примерно одинакова, а в степях на долю Cleonini приходится 61 % от общего числа выявленных видов. Такое распределение вызвано тем, что долгоносики данного подсемейства связаны с определенными видами растений. Увеличение числа видов Cleonini в фауне

степей происходит из-за увеличения аридности, поэтому они характерные обитатели степей и пустынь.



**Рисунок 1 – Дендрограмма фаунистического сходства жуков-долгоносиков *Lixinae* степей Южного Урала и Сибири**

Первый кластер разделился на 2 группы: первую, куда входит таежная фауна, и вторую, куда входят фауна мелколиственных лесов и северной лесостепи. Коэффициент различия между ними составил 0,07 (6 общих видов).

Второй кластер, в свою очередь, разделился на две группы. Первая включает в себя комплексы ликсин южной лесостепи и северной степи. Во вторую группу отошла фауна южной степи. Между ними коэффициент различия составил 0,15 (31 общих видов). Отличие между этими группами связано с тем, что в южной степи происходит увеличение числа видов более аридных местообитаний, в 2 раза по сравнению с северной степью и в 4 раза – с южной лесостепью. Фауны южной лесостепи и северной степи объединяются в одну группу в результате сходства условий местообитаний. Показатель сходства между данными фаунами составил 0,11 (26 общих видов).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Легалов А.А. Широтно-зональное распределение жуков-долгоносиков (*Coleoptera*, *Curculionidae*) равнин Западной Сибири, Казахстана и Средней Азии. Автореф. дис...канд. биол. наук. Новосибирск. 1998. 18 с.

2. Опанасенко Ф.И. Долгоносики подсемейства Cleoninae в фауне юга Западной Сибири // Вредные организмы культурных растений. Новосибирск. 1990. С. 66-72.
3. Тер-Минасян М. Е. Жуки-долгоносики подсемейства Cleoninae Фауны СССР (триба Lixini). Л.: Изд-во «Наука», Ленинградское отд-ние. 1967. 140 с.
4. Тер-Минасян М. Е. Жуки-долгоносики подсемейства Cleoninae Фауны СССР: Корневые долгоносики. Л.: Изд-во «Наука», Ленинградское отд-ние. 1988. 234 с.

## У BOSMINIDAE САМЫЙ ПРИМИТИВНЫЙ СРЕДИ ANOMORODA (CLADOCERA, CRUSTACEA) ЭФИПИЙ

**А. В. Макрушин**

*Институт биологии внутренних вод РАН, Ярославской обл., пос. Борок (Россия)*

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

Адаптация к среде обитания – одна из актуальных проблем биологии. Предки Cladocera, выйдя из моря, постепенно приспосабливались к жизни в континентальных водоемах со все более изменчивым режимом. Луги, режим которых наиболее неустойчив, ими были заселены в последнюю очередь. У разных Anomoroda степень приспособленности к непостоянству условий неодинакова. Меньше, чем у представителей других семейств, она у Bosminidae, которые, как отмечает Ю.Л. Шкорбатов [4], в лужах не встречаются. Зато у Bosminidae еще не полностью утрачена способность жить в среде, из которой вышли их общие с Anomoroda предки – в море (Bosminidae населяют Балтийское и Северное моря). Цель статьи – обсудить, чем обусловлены эти отличия Bosminidae от других Anomoroda в распространении по типам водоемов.

Размножение с помощью двух категорий яиц (латентных и субитанных) – приспособление к непостоянству среды. Оно независимо возникло в разных типах и классах беспозвоночных при вселении их из моря в континентальные воды. У большинства Anomoroda – Daphniidae, Moinidae, Chydoroidae и Macrothricidae – несходство латентных и субитанных яиц в структуре желтка велико. Но можно думать, что у далеких морских предков Anomoroda, как и у современных первичноморских видов, разделения яиц на две категории не было. Возникновению этого разделения предшествовало появление сперва небольших различий между латентными и субитанными яйцами. Именно на этом, начальном, этапе эволюции воспроизводительной системы находятся Bosminidae [2].

Эфиписий – тоже приспособление к изменчивости режима континентальных водоемов. Виды, латентные яйца которых эфиписием не защи-

щены (*Polyphemoidea*, *Sidoidea* и *Harporoda*), составляют основу фауны *Cladocera* эстуариев и Мирового океана. В континентальных же водах они, хотя и достигают часто большой численности, но в целом все вместе играют меньшую роль, чем *Anomopoda*, откладывающие яйца в эфиппии. Причем в лужах из *Anomopoda* наиболее часто встречаются *Daphniidae* и *Moinidae*, эфиппий которых наиболее специализирован. Видимо, совершенствование эфиппия повышало приспособленность к обитанию в непостоянных условиях [1]. У *Bosminidae* эфиппий находится на ранних этапах формирования. Он непигментирован и мало отличается от обычного хитина, сбрасываемого партеногенетической самкой [3].

Примитивность эфиппия *Bosminidae* становится особенно явной при сравнении процессов вылупления из находящегося в нем латентного яйца у представителей этого семейства и других *Anomopoda*. У *Daphniidae*, *Moinidae*, *Chydoroidae* и *Macrothricidae* замок, находящийся в дорзальной части эфиппия, прижимает створки эфиппия друг к другу. Выйти из замкнутого пространства эфиппия завершивший развитие рачок может лишь благодаря тому, что перед его вылуплением под оболочку яйца поступает в большом количестве вода. Вследствие этого оболочка растягивается, яйцо сильно увеличивается, раздвигает створки эфиппия и вываливается из него. Эта адаптация, возникшая в результате совершенствования защитной функции эфиппия, у *Bosminidae* отсутствует. У них замок не прижимает створки эфиппия друг к другу и эфиппий не служит препятствием для освобождения готовой родиться молодежи. Вылупление из латентного яйца у *Bosminidae* происходит так же, как у *Cladocera*, откладывающих латентные яйца без эфиппия (*Polyphemoidea*, *Sidoidea* и *Harporoda*), т. е. без резкого увеличения объема яйца перед выходом из него новорожденного рачка [3].

Таким образом, у *Bosminidae* две адаптации, обеспечивающие приспособленность к изменчивому режиму континентальных водоемов, несовершенны. По степени продвинутой воспроизводительной системы *Bosminidae* близки к предкам *Daphniidae*, *Moinidae*, *Chydoroidae* и *Macrothricidae*. Возможно, потому и в своем распространении по типам водоемов они находятся на этапе, давно пройденном ими.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макрушин А.В. Адаптации первичноводных беспозвоночных к обитанию в континентальных водоемах (на примере *Cladocera*) // Журн. общ. биологии. 1979. Т. 40. №5. С. 698-705.
2. Макрушин А.В. Ангидробиоз и эволюция структуры желтка латентных яиц *Cladocera* (Crustacea) // Зоол. журн. 1980. Т. 59. №3. С. 368-374.
3. Макрушин А.В. Устойчивость к высушиванию латентных яиц *Bosminidae* (*Cladocera*, Crustacea) и их реактивация // Зоол. журн. 1989. Т. 68. №10. С. 132-134.
4. Шкорбатов Ю.Л. Очерк фауны жаброногих ракообразных временных водоемов // Тр. Ин-та биологии Харьковск. ун-та. 1950. Т. 14-15. С. 241-250.

## О ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБУСЛОВЛЕННОСТИ ЭМБРИОНАЛЬНОЙ ДИАПАУЗЫ У ПЕРВИЧНОВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

**А. В. Макрушин**

*Институт биологии внутренних вод РАН, Ярославской обл., пос. Борок (Россия)*

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

Беспозвоночным, пребывающим во время неблагоприятного сезона в диапаузе важно с наступлением благоприятного сезона как можно быстрее перейти к использованию ресурсов среды. Задержка грозит тем, что экологическая ниша будет занята другими животными. Виды, способные сразу после реактивации приступить к питанию и размножению, имеют преимущество в борьбе за существование перед видами, находившимися в состоянии покоя на одной из стадий эмбриогенеза и вынужденными после улучшения среды обитания тратить время на завершение своего развития. Почему же тогда так широко у первичноводных беспозвоночных распространена эмбриональная диапауза? Обсуждению этого вопроса посвящена статья.

Эмбриональная диапауза наиболее характерна для примитивных беспозвоночных. Диапаузирующие ранние эмбрионы у них формируются либо из соматических клеток (геммулы губок, подоцисты стрекающих, статобласты мшанок, покоящиеся почки внутриворончатых и асцидий), либо из зиготы (латентные яйца гидр, турбеллярий, коловраток, ракообразных). По мере движения вверх по филогенетической лестнице покой переносится на постнатальные стадии онтогенеза. Но это «взросление» покоящихся стадий обусловлено не только высотой организации вида, но и какими-то другими неясными причинами, т.к. в разных филогенетических линиях оно происходит при разной высоте организации. Так, в покой во взрослом или личиночном состоянии впадают коловратки *Vdelloidea*, ракообразные *Cyclopoidea* и *Ostracoda*, нематоды и олигохеты, т.е. беспозвоночные довольно примитивные. А у некоторых насекомых (высокоорганизованных животных) диапауза эмбриональная. Наличие связи между высотой организации вида и стадией онтогенеза, на которой особь переживает в состоянии покоя неблагоприятный сезон, становится очевидным, если сравнить самых примитивных *Metazoa* и самых высокоорганизованных из них. У последних (амфибий, рептилий, млекопитающих) спячка наблюдается лишь на постнатальных этапах онтогенеза. (Эмбриональная диапауза млекопитающих не относится к обсуждаемому вопросу, т.к. приспособление к среде обитания находящегося в матке диапаузирующего зародыша осуществляется за счет работы физиологической системы не его самого, а матери).

Дианауза, как и спячка, регулируемые организмом состояния. Регуляторная физиологическая система организма – это совокупность его связей, прямых и обратных, между дифференцированными в разных направлениях клетками, между тканями и между органами. Любые взаимодействия вне зависимости от их сущности требуют энергозатрат. В ходе развития число типов клеток в организме увеличивается. Это ведет к увеличению числа внутриорганизменных связей и затрачиваемой на них энергии. Поэтому дианауза на ранних этапах эмбриогенеза, когда число типов клеток еще невелико, требует меньших энергозатрат, чем дианауза во взрослом состоянии.

Эволюция имела энергетическую направленность. Энергетические возможности организма с повышением уровня его организации увеличивались, а резерв свободной энергии на единицу массы тела возрастал. У примитивных беспозвоночных мощность метаболизма еще низкая [1–4]. Они при ухудшении среды, когда их метаболизм действием повреждающих факторов нарушен, не могут осуществлять все внутриорганизменные связи взрослой особи. Вследствие низкой энерговооруженности они вынуждены во время неблагоприятного для жизни сезона уменьшать число этих связей, т.е. дианаузывать на эмбриональных стадиях, хотя это и снижает их конкурентоспособность. Возможность усложнения покоящихся стадий, их «взросления», появляется в ходе эволюции по мере совершенствования организации особи и возрастания в связи с этим ее энерговооруженности. Эта возможность реализуется отбором ввиду тех преимуществ, которые получает особь, раньше других приступающая в начале благоприятного сезона к утилизации ресурсов среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бердников В.А. Экология и прогресс. Новосибирск. Наука. 1991. 188 с.
2. Зотин А.И. Криволицкий Д.А. Скорость и направление эволюционного прогресса организмов // Журн. общ. биологии. 1982. Т. 43. №1. С. 3-13.
3. Маленков А.Г. Гомеостаз и конвариантная редупликация (об основах теоретической биологии) // Онтогенез, эволюция, биосфера. 1989. М.: Наука. С. 30-44.
4. Озернюк Н.Д. Механизмы адаптаций. 1992. М.: Наука. 272 с.

## ВЛИЯНИЕ КРАЙНЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СРЕДЫ В ЛУЖАХ НА *MOINA MACROCORA* (CLADOCERA, CRUSTACEA)

**А. В. Макрушин**

*Институт биологии внутренних вод РАН, 152742 Борок Ярославской обл.*

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

Моина *Moina macrocora* населяет лужи, где жизнь возможна из-за резких колебаний среды для очень немногих видов. Совсем ли безболезненно она переносит быстрые изменения? Для ответа на этот вопрос обследовалось состояние яичников партеногенетических и гамогенетических самок из трех луж на проселочной дороге в окрестностях пос. Борок Ярославской обл. Материал собирался, когда рачки были многочисленны, а выводковые сумки партеногенетических самок заполнены развивающимися зародышами. Применялась гистологическая методика. Даты сбора материала и количество обследованных особей приведены в таблице.

У части (от 7% до 33%) партеногенетических самок наблюдался распад ооцитов старшей генерации (табл. 1).

**Таблица 1 – Соотношение между партеногенетическими самками *Moina macrocora* с нарушенным и ненарушенным оогенезом**

Даты	№№ луж	Количество		Доля особей с распадающимися ооцитами, %
		обследованных особей	особей с распадающимися ооцитами	
31 мая	1	36	12	33
	2	103	26	25
5 июня	1	89	20	22
	2	128	25	20
	3	82	10	12
8 июня	1	22	7	32
10 июня	3	45	9	20
15 июня	1	30	5	17
1 июля	1	45	11	24
13 июля	2	52	11	21
31 июля	1	189	30	16
	2	44	3	7

Среди гамогенетических самок особей с распадающимися яйцеклетками не обнаружено. Видимо, когда скорость изменений среды в лужах превышала приспособительные возможности рачков, их метаболизм нарушался, возникало состояние энергетической недостаточности и это приводило к невозможности продолжения оогенеза. Таким образом, приспособительные механизмы у моины, хотя и обеспечивают благополучие популяции в лужах, но работают в условиях крайней изменчивости среды обитания со срывами. Вселившись из постоянных водоемов во временные,

моина не совсем еще приспособилась к жизни в них. Нарушения хода оогенеза у партеногенетических самок – это плата за жизнь в среде, почти свободной от конкурентов. Гамогенетические самки устойчивее партеногенетических.

## **САМКИ MOINA MACROSCOPA (CLADOCERA, CRUSTACEA) УМИРАЮТ МОЛОДЫМИ**

**А. В. Макрушин**

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

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

Естественное прекращение онтогенеза (смерть от старости) является адаптацией, позволяющей виду приспособливаться к изменениям среды. Чем жизнь короче, тем приспособление может идти быстрее. У млекопитающих перед смертью наступает пострепродуктивный период, когда размножение особи из-за разрушения ее воспроизводительной системы невозможно. Целью этой работы было выяснить, имеется ли в онтогенезе моины *Moina macroscopa* (Cladocera, Crustacea) пострепродуктивный период.

Для этого были обследованы с помощью гистологической методики умершие естественной смертью партеногенетические самки. Сбор рачков проводился 6 и 8 мая в луже на проселочной дороге в окрестностях пос. Борок Ярославской обл. В лужу погружалась 3-литровая банка, так чтобы рой моин с поверхности перетек в нее. Затем банка, чтобы избежать изменения температуры воды в ней, ставилась на дно лужи. Ежечасно со дна банки собирались умершие рачки. Прежде чем вести наблюдения в природе, была оценена продолжительность жизни моин в лаборатории. Для этого новорожденные партеногенетические самки в возрасте 5 часов и младше рассаживались поодиночке в 10 мл стаканчики. опыты велись в термостате в темноте. Вода в стаканчиках менялась ежедневно. Корм – взвесь продажных пекарских дрожжей 0,2 г сырого веса на литр. Нарождавшаяся молодь из стаканчиков отсаживалась.

В третьей строчке таблицы показано количество рачков в начале опытов. Приведенные величины продолжительности жизни моины примерно соответствуют литературным данным [1]. Поскольку жизнь моин коротка (табл. 1), а плотность популяции их в луже была большая, естественная смерть в банке была частым явлением.

За 15 часов наблюдения в течение 2 дней было собрано 66 свежих, еще розовых, трупиков. У большинства их яйцеклетки старшей генерации

были на стадии роста, близкой к заключительной, а выводковые сумки наполнены партеногенетическими зародышами.

**Таблица 1 – Продолжительность жизни партеногенетических самок *Moina macrocора***

Возраст моин (дни)	Количество оставшихся в живых моин			
	21°C	26°C	32°C	36°C
0	379	397	398	408
1	364	397	395	371
2	358	393	353	223
3	354	382	264	105
4	323	350	116	38
5	286	297	21	14
6	214	194	2	2
7	148	105	0	1
8	103	63		1
9	73	33		0
10	48	17		
11	24	10		
12	12	1		
13	7	1		
14	4	0		
15	1			
16	0			

Если бы рачки не умерли, то вскоре у них произошло бы рождение молоди, линька и переход очередной порции субитанных яиц из яичников в выводковую сумку. Таким образом, у моины пострепродуктивный период в онтогенезе отсутствует. Смерть у них наступает до утраты способности размножаться. Сокращение продолжительности жизни путем ее прерывания во время репродуктивного периода имеет приспособительное значение. Условия обитания в лужах очень изменчивы. Чтобы выжить в них, требуются быстрые генетические изменения в популяции. Короткая жизнь в непостоянных условиях более выгодна, чем длинная. Она позволяет в единицу времени смениться большему числу поколений, что дает группе больше шансов в достаточно короткое время путем естественного отбора приспособиться к среде.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галеева Т. И., Попов Е. П. Сравнительная оценка репродуктивных свойств экотипов *Moina macrocора* Straus // Совершенствование методов разведения и селекции рыб на теплых водах. Л.: Гос. н.-и. ин-т озерного и речного рыбного хозяйства, 1982. Вып. 187. С. 209-218.

## СОСТАВ ЛИПИДОВ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПЕДАЛЬНОЙ МЫШЦЫ ДВУХ ВИДОВ МОРСКИХ ГАСТРОПОД

Е. С. Аракелова<sup>1</sup>, М. А. Чеботарева<sup>2</sup>, С. А. Забелинский<sup>2</sup>,  
Е. П. Шуколюкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург (Россия)

<sup>2</sup>Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург (Россия)

E-mail: [gambar@EA3784.spb.edu](mailto:gambar@EA3784.spb.edu)

Об активности, как важном факторе, определяющем уровень энергетического метаболизма у рыб и моллюсков, многократно упоминалось в литературе. У моллюсков, как и у рыб, переход к подвижному образу жизни сопровождается возрастанием скорости обменных процессов. В гораздо меньшей степени присутствуют в литературе данные о влиянии двигательной активности на состав жирных кислот (ЖК) в фосфолипидах у моллюсков.

В данной работе жирно-кислотный состав липидов и фосфолипидов у моллюсков, принадлежащих к разным экологическим группам, рассматривается в связи с особенностями их экологии и физиологии, а именно со средой обитания и двигательной активностью, связанной с типом питания. На основе сравнительного анализа липидного состава pedalной мышцы обсуждается связь между двигательной активностью брюхоногих моллюсков и жирно-кислотным составом фосфолипидов в составе общих фосфолипидов.

Материалом для исследования были морские переднежаберные моллюски из Белого моря *Littorina littorea* и *Buccinum undatum*. Для биохимического анализа брались ткани pedalной мышцы (ноги) у половозрелых особей, близких по размеру. Образцы отпрепарированных тканей у нескольких особей объединялись и фиксировались в 5 мл смеси метанола и хлороформа (1:1). Общие липиды экстрагировали из гомогената ткани стандартным методом [1], а отдельные фосфолипиды (ФЛ) выделяли методом двумерной хроматографии на силикагеле в системе растворителей. Выделенные ФЛ подвергали щелочному метанолизу, и жирные кислоты в виде их метиловых эфиров разделяли методом газо-жидкостной хроматографии. Различия между опытными результатами и контрольными оценивались количественно по процентному их соотношению.

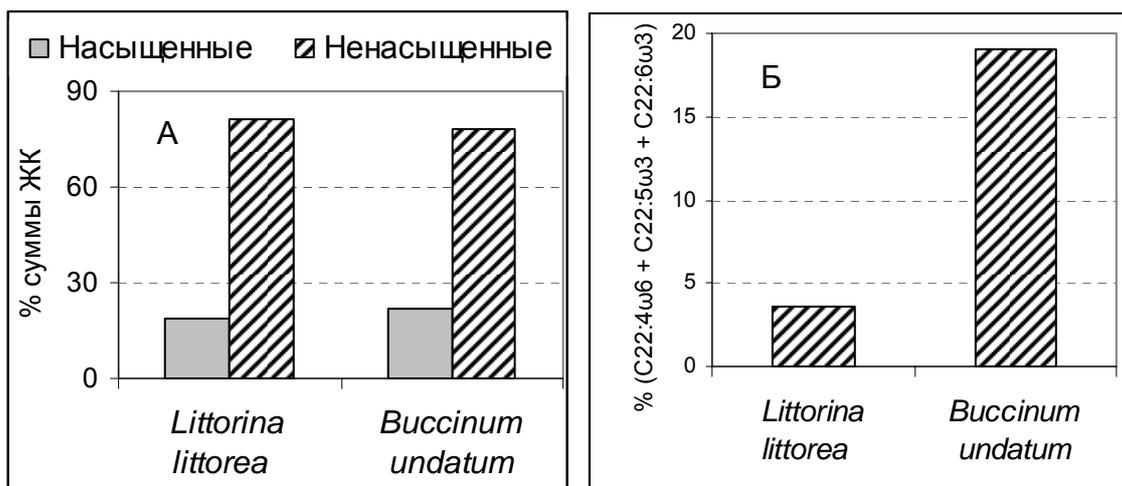
Широко распространенный бореальный вид *Buccinum undatum*, известный под названием «трубач», преимущественно обитает на глубинах от 5 до 30 м. В Белом море половой зрелости достигают на 4 год жизни при высоте раковины 42 – 50 мм. Питается детритом животного происхождения и хищничает [2]. Встречаемость *B. undatum* на литорали возможна

у самой нижней ее границы, поскольку эти моллюски плохо переносят пребывание на воздухе.

*Littorina littorea* обитает на низких горизонтах прибойной зоны и в верхней сублиторали. Широкое географическое распространение и внутривидовая изменчивость литорин свидетельствует об успешной адаптации этих видов к локальным условиям. По типу питания - растительноядные, но потребляют также детрит разного происхождения. Сезонное понижение температуры среды обитания по-разному сказывается на обитателях разных горизонтов литорали. Литорины должны обладать естественным антифризом, а именно полиненасыщенными жирными кислотами в составе фосфолипидов в количестве, необходимом для сохранения функциональной активности клеток при понижении температуры в пограничной с замерзанием зоне. Хищные моллюски *B. undatum* живут на глубине, где температурные условия более стабильны. Очевидно, что в ряду сравниваемых моллюсков наиболее уязвимыми в температурном отношении являются *L. littorea*, наименее - *B. undatum*.

Общие фосфолипиды pedalной мышцы у моллюсков по составу, в общем, схожи, однако, имеют некоторые отличия, которые отражены, главным образом, в количественном содержании стеариновой C18:0, эйкозеновой C20:1, арахидоновой C20:4 $\omega$ 6 и длинноцепочечных полиненасыщенных C22 жирных кислот (ПНЖК). В результате, более высокое соотношение насыщенных и ненасыщенных ЖК получено для хищного моллюска (0.28), что указывает на меньшее содержание ненасыщенных кислот по сравнению с *L. littorea* (Рис. 1А), хотя общее количество C22 ЖК у них в 5.5 раз выше, чем у литорины (Рис. 1Б). Суммарное содержание насыщенных ЖК в фосфолипидах педали у *B. undatum* выше за счет лишь стеариновой кислоты C18:0, которая является предшественником моноеновых кислот и в 1.5 раза превышает ее содержание у *L. littorea*. Количество же эйкозеновой C20:1 во столько же раз выше в фосфолипидах педали *L. littorea*. Известно, что изменение липидного состава меняет свойства мембран и, соответственно, среду связанных с мембраной белков: полиненасыщенность мембран увеличивает, а мононенасыщенность снижает активность мембранных протеинов [3]. Возможно, данный состав ЖК педали у моллюсков наилучшим образом отвечает особым свойствам гладкой мышечной ткани ноги моллюсков – медленному сокращению и пребыванию в сокращенном состоянии длительное время и с минимальными затратами энергии.

По показателям суммарных характеристик ЖК, таких как соотношения  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 кислот, оба вида имеют значительное преобладание  $\omega$ 3- кислот, снижающих вязкость мембран. Однако, у литорин ( $\omega$ 3/ $\omega$ 6 = 2) оно наблюдается за счет высокого содержания в фосфолипидах эйкозапентаеновой ЖК, а у *B. undatum* к высокому ее содержанию добавляются длинноцепочечные ПНЖК.



**Рисунок 1 – Соотношение насыщенных и ненасыщенных ЖК в ФЛ педали (А); суммарное количество С22- ПНЖК в ФЛ педали моллюсков (Б)**

В целом, комплексное воздействие биотических и абиотических факторов на состав липидов затрудняет использование жирно-кислотных характеристик в качестве показателей, определяющих степень двигательной активности. Исключением является существенно большее количество ЖК с числом атомов углерода более 20 у морского хищника по сравнению с литориной. Предполагается, что присутствие их в фосфолипидах педали связано с большей двигательной активностью хищника по сравнению с литориной, которая дважды за сутки переживает отлив прикрепленной к субстрату или в илу, оставаясь неподвижной. Выявление связи между особенностями липидного состава и экологией моллюсков внесет большую ясность в понимание эволюции адаптационных механизмов, позволяющих осваивать разные местообитания.

*Работа поддержана грантом РФФИ НШ-5577.2006.4*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Folch J., Lees M., Sloan-Stenley G. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // *J. Biol. Chem.* 1957. V. 226. P. 497–509.
2. Голиков А.Н. Фауна СССР. Моллюски. Т.5, вып.2. Ленинград «Наука». 1980. 508с.
3. Else P. L., Turner N., Hulbert A. J. The Evolution of Endothermy: Role for Membranes and Molecular Activity // *Physiol. Biochem. Zool.* 2004. V. 77(6). P. 950-958.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ, ОХРАНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ АРКТИЧЕСКИХ ВОД РОССИИ

**Г. Н. Огнетов**

*Северный филиал Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Архангельск (Россия)*

*E-mail: ognetov@sevpinro.ru*

Среди систем Мирового океана Арктическая система издавна привлекала внимание исследователей как малоизученная территория, которая характеризуется определенным составом живого населения. Составной частью фаунистического комплекса Арктической системы являются морские млекопитающие, которые взаимодействуют с человеком на протяжении многих веков. Такие длительные взаимоотношения в условиях отмечаемого глобального потепления, осуществления рыболовства и судоходства, а в последние десятилетия активного освоения шельфовой зоны арктических морей – расширения строительства и эксплуатации нефтегазовых сооружений, привели к обострению экологической обстановки в среде обитания млекопитающих. В этой связи все большее развитие получает изучение и сохранение биоразнообразия, использование ресурсов. Эта проблема предполагает необходимость проведения ряда мероприятий: инвентаризации и оценки видового разнообразия, его обилия; осуществления мониторинговых работ при выработке стратегии устойчивого использования ресурсов, что заключается в переходе от механизма распределения и изъятия к механизму управления ресурсами; осуществления охраны не только самих животных, но и среды их обитания. Важной составной частью данной проблемы служит и создание региональных Красных книг.

Территория российской Арктики площадью свыше 4,5 млн. км<sup>2</sup> является местом обитания многих видов млекопитающих. Биологическое разнообразие млекопитающих арктических вод России, включая не только постоянных и временных обитателей, но и случайных гостей, включает 29 видов, которые встречаются или могут встречаться в период открытой воды. Это 20 представителей отряда *Cetacea* и 9 представителей отряда *Pinnipedia*, принадлежащих к 9 семействам и 22 родам [1]. Основным элементом сохранения видов, согласно Конвенции о биологическом разнообразии, выбран территориальный принцип. Базируясь на этом принципе, мы должны рассматривать все процессы, связанные с изучением, охраной и использованием млекопитающих конкретного моря. Оценка биологического разнообразия млекопитающих в арктических морях вопрос сложный. Во-первых, каждый вид представляет собой некую обособленную биологическую систему со специфичным местом обитания, продуктивностью и

скоростью обновления популяций, а также со многими другими специфическими биологическими свойствами [2]. Во-вторых, видовой состав и численность каждого вида определяются функционированием конкретной экосистемы водоема через формирование и функционирование биотической цепи - морские млекопитающие – ихтиофауна – зоопланктон – фитопланктон [3]. В-третьих, каждое из арктических морей имеет свои индивидуальные особенности, как в истории своего развития, так и в дальнейшем развитии – в условиях меняющейся природной среды [4]. Тем не менее, положительные результаты в этом направлении имеются. В частности, нами [5] выполнена оценка обилия фоновых видов – кольчатой нерпы в отдельно взятых морях, общая численность которой в морях российской Арктики определена в 600 тыс. особей. Наиболее серьезной причиной изменения биологического разнообразия считаются климатические изменения. Анализируя ход изменений климата, следует отметить, что отмечаемое потепление в Арктике ведет к сокращению площади ледового покрова в морях. Эти изменения могут привести к заметным перестройкам в жизни млекопитающих, включая состояние кормовой базы, видовой состава, экологических параметров, демографических показателей. Полагают, что процесс потепления климата Арктики будет нарастать. Согласно прогнозной оценке в 21 веке [4], к концу столетнего периода усилятся изменения в экологической обстановке: возрастет с 2 до 4 месяцев продолжительность теплого времени года, кромка льдов отодвинется к северу в среднем на 100-400 км от берега, улучшатся условия навигации по Северному морскому пути. Поэтому необходимо расширение исследований по выявлению заходов млекопитающих в такие арктические моря как Баренцево и Чукотское и целесообразно хотя бы раз в 10 лет проведение инвентаризации и оценки происходящих изменений в составе биоразнообразия.

Арктические воды выполняют функцию сохранения биологического разнообразия млекопитающих, однако более детального рассмотрения требует проблема использования и охраны их запасов. Полагают, что законодательная база в Российской Федерации, регулируемая отношения в сфере использования и охраны животного мира, достаточно хорошо развита. Более детальной проработки требуют лишь вопросы гуманного отношения к животным, а также вопросы участия общественности в деятельности по охране животных [6]. Тем не менее, одна из наиболее сложных проблем охраны и устойчивого использования ресурсов морских млекопитающих – несовершенство правовой и нормативной базы, а также неэффективное использование действия федеральных законов и международных правовых документов, затрагивающих вопросы сохранения морской среды [7]. Полагают [8], что если в XXI веке мы сохраним обычную практику использования ресурсов, то окажемся в ситуации, когда все традиционные промысловые рыбы наших морей перейдут в разряд строго охраняемых видов. Это происходит уже с белыми медведями, китами, моржа-

ми, тюленями и морскими птицами. Актуальную задачу по сохранению морских биоресурсов Г.Г. Матишов [8] видит, прежде всего, в восстановлении неопределенности при разработке экосистемных прогнозов и принятии решений. При использовании ледовых форм тюленей необходимо принимать во внимание их важную роль в создании первичной биологической продуктивности. Роль тюленей в формировании первичной продуктивности проявляется в их экологии (они проделывают огромное множество отверстий во льду на больших по протяженности территориях и толщине белого припайного льда, где формируются ценные залежки) как своеобразных проводников солнечного света в подледное пространство [9].

Что касается ресурсного потенциала промысловых видов арктических морей, то они обладают достаточным для использования темпом воспроизводства. В Западной Арктике к объектам промысла отнесены гренландский тюлень беломорской популяции, кольчатая нерпа, морской заяц и белуха. В Восточной Арктике, для коренного населения Чукотки, промысловую значимость имеют тихоокеанский морж, морской заяц, нерпа, белуха. По сравнению с концом XX века современное промысловое значение морских млекопитающих в основном по экономической причине потеряло свою привлекательность, так, например, численность того же гренландского тюленя превышает один млн. особей, а из популяции в последние пять лет изымается не более 30 тыс. особей в год.

Стратегия использования ресурсов должна опираться на систему мониторинга, основанного на углублении познания различных сторон жизни и среды обитания млекопитающих, а также взаимоотношений их с другими гидробионтами. Поэтому мониторинг, как основа для установления состояния запасов и определения возможности освоения их, должен иметь регулярность во времени, комплексность и системность. Объяснения в углублении познания различных сторон жизни и взаимоотношений морских млекопитающих с другими гидробионтами находим в разработке экосистемных многовидовых моделей, основой которых служит программа «Ecopath, Ecosim» (Экопас и Экосим). Однако разработка и применение таких компьютерных программ при использовании промысловых ресурсов, вероятно, не всегда соответствует разумности их использования при сохранении динамического равновесия в экосистеме. Чаще всего такие программы нацелены на поддержание высокого вылова ценной рыбы (с высоким потребительским спросом) на произвольном интервале времени и не отражают интересы других пользователей, например, морских млекопитающих. Тем самым распространенная точка зрения, что компьютерная программа пригодна для всех промысловых объектов, слишком ограничена. Модель требует одновременно выполнения нереалистических для природной среды допущений устойчивого вылова, несоизмеримого потребительского спроса для одних объектов в ущерб другим. Заложенные в основу рационального использования морских промысловых ресурсов экоси-

темные многовидовые модели приводят к различным результатам, в соответствии с поставленной задачей и интересами исследователей. Дальнейшее развитие моделирования и использования многовидовых моделей при использовании морских биоресурсов, включая млекопитающих, в последние годы подталкивает исследователей к значительному расширению изучения в этой области. Тем более, в Конвенции о биологическом разнообразии особое внимание придается экосистемному подходу, как методу, обеспечивающему целостность восприятия природопользования каждой системы.

При охране и использовании животных важнейшим моментом является переход на популяционный уровень. Именно в этом случае можно добиться эффективных мер охраны и использования ресурсов без ущерба для популяционных систем. Для морских млекопитающих здесь возникают определенные трудности, в первую очередь связанные с выделением границ и обоснованности популяционных систем на таких огромных территориях и в силу высокой миграционной подвижности животных. Точное представление о популяционном статусе того или иного вида можно получить лишь при анализе целого комплекса критериев: численности, демографических показателей, территориального распределения, путей перемещений и других биологических свойств. Однако и в этом направлении ведутся исследования, в частности, уточнена численность и обоснован популяционный статус белухи обитающей в Баренцевом, Белом и Карском морях [10].

Для выработки мер охраны и определения степени уязвимости отдельных видов, необходимо решать вопросы, связанные с охраной мест их обитания, особенно мест воспроизводства. Полагают [11], что местам обитания репродуктивных скоплений белухи должны придать охранный статус по всей Арктике, как на региональном, так и федеральном уровне. Основанием для этого послужили многолетние исследования у о. Соловецкий (Белое море), где на лето собирается до 70-100 белух, в основном самки с детенышами. Аналогичное высказывание имеется в отношении существования зимой в Восточно-Сибирском море Великой Сибирской полыньи (предполагаемого местообитания морских млекопитающих и птиц), акватория которой сотни-первые тысячи км<sup>2</sup> связана с границами арктического континентального шельфа Евразии [12]. По мнению А.В. Яблокова [12], при организации движения по Северному морскому пути необходимо предусмотреть соответственно охрану, направленную на сохранение этой уникальной природной экосистемы. Мы не исключаем создания в Арктике сети охраняемых мест для млекопитающих как способа поддержания восстановления и сохранения ресурсов, но вряд ли, например, реально создание небольших участков для нескольких десятков и даже единиц белухи при высоком уровне численности (15-18 тыс. особей), широким ареале и высокой миграционной активности.

В особом внимании нуждаются виды, занесенные в Красные книги. Отнесение млекопитающего к категории редкого или находящегося под угрозой исчезновения вида, должно основываться, особенно для региональных Красных книг, на объективной оценке численности, знании ареала и биологических особенностей для предотвращения неизбежного субъективизма и ошибок. В категорию редких и нуждающихся в особой охране входят 14 видов (атлантический белобокий и беломордый дельфины, высоколобый бутылконос, гренландский кит, горбатый кит, морская свинья, нарвал, синий кит, серый кит, сейвал, финвал, морж, обыкновенный и серый тюлени) внесенных в Красную книгу Российской Федерации, и 3 вида включены в региональные Красные книги. Красная книга Мурманской области дополнена малым полосатиком – VI категория охраны (бионадзор), а в Красную книгу республики Саха (Якутия) включена белуха (IV охранная категория) и морской заяц (III категория). Мы полагаем, что не было достаточных оснований для внесения в Красную книгу Мурманской области малого полосатика, которому определена шестая категория – бионадзор. Такой статус можно придать любому виду млекопитающих, охваченному промыслом. Тем более, что мировые запасы этого вида оценивают в 500-700 тысяч, а в Северной Атлантике в 125 тыс. особей [13]. То же самое можно сказать в отношении внесения в Красную книгу Республики Саха (Якутия) белухи и морского зайца, имеющих промысловую значимость. Такое несоответствие при составлении региональных Красных книг можно объяснить лишь одним – отсутствием надежной и достоверной информации. В связи с чем, важной задачей на региональном уровне для внесения соответствующих корректив при составлении нового издания Красных книг, является накопление и обобщение информации по каждому виду в процессе регулярных исследований. Красная книга это своего рода юридический документ, который должен отражать фактическое состояние на конкретный период времени и способствовать сохранению и пониманию необходимости отнесения того или иного вида к редкому охраняемому статусу.

Итак, можно заключить, что моря российской Арктики выполняют функцию сохранения биологического разнообразия млекопитающих. Стратегия охраны и использования их ресурсов должна осуществляться с учетом положений вытекающих из Конвенции о биологическом разнообразии. Мониторинг редких видов должен быть построен на унифицированной основе, когда сбор данных и их анализ должны проводиться регулярно по всей стране и по стандартной схеме [14].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огнетов Г.Н. Фауна морских млекопитающих российской Арктики // Териофауна России и сопредельных территорий (VIII съезд Териологического

- общества): Материалы междунар. совещ. М.: Т-во научных изданий КМК. 2007. С. 347.
2. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М.: Мир. 1974. 460 с.
  3. Матишов Г.Г., Мишин В.Л., Ерохина Н.А., Воронцов А.В., Горяев Ю.И. Белый медведь (результаты экспедиционных работ ММБИ в Карско-Баренцевоморском бассейне в 1996-2000 гг.). Мурманск.: ООО «МИП-999». 2000. 70 с.
  4. Павлидис Ю.А., Леонтьев И.О., Никифоров С.Л., Рахольд Ф., Григорьев М.Н., Разумов С.Р., Васильев А.А. Генеральная прогнозная схема развития прибрежной зоны арктических морей Евразии в 21 веке // Океанология. 2007. Т. 47. N 1. С. 129-140.
  5. Огнетов Г.Н., Матишов Г.Г., Воронцов А.В. Кольчатая нерпа арктических морей России: распределение и оценка запасов. Мурманск.: ООО «МИП-999». 2003. 38 с.
  6. Кокоско Е.И. Правовые аспекты охраны животного мира в России // Актуальные проблемы экологии и природопользования. 2003. N 3. С. 204-208.
  7. Беликов С.Е. Подходы к управлению популяциями морских млекопитающих и белого медведя в арктическом регионе России // Морские млекопитающие Голарктики: Сб. научн. тр. СПб. 2006. С. 57-60.
  8. Матишов Г.Г. Состояние экосистем и биопродуктивность европейских морей России // Природопользование в Евро-Арктическом регионе: опыт XX века и перспективы. Апатиты: КНЦ РАН. 2004. С. 33-41.
  9. Федосеев Г.А. Популяционная биология ледовых форм тюленей и их роль в экосистеме Северной Пацифики. Магадан: МагаданНИРО. 2005. 180 с.
  10. Матишов Г.Г., Огнетов Г.Н. Белуха *Delphinapterus leucas* арктических морей России: биология, экология, охрана и использование ресурсов. Апатиты: КНЦ РАН. 2006. 295 с.
  11. Белькович В.М. Белуха Европейского Севера: новейшие исследования // Рыбное хозяйство. 2004. N 2. С. 32-34.
  12. Яблоков А.В. Что известно и что неизвестно о морских млекопитающих // Морские млекопитающие Голарктики 2002. Тез. докл. конф. М.: КМК. С. 291-292.
  13. Бородин Р.Г. Киты: меры регулирования промысла и состояние запасов. М.: ВНИРО. 1996. 208 с.
  14. Макарова О.А. Мониторинг редких видов растений и животных Мурманской области // Научно-практич. конф. «Проблемы особо охраняемых природных территорий европейского Севера» Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН. 2004. С. 204-205.

## ФОНОВЫЕ ВИДЫ ПУШНЫХ ГРЫЗУНОВ ЗАПОВЕДНИКА «ВЕРХНЕ-ТАЗОВСКИЙ»

**А. М. Пастухов**

*ГУ ГПЗ «Верхне-Тазовский», Тюменская обл., с. Красноселькуп (Россия)*

Материал был собран сотрудниками заповедника «Верхнее – Тазовский» (в дальнейшем В-ТЗ) за период с 1996 по 2005 г.г., ежегодными полевыми работами.

*Условия исследования.* Рассматриваемая территория находится на юго-востоке Ямало-Ненецкого автономного округа в северо-таежной зоне. Общие колебания температур воздуха в среднем за 10 лет составили +29<sup>0</sup> С до -50<sup>0</sup> С, безусловно, есть отклонения.

*Зима.* Продолжительность составляет 206 дней, погода неустойчивая.

*Весна.* Короткая, бурная, дождливая. Общее количество 15 весенних дней.

*Лето.* Дождливое, самые теплые месяцы июль-август, количество летних дней 92.

*Осень.* Короткая, ветреная, часто идут дожди. Количество осенних дней 49. Безморозных дней 110 – 115. Зима наступает резко и уже во второй декаде октября температура понижается до – 35<sup>0</sup> С.

Общая территория В-ТЗ 631308 га, распределение земель по категориям следующее: лесная площадь – 534955 га, в том числе покрытая лесом 522957 га, нелесная 96353 га. Основными лесообразующими породами являются хвойные – 481640 га. По породам: сосняки – 318550 га, кедр – 89055 га, лиственница – 59021 га, ель – 15014 га.

Спелые и перестойные составляют 75% от лесонасаждений. Водноболотные угодья составляют 96230 га, расположены в северной части В-ТЗ, из них болота составляют свыше 90 тыс.га.

Из фоновых грызунов пушных зверей, которые обитают на территории В-ТЗ – белка, бурундук, летяга, ондатра.

*Белка.* В пределах заповедника встречается на всей территории северо-таежной зоны. Встречаемость зверька в темнохвойных лесонасаждениях выше чем в светлохвойных. По учетным данным можно сделать вывод в темнохвойной тайге встречаемость выше 2 раза, с учетом того, что в различные сезоны года в различных угодьях численность различна. На наш взгляд, все зависит от урожая семян, то есть кормности. В осенний сезон до наступления холодов в 2004г по встречаемости зверька в светлохвойной тайге в 23 раза оказалось выше, чем в темнохвойной на 10 км маршрута. Но, уже в начале октября картина резко меняется в обратную сторону, темнохвойная тайга становится более защитной и зверек меняет в течение 15-20 дней станции обитания.

На севере Западной Сибири белка имеет летом рыже-бурую окраску туловища, зимой мех светло-серый, окраска хвоста различная, но в основном бурохвостики (95%). Линька белки весной начинается в середине апреля, но очень растянута в зависимости от условий погоды и лесонасаждения. В темнохвойной тайге не выленившихся зверьков можно встретить даже в июне. Итак, линька весной длится 2 – 2,5 месяца. Процесс линьки сильно затянута по нашим наблюдениям, возможно, зависит еще и от пола, возраста зверька. У белок живущих в светлохвойной тайге, процесс линьки «сдвинут» на 10-12 дней, нами встречены зверьки без зимнего наряда в начале июня, все зверьки в летнем наряде. Осенняя линька проходит в более сжатые сроки и к концу третьей декады октября белка полностью «одета» в серебристый цвет. По годам сезонов бывают отклонения, но в основном не значительные. Местообитания зверька нами прослежены в северной части заповедника по р.Ратте на расстоянии 70 км. Зверек предпочитает – ельники, по встречаемости 15 встреч на 10 км маршрута, за тем кедровники – 12, сосняки – 3, лиственничники – 2. «Чистых» ельников и кедровников – нет, все они встречаются в примесях с другими лесонасаждениями. Наиболее встречаемые гайна это на окраине темнохвойной тайги и светлохвойной. На берегах р.Ратты вокруг озер, болот из темнохвойной тайги (островных лесов) белка ни когда не «уходит». Исследования показали, что за последние десять лет белка держится годами, возможно молодые зверьки «уходят» в местные кочевки или миграции, но полностью зверьки из таких угодий не уходят. Разнообразие лесобразующих пород, различные станции дают стабильные, поэтому защитные условия, привлекают зверьков, и они всегда бывают занятыми. Встречаемость в сосняках в начале предзимья и зимы зверек их покидает и уходит в лесонасаждения, которые располагаются в долинах ручьев, небольших озер, распадков. Осенние наблюдения, а это вторая декада октября (наступление холодов) зверьки прекращают всякие перемещения и живут оседло.

Питание. Наблюдение на кордонах Раттовское, Язевая, расположенных в пойме р.Ратта на расстоянии 70 км, белка при встречах всегда жировала в ельниках. Было обнаружено 35 шишек еловых, семена которые белка использовала в питании. Это было 2 марта 2006г при температуре воздуха - 30°C. По сезонам года белка питается грибами, семенами хвойных, весной была встречена на березах, где из надкусанных веток слизывала сок. Первая встреча поедания грибов (подберезовик) утром 18 августа. Гон у белок в условиях севера Западной Сибири проходит в середине марта. Безусловно, это средняя дата, так как все зависит от погодных условий. В 2006г первый гон начался 3 марта, отмечали наши сотрудники. Размеры выводков при осмотре 3 гайн в 2006г соответственно 5,5; 6 бельчат. Миграции белок за последние десять лет больших не было, есть местные перекочевки, которые захватывают молодых первого помета. Расселяются по темнохвойной тайге, а местами заселяют сосняки. Их можно встретить

в несвойственных им угодьях - березняках, осинниках, лиственничных боров. Второй помет бывает, но чаще нежизнеспособный, так как осенние холодные ветра и низкие температуры неблагоприятны для бельчат и они не успевают окрепнуть к большим холодам. Поэтому они становятся добычей для хищников. По своей подвижности первый помет зверьков превосходит старых самок и самцов.

Плотность популяции в целом мы можем судить только за последние 10 лет, так как других учетных данных нет. Предельная плотность достигается в августе, когда беличье население увеличивается в несколько раз. Темнохвойная тайга – это самая оптимальная станция обитания, где нами было насчитано 30 особей на 10 км маршрутного учета. Зверьки учитывались от линии маршрута по обе стороны 100 метров. При зимнем учете (по следам) можно сказать, что каждая особь имеет «свой» определенный участок. Наблюдения показали на четырех участках белки жили всю зиму оседло (октябрь- апрель). Устройство гнезд – гайно, их бывает на одном участке до 8 штук и на разной высоте, хотя белка жила только в одном, на наш взгляд, летом белка может, находится в любом из них спасаясь и от гнуса, и от врагов.

*Бурундук.* Встречается везде, но малочисленен, предпочтение отдает сухим возвышенным местам. Излюбленные места при встречах – это валежник, по нашим наблюдениям встречи составляют в сосняках лишайниковых и зеленомощных 80%, по карточкам и инспекторов заповедника. Нет его в сырых местах. Остальные встречи в смешанных лесах, по краю гарей и березняках (20%).

Зимнюю спячку проводит в норах. В дуплах ни разу не находили. Питание, только визуально наблюдали, - ягоды, семена, кедровые орехи, весной во время сокодвижения замечали, как слизывает сок березы. Грибы употребляет- маслята, подберезовики, сыроежки любые. Сопредельной стороны охотники раскопали 22 сентября нору, ход был ее более метра с их слов, отдельная камера, где хранились отборные семена кедра и семена других растений. Общий объем их составил 2 литра.

Весенний выход зафиксирован 5 мая 2004 года из норы, но все зависит от погодных условий и склона где расположена нора. Первые выходы молодняка мы наблюдали 12 мая 2004г. Всего молодых было 4 особи. «Ходили» они не уверенно, часто «скатывались» и повисали на валежнике, они не бегали, а больше смотрели на окружающий мир. К ним подходили на 2 – 3 метра они даже не реагировали, хотя взрослая самка была рядом, которая делала короткие перебежки по валежнику и замирала. Молодые были опушены в свой мех. Суточная активность – в основном деятельны в утренние и вечерние часы. Условия погоды действуют на поведение бурундука- холод, дождливое лето, холодные ветра все это действует на поведение и хотя он везде в В-ТЗ малочисленен все -таки с какой-то условностью можно отметить его численность, по нашим встречам, визуальным

наблюдениям плотность популяции возрастает к середине августа. По всей вероятности и молодые, которым исполняется 2-2,5 месяца уже не отличаются от взрослых и поэтому мы видим чаще – зверьков. По нашим данным в благоприятных станциях – сосняки, захламленные березняки на опушках кедровых лесов, где плотность зверька составляет 1 особь на 10 га.

**Кочевки.** Расселение молодых особей в конце августа и начале сентября, которых мы чаще всего видим, принимаем за основное маточное поголовье это ни что иное, как молодые ищут себе подходящее место для проживания. Отловами бурундука мы не занимались, а только ограничиваемся наблюдениями. Враги зверька – мы относим большинство хищных зверей и птиц, а из млекопитающих – это медведь, который раскапывает норы в осеннее время. Встречено четыре раскопанных норы, из других – лисица, соболь, норка американская. Итак, от врагов гибель молодых зверьков составляет до 50% без учета гибели от инвазионных болезней, которые мы не изучали. Они, безусловно есть.

**Летяга.** Распространена по всей территории заповедника, где есть высокоствольные ели, кедры, сосны с примесью березы, осины, а так же черемухи, рябины, ольхи. Подробное описание морфологических характеристик опускаем, так как экстерьерные особенности летяги приводятся многими авторами. Осенняя линька проходит в конце августа заканчивается во второй декаде октября. В общей продолжительности около двух месяцев. Зверек оседлый живет в выбранном ельнике около ручьев, или приречных сосняках, в дуплах. При встречах за 2005 год в дуплах 75% из 30 встреч. Наши наблюдения проходили и в сосновых борах. Здесь встречены гнезда, только в дуплах естественного происхождения. Вывод по убежищам: холод, ветра выдувают все тепло из гнезд, и летяга перешла полностью на дуплянки. Питание мы наблюдали в летне-осеннее и зимнее время визуально. Еловые семена, почки ели, лиственницы, березы, ольхи наблюдали в зимнее время. В конце июля (22) мы наблюдали, как летяга питалась морошкой, а в осеннее время (сентябрь) ягоды черники, брусники, рябины повседневное питание.

**Размножение.** Мы судим только по единичным встречам, первые встречи молодых, которые ползали по деревьям были увидены 12 июля 2004 года. Если взять, что выходят они из дупла в 1,5 месячном возрасте, значит, родились в конце мая. Активность ее сдвинута на вторую половину светового дня (март-апрель) ее наблюдали ближе к сумеркам.

**Численность.** Материал по численности получен только при встречах, так как живоловушки мы не ставили на нее.

**Враги.** Хищные птицы – это мохноногий сыч, филин, ястребиная сова, из млекопитающих – соболь, лисица. Гибнут молодые от ранних холодов, которые не набрали биологического жизнеобеспечения. На сопредельной территории лесорубы находили в дуплах умерших истощенных зверьков.

Так же охотники свидетельствуют, что летяга попадает в капканы, поставленные на соболя. Общее количество невелико в заповеднике по нашим учетным данным их не более 1500 особей.

*Ондатра.* Акклиматизированный вид распространена во всех пригодных водоемах, которые имеют определенные условия – кормность, защитность и гнездопригодность. Не встречается в торфяниковых и ледникового происхождения озерах, не проживают и на быстрых речках. До организации В-ТЗ ондатра с данной территории поступила в заготовки. Если обратимся к архивным данным, то заготовки составляли 2,5 тыс. шкурок.

*Морфологическая характеристика.* Окраска меха взрослых зверьков варьирует от светло –бурой с наличием рыжего оттенка до рыжей, встречаются полные альбиносы, иногда меланисты. Линька весной проходит с началом вскрытия водоемов. Здесь все зависит от абиотических факторов.

Жилища строят исключительно в берегах, реже на болотных озерах хатки, которые от общих исследований составили менее 3%. Главное различие угодий и даже целых групп озер – это характер гидрорежима, который обуславливает экологические качества местообитания. Весенние разливы в северной части заповедника малых речушек и рек Ратты, Алоги, Покалькы – вносит изменения в численность зверька, так как сильное течение сносит далеко вниз и не каждая ондатра может вернуться назад, да и водных растений нет в быстро текущих реках и речках. В верховьях озера, где ложе озера выше над уровнем русла и не заливается – это в средней и южной части заповедника, здесь ондатра меньше подвержена кочевкам или миграциям.

Наблюдения на р.Ратта в среднем ее течении свидетельствует, что здесь не было отклонений весенне-летних разливов, верховые озера не заливаются, характер гидрорежима в водоемах существенно меняется, но незначительно, который существенно не воздействует на численность, а наоборот условия стабильности создает для роста численности зверька благоприятные. Другими словами заливаемые ондатровые угодья вносят большие изменения в численность зверька, она их просто покидает, уходит, или ее снесет течением. Начиная со средней части и до верховья рек Ратта, Алога и Покалька и их притоков и не заливаемых озер, ондатра находит круглогодичные пригодные для проживания условия. Размножение, обычно два помета, наблюдения за тремя норами, где проживали зверьки (среднее течение р.Ратта) во всех норах были молодые, так первые зверьки были замечены на воде вечером 10 июля 2005г, одна взрослая особь и четыре маленькие. Наблюдения за этой норой только подтвердили молодые - ежевечерние с 18 часов до 21 часа кормились и плавали не далеко от берега. Озеро было вытянутое, берега были не высокие, ход в нору легко просматривался, поэтому найти их было легко.

*Питание.* В В-ТЗ на всех доступных нам озерах мы насчитали 26 видов растений, которые употребляет ондатра. Главные из них: вахта трех-

лиственная, рдест маленький, сабельник болотный, ежеголовник малый, кувшинка чистобелая, малая и осоки, которых мы насчитали девять видов, водяная сосенка. Безусловно, питание не ограничивается только этими растениями. Употребляет не только растения, но и корни, корневища, а иногда только скусывает верхнюю часть растения. Общая численность по осенним учетам оценивается в 12 тыс. особей. Кроме фоновых грызунов пушных зверей в В-ТЗ имеются и маленькие грызуны. Учеты мелких млекопитающих грызунов в бассейне р.Ратта в среднем течении проведенных на 9 постоянных учетных линиях на заливном разнотравно-осоково-клеверном лугу установлено 7 видов: красная полевка 87%, водяная полевка 1.7%, красно-серая полевка 0.9%, темная полевка 0.9%, полевка экономка 6.9%, лесная мышовка 2.6 и мышь малютка в единственном экземпляре.

В системе научных исследований В –ТЗ центральное место занимают по своей значимости наблюдения, которые охватывают все сезоны года. Заповедник сравнительно молод и материал начал собираться только в последние 15 лет, особенно в последние десятилетия, так как первые пять лет проходила в основном инвентаризация и строительство на местах. В настоящее время идет накопление материала и есть уже некоторые наработки для сравнения и выявления отклонений от норм, где территории подвергаются интенсивному хозяйственному освоению в северных широтах. Поэтому роль заповедника будет только возрастать в практической направленности.

## **ПОГЛОЩЕНИЕ ИЗ СРЕДЫ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ КЛЕТКАМИ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И МИКРОВОДОРОСЛЕЙ**

**А .И. Сакевич**

*Институт гидробиологии НАН Украины, Киев (Украина)*

*E-mail: hydrobiol @ kw.ua*

Подобно бактериям фотосинтезирующие водоросли используют как источник углерода экзогенные низкомолекулярные органические вещества в том числе и карбоновые кислоты [2, 3, 4]. Считают [5], что системы транспорта водорослей отличаются от бактериальных систем главным образом конструктивной организацией и характером регуляции. По сравнению с бактериями водоросли имеют низкую избирательность к большинству органических субстратов. Известно, что пассивная проницаемость клеточных мембран в значительной степени зависит от растворимости и размеров молекул усваиваемых соединений. С повышением растворимости и уменьшением размеров молекул проницаемость клеточных мембран возрастает.

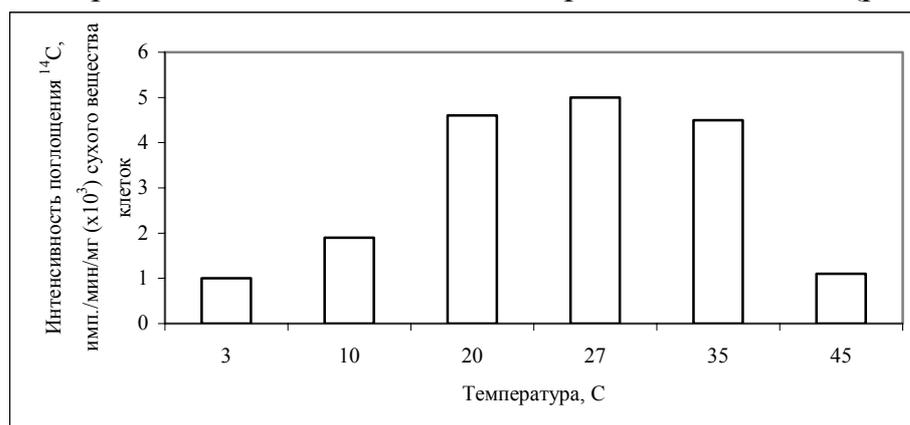
Наши опыты показали, что изменение внешних условий вызывает комплекс определенных физиологических реакций живого организма. Одним из проявлений этих реакций в водной среде является изменение направленности и интенсивности потока внеклеточных веществ, выделяемых и поглощаемых клетками цианобактерий и микроводорослей. Это в значительной мере относится к органическим кислотам, как одной из основных групп внеклеточных органических веществ наиболее активно ассимилируемых живыми клетками. Опыты, проведенные с аксенически и альгологически чистыми культурами водорослей показали, что существенной разницы в особенностях утилизации внеклеточных органических кислот при наличии и отсутствии гетеротрофных бактерий в среде нет.

Используя в опытах ряд органических кислот и их солей, меченых по углероду, установлено, что наиболее активно поглощаются клетками цианобактерий и микроводорослей уксусная кислота, несколько в меньшей мере – гликолевая, на порядок ниже – яблочная кислота и натриевая соль молочной кислоты. Исследования интенсивности поглощения этих кислот проводились параллельно с определением интенсивности прироста биомассы этих гидробионтов и их фотосинтетической активности. Она максимально проявляется в начале эксоненциальной фазы роста культур. В это время наиболее активно поглощаются из среды и органические кислоты. С увеличением плотности культуры интенсивность фотосинтеза резко уменьшалась. Уже к 5–8-м суткам, когда количество абсолютно сухого вещества клеток достигло 30–40 мг/дм<sup>3</sup>, поглощение метки Na<sub>2</sub><sup>14</sup>CO<sub>3</sub> значительно уменьшалось. При дальнейшем росте биомассы активность фотосинтеза оставалась примерно на одном уровне. Аналогично происходило изменение поглощения органических кислот. Если поглощение уксусной кислоты у *Anabaena sp.* на 2-й день опыта по активности ассимиляции метки составляло 7•10<sup>4</sup> имп/мин на 1 мг сухого вещества клеток, на 5-й эта величина уменьшилась до 3,5•10<sup>4</sup> имп/мин, то есть вдвое. В дальнейшем, при увеличении плотности культуры, ассимиляция исследуемых субстратов клетками быстро уменьшилось, достигая к 8–10-му дню 0,5–0,4•10<sup>4</sup> имп/мин. При добавлении уксусной кислоты в культуру с биомассой 60–80 мг/дм<sup>3</sup> сухого вещества утилизация кислоты была минимальной и оставалась примерно на одном уровне 0,3•10<sup>4</sup> имп/мин•мг.

Подобная картина наблюдалась и при изучении поглощения цианобактериями яблочной кислоты. На 2-й день после инокуляции ассимиляция кислоты клетками анабены была максимальной – 2•10<sup>4</sup> имп/мин•мг, а на 5-й день и в последующие дни – 0,1•10<sup>4</sup> имп/мин•мг. Из этих данных следует, что наиболее активное проявление органотрофии у цианобактерий происходит не по мере исчерпания биогенных веществ в среде, а в период наиболее активных биосинтетических процессов в клетках. При ослаблении ростовых процессов, уменьшение интенсивности фотосинтеза, органические кислоты из среды ассимилируются менее активно.

На примере аксенических культур *Anabaena sp.* и *Scenedesmus acuminatus* нами исследовалась также суточная динамика поглощения из среды органических кислот [1]. Оказалось, что она тесно связана с репродукционными процессами. Ассимиляция уксусной кислоты достигает максимальных величин у цианобактерий и водорослей во второй половине темного периода суток, оставаясь на высоком уровне в течение длительной световой экспозиции. По мере увеличения показателей среднего размера клеток культур интенсивность усвоения ими уксусной кислоты ослабевает, снижаясь до минимальных значений приблизительно к середине темного этапа. Затем наступает резкое увеличение ассимиляционной активности культур, связанные, по-видимому, с началом роста молодых клеток. Процесс ассимиляции экзогенных карбоновых кислот был наиболее активным в световых режимах, при которых прирост биомассы достигал максимальных показателей.

Экстремальные температуры, ингибирующие рост культур цианобактерий и водорослей также обуславливают ослабление интенсивности усвоения этими гидробионтами внеклеточных карбоновых кислот (рис. 1).



**Рисунок 1 - Интенсивность поглощения уксусной кислоты клетками аксенической культуры *Anabaena variabilis* при разных температурных режимах**

При сопоставлении величин накопления и поглощения некоторых органических кислот можно заключить, что гликолевая кислота в максимальном количестве экскретируется водорослями в период наиболее интенсивного фотосинтеза при освещении близкому к оптимальному, так как в этот период она не только содержится в среде в наибольших концентрациях, но и наиболее активно поглощается клетками. В темноте гликолевая кислота мало экскретируется в среду и также мало из нее ассимилируется.

Следовательно, гликолевая кислота, как продукт прижизненных выделений клеток синтезируется ими, экскретируется в воду и ассимилируется из нее в наибольшем количестве на свету в период интенсивного роста биомассы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусейнова В.П., Сакевич А.И. Углеводороды клеточных оболочек пресноводных водорослей и некоторые аспекты их экологического метаболизма // Гидробиол. журн. 2007. № 4. С. 62–75.
2. Кузьменко М.И. Миксотрофизм синезеленых водорослей и его экологическое значение. – Киев: Наук. думка. 1981. – 211 с.
3. Сакевич А.И. Экзометаболиты пресноводных водорослей. – Киев: Наук. думка. 1985. – 200 с.
4. Hellebust J. Extracellular products // *Algal Physiology and Biochemistry*. – Oxford o.a. 1974. P. 838–863.
5. Kornberg H.L. Leewenhock lecture, 1972. Carbohydrate transport by microorganisms. *Proc. Roy. Soc. London B*. 1973. 183. № 1071. P. 105–123.

## ФАКТОРЫ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭКЗОМЕТАБОЛИТОВ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

**О. М. Усенко, А. И. Сакевич**

*Институт гидробиологии НАН Украины, Киев (Украина)*

*E-mail: hydrobiol @ kw.ua*

В процессе жизнедеятельности цианобактерий, а также после распада их органических структур в воду попадают различные химические соединения, в том числе и обладающих высокой биологической активностью [1, 3]. Они способны стимулировать или подавлять физиологические процессы гидробионтов и тем самым, наряду с другими экологическими факторами, влиять на функционирование гидробиоценозов [1, 2]. К этой группе внеклеточных выделений цианобактерий возбудителей «цветения» воды можно отнести и токсические вещества, которые выделяются клетками или образуются из посмертных превращений их структур [4]. Метаболиты такого типа помогают виду выжить в борьбе с антагонистическими формами, служат для захвата и удерживания ареала, выполняют функцию «биологического оружия». Другая часть экзометаболитов является основой межорганизменных трофических связей гидробионтов. Это постоянный дополнительный, а зачастую и единственный источник углерода и энергии в жизненном цикле цианобактерий.

При массовом развитии в евтрофных водоемах отдельных видов цианобактерий их экзометаболиты существенно влияют на санитарно-гигиенические показатели качества воды, в частности придавая ей своеобразные запахи и привкусы, что вызывает помехи в работе водопроводных систем, питающихся водой из «цветущих» водоемов. В некоторых случаях продукты жизнедеятельности этих гидробионтов могут быть причиной ги-

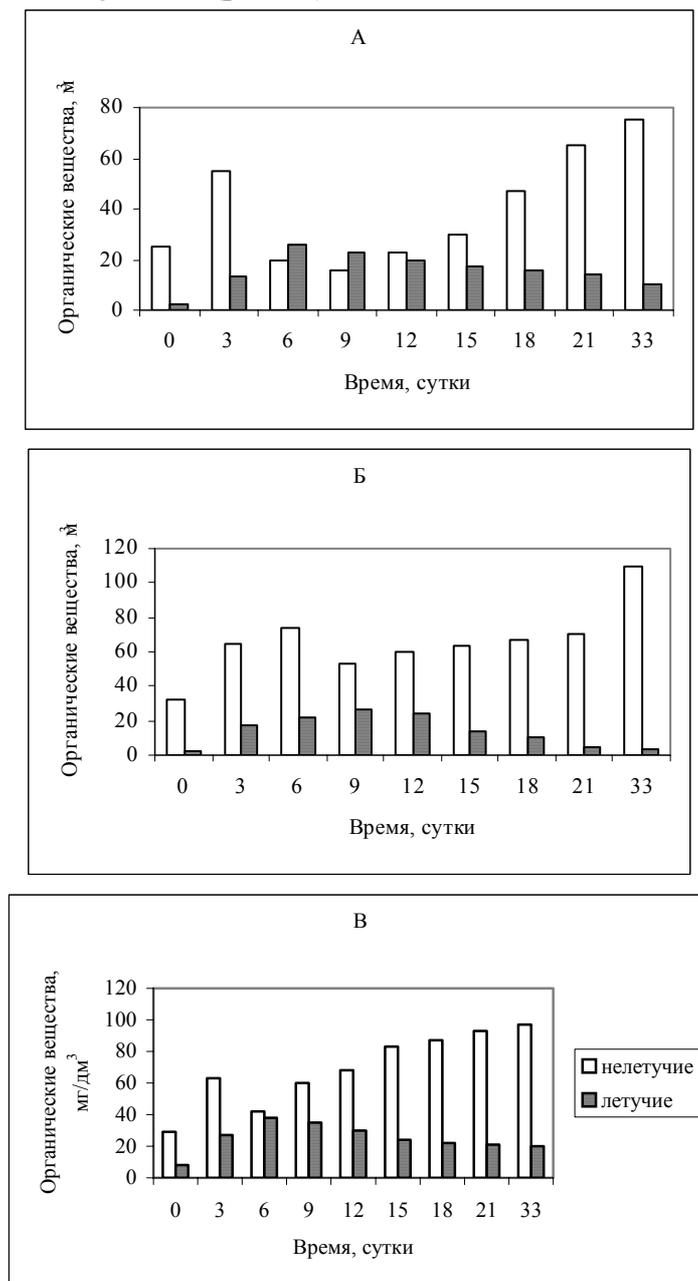
бели рыб, создают условия при которых водоемы становятся малопригодными для рекреационного использования.

Экспериментально на примере культур некоторых видов цианобактерий доказано, что интенсивность продуцирования экзометаболических веществ этими организмами находится в обратной зависимости от удельной скорости роста клеточного органического вещества. Субоптимальные и надоптимальные экологические факторы, ингибирующие физиологическую активность цианобактерий, способствует увеличению интенсивности накопления внеклеточных растворенных органических веществ (РОВ). Их качественный состав изменяется в зависимости от функциональной активности продуктов экзометаболизма. Состав выделений многокомпонентный с доминированием отдельных веществ. Среди низкомолекулярных экзометаболических веществ чаще всего обнаруживаются органические кислоты, аминокислоты, терпены, алкены, диены, триены, амины, фенолы, индолы, соединения содержащие карбонильные и спиртовые радикалы, липиды, низкомолекулярные сахара, алкалоиды.

Концентрация экзометаболических веществ цианобактерий изменяется в течение суток. Эти колебания обусловлены ритмикой роста, фотосинтеза и репродукционных процессов этих гидробионтов. Перед началом размножения, в часы уменьшения темпов удельной скорости роста биомассы, когда экскреция превышает ассимиляцию РОВ среды, содержание экзометаболических веществ увеличивается. С началом роста молодых клеток превалирует реутилизация внеклеточных низкомолекулярных соединений над экскрецией, вследствие чего содержание РОВ в воде уменьшается.

В период наиболее высокой метаболической активности цианобактерий, для их внеклеточных выделений наиболее характерными являются органические кислоты – продукты окислительной диссимилиации сахаров и жиров. Процент низкомолекулярных карбоновых кислот в составе РОВ уменьшается с увеличением биомассы клеток и уменьшением их продукционной активности. Одновременно с этим увеличивается концентрация углеводов, липидов и белков, а с началом отмирания большого количества клеток – аминокислот, аминов, спиртов, некоторых органических кислот, фенолов, индолов. В периоды активной фотосинтетической активности клеток среди экзометаболических веществ преобладает гликолевая кислота, а затухание этой физиологической функции сопровождается увеличением концентрации лимонной кислоты. Изменение качественного состава внеклеточных метаболитов свидетельствует о направленности их внутриклеточного метаболизма и может служить источником информации о преобладании продукционных и деструкционных процессов, о состоянии популяции в целом. Это четко можно наблюдать по изменению содержания в составе РОВ летучих и нелетучих компонентов. В начале экспоненциальной фазы роста культур цианобактерий летучие компоненты могут составлять около

половины всех экзометаболитов. В стационарной – их значительно меньше по сравнению с нелетучими (рис. 1).



**Рисунок 1 – Содержание нелетучих и летучих органических веществ в культуральных средах *Anabaena variabilis* (А – альгологически чистые, Б – аксенические культуры) и *Microcystis aeruginosa* (В – альгологически чистая культура)**

При некотором ингибировании ферментных систем синтеза полисахаридов, белков и нуклеиновых кислот в клетках остается определенное количество не связанных, низкомолекулярных метаболитов, которые могут экскретироваться в воду. При создании для роста клеток цианобактерий неблагоприятных условий в среде резко увеличивается концентрация РОВ. Этот факт объясняется разницей в образовании в клетках первичных

низкомолекулярных и синтезированных высокомолекулярных метаболитов.

При длительном действии экстремальных условий, начинает увеличиваться число отмерших клеток, насыщающих воду продуктами их постлетального распада. В составе внеклеточных метаболитов культур цианобактерий в таких условиях увеличивается концентрация высокомолекулярных сахаров, пептидов и даже белков.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сакевич А.И. Экзометаболиты пресноводных водорослей. – Киев: Наук. думка. 1985. – 200 с.
2. Сиренко Л.А., Козицкая В.Н. Биологически активные вещества водорослей и качество воды. – К.: Наук. думка. 1988. – 256 с.
3. Тамбиев А.Х. О реакционной способности летучих экзометаболитов некоторых синезеленых водорослей, бактерий грибов и актиномицетов // Микробиология. 1974. № 3. С. 18–29.
4. Carmichael W.W., Azevedo M.F.O. et al. Human Fatalities from Cyanobacteria: Chemical and Biological Evidence for Cyanotoxins. *Environmental Health Perspectives*. 2001. 109 (7). P. 663–668.

## КЛАССИФИКАЦИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**Л. М. Макаров**

*Санкт Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт Петербург (Россия)*  
*E-mail: biopet@mail.ru*

В биологии адаптивная реакция организма на различные факторы внешней среды характеризует процесс приспособления. Адаптивная реакция организма формируется на врожденной и приобретенной реакциях организмов на клеточном, органном, системном и организменном уровнях. Приспособление живых организмов к условиям среды обитания сопровождается актами коммуникации. Коммуникация осуществляется в вербальном и невербальном формате. В невербальной коммуникации, создаваемой на основе набора процедур поддерживающих обмен информационными пакетами, характерно использование общей системы символов, в частности химической – биохимической природы.

Бионические аспекты коммуникации, которые сегодня реализуются посредством современных технических средств, активно развиваются в направлении создания искусственных приемных и передающих систем, реализующих аудио, видео и запаховую компоненты коммуникационного акта. Такое целенаправленное развитие систем коммуникации воспроизво-

дится на основе представлений о работе анализаторных систем организма, в частности, обонятельной системы, модели которой создаются в виде специальных датчиков, регистрирующих малые потоки ароматических веществ в окружающей среде. Совместно с датчиками обоняния – электронным носом, успешно работают технические синтезаторы запаха.

Развитие подобных систем и использование их в сетях телекоммуникации сдерживается отсутствием формальных методов идентификации различных объектов, в той или иной степени обладающих запахом. Известные в настоящее время решения этой проблемы основываются на работах Линнея, а в последующем Цвардемакера, где предложено субъективное разделение запахов. Современное развитие этих подходов привело к созданию серии моделей химической классификации запахов – ароматических объектов: Хеннинга, Крокера - Хендерсона и Эймура, также базирующихся на субъективной оценке ароматов различных объектов.

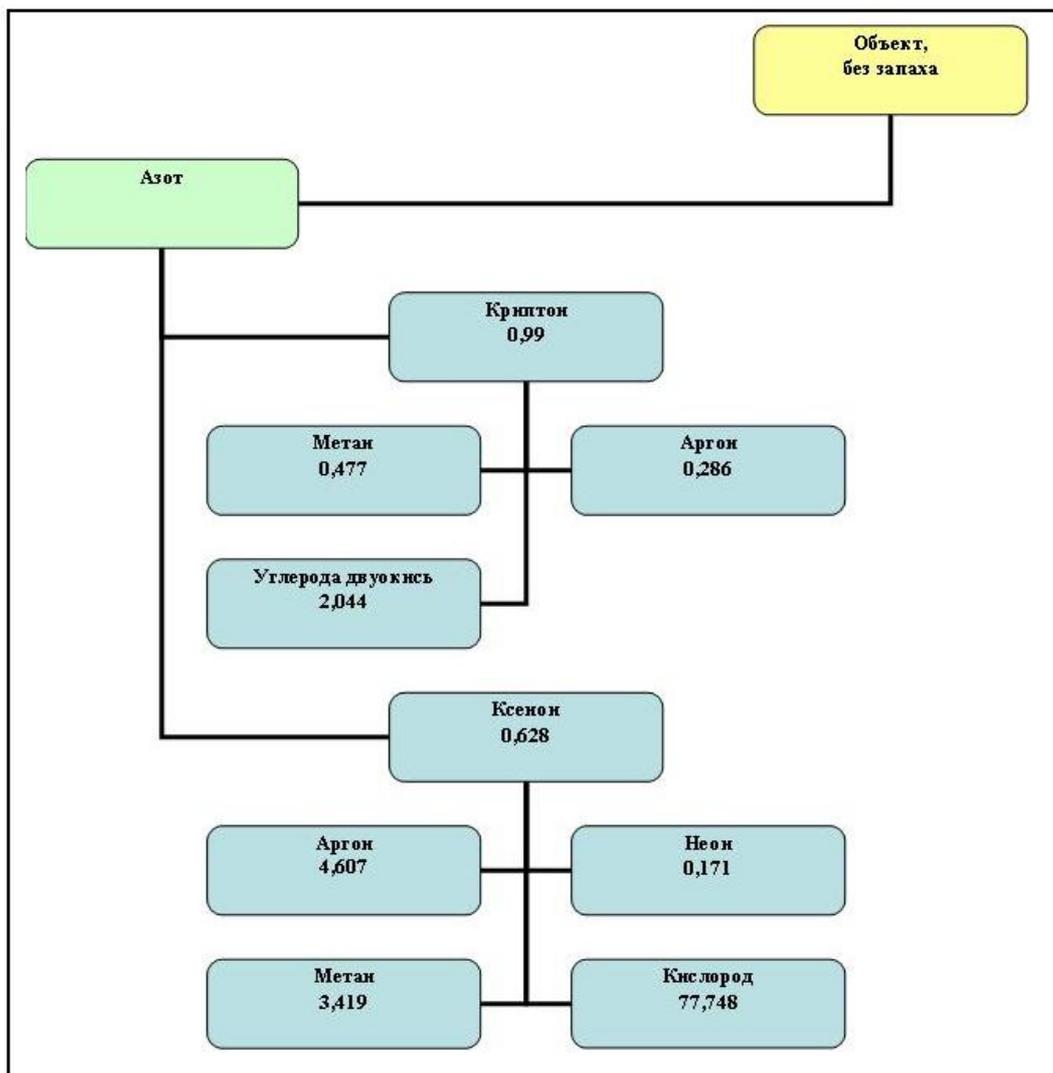
В решении этой проблемы предложено использовать методы математической таксономии, реализующие построение иерархического набора связанных по некоторому критерию объектов материальной природы. Формальное представление о процедуре идентификации объектов материальной природы создается на основе типового набора физических и химических параметров, в частности: молекулярной массы, плотности, температурных значениях плавления и кипения.

Математическая таксономическая модель, формирует образ объекта, который отображается на сфере. Специфичность процедуры регистрации ароматов, для которой характерно «потеря» массы анализируемого объекта, моделируется термом вида:  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\}$ , где  $a_i$  текущие параметры терма. Следуя логике построения таксономической модели, выбирается корневой таксон. Используя формализм позиционирования терма, формируем оценку подобия ( $\mathcal{G}$ ) ароматических свойств, например двух объектов А и В, которая реализуется в виде:

$$A = B \Rightarrow \mathcal{G} \rightarrow \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\} = \{b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_n\}$$

Представляемая процедура хорошо отражает сложившиеся представления о поиске и сопоставлении подобных по запаху объектов. Действительно, здесь учтены базовые понятия определения ароматичности, реализуемые в химии, квантовой механике и термодинамике, а, следовательно, такую оценку можно признать состоятельной.

Проиллюстрируем аналитические исследования, выполненные на объектах без запаха (аромата). Например, выберем в качестве корневого таксона типовой элемент – азот, не обладающий запахом, и воспроизведем на рисунке 1 фрагмент таксономической схемы.



**Рисунок 1 - Фрагмент схемы классификации объектов без запаха**

В представленном классе объектов, криптон и ксенон, обладающие близкими показателями подобия с азотом, а потому образуют первый подуровень иерархической схемы. Подуровень ксенона и криптона представлен соответствующими наборами объектов, обладающих разными показателями подобия. В частности, подуровень ксенона содержит объект – кислород, который обладает высоким показателем подобия по запаху с ксеноном, но отсутствует в подуровне криптона.

Аналогичным образом на рисунке 2 проиллюстрируем аналитические результаты для типового объекта, который избран в качестве корневого таксона, обладающего запахом камфары.



**Рисунок 2 - Фрагмент классификационной схемы объектов с запахом камфары**

Использование математической таксономической модели классификации объектов по запаху позволяет установить основные принципы рецепции и создать систематизированное описание многочисленных ароматических объектов, обладающих различными химическими - биохимическими и физическими свойствами, проявляющимися в многочисленных актах коммуникации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Makarov L., Komarov P. Constant for associative patterns ensemble
2. Computer Science: <http://arxiv.org/abs/cs/0610140v1> 2006
3. Makarov L., Komarov P. Fugacity of condensed media.
4. Computer Science: <http://arxiv.org/abs/physics/0610024> 2006

## ПЕРВИЧНЫЕ ПОЛОВЫЕ КЛЕТКИ ЧЕРНОМОРСКОГО ЛОСОСЯ НА 21 ДЕНЬ РАЗВИТИЯ

**Е. Г. Очирова**

*Астраханский государственный технический университет, Астрахань (Россия)*

Проблеме гистофизиологии половых желез рыб в течение их годового и жизненного цикла посвящается все большее число работ. Исследования подобного рода представляют не только теоретический интерес, но имеют и существенное значение при решении ряда практических задач рыбной промышленности [2]. Развитие, строение и функционирование репродуктивной системы рыб является одним из важных показателей оценки состояния их организма и популяции в различных условиях обитания [3].

В раннем гаметогенезе рыб закладываются основы потенциальной плодовитости и надежного функционирования воспроизводительной системы, проходит дифференцировка пола. Понимание процессов, происходящих в этот период, может позволить достаточно надежно оценивать продуктивность природных популяций и прогнозировать последствия всевозможных воздействий. Кроме того выяснение наиболее чувствительных периодов в раннем гаметогенезе обеспечивает целенаправленное формирование искусственно создаваемых маточных стад [4]. В связи с этим, раннему гаметогенезу рыб посвящен ряд работ, в которых исследовались различные стороны этого процесса. Вместе с тем наиболее ранние стадии описываемого периода, в которые происходит обособление половых клеток и формирование половой железы как самостоятельного органа у рыб изучены пока недостаточно [1].

В литературных данных по биологии черноморского лосося имеется существенный пробел: отсутствуют исследования развития гонад, не освещены вопросы гаметогенеза на стадиях речного, ювенильного периодов жизни лосося, имеющего основное решающее значение в воспроизводстве его запасов.

Целью работы является анализ распределения половых клеток у личинок черноморского лосося на 21 день развития после выклева на вентролатеральных сторонах мезонефроса.

Материалом для исследования послужили серии срезов личинок черноморского лосося в возрасте 21 день после выклева. Всего 25 стекол. Окраска гематоксилином-эозином. Приготовление серий производилось по общепринятым методикам.

Вес личинок определяли путем взвешивания на торзионных весах. Описание и измерение половых клеток производили на сагиттальных срезах. Диаметр половых клеток и их ядер измеряли с помощью окуляр микрометра при увеличении  $7\times 40$ . Учитывали только те клетки, на срезе которых было видно ядро. Для определения топографии половых клеток были выбраны туловищные мышечные сегменты.

В возрасте 21 день после выклева при длине личинки 2,5 см, массе 80 мг ППК (первичные половые клетки) располагались на поверхности средней части мезонефроса, который находится на уровне 21 – 31 мышечных сегментов. ППК концентрировались позади Вольфовых протоков, в области зачатка гонад на уровне 23 – 31 мышечных сегментов. Наибольшее количество ППК приходится на 26 – 30 сегментов, что составляет 60% от их числа. Средняя длина протока (23 – 26 сегментов) составила  $176\pm 1,2$  мкм, ширина -  $57,2\pm 1,1$  мкм, толщина стенок –  $17,6\pm 0,5$  мкм. У личинки лосося количество ППК составило  $200\pm 15$  шт. Наибольшая концентрация половых клеток наблюдалась в средней трети мезонефроса (110 шт.), в верхней трети мезонефроса количество клеток составило 30 шт., в нижней трети – 60 половых клеток. Диаметр клеток достигает –  $13,2\pm 0,2$  мкм, ядра –

8,8±0,1 мкм. ППК крупные, округлые с четкими границами ядер и оболочки самой клетки, цитоплазма светлая, гомогенная. Наблюдается хорошая окрашиваемость ядер, ядро округлое и овальное, располагается в клетке эксцентрично; в ядре четко проглядывается ядрышко.

В результате проведенных исследований установлено пространственное распределение половых клеток черноморского лосося в раннем онтогенезе в возрасте 21 день: область локализации - 23 -31 мышечных сегментов, наибольшее их количество на уровне 26 -30 сегментов (60%).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенштадт Т.Б. Цитология оогенеза. М., 1984. 247с.
2. Иевлева М.Я. Гистологическое строение гонад лососей в период морских миграций // Лососевое хозяйство Дальнего Востока. 1960. С. 127-140.
3. Пукова Н.В., Микодина Е.В., Кловач Н.В., Королев А.Л., Новиков А.В. Полиморфизм семенников у дальневосточных лососей *P. oncorhynchus* // Труды ВНИРО. 141 т. 2002. С.152-166.
4. Селюков А.Г. Ранний гаметогенез пеляди *Coregonus peled* (Gmelin) // Вестник ЛГУ. №17. 1985. С. 26-31.

## ИЗУЧЕНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОДИ РЫБ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЦВЕТА ВНЕШНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

**А. Б. Ручин**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», Саранск (Россия)*

*E-mail: sasha\_ruchin@rambler.ru*

В литературе совершенно отсутствуют сведения о влиянии цвета освещения на показатели крови рыб. В связи с этим нами также проведены исследования по изучению гематологических показателей сибирского осетра при освещении различными участками спектра. В изменении лейкоцитарной формулы выявлены определенные зависимости, например, число лимфоцитов у осетров, содержащихся при зеленом и голубом освещении, повышалось. В этих вариантах количество лимфоцитов в лейкоцитарной формуле увеличивалось соответственно до 81.1 и 79.7% против 75.3% в контроле ( $p < 0.05$ ). Параллельно с этим у молоди в указанных вариантах достоверно уменьшалось процентное отношение нейтрофилов. Что касается других режимов освещения, различий по сравнению с контрольным вариантом не обнаружено. В количестве моноцитов и эозинофилов различий между вариантами также не зафиксировано. Число эритроцитов у молоди сибирского осетра увеличивалось недостоверно, однако это наблюдалось на фоне повышения количества гемоглобина в вариантах с

зеленым, синим и голубым освещением. Соответственно, последнее происходило за счет увеличения содержания гемоглобина в одном эритроците, что и показали расчеты. У осетров, выращенных при красном освещении, количество эритроцитов очень сильно варьировало. В отличие от количества эритроцитов, число лимфоцитов было выше у рыб, содержавшихся при зеленом и голубом освещении. В остальных вариантах различия были недостоверны. Как и в опытах с молодь сибирского осетра, в некоторых режимах монохроматического освещения количество гемоглобина у серебряного карася достоверно увеличивалось. Причем это увеличение наблюдалось в тех режимах, где наблюдались высокие скорости роста (зеленый и синий свет). В то же время число эритроцитов при любом цвете освещения изменялось недостоверно, а содержание гемоглобина в одном эритроците было достоверно выше ( $p < 0.01$ ) при синем освещении. Таким образом, нами показано, что при оптимальном для роста рыб цвете внешнего освещения наблюдаются и хорошие показатели крови.

## **ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВНУТРИВИДОВОЙ СТРУКТУРИРОВАННОСТИ СЕЛЬДЕЙ *CLUPEA PALLASI MARIS-ALBI* БЕЛОГО МОРЯ**

**А. В. Семенова, А. П. Андреева, А. К. Карпов, Г. Г. Новиков**

*Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

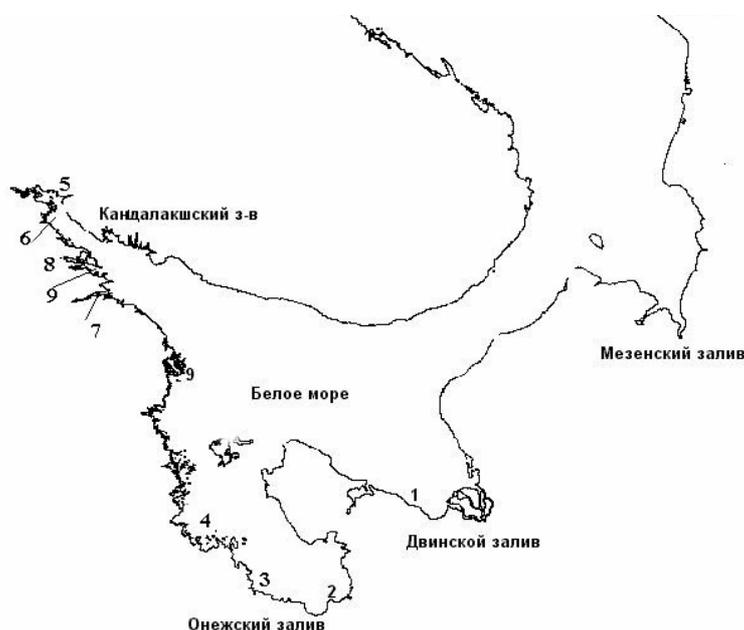
*E-mail: seman2000@yandex.ru*

Для многих видов рыб, занимающих значительные географические пространства (акватории), велико влияние локальных условий существования на формирование морфо - экологической изменчивости и становление репродуктивной изоляции локальных группировок вида в ареале. Морфо - экологическая изменчивость обусловлена физиологическими адаптациями, возникающими на разных этапах онтогенеза и сопровождается формированием экологических форм, рас и т.д., отличающимися особенностями жизненного цикла – темпом роста, продолжительностью жизни, временем созревания, наличием пространственных перемещений и жизненной стратегии в целом.

Весьма интересным объектом для понимания популяционного устройства и процессов формообразования у морских рыб являются малопозвонковые сельди, населяющие Белое море. Чрезвычайно многообразное по морфо - экологическим чертам сообщество сельдей до сих пор представляет собой интерес для исследователей, поскольку причины и механизмы возникновения и поддержания разнокачественных группировок, их взаимоотношения до сих пор остаются дискуссионными. Так, например, давно известно существование множества локальных группировок сель-

дей, различающихся экологическими и морфо-биологическими параметрами в каждом из заливов Белого моря [2,4,6]. Одни исследователи считают сельдей единой генетически однородной группой [3], другие утверждают наличие внутривидовой генетической дифференциации, возникшей в результате географической изоляции [4,6]. Однако, решение вопросов внутривидовой дифференциации без анализа генетической изменчивости невозможно. В связи с этим, целью нашей работы было изучение экологической и генетической изменчивости весеннерестующих сельдей различных заливов Белого моря и репродуктивных взаимоотношений локальных группировок.

Материал для исследований был собран с 1995 по 2002 гг. во время нереста (апрель - май) сельдей в Двинском, Онежском и Кандалакшском заливах Белого моря (рис.1). Всего собрано 24 выборки, 2389 экз. Методом электрофореза в крахмальном геле было исследовано около 30 структурных ферментных систем, из которых 4 полиморфных (*LDH-1\**, *LDH-2\**, *MDH-4\**, *GPI-1\**) использовались для анализа генетической дифференциации сельдей. Также был проведен общий биологический анализ всех выборок. Статистическую обработку данных проводили с помощью критерия  $\chi^2$ , F- критерия Фишера. Анализ генного разнообразия [7] проведен с помощью программы GENESTAT-PC [8].



1 – г.Яндовая, 2-о.Кий, 3-г.Сорокская, 4-г.Нюхча, 5-г.Колвица, 6- г.Жемчужная, 7-г.Чупа, 8- г. Палкина, 9- г.Ругозерская

### Рисунок 1 - Районы сбора выборок

Исследования размерно - возрастных показателей, а также структуры чешуи (темпа роста) нерестовых скоплений сельдей на каждом нерестилище выявляют их пространственную гетерогенность. Так, самые «мелкие» и тугорослые рыбы обитают в кутовых частях Двинского и Онежского заливов (губа Яндовая, о-в Кий). А наибольший темп роста среди весен-

ненерестующих сельдей имеют рыбы из Кандалакшского залива. Вероятно, гидрологические условия в Белом море способствуют возникновению группировок с различной жизненной стратегией, прежде всего по времени нереста, возрасту созревания и темпу роста. В Двинском и Онежском заливах – мелководных и хорошо прогреваемых, обитают самые раносозревающие, и поэтому мелкие и тугорослые сельди, в Кандалакшском заливе – более глубоком и холодноводном – сельди созревают в более позднем возрасте, они крупнее, с более высоким темпом роста.

Распределения фенотипов полиморфных локусов практически во всех группировках сельдей соответствовало теоретическому распределению Харди – Вайнберга. Сравнение сельдей, собранных на одних и тех же нерестилищах в течение нескольких лет по частотам аллелей исследованных локусов, достоверных различий между ними не выявило. Действительно, наблюдается удивительная стабильность генетических характеристик нерестовых скоплений: сельди из одного района весьма близки из года в год. Поэтому вполне правомерно объединить выборки разных лет, и сельдей из одного района характеризовать средними значениями частот аллелей (табл.1).

**Таблица 1- Средневзвешенные частоты аллелей изученных локусов**

Выборки	LDH-1*		LDH-2*		MDH-4*		GPI-1*			
	n	*200 *160	*120 *100 *70		*100 *70		*200 *150 *100 *70 *50			
г. Яндовая	852	0,998 0,002	0,918 0,079 0,003		0,937 0,063		0,219 0,691 0,074 0,010 0,003			
г. Сорок- ская	358	1,000 0,000	0,919 0,081 0,000		0,921 0,079		0,284 0,658 0,049 0,002 0,000			
о. Кий	266	1,000 0,000	0,924 0,074 0,002		0,914 0,086		0,218 0,732 0,027 0,004 0,004			
г. Нюхча	153	1,000 0,000	0,888 0,112 0,000		0,931 0,069		0,431 0,523 0,040 0,005 0,000			
г. Колвица	22	1,000 0,000	0,886 0,114 0,000		0,955 0,045		0,262 0,643 0,047 0,024 0,024			
г. Жемчуж- ная	110	0,995 0,005	0,918 0,082 0,000		0,895 0,105		0,245 0,644 0,110 0,000 0,000			
г. Чупа	336	1,000 0,000	0,924 0,076 0,000		0,912 0,088		0,294 0,626 0,060 0,060 0,004			
г. Палкина	257	1,000 0,000	0,900 0,100 0,000		0,900 0,100		0,230 0,714 0,046 0,005 0,001			
г. Ругозер- ская	35	1,000 0,000	0,957 0,043 0,000		0,943 0,057		0,171 0,757 0,057 0,014 0,000			

При попарном сравнении группировок сельдей из разных районов достоверных различий между ними не выявлено. Оценка генной дифференциации между группировками сельдей составляет  $G_{st} = 0,63\%$ .

Таким образом, генетических различий между группировками сельдей из Двинского (г.Яндовая), Онежского (о-в Кий, г.Сорокская и г. Нюхча) и Кандалакшского (губы Чупа, Палкина, Ругозерская, Колвица, Жемчужная), выловленных во время нереста в апреле – мае, не обнаружено, несмотря на имеющиеся различия по темпу роста. Отсутствие различий по частотам аллелей ферментных локусов у весенненерестующих сельдей не подтверждает точки зрения некоторых авторов о репродуктивной изоляции и самостоятельности стад в каждом из заливов Белого моря [1, 5 и др.]

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверинцев С.В. 1927. Сельди Белого моря // Труды НИИ рыбного хозяйства и океанографии. Т. 2. Вып. 1. С. 41- 47.
2. Алтухов К.А. 1958. Рыбы Белого моря. // М.-Л. Наука. 150 с.
3. Лапин Ю.Е. 1978. Общая характеристика сельди Белого моря // Экология рыб Белого моря. М. Наука. С. 37- 52.
4. Марти Ю.Ю. 1952. Семейство сельдевых // Промысловые рыбы Белого и Баренцова морей. Л. С. 42- 75.
5. Мухомедяров Ф.Б. 1975. О динамике и структуре локальных популяций сельдей в заливах Белого моря // Исследование фауны морей. Т.16. Л. С. 38-52.
6. Тамбовцев В.М. 1975. Особенности распределения, размножения и состояния запасов мелкой кандалакшской сельди // Исследование фауны морей. Т.16. С. 185- 226.
7. Nei M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. V. 70. P. 3321-3323.
8. Lewis P., Whitkins R. 1989. GENESTAT-PC (version 2.1). Dept. of Botany, Ohio State University Columbus, Ohio.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАСЕЛЕНИЯ ЭНДОБИОНТНЫХ ИНФУЗОРИЙ ИЗ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА ОВЦЫ ДОМАШНЕЙ В СТОЙЛОВЫЙ И ПАСТБИЩНЫЙ ПЕРИОДЫ

**Л. В. Черная**

*Омский государственный педагогический университет, Омск (Россия)*

*E-mail: milena-79@list.ru*

Специфических эндобиионтных инфузориЙ находили в пищеварительном тракте самых разных животных. Несмотря на значительные различия в биологии, экологии и филогении хозяев, прослеживаются сходные тенденции в приуроченности инфузориЙ к определенным отделам желудка и кишечника.

По многим литературным данным, количество инфузорий, заселяющих преджелудки жвачных животных, исчисляется миллиардами, не исключение составляет и овцы домашние, инфузорная фауна которых изучена недостаточно.

В ходе исследования проводились наблюдения за овцами домашними в стойловый период и в условиях пастбищного содержания (лето).

Животные, в стойловом периоде, содержали на сено-концентратном рационе (осень), а также зимой овец в неснежную и не морозную погоду продолжали выпасать на участках с мелким кустарником и на лесных вырубках. Овцы домашние в пастбищный период выпасались на суходольных пастбищах, содержащие в травостое бобовые травы и мелкое разнотравье.

При сравнении видовых составов эндобионтных инфузорий рубца овец (*Ovis aries*) в стойловый и пастбищный периоды, были получены следующие результаты (табл. 1).

**Таблица 1 - Видовой состав и средняя численность эндобионтных инфузорий овец в стойловый и пастбищный периоды (Кормиловский район, Омская область)**

Виды инфузорий	Пастбищный период	Стойловый период
<i>Entodinium bursa</i>	12,7±3,7	8,4±0,9
<i>E. nanellum</i>	91,9±1,6	58,2±0,3
<i>E. caudatum</i>	35,3±2,2	-
<i>E. simulans-dubardi</i>	9,4±3,9	-
<i>E. ovinum</i>	4,9±4,7	-
<i>Epidinium ecaudatum</i>	72,3±1,9	18,6±3,2
<i>Ophryoscolex caudatus</i>	6,1±3,9	3,6±0,5
<i>Diplodinium bubalidis ssp. bubalidis</i>	4,8±4,9	1,7±0,3
<i>Isotricha intestinalis</i>	31,2±2,5	12,2±0,1
<i>Dasytricha ruminantium</i>	29,4±5,1	-
Всего: <u>численность в ос/мл</u>	<u>298,0±0,6</u>	<u>102,7±0,9</u>
число видов	10	6

Для всех овец в стойловый и пастбищный периоды отмечены 6 общих видов эндобионтных инфузорий: *Entodinium bursa*, *E. nanellum*, *Epidinium ecaudatum*, *Diplodinium bubalidis ssp. bubalidis*, *Isotricha intestinalis* и *Ophryoscolex caudatus*. Следует отметить, что в стойловый период из состава фауны инфузорий выпадает 4 вида: *E. caudatum*, *E. simulans-dubardi*, *E. ovinum* и *Dasytricha ruminantium*. При этом видов, специфичных только для пастбищного или только для стойлового периодов, не обнаружено.

Существенно отличается общая средняя численность инфузорий в пастбищный и стойловый периоды (табл. 1).

Основу общих видов в пастбищный период составляют 5 видов рода *Entodinium*. Общая средняя численность энтодиниумов у овец в стойловый

период 66,6 ос/мл, тогда как в пастбищный период достигает более 154,2 ос/мл, т.е. средняя численность энтодиниумов у овец в стойловый период составляет 43,2 % от средней численности этих же видов у овец в пастбищный период. Но все же, всего два вида энтодиниумов составляют 64,8 % от общей численности инфузорий в стойловый период.

Вид *Diplodinium bubalidis ssp. bubalidis* является общим для овец как в пастбищный, так в стойловый период, но численность этого вида у овец, как в стойловый период, так и в пастбищный период чрезвычайно низкая и составляет соответственно 4,8 и 1,7 ос/мл.

Вид *Epidinium ecaudatum* обнаружен у овец в стойловый и пастбищный периоды, но численность вида у овец в пастбищный период составляет  $72,3 \pm 1,9$  ос/мл, что почти в 4 раза больше чем в стойловый период (18,6 ос/мл).

Вид *Ophryoscolex caudatus* рода *Ophryoscolex* также обнаружен в стойловый и пастбищный периоды.

В стойловый период отсутствуют виды: *Entodinium caudatum*, *E. similans-dubardi*, *E. ovinum* и *Dasytricha ruminantium* (табл. 1).

Средняя общая численность инфузорий в желудках овец в стойловый и пастбищный периоды отличаются (табл. 1). Наименьшая средняя численность всех найденных видов инфузорий характерна для овец в стойловый период 102,7 ос/мл, тогда как в пастбищный период составляет - 298,0 ос/мл.

По коэффициенту Жаккара – Малышева видовые составы эндобионтных инфузорий овец в пастбищный и стойловый периоды сходны на уровне  $K_j\text{-м} = 0,2$ . По индексу общности фаун Чекановского – Соренсена фауны эндобионтных инфузорий у овец в пастбищный и стойловый периоды имеют общность на уровне 75,0 %.

## ЗАПАСЫ ЛИШАЙНИКОВ Р. *SETRARIA* И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИБАЙКАЛЬЯ

**С. Э. Вершинина, О. Ю. Кравченко**

*Иркутский Государственный Технический Университет, Иркутск (Россия)*

*E-mail: Maria-514@mail.ru*

Представители р. *Cetraria* (*Parmeliaceae* Zenker) *Cetraria islandica* (L.) Ach. и *C. laevigata* Rassad. широко распространены на территории Прибайкалья. Их ареал охватывает горное обрамление Байкальской впадины (Приморский, Байкальский и Баргузинский хребты, хребет Хамар-Дабан), Тункинские и Китайские гольцы, Икатский хребет и Витимское плоскогорье, где они являются доминантными видами в составе горнотундровых

растительных сообществ [1, 4, 5 и др.]. Лишайники р. *Cetraria* являются источником ценных биологически активных веществ и применяются в фармацевтическом и пищевом производствах [7, 8].

Сведения о влиянии заготовок лишайников р. *Cetraria* на состояние ее зарослей, а также данные о биологических запасах и о допустимом рациональном объеме заготовок этого растительного сырья для территории Прибайкалья отсутствуют. Можно предполагать, что, как и другие лишайники, заросли, образованные представителями р. *Cetraria* возобновляются крайне медленно. Целью работы явилась оценка количественных запасов сырья и периода восстановления предполагаемых для эксплуатации угодий.

Оценка биологических запасов может производиться не только на участках лесного фонда, пригодных для организации заготовок, но и в заповедниках, национальных парках, других особо охраняемых природных территориях. Для большинства видов недревесных растительных ресурсов ежегодно возможный объем сбора сырья соответствует объему запаса, реально возможному для заготовки. Для лекарственных и пищевых растений, сырьем которых служат вегетативные органы, ежегодно возможный объем сбора определяется темпами восстановления сырьевой фитомассы [1].

При учете в полевых условиях, площади распространения видов пищевых и лекарственных растений в мохово-лишайниковом и травяно-кустарничковом ярусах определяется «проективное покрытие» видов, под которым подразумевается степень покрытия зарослями изучаемого вида площади выдела.

Лишайники р. *Cetraria* редко образуют сплошные заросли и чаще произрастают в смеси с другими лишайниками и цветковыми растениями. Общее проективное покрытие лишайниковых сообществ часто достигает 100%. Вертикальная структура сообществ одноярусная, мощность фитосреды составляет 10-15 см. На долю представителей р. *Cetraria* приходится от 60 до 80% общего проективного покрытия. Запас лишайниковой фитомассы измерялся в воздушно-сухом веществе ( $\text{г/м}^2$ ).

Изучение запасов лишайникового сырья было проведено в щебнистой кустарничково-лишайниковой тундре со смешанными зарослями *Cetraria islandica* и *C. laevigata* на хребте Хамар-Дабан (Иркутская область) и хребте Кодар (граница Иркутской и Читинской областей). Масса сухого сырья, очищенного от посторонних примесей, составляет в среднем 43,1 и 47,2  $\text{г/м}^2$  соответственно при влажности 7,28%. По данным, опубликованным более полувека назад [3], с 1 га горно-тундровых угодий можно собирать от 0,5 до 1,5 т сухого лишайникового сырья. Это соответствует 50-150  $\text{г/м}^2$  смешанного сухого лишайникового сырья (кладониево-алекториево-цетрариевого).

В сходных условиях семигумидного климата на территории Тывы до 90% общей фитомассы составляют лишайники и мхи [6]. На долю

злаков, осок и разнотравья приходится 4,3% от общего запаса фитомассы. Кустарнички в сложении растительного покрова тундры фитоценотической роли не играют, их участие не превышает 0,1%. Фитомасса цетрариевых лишайниковых сообществ достигает 60,2 г/м<sup>2</sup>.

Эксплуатация лишайниковых угодий должна производиться с учетом ежегодного прироста лишайников. По Прибайкалью средний годовой прирост составляет 10% от их массы. Повторные сборы лишайникового сырья на одном и том же участке рекомендуется проводить не ранее чем через пять лет [2]. Однако имеющиеся ресурсы лишайникового сырья на территории Прибайкалья на сегодняшний день значительно превышают потребность в сырье.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М., 1980. 339с.
2. Вершинина С.Э., Кравченко О.Ю. Изучение ареала и ресурсов лишайников р. *Cetraria* на территории Северо-восточного Прибайкалья // Мат. Всероссийской конф. молодых ученых Экология в современном мире: взгляд научной молодежи, Улан-Удэ, 2007. С. 252-253.
3. Курсанов А.Л., Дьячков Н.Н. Лишайники и их практическое использование. М.-Л., 1945. 54 с.
4. Макрый Т.В., Лиштва А.В. Лишайники // Биота Витимского заповедника: флора. Новосибирск: «Гео», 2005. С. 115-176.
5. Рассадина К.А. Сем. *Parmeliaceae* // Определитель лишайников СССР. Л.: Наука, 1971. Вып. 1. С. 282-386.
6. Самбыла Ч.П. Запасы надземной фитомассы лишайниковых сообществ Тывы и их рациональное использование // Сибирский экологический журнал. 2007. №2. с. 317-323.
7. Сафонова М.Ю., Саканян Е.И., Лесиовская Е.Е. *Cetraria islandica* (L) Ach.: химический состав и перспективы применения в медицине // Растительные ресурсы. 1999. Т.35. №2. с.106-115.
8. Inventory list of Herbals considered as Food // European herbal infusions association. 2005. January. p. 2-13. <http://www.ehia-online.org>.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПЧЕЛ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

**Э. Т. Шамсиева, Р. А. Ильясов**

*Институт биохимии и генетики УНЦ РАН, Уфа (Россия)*

*E-mail: Shamsieva-Elvira@inbox.ru, apismell@hotmail.com*

Медоносная пчела *Apis mellifera* L. по современной классификации подразделяется на 25 подвидов[2]. Подвид *Apis mellifera mellifera* L. занимал территорию вдоль северной границы естественного видового ареала. Этот подвид оптимально приспособлен к жизни в Северной Европе и Азии [1].

В последнее время произошла гибридизация пчел в Европе и России в

результате чего практически невозможно было найти сохранившиеся популяции *A.m.mellifera*. Однако имеются сведения о том, что в отдельных местах еще могли сохраниться популяции *A.m.mellifera* [1].

Морфометрические методы не позволяют достоверно определять подвиды пчел в случае гибридизации, тогда как молекулярные методы оказались более пригодными.

Мы в лаборатории биохимии адаптивности насекомых Института биохимии и генетики УНЦ РАН исследовали популяции пчел северных районов Республики Башкортостан и обнаружили высокое содержание подвида *A.m.mellifera*. Идентификацию подвида проводили на основе изучения локусов ядерной и митохондриальной ДНК. В результате проведенных исследований мы планируем найти другие сохранившиеся популяции *A.m.mellifera* и определить их генетическую структуру.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ  
ОФИ №06-04-08183.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шафиков И.В., Баймуратов А.Г. // Пчеловодство, 2002. №4. С. 10.
2. Engel M.S. // J. Hum. Res., 1999. V. 8. P. 165-196.

## НАПРАВЛЕННАЯ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕНИЙ ГЕНОМНОГО ИМПРИНТИНГА

Д. А. Исаев<sup>1,2</sup>, О. Ю. Володина<sup>1,3</sup>, Е. Е. Захарова<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва (Россия)

<sup>2</sup>Медицинская клиника репродукции МАМА, Москва (Россия)

<sup>3</sup>Московская медицинская академия им. И.М.Сеченова, Москва (Россия)

<sup>4</sup>Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва (Россия)

E-mail: isaev@hotmail.ru

Нормальное развитие зародышей млекопитающих возможно только при условии дифференциальной активности материнских и отцовских аллелей некоторых генов. Эпигенетический процесс, устанавливающий дифференциальный паттерн транскрипционной активности аллелей в эмбриогенезе в зависимости от их родительского происхождения, известен как геномный импринтинг, а соответствующие гены носят название импринтированных.

Нарушения геномного импринтинга, т.е. баланса транскрипционной активности импринтированных генов, приводят к серьезным последствиям. У человека известен класс так называемых «болезней геномного импринтинга», обусловленных мутациями в импринтированных локусах или эпигенетическими нарушениями экспрессии импринтированных генов (синдромы Прадера-Вилли, Беквита-Видемана, Ангельмана; опухоль Вилмса, рабдомиосаркома, ретинобластома, гепатобластома, гемигиперплазии, микросомии). У животных, получаемых с использованием репродуктивных технологий *in vitro*, известен синдром крупных потомков (генерализованного эмбрионального роста), часто снижена жизнеспособность. Предполагается, что условия культивирования *in vitro*, не адекватные условиям развития в материнском организме, могут приводить к нарушениям импринтинга. Особенно актуальной эта проблема становится в связи с широким распространением вспомогательных репродуктивных технологий в медицине, что создает потенциальный риск возникновения болезней геномного импринтинга [1,2].

Очевидным следствием геномного импринтинга является запрет на партеногенетическое развитие у плацентарных млекопитающих. Это делает искусственно получаемых партеногенетических зародышей млекопитающих, в частности, лабораторной мыши, удобной моделью для изучения эффектов геномного импринтинга и коррекции нарушений, связанных с отсутствием экспрессии или избыточной экспрессией импринтированных генов [2].

К числу наиболее важных для развития импринтированных генов относится ген *Igf2*, кодирующий инсулиноподобный ростовой фактор 2 (IGF2), необходимый для нормального развития плаценты, производных эндодермы и мезодермы, последовательного формирования висцеральных структур. Недавние работы Коно с соавт., в которых были получены гиногенетические мыши, наглядно продемонстрировали, что для полноценного развития млекопитающих необходимо правильное установление импринтинга генов локуса *Igf2/H19* [3,4].

Транскрипция репрессированных материнских аллелей импринтированных генов может происходить вследствие спонтанной реактивации, но может быть направленно индуцирована экзогенным действием некоторых ростовых факторов. Так Пенковым и Ростамзадех с соавт. было показано, что у партеногенетических зародышей мыши трансформирующий ростовой фактор альфа (TGf $\alpha$ ) специфически реактивирует ген *Igf2*, что значительно улучшает развитие [5,6].

Нами было установлено, что TGf $\alpha$  компенсирует негативные эффекты, связанные с получением и культивированием ранних зародышей мыши *in vitro*. Это может быть связано с нормализацией баланса активности импринтированных генов, в частности, уровня экспрессии *Igf2*.

Тем не менее, реактивация гена *Igf2* у партеногенетических зародышей сама по себе не является достаточной для обеспечения нормального развития, поскольку в удвоенном материнском геноме некоторые импринтированные гены не экспрессируются или проявляют очень слабую экспрессию, в то время как другие экспрессируются в двойной дозе. Так, например, у диплоидных партеногенетических зародышей наблюдается двукратная экспрессия гена *M6P/Igf2r*, продукт которого отвечает за деградацию IGF2 в лизосомах, усугубляя его дефицит.

Таким образом, для коррекции нарушений геномного импринтинга необходима как реактивация, так и подавление экспрессии генов. Кроме того, необходимым условием потенциальной применимости этих подходов в медицине должна быть их биологическая (генетическая) безопасность, т.е. это должна быть эпигенетическая терапия, не затрагивающая первичную структуру ДНК. С этой точки зрения, наиболее удовлетворительным подходом является использование антисмысловых олигонуклеотидов (АсОДН), которые комплементарно связываются с мРНК и препятствуют трансляции. Действие АсОДН направлено и высокоспецифично, они легко диффундируют в цитоплазму животных клеток, но, как правило, не проникают в ядро, что позволяет рассматривать их как безопасный и эффективный способ направленной искусственной регуляции экспрессии генов. Использование специфических АсОДН, препятствующих индукции апоптоза, значительно повышает жизнеспособность и улучшает качество эмбрионов человека, получаемых *in vitro* в программах лечения бесплодия [7].

Нами изучено влияние подавления экспрессии импринтированного гена *M6P/Igf2r* на доимплантационное развитие диплоидных партеногенетических мышей линии СВА. Не более 23% партеногенетических зародышей мышей этой линии достигают стадии бластоцисты [8]. Нами установлено, что добавление в культуральную среду специфических АсОДН к мРНК гена *M6P/Igf2r* более чем в 2 раза повышает жизнеспособность партеногенетических зародышей мышей линии СВА: 40-50% таких зародышей развивались до стадии бластоцисты.

В доимплантационном развитии зародышей млекопитающих происходит формирование паттерна транскрипционной активности импринтированных генов. От правильного формирования этого паттерна зависит его дальнейшее репрограммирование и адекватный баланс генной активности в соматических клеточных линиях в ходе тканевой и органной дифференцировки. Пролонгированные эффекты от воздействия экзогенных факторов в доимплантационном развитии, распространяющиеся на последующее постимплантационное и постнатальное развитие, допускают возможность направленного формирования транскрипционного статуса импринтированных генов при помощи ростовых факторов и АсОДН. Такие воздействия не затрагивают первичной структуры ДНК, поэтому в перспективе мо-

гут быть применены для коррекции или профилактики нарушений импринтинга при лечении бесплодия с использованием экстракорпорального оплодотворения и культивирования эмбрионов человека *in vitro*.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаев Д.А., Заева В.В., Болт А.И., Володина О.Ю. Вспомогательная репродукция человека и болезни геномного импринтинга // Проблемы репродукции. 2005. №2. С.14-18.
2. Платонов Е.С., Исаев Д.А. Геномный импринтинг в эпигенетике млекопитающих // Генетика. 2006. Т.42. №9. С.1030-1042.
3. Kono T., Obata Y., Wu Q., Niwa K., Ono Y., Yamamoto Y., Park E.S., Seo J.S., Ogawa H. Birth of parthenogenetic mice that can develop to adulthood // Nature. 2004. V.428. P.860-864.
4. Kawahara M., Wu Q., Takahashi N., Morita S., Yamada K., Ito M., Ferguson-Smith A.C., Kono T. High-frequency generation of viable mice from engineered bi-maternal embryos // Nat. Biotechnol. 2007. V. 25. P. 1045-1050.
5. Пенков Л.И., Платонов Е.С., Димитров Б.Д., Миронова О.В., Конюхов Б.В. Влияние ростового фактора FGF4, TGF $\alpha$ , TGF $\beta$ 1 на развитие партеногенетических эмбрионов мышей C57BL/6 // Онтогенез. 2005. Т. 36. № 2. С.144-149.
6. Ростамзадех Д., Пенков Л.И., Климов Е.А., Платонов Е.С., Сулимова Г.Е. TGF $\alpha$  реактивирует импринтированный ген Igf2 в партеногенетических эмбрионах и плаценте у мышей // Генетика. 2005. Т. 41. С. 1387-1391.
7. Семенова М.Л., Захарова Е.Е., Кошелева Н.В., Заева В.В., Залетов С.Ю., Антисмысловые олигонуклеотиды как действующие агенты для улучшения качества эмбрионов человека при культивировании *in vitro* // Проблемы репродукции. 2006. №1. С. 46-52.
8. Пенков Л.И., Платонов Е.С. Изучение развития диплоидных партеногенетических зародышей мышей инбредных линий C57BL/6 и CBA // Онтогенез. 1992. Т. 23. №4. С. 364–369.

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СИНТЕЗА ЭКЗОПОЛИСАХАРИДА ЭТАПОЛАНА НА СМЕСИ РОСТОВЫХ СУБСТРАТОВ

**Т. П. Пирог, Н. В. Высятецкая**

*Национальный университет пищевых технологий, Киев (Украина)*

*E-mail: tapirog@usuft.kiev.ua*

На сегодняшний день, когда биосинтез практически ценных продуктов реализуется в промышленном масштабе, вопросы, касающиеся использования дешевого сырья, обеспечения экономии углеродных субстратов, снижения энергозатрат (АТФ и восстановительных эквивалентов) на процесс микробного синтеза, а также проблемы более полной трансформации углеродных субстратов в практически ценные метаболиты, приобретают особую актуальность.

В природных местах обитания микроорганизмы, как правило, развиваются в присутствии нескольких углеродных субстратов, в то время, как в лабораторных условиях для их культивирования часто используются моносубстраты в качестве единственного источника углерода и энергии. Однако известно, что значительная часть некоторых субстратов расходуется на окисление до  $\text{CO}_2$  для получения энергии, необходимой для конструктивного метаболизма. Вместе с тем существуют работы, в которых доказана способность микроорганизмов использовать смеси двух (или более) субстратов и прослежены некоторые аспекты регуляции таких процессов [1 – 5]. Однако эти исследования касаются использования смеси субстратов лишь для увеличения выхода биомассы. В литературе отсутствуют данные о возможности получения вторичных метаболитов, в частности, микробных экзополисахаридов (ЭПС), на смеси ростовых субстратов.

По нашему мнению, теоретической основой исследований по увеличению синтеза вторичных метаболитов на смеси нескольких субстратов может служить концепция “вспомогательного” субстрата, предложенная Бабелем [2] для повышения выхода биомассы. В основу концепции положена “энергетическая классификация субстратов”, согласно которой все субстраты делятся на энергетически-избыточные и энергетически-дефицитные [1]. Показано, что комбинация энергетически-неравноценных субстратов позволяет: (i) избежать непродуктивных потерь углерода и энергии, которые имеют место при использовании моносубстрата, (ii) повысить эффективность трансформации субстратов в биомассу [1 – 5]. На наш взгляд, такой подход может быть применен не только для повышения выхода биомассы, но и для интенсификации синтеза микробных ЭПС (с учетом дополнительных энергозатрат на их образование). Проверка этого предположения определила основную цель настоящего исследования.

Объектом исследований являлся штамм бактерий *Acinetobacter* sp.– продуцент комплексного полисахаридного препарата этаполана. Штамм депонирован в Депозитарии микроорганизмов Института микробиологии и вирусологии НАН Украины под номером В-7005.

Исследование особенностей  $\text{C}_2$ - $\text{C}_6$ -метаболизма у продуцента этаполана позволило классифицировать этанол и фумарат как потенциальные энергетически избыточные, а глюкозу и ацетат – как энергетически дефицитные субстраты.

На основе теоретических расчетов энергетических потребностей синтеза биомассы и ЭПС на энергетически-дефицитном субстрате (глюкоза) определена “дополняющая” концентрация энергетически-избыточных субстратов (этанол и фумарат), позволяющая восполнить потери углерода глюкозы при окислении ее до  $\text{CO}_2$  с целью получения энергии для процессов конструктивного метаболизма, и повысить эффективность конверсии углерода используемых субстратов в ЭПС. Введение этанола в среду с глюкозой в молярном соотношении 3,1:1 позволило увеличить количество

синтезированных ЭПС в 1,8–1,9 раза, их выход по отношению к биомассе - в 1,4–1,7 раза, выход ЭПС от субстрата – в 1,5–2 раза по сравнению с выращиванием продуцента на моносубстратах.

Наиболее высокая эффективность трансформации углерода этанола и глюкозы в ЭПС при выращивании штамма *Acinetobacter* sp. ИМВ В-7005 на их смеси обеспечивалась при отсутствии в среде катионов натрия, снижении концентрации источника азотного питания до 0,3–0,45 г/л, использовании посевного материала, выращенного на этаноле.

Введение фумарата натрия (калия) в среду с глюкозой в молярном соотношении 4:1 дало возможность увеличить количество синтезированных ЭПС в 1,3–2,2 раза, их выход по отношению к биомассе – в 1,3–2 раза по сравнению с выращиванием на моносубстратах. Максимальная трансформация углерода обоих субстратов в ЭПС (до 53 %) наблюдалась при соотношении углерод/азот в среде культивирования, равном 70,5, и использовании посевного материала, выращенного на моносубстрате глюкозе.

Из литературы известно, что эффект “вспомогательного” субстрата может наблюдаться не только при росте микроорганизмов на смеси энергетически неравноценных субстратов, но и в случае использования двух энергетически дефицитных субстратов при условии их одновременной ассимиляции [2, 5]. Наши эксперименты показали возможность интенсификации синтеза этаполана на смеси энергетически дефицитных ростовых субстратов (ацетат+глюкоза). Установлено, что при росте *Acinetobacter* sp. ИМВ В-7005 на смешанном субстрате оба субстрата потребляются одновременно, причем ацетат поглощается путем активного транспорта с использованием энергии протондвижущей силы. При наличии ацетата натрия в смешанном субстрате активность ацетил-КоА-синтетазы и ключевого фермента глюконеогенеза фосфоенолпируватсинтетазы были более, чем в 10 раз, а показатели синтеза этаполана почти в 2 раза выше по сравнению с ацетатом калия. Эти результаты могут свидетельствовать об участии  $\text{Na}^+$  в создании ионных градиентов на мембране, необходимых для генерации энергии протондвижущей силы.

Повышение синтеза этаполана при выращивании продуцента на смеси энергетически дефицитных (ацетат + глюкоза) и энергетически неравноценных (этанол+глюкоза, фумарат+глюкоза) субстратов обусловлено усилением глюконеогенеза, о чем свидетельствовало функционирование двух анаплеротических путей (глиоксилатного цикла и пируваткарбоксилазной реакции), а также повышение активности фосфоенолпируватсинтетазы по сравнению с культивированием бактерий на соответствующих моносубстратах.

Полученные результаты являются основой для создания новых технологий получения практически ценных вторичных метаболитов при использовании смешанных энергетически-неравноценных ростовых субстратов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Babel W. Bewertung von Substraten für das mikrobielle Wachstum auf der Grundlage ihres Kohlenstoff/Energie-Verhältnisses // *Z. Allg. Mikrobiol.* 1979. 19. P. 671–677.
2. Babel W., Müller R.H. Mixed substrate utilization in microorganisms: Biochemical aspects and energetics // *J. Gen. Microbiol.* 1985. 131, N 1. P. 39–45.
3. Eggeling L., Sahm H. Enhanced utilization-rate of methanol during growth on a mixed substrate: a continuous culture study with *Hansenula polymorpha* // *Arch. Microbiol.* 1981. 130. P. 362–365.
4. Linton J.D., Griffiths K., Gregory M. The effect of mixtures of glucose and formate on the yield and respiration of a chemostat culture of *Beneckea natriegens* // *Arch. Microbiol.* 1981. 129. P. 119–122.
5. Quantitative determination of metabolic fluxes during cointegration of two carbon sources: comparative analyses with *Corynebacterium glutamicum* during growth on acetate and/or glucose / V.F. Wendish, A.A. de Graaf, H. Sahm, B.J. Eikmanns // *J. Bacteriol.* 2000. 182, № 11. P. 3088–3096.

## ОСОБЕННОСТИ C<sub>2</sub>-МЕТАБОЛИЗМА У ШТАММА *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS* ЭК-1, РАСТУЩЕГО НА ЭТАНОЛЕ

Т. П. Пирог<sup>1,2</sup>, Ю. В. Корж<sup>1</sup>, Т. А. Шевчук<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт микробиологии и вирусологии Национальной академии наук Украины, Киев (Украина)

<sup>2</sup>Национальный университет пищевых технологий, Киев (Украина)

E-mail: [tapirog@usuft.kiev.ua](mailto:tapirog@usuft.kiev.ua)

Штамм *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 выделен нами из загрязненных нефтью образцов почвы [1]. Ранее было показано, что *R. erythropolis* ЭК-1 образует поверхностно-активные вещества (ПАВ) при росте на гидрофобных (гексадекан, жидкие парафины) и гидрофильных (глюкоза, этанол) субстратах [2], причем показатели синтеза ПАВ на этаноле были существенно ниже, чем на гексадекане. Одним из путей интенсификации технологий микробного синтеза является выявление возможных сайтов метаболического лимитирования и разработка подходов к их устранению на основе анализа особенностей энергетического и конструктивного метаболизма продуцентов практически ценных метаболитов. Цель данной работы – исследование особенностей метаболизма этанола у штамма *R. erythropolis* ЭК-1.

Из литературы известно, что у представителей рода *Rhodococcus*, растущих на этаноле, функционируют НАД(Ф)<sup>+</sup>- и 4-нитрозо-*N,N*-диметиланилин (НДМА)-зависимые алкогольдегидрогеназы [5]. Новый тип никотинопротеиновых (НАД(Ф)Н-содержащих) НДМА-зависимых ферментов был обнаружен в 90-х годах XX ст. у некоторых грамположи-

тельных бактерий (*Mycobacterium gastri*, *Rhodococcus rhodochrous*, *Rhodococcus erythropolis*, *Rhodococcus* sp. и *Amycolatopsis methanolica*). Такие алкогольдегидрогеназы содержат в качестве активного сайта связанный НАД(Ф)Н, который является кофактором, но не коферментом этих дегидрогеназ. Интересно отметить, что НДМА-зависимые ферменты родококков, выращенных на этаноле, способны окислять как этанол, так и метанол [5], причем в окислении этих спиртов принимают участие две различные НДМА-зависимые алкогольдегидрогеназы – метанол: 4-нитрозо-*N,N*-диметиланилин-оксидоредуктаза (МНО) и алкоголь: 4-нитрозо-*N,N*-диметиланилиноксидоредуктаза (НДМА-АДГ).

В клетках *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1, выращенных на этаноле, выявлены НАД<sup>+</sup>-, НАДФ<sup>+</sup>-, пирролохинолинхинон (ПХХ)- и НДМА-зависимые алкогольдегидрогеназы. Активность ПХХ- и НАД(Ф)<sup>+</sup>-зависимых ферментов была невысокой (4–10 нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка) и, очевидно, не может иметь существенного значения для метаболизма этанола у исследуемого штамма. При росте на этаноле в клетках *R. erythropolis* ЭК-1 выявлена как активность НДМА-АДГ, так и МНО, причем максимальная активность этих ферментов наблюдалась в ранней экспоненциальной фазе роста бактерий (150–155 и 90–110 нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка соответственно). Уже к середине экспоненциальной фазы активность данных алкогольдегидрогеназ существенно снижалась, а к концу экспоненциальной фазы составляла всего лишь 4–5 нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка.

Ацетальдегид, образующийся в процессе окисления этанола, вовлекается в метаболизм при участии ацетальдегиддегидрогеназ. В бесклеточном экстракте *R. erythropolis* ЭК-1 выявлено несколько ацетальдегиддегидрогеназ. Активность ПХХ- и НДМА-зависимых ферментов не превышала 7–7,5 нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка, в то время как активность НАД<sup>+</sup>- и НАДФ<sup>+</sup>-зависимых ацетальдегиддегидрогеназ составляла 100–110 и 40–45 нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка соответственно и была максимальной при pH 9,5.

Из литературы известно, что у *Rhodococcus erythropolis* UPV-1, растущего на этаноле, функционирует НАД<sup>+</sup>-зависимая ацетальдегиддегидрогеназа, которая способна окислять и формальдегид [4]. В работе [4] отмечается, что благодаря этому свойству штамм *Rhodococcus erythropolis* UPV-1 может быть использован для удаления формальдегида из промышленных сточных вод. В наших предварительных экспериментах также установлена возможность окисления формальдегида клетками *R. erythropolis* ЭК-1. Следует отметить, что представители рода *Rhodococcus*, в частности, штаммы *Rhodococcus erythropolis* характеризуются наличием широкого набора различных ферментов, в том числе и дегидрогеназ, что позволяет рассматривать и сами штаммы родококков, и их ферменты как перспективные для использования в различных природоохранных биотехнологиях [3].

У штамма *R. erythropolis* ЭК-1 окисление ацетата, образовавшегося в ацетальдегиддегидрогеназной реакции, осуществляется ацетаткиназой и ацетил-КоА-синтетазой ( $280\text{--}300$  и  $45\text{--}55$  нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка соответственно). Анаплеротической последовательностью реакций, восполняющих пул С<sub>4</sub>-дикарбоновых кислот при выращивании *R. erythropolis* ЭК-1 на этаноле, является глиоксилатный цикл, о чем свидетельствовала высокая активность как изоцитратлиазы, так и малатсинтазы ( $570\text{--}750$  и  $135\text{--}165$  нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка соответственно).

В бесклеточном экстракте *R. erythropolis* ЭК-1 обнаружена достаточно высокая активность всех ферментов цикла трикарбоновых кислот ( $200\text{--}600$  нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка), за исключением 2-оксоглутаратдегидрогеназы, которая составляла  $10\text{--}20$  нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка. Высокая активность как изоцитратдегидрогеназы ( $600\text{--}630$  нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка), так и изоцитратлиазы, а также низкая – 2-оксоглутаратдегидрогеназы при культивировании *R. erythropolis* ЭК-1 на этаноле может свидетельствовать о том, что цикл трикарбоновых кислот у этих бактерий выполняет преимущественно биосинтетическую роль.

При росте на этаноле синтез углеводов, необходимых для образования нуклеиновых кислот, полисахаридов, а также ряда метаболитов, в том числе и поверхностно-активных веществ, у *R. erythropolis* ЭК-1 обеспечивается функционированием глюконеогенетической ветви обмена веществ, о чем свидетельствовала высокая активность двух ключевых ферментов глюконеогенеза – как ФЕП-синтетазы, так и ФЕП-карбоксикиназы ( $850\text{--}900$  и  $200\text{--}230$  нмоль·мин<sup>-1</sup>·мг<sup>-1</sup> белка соответственно).

Исследование особенностей С<sub>2</sub>-метаболизма у штамма *R. erythropolis* ЭК-1 является основой как для разработки новых подходов к интенсификации биосинтеза ПАВ, так и для исследования потенциального применения данного штамма в процессах биоконверсии и деградации различных ксенобиотиков.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пирог Т.П., Шевчук Т.А., Волошина И.Н., Гречирчак Н.Н. Использование иммобилизованных на керамзите клеток нефтеокисляющих микроорганизмов для очистки воды от нефти // Прикладная биохимия и микробиология. 2005. Т. 41, № 1. С. 58-63.
2. Пирог Т.П., Шевчук Т.А., Волошина И.Н., Карпенко Е.И. Образование поверхностно-активных веществ при росте штамма *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 на гидрофильных и гидрофобных субстратах // Прикладная биохимия и микробиология. 2004. Т. 40. № 5. С. 544– 550.
3. de Carvalho C., da Fonseca M. The remarkable *Rhodococcus erythropolis* // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2005. V. 67. P. 715–726.

4. Jaureguibeitia A., Saa M., Llama M.J., Serra J.L. Purification, characterization and cloning of aldehyde dehydrogenase from *Rhodococcus erythropolis* UPV-1 // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2007. V. 73. P. 1073–1086
5. Schenkels P., Duine J.A. Nicotinoprotein (NADH-containing) alcohol dehydrogenase from *Rhodococcus erythropolis* DSM 1069: an efficient catalyst for coenzyme-independent oxidation of broad spectrum of alcohols and interconversion of alcohols and aldehydes // *Microbiology.* 2000. V.146. P. 775–785.

## СИНЕРГИЗМ ДЕЙСТВИЯ ТИОРИДАЗИНА И ГАНГЛИОЗИДОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В СУБКЛЕТОЧНЫХ ФРАКЦИЯХ МОЗГА КРЫСЫ

**В. П. Иванова**

*Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова  
РАН, Санкт-Петербург (Россия)*

*E-mail: valet@iephb.ru*

Известно, что препараты фенотиазинового ряда широко применяются в психиатрической практике при лечении шизофрении, органических психозах, маниакально-депрессивных состояниях и других заболеваниях. Практика применения этих препаратов показывает, что они обладают токсическими свойствами, вызывая ряд побочных эффектов, основными из которых являются экстрапирамидные расстройства. Общепринятым является мнение о реализации эффекта фенотиазинов через дофаминовые рецепторы. Вместе с тем имеются данные, противоречащие этому утверждению: внутрижелудочковое введение тиоридазина не оказывает влияния на дофамин-индуцированную локомоцию и не увеличивает содержания в мозге некоторых метаболитов дофамина [1].

В последнее время изучаются окислительные свойства фенотиазинов. Сообщалось, что фенотиазины увеличивают уровень продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) больных при их длительном приеме [2]. При этом наиболее активный из фенотиазинов - тиоридазин (ТР)- вызывает трехкратное увеличение продуктов ПОЛ в миелиновой фракции мозга крысы с одновременным ингибированием активности таких ферментов, как  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФаза и 5'-нуклеотидаза [3].

Учитывая способность ганглиозидов влиять на свободнорадикальные процессы, в настоящей работе исследовали, с одной стороны, динамику накопления продуктов ПОЛ (ТБК-реактивных продуктов и диеновых конъюгатов (ДК)) в синаптосомальной и миелиновой фракциях мозга крысы при введении ТР; с другой стороны, влияние на эти показатели препарата экзогенных ганглиозидов на фоне введения животным ТР.

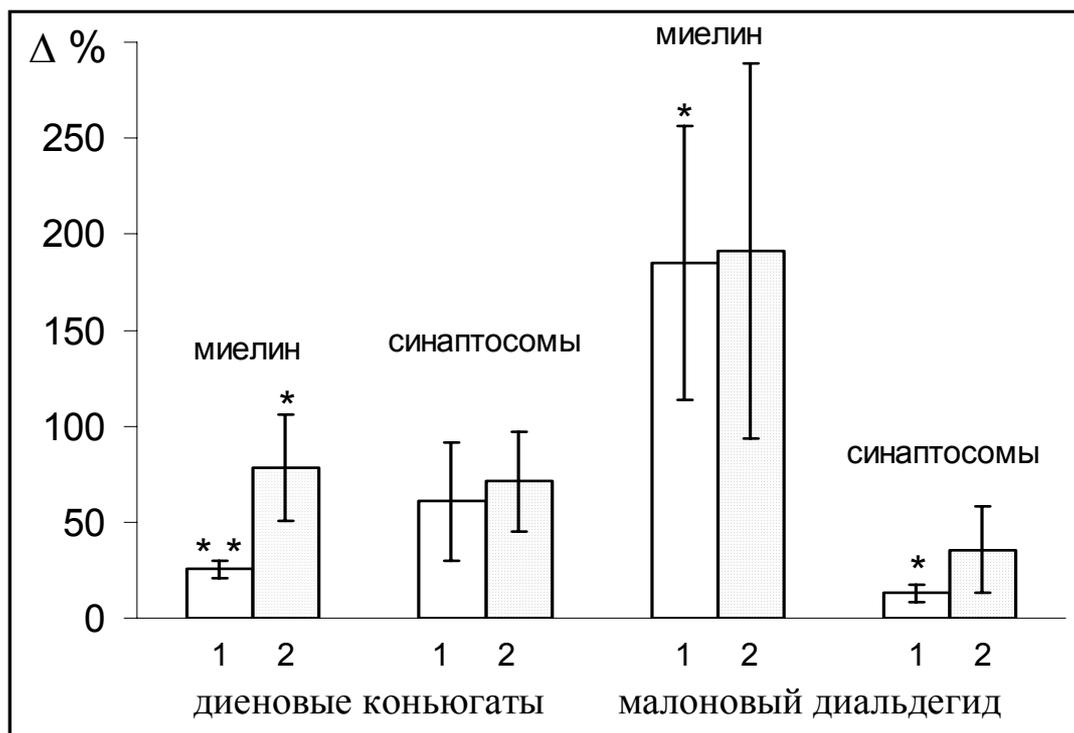
Эксперименты выполнены на 76 крысах-самцах линии Wistar весом 140г. Животные были разбиты на три группы. Первой группе животных вводили ТР (Sigma, США), второй - ганглиозиды совместно с ТР. ТР вводили в/б в 0,2 мл физ. раствора в дозе 10 мг/кг в течение 14 дней. Ганглиозиды в дозе 50 мг/кг в том же объеме физ. раствора вводили в/б 4<sup>x</sup>-кратно: 2 раза до начала введения ТР и затем 2 раза на фоне его введения с интервалом в 7 дней. Контрольной группе животных вводили физ. раствор в том же объеме и по той же схеме.

Синаптосомальные и миелиновые фракции выделяли из мозга крыс по методу [4]. Липиды из мембран экстрагировали по методу Фолча [5]. Уровень содержания продуктов ПОЛ определяли спектрофотометрически по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК-реактивные продукты), а также по максимуму поглощения при  $\lambda=232$  нм (ДК) [6]. В опытах использовали очищенную суммарную фракцию ганглиозидов GM1, GD1a, GD1b, GT1b, выделенную из ткани мозга быка.

Из данных, представленных на рисунке, видно, что ТР стимулирует накопление как первичных (ДК), так и вторичных (малоновый диальдегид (МДА)) продуктов ПОЛ в субклеточных фракциях мозга крысы. При этом в миелиновой фракции под действием ТР увеличивалось содержание как ДК, так и МДА, соответственно на 25% ( $P<0,01$ ) и 185% ( $P<0,05$ ) по сравнению с соответствующими контрольными значениями. В то же время в синаптосомах мозга выявлено достоверное увеличение накопления только ТБК-реактивных продуктов. Полученные нами данные не противоречат литературным, согласно которым, как уже отмечалось выше, у больных, длительно принимающих фенотиазины, увеличивается уровень продуктов ПОЛ в ЦСЖ [2].

Способность фенотиазинов, в том числе и ТР, вызывать окислительную деструкцию миелиновых и синаптосомальных мембран мозга крысы может быть связана с прямым воздействием препаратов на остатки жирных кислот молекул фосфолипидов. Известно, что фенотиазины являются липофильными легкоокисляющимися соединениями, характеризующимися достаточно высокой подвижностью в липидном бислое мембраны. Проникая в липидную фазу, фенотиазины могут окисляться до свободных радикалов, которые, в свою очередь, могут запускать процессы ПОЛ или пролонгировать эти процессы.

Изменение количества ненасыщенных связей в жирнокислотных остатках фосфолипидов, происходящее в результате перекисного окисления, может приводить к структурным изменениям фазового состояния липидного бислоя, что не может не влиять на функциональную активность мембранных белков и клетки в целом. Обнаруженное ранее ингибирование ТР-ном активности мембранно-связанных ферментов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФазы и 5<sup>1</sup>-нуклеотидазы [3]) может быть обусловлено изменением свойств липидного окружения белковых молекул.



\* -  $P < 0,05$  / \*\* -  $P < 0,01$  по сравнению с соответствующими контрольными значениями (по критерию Стьюдента).

По оси ординат - уровень ПОЛ (в относительных величинах отклонения от контрольных значений).

По оси абсцисс - продукты ПОЛ, накапливающиеся в организме животных после инокуляции им тиоридазина (1) или суммарной фракции ганглиозидов совместно с тиоридазином (2)

**Рисунок 1 – Действие тиоридазина и ганглиозидов на уровень диеновых конъюгатов и малонового диальдегида в миелине и синапсосомах мозга крысы**

По мнению ряда исследователей ганглиозиды могут ингибировать процессы ПОЛ, индуцированного внешними стимулами [7]. В связи с этим, изучали влияние ганглиозидов на интенсивность процессов ПОЛ в субклеточных фракциях мозга на фоне введения животным ТР. Как видно из рисунка, ганглиозиды не только не предотвращали накопление продуктов ПОЛ (ДК и МДА), вызванное введением ТР, но, напротив, даже усиливали эти процессы. Особенно заметно увеличивалось содержание ДК в миелиновой фракции мозга крысы при совместном введении ТР и ганглиозидов по сравнению с мембранами мозга животных, получающих только ТР.

Отсутствие защитного эффекта ганглиозидов, выявленного на модели тиоридазин-индуцированного накопления продуктов ПОЛ в мембранах миелина и синапсосом мозга, может быть результатом следующих процессов. Поскольку молекулы ТР являются более компактными и более липофильными, чем молекулы ганглиозидов, то они могут проникать в липид-

ный бислой быстрее, чем ганглиозиды; к тому же TP обладает более высокой реакционной способностью. Иначе говоря, молекулы ганглиозидов не успевают проявить свои «защитные» свойства. С другой стороны, обнаруженный нами синергизм действия TP и ганглиозидов может быть связан с усиливающим эффектом ганглиозидов на продукцию активных форм кислорода (АФК) клетками микроглии, которые, как известно, обладают выраженной фагоцитарной функцией. АФК, в свою очередь, могут вызывать окислительную деструкцию липидов, что, в конечном счете, и приводит к еще большей стимуляции процессов ПОЛ при совместном действии TP и ганглиозидов. Это предположение косвенно подтверждается данными о том, что моносиалоганглиозид GM1 стимулирует образование АФК, индуцированное форбол-12-миристат-13-ацетатом, нейтрофилами человека и перитонеальными макрофагами мыши [8].

Полученные нами данные показывают, что TP, относящийся к лекарственным препаратам фенотиазинового ряда, вызывает накопление продуктов ПОЛ в синапсомембранных и миелиновых мембранах мозга крысы. Возможно, токсическое действие TP при его длительном применении связано с накоплением продуктов ПОЛ в нервной ткани, прямо или опосредованно влияющих на функции клеточной мембраны.

Кроме того, результаты работы еще раз напоминают о необходимости соблюдения осторожности при выборе лекарственных препаратов для одновременного их использования в ходе лечения того или иного заболевания, поскольку вероятность проявления нежелательного побочного эффекта лекарственного препарата возрастает с увеличением числа фармацевтических средств, принимаемых пациентом одновременно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kilts C.D., Knight D.L., Mailman R.B., Widerlov E., Breese G.R. Effects of thioridazine and its metabolites on dopaminergic function: drug metabolism as a determinant of the antidopaminergic action of thioridazine // *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 1984. V.231. P.334-342.
2. Pall H.S., Williams A.C., Blake D.R., Lunec J. Evidence of enhanced lipid peroxidation in the cerebrospinal fluid of patients taking phenothiazines // *Lancet.* 1987. V.2. P.596-599.
3. Dhaunsi G.S., Singh B., Singh A.K., Kirschner D.A., Singh I. Thioridazine induces lipid peroxidation in myelin of rat brain // *Neuropharmacology.* 1993. V.32. P.157-167.
4. Hajos F. An improved method for the preparation of synaptosomal fraction in high purity // *Brain Res.* 1975. V.93. P.485-489.
5. Folch J., Lees M., Sloane-Stenley G. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // *J. Biol. Chem.* 1957. V.226. P.497-509.
6. Porter N.A., Nixon J., Ranidas I. Cyclic peroxides and the thiobarbituric assay // *Biochim. Biophys. Acta.* 1976. V.441. P.506-512.

7. Тюрина Ю.Ю., Тюрин В.А., Аврова Н.Ф., Каган В.Е. Ганглиозид-зависимый фактор, ингибирующий перекисное окисление липидов в синапсоматомах // Бюл. эксперим. биол. мед. 1990. N 6. С.553-555.

8. Аврова Н.Ф., Иванова В.П., Тюрин В.А., Гамалей И.А., Клюбин И.В., Щепеткин И.А., Борунов Е.В., Тюрина Ю.Ю. Модуляция сверхмалыми концентрациями ганглиозида GM1 окислительного взрыва в макрофагах мыши и нейтрофилах человека // Бюл. эксперим. биол. мед. 1994. N 1. С.44-46.

## ОЦЕНКА ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ АКТИВНОСТИ ПЕПТИДНЫХ ЭКСТРАКТОВ PE-PM И PE-HP *IN VIVO* В СУБЛЕТАЛЬНОЙ ПЕРЕВИВАЕМОЙ МОДЕЛИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ VLRV

И. И. Тепкеева, Е. В. Моисеева, А. В. Чаадаева, Е. В. Жаворонкова, Ю. В. Кесслер, С. Г. Семушина, В. П. Демушкин

*Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Москва (Россия)*

*E-mail: tepkeeva-inna@yandex.ru*

Рак молочной железы (далее РМЖ) является одной из самых распространенных причин смерти женщин в индустриально развитых странах [5]. В Российской Федерации ежегодно диагностируют около 50 тысяч женщин, и около половины из них умирает [2]. Поэтому постоянно ведется поиск новых лекарственных препаратов для лечения РМЖ, в том числе и препаратов природного происхождения. Тестирование этих препаратов на мышинных моделях является весьма актуальным [3].

Большой интерес в последнее время уделяется пептидам животного происхождения, в частности ингибиторам ангиогенеза [1]. Наряду с пептидами животного происхождения, противоопухолевая активность показана и для пептидов, полученных из растительного сырья [9] и интерес к этим препаратам постоянно растет [6,8].

Целью исследования явилось изучение противоопухолевой активности пептидных экстрактов из природного растительного сырья на мышинной модели РМЖ.

Для экстракции пептидов использовали препараты растений фирмы «Здоровье» (Москва). Сухое растительное сырьё (10 г) измельчали в ножевом гомогенизаторе. К полученному порошку добавляли 100 мл 1М уксусной кислоты и тщательно перемешивали. Гомогенат подвергали ультразвуковой обработке, нагревали при 100<sup>0</sup>С 1 час. Смесь охлаждали и центрифугировали, к супернатанту добавляли ацетон (2:5), выпавший осадок отделяли центрифугированием и высушивали (подробнее см. [4]). Сухой остаток растворяли в 20 мл 0,1 М уксусной кислоты и центрифугировали 20 мин при 40000g. Полученный супернатант лиофилизовали дважды, растворяя полученный сухой остаток в воде. Выход пептидного материала –

50 – 100 мг. По указанной методике получены пептидные экстракты зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) (далее PE-Нр), смеси растений - чистотела большого (*Chelidonium majus* L.), девясила высокого (*Inula helenium* L.), хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) и гриба чаги (*Inonotus obliquus*) (далее PE-PM).

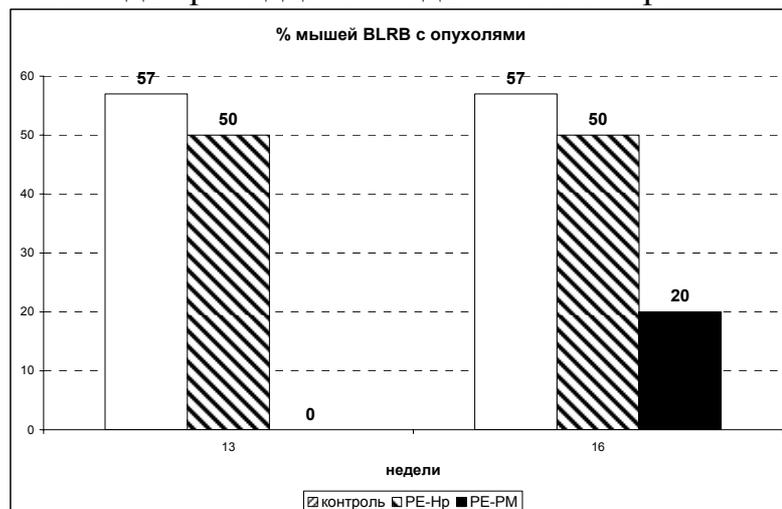
Для тестирования противоопухолевой активности *in vivo* использовали перевиваемую интраперитонеальную сублетальную модель рака молочной железы на сингенных самцах линии мышей BLRB-Rb(8.17)1em (далее называемые BLRB [10]) в возрасте  $4.5 \pm 0.5$  месяцев (в каждой группе по 5-7 животных). Опухолевые клетки (далее ОК) получили из медленно растущей спонтанной аденокарциномы молочных желез самки BLRB по разработанной ранее методике [7] и перевели сингенным реципиентам интраперитонеально (далее и. п.) в дозе  $10^6$  ОК на мыш. На следующий день опытным животным однократно локально (тоже и. п.) вводили пептидные экстракты растений в дозе 1 мг в 0,1 мл физиологического раствора на мыш. Контрольным животным одновременно вводили физиологический раствор в том же объеме.

Проявление индивидуальной опухоли выявляли путем пальпации и. п. солидов и по увеличению веса реципиента [7]. Противораковую активность препаратов оценивали по замедлению проявления РМЖ, уменьшению количества животных, имеющих опухоли, и улучшению их выживания в течение шестнадцати недель после перевивки.

При полном отсутствии данных о влиянии тестируемых экстрактов на рост РМЖ *in vitro* целесообразно использовать и. п. модели перевиваемых сублетальных медленно растущих опухолей при однократном и. п. введении препаратов. Такая модель *in vivo*, являясь прообразом тестирования противоракового эффекта *in vitro* (как опухоль, так и тестируемый препарат находятся в перитонеальной полости), позволяет выявить даже незначительные локальные влияния экстрактов в течение долгого времени в связи с продолжительным периодом проявления РМЖ. Более того, в сублетальной модели можно наблюдать даже предотвращение роста опухоли у определенного количества леченных животных при неполном проявлении опухолей в контрольной группе (рост опухоли только у 50-75% животных) [7].

Эта модель позволяет проследить динамику проявления и. п. опухолей РМЖ мышей BLRB в течение шестнадцати недель после перевивки (рис. 1). Доля мышей с выросшими и. п. опухолями в группе, пролеченной пептидом PE-Нр (50%), практически не отличалась от этого показателя в контрольной группе (57%). Однако пептид PE-PM оказал долгосрочное противоопухолевое действие. Появление опухолей только у 20% леченных PE-PM мышей на шестнадцатой неделе после перевивки опухоли при 57% в контрольной группе приводит к выводу о предотвращении опухолевого

роста у  $57-20=37\%$  леченных животных при значительной задержке появления опухолей вплоть до тринадцатой недели после перевивки.



**Рисунок 1 – Динамика проявления и.п. РМЖ у мышей BLRB.**

Выживание мышей BLRB с перевитой карциномой представлено в таблице 1. Наблюдали улучшение выживания для группы, однократно обработанной PE-PM (100% животных были живы на шестнадцатой неделе после перевивки опухоли), по сравнению с контролем (72%). Ухудшение выживания в группе PE-Нр позволяет предположить, что пептидный экстракт оказал стимуляцию опухолевого роста у реципиентов, однократно обработанных PE-Нр.

**Таблица 1 - Процент выживания мышей BLRB с карциномой**

Группы	Недели эксперимента			
	13	14	15	16
контроль	100%	86%	86%	72%
PE-Нр	100%	67%	50%	50%
PE-PM	100%	100%	100%	100%

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы. Однократная обработка опухолей пептидным экстрактом из зверобоя продырявленного (PE-Нр) не оказала противоопухолевого действия на данной модели РМЖ. Пептидный экстракт из смеси растений - чистотела большого (*Chelidonium majus* L.), девясила высокого (*Inula helenium* L.), хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) и гриба чаги (*Inonotus obliquus*) - обладал выраженной противоопухолевой активностью в интраперитонеальной сублентальной модели медленно растущего рака молочных желез мышей BLRB, предотвратив появление опухолей у 37% леченных мышей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Северин, Е.С. Проблемы и перспективы современной противоопухолевой терапии / Е.С. Северин, А.В. Родина // Успехи биологической химии. 2006.Т.46. С.43-64.

2. Старинский, В.В. Развитие системы популяционных раковых регистров в России / В.В. Старинский, В.М. Мирабишвили, О.П. Грецова, О.Т. Дьяченко, Ю.И. Простов, Т.Л. Цветкова, Т.А. Аналькова // Вопросы онкологии. 2003. Т. 49. С. 422-426.
3. Трещалина, Е.М. Противоопухолевая активность веществ природного происхождения. – М.: Практическая медицина. 2005. – 272 с.
4. Шваб, О.В. Анализ пептидов из тканей животных и растений / О.В. Шваб, С.В. Тришкин, Е.Н. Шепель, Б.В. Васьяковский, Г.Т. Сухих, В.П. Демушкин // Биоорганическая химия. 1999. Т. 25. С. 20-24.
5. American Cancer Society: Cancer facts and figures <http://www.cancer.org/downloads/STT/CAFF2003PWSecured.pdf> 2003.
6. Craik, D.J. The chemistry and biology of cyclotides / D.J. Craik, M. Cemazar, N.L. Daly // Curr. Opin Drug Discov Devel. 2007. V. 10. P. 176-184.
7. Moiseeva, E.V. Original approaches to test anti-breast cancer drugs in a novel set of mouse models. Pathobiology, Utrecht University, The Netherlands 191 pp, <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2005-1130-200033/index.htm> 2005.
8. Svängård, E. Mechanism of action of cytotoxic cyclotides: cycloviolacin O2 disrupts lipid membranes / E. Svängård, R. Burman, S. Gunasekera, H. Lövborg, J. Gullbo, U. Göransson // J Nat Prod. 2007. V. 70. P. 643-647.
9. Svängård, E. Cytotoxic cyclotides from *Viola tricolor* / E. Svängård, U. Göransson, Z. Hocaoglu, J. Gullbo, R. Larsson, P. Claeson, L. Bohlin // J. Nat. Prod. 2004. V. 67. P. 144-147.
10. The Mouse Tumour Biology Database: <http://www.informatics.jax.org/external/festing/mouse/docs/BLRB.shtml> 1999.

## ДЕГРАДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕФЕОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ РОДА *RHODOCOCCLUS* И МИКРОБНЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

**Т. П. Пирог, И. Н. Волошина**

*Национальный университет пищевых технологий, Киев (Украина)*

*E-mail: i\_woloschina@yahoo.com*

Бактерии рода *Rhodococcus* известны как наиболее активные деструкторы нефтепродуктов как в естественных биотопах загрязненных объектов, так и в составе специальных биотехнологических препаратов [5]. Способность микроорганизмов использовать водонерастворимые гидрофобные субстраты обусловлена двумя механизмами [4]: поглощение субстрата в результате прямого взаимодействия клеток с каплями углеводорода и биосурфактант-опосредованное взаимодействие клеток и субстрата. Необходимым условием прямого контакта клеток и углеводорода является высокая гидрофобность клеточной поверхности; в этом случае углеводороды проникают в клетку в виде субмикроскопических капель. При втором механизме синтезированные клеткой ПАВ солубилизируют или эмульгируют гидрофобные субстраты, облегчая их поступление в клетку. Многие

микроорганизмы, растущие на углеводородах, реализуют оба механизма, т.е. характеризуются как высокой гидрофобностью клеточной поверхности, так и обладают способностью к синтезу поверхностно-активных веществ (ПАВ) [4].

Одним из возможных путей очистки почв и воды от нефтепродуктов является активация природной микрофлоры загрязненных объектов. Особенно целесообразен такой способ для застарелых загрязнений. Природные механизмы самоочистки способствуют развитию специфической нефтеокисляющей микрофлоры в местах длительного пребывания загрязняющих веществ [3, 6]. Большое значение имеет экономический аспект таких технологий, поскольку использование природной микрофлоры существенно снижает стоимость процессов очистки, не требует многотоннажного производства биопрепаратов и технических затрат на обработку. Однако при высоких концентрациях загрязняющих веществ в почве и воде природные процессы биоремедиации проходят медленно. Мощным регулятором активности микробной популяции, в том числе природной, являются поверхностно-активные вещества (ПАВ), в частности ПАВ микробного происхождения [5].

Цель данной работы – исследовать возможность интенсификации процессов деструкции нефти накопительными культурами нефтеокисляющих микроорганизмов при введении в них активных штаммов бактерий рода *Rhodococcus*, а также микробных ПАВ.

Как объекты исследования использовали накопительные культуры нефтеокисляющих микроорганизмов, выделенные из загрязненных нефтью образцов почвы и донных осадков шламмоотстойников месторождения «Долина нафтогаз» (Ивано-Франковская обл., Украина), а также изолированные нами ранее штаммы бактерий рода *Rhodococcus* - *Rhodococcus* sp. N 1, *Rhodococcus* sp. N 2, *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 и бактериальный штамм *Pseudomonas* sp. PS-27 [1, 2]. Установлено, что штамм *R. erythropolis* ЭК-1 характеризовался наиболее высоким (3,5-4,6 г/л) уровнем биомассы при выращивании на углеводородных субстратах (нефть, жидкие парафины, гексадекан). Учитывая, что уровень биомассы коррелирует с активностью ассимиляции углеводородов, данный штамм был выбран нами для повышения степени деструкции нефтепродуктов накопительными культурами микроорганизмов. Штамм *R. erythropolis* ЭК-1 представлялся перспективным для проведения подобного рода исследований еще и потому, что он является продуцентом внеклеточных метаболитов, обладающих поверхностно-активными и эмульгирующими свойствами [2]. Для исследований, кроме *R. erythropolis* ЭК-1, был выбран также бактериальный штамм *Pseudomonas* sp. PS-27. Выбор этого штамма обусловлен способностью расти на гидрофобных субстратах, синтезировать внеклеточные поверхностно-активные гликолипиды (рамнолипиды) и полисахарид альгинатной природы [1]. Кроме того, одним из важных критериев оценки ПАВ при их практическом использовании является способность к эмуль-

гированию углеводов в широком диапазоне рН. Показано, что ПАВ, синтезируемые *Pseudomonas* sp. PS-27, способны к образованию стабильных мелкодисперсных эмульсий с гидрофобными субстратами при рН от 5,5 до 10. Благодаря таким свойствам, ПАВ *Pseudomonas* sp. PS-27 можно использовать для обработки загрязненных нефтепродуктами объектов в различных природных условиях.

На следующем этапе исследовали способность селекционированной нами накопительной культуры нефтеокисляющих микроорганизмов утилизировать сырую нефть в присутствии штамма *R. erythropolis* ЕК-1 и ПАВ, синтезируемых *Pseudomonas* sp. PS-27. Накопительная культура состояла из шести типов бактерий, которые на основе морфолого-культуральных и физиолого-биохимических свойств они были идентифицированы как представители родов *Acinetobacter*, *Nocardia*, *Arthrobacter*, *Mycobacterium* и *Rhodococcus*. Установлено, что ПАВ *Pseudomonas* sp. PS-27 интенсифицировали ассимиляцию нефти (2 % по объему) исследуемой накопительной культурой. Через 72 ч выращивания накопительной культуры содержание остаточной нефти составляло 24,1% от ее исходной концентрации, а в присутствии ПАВ снижалось до 17,2%. Введение в накопительную культуру штамма *R. erythropolis* ЕК-1 также способствовало интенсификации процесса усвоения нефти. Так, при совместном выращивании накопительной культуры и родококка содержание остаточной нефти через 72 ч составляло 19,5%. Через 192 ч выращивания накопительной культуры содержание остаточной нефти снижалось до 15,8%; в то время как в присутствии *R. erythropolis* ЕК-1 и ПАВ *Pseudomonas* sp. PS-27 – до 10,0 и 6,4% соответственно.

Таким образом, в результате проведенной работы показана возможность интенсификации процесса деградации нефти накопительной культурой нефтеокисляющих микроорганизмов при введении в нее активного углеводородокисляющего штамма *R. erythropolis* ЭК-1, а также в присутствии ПАВ, синтезируемых штаммом *Pseudomonas* sp. PS-27. Полученные результаты являются основой для разработки высокоэффективных технологий для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпенко Е.В., Шульга А.Н., Щеглова Н.С., Елисеев С.А., Вильданова-Марцишин Р.И. Поверхностно-активные соединения культуры *Pseudomonas* sp. PS-17 // Микробиол. журн. 1996. Т. 58, № 5. С. 18 – 24.
2. Пирог Т.П., Шевчук Т.А., Волошина И.Н., Карпенко Е.В. Образование поверхностно-активных веществ при росте штамма *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 на гидрофильных и гидрофобных субстратах // Прикл. биохимия и микробиология. 2004. Т. 40. №5. С. 544 – 550.
3. Bodour A.A., Drees K.P., Maier R.M. Distribution of biosurfactant-producing bacteria in undisturbed and contaminated arid Southwestern soils // Appl Environ Microbiol. 2003. Vol. 69., № 6. P. 3280 – 3287.

4. Bouchez-Naitali M., Rakatozafy H., Marchal R., Leveau J.Y., Vandecasteele J.P. Diversity of bacterial strains degrading hexadecane in relation to the mode of substrate uptake // *J. Appl. Microbiol.* 1999. Vol. 86. P. 421 – 428.
5. Batista S.B., Mounteer A.H., Amorim F.R., Tótola M.R. Isolation and characterization of biosurfactant/bioemulsifier-producing bacteria from petroleum contaminated sites // *Bioresource Technology.* 2006. Vol. 97. P. 868 – 875.
6. Wei Q.F., Mather R.R., Fotheringham A.F. Oil removal from used sorbents using a biosurfactant // *Bioresource Technology.* 2005. Vol. 96. P. 331 – 334.

## ВИБРАЦИОННАЯ КОММУНИКАЦИЯ КОРОТКОУСЫХ ПРЯМОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (ORTHOPTERA, CAELIFERA)

**А. А. Бенедиктов**

*Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва (Россия)*

Виброкоммуникация короткоусых прямокрылых насекомых (Orthoptera, Caelifera) практически не изучена. Эти насекомые отсутствуют в списке таковых, обладающих вибросигналами [1]. По нашим же данным [2-5] из 8 надсемейств Caelifera вибрационный канал связи используют представители Tetrigoidea, Eumastacoidea и Pyrgomorphaidea, а некоторые виды Acridoidea включают вибрации в свой звуковой репертуар. Информация о вибросигналах представителей надсемейств Tridactyloidea, Pneumoroidea, Tanaoceroidea и Trigonopterygoidea в настоящее время нам не известна.

Основываясь на своем опыте и личных наблюдениях, мы можем с большой степенью вероятности предполагать, что для многих Caelifera, как, впрочем, и других насекомых, считающихся «глухонемыми», не исключена возможность использования вибрационного канала связи. Во всех случаях передача вибросигналов осуществляется через субстрат (листья и стебли живых растений и деревьев, сухой опад, почва, гнилушки и т.п.), на котором сидят насекомые.

Для выявления возможного наличия вибрационной коммуникации среди «глухонемых» насекомых, стоит обращать внимание на характерное поведение особей в момент их контакта с конспецифическими партнерами, например, во время ухаживанием самца за самкой, или во время конкурентных отношений между самцами. Более пристально стоит подойти к анализу описанных ранее некоторых элементов звуковой сигнализации Caelifera, например, ударных сигналов или низкочастотного жужжания за счет сокращения мышц тела.

Особого внимания заслуживают структуры и аппараты, описанные в качестве «звукоиздающих», но звуковые сигналы для которых неизвестны. Например, для видов надсемейства Tridactyloidea часто приводится рису-

нок стридуляционного аппарата [6], однако звуков триперстов до сих пор никто не регистрировал. В то же время, среди прочих насекомых известны таковые, использующие стридуляционный аппарат для виброкоммуникации (Homoptera, Psyllidae). Такое явление, когда один и тот же тип акустического аппарата выполняет разную функцию, не является редким. Пример тому тимбальный аппарат цикадовых (Homoptera), которым певчие цикады (Cicadidae) издают звуковые, а мелкие цикадки (Cicadellidae) вибрационные сигналы.

*Работа поддержана программой «Университеты России» (грант УР.07.03.064). Результаты размещены на сайте <http://entomology.ru/tetrix/>*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Virant-Doberlet, M., Čokl, A. Vibrational Communication in Insects / Neotropical Entomology. 2004. Vol. 33. N 2. P. 121-134.
2. Бенедиктов, А. А. Акустическая коммуникация прыгунчиков рода *Tetrix* (Orthoptera, Tetrigidae) / Зоолог. журн. 1998. Т. 77. № 9. С. 1021-1025.
3. Бенедиктов, А. А. Прямокрылые насекомые рода *Erianthus* Stål, 1875 (Orthoptera, Eumastacoidea, Erianthinae) в условиях инсектария и их виброкоммуникация / Материалы Третьего международного семинара «Беспозвоночные в коллекциях зоопарков». г. Москва. 22-27.10.2007. М. 2008.
4. Chapman, R.F., Page, W.W., Bernays, E.A. A novel method of sound production by an acridoid, *Zonocerus variegatus* (L.) (Orthoptera : Pyrgomorphidae) / Acrida. 1981. Vol. 10. N 2. P. 51-59.
5. Loher, W., Chandrashekar, M.K. Acoustical and sexual behaviour in the grasshopper *Chimarocephala pacifica pacifica* (Oedipodinae) / Entomologia Experimentalis et Applicata. 1970. Vol. 13 N. 1. P. 71-84.
6. Haskell, P. T. Insect sounds. Aspects of Zoology. - Quadraugle Books Chicago. H.F. & G. Witherby LTD. 1961. - 190 p.

## ДИПЛОПОДЫ ТРАВЯНЫХ ЭКОСИСТЕМ МАЛОГО КAVKAZA И ИХ РОЛЬ В БИОЛОГИЧЕСКОМ КРУГОВОРОТЕ

**Н. Г. Логинова**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,  
Саранск (Россия)*

Для выявления диплопод в травяных экосистемах проводились полевые учеты по профилю Малого Кавказа Азербайджана. Исследованиями были охвачены предгорный полупустынный пояс (200-500 м, Мардакердский район), низкогорный лесной пояс (500-100 м, Мардакердский район),

и высокогорный пояс (альпийские луга, 2400-3000 м, Кельбарджарский район).

Количественный учет численности мезофауны проводился методом раскопок с послышной ручной разборкой почвы [1]. Раскопки проводились в три сезона, за исключением участка под альпийскими лугами. В предгорном полупустынном поясе исследования проводили на каштановых (серо-коричневых) почвах на посевах трехлетней люцерны, расположенных на территории Карабахской научной экспериментальной базы Института генетики и селекции АН Азерб. ССР. Диплоподы здесь были представлены синантропным видом *Brachyiulus lusitanus* Verh. [2], численность которого составляла 49,3 экз/м<sup>2</sup>. В низкогорном лесном поясе на горно-лесных коричневых почвах под дубово-грабовым лесом (сел. Касапет Мардакердского района) диплоподы были представлены лесными видами: *Brachydesmus talyschanus* Lohm., *Strongylosoma lenkoranum* Attems, *Megaphyllum brachyurum brachyurum* (Attems) (3.7 экз/м<sup>2</sup>).

В высокогорном альпийском поясе исследование проведено на горно-луговых, плотно-дерновых почвах (окр. Исти-су, Кельбаджарского р-на) под белоусово-мятликовыми лугами, где в разнотравье преобладала *Festuca ovina* L. Учеты проводились в июле – наиболее теплом месяце. В составе комплекса мезофауны доминировали диплоподы, представленные единственным эндемичным для Малого Кавказа видом - *Anuroleptophyllum caucasicum* Attems, численность которого составляла 157,6 экз/ м<sup>2</sup> (73,4 % от общей численности). Высокая численность диплопод связана с высоким содержанием в почве гумуса (21,17 %) и кальция (27,2 мг-экв на 100 г. почвы) [3]. *A. caucasicum* встречались на глубине 0-10 см, в наиболее прогреваемых слоях почвы (73 % от общей численности). С учетом численности диплопод и среднего суточного рациона рассчитано количество опада, перерабатываемого в течении месяца. В агроценозе люцерны *B. lusitanus* перерабатывают 17,2 г/м<sup>2</sup> / месяц опада люцерны. На альпийских лугах *A. caucasicum* потребляет 14,2 г/м<sup>2</sup> / месяц травяного опада, за год - до 56 г/м<sup>2</sup> растительного материала, т.е. половину общей массы разлагающихся за год остатков [4].

Результаты наших исследований позволяют судить о разнообразии, высоком уровне численности диплопод и их роли в разложении растительных остатков в ценозах Малого Кавказа Азербайджана.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головач, С.И. Состав и зоогеографические связи диплопод Средней Азии/ С.И. Головач // Зоол. журнал. 2005. 58, 7, С. 1313-1326.
2. Джафаров Б.А. Особенности биологического круговорота и миграции продуктов почвообразования в высокогорных почвах Азербайджана / Б.А. Джафаров // Фонды Ин-та почвоведения и агрохимии АН Азерб. ССР. Баку 1973. С. 1-22.

3. Гиляров М.С. Количественные методы в почвенной зоологии / М.С. Гиляров, Б.Р. Стриганова. - М.: Наука, 1986
4. Стриганова Б.Р. Роль диплопод в биологическом круговороте альпийских лугов Малого Кавказа / Б.Р. Стриганова, Н. Г. Логинова // Журн. общ. биологии. 1984. т. 45. №2. С. 196-202.

## ИЗУЧЕНИЕ МУТАЦИОННОГО ПРОЦЕССА С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

**В. И. Кудряшова, Т. Н. Гудошникова**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», Саранск (Россия)*

В настоящее время в г. Саранске насчитывается около 60 предприятий, осуществляющих выбросы более 60 различных вредных веществ в атмосферу. Общий выброс вредных веществ в воздушный бассейн от стационарных источников в городе оценивается примерно в 42 тыс. т/год. Кроме того, к высокому уровню загрязнения окружающей среды в городе привели ряд градостроительных ошибок, допустивших концентрацию вредных производств в центре города. Следует особо отметить, что существующий на многих предприятиях неорганизованный выброс вредных веществ, практически не учитывается как количественно, так и качественно. По абсолютному объему выбросов вредных веществ стационарными источниками Саранск занимает среднее положение среди других промышленных городов.

Однако абсолютное количество выбросов не может достаточно объективно свидетельствовать о степени техногенной нагрузки на территорию города. Для сравнительной оценки необходимо использовать относительные показатели, позволяющие более корректно сравнить различные по площади и населению города. Одним из таких показателей может быть количество выбросов, приходящееся на одного жителя в год. По данному показателю Саранск «опережает» многие промышленные города (Москва, Киев, Ереван и др.) и не уступает таким как Донецк, Самара, Пермь и др. При этом во многих городах абсолютные объемы выбросов соотносятся с выбросами Саранска. Если предположить, что все выбросы в итоге осаждаются в пределах городской территории, то можно рассмотреть еще один показатель – количество вредных веществ, поступающих в год на единицу площади городской территории. По этому показателю Саранск заметно превосходит гг. Киев и Москва.

По совокупности загрязнения воздушного бассейна приоритетными примесями (т.е. индексу загрязнения атмосферы) г. Саранск в 2004 году вошел в перечень городов с уровнем загрязнения значительно выше сред-

него по стране. Он имеет максимальный комплексный показатель загрязнения Верхневолжского региона (более 30 городов), при этом фиксируется стабильная тенденция возрастания интенсивности загрязнения воздуха.

По данным статистической отчетности отдела экологии (КПР), в воздушный бассейн города выбрасывается более 60 веществ различных классов опасности. Среди которых – тяжелые металлы, фтористые соединения, углеводороды, растворители, оксиды азота, серы и др. К сожалению, систематический контроль осуществляется за очень узким кругом поллютантов. Имеющиеся за последние несколько лет данные свидетельствуют о постоянном, либо периодическом присутствии в приземном слое атмосферного воздуха повышенных содержаний (часто выше ПДК) пыли, бензаперина, диоксида азота, оксида углерода, сернистого ангидрида, пыли пенициллина и ряда других соединений.

Таким образом, приводимые данные свидетельствуют о потенциальной чрезвычайно интенсивной техногенной нагрузке на воздушную среду города Саранска, а сам город может быть отнесен к одному из наиболее загрязненных городов страны. Это подтверждают как имеющиеся разрозненные и единичные данные различных исследований, так и исследования, проводимые на кафедре генетики Мордовского Государственного университета.

Оценка возможного неблагоприятного воздействия техногенной нагрузки на состояние здоровья населения проводится в первую очередь путем изучения микроэлементного состава биосубстратов, установления функциональных показателей, характеризующих состояние различных систем организма, показателей физического развития и уровня заболеваемости, а также определение степени генетической безопасности внешней среды.

Таким образом в рамках изучения мутационного процесса должны проводиться:

- мониторинг по загрязнению природной среды (природных и сточных вод, атмосферного воздуха, отходов, почвы, источников антропогенного воздействия);

- генетический мониторинг, который является последним этапом в выяснении генетической опасности, обусловленный не идентифицированными ранее потенциальными мутагенами.

Генетический мониторинг в оценке мутагенного воздействия окружающей среды может включать – учет врожденных пороков развития, спонтанных аборт, а также проведение биологической индикации радиационного воздействия, основанной на изучении цитогенетических эффектов в соматических клетках.

Наиболее распространенным методом в таких исследованиях является учет хромосомных и хроматидных aberrаций в лимфоцитах периферической крови.

Специалистами кафедры генетики МГУ им. Н.П. Огарева был проведен мониторинг врожденных пороков развития в городе Саранске. Анализ результатов проведенных исследований показал, что средняя частота ВПР в г. Саранске за 10 лет находится в пределах спонтанных колебаний. Однако за последние 4 года отмечается значительный рост ВПР, наибольшую частоту из которых составляют пороки сердечно-сосудистой системы и МВПР.

Часть работ посвящались влиянию профессиональных контактов с химическими веществами на возникновение хромосомных повреждений в лимфоцитах крови человека. Результат цитогенетических исследований показал, что у взрослого населения города, не работающего на вредных предприятиях, частота хромосомных повреждений в лимфоцитах периферической крови не превышает спонтанный уровень изучаемых показателей.

Указанное позволяет сделать заключение, что химическое загрязнение воздушной среды города не оказывает существенного влияния на индукцию цитогенетических повреждений.

В тоже время производственный контакт с вредными веществами вызывает у рабочих увеличение частоты хромосомных повреждений в лимфоцитах крови.

В рамках мониторинга проводились работы по изучению модифицирующего действия гиперболического кислорода на частоту хромосомных aberrаций сестринских хроматидных обменов в лимфоцитах периферической крови человека.

При проведении эксперимента выявлено, что действие терапевтическими дозами ГБО при относительно малых давлениях, не приводят к стимуляции антиоксидантных систем клетки, снижается концентрация активных радикалов и уменьшается мутагенное воздействие средовых факторов.

Таким образом, из вышеизложенного очевидно, что по-прежнему одной из проблем по изучению мутационного процесса остаются мероприятия направленные на снижение мутагенного воздействия, что позволит уменьшить негативное влияние на здоровье населения, улучшить состояние окружающей среды, а также увеличить ресурсно-сырьевой потенциал.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудряшова, В.И. Цитогенетический эффект при воздействии солей тяжелых металлов / В. И. Кудряшова, Н. А. Маланкина // XXXIII. Материалы научной конференции. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. С.62-63.
2. Бочков Н. П. Мониторинг врожденных пороков развития и микроаномалий в городе с химической промышленностью / Н. П. Бочков, Л. Д. Катосова, Н. Н. Панасюк и др. // Теоретические и прикладные проблемы медицинской генетики. Выпуск 1. М. 1993. С.55 – 58.
3. Трофимов. В. А. Хромосомные aberrации у больных эндотоксикозом / В. А. Трофимов, В. И. Кудряшова, О.И. Никишина и др. // Актуальные проблемы

генетики. Межвузовский сборник. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003. С. 43-45.

4. Кудряшова, В. И. Региональные особенности загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами в пределах г. Саранска // Экологические системы и приборы. Научно-технический и производственный журнал. М.: Научтехлитиздат, 2004. № 5. С. 38-40.

## РАЗВИТИЕ АЛИМЕНТАРНОЙ СТРЕСС-РЕАКЦИИ В СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКЕ ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ У НОВОРОЖДЕННЫХ ПОРОСЯТ НА ФОНЕ ЭНДОТОКСИКОЗА

**З. Г. Шляпкинова, Р. Е. Киселева, Е. Ю. Бояркина**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск (Россия)*

Одним из важнейших этапов онтогенеза животных является адаптация после рождения и в раннем постнатальном периоде. Морфофункциональное несовершенство органов пищеварения у новорожденных поросят и факторов неспецифической защиты, функциональное и адаптационное напряжение всех систем организма, неустойчивость гомеостаза и его становление в период от пре- к постнатальному развитию создают экстремальные условия, в которых не адекватные физические, химические, биологические и другие раздражители могут стать запредельными и вызывать дисфункцию прежде всего пищеварительной системы. Единственным источником питания новорожденных является молозиво матери, от качества и количества которого во многом зависит состояние и резистентность поросенка. Стресс является как основным, так и вспомогательным фактором расстройств функций пищеварительной системы. Алиментарный стресс сопровождается накоплением в организме животных патологических интермедиатов, являющихся эндотоксинами. Эндогенная интоксикация связана с повышенным распадом биомолекул, клеток и тканей, усилением процесса катаболизма в них, накоплением эндотоксинов мембранодеструктивного действия, что обеспечивает общность биохимических проявлений эндотоксикоза.

Организм новорожденного поросенка, характеризующийся гетерохронностью развития органов и тканей, незрелостью иммунной системы и механизмов детоксикационной защиты не справляется с возникшей стресс-реакцией и отвечает ранним и ускоренным развитием эндогенной интоксикации. В этих условиях характер изменений физиологических и биохимических параметров гомеостаза у больных новорожденных поросят имеет решающее значение (табл., рис.).

Для раннего прогнозирования стрессчувствительности у поросят предложены маркеры, в качестве которых можно использовать молекулы

средней массы (МСМ), перекисное окисление липидов (ПОЛ), циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК), определение эффективности концентраций альбумина (ЭКА) и индекс токсичности (ИТ).

Исследования проведены на 20 новорожденных поросятах, полученных от свиноматок крупной белой породы основного стада в свиноводческом хозяйстве ОПХ «Ялга» в с. Монастырское в Мордовии. Перед опоросом все свиноматки были клинически здоровы, аналогичны по возрасту, развитию и многоплодию. Животные содержались в типовых помещениях, в специально отведенных клетках. Количество молочных желез в сосках определяли по состоянию выводных протоков, с помощью отдаивания сосков после опороса свиноматок по числу струек молока, когда новорожденные поросята занимали свой сосок и хорошо находили его во время акта кормления. Животные были разделены на две группы, находящихся при кормлении у разных сосков свиноматки: I-группа поросят принята за контроль, кормящиеся от передних (1-5) сосков; II-группа (опыт) - поросята, кормящиеся от последних (6-10) сосков и погибающие от желудочно-кишечной патологии, вызванной алиментарным стрессом. Для гистологических и гистохимических исследований материал забирался во время убоя животных. Материалом для биохимического исследования служила сыворотка крови новорожденных поросят. Забор крови у поросят проводили из хвостовых сосудов на 1-е, 3-е и 5-е сутки новорожденного периода.

Исследования показали, что новорожденные поросята, родившиеся в числе последних, получают для сосания последние (6-10) соски свиноматки, которые характеризуются низкой молокоотдачей. Такие поросята недополучают молозиво от матери и испытывают недостаток в материнских иммуноглобулинах и липидах. Дефицит иммуноглобулинов в крови больных новорожденных поросят обратно коррелирует с высоким уровнем ЦИК в сыворотке крови (табл.1). Накопление в крови поросенка в избыточном количестве молекулярных форм ЦИК обуславливает индукцию деструктивно-воспалительных процессов. В условиях незрелости иммунной системы увеличение ЦИК приобретает значение не только как показатель несостоятельности иммунитета, но и как особенность эндотоксикоза, приобретающего самостоятельное, часто необратимое, течение. Это делает новорожденных незащищенными при воздействии любого стресс-фактора.

Развивающийся алиментарный стресс, в слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки (ДПК) вызывает морфофункциональные изменения, характеризующиеся в целом деструкцией слизистой оболочки. Слизистая кишки выглядит, растянуто, при этом уменьшается её толщина. Наблюдаются ворсинки различной формы, среди которых преобладают с расширенным основанием. Отмечается снижение высоты ворсинок и очень низкое наложение слизи на их поверхности. Соединительнотканый остов несколько разрыхлен. Проявляются атрофические изменения слизистой обо-

лочки ДПК, выраженные в сужении собственного слоя. Высота крипталльных эпителиоцитов изменяется незначительно. Репродуктивные зоны, находящиеся в криптах и в основании ворсинок, менее развиты и на препаратах реже встречаются. Это свидетельствует о снижении восстановительных процессов в крипто-ворсинчатом комплексе.

**Таблица 1 - Показатели эндотоксикоза в сыворотке крови при алиментарном стрессе у больных новорожденных поросят ( $M \pm m$ )**

Группа животных	МСМ, усл ед.	ЦИК, усл. ед.	ПОЛ, имп/сек	ЭКА, г/л	ИТ, %
контроль	0,227±0,014	70,8±3,34	2,12±0,17	44,2±2,16	0,06±0,006
опыт	0,255±0,005	95±3,34	3,06±0,1	26,7±1,26	0,26±0,017

Электронно-микроскопические исследования подтверждают показатели гистологического анализа слизистой оболочки ДПК больных новорожденных поросят. В эпителиоцитах отмечаются нарушения целостности апикальной и латеральной мембран. Плазматическая мембрана, состоящая из билипидного слоя, с включенными молекулами белка, оказывает большое влияние на ферментативную активность. Для энтероцитов, которым присуще мембранное пищеварение (перевод димеров в мономеры и всасывание), изменения целостности клеточной оболочки резко нарушают транспортную функцию мембран, работу ионных насосов. Встречаются клетки, в цитоплазме которых мало органоидов, а гиалоплазма представляет собой гомогенную электронносветлую массу с каплями жира и вакуолями. В апикальной части цитоплазмы эпителиоцитов ворсинок отмечается низкое количество липидных включений. Микроворсинки слабо выражены. Отмечается частичная дезориентация ядер эпителиоцитов ворсинок. Ядра в большинстве эпителиоцитов принимают округлую форму, вместо овальной. Располагаются они в базальной части цитоплазмы, а также в середине или ближе к апикальной мембране. Некоторые из них имеют извилистые мембраны и уменьшенные размеры. Большинство митохондрий имеют плотный матрикс и плохо различимые кристы. У части из них обнаруживаются зоны просветления с исчезновением крист и увеличением размеров. Начало патологии характеризуется набуханием митохондрий с увеличением их площади. Канальца гранулярной сети расширены, рибосомы на них редкие. Уменьшается площадь гладкой эндоплазматической сети. Базальная мембрана в большинстве исследований еще сохраняет свою четкость, однако в отдельных случаях отмечается ее разрыхленность и фрагментация.

Патологический процесс сопровождается неуправляемым протеолизом, приводящим к значительному увеличению в крови концентрации универсальных эндотоксинов. Принадлежащие к числу среднемолекулярных соединений, R-белки (белки рецепторов мембран) являются наиболее ранним показателем патологического мембранно-деструктивного процесса. Окисление R-белков приводит к появлению дефектов в липидном слое

мембран клеток и митохондрий, что повышает осмотическое давление и, как следствие этого, вызывает их набухание. Продукты перекисидации липидов приводят к потере митохондриями способности осуществлять синтез АТФ, и клетка оказывается в условиях энергетического голода. Результаты электронно-микроскопического исследования прямопропорциональны росту эндогенной интоксикации в организме больных новорожденных поросят. В частности, показатели МСМ и ПОЛ свидетельствуют о нарушении мембранного пищеварения и о деструкции плазматических и биологических мембран.

Таким образом, анализируя динамику развития патобиохимических показателей при алиментарном стрессе в слизистой оболочке ДПК у больных новорожденных поросят, можно, с уверенностью, сказать, что наибольшую токсичность в организме проявляет ЦИК и ПОЛ, разрушая, при этом, клеточные мембраны и приводя к развитию деструктивных процессов в клетках. Увеличение ЦИК говорит о незрелости иммунной системы, а ПОЛ, следовательно, характеризует развитие воспалительного процесса. Эндотоксикоз дает комплексную биохимическую оценку, основанную на интегральных показателях уровня интоксикации, позволяющих оценить тяжесть состояния и дать прогноз течения болезни у новорожденных поросят.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, С.С. Профилактика незаразных болезней молодняка /С.С. Абрамов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 157 с.
2. Алтухов, Н.М. Функциональная морфология органов пищеварения новорожденных поросят в норме и при желудочно-кишечных заболеваниях / Н.М. Алтухов: Автореф. дис.... докт. вет. наук. – Воронеж, 1989. – 32 с.
3. Владимиров, Ю.А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю.А. Владимиров, А.И. Арчаков.- М.: Наука, 1990. - 154с.
4. Киселева, Р.Е. Биохимические аспекты эндотоксикоза / Р.Е. Киселева, Н.В. Альба, Л.В. Кузьмичева и др. // Биохимические аспекты эндотоксикоза. - Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2001. - 104 с.
5. Константинова, Н.А. Иммунные комплексы и повреждения тканей / Н.А. Константинова. - М.: Медицина, 1996. - 256 с.
6. Кудряшов, А.А. Диагностика болезней новорожденных поросят: Рекомендации / А.А. Кудряшов. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 28 с.
7. Лабзина, Л. Я. Метаболизм белков, углеводов и липидов в норме и при патологии / Л. Я. Лабзина, Э.П. Санаева, Т.Ф. Атянина. – Саранск, 2000. – 174 с.
8. Махмудов, А.А. Кишечный гидролиз и всасывание углеводов при недоедании во время грудного вскармливания / А.А. Махмудов // Тез. докл. науч. конф. молод. учен. – Ташкент, 1994. – С. 31.
9. Никитченко, И.Н. Адаптация, стрессы и продуктивность сельскохозяйственных животных. / И.Н. Никитченко, С.И. Плященко, АС. Зеньков. - Минск: Урожай, 1988. - 200 с.

## **СТРУКТУРА И БИОРАЗНООБРАЗИЕ СООБЩЕСТВ ПТИЦ СОСНЯКОВ–БЕЛОМОШНИКОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «КОНДИНСКИЕ ОЗЕРА»**

**М. Ю. Лупинос**

*Тюменский Государственный Университет, Тюмень (Россия)*

*E-mail: mariya\_lupinos@mail.ru*

Биоразнообразие – фундаментальное свойство живой природы, отражающие множество реализованных в процессе эволюции структурно-функциональных свойств ее организации, обеспечивающее устойчивость биосферы [1]. По мере роста антропогенного воздействия на природу, приводящего в конечном итоге к обеднению биоразнообразия, изучение организации конкретных сообществ и экосистем становится насущной проблемой. При этом использование различных показателей, характеризующих тот или иной аспект биоразнообразия, является перспективным методом оценки состояния сообществ и экосистем при проведении экологического мониторинга.

Полевые работы по изучению структуры и биоразнообразия сообществ птиц были проведены в природном парке «Кондинские озера» (ППКО) в весенне-летний сезон 2005 г. ППКО существует с 1995 г., он расположен в верховьях р. Конды в пределах Советского района Ханты-мансийского автономного округа. В данной работе применяется методика маршрутного учета птиц [7]. Характеристика обилия видов птиц приводится в соответствии с балльной оценкой численности А.Г. Кузякина [4]. Для измерения биоразнообразия сообществ птиц ППКО использовали информационно-статистические показатели: индекс видового разнообразия Шеннона (H), индекс видового богатства (R), индекс выравниваемости по видам Пиелу (E), индекс видового разнообразия Симпсона (D), индекс неоднородности концентрации Симпсона (C), а также число (S) и плотность (N) видов птиц, устойчивость системы (UR) [2, 5].

Модельные участки для проведения учетов были выбраны по принципу типологического сходства местообитаний птиц на территории парка с разной степенью влияния антропогенной нагрузки, которую выражали в баллах. Баллы были расставлены с учетом ряда антропогенных факторов (трансформация растительности; рекреационная нагрузка-отдых, туризм, сбор дикоросов). Соответственно, нами были выделены следующие модельные участки: СбБ – сосняк-беломошник, располагающийся в окрестности базы научно-производственного стационара парка, СбсП – сосняк-беломошник, в северной части оз. Пон-Тур, СбА – сосняк-беломошник, в окрестности оз. Аран-Тур, СбюП – сосняк-беломошник в южной части оз. Пон-Тур, Сбв – молодая вырубка (возрастом около 6 лет), располагающаяся на месте бывшего сосново-беломошного леса.

Поряд расположения систематических групп и видовые названия птиц приводятся по «Конспекту орнитологической фауны СССР» [8]. Для распределения видов по экологическим группировкам были использованы сведения из монографий «Птицы Советского Союза» и «Птицы нашей страны» [3]. Типы фаун приведены по Б.К. Штегману [9].

В районе проведения работ было зарегистрировано обитание 30 видов птиц, относящихся к 7 отрядам и 14 семействам. Основное ядро орнитофауны природного парка составляют представители отряда Воробьинообразных – 66,7% (от общего количества зарегистрированных видов). Результаты мониторинга населения птиц сосняков-беломошников показали, что наибольшим числом ( $S=22$ ) и обилием ( $N=220,7$ ) видов птиц характеризуется СББ, по сравнению с населением птиц СбюП ( $S=13$ ,  $N=154,5$ ) и СМв ( $S=12$ ,  $N=148,3$ ), где отмечается более значительная степень влияния антропогенной нагрузки. С увеличением антропогенной нагрузки на модельных участках сосняков-беломошников видовое богатство в сообществах птиц уменьшилось в 1,8 раз, а плотность видов – в 1,5 раза. Анализ параметров биологического разнообразия населения птиц сосново-беломошных лесов показал, что с увеличением антропогенной нагрузки в этих местообитаниях, при условии сохранения флористических и физиогномических особенностей наблюдается достоверное снижение числа и плотности видов птиц, индекса видового богатства ( $R$ ) и резистентной устойчивости сообществ ( $UR$ ) (табл. 1).

При характеристике показателей видового разнообразия птиц выявлено, что значение индексов: видового богатства ( $R$ ), видового разнообразия Шеннона ( $H$ ) и видового разнообразия Симпсона ( $D$ ) постепенно возрастает от СМв к СББ. Это в частности, может указывать на больший удельный вес редких видов птиц в СБА и СББ. Максимальное значение индекса доминирования Симпсона ( $C=0,195$ ) на СМв, говорит о более значимой неравномерности в распределении особей по видам, что является следствием сильной трансформации растительности связанной с рубкой леса. Т.о. детальный анализ значений индексов видового разнообразия позволяет выявить изменения, происходящие в сообществах птиц модельных участков под действием антропогенной нагрузки.

Рассмотрим структуру населения птиц по относительному обилию видов. С увеличением антропогенной нагрузки в сосняках-беломошниках модельных участков ППКО выявляются структурные изменения в сообществах птиц за счет увеличения доли (с 13,6 % с СББ до 25% на СМв) и суммарного обилия (с 68,4% в СББ до 82,2% в СбюП) видов-доминантов и содоминантов и их перераспределение в пространстве.

Так, в сообществе птиц СББ обыкновенная горихвостка является видом – доминантом, ее значимость здесь составляет 27,1%, а содоминантами является вьюрок (24,1%) и дрозд-деряба (17,2%). В сосняках-беломошниках с повышенной степенью антропогенной нагрузки про-

изошло перераспределение видов – доминантов. Мы нашли в СбюП и на Смв доминирующими лесного конька и пеночку-теньковку соответственно. В СбюП в качестве субдоминанта выступает белая трясогузка (14,2%), которая строит гнезда в грудях порубочных остатков в данном биотопе. На Смв видом субдоминантом является вьюрок (14,9%), который держится здесь по участкам с хорошо развитым подростом. Необходимо отметить, что на большей части лесной зоны наблюдается значительная общность видового состава населения птиц вырубок. Обыкновенная каменка, белая трясогузка, лесной конек и черный стриж заселяют их в большинстве исследованных районов. Обследованный нами участок Смв с повышенной степенью антропогенной нагрузки не представляет собой исключение.

Многие многочисленные и обычные виды птиц, отмеченные на контрольном участке СББ, становятся редкими в СбюП и на Смв. Причины изменения значимости видов в нарушенных местообитаниях и подверженных прессу рекреации достаточно очевидны, имеет место прямое преследование птиц человеком, уничтожение их гнездовых стаций и разорение гнезд. Это в свою очередь приводит к увеличению жизненного пространства для некоторых обильных видов, наиболее приспособленных к изменившимся условиям среды. Следовательно, чувствительность некоторых видов птиц к силе рекреационной нагрузки и степени трансформации растительности а сосняках-беломошниках позволяет выделить виды-индикаторы, из разных экологических групп.

Прежде всего в СбюП и на Смв наблюдается уменьшение плотности наземногнездящихся видов птиц – тетерева, синехвостки, отмечается снижение обилия кустарниковых и древесногнездящихся видов птиц – серой вороны, дерябы, орлана-белохвоста, чеглока, и птиц-дуплогнездников – большого пестрого дятла, мухоловки-пеструшки, черного стрижа по сравнению с контрольным участком СББ.

*Качественная характеристика орнитофауны ППКО.* Распределение видов по трофическим группам показывает, что на исследуемых территориях парка значительно преобладают виды, питающиеся беспозвоночными - 61,6% (от общего количества видов птиц). Это объясняется тем, что данная пищевая специализация свойственна видам отряда Воробьинообразных, которые представлены на исследуемых территориях большим количеством видов. Далее следуют всеядные птицы – 15,4% и, наконец, плотоядные – 5,1%.

По способу гнездования большая часть зарегистрированных видов птиц (51,3%) ППКО представлена дендрофильной группы. Безусловно, это объясняется тем, что на выбранных нами модельных участках преобладает древесная и кустарниковая растительность. Примерно четверть видов птиц (25,7%) предпочитает устраивать гнезда на земле. Это как правило птицы открытых пространств (белая трясогузка, лесной конек).

**Таблица 1 - Зависимость степени антропогенной нагрузки и показателей видового разнообразия птиц**

Показатели	Степень антропогенной нагрузки					Статистические показатели				
	СбБ 1	СбсП 2	СбА 3	СбюП 4	Смв 5	Коэфф. коррел., r	Ошибка ±m	t-критер Стьюдента, tф	Число степеней свободы	Досто вер ность
Число видов, шт.	22	17	14	13	12	-0,93	0,19	-4,77	3	p > 0,05
Плотность видов, особей/км <sup>2</sup>	220,7	203,7	194,9	154,5	148,3	-0,97	0,14	-6,94	3	p > 0,01
Индекс видового разнообразия Шеннона (H)	2,137	2,084	2,139	2,031	1,196	-0,84	0,31	-2,76	3	p < 0,05
Индекс видового богатства (R)	8,949	6,922	5,671	5,0476	5,061	-0,92	0,22	-4,21	3	p > 0,05
Индекс видового разнообразия Симпсона (D)	0,828	0,843	0,849	0,826	0,805	-0,58	0,47	-1,24	3	p < 0,05
Индекс доминирования Симпсона (C)	0,172	0,157	0,151	0,174	0,195	-0,58	0,47	-1,24	3	p < 0,05
Индекс выравненности Пиелу (E)	0,691	0,735	0,810	0,792	0,771	0,99	0,39	1,81	3	p < 0,05
Резистентная устойчивость системы (UR)	0,828	0,978	1,168	1,286	1,440	-0,99	0,03	-27,39	3	p > 0,001

Небольшое число видов птиц используют для гнездования дупла и полудупла, их доля составляет – 17,9%. И только 2 вида – обыкновенная и глухая кукушки являются гнездовыми паразитами (5,1%). Своих гнезд они не строят, а подбрасывают яйца в гнезда других воробьиных птиц. Гнездящиеся на выбранных нами модельных участках ППКО птицы представляли 4 типа фаун, из которых доминирует европейский тип фауны – 38,5%, далее следуют сибирский тип (28,2%) и транспалеаркты (25,6%). Доля видов птиц, принадлежащих китайскому типу фауны незначительна (7,7%).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов, А.Ф. Биоразнообразие как характеристика структуры сообществ / Алимов А.Ф. // Известия Академии Наук. Серия биологическая. 1998. №4. с. 81-89.
2. Гашев, С.Н. Статистический анализ для биологов / С.Н. Гашев.- Тюменский госуд. ун-т.1998. 20 с.
3. Дементьев, Г.П. Птицы нашей страны / Г.П. Дементьев – М.: Моск. Ун-т. 1962. 148 с.
4. Кузякин, А.П. Зоогеография СССР / А.П. Кузякин // Учен. Зап. Моск. Обл. пед. ин-та им. Н.К. Крупской. 1962. с. 3-180.
5. Одум, Ю. Экология: учеб. Пособие / Ю. Одум – М.: Мир.1986. Т.2. 376 с.
6. Птицы Советского Союза. Т 1-6. 1951-1954
7. Равкин Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов во внегнездовое время / Ю.С. Равкин // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. 1963. с. 130-136.
8. Степанян, Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР / Л.с. Степанян.- М.: Наука, 1990. 728 с.
9. Штегман, Б.К. Основы орнитогеографического деления Палеарктики / Б.К. Штегман // Фауна СССР. Птицы. 1938. 156 с.

## ПОХОДЫ К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ДНЕВНЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ

**М. А. Муленко**

*Запорожский национальный университет, Запорожье (Украина)*

*E-mail: mulenko\_m@mail.ru*

В условиях непрерывно усиливающегося антропогенного воздействия на естественные экосистемы все более актуальной становится проблема сохранения биоразнообразия, особенно сохранения редких и исчезающих видов животных. Для решения данной проблемы используется ряд мероприятий по защите и восстановлению численности редких видов, которые основываются на изучении состояния их популяций в природной среде. Наименее изученными являются популяционные процессы у многих представителей беспозвоночных животных.

Объектом наших исследований послужили представители дневных чешуекрылых Запорожского региона. Для оценки состояния их популяции необходимо разработать ряд критериев, которые свидетельствовали бы о влиянии различных факторов на онтогенез.

На наш взгляд, одним из таких критериев могут выступать компоненты рисунка крыльев бабочек. Рисунок в целом является одним из важнейших морфофункциональных компонентов фенотипа. Именно он выступает основой для внутривидовых и межвидовых взаимодействий, в частности половое поведение, взаимодействие с хищниками, взаимодействие со средой. Так, установлена зависимость стабильности рисунка от условий среды. В частности, имаго отдельных представителей изучаемой группы, выведенные в более стабильных искусственных условиях, отличаются более стабильным рисунком в сравнении с природными экземплярами.

Исходя из предварительных результатов, мы предлагаем следующую систему оценки компонентов рисунка:

1. базальная часть рисунка, к которой относится корень крыла и прикорневая базальная область;
2. центральная часть рисунка, которая состоит из дискальной и частично постдискальной области крыла;
3. группа глазков включает глазки и пятна постдискальной области и анального угла;
4. периферическая часть рисунка включает маргинальную область и внешнюю кайму крыла.

Из предложенных компонентов рисунка крыльев чешуекрылых наиболее устойчивыми являются базальная и центральная части, а наиболее изменчивыми – периферическая часть и группа глазков.

Результаты наших исследований позволяют судить о том, что наиболее пригодными параметрами для оценки влияния среды на онтогенез дневных чешуекрылых являются группа глазков и периферическая часть рисунка крыльев.

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПАНСИИ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**О. В. Чередниченко**

*ФГОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск (Россия)*

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) - одна из наиболее важных продовольственных культур, необходимая для повседневного питания человека. Однако, только из-за вредителей, среди которых наиболее

опасным является колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) ежегодно происходят огромные потери урожая.

В настоящее время исследования в области распространения колорадского жука особенно актуальны для западной, центральной и восточной Сибири, в том числе и Новосибирской области [4].

Появление данного вредителя в Новосибирской области регистрируется с начала 90-х годов. Первые очаги распространения носили локальный характер, не нанося значительного ущерба урожаю картофеля. С 2000 года вредитель активно начинает осваивать новые территории области, в частности, в 2003 года он уже был зарегистрирован в 19 из 30 районов.

В последующие годы в Новосибирской области происходит значительное увеличение численности вредителя и заселенных им площадей. Так, в 2003 году из обследуемых 43,2 тыс.га площади, заселенная вредителем составила 11,2 тыс.га, а уже в 2005 году из 37,14 тыс.га обследованных, заселено оказалось 21,37 тыс.га. В настоящее время колорадский жук встречается во всех 30-ти районах данного региона [1].

Многолетние исследования показывают, что климатические факторы являются основным регулятором популяции вредителя, но также особое значение на распространение колорадского жука оказывает и антропогенный фактор. Важно отметить, что с 2000 года колорадский жук начинает стремительное распространение по Сибирскому округу (Республики Алтай и Хакасия, Омская и Кемеровская области, а также Алтайский и Красноярский края), в направлении с запада на восток. В связи с этим географические и торговые связи Новосибирской области дали возможность вредителю являться как эмигрантом, так и иммигрантом [2, 3, 4, 5].

В Новосибирской области защитные мероприятия предусматривают для частного сектора преимущественно ручной сбор, а на производственных посадках рекомендуются химические обработки, такими препаратами как актара, бульдог, децис, каратэ, искра, сонет, битоксибациллин и др. [1]

Несмотря, на защитные мероприятия колорадский жук значительно расширяет свой ареал как на территории области, так и за ее пределами. Поэтому необходимы всесторонние исследования особенностей развития и распространения колорадского жука как прогрессирующего вида.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прогнозы по распространению и развитию вредителей и болезней сельскохозяйственных растений в Новосибирской области за 1995 – 2006 гг.
2. Чередниченко О.В. Колорадский жук в Сибири / Чередниченко О.В. // Тезисы XI Всероссийской студ.науч.конф – КГУ: Красноярск, 2004. С. 54.
3. Чередниченко О.В. Распространенность колорадского жука в Алтайском крае / Чередниченко О.В. // Материалы науч.конф. мол. уч. Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. Выпуск №9. – Абакан, 2005. Т.1. – 102 – 103.

**4. Чередниченко О.В., Рогинская В.А. Распространенность колорадского жука в Кемеровской области / Чередниченко О.В. // Материалы IV международ. науч. – практич. конф. – РИО ПГСХА: Пенза, 2006. С.236 – 238.**

**5. Чередниченко О.В. Распространенность колорадского жука в Омской области / Чередниченко О.В. // Материалы V международ. науч. – практич. конф. – КрасГАУ: Красноярск, 2007. С. 230 – 234.**

## **О ПРИЧИНАХ И ПРИНЦИПАХ ПРОФИЛАКТИКИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ**

**Р. В. Борченко**

*ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», Саранск (Россия)*

*E-mail: borchenko\_rus@rambler.ru*

К заболеваниям, развивающимся вследствие расстройства секреторной и моторной функции желудочно-кишечного тракта относится диспепсия [1, 2].

Неспецифическая диарея (диспепсия, симптомокомплекс диарея) — расстройство пищеварения — болезнь молодняка неонатального периода. По этиологии, патогенезу, симптоматике, течению и прогнозу выделяют легкую (простую или алиментарную) и тяжелую (токсическую) формы болезни. Легкая форма характеризуется расстройством пищеварения без проявления признаков обезвоживания и токсикоза и заканчивается, как правило, выздоровлением. При токсической форме диареи происходят изменения секреторной, моторной, всасывательной, экскреторной функций пищеварительного тракта, дисбактериоз, обезвоживание организма, нарушение обмена веществ.

Причины, обуславливающие ее развитие, можно объединить в группы первого и второго порядка. К первым относят физиологически несбалансированные рационы для стельных животных, однотипное силосно-сенажное, силосно-концентратное кормление с недостатком или отсутствием сена, скармливание кормов, пораженных токсическими грибами. Причины второго порядка — запаздывание первой выпойки молозивом, обсеменение его патогенной микрофлорой, токсинами патогенных грибов, антисанитарные условия содержания и кормления молодняка и т.д. [3, 4].

Попытки представить симптомокомплекс диарея лишь как инфекционное заболевание и разработать защитные меры с применением специфических биологических препаратов не увенчались особым успехом [5].

Однако нельзя исключать возможность появления острых инфекций и инвазий (колибактериоз, парвовирусная, аденовирусная инфекция, вирус-

ная диарея, криптоспоридиоз и др.) не только на фоне диареи, но и как самостоятельных болезней новорожденных телят [5].

Таким образом, ведущим патогенетическим механизмом болезни является нарушение процессов пищеварения, особенно пристеночного. Позднее наступает прогрессивное общее обезвоживание, токсикоз и тяжелые нарушения в промежуточном обмене веществ.

Лечение диспепсии является важным звеном в системе мероприятий по сохранению новорожденных телят.

Для лечения больных телят предложено множество схем и методов, различных средств, арсенал которых постоянно увеличивается.

Рациональное лечение больных телят осуществляется исходя из знания конкретных причин заболевания на ферме, патогенеза. При легкой форме диареи (диспепсии) лечение может быть ограничено устранением причин и назначением диетотерапии и пробиотиков. При токсической форме оно должно быть интенсивным, комплексным, включать диетотерапию, ферментотерапию, этиотропную, регидратационную, ощелачивающую, антитоксическую терапию, применение пробиотиков, сердечных и других патогенетических средств. Парентеральное введение больших количеств растворов должно быть преимущественно капельным.

Радикальной мерой борьбы с токсической диспепсией телят является полноценное кормление стельных коров и нетелей, недопущение использования недоброкачественных кормов, особенно подгнивших, пораженных токсическими грибами.

Несмотря на значительные достижения в лечении неспецифической диареи, поиск методов борьбы и профилактики заболевания продолжается. Изучение этиологии данного заболевания переходит на качественно новый, более низкий — клеточный и молекулярный уровни.

В данной работе предложена схема коррекции метаболических нарушений, профилактики и улучшения состояния организма молодняка сельскохозяйственных животных при различных формах диареи. Она достигается путем выпаивания больным животным молока, или молозива матери с добавлением в них фракции сывороточного альбумина крови убойных животных, ацетата натрия, гидрокарбоната натрия и хлорида натрия.

Проведенные исследования эффективности предлагаемых мероприятий показали, что уже на 3-5 сутки после начала выпаивания молозива и молока, содержащего альбумин, ацетат, гидрокарбонат и хлорид натрия, у 74 % телят стабилизировалось пищеварение, появлялся аппетит, восстанавливался водно-солевой обмен, отмечался прирост живой массы. Это позволило сделать вывод о том, что способ может использоваться в качестве эффективного средства профилактики и лечения молодняка сельскохозяйственных животных при острых (токсических) формах диареи.

При изучении показателей эндогенной интоксикации и оценки альбуминовых показателей сыворотки крови у подопытных животных было

отмечено повышение уровня СРО – на 26 %, ЦИК – на 49 %, суммарной фракции МСМ – на 13,3 %. При этом регистрировалась гипоальбуминемия, снижение ОКА на 28,6 %, ЭКА – на 25 % по отношению к контрольной группе. Критерий интоксикации, определяемый соотношением МСМ и ЭКА превышал контрольный уровень в 1,5 раза.

После выпаивания телятам раствора альбумина была отмечена положительная динамика изменения общего состояния животного, а также изменение биохимических характеристик крови (белкового состава, альбуминовых показателей).

Анализируя полученные результаты, мы пришли к выводу, что показатель ЭКА чутко реагирует на воспалительный процесс и мероприятия по его ликвидации, что подтверждается изменением других биохимических показателей крови, характеризующих максимальную загруженность центров связывания на молекуле альбумина патологическими метаболитами.

Возможно уровень метаболизма, поставляющий токсические продукты в организм, адекватен работе органов естественной детоксикации (печень, почки). Затем равновесие нарушается, нарастает недостаточность функции почек, печени и все прочие круги патогенеза. Если предположить, что работа протеаз, разрушающих «плохой» альбумин тормозится их собственными продуктами – молекулами средней массы – то, понятно, что появление в крови модифицированных форм альбумина является прогностически неблагоприятным признаком.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазаренко В.Н. Выращивание теленка / В.Н. Лазаренко, Н.А. Эпштейн. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 47 с.
2. Лебедев П.Т. Гигиена выращивания молодняка. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1978. – 240 с.
3. Фазуллин Х.В. Неполноценное кормление стельных коров как причина диспепсии у телят / Х.В. Фазуллин, Т.В. Чуличкова// Био. – 2003. - № 11. – С. 35-37.
4. Чернышев А.И. Диспепсия и сохранность телят. – Казань, 1989. – С. 35.
5. Чернышев А.И. Как сохранить телят. – Казань, 1986. – С. 112.

## ПОЛИМОРФИЗМ ID В ГЕНЕ ACE И ЕГО АССОЦИАЦИЯ С ПАТОЛОГИЧЕСКИМИ ФЕНОТИПАМИ ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

Е. А. Иванова<sup>1</sup>, В. А. Трофимов<sup>1</sup>, О. М. Солдатов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева», Саранск (Россия)

<sup>2</sup>ГМУ «Детская республиканская клиническая больница №2», Саранск (Россия)

К настоящему времени накопилось большое количество данных о том, что наряду с факторами среды в развитии сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) большую роль играет и генетическая предрасположенность. Методами молекулярной генетики установлено, что у человека гены многих ферментов, рецепторов и других белков имеют один или ряд структурных полиморфизмов, способных влиять на функциональную активность кодируемых белков [1].

Ген ангиотензинпревращающего фермента (АСЕ) – один из наиболее изучаемых в ряду генов-кандидатов ССЗ, так как его белковый продукт является ключевым компонентом ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС). Он участвует в превращении ангиотензина I в ангиотензин II (вазопрессор) и разрушении брадикинина (вазодилатор) и других активных олигопептидов, чем и обусловлена его роль в регуляции параметров артериального давления, водно-солевого баланса, пролиферации гладкомышечных клеток сосудов и кардиомиоцитов [2]. Этот фермент является гликопротеидом и преимущественно существует в виде мембранно-связанной формы; циркулирующий АСЕ высвобождается в кровеносное русло после отщепления гидрофобного конца ферментом – секретазой [3, 4].

Ген АСЕ локализован на хромосоме 17q23, содержит 26 экзонов и 25 интронов. Он имеет полиморфную структуру в области 16 интрона, которая проявляется наличием (инсерционный аллель I) или отсутствием (делеционный аллель D) Alu-повтора (размером 287 п.н.). Показана связь инсерционно-делеционного полиморфизма гена АСЕ с уровнем фермента в плазме крови и тканях. У лиц с генотипом DD содержание АСЕ в крови примерно в 2 раза выше по сравнению с таковым у лиц с генотипами ID и II. Установлено влияние генотипа АСЕ на опосредуемый фенотип – уровень ангиотензинпревращающего фермента в тканях/плазме крови [3, 5].

Изучение ID полиморфизма проводили среди выборки, состоящей из 48 лиц, страдающих ССЗ, среди которых ведущими в клинической картине были ишемическая болезнь сердца (ИБС) и инфаркт миокарда (ИМ). Для выделения ДНК использовали метод фенол-хлороформной экстракции. Проведение процедуры полимеразной цепной реакции (ПЦР) и дальней-

шее электрофоретическое разделение амплифицированных продуктов в 1,8% агарозном геле с использованием в качестве интеркалирующего агента бромистого этидия с последующей визуализацией в проходящем UV-свете дали следующие результаты. Среди обследованных больных ССЗ наибольшая доля принадлежит гетерозиготному генотипу ID 55%, носителями генотипа гомозиготного по делеции DD являются 28%, остальные несут генотип II, что согласуется с данными мировой научной литературы по поводу того, что аллель D гена ACE является сильным и независимым фактором риска утолщения сосудистой стенки и атеросклероза, ИБС, гипертрофии миокарда [5, 6]. Наличие аллеля D связывают с достаточно высоким скоростно-силовым потенциалом организма, а аллель I с выносливостью [7].

Таким образом, типирование гена ангиотензинпревращающего фермента позволит выявлять больных с генетически обусловленной высокой концентрацией ACE, что является очень важным в клинике при выборе тактики лечения больных ССЗ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. LeWinter, M. Heart failure with normal systolic function / M. LeWinter, W. McKenna // *Online Coverage from the American College of Cardiology 48 Annual Scientific Session, March 7–10, 1999.*
2. Калакуток, З. Н. Полиморфизм генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и риск эссенциальной гипертензии у адыгов и русских: Дисс. на соискание ученой степени к.м.н. // Краснодар – Уфа. 2002. – 144с.
3. Cambien, F. Deletion polymorphism in the gene for ACE is a potent risk factor for myocardial infarction / F. Cambien, O. Poirier, L. Lecerf et al. // *Nature.* 1992. Vol. 359. P. 641–644.
4. Catto, A. ACE I/D polymorphism and cerebrovascular disease / A. Catto, A. M. Carter, J. H. Barrett // *Stroke.* 1996. Vol. 27. P. 435–440.
5. Crisan, D. ACE: genotype and disease associations / D. Crisan, J. Carr // *J. Mol. Diagn.* 2000. Vol. 2, N 3. P. 105–115.
6. Ruiz, J. I/D polymorphism of the ACE gene is strongly associated with coronary heart disease in non-insulin-dependent diabetes mellitus / J. Ruiz, H. Blanche, N. Cohen et al. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 1994. Vol. 91. P. 3662–3665.
7. Спицын, В. А. Генетические маркеры, ассоциирующиеся с успешными достижениями в области спорта (спортивная геномика – формирующееся направление в генетике человека) / В. А. Спицын, С. В. Макаров, И. С. Афанасьева и др. // *Проблемы современной антропологии.* – М.: Флинта, Наука. 2004. С. 113–128.

## **ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ЭКСПРЕССИИ CD4 АНТИГЕНОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕМБРАН НАТИВНЫХ Т-КЛЕТОК КРОВИ ЧЕЛОВЕКА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УФ-ОБЛУЧЕННЫМ $\alpha$ -ИНТЕРФЕРОНОМ**

**В. Г. Артюхов, О. В. Путинцева, В. А. Вдовина, И. А. Колтаков**  
*ГОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Воронеж (Россия)*

В последнее десятилетие внимание исследователей направлено на изучение молекулярно – клеточных механизмов функционирования иммунной системы. Наибольший интерес представляет выяснение механизмов действия естественных иммуномодуляторов (цитокины, гормоны, неспецифические регуляторы), открывающих широкие перспективы для иммунокорректирующей терапии, в частности АУФОК- и цитокинотерапии.

В современной медицине получили широкое распространение естественные и генно-инженерные препараты интерферонов (ИФН). Данные цитокины влияют на функции целого ряда иммунокомпетентных клеток, чем обусловлен их широкий иммуномодулирующий эффект [2]. При проведении сеансов АУФОК УФ-облучению подвергаются не только форменные элементы крови, но и цитокины плазмы крови, а именно различные виды интерферонов.

В настоящее время установлено, что  $\alpha$ -интерфероны ( $\alpha$ -ИФН) являются малогликозированными протеинами, в состав которых входят 165–166 аминокислотных остатков. При этом доля потенциальных акцепторов УФ-излучения ароматических и серосодержащих аминокислотных остатков составляет от 14 до 18 % [1]. Следовательно, при фотомодификации УФ-светом молекулы интерферона могут претерпевать конформационные изменения, отражающиеся на их процессе взаимодействия с соответствующими рецепторами. Поэтому определенный интерес представляют модельные эксперименты по изучению влияния УФ-облученного интерферона на функциональные свойства иммунокомпетентных клеток, в частности Т-лимфоцитов. Одной из основных функций Т-клеток является распознавание чужеродного антигена. О выполнении этой функции можно судить на основании анализа уровня экспрессии основной корцепторной молекулы Т-клеточного рецептора – CD4 антигена на поверхности мембран Т-лимфоцитов.

В связи с этим, нами была проведена серия экспериментов по изучению влияния препарата человеческого лейкоцитарного  $\alpha$ -интерферона, облученного УФ-светом (240–390 нм) на уровень экспрессии CD4 маркеров.

Лимфоциты выделяли из гепаринизированной крови методом седиментации на градиенте плотности фиколл-урографина (1,077 г/см<sup>3</sup>) и разделяли на Т- и В- субпопуляции по методу Terasaki [3]. Облучение препа-

ратов  $\alpha$ -ИФН (0,01– 100 МЕ/мл) проводили светом ртутно-кварцевой лампы ДРТ-400 через светофильтр УФС-1 с полосой пропускания 240 – 390 нм в дозах 151, 453, 906, 1359 Дж/м<sup>2</sup>. Нативные Т-лимфоциты инкубировали с препаратом облученного  $\alpha$ -ИФН («Микроген», Москва) в концентрациях 0,01; 0,1; 1; 10 и 100 МЕ/мл в среде RPMI 1640 в течение 24 ч при 37 °С. Уровень экспрессии CD4 маркеров определяли методом непрямого твердофазного иммуноферментного анализа с использованием моноклональных антител мыши серии LT4 (Сорбент, Москва) к антигенам CD4 Т-лимфоцитов человека и конъюгата бараньих антител против IgG мыши с пероксидазой хрена (Сорбент, Москва). Результаты экспериментов регистрировали спектрофотометрически при длине волны 450 нм на вертикальном фотометре «Униплан» (Пикон, Москва) и выражали в единицах оптической плотности (отн. ед). Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета статистических программ «STATISTICA 6.0»

Уровень экспрессии CD4 маркеров на поверхности мембран нативных Т-клеток составил  $0,203 \pm 0,008$  отн. ед. Было выявлено, что ИФН, облученный малой дозой УФ-света (151 Дж/м<sup>2</sup>), в концентрации 10 МЕ/мл оказывает угнетающее действие на лимфоциты, происходит снижение экспрессии CD4 антигенов на 22 % по сравнению с контролем.

Применение ИФН, облученного дозой 453 Дж/м<sup>2</sup>, в диапазоне концентраций 0,1–100 МЕ/мл вызывало увеличение уровня экспрессии данного антигена от 15 до 115 % по сравнению с нативными лимфоцитами. Использование цитокина, модифицированного УФ-излучением в дозе 906 Дж/м<sup>2</sup>, во всем используемом диапазоне концентраций оказывало стимулирующее действие на Т-клетки, также происходило увеличение уровня исследуемого показателя от 53 до 149 % по отношению к контрольным образцам. Инкубация лимфоцитов с интерфероном, облученным самой высокой дозой УФ-света (1359 Дж/м<sup>2</sup>), в концентрациях 0,01; 0,1 и 10 МЕ/мл приводила к увеличению (на 28, 22 и 20 % соответственно) уровня регистрируемого показателя по сравнению с контролем.

Таким образом, после воздействия терапевтической дозы УФ-света (151 Дж/м<sup>2</sup>) интерферон в концентрации 10 МЕ/мл оказывает иммунодепрессивное влияние на Т-лимфоциты. После модификации препаратов интерферона большими дозами УФ-излучения (453–1359 Дж/м<sup>2</sup>), наоборот, наблюдается усиление экспрессии CD4 антигенов иммунокомпетентными клетками, особенно при дозе 906 Дж/м<sup>2</sup>. Можно предположить, что под действием высоких доз УФ-света происходят конформационные перестройки молекул интерферона, приводящие к изменению их сродства к интерфероновым рецепторам, что может сопровождаться усилением передачи активационного сигнала к ядру клетки, стимулированием экспрессии генов и синтезом ряда мембранных белков, в том числе CD4 рецепторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова М.А. Основные представления об интерферонах // Гематология и трансфузиология. 1999. Т. 44. № 4. С. 32–36.
2. Ершов Ф.И, Киселев О.И. Интерфероны и их индукторы (от молекул до лекарств). М.: ГЭОТАР – Медиа, 2005. 368 с.
3. Зарецкая Ю.М. Клиническая иммуногенетика. М.: Медицина, 1983. 208 с.

### ПЕРЕКИСЬ ВОДОРОДА КАК ИНДУКТОР ГИБЕЛИ МОНОЦИТОВ/МАКРОФАГОВ В НОРМЕ И ПРИ РАКЕ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

**М. В. Ромашкина, В. А. Трофимов, А. В. Никулин**

*Биологический факультет МГУ им. Н.П. Огарева, Саранск (Россия)*

*E-mail: geneticLab@yandex.ru*

Моноциты/макрофаги играют важнейшую роль в реализации компенсаторно-приспособительной программы воспаления в организме. При этом они длительное время функционируют в реакционной среде очага воспаления и подвергаются воздействию свободных радикалов и других цитотоксических соединений. Их дееспособность определяет надежность в элиминировании клеток с признаками злокачественности [4, 7].

Перекись водорода, будучи нейтральной молекулой небольших размеров, диффундирует через плазматическую мембрану на большие расстояния, и действует на мишени клетки через гидроксильный радикал ( $\text{OH}^\bullet$ ), который образуется в реакции Фентона. При интенсивном окислительном стрессе происходит снижение активности NF- $\kappa$ B, JNK-AP1 и транскрипции подчиненных им генов, участвующих в защитных системах клеток от стрессовых воздействий, что располагает клетки к гибели [1, 3].

При онкологических заболеваниях программа апоптоза нарушается. Резко увеличивается жизнеспособность опухолевых клеток и повышается вероятность возникновения метастаз [2, 5].

Моноциты, выделенные из цельной венозной крови здоровых людей и больных раком молочной железы, не содержали первичных признаков апоптоза или некроза.

Перекись водорода в широком диапазоне концентраций приводила к морфологическим изменениям моноцитов человека максимально после 3-х часов инкубации [6].

С помощью перекиси водорода можно стимулировать гибель моноцитов/макрофагов путем апоптоза. При этом основной проапоптотический эффект  $\text{H}_2\text{O}_2$  обнаруживала при концентрации 1 мМ. Увеличение концентрации перекиси водорода до 10 мМ, по-видимому, повышало процесс

окислительной модификации биомолекул, что, в конечном счете, приводило к гибели клеток по пути некроза. Можно предположить, что, начиная с определенного порогового уровня  $H_2O_2$ , защитные системы клетки ослабевают. Электрофоретический анализ позволил обнаружить фрагменты ДНК больших размеров, чем при меньшей концентрации  $H_2O_2$  (0,5, 1мМ). Это явилось свидетельством некроза.

Моноциты/макрофаги больных раком молочной железы реагировали на действие индукторов апоптоза с некоторыми особенностями. При действии  $H_2O_2$  (0,5мМ, 1мМ, 10мМ) доля апоптотических клеток не превышала 10%, при этом доля некротических клеток была 65%, 57% и 54% соответственно.

Процент моноцитов/макрофагов, погибших некрозом, составил во всех вариантах опыта более 50%. При разделении ДНК характерной электрофоретической «лесенки» не наблюдалось.

Результаты наших исследований позволяют судить о том, что перекись водорода вызывает у доноров появление характерной для апоптоза электрофоретической «лестницы». В свою очередь у больных раком молочной железы проапоптотическая активность перекиси водорода имела специфические особенности, связанные с нарушением исполнительного звена программы апоптоза.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арчаков, А. И. Модификация белков активным  $O_2$  и их распад / А. И. Арчаков, И. М. Мохосоев // Биохимия. 1989. № 2. С. 179 – 186.
2. Владимирская, Е. Б. Апоптоз и его роль в развитии опухолевого роста / Е. Б. Владимирская, А.А. Масчан // Молекулярная биология. 2000. № 11. С. 537 – 532.
3. Зенков, Н. К. Внутриклеточный окислительный стресс и апоптоз / Н. К. Зенков, В.А. Козлов // Успехи современной биологии . 1991. № 5. С. 440 – 445.
4. Зубова, С. Г. Роль молекул адгезии в процессе распознавания чужеродных и трансформированных клеток макрофагами млекопитающих / С. Г. Зубова, В. Б.Окулов // Успехи современной биологии. 2001. Т. 121. № 1. С. 59 – 66.
5. Канцерогенез. Под ред. проф. Д.Г. Заридзе. М.: Научный мир. 2000. 419 с.
6. Меньшикова Е. Б. Лабораторные методы исследования в клинике. М.: Медицина. 1997. С. 387.
7. Щербаков В. И. Макрофаги: новая функция – рострегулирующая // Успехи соврем. биологии. 1990. № 1. С. 106 – 119.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕННОСТНОЙ ОРИЕНТАЦИИ СТУДЕНТОВ ВУЗА КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УКРЕПЛЕНИЯ ИХ ЗДОРОВЬЯ**

**А. А. Щанкин**

*Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е. Евсевьева, Саранск (Россия)*

Современный этап развития страны характеризуется осуществлением рыночных реформ, затрагивающих различные сферы жизнедеятельности населения. Процесс адаптации населения России к новым, постсоветским условиям жизни продолжается, и он имеет сложный по своей внутренней структуре характер. Наблюдается явное расхождение между характером динамики заболеваемости и смертности от болезней стрессогенной этиологии, и смертности от болезней не обусловленных стрессовыми воздействиями на людей [2]. Защита людей от этих патогенных факторов предполагает прежде всего формирование у них такой системы ценностей, которая была бы ориентирована на здоровье и здоровый образ жизни. Система ценностной ориентации личности на здоровый образ жизни начинается складываться в школьном возрасте [1]. Процесс формирования системы ценностей находит свое продолжение при обучении студентов вузов. Нами был проведен анкетный опрос студентов заочного отделения педагогического факультета МГПИ им. М.Е. Евсевьева по широкому кругу вопросов, в том числе по системе ценностей, сложившейся у студентов. Для этого была составлена шкала ценностей, включающая 14 показателей. Согласно полученным данным на первом месте у студентов находятся ценности здоровья и здорового образа жизни, на втором месте - семья, на третьем - работа, и на четвертом - материальное благополучие. Данная ценностная ориентация студентов несомненно является показателем большой учебной и воспитательной работы проводимой в вузе по их валеологическому воспитанию. Таким образом, несмотря на рыночные преобразования в сфере экономики и пропагандируемый в средствах массовой информации западный образ жизни, который ориентирован на материальное благополучие, он не получил широкого распространения среди студентов. За время обучения в вузе многие студенты избавились от ряда вредных привычек: алкоголь, курение. Это несомненно послужит укреплению их здоровья.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Вершинина, И.В. Система формирования ценностей здоровья у школьников в условиях национального региона: пособие для работников общеобразовательной школы / Федеральное агентство по образованию, МГПИ им. М.Е. Евсевьева / под ред. М.А. Якунчева, С.П. Голышенкова. – Саранск: Тип. «Крас. Окт.», 2004. – 336 с.

**2. Закарковский, Г.М. Психологические и физиологические проявления процесса адаптации населения России к новым социально-экономическим условиям / Г.М. Закарковский, В.И. Медведев, Е.К. Казакова // Физиология человека. 2007. Т33. №1. С.5-14.**

## **КУНЬИ ЗАКАЗНИКА «ПЯКОЛЬСКИЙ»**

**С. А. Пастухов**

*ГУ ГПЗ «Дирекция особо охраняемых природных территорий регионального значения», заказник «Пякольский», Тюменская обл., с.Красноселькуп (Россия)*

Государственный биологический заказник «Пякольский» регионального значения расположен на востоке Ямало-Ненецкого автономного округа. занимаемая площадь составляет 407747 га, образован в 1996 году постановлением Губернатора ЯНАО. На сегодня ведомственная подчиненность ГУ «Дирекция особо охраняемых территорий регионального значения». Итак, заказник «Пякольский» стоит на переднем плане охраны и сохранения природы Севера Западной Сибири, с задачами сохранения и восстановления ресурсов животного и растительного мира, а также охраны редких и исчезающих видов.

Биота заказника для подзоны северной тайги. Из всего многообразия млекопитающих в заказнике водятся шесть видов куньих – россомаха, американская норка, ласка, выдра, горностай и соболь – это самое большое семство, которым представлена фауна.

*Росомаха* – распространена по всей территории заказника, но везде редкий зверь. Общее количество не превышает 8 особей. Для нее характерны кочевки, ни где не задерживается, за исключением вывода потомства. Ее можно встретить в любых угодах, в любое время, хотя более тяготеет к лесным захлавленным угодам. По учетным данным 2007 года встречено пересечений следов на маршруте в 48 км в лесной зоне один след.

*Американская норка*. Это акклиматизант в целом по округу. В заказник «пришла» с сопредельной территории. Вид везде малочисленен, встречаются одиночные следы в околводных биотопах. Настоящий корм – рыба, а грызуны, амфибии ей просто не доступны в зимний период. Кормовые условия из-за низких температур, наледей сдерживают ее распространение. Как такового ядра обитания на территории заказника нет. Заходы одиночных особей не могут влиять на взаимодействие с другими видами. Вид не вошел в биоценозы местной фауны. Общее количество по учетным данным 2007 года и карточка учета зверей составило четыре встречи. Вид встречается спорадически.

*Ласка.* Хотя обычный вид, но везде малочисленна, занимает все станции, что и горностаи. В спелых и перестойных лесах по встречаемости выше, чем в остальных лесонасаждениях. Все зависит от мышевидных грызунов – основного корма ласки. На учетах в 2007 году (февраль-март) было встречено два следа на маршруте 45 км. Даже при такой низкой численности зверька воздействие человека на нее практически сводится к нулю. Общее количество, по нашим данным не превышает 30 особей.

*Выдра.* Распространена по всем таежным водоемам. Ее следы можно встретить в зимнее время около любого ручья. По реке Пяколька нами учтено было две особи. Любит чистые воды, тихие заводи, не выносит беспокойства. В захламленных ручьях и маленьких речках с крутыми берегами и быстрым течением можно встретить в любое время года. Наледи и морозы являются лимитирующими факторами в питании зверьков. Общее количество учтенных зверьков составило на 45 км маршрута – один след. Плотность населения зверей на 1000 га составило 0,01 особи, при благоприятных условиях численность составит 30-35 особей. Наблюдения в летний период за поведением выдры очень ограничены. Зверь осторожный и при малейшей опасности уходит под воду и скрывается.

*Горностаи.* Распространен во всех лесотаежных угодьях – тяготеет к захламленным ручьям, рекам, к зарослям болот, к местам, где имеются кормовые и защитные условия. По занимаемым станциям численность варьирует, даже в двух одинаковых лесных массивах плотность различна. При наших учетах разница достигала большие колебания от 1,24 особи до 2,14 особи на 1000 га. По сезонам горностаи меняют свои станции обитания. С прилетом белой куропатки и концентрации вокруг болот, кустарников – горностаи следует за ней, так как становится последняя более доступной в кормовом отношении. По нашим учетным данным средняя плотность зверька составляет 0,70 особи на 1000 га. Общие запасы в пределах 280-300 особей в целом по заказнику.

*Соболь.* Распространен по всей темнохвойной тайге, численность не одинакова. Для соболя нудно три условия – защитность, кормность и наличие определенного количества особей вида. Плотность самая высокая в темнохвойной кедрово-еловой тайге, по нашим даны в такой тайге она составляет 4,5 особи на 1000 га. Припойменные леса, состоящие из различных пород лесонасаждений плотность составила 0,22 особи, с примесью темнохвойной тайги – 0,28 особи на 1000 га. Нужно отметить, что в чистой лиственничной тайге соболя нет, в сосново-лиственничной тайге следы встречаются как заходы, до и то только в высокоствольных и перестойных лесах. Общее количество не превышает 70-80 особей, что показали учеты, которые проводились дважды – в 2007 году.

Итак, охрана и восстановление животного мира заказника «Пякольский» не ограничивается только названными животными и проводить какие-то параллели здесь неуместно, что угодья потеряны для народного хо-

зайства. На наш взгляд, путем создания заказников регионального значения это не сиюминутная выгода, а национальная безопасность и заказники являются национальным достоянием Ямало-Ненецкого автономного округа и для Российской Федерации в целом.

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ СЕМЕЙСТВА КОМАРОВ-ЗВОНЦОВ (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО АМУРА**

**Н. В. Салтанова**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита  
(Россия)*

*E-mail: saltnat@yandex.ru*

Многочисленными исследованиями показано, что хирономиды являются одним из основных компонентов пресноводных экосистем, как по видовому разнообразию, так и по создаваемой ими биомассе и продукции, поэтому их исследование в различных водоемах имеет большое значение.

В Забайкалье исследование хирономид началось в XX вв. с работы Амурской ихтиологической экспедиции в 1945 – 1949 гг. (Константинов, 1950). В свою очередь в исследование хирономид Забайкалья в различное время внесли большой вклад А.А. Константинов [1], А.А. Линевиц [2], О.К. Клишко и Е.В. Балушкина (Содовые озера Забайкалья) [4].

Особый интерес представляет изучение хирономид бассейна Верхнего Амура в связи с зоогеографическим своеобразием этого региона – его расположением в Амурской переходной зоогеографической области, фауна которой имеет в себе наряду с эндемичными формами элементы фаун соседних областей – Голарктики и Китайско-Индийской области [1]. Рассматривая фауну хирономид бассейна Амура в целом А.А. Константинов [1] отмечал ее видовое богатство и наличие в ее составе значительного количества эндемичных форм.

Однако, фауна хирономид бассейна р. Амур, особенно Верхнего, до сих пор пока еще плохо изучена. Связано это в значительной степени с тем, что систематика этого семейства до сих пор еще плохо разработана [3], что осложняется отсутствием зоологической системы хирономид, построенной на основании изучения всех фаз развития комаров. Еще А.А. Линевиц [2] отмечала существование двух отдельных систем хирономид: для имаго, созданная энтомологами, и для личинок, разработанная гидробиологами.

Таким образом, в течение более 70 лет изучение личинок и куколок производилось гидробиологами, часто произвольно обращавшихся с но-

менклатурой систематических единиц, а имаго – энтомологами, которые обычно описывали новые виды лишь по взрослому комару. Осложнило дальнейшее исследование семейства и поверхностное описание видов, с недостаточным использованием структурных признаков [3]. Лишь в 1980-е годы был опубликован ряд руководств по морфологии, систематике и биогеографии этих насекомых [2].

Однако, несмотря на свою многолетнюю историю систематика хирономид до сих пор пока еще не закончена: многие рода различно понимаются авторами, определение личинок идет большей частью не до вида, а лишь до определенной группы, состоящей из нескольких видов, а иногда только до рода [1]. Наконец, непомерно большое количество синонимов чрезвычайно затрудняет чтение работ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Константинов А.С. Хирономиды бассейна р. Амур и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции. 1950. Т. 1. С. 150 – 153.
2. Линевич А.А., Макаренко Е.А., Александров В.Н. Хирономиды Байкала и Прибайкалья // 2002. С. 10 – 12.
3. Макаренко Е.А., Макаренко М.А., Зорина О.В., Сергеева И.В. Первые итоги изучения фауны и таксономии хирономид (Diptera, Chironomidae) Российского Дальнего Востока // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2005. Выпуск 3. С. 394 – 395.
4. Клишко О.К. Видовое разнообразие, распространение и структурная организация // Зообентос озер Забайкалья. 2001. Часть 1.

### ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ МЕЗОНАСЕЛЕНИЯ ПОЧВ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ

**Н. Н. Хаптухаева, В. А. Тармаев, Т. П. Нихилеева**

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

Исследования проведены в криоаридных степях с опустынивающими песчаными почвами. Почвенная мезофауна изучена по методике, разработанной М.С.Гиляровым (1978). Метод заключается в заложении раскопов с последующим разбором почвенных проб, взятых на площадках 0.25x0.25 м на глубину до 0.3 м. Отобранные экземпляры почвенного эдафона взвешивались в лаборатории на торсионных весах.

На территории исследования имеют место как подвижные рыхлопесчаные арены с кучевыми аккумулятивными и выдуваемыми почвами. Так и связнопесчаные арены с примитивными почвами типа дерново-степных,

которые формируются под растительностью, прошедшей уже достаточно большой путь по восстановительному типу сукцессии. В нашем случае связывание песков происходит под плотным покровом полыней. Закрепленные пески находятся под лесом 100-летнего и более возраста, уже длительное время охваченными почвообразованием.

Вследствие склонового флювиального динамоморфизма изменяется гранулометрический состав. В элювиальной и трансэлювиальной фациях (водораздельные поверхности и верхнесклоновые ландшафтные микрозоны) содержание тонких фракций наименьшее, а грубодисперсных – наибольшее. В подошве склонов откладывается тонкозернистый делювий значительной мощности, что обусловлено предварительной склоновой сепарацией частиц. Скелетность пород в этих местоположениях резко снижена. Тем самым почвообразующие породы по гранулометрическому составу закономерно дифференцируются в системе вершина – склон – подножие. Происходит перераспределение тонкодисперсных фракций, которые вносят изменения в количественную характеристику свойств почв по положению в рельефе.

Наиболее сильное влияние испытывают такие результирующие признаки, как содержание гумуса – основной показатель плодородия почвы. Большая часть изменений происходит на верхних участках склона, более выдержанное распределение свойств отличается на прямом отрезке участка. Незначительные колебания уклонов оказывают некоторое воздействие на содержание элементов в почве.

Анализ пространственного распределения почвенных животных в соответствии с их группировкой по отрядам и семействам показал, что песчаные почвы имеют низкий по биомассе и биоразнообразию групповой состав населения. Это свидетельствует о неблагоприятных эдафических условиях в песчаных эоловых степях, подвергнувшихся природно-антропогенным процессам опустынивания. Динамизм среды и почвенно-грунтового субстрата не позволяет развиться богатой и обильной педофауне. По составу мезофауна представлена ксерофильными группами. Наибольшей плотностью, относительной обильностью и большой биомассой отличаются склоны северной экспозиции (табл. 1).

Типичными обитателями почв аридных зон являются чернотелки. Широко представлены двукрылые: ктыри и лжектыри, которые наряду с достаточно высокой требовательностью к влажности почвы, широко встречаются в сухих степях. В нашем случае, пространственное варьирование биомассы и численности ктырей и лжектырей связано с трофическими условиями, ввиду того, что они являются активными хищниками. В нижней части склона южной экспозиции и на предгорном педименте ктыри занимают доминирующее положение в сообществе мезопедобионтов. Повсеместно встречаются долгоносики. Являясь фитофагами, они даже в малотрофных субстратах способны найти достаточное количество пита-

ния. Двудольные растения составляют предмет пищевого предпочтения этой группы, чем и объясняется их широкое распространение. Неблагоприятно то, что эти животные используют в питании клубеньки бобовых растений. Значит, долгоносики могут усиливать напряженность азотного питания растений в песках. Склон южной экспозиции – менее благоприятная зона для их развития.

Таким образом, почвы, отличающиеся по генезису, деградированности и позиционности в рельефе, различаются по составу и биоразнообразию населения. Наиболее четкое различие наблюдается по численности мезобионтов, поэтому этот показатель следует считать более чутким для почвенно-экологических исследований по сравнению с биомассой.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

**Гиляров М.С. Почвенные беспозвоночные как показатели почвенного режима и условий среды // Биологические методы оценки природной среды. – М.: Наука, 1978. С.78-90.**

**Таблица 1 - Пространственное распределение почвенных животных**

Склоновая микрозо-на	Семейство								
	Пил.	Кт.	Ч/тел.	Д/нос.	Щел.	Жуж.	Л/кт.	Сов.	Пл/ус.
Водораздел	нет	2.66 0.07	3.33 0.05	7.32 0.09	7.99 0.07	2.0 0.03	0.67 0.02	1.32 0.67	8.0 1.09
Верхнесклоновая южной экспозиции	нет	4.0 0.018	6.0 0.024	28.0 0.19	18.0 0.174	нет	нет	6.0 0.058	2.0 0.89
Среднесклоновая южной экспозиции	нет	6.0 0.24	Нет	2.0 0.024	нет	нет	нет	10.0 0.11	2.0 0.03
Нижнесклоновая южной экспозиции	нет	36.0 0.69	34.6 0.45	21.3 0.17	8.0 0.1	4.0 0.02	1.3 0.03	1.3 0.02	1.3 0.05
Предгорный педи-мент	нет	17.0 0.459	9.0 0.155	2.0 0.046	27.0 0.372	7.0 0.121	1.0 0.007	нет	Нет
Верхнесклоновая се-верной экспозиции	нет	10.0 0.29	5.3 0.12	47.3 1.59	14.7 0.17	2.0 0.12	нет	2.7 0.09	5.3 1.63
Нижнесклоновая се-верной экспозиции	1.3 0.03	5.3 0.17	2.7 0.09	8.0 0.18	21.3 0.25	2.6 0.14	нет	2.7 0.03	4.0 0.40

*Примечание: пил.-пилильщики настоящие, Кт.-ктыри, Ч/тел.-чернотелки, Д/нос.-долгоносики, Щел.-щелкуны, Жуж.-жужелицы, Л/кт.-лжесктыри, Сов.-совки, Пл/ус.-пластинчатоусые. Первая цифра – численность, вторая – биомасса, г/см<sup>2</sup>.*

## **ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ Mn-БИКАРБОНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ С РЕАКЦИОННЫМИ ЦЕНТРАМИ ПУРПУРНЫХ БАКТЕРИЙ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ГИПОТЕЗЫ ОБ УЧАСТИИ Mn- БИКАРБОНАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЭВОЛЮЦИОННОМ ПРОИСХОЖДЕНИИ КИСЛОРОДНОГО ФОТОСИНТЕЗА**

**В. В. Терентьев\***, **А. А. Хоробрых**, **С. К. Жармухамедов**,  
**В. В. Климов**

*Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущин (Россия)*

*\*E-mail: v.v.terentyev@gmail.com*

Известно, что бикарбонат необходим для максимальной активности как акцепторной, так и донорной стороны фотосистемы 2 (ФС2) [1]. Стимулирующий эффект  $\text{HCO}_3^-$  на электронный транспорт на донорной стороне ФС2 наиболее отчетливо проявляется при реконструкции неорганического ядра Mn-содержащего водоокисляющего комплекса (ВОК) ФС2. Было показано, что после удаления всех 4 атомов Mn из субхлоропластных препаратов ФС2 эффективная реактивация электронного транспорта и выделения кислорода наблюдалась только если стехиометрически близкое количество  $\text{Mn}^{2+}$  (2-4 атома  $\text{Mn}^{2+}$  на реакционный центр (РЦ) ФС2) добавлялось вместе с бикарбонатом [2,3,4].

Установлено, что при добавлении  $\text{NaHCO}_3$  к раствору  $\text{MnCl}_2$  потенциал окисления  $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^{3+}$  смещается с 1,18 В до 0,67-0,52 В (при pH 8.3) в результате образования (би)карбонатных комплексов [5,6]. Изменение в окислительно-восстановительных свойствах ионов марганца при формировании комплексов с бикарбонатом очевидно играет ключевую роль в описанном выше эффекте.

Кроме того, окислительный потенциал  $\text{Mn}^{2+}$  в Mn-бикарбонатных комплексах близок к окислительно-восстановительному потенциалу первичного донора электронов ( $\text{P}_{870}$ ) в РЦ пурпурных аноксигенных бактерий (0,45-0,5 В). Гипотеза, выдвинутая ранее [7], предполагает, что в Архейский период (>2 млрд. лет назад), когда концентрация  $\text{HCO}_3^-$  в морской воде была в 30-30 000 раз выше, чем сегодня, аноксигенные бактерии могли использовать легкоокисляемые Mn-бикарбонатные комплексы в качестве доноров электронов. Мутации в белках РЦ, вероятно, способствовали связыванию Mn-бикарбонатных комплексов, присутствующих в окружающей среде и, таким образом, могли сформировать первые  $\text{O}_2$ -выделяющие РЦ [7].

В данной работе была исследована возможность донирования электронов от  $\text{Mn}^{2+}$ -бикарбонатных комплексов на окисленный первичный донор электронов ( $\text{P}_{870}^+$ ) пурпурных аноксигенных бактерий.

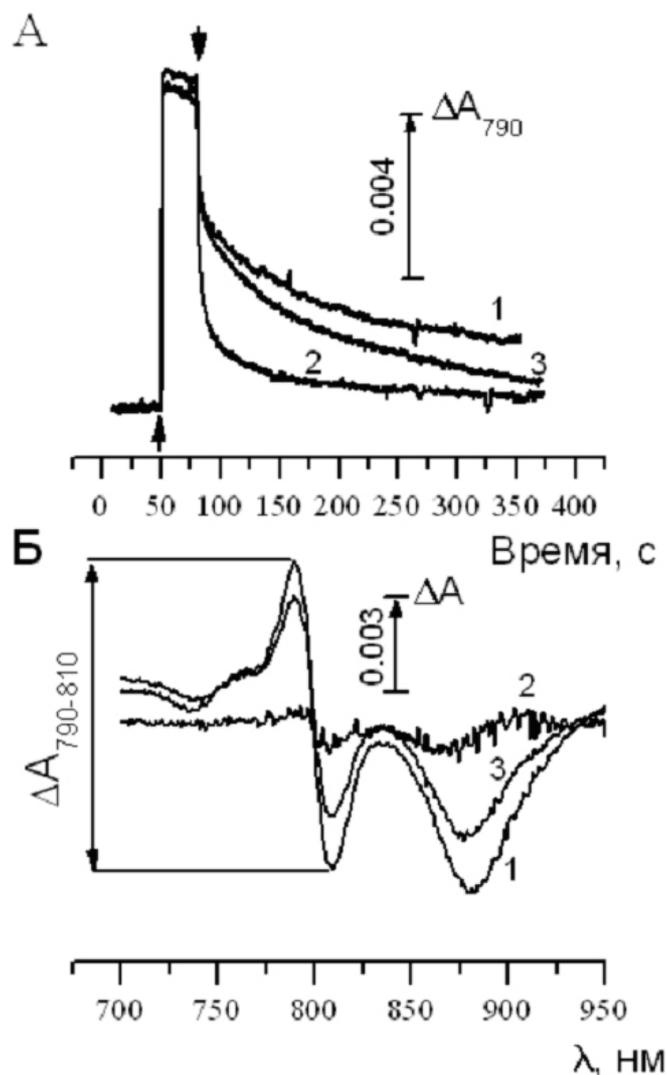
Были исследованы три вида бактерий, содержащих РЦ типа-II (аналог ФС2 окисленных организмов): несерные пурпурные Fe-окисляющие бактерии *Rhodovulum iodolum* и *Rh. robiginosum*, которые используют  $Fe^{2+}$  в качестве донора электронов и, вероятно, подобно этому могли бы окислять  $Mn^{2+}$  в Mn-бикарбонатных комплексах в процессе фотосинтеза [8] и серная алкалофильная бактерия *Thiorhodospira sibirica*, обнаруженная в «содовом» озере Малый Каситуй (рН воды 9,5). Оптимум роста культуры отмечен при рН 9,0 и концентрации карбоната 45 мМ [9].

Окислительно-восстановительное взаимодействие Mn-бикарбонатных комплексов с окисленными РЦ пурпурных бактерий было исследовано при рН 8,2 на пигмент-белковых комплексах В890, представляющих собой РЦ связанные с ближайшей светособирающей антенной [10].

Кинетика фотоокисления и темнового ре-восстановления первичного донора электронов *Rh. iodolum*, измеренная при 790 нм (коротковолновый сдвиг полосы поглощения при 800 нм сопровождающий окисление  $P_{870}$ ), приведена на рис.1, А. Освещение препаратов красным светом ( $\lambda > 600$  нм,  $1900 \mu\text{моль фотон с}^{-1} \text{ м}^{-1}$ ) в течение 30 с позволяло накопить РЦ в окисленном состоянии. При последующей темновой инкубации около 50% окисленных  $P_{870}$  восстанавливались в течение первых 30 с. Остальные 50% характеризовались «долгоживущим» состоянием  $P^+$  и восстанавливались в минутном диапазоне (рис 1,А, кривая 1). Кинетика темнового восстановления  $P_{870}^+$  значительно ускорялась при добавлении 0,1 мМ  $K_4Fe(CN)_6$  (экзогенного донора электронов для  $P_{870}^+$ ), так что через 30 с после освещения только 15% РЦ оставалось в окисленном состоянии (рис. 1, А, кривая 2). Ускорение темнового восстановления  $P_{870}^+$  наблюдалось также при добавлении 0,5 мМ  $MnCl_2$  вместе с 50 мМ  $NaHCO_3$ , однако в этом случае эффект касался только долгоживущей компоненты восстановления  $P^+$  (рис. 1, А, кривая 3).

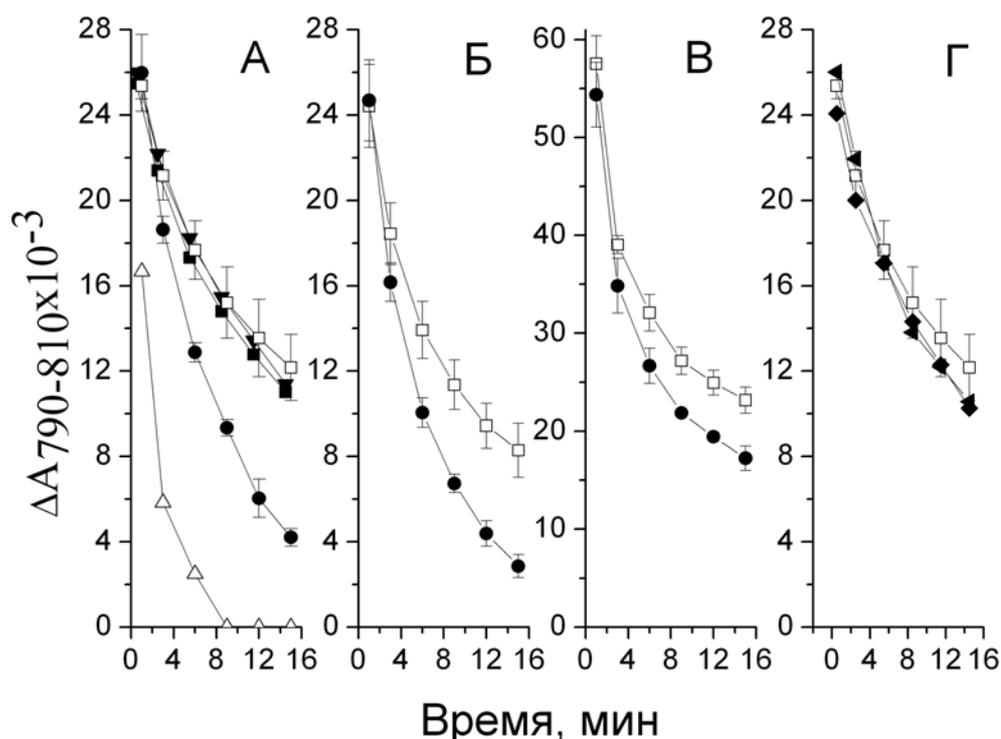
В дальнейших экспериментах по окислительно-восстановительному взаимодействию Mn-бикарбонатных комплексов с окисленными РЦ были исследованы дифференциальные спектры поглощения «окисленный минус восстановленный», относящиеся к «долгоживущему» состоянию  $P^+$ . Типичный дифференциальный спектр  $P_{870}^+$  имеет характерную полосу выцветания с максимумом при 870 нм и длинноволновый сдвиг при 800 нм [11]. Уменьшение интенсивности полосы выцветания при 870 нм и амплитуды сдвига при 800 нм в присутствии 0,1 мМ  $K_4[Fe(CN)_6]$  или 0,5 мМ  $MnCl_2$ , добавленного вместе с 50 мМ  $NaHCO_3$ , свидетельствовало об ускорении темнового восстановления фотоокисленных «долгоживущих»  $P^+$  (рис1, Б). Чтобы оценить скорость восстановления  $P^+$  в отсутствие и в присутствии добавок, использовали разницу значений  $\Delta A_{790}$  минус  $\Delta A_{810}$  ( $\Delta A_{790-810}$ ) (сдвиг при 800 нм. Рис. 2, А показывает, что добавление 0,5 мМ  $MnCl_2$  вместе с 50 мМ  $NaHCO_3$  к пигмент-белковым комплексам В890 *Rh. iodolum* ускоряло восстановление  $P_{870}^+$ , в то время как 0,5 мМ  $MnCl_2$  или Na-

$\text{HCO}_3^-$ , добавленные отдельно, не влияли на скорость темновой релаксации  $\Delta A_{790-810}$ .  $\text{Mg}^{2+}$  (в отличие от  $\text{Mn}^{2+}$ ), добавленный вместе с бикарбонатом, не ускорял темновое ре-восстановление  $\text{P}^+$ . Замещение бикарбоната на формиат (без изменения концентрации  $\text{Mn}^{2+}$ ) также приводило к исчезновению эффекта, наблюдаемого в присутствии марганца и бикарбоната. Эти данные свидетельствуют о специфичности редокс-взаимодействия Mn-бикарбонатных комплексов с РЦ.



1 - в отсутствие добавок (контроль); 2 - в присутствии  $0,1 \text{ mM K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ;  
3 - в присутствии  $0,5 \text{ mM MnCl}_2$  вместе с  $50 \text{ mM NaHCO}_3$ .  
 $\uparrow\downarrow$  - включение и выключение действующего света. Измерения сделаны в среде, содержащей  $50 \text{ mM}$  *Herpes* (pH 8.2) с удаленным  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$  [4]

**Рисунок 1: А – кинетика фотоокисления и темнового ре-восстановления первичного донора электронов в пигмент-белковых комплексах B890 *Rh. iodosum*; Б – дифференциальные спектры поглощения «окисленный-восстановленный» пигмент-белковых комплексов B890 *Rh. iodosum* через 2,5 мин после освещения**



**Рисунок 2 - Кинетики «долгоживущей» компоненты темнового ре-восстановления фотоиндуцированной  $\Delta A_{P_{870}}$  в пигмент-белковых комплексах B890 из *Rh. iodosum* (А), *Rh. rubiginosum* (Б), *Th. sibirica* (В) в отсутствии добавок ( $\square$ ) и при добавлении 0,1 мМ  $K_4Fe(CN)_6$  ( $\Delta$ ); 0,5 мМ  $MnCl_2$  ( $\blacktriangledown$ ); 50 мМ  $NaHCO_3$  ( $\blacksquare$ ); 0,5 мМ  $MnCl_2$  вместе с 50 мМ  $NaHCO_3$  ( $\bullet$ ). Г- кинетики «долгоживущей» компоненты темнового ре-восстановления фотоиндуцированной  $\Delta A_{P_{870}}$  в пигмент-белковых комплексах B890 из *Rh. iodosum* в отсутствии добавок ( $\square$ ) и при добавлении 0,5 мМ  $MgCl_2$  и 50 мМ  $NaHCO_3$  ( $\blacklozenge$ ); 0,5 мМ  $MnCl_2$  и 50 мМ  $NaHCO_3$  ( $\blacktriangleleft$ ). Первый спектр измерялся через 30 с после выключения действующего света. Среда измерения содержала 50 мМ  $NaHCO_3$  (рН 8.2) с удаленным  $CO_2/HCO_3^-$  [4].**

Ускорение темнового восстановления  $P_{870}^+$  в присутствии марганца зависело от концентрации бикарбоната в растворе. Эффект начинал наблюдаться при 30 мМ бикарбоната и достигал максимального значения при 50 мМ  $NaHCO_3$ . Ранее с помощью электрохимических и ЭПР исследований [5,6] было показано, что в водном растворе  $Mn^{2+}$  и бикарбоната присутствуют 1:1 ( $[Mn(HCO_3)]^+$ ) и 1:2 ( $[Mn(HCO_3)_2]$ ) комплексы, имеющие окислительно-восстановительный потенциал 0,61 В и 0,52 В, соответственно. Это гораздо ниже окислительно-восстановительного потенциала аква-иона  $Mn^{2+}$  (1.18 В). Используя константу равновесия для Mn-бикарбонатных комплексов показанную ранее [5,6], было оценено соотно-

шение Mn-бикарбонатных комплексов в растворе при различных концентрациях бикарбоната. В присутствии 15 мМ бикарбоната при pH 8,2, общее количество  $Mn^{2+}$  в растворе состоит на 69% из аква-ионов  $Mn^{2+}$ , приблизительно на 23% из  $[Mn(HCO_3)]^+$  и на 8% из  $(Mn(HCO_3)_2)$ . Содержание  $Mn(HCO_3)_2$  возрастает с увеличением концентрации бикарбоната и при 50 мМ общее количество  $Mn^{2+}$  в растворе состоит на 29% из аква-ионов  $Mn^{2+}$ , приблизительно на 31%  $[Mn(HCO_3)]^+$  и 40% на  $(Mn(HCO_3)_2)$ . Вероятно, что влияние концентрации бикарбоната на ускорение восстановления  $P^+$  в присутствии  $Mn^{2+}$  отражает увеличение количества  $Mn(HCO_3)_2$  комплексов, наиболее активных в окислительно-восстановительном взаимодействии с  $P_{870}^+$ .

Исследование зависимости ускорения темнового восстановления  $P_{870}^+$  от концентрации  $Mn^{2+}$  в присутствии 50 мМ бикарбоната показало, что эффект проявлялся уже при 10  $\mu$ М  $MnCl_2$  и достигал максимального значения при 0,3-0,5 мМ марганца.

Схожий эффект ускорения темнового восстановления окисленных РЦ при добавлении  $MnCl_2$  вместе с бикарбонатом был получен на пигмент-белковых комплексах В890, выделенных из *Rh. rubiginosum* и *Th. sibirica* (рис. 2, В, Б).

Таким образом, полученные в данной работе результаты свидетельствуют о том, что пурпурные бактерии способны к окислительно-восстановительному взаимодействию с низкопотенциальными Mn-бикарбонатными комплексами. В Архейский период концентрация бикарбоната в морской воде была достаточно высокой для образования таких легкоокисляемых комплексов, которые могли использоваться анаэробными бактериями в качестве доноров электронов, что, согласно гипотезе [7], могло быть одним из первых этапов эволюционного возникновения окислительного фотосинтеза.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Van Rensen J.J.S. and Klimov V.V./ Wyrdzynsky T. and Satoh K., Springer, The Netherlands // *Photosystem II*. 2005 pp. 329-345.
2. Klimov, V. V., Hulsebosch, R., Allakhverdiev, S. I., Wincencjusz, H., van Gorkom, H. & Hoff, A. / Bicarbonate may be required for ligation of manganese in the oxygen evolving complex of photosystem II // *Biochemistry*. 1997. 36. 16277–16281.
3. Allakhverdiev S.I., Yruela I., Picorel R., Klimov V.V. / Bicarbonate is an essential constituent of the water-oxidizing complex of photosystem II // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1997. 94. 5050-5054.
4. Baranov S.V., Ananyev G.M., Klimov V.V., Dismukes G.C./ Bicarbonate accelerates assembly of the inorganic core of the water-oxidizing complex in manganese-depleted photosystem II // *Biochemistry*. 2000. 39. 6060-6065.
5. Kozlov Yu.N., Zharmukhamedov S.K., Tikhonov K.G., Dasgupta J., Kazakova A.A., Dismukes G.C., Klimov V.V. / Oxidation potentials and electron donation to

**photosystem II of manganese complexes containing bicarbonate and carboxylate ligands //Phys.Chem.Chem.Phys. 2004. 6. 4905-4911.**

**6. Dasgupta J., Tyryshkin A.M., Kozlov Yu.N., Klimov V.V., Dismukes G.C./Carbonate complexation of Mn<sup>2+</sup> in aqueous phase //J. Phys. Chem. B Condens Matter Mater Surf. Interfaces Biophys. 2006. 110. 5099-5111.**

**7. Dismukes G.C., Klimov V.V., Baranov S.V., Kozlov Yu.N., DasGupta J., Tyryshkin A. / The origin of atmospheric oxygen on Earth: the innovation of oxygenic photosynthesis//Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2001. 98. 2170-2175.**

**8. Straub K.L., Rainey F.A., Widdel F. / Rhodovulum iodolum sp. nov. and Rhodovulum robiginosum sp. nov two new marine phototrophic ferrous-iron-oxidizing purple bacteria.// International Journal of Systematic Bacteriology. 1999. 49. 729-735.**

**9. Bryantseva I., Gorlenko V.M., Kompantseva E.I., Imhoff J.F., Suling J. Mityushina L. / Thiorhodospira sibirica gen. nov sp. nov., a new alkaliphilic purple sulfur bacterium from a Siberian soda lake //International Journal of Systematic Bacteriology. 1999. 49. 697-703.**

**10. Law C.J., Roszak A.W., Southall J., Gardiner A.T., Isaacs N.W., Cogdell R.J./ The structure and function of bacterial light-harvesting complexes // Molecular Membrane Biology. 2004. 21. 183-191.**

**11. Moskalenko, A. A., Makhneva, Z. K., Fiedor, L., Scheer, H./ Effects of carotenoid inhibition on the photosynthetic RC-LH1 complex in purple sulphur bacterium Thiorhodospira sibirica // Photosynth. Res. 2005. 86, 71-80.**

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- 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  
Непорожня 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

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ (материалы конференции, Кн. 2)

- Аббасова Д. М. 95  
Абязова Л. М. 172  
Агаджанян А. А. 93  
Агаджанян А. Х. 93  
Агарков А. А. 85, 87  
Адамян Ц. И. 57  
Азарян К. Г. 207  
Алекперова И. А. 99  
Александрова Е. А. 179  
Александрова О. И. 179  
Алехин В. Г. 212  
Алиева С. Р. 101  
Альба Л. Д. 3, 188  
Альба Н. В. 3, 169, 181, 193  
Альмяшева М. И. 153  
Ананьева Н. П. 181  
Андрианов В. В. 173, 175, 176  
Аненхонов О. А. 147  
Аникиева Л. В. 119  
Артюхов В. Г. 141  
Атыкян Н. А. 228  
Ахметов К. И. 152  
Ашрефи Ф. Д. 107  
Бабаева И. Х. 115  
Бабаева Ш. А. 103  
Балашов В. П. 153  
Балтина Т. В. 172  
Барнашова Г. С. 3, 181, 193  
Белоусова Ю. Б. 37  
Беспярых О. Ю. 150  
Бородулина И. Д. 6  
Вадимов С. В. 198  
Венедиктов С. Ю. 32  
Веселкова Э. Ю. 37  
Веснина Л. В. 49  
Вечернина Н. А. 6, 16  
Винокуров А. И. 198  
Винокурова Р. И. 185, 196  
Вишнякова Е. А. 125  
Габышев В. А. 64  
Гайнутдинов Х. Л. 173, 175, 176  
Гайнутдинова Т. Х. 173, 175  
Гайфуллина Л. Р. 12  
Гахраманова Ф. Х. 111  
Геворкян Э. С. 57  
Голованова И. Л. 20  
Головкина Т. В. 201  
Голубец И. Е. 158  
Гончаров Е. А. 190  
Гунькин И. В. 153  
Дармов И. В. 66  
Девицина Г. В. 201  
Дегтярева И. А. 149  
Дементьева Е. В. 131  
Денисова О. Н. 185  
Деринская Е. В. 238  
Дубова С. М. 241  
Елчиева Л. М. 14  
Ерофеева Е. А. 179  
Ерохина И. А. 142  
Жернов Ю. В. 121  
Зеленцов Н. В. 52  
Золоедов В. И. 121  
Ильин Ю. М. 69  
Июдин В. С. 173  
Йама Н. И. 8  
Кавцевич Н. Н. 166  
Каримов Ф. К. 176  
Касимова Т. Э. 203  
Касумова С. Ю. 107, 115  
Кириллов А. Ф. 29, 32, 230  
Клепиков Р. А. 36  
Клочкова Н. Г. 60  
Ковальчук Л. В. 212  
Конаков Д. Е. 190  
Корягин А. С. 179  
Костина Е. Г. 228  
Ксаджикян Н. Н. 57  
Кузьмина В. В. 125  
Лапшин Д. Н. 28

- Лихачев С. Ф. 211  
Лукерин А. Ю. 37  
Макарчиков А. Ф. 158  
Маргарян А. А. 210  
Мартиросян М. С. 93  
Мартьянов А. С. 133  
Мелдо Х. И. 81  
Минасян С. М. 93  
Минзюк Т. В. 166  
Михайлова Е. В. 140  
Мойсейчик Е. В. 176  
Мокрушина Н. С. 66  
Монтина И. М. 211  
Мурадов П. З. 105  
Муранова Л. Н. 173  
Мурзагулов Г. С. 10  
Муртазина Э. Д. 215  
Неваленный А. Н. 133  
Недоспасова Н. В. 154  
Нестеров В. Н. 18  
Николенко А. Г. 10, 12, 123  
Новожилова О. С. 233  
Новохацкая О. В. 129  
Обыночный А. А. 173, 176  
Овсепян А. С. 207  
Оганесян К. Р. 150  
Оганисян А. О. 93, 150  
Орлов А. М. 72  
Папулин А. В. 177  
Пашков А. Н. 221  
Пеленёв Д. В. 72  
Петросян М. Т. 207  
Писарева Н. А. 60  
Плещинский И. Н. 172  
Попов С. С. 221  
Попов Ю. Г. 207  
Попова Т. Н. 8, 85, 87, 136, 140  
Пугачева И. А. 169  
Путинцева О. В. 241  
Пыхалова Т. Д. 147  
Рахманова Т. И. 85, 136, 221  
Ревин В. В. 228, 238  
Родькин М. М. 201  
Розенцвет О. А. 18  
Ронжина Т. О. 37, 47, 49  
Русина И. М. 158  
Рыжакова О. Г. 47, 55  
Рыжая А. В. 223  
Савиных В. Ф. 72  
Салтыкова Е. С. 10, 12  
Салыкова В. С. 16  
Санкин Л. С. 16  
Саркисян Н. В. 57  
Сафонова О. А. 8, 140  
Сеидова Г. М. 119  
Семенихина А. В. 87  
Семченок Д. А. 164  
Силантьева Д. И. 175  
Силкина О. В. 196  
Ситдигов Ф. Г. 176  
Смирнова И. В. 89  
Созинов О. В. 176  
Соколянская М. П. 123  
Соломонов Н. М. 32  
Софронов А. П. 224  
Таварткиладзе О. К. 6  
Тарасова Т. С. 66  
Таращук О. С. 85  
Темкина П. В. 125  
Тимошенко А. Х. 173  
Туктаров А. В. 133  
Турсумбекова Г. Ш. 4  
Тютюнник Н. Н. 81  
Унжаков А. Р. 81  
Фахрутдинов А. И. 212  
Федорова Е. А. 29, 32  
Филиппов А. А. 20  
Ховряков А. В. 153  
Ходулов В. В. 29, 230  
Цветикова Л. Н. 136  
Червова Л. С. 235  
Чиглинцев В. М. 176  
Чкалов А. В. 137  
Чупраков А. Г. 177  
Шабалина О. М. 215  
Шахтарин Д. В. 29

Шведов Г. И. 221  
Шульгин К. К. 85, 87  
Эрст А. А. 16

Юртаева С. В. 173, 176  
Яфарова Г. Г. 172, 173, 176

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Оргкомитет выражает огромную признательность всем авторам, принявшим участие в организации сборника материалов конференции, а также всем рецензентам, прочитавшим рукописи статей и высказавшим 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 Борченко Р.В.

*Для заметок*

*Для заметок*