

---

---

ISSN 1818-507X

АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
СТАЛИ И СПЛАВОВ  
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В.Л. КОМАРОВА РАН  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ  
им. И.М. СЕЧЕНОВА РАН

# ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 3 (28)  
2009

Журнал издается с 1999 г.

Журнал включен в перечень изданий, утвержденных ВАК для публикации основных результатов кандидатских и докторских диссертационных исследований по специальностям: «Биологические науки», «Агрономия», «Лесное хозяйство»

Астрахань  
Издательский дом «Астраханский университет»  
2009

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом  
Астраханского государственного университета

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**№ 3 (28)**

**2009**

*Редакционный совет:*

д-р биол. наук, проф. Т.Г. Анищенко (г. Саратов)  
д-р мед. наук, проф. О.А. Бутова (г. Ставрополь)  
д-р хим. наук, проф. Ю.М. Дедков (г. Москва)  
д-р биол. наук, проф. Ю.А. Даринский (г. Санкт-Петербург)  
канд. биол. наук, доц. Л.Е. Кокшунова (г. Элиста)  
д-р мед. наук, проф. С.С. Клаучек (г. Волгоград)  
д-р биол. наук, проф. А.Н. Неваленный (г. Астрахань)  
канд. пед. наук, проф. Н.Г. Ованесов (г. Астрахань)  
д-р биол. наук, проф. Л.Х. Сангаджиева (г. Элиста)  
д-р мед. наук, проф. А.А. Терентьев (г. Москва)  
д-р физ.-мат. наук, доц. С.Б. Убизский (Украина)

*Главный редактор:*

Д.Л. Теплый

*Редакционная коллегия:*

Ю.И. Авдеев, Н.М. Алыков, Э.И. Бесчетнова, А.Г. Глинина, Д. Зерулла,  
В.К. Карпасюк (зам. гл. редактора), А.Г. Кушнер, А.М. Лихтер,  
В.Н. Пилипенко, М.И. Пироговский, Н.М. Семчук

*Ответственный секретарь:*

Е.Г. Русакова

Журнал выходит 4 раза в год

Все материалы, поступающие в редколлегию журнала,  
проходят независимое рецензирование

© Издательский дом  
«Астраханский университет», 2009  
© В. Д. Скоблев,  
оформление обложки, 2001

## СОДЕРЖАНИЕ

---

---

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Е.Н. Балужева*

Фенотипическая изменчивость кокциnellиды *Harmonia axyridis* Pall.  
по рисунку надкрылий и наличию элитрального гребня ..... 8

*И.В. Быстрова, А.З. Карабаева, Т.С. Смирнова, О.Г. Карабаева*

Эколого-географическая характеристика  
ильменей Западной ильменно-бугровой равнины ..... 15

*Hala Elshahat Abdel Kader Ghannam, Abdelrahman Said Abdelatif Talab*

Effect of pollution of water quality with heavy metals ..... 18

*А.В. Левашин*

Динамика содержания кадмия, цинка и меди в листьях полыни  
на территории АГК ..... 26

*М.И. Пироговский, С.Н. Кушникова*

Экология и особенности биологии мошек *Simuliidae* дельты Волги ..... 29

### БОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Т.В. Дымова*

К вопросу исследования дикорастущей флоры и растительности дельты Волги ..... 36

*О.Н. Куканова, Т.Ф. Курочкина, Ю.Н. Шаплыгина*

Сравнительный анализ прибрежно-водной растительности дельты  
и авандельты р. Волги ..... 41

*И.А. Скворцова*

Эколого-биологические и цитогенетические особенности астрагаловой флоры  
Западного ильменно-бугрового района Астраханской области ..... 44

### АГРОНОМИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

*Мохамед Салех Мохамед, А.С. Абакумова, Ш.Б. Байрамбеков*

Эффективность экологически безопасных биостимуляторов роста  
на особенности сельскохозяйственных растений ..... 51

*М.Ю. Онишко, М.Ю. Пучков*

Некоторые вопросы семеноводства лука репчатого  
в Астраханской области ..... 57

*Толиба Аббас Омар Мохамед, Л.П. Ионова*

Выращивание сорго в условиях дельты Волги ..... 60

*Эльдафрави Басем Мохамед, Ш.Б. Байрамбеков, С.В. Екимов*

Перспективы повышения урожайности картофеля  
на основе применения инсектицидов ..... 65

### ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

*М.В. Гуркина*

Образцы коллекции ВИР – исходный материал для селекции вигны  
в условиях Астраханской области ..... 69

## БИОТЕХНОЛОГИЯ

|   |    |
|---|----|
| <b>А.В. Великородов, В.В. Федорович, А.Г. Тырков, В.Б. Ковалев</b><br>Количественное определение флавоноидов и фенольных соединений<br>в чайном напитке «Лофантовый» .....  | 73 |
| <b>Халед Абдельдаейм Абделаиз Абделаал,<br/>А.В. Великородов, А.Г. Тырков, В.Н. Фурсов</b><br>Применение эфирных масел традиционных растений<br>и нового для России растения – лофанта анисового<br>( <i>Lophanthus anisatus</i> Benth.).....   | 78 |
| <b>О.Ф. Вятчина, Г.О. Жданова, Д.И. Стом</b><br>Экспрессный прием биологического анализа качества воды<br>с помощью сахаромикетов .....   | 86 |
| <b>А.С. Дулина</b><br>Характеристика питания молоди осетровых<br>на рыбоводных прудах дельты Волги<br>(на примере ОРЗ «Кизанский» и «Лебяжий») .....  | 88 |
| <b>Abdelrahman Said Abdelatif Talab, Hala Elshahat Abdel Kader Ghannam,<br/>Khaled Abd El-Daiem Abd El-Aziz Abd El-Aal</b><br>Effect of some different natural antioxidants<br>on physical and chemical and microbiological quality<br>of minced carp ( <i>Cyprinus carpio</i> ) during cold storage..... | 92 |

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ, МОРФОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

|  |     |
|--|-----|
| <b>А.Е. Лазько, А.П. Ярошинская</b><br>Морфофункциональное состояние эритроцитов<br>как критерий патологических реакций в организме .....  | 102 |
| <b>Н.И. Захаркина, Н.Н. Федорова</b><br>Патоморфологические изменения тканей печени, почек, селезенки,<br>скелетных мышц верблюдов .....   | 107 |
| <b>В.В. Барабанов, В.М. Распопов</b><br>Половой диморфизм воibly р. Волги.....   | 112 |
| <b>Я.В. Белова, Ю.В. Алтуфьев</b><br>Механизмы развития патологических процессов в печени.....   | 114 |
| <b>Н.Н. Федорова, Л.М. Елчиева</b><br>Личинка ампулярии ( <i>Potamococcus bridgesi</i> ) на стадии развития ранний велигер .....   | 120 |
| <b>И.В. Мельник, Е.Г. Быкова, Е.А. Быстрыкова</b><br>Гематологические показатели тилляпии<br>в условиях воздействия электромагнитного поля (ЭМП) .....   | 123 |
| <b>Б.Я. Позднякова, Н.Н. Павленко, И.А. Мамонова</b><br>К вопросу об особенностях диагностики<br>при патологии костной и мышечной тканей.....  | 125 |
| <b>М.В. Козак</b><br>Влияние альфа-токоферола на морфофункциональное состояние<br>нейронов предоптической области и аркуатного ядра гипоталамуса .....   | 130 |
| <b>М.В. Козак, Д.Л. Теплый</b><br>Возрастные особенности морфофункционального состояния<br>нейронов предоптической области и аркуатного ядра гипоталамуса<br>при введении альфа-токоферола ..... | 138 |
| <b>Д.Д. Теплый</b><br>Возрастные особенности эритроцитов периферической крови белых крыс<br>и их реакции на действие биологического и синтетического антиоксидантов .....                        | 143 |

***И.Ф. Деманова, И.А. Кузнецов, А.В. Деманов***

Восстановление физического здоровья студентов с бронхолегочной патологией  
в условиях экологического прессинга региона ..... 152

***А.Х. Галимзянова, И.В. Кладова, Д.Ш. Дубина, А.К. Андреева***

Эритропозитины – биологические эффекты  
и перспективы фармакологических исследований ..... 158

***Н.А. Мухамедова***

Физиолого-биохимическое обоснование  
использования астраханского озерного бишофита  
в качестве лечебного и косметического средства ..... 162

**МУДРЫЕ ВЫСКАЗЫВАНИЯ  
НЕ МЕНЕЕ МУДРЫХ ЛЮДЕЙ** ..... 170

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ** ..... 171

## CONTENTS

---

---

### ECOLOGICAL RESEARCH

*E.N. Balueva*

Phenotypical variability of coccinellid *Harmonia axyridis* according to wing patterns and elytral comb .....8

*I.V. Bystrova, A.Z. Karabaeva, T.S. Smirnova, O.G. Karabaeva*

Ecological and geographical features of the western pond-hill plain.....15

*Hala Elshahat Abdel Kader Ghannam, Abdelrahman Said Abdelatief Talab*

Effect of pollution of water quality with heavy metals .....18

*A.V. Levashin*

Dynamics of the content of cadmium, zinc and copper in wormwood leaves on the territory of agc .....26

*M.I. Pirogovskii, S.N. Kuschnikova*

Ecology and biological peculiarities of simuliidae in the Volga delta .....29

### BOTANICAL RESEARCHES

*T.V. Dimova*

Some problems of wild flora and vegetation of the Volga delta .....36

*O.N. Kukanova, T.Ph. Kurochkina, Y.N. Shaplugina*

The comparative analysis of riverside and aquatic vegetation on the delta and estuary of the Volga river.....41

*I.A. Skvortsova*

Ecological and biological and cytogenetic peculiarities of astragalus flora of west pond-hills area of Astrakhan region.....44

### AGRONOMY AND GROP PRODUCTION

*Mohamed Saleh Mohamed, A.S. Abakumova, Sh.B. Bairambekov*

Efficiency of ecologically safe biogrowth regulators on peculiarities of agricultural plants .....51

*M.J. Onishko, M.J. Puchkov*

Seed-growing of bulb onion in Astrakhan region .....57

*Toliba Abbas Omar Mohamed, L.P. Ionova*

Cultivation of sorghum under the conditions of the Volga delta.....60

*El-Dafrawy Basem Mohamed, S.B. Baerembekov, S.V. Ekimov*

Prospects of improving potato yield through the use of insecticides.....65

### GENETICS AND SELECTION

*M.V. Gurkina*

Samples of VIR collection as an initial material for selection vigna under conditions of Astrakhan region.....69

### BIOTECHNOLOGY

*A.V. Velikorodov, A.G. Tyrkov, V.V. Feodorovich, V.B. Kovalev*

Quantitative determination of flavonoids and phenolic compounds in tea drink “lofantovy” .....73

*Khaled Abd El-Daiem A.A., A.V. Velikorodov, A.G. Tyrkov, V.N. Fursov*

Application of volatile oils of traditional medicinal plants and a new plant in Russia (*Lophanthus anisatus* Benth.).....78

|   |    |
|---|----|
| <b>O.F. Vyatchina., G.O. Zhdanova, D.I. Stom</b><br>Express method of the biological analysis of water's quality<br>with the help of saccharomycetes .....  | 86 |
| <b>A.S. Dulina</b><br>The characteristic features of feed of young fishes of sturgeon in fish-breeding ponds<br>of the Volga delta (on the example sff "Kizansky" and "Swan`s").....  | 88 |
| <b>Abdelrahman Said Abdelatief Talab, Hala Elshahat Abdel Kader Ghannam,<br/>Khaled Abd El-Daiem Abd El-Aziz Abd El-Aal</b><br>Effect of some different natural antioxidants<br>on physical and chemical and microbiological quality<br>of minced carp ( <i>Cyprinus carpio</i> ) during cold storage ..... | 92 |

## EXPERIMENTAL PHYSIOLOGY, MORPHOLOGY AND MEDICINA

|   |     |
|---|-----|
| <b>A.E. Lazko, A.P. Yaroshinskaya</b><br>Morphofunctional condition of erythrocytes<br>as criterion of pathological reactions in the organism.....  | 102 |
| <b>N.I. Zakharkina, N.N. Fedorova</b><br>Pathomorphological changes of the tissue of the liver, kidneys, spleen<br>and skeleton muscles.....  | 107 |
| <b>V.V. Barabanov, V.M. Raspopov</b><br>Sexual dimorphism of roach in the Volga river .....   | 112 |
| <b>J.V. Belova, Yu.V. Altufiev</b><br>The mechanisms of development of pathological processes in liver .....  | 114 |
| <b>N.N. Fedorova, L.M. Elchieva</b><br>The fetus of ampullaridae ( <i>Pomacea bridgesi</i> ) on the stage of the early veligere .....   | 120 |
| <b>I.V. Melnik, E.G. Bykova, E.A. Bystryakova</b><br>The parameters of blood of tilapia under the influence<br>of the electromagnetic field (EMF).....  | 123 |
| <b>B.Y. Pozdnyakova, N.N. Pavlenko, I.A. Mamonova</b><br>To the issue of diagnostic characteristics in bone and muscular tissue pathology .....   | 125 |
| <b>M.V. Kozak</b><br>Influence of alpha-tocopherol on morphofunctional state of neurons of preoptical area<br>and arcuate nucleus of the hypothalamus.....                                      | 130 |
| <b>M.V. Kozak, D.L. Teply</b><br>Age features of morphofunctional state of neurons of preoptical area<br>and arcuate nucleus of the hypothalamus administration of alpha-tocopherol.....        | 138 |
| <b>D.D. Teply</b><br>The ages peculiarities feature of the erythrocytes of peripheral blood<br>of white rats and their reactions on action of biological and synthetic antioxidants .....       | 143 |
| <b>I.F. Demanova, I.A. Kuznetsov, A.V. Demanov</b><br>Restoration of physical health of students with a pathology of organs of breath<br>under conditions of ecological pressure of region..... | 152 |
| <b>A.H. Galimzyanova, I.V. Kladova, D.Sh. Dubina, A.K. Andreeva</b><br>Erythropoietin: biological effects and prospect of pharmacology research .....   | 158 |
| <b>N.A. Mukhamedova</b><br>Physiological and biochemical basis of usage of Astrakhan Lake Bishofit<br>as a curative and cosmetological remedy .....   | 162 |
| <b>WISE QUOTATIONS NOT LESS WISE PEOPLE .....</b>   | 170 |
| <b>RULES FOR THE AUTHORS .....</b>  | 171 |

УДК 632.937

**ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОКЦИНЕЛЛИДЫ  
*HARMONIA AXYRIDIS* PALL.  
ПО РИСУНКУ НАДКРЫЛИЙ И НАЛИЧИЮ ЭЛИТРАЛЬНОГО ГРЕБНЯ**

**Балуева Екатерина Николаевна**, аспирант лаборатории № 7: «Биологические методы защиты растений»

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, ГНУ ВНИИЗР  
196608, г. Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, 3,  
тел. 9-911-783-06-16, e-mail: elfera@list.ru; vizrsb@mail333.com

*Кокцинеллида-афидофаг *Harmonia axyridis* Pall. используется для защиты растений на широком спектре культур как в открытом, так и закрытом грунте. Малоизученной зоной ареала *H. axyridis* остается Корейский полуостров. Автором проведена сравнительная оценка фенотипической структуры популяций кокцинеллиды *Harmonia axyridis* Pall. по двум признакам: рисунку надкрылий и наличию элитрального гребня. Жуков собирали в 2007–2008 гг. на о. Чеджу (33°10' с.ш), расположенном у южной оконечности Корейского полуострова, в окрестностях г. Нонсана (36°20' с.ш.) и г. Уссурийска. Островная популяция с о. Чеджу, по сравнению с материковыми из Нонсана и Уссурийска, отличается значительным фенотипическим разнообразием. Отличительной чертой выборки с о. Чеджу является высокая частота морфотипов *aulica* и *intermedia*. В выборке из Нонсана (2008 г.) нами были зарегистрированы особи, предположительно отнесенные к гетерозиготным особям по редким фенотипам *transverifascia* и *tripunctata*. Между исследуемыми популяциями *H. axyridis* выявлены существенные отличия не только по рисунку надкрылий, но и по частоте встречаемости элитрального гребня.*

**Ключевые слова:** *Harmonia axyridis*, фенотипическая структура популяций, элитральный гребень, рисунок надкрылий, морфотип, *succinea*, *spectabilis*, *conspiqua*, *aulica*, *intermedia*, частоты морфотипов.

**PHENOTYPICAL VARIABILITY OF COCCINELLID *HARMONIA AXYRIDIS*  
ACCORDING TO WING PATTERNS AND ELYTRAL COMB**

***Balueva Ekaterina N.***

*The ladybird *Harmonia axyridis* Pall. is used for protection of plants on a wide spectrum of agricultural crops, both in open and the closed soil. The Korean peninsula is still insufficiently studied area of *H. axyridis*. The *Harmonia axyridis* beetles were collected in 2007–2008 in the Korean peninsula (vicinity of Nonsan, 36°20' N) and in the Jeju Island (near the Botanic garden, 33°10' N), Ussuriisk (42°N). We investigated a comparative estimation phenotypical structures of populations of *H. axyridis* with two attributes: wing patterns and presence of elytral comb.*

*The island population on island Cheju in comparison with continental one on Nonsan and Ussuriisk differs with significant phenotypical variety. Distinctive feature of the sample from island Cheju is a high frequency of morphotypes *aulica* and *intermedia*. In the sample from Nonsan (2008) individuals presumably related to heterozygotic individuals on rare phenotypes *transverifascia* and *tripunctata* had been registered. Essential differences between researched populations *H. axyridis* are revealed not only on figure elytra, but also on frequency of occurrence elytral ridge.*

**Key words:** *Harmonia axyridis*, structure of phenotypical population, elytral comb, wing patterns, morphotype, *succinea*, *spectabilis*, *conspiqua*, *aulica*, *intermedia*, frequencies of morphotypes.

*Кокцинеллида-афидофаг *Harmonia axyridis* Pall. используется для защиты растений уже около полувека. Интродукцию хармонии проводили в Предкарпатье в конце 60-х гг. [2]. В Приморском крае для хармонии доказана возможность сезонной колонизации в теплицах [9,11]. Свойственные хармонии экологическая пластичность и высокая прожорливость позволяют использовать этот вид в борьбе с тлями на широком спектре культур, как в открытом, так и закрытом грунте.*

Хармония широко распространена в Юго-Восточной Азии и Сибири. На северо-западе пограничными точками ареала являются г. Тюкалинск Омской области, на севере – г. Якутск и Шантарские острова. В юго-западной части граница ареала проходит по северной Монголии. На востоке пограничные точки находятся на юге о. Сахалин, о. Кунашир и Японских островах [1, 7]. В течение последних 10–15 лет вид акклиматизировался в Европе (Англия, Бельгия, Франция), Северной и Южной Америке [14].

Для понимания факторов, обеспечивших быстрое расселение хармонии в разных экологических условиях, а также для полноценного освоения природных ресурсов этого энтомофага необходимы детальные исследования фенотипической структуры нативных (азиатских) популяций *H. axyridis*.

Ф.Г. Добржанский одним из первых описал у хармонии ярко выраженную географическую изменчивость рисунка *элимп* [12]. Изучение полиморфизма *H. axyridis* проводилось в Приморском крае [10], в Японии [23, 25], в Забайкалье [6], в Западной Сибири [3]. Малоизученной зоной ареала *H. axyridis* остается Корейский п-ов. Нам удалось найти фрагментарные данные за 1925 г. о фенотипическом составе популяции из Суйгена (Suigen, 37° с.ш.) [15]. Современные исследования ограничиваются одной работой, в которой дана оценка фенотипического состава популяции из окрестностей Дэдждона (Daejon, 33° с.ш.), расположенного в центральной части Корейского п-ова [24]. Данные этих исследователей фрагментарны и не позволяют пока сделать обоснованных выводов о характере и механизмах поддержания полиморфизма в природных популяциях хармонии на территории Кореи.

Популяции *H. axyridis* на Корейском п-ове географически занимают промежуточное положение между континентальными популяциями Китая и островными в Японии. По фенотипическому составу популяции на Японских островах резко отличаются от континентальных. Существенные отличия наблюдаются по рисунку надкрылий и по доле особей, несущих элитральный гребень [4, 15]. Поэтому Корейский п-ов как пограничная зона, вблизи которой происходит смена доминирующих морфотипов, представляет особый интерес для исследования.

Нами проведена сравнительная оценка фенотипической структуры популяций кокцинеллиды *Harmonia axyridis* Pall. по двум признакам: рисунку надкрылий и наличию элитрального гребня. Рисунок надкрылий определяется серией множественных аллелей одного локуса [23]. Рисунок надкрылий составляют серию переходов от светлых (желтых или красных) форм до черных с одним или двумя светлыми пятнами на надкрыльях. Наиболее распространены 4 аллели: *succinea*, *axyridis*, *spectabilis* и *conspicua* (рис. 1). Аллели образуют ряд кодоминирования: *conspicua* > *spectabilis* > *axyridis* > *succinea*. Морфотип *succinea* рецессивен по отношению ко всем остальным формам.

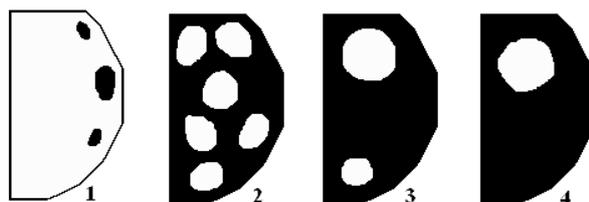


Рис. 1. Основные типы окраски надкрылий *H. Axyridis*;  
1 – *succinea*, 2, – *axyridis*, 3 – *spectabilis*, 4 – *conspicua*

Элитральный гребень – детерминирует доминантный аллель одного аутосомного гена [17].

Жуков собирали в 2007–2008 гг. на о. Чеджу (33°10' с.ш), расположенном у южной оконечности Корейского п-ва, в окрестностях г. Нонсана (36°20' с.ш.) и г. Уссурийска (42° с.ш., сборы В.И. Потемкиной). Отлов особей проводили без специального выбора на местах зимовки или во время осеннего лета на зимовку. На частоты морф в таких выборках не влияет наличие микростациональной изменчивости, описан-

ной для некоторых популяций гармонии. Поэтому собранные во время осенней миграции или на местах зимовки выборки жуков отражают фенотипический состав совокупной географической популяции. Кроме того, в осенних сборах (в отличие от весенних) на частоту фенотипов не влияют различия в сроках разлета с мест зимовки, связанные с более быстрым прогревом особей-меланистов.

Особей сортировали по полу, наличию элитрального гребня и рисунку надкрылий, выделяя морфотипы *succinea*, *spectabilis* и *conspicua* согласно классификации Тана [23].

Рассчитывали частоту встречаемости каждого фенотипа по формуле:

$$p = \frac{N_p}{N} \times 100 \%,$$

где  $N_p$  – число особей определенного фенотипа,  $N$  – число особей в выборке.

Среднее число фенотипов рассчитывали по формуле:

$$\mu = \left( \sqrt{p_1} + \dots + \sqrt{p_m} \right)^2,$$

где  $p_1, \dots, p_m$  – частоты фенотипов [5].

Ошибку среднего числа морфотипов рассчитывали по формуле:

$$S_\mu = \sqrt{\frac{\mu \times (m - \mu)}{N}},$$

где  $\mu$  – среднее число морфотипов,  $m$  – число морфотипов,  $N$  – число особей в выборке [5].

Фенотипическое разнообразие в популяциях *H. axyridis* оценивали по среднему числу морфотипов ( $\mu$ ) с учетом их частоты (табл. 1). Островная популяция с о. Чеджу, по сравнению с материковыми из Нонсана и Уссурийска, отличается значительным фенотипическим разнообразием. Отличительной чертой выборки с о. Чеджу является высокая частота морфотипов *aulica* и *intermedia* (табл. 1).

Таблица 1

**Фенотипический состав природных популяций *Harmonia axyridis***

| Фенотипы                       | Частоты фенотипов, % |                    |                       |              |              |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------|
|                                | о. Чеджу, 2007 г.    | г. Нонсан, 2008 г. | г. Уссурийск, 2008 г. | о. Кюсю*     | о. Сикоку*   |
| <i>succinea</i>                | 60,6                 | 92,0               | 87,0                  | 2,3          | 10,7         |
| <i>aulica</i>                  | 17,4                 | 0,17               | 0                     | 0            | 0            |
| <i>intermedia</i>              | 4,2                  | 0                  | 0                     | 0            | 0            |
| <i>axyridis</i>                | 0                    | 0                  | 0                     | 2,2          | 5,8          |
| <i>spectabilis</i>             | 11,4                 | 3,8                | 6,0                   | 11,1         | 19,1         |
| <i>conspicua</i>               | 6,5                  | 4,0                | 7,0                   | 83,6         | 64,1         |
| Другие фенотипы                | 0                    | 0,17               | 0,15                  | 0            | 0            |
| Тестировано особей             | 431                  | 2335               | 647                   | 995          | 534          |
| Среднее число фенотипов, $\mu$ | 3,19 ± 0,116         | 2,04 ± 0,065       | 2,15 ± 0,078          | 3,38 ± 0,046 | 3,70 ± 0,046 |

\*Примечание: данные по Японским островам (Kotai et al., 1950)

В двух выборках из г. Нонсана в 2008 г. было найдено 4 особи морфы *aulica*, в материале из Уссурийска этот фенотип представлен не был. На Корейском п-ове этот морфотип ранее выявлен не был, как по нашим данным, так и по литературным [13]. В Приморском крае *aulica* и *intermedia* встречаются чрезвычайно редко, их доля не превышает 0,3 % и 0,03 % соответственно [10]. По данным Тана [23], морфотип *aulica* определяется двумя аллелями, фенотипическое различие между которыми заключается в очертании темной каймы на надкрыльях. Аллель SA2SA2 – формирует широкую кайму, образующую клиновидный рисунок у срединной линии элитр, SA1SA1 – фенотипически проявляется в виде узкой каймы по краю надкрылий (рис. 2). На о. Чеджу в 2007 г. были найдены жуки с морфотипом *aulica* SA1SA1-типа, а в г. Нонсане в 2008 г. – SA2SA2-типа.

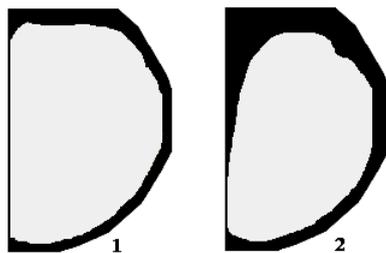


Рис. 2. Формы морфотипа *aulica*;  
1 – SA2SA2, 2 – SA1SA1

По значительной площади светлого поля на надкрыльях *aulica* и *intermedia* близки к доминирующей на материке *succinea*. Поэтому, несмотря на очевидные фенотипические различия в обеих популяциях, преобладают светлоокрашенные формы. Их доля на материке (г. Нонсан) и на о. Чеджу одинаково высока – 95 % и 91 % соответственно, что свидетельствует об адаптивном преимуществе, которое получают светлые формы в данных местах обитания. Частичная замена (на 20 %) одной светлой формы (*succinea*) на две другие (*aulica* и *intermedia*) могла произойти в результате генетического дрейфа в сочетании с «эффектом бутылочного горлышка», когда в одном или нескольких поколениях численность популяции резко уменьшается. Восстановление численности за счет миграции на острове затруднено. Поэтому в изменении частоты аллелей в островных популяциях возрастает роль таких факторов, как генетический дрейф и колебания численности. Однако произошедшие на о. Чеджу изменения не носят принципиального характера. Доминирующим остается *succinea*, которую дополняют фенотипически близкие *aulica* и *intermedia*.

О. Чеджу равно удален как от Корейского полуострова, так и от Японских островов на расстояние, которое затруднительно преодолеть жукам *H. axyridis* самостоятельно. Следовательно, популяция с о. Чеджу происходит от особей, завезенных человеком. Вероятнее всего, источником были особи какой-либо материковой популяции, которая отличается резким доминированием светлоокрашенных форм (в основном *succinea*) и высокой частотой элитрального гребня.

Иная ситуация сложилась на южной части Японских островов, где доминируют меланизированные формы – *conspicua*, *spectabilis*. Доля *succinea* составляет 2–10 %, *aulica* и *intermedia* не выявлены, зато встречается морфотип *axyridis*, крайне редкий в Корее и Приморье (табл. 3). Объяснить принципиальные различия фенотипической структуры корейских и южнояпонских популяций за счет разницы в климате можно только отчасти. О. Чеджу располагается на одних широтах с японскими о-вами Кюсю и Сикоку. Кардинальные отличия климата между островами маловероятны, а фенотипические различия между популяциями очевидны (табл. 3).

Кроме того, в выборке из г. Нонсана (2008 г.) нами были зарегистрированы особи, предположительно отнесенные к гетерозиготным особям по редким фенотипам *transverifascia* и *tripunctata*, которые также были описаны Таном [23] (рис. 3). В настоящее время нами проводится работа по получению чистых линий данных фенотипов.

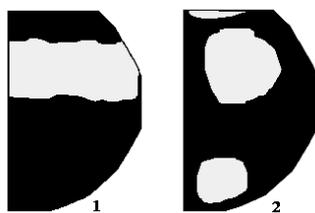


Рис. 3. Редкие фенотипы:  
1 – *transverifascia*, 2 – *tripunctata*

Между исследуемыми популяциями *H. axyridis* выявлены существенные отличия не только по рисунку надкрылий, но и по частоте встречаемости элитрального гребня (табл. 2).

Таблица 2

**Частота встречаемости элитрального гребня в различных популяциях *H. axyridis*.**

| Фенотип            | Доля особей, %             |      |      |      |                           |      |      |     |                       |      |     |     |                       |      |      |      |
|--------------------|----------------------------|------|------|------|---------------------------|------|------|-----|-----------------------|------|-----|-----|-----------------------|------|------|------|
|                    | Нонсан (Sesil),<br>n = 553 |      |      |      | Нонсан (парк),<br>n = 673 |      |      |     | Уссурийск,<br>n = 646 |      |     |     | о. Чеджу*,<br>n = 724 |      |      |      |
|                    | +                          |      | -    |      | +                         |      | -    |     | +                     |      | -   |     | +                     |      | -    |      |
|                    | ♂                          | ♀    | ♂    | ♀    | ♂                         | ♀    | ♂    | ♀   | ♂                     | ♀    | ♂   | ♀   | ♂                     | ♀    | ♂    | ♀    |
| <i>succinea</i>    | 26,1                       | 46,0 | 6,0  | 11,0 | 37,2                      | 41,1 | 5,0  | 7,3 | 34,0                  | 49,1 | 1,1 | 3,2 | 3,2                   | 2,8  | 1,4  | 1,4  |
| <i>aulica</i>      | 0                          | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0    | 0    | 0   | 0                     | 0    | 0   | 0   | 3,5                   | 5,8  | 3,9  | 4,4  |
| <i>intermedia</i>  | 0                          | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0    | 0    | 0   | 0                     | 0    | 0   | 0   | 12,2                  | 11,9 | 7,0  | 4,6  |
| <i>axyridis</i>    | 0                          | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0    | 0    | 0   | 0                     | 0    | 0   | 0   | 3,7                   | 2,8  | 2,2  | 2,9  |
| <i>spectabilis</i> | 0,9                        | 2,5  | 0    | 0    | 1,5                       | 2,0  | 0    | 0   | 1,5                   | 4,1  | 0   | 0,1 | 5,7                   | 5,4  | 2,3  | 1,0  |
| <i>conspicua</i>   | 1,1                        | 2,5  | 0,2  | 0,2  | 2,3                       | 2,1  | 0,4  | 0,7 | 2,1                   | 5,0  | 0,1 | 0   | 1,5                   | 1,5  | 3,9  | 5,2  |
| По всем морфотипам | 28,1                       | 51,0 | 6,0  | 11,0 | 41,0                      | 45,2 | 5,0  | 8,0 | 37,6                  | 58,2 | 1,2 | 3,3 | 29,7                  | 30,1 | 20,7 | 19,5 |
| Всего              | 79,1                       |      | 17,0 |      | 86,2                      |      | 13,0 |     | 95,2                  |      | 4,5 |     | 59,8                  |      | 40,2 |      |

Примечание: + – есть гребень, – – нет гребня.

\* данные получены при исследовании лабораторной культуры, заложенной от выборки насекомых, собранных на о. Чеджу в 2007 г.

Элитральный гребень – поперечный хитиновый валик, расположенный на нижних концах элитр. Хосино [17] показано, что наличие или отсутствие элитрального гребня наследуется моногенно, является доминантным признаком и наследуется независимо от генов, определяющих рисунок элитр. Наличие гребня детерминирует доминантный аллель, локализованный в аутосоме. М. Курисаки установил, что на территории Японии частота индивидуумов, имеющих элитральный гребень, изменяется клинально с севера на юг [15].

На о. Хоккайдо все жуки, почти без исключения, имеют элитральный гребень, который также присутствует у большей части имаго, найденных в северной части Хонсю, и приблизительно у 40 % жуков, что были найдены в районе Нагои. Частота встречаемости элитрального гребня составляет 20–25 % около Киото и Осаки и уменьшается при продвижении на запад по Японскому архипелагу. В Китае и Приморье этот показатель достигает 80–100 % [1].

Приморье и северо-восточный Китай являются зоной межпопуляционной стабильности по частоте встречаемости гребня. На указанной территории подавляющее большинство жуков имеют гребень [15, 1].

Вторая зона межпопуляционной стабильности находится в Западной Сибири, где доля особей, несущих гребень, не превышает 20–30 % [1].

Адаптивное значение гребня для особи-носителя пока неизвестно. Японские исследователи отмечали, что поскольку гребень чаще встречается на севере Японских островов, то этот признак может быть как-то связан с выживанием вида в холодном климате [17]. Однако низкая частота встречаемости гребня у жуков из сибирских популяций свидетельствует о спорности данного предположения. Кроме того, наши данные свидетельствуют о том, что гребень широко распространен не только на севере, но и на юге ареала хармонии, например, на о. Чеджу (табл. 2).

Оценка частоты встречаемости элитрального гребня в японских популяциях *H. axyridis* может быть ошибочной из-за присутствия в сборах близкородственного симпатрического вида *H. yedoensis* Takizawa, 1917 г. (*Ptychanatis yedoensis* Takizawa, 1917). У жуков *H. yedoensis* гребень всегда отсутствует. Рисунок надкрылий *H. yedoensis* также, как у *H. Axyridis*, варьирует. Известны 4 типа рисунка надкрылий *H. yedoensis*, которые чрезвычайно схожи с морфами *conspicua*, *spectabilis*, *axyridis* и *succinea*, причем меланизированные формы этих видов и *H. axyridis* отличить по рисунку надкрылий практически невозможно.

Морфологически *H. yedoensis* и *H. axyridis* отличаются по окраске личинок и строению гениталий самцов. Последняя особенность, по-видимому, определяет 100%-ную репродуктивную изоляцию видов, доказанную в лабораторных экспериментах [18, 20]. Экологические ниши видов отчасти перекрываются. *H. yedoensis* обитает преимущественно на сосновых деревьях, где пересекается с *H. axyridis*, которая среди прочих биотопов отмечена и в сосновых лесах [19].

Ареал *H. yedoensis* включает Японию и Тайвань. В первой половине XX в. *H. axyridis* была отмечена на Тайване (о. Формоза). Небольшая выборка жуков состояла исключительно из меланизированного морфотипа *conspicua* [17]. Позже в ходе ревизии фауны кокцинеллид о. Формоза было доказано, что все собранные экземпляры являются *H. yedoensis* [20].

Таким образом, на юге Японии повышенная частота особей без гребня может быть обусловлена наличием в сборах жуков не только *H. axyridis*, но и меланизированных форм *H. yedoensis*, у которых гребень всегда отсутствует. Следует отметить, что данные о клинальной изменчивости частоты элитрального гребня в японских популяциях *H. axyridis* были получены в первой половине XX в., когда еще не была доказана видовая самостоятельность *H. yedoensis* и данное видовое название считалось младшим синонимом *H. axyridis*.

Высокие частоты фенотипов *spectabilis* и *conspicua*, отмеченные в Юго-Западном Китае (провинция Szechwan) [23] и на юге Японских островов [15], могут быть тоже отчасти обусловлены примесью меланизированных форм *H. yedoensis*. Избежать ошибок в видовой диагностике сборов и разделить *H. axyridis* и *H. yedoensis* было возможно только при анализе гениталий самцов.

Основываясь на анализе фенотипической структуры тестируемых популяций хармонии, мы предполагаем, что материковые и островные популяции хармонии имеют разные адаптивные стратегии. Первая и наиболее распространенная стратегия построена на разделении особей в популяции на «универсалов» и «специалистов». Универсалы, такие как *succinea*, способны выживать в широких диапазонах температуры и влажности, отличаются средней, но стабильной репродукцией на широком спектре жертв. В силу своей эврибионтности универсалы оставляют ядро популяции. Специалисты отличаются наличием более узких гидротермических и пищевых предпочтений. В оптимальных для себя условиях специалист может опережать универсала по репродукции. Специалисты служат для более полного освоения гетерогенности среды обитания [8]. Доля специалистов в популяции варьирует в зависимости от условий конкретного биотопа, а доля универсалов остается стабильно высокой.

Существует предположение о том, что ген рисунка надкрылий у хармонии сцеплен с комплексом наследственных факторов, определяющих экофизиологические особенности энтомофага, в том числе, его пищевые предпочтения [21, 22]. Это дает основание для формирования типовых культур *H. axyridis*, которые будут наиболее полно отражать и сохранять свойственную виду генотипическую изменчивость при длительном разведении в лаборатории. В основе предлагаемой методики лежит использование рисунка надкрылий в качестве фенотипического маркера. Выделение маркера в гомозиготу позволит контролировать сцепленные с ним гены, определяющие пищевые предпочтения, репродуктивные и поведенческие особенности, свойственные разным морфотипам хармонии. При необходимости данные типовые культуры хармонии послужат исходным материалом для селекции линий *H. axyridis* с заданными характеристиками, например, с повышенной прожорливостью при питании определенным видом тли.

#### Библиографический список

1. Блехман, А. В. Популяционная изменчивость встречаемости элитрального гребня у божьей коровки *Harmonia axyridis* Pallas / А. В. Блехман // Генетика. – 2008. – Т. 44, № 11. – С. 1553–1557.
2. Воронин, К. Е. Акклиматизация дальневосточного хищника тлей хармонии (*Harmonia axyridis* Pall.) в Предкарпатье / К. Е. Воронин // Тр. ВНИИ защиты растений. – 1968. – Т. 31. – С. 234–243.

3. **Воронцов, Н. Н.** Ареал и внутривидовая структура божьей коровки *Harmonia axyridis* Pall., 1773 (Coleoptera, Coccinellidae) / Н. Н. Воронцов, А. В. Блехман // Эволюция, экология, биоразнообразие: мат-лы конф. памяти Николая Николаевича Воронцова (1934–2000) (г. Москва, 26–27 декабря 2000 г.). – М. : Изд. отдел УНЦ ДО, 2001. – С. 150–156.
4. **Воронцов, Н. Н.** Феногеография и геногеография окраски надкрылий в популяциях восточно-азиатской коровки *Harmonia (Leis) axyridis* Pall. (Coleoptera, Coccinellidae) / Н. Н. Воронцов, А. В. Блехман // ДАН СССР. – 1986. – Т. 286, № 1. – С. 205–208.
5. **Животовский, Л. А.** Популяционная биометрия / Л. А. Животовский. – М. : Наука, 1991. – 271 с.
6. **Корсун, О. В.** Эколого-географические особенности полиморфной структуры популяций (на примере жесткокрылых): автореф. дис. ... канд. биол. наук / О. В. Корсун. – Екатеринбург, 1999. – 22 с.
7. **Кузнецов, В. Н.** Жуки-кокцинелиды (Coleoptera: Coccinellidae) Дальнего Востока России / В. Н. Кузнецов. – Владивосток : Дальнаука, 1993. – Ч. 2. – С. 243–246 ; Ч. 1. – С. 34–84.
8. **Сергиевский, С. О.** Генетический полиморфизм и адаптивные стратегии популяций / С. О. Сергиевский // Фенетика природных популяций. – М. : Наука, 1988. – С. 190–200.
9. **Сидляревич, В. И.** Опыт использования хармонии в теплицах / В. И. Сидляревич, К. К. Воронин // Защита растений. – 1973. – № 6. – С. 24.
10. **Холин, С. К.** Фенотипическая изменчивость *Harmonia axyridis* Pallas (Col., Coccinellidae) в Приморском крае в географическом и хронологическом аспектах / С. К. Холин // Роль насекомых в биоценозах Дальнего Востока. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1988. – С. 106–116.
11. **Яркулов, Ф. Я.** Система биологической защиты растений в приморском крае: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ф. Я. Яркулов. – СПб., 2002. – 42 с.
12. **Dobzhansky, Th.** Die geographische und individuelle Variabilität von *Harmonia axyridis* Pallas in ihren Wechselbeziehungen / Th. Dobzhansky // Biol. Zentr. – 1924. – Bd. 44, H. 7. – P. 401–421.
13. **Dobzhansky, Th.** Genetics and the origin of species / Th. Dobzhansky. – 3rd ed. – New York : Columbia, University Press, 1951. – 446 p.
14. **Koch, R. L.** Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in the Western Hemisphere Implications for South America / R. L. Koch, R. C. Venette, W. D. Hutchison // Neotropical Entomology. – 2006. – Vol. 35, № 4. – P. 421–434.
15. **Komai, T.** Contributions to the evolutionary genetics of the lady-beetle, *Harmonia*. I. Geographic and temporal Variations in the relative frequencies of the elytral pattern types and in the frequency of elytral ridge / T. Komai, M. Chino, Y. Hosino // Genetics. – 1950. – Vol. 35, № 4. – P. 589–601.
16. **Komai, T.** Contributions to the evolutionary genetics of the lady-beetle, *Harmonia*. II. Microgeographic variations / T. Komai, Y. Hosino // Genetics. – 1951. – Vol. 36, № 4. – P. 382–390.
17. **Komai, T.** Observations on geographic and temporal variations in the ladybeetle *Harmonia* / T. Komai, M. Chino // Proc. Japan Acad. – 1969. – Vol. 45. – P. 284–292.
18. **Okada, I.** Comparative studies on sibling species of lady beetles, *Harmonia yedoensis* and *H. axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) / I. Okada, K. Nijima, Y. Toriumi // Bull. Fac. Agr. Tamagawa Univ. – 1978. – № 18. – P. 60–68.
19. **Osawa, N.** Sympatric coexistence of sibling species *Harmonia yedoensis* and *H. axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and the roles of maternal investment through egg and sibling cannibalism / N. Osawa, K. Ohashi // Eur. J. Entomol. – 2008. – № 105. – P. 445–454.
20. **Sasaji, H.** Biosystematics on *Harmonia axyridis*-complex (Coleoptera: Coccinellidae) / H. Sasaji // Mem. Fac. Educ. Fukui Univ. – 1981. – № 30. – P. 59–79. – (Ser. II. Nat. Sci.).
21. **Seo, M. J.** Differences in biological and behavioural characteristics of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) according to colour patterns of elytra / M. J. Seo, G. H. Kim, Y. N. Youn // J. Appl. Entomol. – 2008. – Vol. 132. – P. 239–247.
22. **Soares, A. O.** Influence of prey quality on the fitness of two phenotypes of *Harmonia axyridis* adults / A. O. Soares, D. Coderre, H. Schanderl // Entomologia Experimentalis et Applicata. – 2005. – № 114 (3). – P. 227–232.
23. **Tan, C. C.** Mosaic dominance in the inheritance of color patterns in the ladybird beetle, *Harmonia axyridis* (Pallas) / C. C. Tan // Genetics. – 1946. – Vol. 31, № 1. – P. 195–210.
24. **Youn, Y. N.** Variation of elytra color patterns in the Asian ladybird beetle, *Harmonia axyridis* / Y. N. Youn, M. J. Seo // The 2002 Entomology Society of America Annual Meeting and Exhibition, Fort Lauderdale, FL. (18 November). – 2002.
25. **Ueno, H.** Colour-associated mating success in a polymorphic Ladybird Beetle, *Harmonia axyridis* / H. Ueno, Y. Sato, K. Tsuchida // Functional Ecology. – 1998. – Vol. 12, № 5. – P. 757–761.

УДК 551.481

**ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЛЬМЕНЕЙ  
ЗАПАДНОЙ ИЛЬМЕННО-БУГРОВОЙ РАВНИНЫ**

**Быстрова Инна Владимировна**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры гидрогеологии и инженерной геологии

**Карбаева Алтынганым Зинетовна**, кандидат географических наук, доцент кафедры географии

**Смирнова Татьяна Сергеевна**, ассистент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

**Карбаева Оксана Георгиевна**, студентка ДКР-21

Астраханский государственный университет

414000, г. Астрахань, ул. Шаумяна, 1,

тел. (8512) 44-00-95, доп. 131, e-mail: juliet\_23@mail.ru

*В статье дается эколого-географическая характеристика ильменей Западной ильменно-бугровой равнины Астраханской области. Рассмотрена история их формирования после отступления вод позднехвалынского моря. Особое внимание уделено процессам формирования бугров Бэра и их современному состоянию. Обследованы 37 ильменей Икрянинского и Наримановского районов за период с 2003 по 2008 гг. Дается детальная морфометрическая характеристика этих ильменей. Также проанализирован процесс зарастания ильменей высшей растительностью. На основе проведенных исследований ильмени подразделяются на следующие типы: нагульные, выростные, неокультуренные. Обоснованы показатели рыбопродуктивности ильменей. Рекомендованы мероприятия, направленные на восстановление равновесия биоресурсов неокультуренных и искусственных ильменей (прудов), а также рыбохозяйственного потенциала Астраханской области. Проведенные исследования позволяют сохранить природный потенциал исследуемой территории.*

**Ключевые слова:** ильмень, ильменно-бугровая равнина, бугры Бэра, Хвалынское море, выростные пруды, нагульные пруды, неокультуренные ильмени, рыбоводные водоемы, рыбопродуктивность.

**ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL FEATURES  
OF THE WESTERN POND-HILL PLAIN**

**Bystrova Inna V., Karabaeva Altynganym Z., Smirnova Tatyana S., Karabaeva Oksana G.**

*In the article the ecological-and-geographical features of the Astrakhan western pond-hill plain are given. The history of their formation after the late-Khvalynian sea dereliction is considered. Special attention is given to Ber hills formation processes and their present state. 37 ponds of Ikryaninsky and Narimanovsky areas were examined in 2003–2008. Detailed morphometrical description of these ponds is given in this article. Also the process of pond weediness with higher vegetation is analysed. Ponds are subdivided into following types on the basis of the research: feeding, outgrowing, uncultivated. Pond fish capacity indicators are proved. Measures for restoring bioresources of uncultivated and artificial ponds and Astrakhan region fishery potential are recommended. The researches allow to preserve nature potential of the territory examined.*

**Key words:** pond, pond-hill plain, Ber hills, the Khvalynian sea, outgrowing ponds, feeding ponds, uncultivated ponds, fish-breeding reservoirs, fish capacity.

В условиях многообразия проблем, возникших на территории ильменей Астраханской области, совершенно естественными и необходимыми являются попытки обобщения имеющихся сведений, которые были опубликованы до настоящего времени. Однако объем этих исследований оказался относительно малочисленным, потому что прежние исследования проводились в основном на отдельных гидрологических объектах, а значительная часть ильменей была слабо освещенной, некоторые остались совершенно не исследованными, т.е. на большей территории ильменно-бугровой равнины комплексные исследования проводились не на должном научно-методическом уровне.

Издавна жизнедеятельность населения Нижнего Поволжья связана с водой, поэтому изучение объектов водных ресурсов актуально и в настоящее время, в век высоких технологий. Развитие общества привело к значительным изменениям девственных ландшафтов Волжского Понизовья, что обусловлено рядом факторов. Однако важнейшим является увеличение антропогенной нагрузки на все компоненты природы. Это послужило основной причиной для проведения авторами комплексных исследований ильменей Западной ильменно-бугровой равнины.

Современные ландшафты Западной ильменно-бугровой равнины Астраханской области начали формироваться после отступления вод позднихвалынского моря и отличаются от всей остальной территории наличием бугров Бэра и ильменей [2].

Бугры Бэра – результат сложного исторического развития Северного Прикаспия. Образование их началось в условиях регрессии Хвалынского моря, когда водные потоки создавали ложбинный тип рельефа, размывая шоколадные глины. В тех же местах, где шоколадные глины остались неразмытыми и были перекрыты рыхлыми осадками позднихвалынского и послехвалынского времени, сформировался бугристый рельеф. В основном бэровские бугры сложены глинистыми песками и супесями, которые перекрыты навейными песками [4]. Континентальное развитие ильменно-бугровой равнины было нарушено последней трансгрессией в новокаспийское время. Из всех трансгрессий (бакинская, хазарская, хвалынская и новокаспийская) она была самой малой по сравнению с современным уровнем Каспийского моря. На дне моря накапливались светло-серые и коричневатые-серые мелкозернистые пески с раковинами моллюсков, встречающихся и ныне в Каспийском море. После регрессии моря межбугровые понижения превратились в озера-ильмени (местное название). Основу ильменей составляют понижения, заполняемые водой.

Полевые исследования, проведенные авторами в течение 2003–2008 гг. показали, что за эти годы в строении гидрографической сети Икрянинского района (было обследовано 37 ильменей) и режиме обводнения отдельных территорий произошли значительные изменения, которые могут подорвать сырьевую базу некоторых отраслей экономики.

Большинство обследованных ильменей и соединяющие их ерики Икрянинского и Наримановского районов ориентированы в субширотном направлении. Протяженность по большой оси варьирует от 0,5–1,5 км до 4,5–17 км, а по малой – от 15–25 м (ильмень Галга) до 200–250 м (ильмени Дундук, Большой Сарул и т.д.). Конфигурация ильменей плавно извилистая, повторяющая конфигурацию межбугровых понижений. Глубина основной акватории колеблется от 1,5 до 2,0 м (ильмень Кисин, Салхин, Цаста) [1, 3].

Сезонные изменения водообеспеченности: по глубине – 30–70 см, по площади – 20 % и по объему – 25–30 %. Для большинства обследованных ильменей (Монетный, Соленая дорога, Кисин, Большой Сарул, Галга и др.) характерна обильная зарастаемость ложа высшей растительностью (5–70 %), что в среднем составляет 20–30 % акватории. Подстилающие грунты представлены супесями и суглинками, а донные отложения – илистые.

Ильмени Западной ильменно-бугровой равнины являются основным богатством района исследования и используются местным населением с давних времен и до настоящего времени, сохраняя по-прежнему важное хозяйственное значение. Рыбоводство является традиционной отраслью хозяйства. Однако многолетнее использование ильменей привело к критическому состоянию водоемов, что обусловлено как природными, так и антропогенными факторами. Поэтому для дальнейшего их использования необходимо выявить факторы, негативно влияющие на эффективность использования их в рыбоводном хозяйстве.

В последнее десятилетие возросла роль формирования озерно-товарного рыбоводства, что связано с падением уловов рыбы чистиковых пород. Прослеживается устойчивая тенденция сокращения промысловых запасов. Отмечается возрастающая антропогенная нагрузка на внутренние водоемы (ильмени). Поэтому необходима безотлагательная работа по восстановлению водных биоресурсов путем искусствен-

ного воспроизводства. Решить эти задачи возможно при проведении мероприятий, направленных на повышение рыбопродуктивности нагульных площадей в ильменях. Ярким примером эффективности использования озерно-прудового фонда является сельскохозяйственное предприятие «Восточный», расположенное в Икрянинском районе. Это крупное рыбководное предприятие с общим прудово-озерным фондом 2466,3 га. Хозяйство функционирует на базе нагульных ильменей, выростных прудов и рыбководных водоемов озерно-товарного типа. Нагульные ильмени используются для выращивания товарной рыбы в течение одного вегетационного сезона при искусственном воспроизводстве. Выростные пруды инженерного типа являются базой для устойчивого самообеспечения хозяйства посадочным материалом.

Рыбководные водоемы озерно-товарного типа (Большой Сарул, Галга, Кисин) относятся к категории крупных проточных ильменей. Они зарыбляются рыбопосадочным материалом прудовых рыб по остаточному принципу, т.е. после нагульных прудов (табл.).

Таблица

**Показатели рыбопродуктивности ильменей**

| Название типов прудов                                    | Площадь, га | Рыбопродуктивность, ц/га |
|--|-------------|--------------------------|
| Нагульные пруды:   |             |                          |
| Цаста – 1  | 100,0       | 4,5                      |
| Цаста – 2  | 200,0       | 5,0                      |
| Цаста – 3  | 70,0        | 4,0                      |
| Травной  | 103,8       | 5,0                      |
| Кугуль   | 129,1       | 5,0                      |
| Кривой   | 120,0       | 3,3                      |
| Итого  | 722,9       | 26,8                     |
| Выростные участки  |             |                          |
| Пр. Баршахинский   | 30,0        | 5,0                      |
| Итого  | 30,0        | 5,0                      |
| Озерное хозяйство (зарыбляемые неокультуренные ильмени): |             |                          |
| Большой Сарул  | 400,0       | 0,2                      |
| Кисин  | 400,0       | 1,0                      |
| Галга  | 600,0       | 0,5                      |
| Итого  | 1400,0      | 1,7                      |

Данные таблицы показывают, что наиболее высокая рыбопродуктивность характерна для нагульных прудов и выростных участков. Неокультуренные ильмени имеют значительно меньшую рыбопродуктивность, поэтому комплексная рыбководная эксплуатация их может быть эффективной после проведения предварительной биологической мелиорации. С этой целью ильмени в течение ряда лет необходимо регулярно зарыблять ценными видами (по данным Агентства по рыболовству и рыбководству Астраханской области).

Принятые меры по улучшению и сохранению состава ихтеофауны далеко не всегда приводят к положительным результатам, что объясняется ухудшением экологического состояния основных богатств территории исследования ильменей. Для оздоровления обстановки необходим комплексный научный подход к изучению ильменей как на государственном, так и на региональном уровнях, направленный на предотвращение дальнейшего их загрязнения и последующее восстановление экологического равновесия всей экосистемы Западной ильменно-бугровой равнины. Это приведет к сохранению и увеличению биоресурсов и рыбохозяйственного потенциала Астраханской области.

**Библиографический список**

1. **Быстрова, И. В.** Природные особенности и оценка состояния ильменей Западной ильменно-бугровой равнины / И. В. Быстрова, А. З. Карабаева, О. Г. Карабаева // Естественные науки. – 2008. – № 2 (23). – С. 7–10.
2. **Волынкин, И. Н.** Природные ландшафты Астраханской области / И. Н. Волынкин // Ученые записки АГПИ. – Астрахань, 1967. – Т. 11, вып. 2. – С. 59–83.
3. **Карабаева, А. З.** Природные особенности и трансформация ильменей Икрянинского и Наримановского районов (на примере Западной ильменно-бугровой равнины / А. З. Карабаева, И. В. Быстрова // Мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. «Современная экология – наука XXI века». – Рязань : РГУ, 2008. – С. 426–428.
4. **Свиточ, А. А.** Бэровские бугры / А. А. Свиточ, Т. С. Клювиткина // Геоморфология. – 2008. – № 1. – С. 72–86.

УДК 628.19

**EFFECT OF POLLUTION OF WATER QUALITY WITH HEAVY METALS**

**Ghannam Hala Elshahat Abdel Kader**<sup>1</sup>, Ph.D., student of Department of Molecular Biology, Genetics and Biochemistry

**Talab Abdelrahman Said Abdelatif**<sup>2</sup>, Ph.D., student of Department of Technology and Examination of Goods

Astrakhan State University<sup>1</sup>

414000, Astrakhan, Shaumyan sq., 1,

tel./ fax (8512) 22-82-64, e-mail: omara\_omarh@yahoo.com

Astrakhan State Technical University<sup>2</sup>

414056, Astrakhan, Tatischev st., 16,

tel. (8512) 61-42-55, e-mail: Abdelrahman\_saidh@yahoo.com

*The Nile river is the only source of surface water in Egypt, and, therefore, it is the artery of life. Thus, the study of the characteristics of water quality is very important. This paper deals with the impact of the major sources of pollution on water quality of the town of Helwan and lower down the river until the bifurcation of El Kanater El Khiria. Concentrations of heavy metals (Mn, Fe, Cu, Zn) were investigated in particular in the area of steel plant in the period from January to November.*

**Key words:** Egypt, the Nile River, pollution, heavy metals.

**ЭФФЕКТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ С ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ  
НА КАЧЕСТВЕ ВОДЫ**

**Хала Эльшахат Абделькадер Гханнам, Абдельрахман Саид Абдельлатиф Талаб**

*Река Нил является единственным источником поверхностных вод в Египте, и, следовательно, это артерия жизни. Таким образом, исследование характеристик качества воды является очень важным. Настоящая работа посвящена изучению влияния основных источников загрязнения на качество воды от г. Хелван и ниже по реке до бифуркации на Эль-Канатер Эль-Кириа. Концентрации тяжелых металлов (Mn, Fe, Cu, Zn) были исследованы, в частности, в районе сталелитейного завода в период с января по ноябрь.*

**Ключевые слова:** Египет, река Нил, загрязнение, тяжелые металлы.

**Introduction**

The disposal of human wastes and other organic refuse without creating a nuisance has been a problem since time immemorial. One of the early sanitations, Moses, fumed a very striking and comprehensive code of health regulations for the ancient Israelites and, as the a questions given above shows, the difficulty in the disposal of human waste products was surmounted by restoring to the burial of the wastes in the earth. We now know that this procedure has a sound scientific base. It involves the breaking down of organic matter by soil bacteria to harmless and indeed useful end-products. In this way, the waste products

thus restored to the soil are converted to food for plant life which in turn, becomes again the food of animal life and man.

Long before even the days of Moses, Zoroastrianism, the religion of the ancient Persians, laid great stress on purity of the health of mind and body, and definitely forbid the discharge of organic refuse or indeed any filth in to the rivers.

In modern, many studies were carried out on the chemistry of the Nile water these studies concerned with the state of the Nile River after the changes caused by pollution of industrial wastes related to intensive increasing of industry. Sewage of agricultural drainage. With increased world wide industrialization over the last 3 decays, both developed and developing nations suffering from increased environmental problems arising due to the release of toxic contaminants of industrial wastes, sewage and agricultural run off to the aquatic environments due to the flow [16].

The Nile water is homothermal all the year round, due to its shallowness, the flood period, inflow of the running water from the south, finally continuous mixing of the river water by motor boats, and strong winds. The regional variation of some physical-chemical condition in the Nile water, at Cairo from Helwan in the south to Road-El-farag in front of Cairo in the north, to evaluate the effect of pollution on the Nile water quality was studied by [11].

The factors affecting the distribution of some major and minor elements in the Nile were studied. The results showed that the distribution mechanisms of these elements are affected by industrial and sewage effluents inflow to river [15, 22].

Forstner [12] showed that, heavy metals exert more toxic effect in acidic conditions for metals tested and decreased at alkaline pH. While those metals exist in free ionic forms at alkaline pH, they tend to precipitate as insoluble carbonate, phosphate, sulphide, oxides or hydroxides.

Yacoub [21] reported that the pH and redox potential have now been widely acclaimed to be responsible for mobilization of heavy metals such as zinc, iron, and manganese and copper. Under acidic, reducing conditions iron and manganese exist in relatively soluble ferrous ( $\text{Fe}^{2+}$ ) and manganous ( $\text{Mn}^{2+}$ ) compounds, whereas under alkaline or near neutral and oxidizing conditions, lead to formation of insoluble ferric and manganic oxides and hydroxides. Above pH (5), zinc forms zinc hydroxide and exist as zincate ion above pH (8).

Elewa [11] studied the distribution of some trace metals (Fe, Mn, Zn and Cu) in the river Nile water from Isna to Cairo and stated that, the concentration of the trace metals increased from the south to the north direction and follow the order  $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$ .

Issa [15] collected water samples from subsurface and bottom water in 11 stations extended about 60 Km from Helwan to El-Kanater El-Khyria during the period from May 1995 to April 1996. This study was undertaken to declare the distribution pattern of the major elements: Na, K, Ca, Mg and trace metals Fe, Mn, Zn and Cu. The decreasing order of the element concentrations were as follow:  $\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$ .

The distribution of some chemical elements in river Nile from Helwan to El-kanater El-khyria were investigated. A great increase in Fe, Mn and Zn concentrations during all seasons were observed in front of Iron and steel factory. Also, at the area in front of El-Rahway drain, a great increase in nutrient salts concentrations in water especially ammonia was observed [1].

Mahmoud [16] studied six site of water through the industrial zone at Helwan area. The data declared a significant decrease in oxygen content and a significant increase in the nitrite and heavy metals concentrations (Fe, Cu, Zn, Pb, Cd and Hg). While normal values were declared at the areas away from the industrial zone.

### **Position of Stations and Collection of Samples**

#### **The Site Morphometry.**

The river Nile considers the second longest river in the world. At Cairo barrage is bifurcate into two branches, Dametta branch, the eastern one, while the western is the Rosetta branch.

The area under investigation is approximately of 60 km long starting at Helwan town in south till Delta barrage in the north. It receives all the year round fresh water, domestic waste water effluent of towns, villages located on the water way. Agricultural run off consisting of drainage water in addition to industrial wastes of the factories located in bath.

These different types of wastes water well affect the biotaflora of the area under investigation. Also the topography of this area is irregular in depth and wide.

Six stations are selected to be the regions of investigations. These are station (I) in front the iron and steel factory at Helwan. This station receives the wastes of the factory. Station (II) in front the sugar cane factory at El-Hawamdia receives all the fermented waste products. Station (III) at Meridian Hotel which receives the wastes of human beings, cooked of all kind of plants used in the kitchen. Station (IV) at Road El-Farag received same sewage, and agricultural run off. Station (V) in front of Electricity station at Shobra-Elkhima which tolerate from the thermal pollution. Finally station (VI) which receives the entire sewage governorate in addition to mixture of agricultural and domestic wastes.

These different types of wastes water were taken seasonally from surface and over bottom through four seasons of winter, spring, summer and autumn 2003 from the mid-stream at each station.

#### **Sampling Program.**

Water samples for heavy metals analysis were kept in cleaned plastic bottle of 1 liter capacity, and preserved with 5ml conc. Nitric acid on the spot and stored in a refrigerator until analysis.

#### **Heavy metals.**

Four metals, namely Fe, Mn, Cu and Zn were determined in water samples seasonally collected from the area under investigation. The metals concentrations were determined after the digestion by nitric acid method as in [4].

### **Results and discussion**

#### **Heavy metals.**

Most of elements in this study are first-row transition metals and they are widely used for industrial domestic purposes. Differences in pH, temperature and turbidity between effluents may lead to concentration change of dissolved trace metals. Since suspended sediment concentrations are extremely high, changes of dissolved trace metals related to the turbidity (e.g. adsorption, precipitation etc.). During recent years, serious concern has been voiced about the rapidly deteriorating state of fresh water bodies with respect to trace metal pollution.

#### **Manganese.**

The chemistry of manganese is appreciably complicated due to its existence in different oxidation states. The mechanisms of oxidation of Mn (II) to Mn (IV) in aquatic system are still a matter for debate. Manganese (II) is unstable in oxygenated water and easily oxidized to higher forms with the formation of solid MnO<sub>2</sub>. The bacterial oxidation leads to the formation of Mn(OH)<sub>3</sub>, depending on pH. Manganese is consider to be essential element in the growth of plankton and thus play an important role in the biochemical cycle of the river [18]. The results of manganese values for the selected stations are represented graphically at figure (1).

As mentioned previously for Fe the trend of variation in manganese are more or less of the same trend and almost alike. Station I for all seasons are higher than other values for all station and seasons except station IV and V in winter and spring which have abnormal value of 190.7 and 120.6 µg l<sup>-1</sup> respectively. Again station III represent the lowest value of 82.1, 106.7, 80.6 and 70.1 µg l<sup>-1</sup> for winter till autumn, respectively. These lowest values causes from the sudden drop from station I and the maximum values of 270.4, 150.2, 290.8 and 502.7 µg l<sup>-1</sup> from winter, spring, summer and autumn. After which a slight variation in the values of manganese were observed at all the seasons and stations. Again a secondary top in values were observed at station IV for all seasons except in autumn, a slight trend was observed.

From the above, we show that, manganese is very close to iron in the economy of rivers, lakes and behave in much the same manner. Manganese is usually recent in water as Mn (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mn Cl<sub>2</sub>, or Mn SO<sub>4</sub> but Mn (II) is unstable in oxygenated water and easily oxi-

dized to higher for with the formation of solid  $MnO_2$  which is very insoluble in water [6]. The bacterial oxidation lead to the formation of  $Mn(OH)_3$  depending on pH (see under pH) like iron. The increase in manganese value may be attribute to the mineralization of manganese from the sediment to the overlying water due to the decomposition of organic matter by microbial activity. Also, may be due to low pH values [9]. The lower manganese concentration observed may be due to uptake of manganese by phytoplankton leaving the water poor in the trace elements [5].

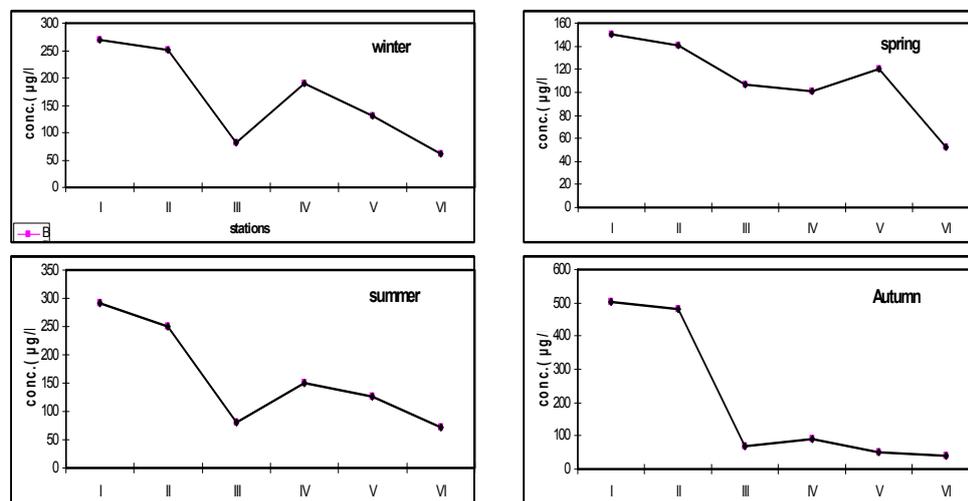


Fig. 1. Seasonal variations of manganese concentrations ( $\mu\text{g/l}$ ) in the selected stations of the Nile River during 2003

The differences in Mn content from water body to another and from one season to another may play a part in regulating the qualitative composition of phytoplankton [22].

The low concentration of Mn during spring season may be related to the uptake of Mn by phytoplankton, so leave water poor in  $Mn^{+2}$  and settlements of the dead microorganisms on the sediment [20]. The annual of the present study ranges between 303–54.40  $\mu\text{g/l}^{-1}$ .

WHO international standards for water have set 500  $\mu\text{g/l}^{-1}$  as a maximum permissible level of manganese in drinking water. It is clear that the obtained results in all cases not exceed this value.

It must be noted that, manganese goes into solution earlier than iron, but it is precipitated later than iron when the over turn from the sediment occur. Manganese then is more ability to be lost in the River outflows than iron is. When oxidizing agents begin to be replaced by a reducing environment, this would signify chemical reduction and solubilization of manganese.

### **Iron.**

The occurrence of iron in aqueous solution is dependent on the environmental conditions, specially oxidation and reduction. The iron originates by solution at sites of either reduction of ferric hydroxide or oxidation of ferrous sulphide and the process is strongly influenced by microbiological activity.

The results of iron obtained from the selected station at the Nile River stream represented graphically in Figure 2.

Figure (2) showed that the trend of variation is more or less alike. Station I represent the highest value for iron at all seasons. After which a sudden drop was observed till station III passing by station II. Station III represents the lowest value of all seasons.

The concentration of iron ranged between the minimum values of 1,0, 1,9, 1,0, and 0,8 $\text{mg/l}^{-1}$  represented at station III from winter till autumn respectively. While the maximum values were represented at station I of 9,4, 5,6, 4,4, and 7,3 $\text{mg/l}^{-1}$  from winter till autumn

respectively. A secondary top was observed at station IV for all seasons represented by the values of 3.1, 2.5, 3.1, and 2.0 mg l<sup>-1</sup> for winter, spring, summer and autumn respectively.

The factor affecting the deposition of iron are the presence of dissolved oxygen (at oxygenated water iron is precipitated as ferric) [9] the high pH values of water, organic matter content [13].

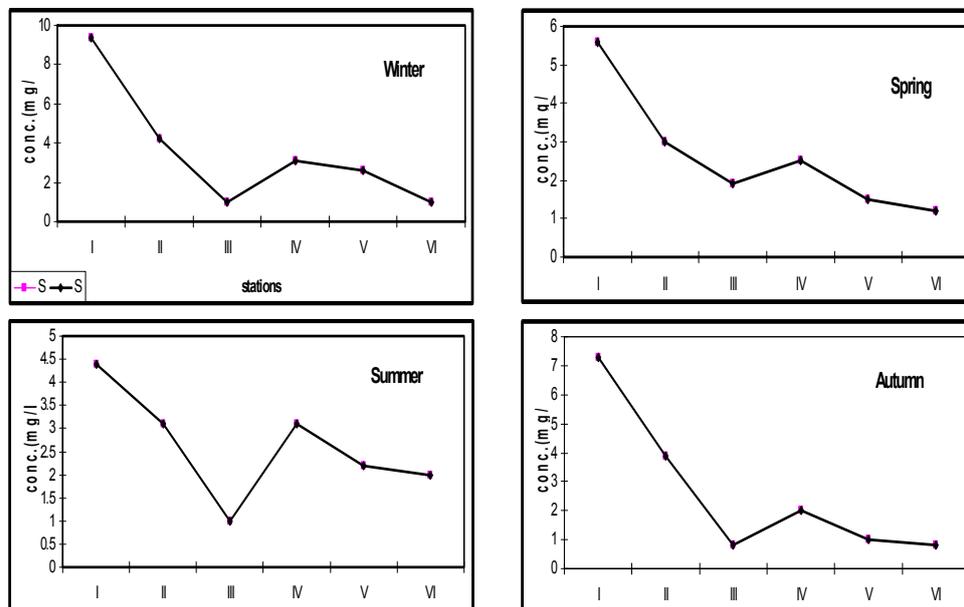
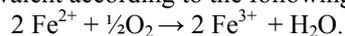


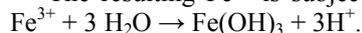
Fig. 2. Seasonal variations of iron concentrations(mg/l) in the selected stations of the Nile River during 2003

The increase in iron concentration at station I may be due to the direct discharge of effluents from iron and steel and fire brick factories to the Nile water containing high amount of suspended solids with high concentration of iron as tested by [3]. The same phenomena was observed by [22] they stated that the concentrations of the metals depend on the types and amount of waste discharged.

The high concentrations of iron were obtained during winter season. This is attributed to the high concentration of dissolved oxygen leading to oxidation of iron from divalent to trivalent according to the following equation:



The resulting Fe<sup>3+</sup> is subjected to hydrolysis and Fe(OH)<sub>3</sub> is precipitated ( pH > 7):



On the other hand, the lower values of iron obtained may be attributed to the iron adsorbed by clay minerals, suspended matter, surface microorganisms and metals oxides as iron oxide under high temperature [14] and may attribute to its utilization by phytoplankton flourishing [10].

These values were higher than the guide level 0.05 mg l<sup>-1</sup> of EEC standards and in most cases passed over the maximum admissible concentration, 0.2 mg l<sup>-1</sup> of EEC standard of water quality.

#### **Copper.**

Copper is fairly common constituent of natural water. It is a macro nutrient fundamental to all forms of life; it may be toxic to organisms by inducing a reduction in enzyme activity or a random rearrangement of structural proteins [7].

Several types of aquatic organisms, especially algae, are known to accumulate copper and zinc [2]. Copper salts are found in nature in only trace quantity usually at concentrations less than  $5 \mu\text{g l}^{-1}$ .

From Figure 3 as observed for Fe, Mn station I is still represent the maximum values of 21,36 and  $41 \mu\text{g l}^{-1}$  for spring, summer and autumn except in winter which have a lower value of  $9 \mu\text{g l}^{-1}$ . As before for Fe, Mn station III have the lowest values of 15,19, 20 and  $18 \mu\text{g l}^{-1}$  for the four season from winter till autumn, respectively.

In winter the curve shows the gradual increase of copper from station I of the lowest value of  $9 \mu\text{g l}^{-1}$  to reach the highest value of  $18 \mu\text{g l}^{-1}$  at station IV. After which a gradual decrease to reach a value of  $10 \mu\text{g l}^{-1}$  at station VI.

In spring season values showed a slight decrease from station I ( $21 \mu\text{g l}^{-1}$ ) down to station II and then gradual increase to reach a value of  $20 \mu\text{g l}^{-1}$  at station IV and V. Then decrease to the lowest value of  $13 \mu\text{g l}^{-1}$  at station VI.

In summer the trend of variations showed irregular variations from the maximum value of  $36 \mu\text{g l}^{-1}$  at station I after which the copper concentration decrease to reach the minimum value of  $19 \mu\text{g l}^{-1}$  at station VI.

In autumn, stations I still represent the highest value of  $41 \mu\text{g l}^{-1}$  which decreased gradually to reach the lowest value of  $16 \mu\text{g l}^{-1}$  at station IV. Abnormal case was observed, the copper concentration showed a sudden rise to reach the value of  $30 \mu\text{g l}^{-1}$  at station VI.

The relative decrease in copper concentration during winter may be attribute to the formation of  $\text{CuO}_2$  that rapidly change to amorphous  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  and precipitated at the bottom. On the other hand, the high values of copper content recorded from summer to autumn, may be due to the high evaporation rate under raises of air and water temperature [2] or to the release of copper from sediment to the surrounding water.

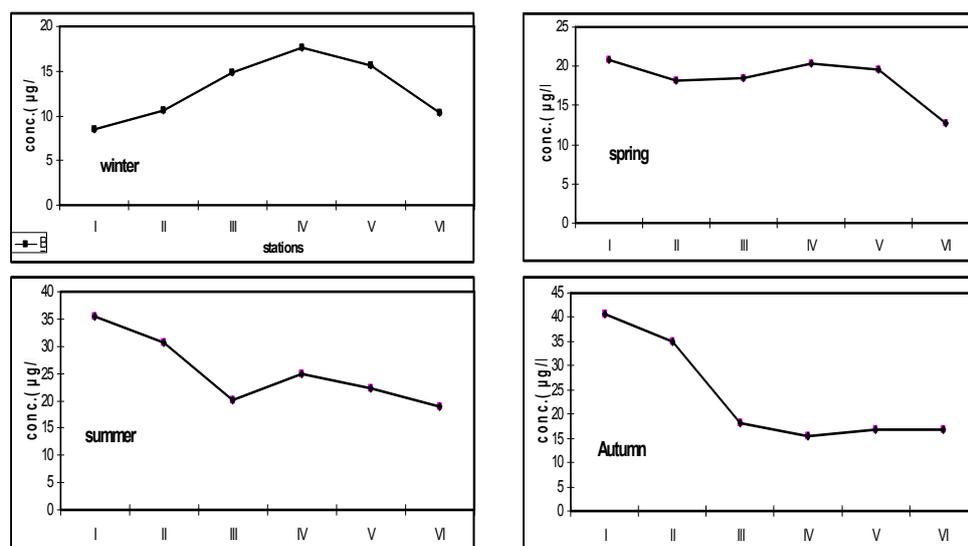


Fig. 3. Seasonal variations of copper concentrations ( $\mu\text{g/l}$ ) in the selected stations of the Nile River during 2003

In the drinking water, the limit of  $1 \text{ mg l}^{-1}$  Cu is based on consideration of taste rather than hazard to health. Although prolonged consumption of large doses has been known to cause liver damage in human [17].

#### **D – Zinc.**

Zinc is an essential element for aquatic life and a common pollutant mining, smelting sewage disposal are major source of Zn pollution. Zinc is taken up by fish directly from water especially by mucus and gills [19]. Zinc is involved in various physiological mechanisms like growth, vision, sexual maturity, and organic functions.

Figure (4) revealed that, the trend of variations of zinc take the same variation that occur for Fe and Mn but in slight variations. Station I is still represent the maximum value of 76.3, 80.1, 201.6 and 50.7  $\mu\text{g l}^{-1}$  for the all seasons. After which a decreasing in their concentrations was observed to reach the minimum values of 40.6, 50.2, 63.5 and 12.7  $\mu\text{g l}^{-1}$  at station III as observed for manganese from winter, spring, summer and autumn. After then, an increase was observed at station IV for winter, spring and autumn, but slightly in summer as shown in Fe and Mn.

Natural water generally contain small amounts of iron and zinc that are mainly derived from chemical weathering of ferruginous minerals in rocks [11]. The dissolved zinc is strongly depleted during biological production of biomass and released to the water when organic matter particulate are decomposed by bacterial activity [8]. This explain the increase of Zn concentration by moving from spring to summer season.

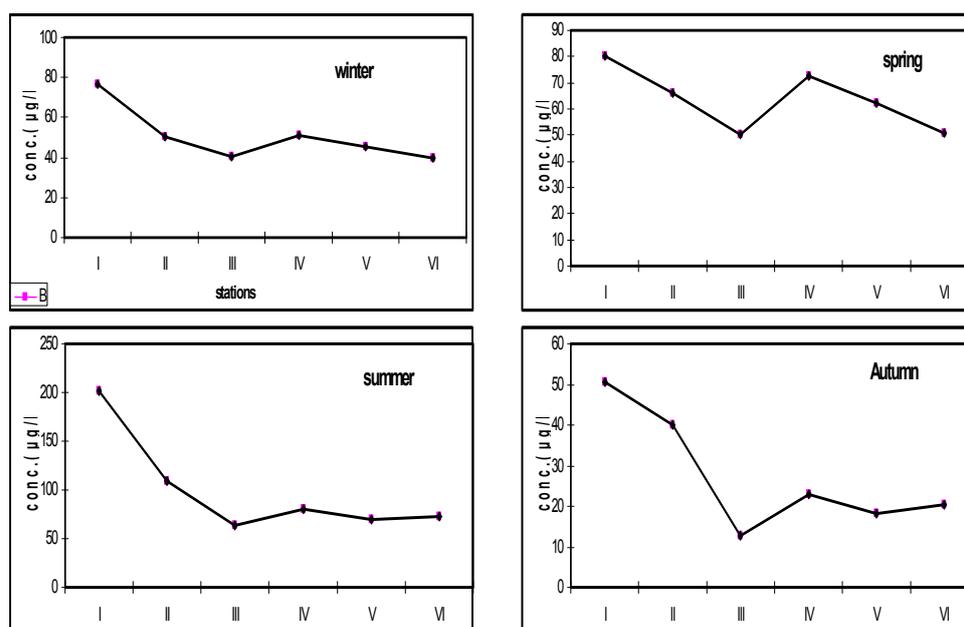


Fig. 4. Seasonal variations of zinc concentrations ( $\mu\text{g/l}$ ) in the selected stations of the Nile River during 2003

The values obtained in this study are less than  $1000 \mu\text{g l}^{-1}$  which cited by the Egyptian Ministry of Health for permits to discharge treated industrial liquid effluents into the two Nile branch.

The WHO international standard has set  $5000 \mu\text{g l}^{-1}$  of Zn as the highest desirable level for drinking water, so the obtained results are still far from this value in the safe part.

### Conclusions

In heavy metals studies Mn, Fe, Cu, and Zn were detected at the stations chosen for investigation. They were varied in the ranges  $40.20\text{--}502.70 \mu\text{g l}^{-1}$ ,  $0.8\text{--}9.4 \text{mg l}^{-1}$ ,  $9\text{--}41 \mu\text{g l}^{-1}$ ,  $12.70\text{--}201.60 \mu\text{g l}^{-1}$ , receptively. The direction of transportation of elements from sediment into free water is controlled by temperature, pH, oxygen stratification, the break down of organic matter and dead microorganisms that release the metal into the water, and morphology of basin.

### References

1. *Abdel-Satar, A. M.* Distribution of some chemical elements in River Nile environments at great Cairo region : ph. D. Thesis / A. M. Abdel-Satar. – Cairo : Fac. of Sci. Cairo Univ, 1998. – 250 p.

2. **Abdo, M. H.** Some environmental studies on the River Nile and Ismalia Canal in front of the industrial area of Shobra EL-Khema: m. Sc. Thesis / M. H. Abdo. – Cairo : Fac. Sci. Ain Shams Univ., 1998. – 265 p.
3. **Ali, E. A.** Contamination of the agricultural land due to industrial activities southern of greater Cairo / Y. H. Ibrahim, M. M. Nasrallo // Environ. Sci. Health. – 1992. – Vol. 27 (5). – P. 1293–1304.
4. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water-18<sup>th</sup> edition.** – Washington : American Public Health Association, 1992. – 825 p.
5. **Awad, F. K.** Distribution of some trace elements in the River Nile from Isna to El-Kanater El-Khiria, Egypt : m. Sc. Thesis / F. K. Awad. – Egypt : Alexandria university, 1993. – 195 p.
6. **Bewers, J. M.** Geochim. Cosmochim. Acta / B. Sundby, P. A. Yeasts. – 1976. – № 40. – P. 687–696.
7. **Bower, J. J. M.** Environmental chemistry of the elements / J. J. M. Bower // Academic press. – London, 1979. – 270 p.
8. **Bruland, K. W.** Chemical Oceanography / K. W. Bruland // Academic Press. – London, 1980. – Vol. 8. – P. 192–194.
9. **Delince, G.** The ecology of the fish pond ecosystem with special reference to Africa / G. Delince. – Kluwer Academic publishers, 1992. – 230 p.
10. **Dossis, P.** Distribution of heavy metals between minerals and organic debris in a contaminated marine sediment / P. Dossis, L. J. Warren // Contaminant and sediment. Fate and Transport, case studies, Modeling, Toxicity; ed. R. A. Baker // Ann Arbor Science. – Ann Arbor, 1980. – P. 119–139.
11. **Elewa, A. A.** Study on major anions and cations of the River Nile Water at El-Kanater El-Khiria region / A. A. Elewa, M. B. Shehata, Y. M. Issa, A. M. Abdel-Satar // Bull. Fac. – 1995. – P. 144–165.
12. **Forstner, U.** Heavy Metal Pollution in Fresh Water Ecosystem / U. Forstner, F. Prosi // Biological Aspects of Fresh Water Pollution; ed. O. Ravera // Pergamon Press. – New York, 1979. – P. 129–161.
13. **Goher, M. A.** Factors affecting the precipitation and dissolution of some chemical elements in River Nile at Damietta branch : m. Sc. Thesis / M. A. Goher. – Egypt : Menofiya Univ., 1998. – 198 p.
14. **Hassouna, A. F. A.** Some analytical study on sediments on Lake Nasser, River Nile and Aswan Dam zone Reservoir : m. Sc. Thesis / A. F. A. Hassouna. – Egypt : Al-Azhar Univ., 1989. – 225 p.
15. **Issa, Y. M.** Factors affecting the distribution of some major and minor elements in River Nile at Great Cairo area / Y. M. Issa, A. A. Elewa, M. B. Shehata, A. M. Abdel-Satar // Egypt. J. Anal. Chem. – 1997. – № 6. – P. 65–68.
16. **Mahmoud, S. A.** Evaluation of toxicity of some pollutants on histological and biochemical features of *oreochromis niloticus* in River Nile (Damietta branch) : ph. D. Thesis / S. A. Mahmoud. – Egypt : Zagazig Univ., 2002. – 275 p.
17. **National Academy of Science / National Academy of Engineering Committee on water quality criteria.** – Washington D.C. : Government printing office, 1973. – 549 p.
18. **Sayed, M. F.** Chemical Studies On Pollution in Rosetta branch of River Nile between Kafr El-Zayat and Rosetta outlet : ph. D. Thesis / M. F. Sayed. – Cairo : Univ. Cairo, 2003. – 252 p.
19. **Skidmore, J. T.** Toxicity of zinc compounds to aquatic animals, with special references to fish / J. T. Skidmore // Quart. Rev. Biol. – 1964. – № 39 (3). – P. 227–248.
20. **Soltan, M. E.** Chemical survey on the River Nile water from Aswan into the outlet / M. E. Soltan, R. M. Awadaah // J. Environ. Sci. Health : Environ Sci. Eng. Toxic Hazard Subst. Control. – 1995. – Vol. 30A, № 8. – P. 1647–1658.
21. **Yacoub, A. M.** Effect of industrial wastes in River Nile on the ultra structure of the kidney of *Claris gariepinus* / A. M. Yacoab // Egypt. J. Aquatic. Biol. and Fish. – 2002. – № 6 (4). – P. 183–201.
22. **Yacoub, A. M.** Effect of Pollution in different localities of River Nile on *Clarias lazera* : ph. D. Thesis / A. M. Yacoab. – Cairo : Fac. Sci. Ain Shams Univ., 1999. – 347 p.

УДК 581.55

### ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ КАДМИЯ, ЦИНКА И МЕДИ В ЛИСТЬЯХ ПОЛЫНИ НА ТЕРРИТОРИИ АГК

*Левашин Алексей Владимович*, аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии  
Астраханский государственный технический университет  
414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,  
тел. (8512) 61-45-86, e-mail: alevashin@mail.ru

*В результате производства на предприятии образуются тяжелые металлы, которые затем поступают в окружающую среду. Значительная нагрузка падает на растения, оказывая негативное влияние. Растения, благодаря различным морфологическим и физиологическим свойствам, способны накапливать различное количество тяжелых металлов и проявлять различную устойчивость к их концентрации в почве. По способности проникать в репродуктивные органы растений выделяются такие элементы, как Zn, Cd, Cu. В эксперименте в течение двух лет проводился количественный анализ тяжелых металлов в листьях полыни. Так, содержание кадмия в 2007 г. по сравнению с 2006 г. уменьшилось, содержание меди увеличилось, но не превысило ПДК, количество цинка с 2006 по 2007 гг. уменьшилось.*

**Ключевые слова:** цинк, кадмий, медь, тяжелые металлы, концентрация, производство, окружающая среда, негативное влияние, выброс.

### DYNAMICS OF THE CONTENT OF CADMIUM, ZINC AND COPPER IN WORMWOOD LEAVES ON THE TERRITORY OF AGC

*Levashin Alexey V.*

*As a result of production at the enterprise heavy metals which then arrive to the environment are formed. Considerable loading falls on plants, making negative impact. Plants thanks to various morphological and physiological properties are capable to accumulate various quantities of heavy metals and to show various stability to their concentration in soil. Such elements, as Zn, Cd, Cu are allocated according to ability to get into reproductive bodies of plants. In experiment within two years the quantitative analysis of heavy metals in wormwood leaves was carried out. So the cadmium maintenance in 2007 in comparison with 2006 has decreased, the copper maintenance has increased, but has not exceeded maximum concentration limit, quantity of zinc from 2006 to 2007 has decreased.*

**Key words:** zinc, cadmium, copper, heavy metals, concentration, production, environment, negative impact, emission.

В условиях современного развития промышленности большую опасность вызывают серьезные нарушения экологической обстановки во всех регионах России, в том числе в низовьях Волги. Особое беспокойство связано с развитием газовой и нефтяной промышленности. Постоянно продолжающиеся нарушения природных систем могут привести к выраженным и устойчивым последствиям, не позволяющим экосистемам восстановиться до бывших природных параметров. Как известно, хронические воздействия вызывают необратимые изменения в структуре и функциях биотических сообществ. Поэтому их изучение в техногенных системах может позволить определить степень деградации системы и сделать прогноз возможности ее реанимации и реабилитации. Примером такой системы является район Астраханского газоконденсатного месторождения, расположенного на левобережье р. Волги в 60 км от г. Астрахани, где сформировалась техногенная территория, включающая водную, воздушную, почвенную среды и недра.

В результате производства на предприятии образуются тяжелые металлы, которые затем поступают в окружающую среду, накапливаются в ее компонентах, значительная нагрузка падает на растения, оказывая негативное влияние, так как большинство из них носит канцерогенный и мутагенный характер [2].

Прежде всего, представляют интерес те металлы, которые наиболее широко и в значительных объемах используются в производственной деятельности и в результате накопления во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения

их биологической активности и токсических свойств. К ним относят свинец, ртуть, кадмий, цинк, висмут, кобальт, никель, медь, олово, сурьму, ванадий, марганец, хром, молибден и мышьяк [1].

Растения, благодаря различным морфологическим и физиологическим свойствам, способны накапливать различное количество тяжелых металлов и проявлять различную устойчивость к их концентрации в почве [5]. Активность перехода элементов из почвы в растения оценивается по коэффициентам биологического поглощения (КБП).

Коэффициенты биологического поглощения отдельных элементов у так называемых растений-концентраторов могут быть очень высокими. По способности проникать в репродуктивные органы растений выделяются такие элементы, как Zn, Cu, Cd, причем ряды интенсивности биологического поглощения их для разных растений различны. Высокие значения КБП для цинка и меди свидетельствуют об их высокой биологической активности. Высокое значение КБП для кадмия объясняется, скорее всего, тем, что его метаболизм тесно связан с метаболизмом Zn в силу того, что кадмий по химическим свойствам – аналог цинка [3].

Кадмий является элементом высокой токсичности, особенно пары металла и его соединений [6]. В определенных условиях ионы кадмия легко переходят в растения, накапливаются в них и затем поступают в организм животных и человека.

Доказано положительное влияние микроэлементов на способность растений противостоять неблагоприятным условиям зимовки, а также на жаростойкость, холодостойкость, устойчивость к полеганию, засухоустойчивость и т.д. Например, медь увеличивает вязкость плазмы и содержание связанной воды, повышает критическую температуру коагуляции белков, улучшает передвижение углеводов. Медь оказывает большое воздействие на биохимические процессы в растительном организме. Она принимает участие в окислительно-восстановительных реакциях, входя в состав ферментов, при участии которых они осуществляются (полифенолоксидаза, лактаза и др.). Медь влияет на водную проницаемость сосудов ксилемы и на устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды [4].

Для определения микроэлементного состава полыни песчаной (*Artemisia arenaria*) были отобраны образцы на мониторинговых площадках АГК весной.

Валовое содержание микроэлементов определяли на абсорбционном спектрометре МГА-915 с электрографитовой печью Массмана.

Содержание кадмия по мониторинговым площадкам в течение двух лет представлено на рисунке 1.

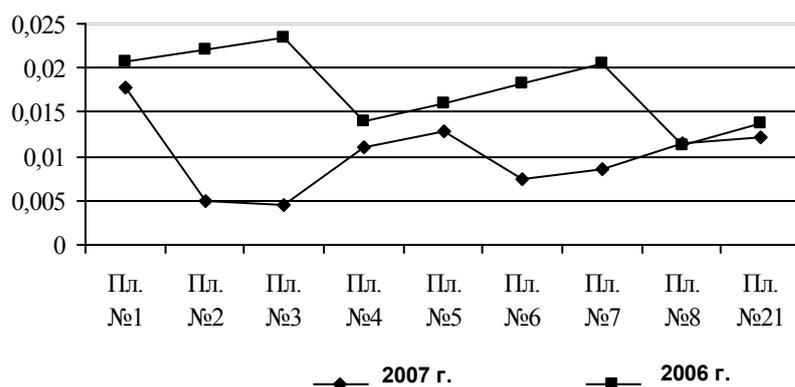


Рис. 1. Содержание кадмия, май 2006–2007 гг.

Из графика видно, что максимальная концентрация кадмия (0,0178 мг/кг) в мае 2007 г. прослеживается на площадке № 1. Данная площадка расположена наиболее близко к АГК на расстоянии 3 км от него. Максимальная концентрация кадмия (0,0234 мг/кг) в мае 2006 г. прослеживается на площадке № 3, которая расположена вблизи УППГ-1,

северо-западнее АГК. Минимальная концентрация кадмия (0,0044 мг/кг) в мае 2007 г. – на площадке № 3, а в мае 2006 г. (0,0112 мг/кг) – на площадке № 8, которая расположена в 14 км от АГК. Сравнивая результаты за два года, можно увидеть, что концентрация кадмия значительно ниже в 2007 г., это свидетельствует о том, что выбросы данного элемента, по сравнению с предыдущим годом, сократились. ПДК кадмия для кормов не установлено, а ПДК для почв составляет 0,5 мг/кг. По данным результатам видно, что в 2006–2007 гг. превышений ПДК по кадмию нет.

На рисунке 2 представлено содержание меди по мониторинговым площадкам в течение двух лет.

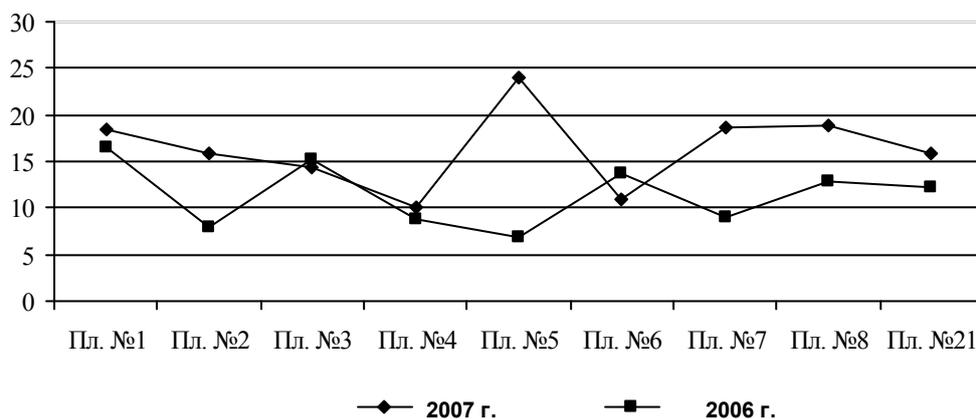


Рис. 2. Содержание меди, май 2006–2007 гг.

Максимальная концентрация меди в мае 2007 г. отмечена на площадке № 5, которая расположена в юго-восточном направлении в 6 км от АГК и составляет 23,9 мг/кг. Максимальная концентрация меди в мае 2006 г. отмечена на площадке № 1 и составляет 16,6 мг/кг. Минимальная концентрация меди в 2007 г. – на площадке № 4 (10 мг/кг), в 2006 г. – на площадке № 5 (6,8 мг/кг). Содержание меди в 2007 г. возросло по сравнению с предыдущим годом, однако не превышает ПДК для кормов (30,0 мг/кг).

На рисунке 3 представлена концентрация цинка по различным мониторинговым площадкам за 2 года.

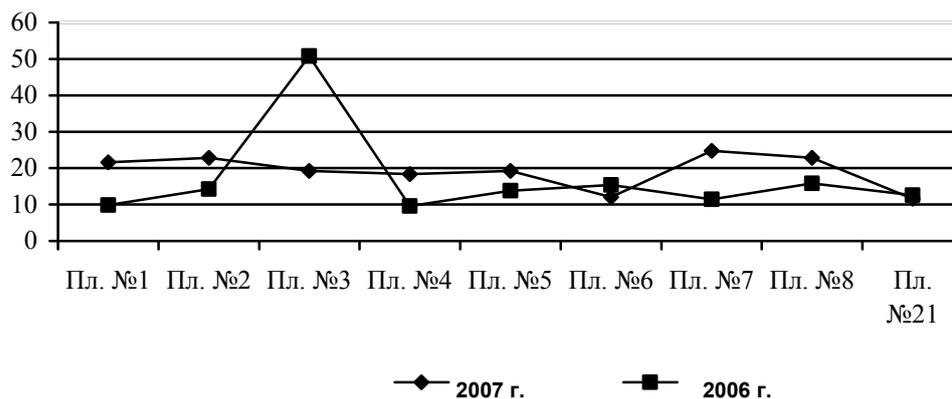


Рис. 3. Содержание цинка, май 2006–2007 гг.

Максимальная концентрация цинка в 2007 г. составила 24,8 мг/кг на площадке № 7, которая расположена в юго-восточном направлении, в 11 км от АГК. Максимальная концентрация цинка в 2006 г. составила 50,8 мг/кг на площадке № 3, распо-

ложенной в северо-западном направлении, в 10 км от АГК. Минимальное содержание цинка в 2007 г. составило 11,6 мг/кг на площадке № 21, расположенной в северо-восточном направлении, в 15 км от АГК, а в 2006 г. составило 9,6 мг/кг на площадке № 4. Значение концентрации цинка в 2007 г. меньше, чем в 2006 г., и не превышает ПДК (50,0 мг/кг).

В результате проведенных исследований были определены концентрации тяжелых металлов с высокой биологической активностью, таких как кадмий, цинк и медь. Содержание кадмия в листьях полыни в 2007 г. изменилось в меньшую сторону по сравнению с 2006 г. Содержание меди в 2007 г. возросло по сравнению с предыдущим годом, однако во всех случаях эти концентрации не превышают ПДК для кормов (30,0 мг/кг). Содержание цинка также уменьшилось и не превышает ПДК. Такие результаты являются свидетельством незначительных изменений концентраций этих элементов в выбросах и, как следствие, некоторой их стабилизации.

#### Библиографический список

1. **Алексеев, Ю. В.** Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 137 с.
2. **Андреанов, В. А.** Геоэкологические аспекты деятельности Астраханского газового комплекса / В. А. Андреанов. – Астрахань : АГМА, 2002. – 245 с.
3. **Ильин, В. Б.** Биогеохимия и агрохимия микроэлементов (Mn, Cu, Mo, V) в южной части Западной Сибири / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1973. – 392 с.
4. **Заблуда, Г. В.** Физиологическое действие меди на растения / Г. В. Заблуда // Тр. Чуваш. сельхоз. ин-та. – 1938. – 51 с.
5. **Ковалевский, В. В.** Биогеохимия растений / В. В. Ковалевский. – Новосибирск : Наука, 1991. – 194 с.
6. **Кулаковская, Т. Н.** Справочник агрохимика / Т. Н. Кулаковская. – Минск : Ураджай, 1985. – 56 с.

УДК 595.771

### ЭКОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ МОШЕК *SIMULIIDAE* ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

**Пироговский Михаил Иванович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии

**Кушникова Светлана Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии

Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, ул. Шаумяна, 1,  
тел. (8512) 22-82-04, e-mail: loza65@mail.ru

*В работе обсуждается видовой состав Simuliidae на территории Астраханской области. Рассматривается влияние абиотических и биотических факторов среды на динамику численности мошек. Приведены результаты анализа влияния основных экологических факторов, определяющих численность мошек в условиях изменяющейся метеорологической ситуации (температура воды, воздуха, сила и направление ветра, влажность воздуха, освещенность). Оценивается воздействие гидрологического режима реки, объема весеннего стока на сроки выклева и численность мошек. Приведены данные о суточной и кормовой активности мошек.*

**Ключевые слова:** *Simuliidae, факторы среды, гидрологический режим, объем стока, размножение, временные водоемы, дельта р. Волги, освещенность.*

ECOLOGY AND BIOLOGICAL PECULIARITIES OF *SIMULIIDAE*  
IN THE VOLGA DELTA

Pirogovsky Mikhail I., Kuschnikova Svetlana N.

*In this work the specific composition of family of Simuliidae (Diptera) on the territory of Astrakhan region is observed. The influence of biotic and abiotic factors of the environment (condition of weather) with dynamical number of midges is observed. The influence of lever and other criterion of hydrological regime of the river on date of Imago born, their daily activity and role in biosynthesis is observed.*

**Key words:** environment factor, hydrological regime, flow quantity, propagation, temporary pond, the Volga delta, Simuliidae, illumination.

В восьмидесятые годы прошлого столетия мошки практически не надоедали жителям городов и сел, и потому многие даже не подозревали о их существовании на территории области. Однако в уже в девяностых и последующих годах мошки напомнили о себе населению, и встал вопрос, от куда они взялись и как с ними бороться. Коренные жители области рассказывают, что мошки и комары не давали покоя рыбакам всегда. Рыбаки, дескать, даже к Степану Разину обращались во время его пребывания в Астрахани с просьбой избавить их от этой напасти. Степан Разин выслушал ходочков и пообещал подумать и пособить в этом деле. Однако через 2 недели, когда рыбаки пришли за ответом, Степан Разин предложил им подумать и самим решить свою проблему. Он сказал, что может избавить их от мошек и комаров, но тогда рыбаки останутся без рыбы. Поразмыслив, рыбаки предпочли остаться с рыбой, а мошек и комаров можно потерпеть.

Мошки (*Simuliidae*) весьма своеобразное и хорошо обособленное семейство в отряде двукрылых. Большинство из них является злейшими кровососами различных животных и человека. Почти не чувствительные в первый момент, укусы мошек в дальнейшем влекут за собой сильную болезненность, отеки, вызывают жжение, зуд, местное, а иногда и общее повышение температуры тела. Очень велик вред, наносимый мошками домашним животным, поскольку токсины их слюны – это сильный гемолитический яд. В ряде мест нападение мошек может вызвать массовую гибель скота. Помимо всего сказанного, установлено, что они являются переносчиками или промежуточными хозяевами возбудителей ряда инвазий и инфекций человека и животных. В процессе потребления крови человека или животного, больных онхоцеркозом, мошки поглощают с кровью личинок (онхоцерк-микрофилярий). Обычно мошки питаются кровью многократно. При повторном сосании крови мошки передают инвазионных личинок в организм окончательных хозяев. Здесь личинки, мигрируя в организме, локализуются в отдельных органах млекопитающих, завершают свое развитие, превращаясь в нитевидных червей длиной до 1 м [4, 9].

Серьезное медицинское и ветеринарное значение насекомых этой группы ставит вплотную вопрос об изучении причин массового размножения мошек на территории области, которое стало отмечаться после строительства Волгоградской ГЭС. Многие исследователи считают, что в сформировавшемся, быстро прогреваемом мелководном водохранилище мошки нашли благоприятные условия для существования. Отсюда токами воды яйца и развивающиеся личинки сносились в нижний бьеф реки, а затем и ниже. Однако в литературе нет единого мнения о способах и протяженности миграции личинок мошек. Одни исследователи [7, 10] принимают пространственную ограниченность миграций личинок мошек, измеряемую метрами, десятками, самое большое сотнями метров и очень редко до 1–2 км. Другие [5, 7] исследователи придерживаются мнения, что личинки могут пассивно переноситься на десятки и даже сотни километров от мест массового выплода и первоначального скопления. Систематизация данных по этому вопросу, а также результаты собственных опытов и наблюдений позволили И.А. Рубцову прийти к следующему заключению. Наибольшие по протяженности миграции возможны и, вероятно, осуществляются в больших реках личинками младших возрастов, но точных данных, поддающихся проверке фактов по этому вопросу, очень мало. Личинки старших

возрастов потенциально могут мигрировать на значительные расстояния в двух случаях: во-первых, с плывущим субстратом, а во-вторых, при полном отрыве от субстрата и очень высоких скоростях течения (значительно превышающих 2м/с), что бывает во время весеннего половодья в больших реках. Но сам вопрос о возможности массовых пассивных миграций личинок старших возрастов на большие расстояния (десятки и сотни километров) сомнителен, требует специального исследования и убедительных доказательств [7, 9]. Не исключая миграции мошек на фазе личинки, автор указывает на «пассивные миграции (ветровой перенос массы мошек) на расстояние 20–30–50 км от ближайших водоемов, где возможно их развитие». Эти данные И.А. Рубцова подтверждают возможность миграции мошек из Волгоградского водохранилища в дельту Волги.

Помимо всего вышеизложенного, уместно отметить, что по мнению отдельных авторов, мошки в водоемах Волго-Ахтубинской поймы обитали всегда. Поэтому объяснение причин массового размножения мошек, по всей вероятности, следует искать в другом направлении. Этот вопрос особенно актуален в связи с тем, что в дельте наиболее часто встречающиеся мошки – красноголовая – *Woorphthora erythrocephala* (Deuces) и пятнистая – *Titanopteryx maculata* (Mg) – могут явиться переносчиками не только онхоцеркоза, но и гемоспориидоза птиц, туляремии, сибирской язвы млекопитающих. С другой стороны, мошкам из пойменных водоемов было значительно проще расселиться по остальной части дельты, чем мошкам из Волгоградского водохранилища. По мнению крупнейшего специалиста в области изучения *Simuliidae* И.А. Рубцова, большинство видов мошек по своему экологическому профилю относятся к категории стенотопных, реофильных и оксибионтных видов [7, 8, 10]. Пятнистая мошка представляет широко распространенный и хорошо обособленный вид, отвечающий этим критериям.

Личинки и куколки развиваются в крупных реках всей Европы и Азии (за исключением южных и юго-восточных окраин последней). В реках, впадающих в северные моря, в течение года развивается одно поколение; в реках, впадающих в южные моря, развивается два и больше поколений, считается также, что зимовка протекает на стадии яйца.

Красноголовая же мошка – широко распространенный, изменчивый и, по-видимому, сборный вид. Он населяет водоемы, различающиеся своими размерами, гидрологическим режимом. Это и мелкие слабопроточные, загрязненные ручьи и крупные реки, в том числе и р. Волга. Он выдерживает значительные колебания температуры и степень загрязненности вод по сравнению с другими видами. В загрязненных ручейках вблизи поселений человека эта мошка встречается в массе, тогда как другие виды отсутствуют или становятся редкими. Этот вид наиболее обилен в реках степной зоны, где летом температура воды прогревается до + 28 °С и больше. Красноголовая мошка обнаруживает значительную географическую изменчивость и, совершенно необычную для мошек, сезонную изменчивость. В этой связи заслуживает внимания еще одна работа И.А. Рубцова, связанная с необходимостью различения видов мошек. В ней автор высказывает мысль о существовании симпатрических, практически независимых видов. Один из них может быть злостным кровососом, а другой – факультативным [7, 8]. Поскольку красноголовая мошка является злостным кровососом, этот вопрос, на наш взгляд, представляет большое практическое значение.

На протяжении одного года в р. Волге развивается 3 формы мошек: весенняя – крупная, длинноногая, моновольтинная; летняя, с июня по август, а то и сентябрь, мелкая коротконогая, дающая два–три поколения; и осенняя. Последняя, вновь появляющаяся – крупная форма, морфологически сходная, однако не вполне тождественная весенней. Летняя форма мошек внешне очень хорошо отличается от весенних и осенних. Существование этих форм подкрепляется распространением их в современных условиях дельты р. Волги. В низовьях дельты и непосредственно на взморье обитают все 3 формы. Гидрологический режим этого участка реки целиком и полностью соответствует экологическим требованиям вида на протяжении всего года. Здесь поддерживается относительно стабильный уровень воды, оптимальные скоро-

сти течения и стабильный термический режим. Прогрев водных масс на взморье начинается с приходом первых теплых дней. Затем, поднимаясь вверх по реке, начинается прогрев воды в русловой части. С началом половодья пришедшие с водохранилища холодные воды заполняют русло реки и прилегающие водоемы, отжимая уже прогретые воды на взморье. Таким образом, температура воды в дельте снижается и начинается прогрев водных масс, приходящих из верховьев реки и водохранилищ. Осенью здесь еще долго сохраняются температуры, оптимальные для нормальной жизнедеятельности мошек, хотя в верховьях дельты уже создаются неблагоприятные условия обитания, прежде всего из-за осушения временных водоемов, ухудшения термического режима и т.д. Летом (июль–август), когда температура воды превышает оптимальные показатели, вылет мошек прекращается.

В центральной части дельты доминируют особи летней формы *Titanopteryx maculata*, и их размножение приходится на период половодья, когда волжские воды разливаются на огромные пространства и водой заливаются вся прилегающая территория, образуя единый водоем, ширина которого на отдельных участках достигает 30 км. Такова Волго-Ахтубинская пойма и многие другие участки дельты. Весенне-летнее половодье начинается в конце апреля и длится в среднем 75 суток. Пик половодья отмечается в конце мая. Начало вылета имаго мошек приходится на вторую фазу половодья, спада уровня воды и продолжается до установления меженных уровней.

Однако детальный анализ колебаний уровней воды в различных по объему половодьях по годам показывает, что высота уровней и продолжительность половодья определяют «урожайность» мошек и их численность. Все дело в том, что вопреки установившемуся мнению [6, 7, 10], мошки не размножаются в русловой части р. Волги. Размножение волжских мошек в пределах области прямо связано с временными водоемами, возникающими в начале и исчезающими в конце половодья. В многоводные годы с высокими уровнями воды и продолжительным стоянием полых вод количество мошек значительно больше, чем в средневодные годы, когда заливаются значительно меньшие площади.

В маловодные годы с невысоким и непродолжительным стоянием уровней, лет мошек вообще не происходит [4, 5]. Так было в 1973, 1975 и в 1996 гг, когда объем волжского стока в период половодья составлял всего: 174, 167 и 177 км<sup>3</sup> соответственно. При подобных объемах половодья не происходит разлива воды за пределы русловой части реки и, как следствие, временные водоемы не образуются. В связи с этим инкубация ранее отложенных яиц мошек не происходит и они остаются на вторую зимовку до следующей весны. Если за таким годом следует многоводный год, то вылет мошек носит массовый характер.

Если же размножение мошек происходит в русловой части реки, то чем объяснить отсутствие мошек в маловодные годы и их малочисленность в средневодные годы. Становится совершенно очевидным, что «урожайность» мошек определяется размерами площадей временных водоемов, возникающих в период половодья.

Что касается низовий дельты Волги и взморья, то здесь выплод мошек происходит ежегодно вне зависимости от объема половодья. Временные водоемы здесь сохраняются на протяжении всего года из-за динамичности и своеобразия гидрологического режима, который способствует размножению мошек на протяжении всего вегетативного периода (табл.). Вылет имаго здесь продолжается с ранней весны до поздней осени. При этом массовый лет имаго длится от 20 до 48 суток, в то время как в верхней части дельты он длится всего 13–18 суток.

Начало выклева мошек определяется, как мы уже отмечали, не столько высотой уровня, сколько термическим режимом водоемов. В верхней части дельты р. Волги вылет имаго начинается при температуре воды до 15–17 °С. Это та температура, которой достигает вода в мелких временных водоемах (полях). В русле реки вода к этому времени еще не превышает 10 °С.

Взрослые мошки питаются только в жаркие солнечные дни, и чем выше температура воздуха, тем они активнее. Сезонный и суточный ритмы кормовой активности

мошек непостоянны и изменяются под влиянием ряда экологических факторов: освещенности, температуры воздуха, влажности и силы ветра. В пасмурную погоду, в сумеречное время и ночью они не кусаются. Дело в том, что мошки обладают исключительно дневным зрением. При активном поиске пищи и при отыскании объекта нападения доминируют зрительные рецепторы. По началу они без разбора летят на всякий подвижный предмет, выделяющийся на фоне окружающего ландшафта. И только потом, в непосредственной близости от привлекшего их объекта, включаются химические, термические и другие рецепторы. Это объясняет, почему мошки не локализируются в помещениях аналогично комарам и не питаются в ночное время.

Таблица

**Сезонная динамика активности мошек по материалам собственных исследований и Летописи природы Астраханского заповедника [2] за 2002–2004 гг.**

| Пункты наблюдений                    | Начало лета | Массовый лет | Завершение лета | Продолжительность лета | Осенний лет |
|--------------------------------------|-------------|--------------|-----------------|------------------------|-------------|
| Территория заповедника               |             |              |                 |                        |             |
| Трехизбинк                           | 23.03–5.05  | 22.04–06.06  | 28–30.06        | 23.3–24.11             | 4.10–24.11  |
| Обжорово                             | 21.03–24.04 | 22.04–09.06  | 28–30.06        | 21.3–24.11             | 4.10–24.11  |
| Дамчик                               | 22.03–5.05  | 23.04–13.05  | 27–30.06        | 22.3–25.10             | 1.09–25.10  |
| Центральная часть территории области |             |              |                 |                        |             |
| Икряное                              | 2–3.6       | 8–21.06      | 2–11.07         | 02.06–11.07            | Отсутств    |
| Астрахань                            | 3–5.6       | 12–30.06     | 5–09.07         | 3.6–09.07              | Отсутств    |
| Енотаевка                            | 5–8.6       | 7–25.06      | 25–30.06        | 5.6–30.06              | Отсутств    |

Не менее важным фактором, лимитирующим кормовую активность мошек, является освещенность. Оптимум освещенности укладывается в границы от 10 до 25000 люксов. Особенности биологии отдельных видов мошек позволяют им проявлять кормовую активность уже при освещенности в 1 люкс. Температуры воздуха в мае держатся выше 10 °С и не ограничивают движение мошек. По мере увеличения освещенности активность насекомых возрастает. Максимум освещенности приходится на середину дня и практически совпадает с максимальными температурами воздуха +30–40 °С. В такой ситуации остается гадать, какой из этих факторов лимитирует кормовую активность мошек в середине дня при столь высоких температурах воздуха. Тем не менее, совершенно очевидно, что фактор освещенности играет решающую роль в пределах нижних показателей и не тормозит кормовую активность в рамках верхних границ освещенности.

Другое дело температурный фактор. Проведенные наблюдения за ритмом кормовой активности мошек на протяжении светового дня свидетельствуют, что по мере повышения температуры воздуха свыше 30 °С активность мошек не только не растет, а испытывает тенденцию к снижению (рис.). В течение светового дня отмечается 2 пика кормовой активности. Первый из них (рис.) приходится на утренние 7–9 часов, когда температура воздуха нарастает, достигая 20–25 °С, а то и 30 °С. Второй пик – вечернее усиление активности, наблюдающееся в пределах 17–20 часов, практически с тем же термическим режимом, но с динамикой, имеющей противоположное направление.

Не менее важным абиотическим фактором, определяющим активность лета и кормления мошек на р. Волге, является ветровой режим. В поведении мошек не проявляется направленность потока воздушных масс. Определяющим фактором является не направленность, а скорость (сила) ветра. При неблагоприятном ветровом режиме мошки прячутся на подветренной стороне. Адаптация к ветровому режиму проявляется у мошек в их способности удерживаться на месте с помощью коготков лапок на субстрате при любой скорости движения воздушных масс.

Ветровой режим Астраханской области весной отличается порывистостью. Обычно на спаде половодья скорость ветра в течение светового дня колеблется от штиля до 6 м/с. Порывы ветра в отдельные часы могут существенно превышать среднесуточные показатели [1].

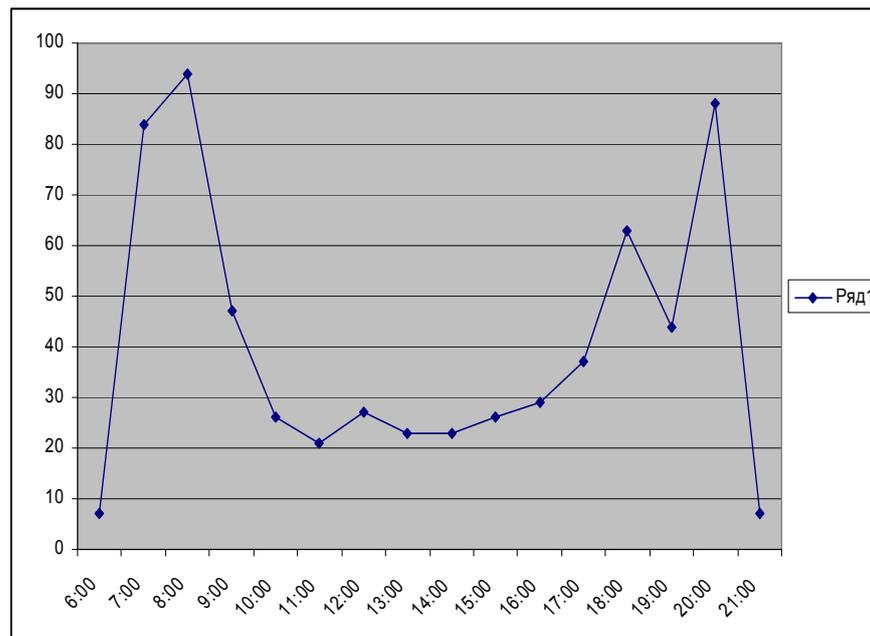


Рис. Кормовая активность волжских мошек в течение светового дня по данным 2006–2008 гг.

Мошки хорошо летают, способны быстро ползать по субстрату, а в случае сильного порыва ветра прячутся на подветренной стороне, плотно прижимаясь к субстрату, и это позволяет им удерживаться на месте. Но как только порыв ветра стихает, мошки снимаются с места в поиске пищи. Оптимальная скорость движения воздушных потоков практически не выходит за пределы 2 м/с. Однако наиболее активно ведут себя мошки в безветренные жаркие дни. При скорости ветра свыше 2 м/с или порывах ветра с аналогичной или превышающей эту величину скоростью, мошки прекращают полеты, садятся на субстрат и не взлетают в ожидании более благоприятного времени.

Анализ приведенных материалов показывает, что волжские мошки хорошо адаптированы к воздействию абиотических факторов среды. На их кормовой активности практически не сказывается влажность воздуха. Лет и кормление мошек не прекращается при колебании относительной влажности воздуха в пределах от 17 до 100 %. При оптимальной температуре воздуха морозящий дождь не является сколько-нибудь заметным препятствием для активного лета и кормления.

Динамика численности волжских мошек в конце предыдущего столетия практически совпала с активным загрязнением волжского стока промышленными и бытовыми стоками, превышавшими ПДК по целому ряду показателей [11, 12], однако нельзя считать, что эта страница биологии мошек заполнена.

Тем не менее, эти данные свидетельствуют о высокой адаптационной пластичности представителей семейства Simuliidae в фаунистическом комплексе Астраханской области, но не дают полного представления о движущих силах факторов, приведших к интенсивному росту численности мошек после строительства плотины Волгоградской ГЭС.

Сложившуюся ситуацию можно объяснить действием биотических факторов антропогенного происхождения. По нашему мнению, основной причиной послужило изменение гидрологического режима реки. Начиная с 1959 г. сток Волги перешел в разряд управляемых. В результате этого [1, 3] по восточным рукавам дельты сток уменьшился почти в полтора раза, по рук. Ахтуба в 13, а по всей Волго-Ахтубинской пойме в 6 раз. Продолжительность сроков существования полоев сократилась почти на месяц (27 суток), а проточность их на 12 суток стала короче по сравнению с пе-

риодом до зарегулирования (1947–1958 гг.). В итоге уменьшились площади затопления дельты, снизились скорости течения во время половодья и возросли в меженный период. Новый гидрологический режим нарушил условия существования исторически сложившихся биологических комплексов и спровоцировал их перестройку.

В 70–80 гг. прошлого столетия в Астраханской области для борьбы с вредителями сельского хозяйства использовалось свыше 40 различных химических препаратов. Для их распыления использовали малую авиацию. При этом опылялись и близлежащие водоемы, что, естественно, не могло не отразиться на видовом составе гидробионтов, в том числе и мошек. В итоге это могло привести к тому, что преференции в выживании получили наиболее устойчивые виды. В этой связи уместно напомнить, что среди мошек, обитающих в дельте р. Волги, наиболее толерантным видом является красноголовая мошка. В условиях управляемого стока, при современном гидрологическом и гидрохимическом режиме р. Волги *Voophthora erithrocephala* способна стать ведущим видом среди обитающих здесь мошек.

#### Библиографический список

1. Байдин, С. С. Сток и уровни в дельте реки Волги / С. С. Байдин. – М. : Гидрометиздат, 1962. – 338 с.
2. *Летопись природы*. – Астрахань, 2003–2005. – 135 с. – (Кн. 1: Рукописный фонд Астраханского биосферного государственного заповедника).
3. Москаленко, А. В. К характеристике уклонов водной поверхности водоемов дельты Волги при зарегулированном стоке / А. В. Москаленко // Тр. Астраханского заповедника. – Астрахань, 1970. – Вып. 13. – С. 87–115.
4. Пироговский, М. И. Беспозвоночные Астраханской области / М. И. Пироговский. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2006. – 227 с.
5. Пироговский, М. И. Мошки дельты Волги : мат-лы Всерос. конф. / М. И. Пироговский. – Астрахань : Изд. АГПУ, 2002. – С. 130–132.
6. Реуцкая, Н. И. Еще раз о мошках / Н. И. Реуцкая // Астраханские известия. – 2003. – № 6. – С. 4.
7. Рубцов, И. А. Мошки (сем. Simuliidae) / И. А. Рубцов // Фауна СССР. Насекомые двукрылые. – М. : АН СССР, 1956. – Вып. 6. – 860 с.
8. Рубцов, И. А. О критериях вида у мошек (семейство *Simuliidae*, *Diptera*) / И. А. Рубцов // Зоологический журнал. – 1957. – Т. 35, вып. 6. – С. 801–818.
9. Рубцов, И. А. О способе и протяженности миграций личинок мошек (*Diptera*, *Simuliidae*) / И. А. Рубцов // Энтомологическое обозрение. – М., 1964. – С. 53–66.
10. Сафьянова, В. М. Мошки (*Diptera*, *Simuliidae*) / В. М. Сафьянова. – М. : Медгиз, 1962. – С. 94–117.
11. Синенко, Л. Г. Антропогенная составляющая загрязняющих веществ в атмосфере / Л. Г. Синенко // Состояние, изучение и сохранение природных комплексов Астраханского биосферного заповедника в условиях повышения уровня Каспийского моря и усиливающейся антропогенной нагрузки. – Астрахань : Изд. ООО «ЦНТЭП», 1999. – С. 92–93.
12. Синенко, Л. Г. Содержание загрязняющих веществ в природных средах Астраханского биосферного заповедника / Л. Г. Синенко, Т. Н. Соловьева // Состояние, изучение и сохранение природных комплексов Астраханского биосферного заповедника в условиях повышения уровня Каспийского моря и усиливающейся антропогенной нагрузки. – Астрахань : Изд. ООО «ЦНТЭП», 1999. – С. 102–103.

УДК 28.081

### К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИКОРАСТУЩЕЙ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

*Дымова Татьяна Владимировна*, доцент, кандидат педагогических наук, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

Астраханский государственный университет

414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,

тел./факс (8512) 22-82-64, e-mail: ecologyAGY@mail.ru

*Флора и растительность дельты р. Волги стали привлекать внимание исследователей еще в начале XVIII в., для чего руководством Академии наук России были созданы целые экспедиции с целью изучения природных богатств юго-востока страны. В конце XVIII в. своеобразие таких экспедиций состояло в грандиозности программы исследований флоры и растительности, комплексности и высоком научном уровне. Весьма продуктивными исследованиями в дельте Волги оказались работы Ф. Блюма, К.К. Клауса, В.Г. Гептнера, С.И. Коржинского, И.К. Пачоского и других ученых. Ботанические исследования в начале XX в. связаны с именем К.К. Коссинского, А.Д. Фурсаева, К.В. Доброхотовой и других. В конце XX – начале XIX вв. сотрудниками АГУ проводились комплексные исследования флоры и растительности дельты Волги, результатом которых явились наиболее полный список флоры данной территории, описание редких видов и др.*

**Ключевые слова:** флора, растительность, дельта Волги, антропогенная деятельность, история изучения флоры и растительности.

#### SOME PROBLEMS OF WILD FLORA AND VEGETATION OF THE VOLGA DELTA

*Dimova Tatyana V.*

*The Volga delta flora and vegetation drew researchers' attention at the beginning of the XX century; for this purpose Russian Academy of Science created expeditions for studying natural resources of the south-west. At the end of the XVIII century such expeditions originality was in grandiose programs of flora and vegetation investigations, in complex and high-leveled scientific degree. Productive investigations in the Volga delta are works of F. Blum, K.K. Clause, V.G. Gепtner, S.E. Korzhinskiy, E.K. Pachosky and others. Botanic investigations at the beginning of the XX century are linked with the names of K.K. Kossinskiy, A.D. Fursaev, K.V. Dobrokhotova and others. At the end of the XX century – the beginning of the XXI century the employees of ASU carried out the complex flora and vegetation researches of the Volga delta the results of which are in the full list of flora and descriptions of rare species of the territory investigated.*

**Key words:** flora, vegetation, the Volga delta, anthropogenic activity, history of flora and vegetation investigation.

Своеобразная природа дельты р. Волги, резко выделяющаяся среди окружающих пустынь, издавна привлекала внимание естествоиспытателей. Начало изучению этого района было положено еще в начале XVIII в., когда правительством России и Академией наук России для изучения природных богатств юго-восточной территории командировались отдельные ученые и целые экспедиции.

Как отмечает историк Е.Г. Бобров [1], в Астраханской области одним из первых побывал лейб-медик Петра I И.Г. Шобер, который особое внимание обращал на растительность засоленных мест обитания. Семена таких растений, собранные во время путешествия, были распространены им по аптекарским огородам, а также переданы за границу, в частности, в коллекцию К. Линнея.

Низовья р. Волги посетил и академик И.Х. Буксбаум, который в качестве врача посольства графа Л.И. Румянцева был заинтересован в исследовании лекарственных растений с целью пополнения царской аптеки. Богатый флористический материал, собранный И.Х. Буксбаумом, поступил для издания обширного для того времени

труда, который получил название «Восточные центурии». В этой работе было описаны более 500 видов растений, среди которых были некоторые растения рода *Cerato-carpus*, особенности их произрастания и использования в медицинских целях.

Астраханский край посещал в 1732 и 1745 гг. военный медик и натуралист И.Я. Лерхе [17, 18], который обнаружил и описал новые виды: полынь Лерха (белая) (*Artemisia lerchiana*) и полынь малоцветковая (*A. pauciflora*).

Как полагает Д.М. Лебедев [16], в конце XVIII в. наиболее важные и ценные с научной точки зрения сведения о флоре и растительности долины Нижней Волги были получены в ходе так называемых академических экспедиций в 1768–1774 гг. В составе экспедиции было сформировано 5 отрядов, получивших в литературных источниках названия «Оренбургские» и «Астраханские». Своеобразие таких экспедиций состояло в грандиозности программы исследований, комплексности и высоком научном уровне, на котором они проводились.

Из работы С.Ю. Липшица [19] можно узнать о том, что в сентябре 1772 г. в Астрахань во главе одного из таких отрядов прибыл доктор медицины С.Г. Гмелин, который в окрестностях нашего города описал такие виды растений, как кохия шерстистоцветковая (*Kochia laniflora*), козлобородник красный (*Tragopogon ruber*) и др. виды.

По мнению историка естествознания В.Ф. Гнучевой [4], в сентябре–октябре 1769 г. через Астрахань на Кавказ следует экспедиция под руководством доктора медицины И.А. Гюльденштедта. В описании такого путешествия приводится перечень из 495 видов растений, произрастающих в Нижнем Поволжье.

Весьма важные результаты ботанических исследований были получены в ходе экспедиции во главе с учеником Карла Линнея И.Л. Фальком, который весной 1770 г. отправился в Астрахань. Материалы и дневники ученого по поручению Академии наук были обработаны, а экспедиционные материалы И.П. Фалька изложены в виде сводного списка, включающего перечень видов растений с указанием их местонахождения, а иногда и экологических особенностей произрастания.

Еще один экспедиционный отряд, возглавляемый П.С. Палласом, трижды посещал наш регион. Маршрут одного из таких путешествий проходил через с. Чапчачи, с. Селитренное, вдоль р. Ахтубы и р. Волга в город Астрахань. Ботанические исследования П.С. Палласа на территории долины Нижней Волги дали много ценного материала для познания флоры и растительности региона [21].

Не менее продуктивными в нашем регионе оказались исследования Х. Стивена, который посетил берега р. Волги и г. Астрахань в 1800 и 1816 гг. В результате этих поездок ученым были описаны такие виды, как адонис волжский (*Adonis wolgensis*), рогоглавник загнутый (*Ceratocephala incurva*), рогоглавник отогнутый (*C. reflexa*).

Исследователь Ф. Блюм работал инспектором медицины в Астрахани и, будучи членом МОИП (Московского общества испытателей природы), собирал гербарий в низовьях р. Волги. По сборам Ф. Блюма позднее были описаны такие виды растений, как подмаренник вздутоплодный (*Galium physocarpum*), клоповник перистораздельный (*Lepidium pinnatifidum*), спорыш близкий (*Polygonum propinquum*) и др.

В апреле–мае 1829 г. профессор Казанского университета Э.А. Эверсманн с аптекарем К.К. Клаусом и несколькими студентами-медиками совершили путешествие в междуречье Волги и Урала. Одним из пунктов их маршрута был г. Астрахань. Для дельты Волги Э.А. Эверсманн впервые указывает на произрастание вида четочник скрученный (*Neotorulaha contortuplicata*).

Во время работы в Казанском университете профессор ботаники А.А. Бунге вместе с Э.А. Эверсманном летом 1835 г. совершил экскурсию, одним из пунктов которой была часть Астраханской губернии, на территории которой им был собран довольно значительный гербарий растений. Об этом свидетельствует работа, написанная и подготовленная к опубликованию В.Г. Гептнером [3].

Во время своей последней экспедиции на Каспий весной 1836 г. исследователь Г.С. Карелин исследовал растительность Бирючьей Косы в дельте Волги и окрестностей г. Астрахани [23].

Как отмечает историк М.Н. Богданов [2], в 1846 г. на средства и по заданию руководства Казанского университета к Каспийскому морю отправилась экспедиция во

главе с профессором П.И. Вагнером. Целью посещения являлась дельта р. Волги и г. Астрахань, где были собраны многие виды растений для гербария.

Ботаник-флорист С.И. Гремяченский [8] неоднократно посещал низовья дельты р. Волги. Так, летом 1849 г. натуралист провел исследование флоры дельты р. Волги, результатом которого явилась рукописная работа «Прикаспийская Волжско-Уральская флора», представленная на суд в Академию наук. В этой работе было научно-популярное описание лотоса (*Nelumbo*), произрастающего в окрестностях г. Астрахани.

В дельте р. Волги растительность бэровских бугров изучал студент, а потом и выпускник Казанского университета С.И. Коржинский, который увлекся сбором растений, еще учась в гимназии г. Астрахани в 1874–1881 гг. Среди наиболее интересных видов, собранных этим исследователем, были альдрованда пузырчатая (*Aldrovanda vesiculosa*), повойничек трехтычинковый (*Elatine triandra*), линдерния лежачая (*Lindernia procumbens*), рогульник плавающий (чилиим) (*Trapa natans*), валлиснерия спиральная (*Vallisneria spiralis*) [15]. Однако этот естествоиспытатель полагал, что видовой состав флоры дельты р. Волги довольно бедный и однообразный.

В 1890 г. совершил поездку по долине Нижней Волги И. К. Пачоский, поставив перед собой задачу изучения флористического состава растений [22].

Ботанические исследования в XX в. начинаются в 1915 г., когда в составе научно-промышленной экспедиции по исследованию дельты р. Волги, организованной по заданию Рыбного комитета департамента земледелия, произвел сбор ценного гербария исследователь К.К. Коссинский. По сборам этого ученого впоследствии был установлен ряд вызывающих интерес в ботаническом отношении видов растений, в частности, рогулистник Коссинского (*Ceratophyllum kossinski*).

Флора и растительность дельты р. Волги очень плодотворно изучалась профессором Саратовского университета А.Д. Фурсаевым и его учениками, которые проводили свои исследования на территории Астраханского заповедника. Ученый пришел к выводу об особенностях распределения растительности в приморской части дельты, которая по направлению от Каспийского моря выглядит следующим образом: черни; зона первоцветов сухопутной флоры; зона формирования растительности; зона крепей; зона формирования лугов; зона лугов.

На основе полученных данных А.Д. Фурсаевым [26] были выведены следующие закономерности развития растительности дельты р. Волги:

- флористические составы, слагающие ценозы, преобладающие в разных участках дельты, оказываются близки между собой в отношении жизненных форм растений;
- повышенные участки имеют более богатый набор ассоциаций, что объясняется сильным нивелирующим действием большого увлажнения и выровненностью рельефа понижений по сравнению с гривами;
- древесная растительность, а также тростник и рогоз, первоначально господствующие в дельте р. Волги, сменяются луговой растительностью или растительностью, приближающейся к луговому типу;
- древесная растительность является лишь этапом развития растительности вообще в дельте р. Волги.

Систематическое изучение растительности дельты р. Волги началось со второй половины XX в. Так, растительность как фактор роста дельты р. Волги исследовалась К.В. Доброхотовой [9], Л.Н. Михайловой [10], А.Д. Фурсаевым, Н.Г. Басовым, В.В. Гришаниным, М.П. Кирсановым, В.И. Князевской [27], Н.Л. Чугуновой-Сахаровой [31]. Эти ученые отмечали роль подводной растительности в формировании суши и наступлении ее на Каспийское море, значение растительности в процессе образования ильменей, их зарастании и преобразовании в новые участки суши, а также в зарастании растительностью новой суши на морском крае дельты и преобразовании осушек в острова.

Так, в 1919 г. в дельте р. Волги был организован Астраханский государственный заповедник, сотрудники которого (Н.Л. Чугунова-Сахарова [31], К.В. Доброхотова, Л.Н. Михайлова [10], [9]) в 20–30-х гг. провели исследования по изучению зарастания водоемов дельты, картированию и характеристике растительности.

Особый научный интерес представляет работа Н.Л. Чугуновой-Сахаровой о роли растительности в процессе дельтообразования, в которой автор отмечает значитель-

ную роль надводной растительности в формировании суши и наступлении ее на Каспийское море. Этим исследователем впервые выявлена последовательность зарастания новой суши на морском крае дельты и смена ее другой растительностью в процессе преобразования осушек в острова. Н.Л. Чугунова-Сахарова полагает, что растения выступают в роли естественных испарителей, которые в мелководных районах способствуют быстрому росту суши.

Закономерности распределения растительности предустьевого пространства дельты исследовались Г.Ф. Червяковой [29, 30], составлен список видов растений, дана характеристика основных ассоциаций, выявлены некоторые закономерности распределения растительности в связи с изменениями условий обитания.

В 50–60-х гг. прошлого века в долине Нижней Волги началось гидро- и мелиоративное строительство с целью более полного использования природных ресурсов региона для народнохозяйственных нужд. В условиях такого вида техногенного влияния на растительность И.А. Цаценкиным [28] было проведено изучение видового состава растений сенокосов и пастбищ и других природных кормовых ресурсов.

Систематически велись работы по изучению флоры и растительности водных и лугово-болотных местообитаний низовьев дельты р. Волги А.Ф. Живоглядом [13, 14]. Подробный анализ флоры песков и бугров Бэра был сделан Г.Е. Сафоновым [24, 25].

В 80-е гг. XX в. изучением растительности дельты р. Волги стали заниматься сотрудники лаборатории геоботаники Астраханского государственного педагогического института им. С.М. Кирова [6] В.Б. Голуб, В.Н. Пилипенко [5], Г.А. Лосев [7] и другие исследователи, которые выявили четкие закономерности между распределением и развитием растительности в зависимости от условий ее произрастания.

В конце XX–начале XXI вв. сотрудниками Астраханского государственного университета проводятся комплексные исследования растительного покрова дельты р. Волги. На основании полученных данных составлен видовой список флоры изучаемого района, описаны редкие виды растений, рассмотрена экологическая роль отдельных видов или систематических групп растений в природе и жизни человека, производится создание ботанических заказников на территории дельты.

Ю.С. Чуйковым [32], Т. В. Дымовой [11, 12] и другими исследователями велись и ведутся мониторинговые наблюдения, направленные на изучение влияния различных видов антропогенной деятельности на флору и растительность, произрастающую в дельте р. Волги.

#### Библиографический список

1. **Бобров, Е. Г.** Линней, его жизнь и труды / Е. Г. Бобров. – М. – Л. : Изд-во АН СССР, 1957. – 218 с.
2. **Богданов, М. Н.** Обзор экспедиций и естественно-исторических исследований в Арало-Каспийской области с 1720 по 1774 гг. / М. Н. Богданов // Тр. Арало-Каспийской экспедиции. – СПб., 1875. – Вып. 1. – 53 с.
3. **Гептнер, В. Г.** Эдуард Александрович Эверсманн. Зоолог и путешественник (1794–1860) / В. Г. Гептнер. – М. : Изд-во МОИП, 1940. – 79 с.
4. **Гнучева, В. Ф.** Материалы для истории экспедиций Академии наук в XVIII и XIX веках. Хронологические обзоры и описания архивных материалов / В. Ф. Гнучева. – М. – Л. : Изд-во АН СССР, 1940. – 310 с.
5. **Голуб, В. Б.** К особенностям географического размещения видов поемных местоположений долины Нижней Волги / В. Б. Голуб, В. Н. Пилипенко // Ботанический журнал. – 1985. – Т. 70, № 11. – С. 1538–1544.
6. **Голуб, В. Б.** Опыт флористической классификации травяных сообществ Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги / В. Б. Голуб // Бюл. МОИП. – 1983. – Т. 88, вып. 2. – С. 83–94. – (Отд. биол.).
7. **Голуб, В. Б.** Результаты оценки совместного влияния влажности и засоления почвы на встречаемость растений дельты Волги и величину их надземной массы / В. Б. Голуб, В. Н. Пилипенко, Г. А. Лосев // Биологические науки. – 1986. – № 7. – С. 93–98.
8. **Гремяченский, С. С.** Астраханская водная роза или Каспийская нимфа нелюбо / С. С. Гремяченский // Вестн. естеств. наук. – М. : Изд-во МОИП, 1856. – Вып. 12. – С. 351–360.
9. **Доброхотова, К. В.** Ассоциация высших водных растений как фактор роста дельты Волги / К. В. Доброхотова // Тр. Астраханского гос. заповедника. – Астрахань, 1940. – Вып. 3. – С. 13–76.

10. **Доброхотова, К. В.** Материалы к изучению фитоценозов приморской части дельты Волги в пределах Астраханского заповедника / К. В. Доброхотова, Л. Н. Михайлова // Тр. Астраханского гос. заповедника. – Астрахань, 1938. – Вып. 2. – С. 213–284.
11. **Дымова, Т. В.** Антропогенные воздействия на растительность дельты Волги / Т. В. Дымова // Сборник научных трудов молодых ученых. – Нальчик : Каб.-Балк. ун-т, 2006. – С. 281–283.
12. **Дымова, Т. В.** Факторы антропогенной трансформации и их влияние на растительные сообщества дельты Волги / Т. В. Дымова // Проблемы региональной экологии: общественно-научный журнал. – 2008. – № 3. – С. 22–26.
13. **Живогляд, А. Ф.** Основные изменения растительности низовьев дельты Волги за последние 30 лет / А. Ф. Живогляд // Волга-1: I конф. по изучению водоемов бассейна Волги. – Тольятти, 1968. – С. 96–97.
14. **Живогляд, А. Ф.** Разногодичные и сукцессионные изменения формации тростника обыкновенного (*Phragmites communis Trin*) в низовьях дельты Волги в условиях регулируемого стока / А. Ф. Живогляд // Ресурсы тростникового сырья и биологические основы его воспроизводства. – Астрахань, 1970. – С. 146–161.
15. **Коржинский, С. И.** Предварительный отчет о ботанической экскурсии в дельте Волги / С. И. Коржинский // Труды об-ва естествоиспыт. при Императ. Казан. ун-те. – Казань, 1884. – Т. 13, вып. 4. – С. 1–31.
16. **Лебедев, Д. М.** Академические экспедиции 1768–1774 гг. / Д. М. Лебедев // Природа. – 1974. – № 4. – С. 78–87.
17. **Лерхе, И. Я.** Выписка из путешествия Иоанна Лерхе, продолжавшегося от 1733 по 1735 год из Москвы до Астрахани, а оттуда по странам, лежащим на западном берегу Каспийского моря / И. Я. Лерхе // Новые ежемесячные сочинения. – СПб., 1790. – Ч. 43. – С. 3–53.
18. **Лерхе, И. Я.** Известие о втором путешествии доктора и коллежского советника Лерхе в Персию от 1745 до 1747 года / И. Я. Лерхе // Новые ежемесячные сочинения. – СПб., 1790. – Ч. 48. – С. 52–102.
19. **Липшиц, С. Ю.** Русские ботаники : биографо-библиограф. словарь / С. Ю. Липшиц. – М. : Изд-во МОИП. – 1947. – Т. 1. – 335 с.
20. **Липшиц, С. Ю.** Русские ботаники (Ботаники России – СССР) : биографо-библиограф. словарь / С. Ю. Липшиц. – М. : Изд-во МОИП, 1952. – Т. 4. – 644 с.
21. **Паллас, П. С.** Путешествие по разным провинциям Российского государства / П. С. Паллас. – СПб., 1788. – 480 с.
22. **Пачоский, И. К.** Флорографические и фитографические исследования калмыцких степей / И. К. Пачоский // Зап. Киев. об-ва естествоиспыт. – 1892. – Т. 12, вып. 1. – С. 49–195.
23. **Путешествие** Г. С. Карелина по Каспийскому морю / под ред. М. Н. Богданова // Зап. Импер. рус. географ. об-ва по общей географии. – СПб., 1883. – Т. 10. – 497 с.
24. **Сафонов, Г. Е.** Итоги изучения флоры бэровских бугров (низовья Волги) / Г. Е. Сафонов // Ботанический журнал. – 1975. – Т. 60, № 6. – С. 842–850.
25. **Сафонов, Г. Е.** Основные черты флоры астраханских песков / Г. Е. Сафонов // Биологические науки. – 1977. – № 5. – С. 7–15.
26. **Фурсаев, А. Д.** Материалы к вопросу о сукцессиях лесных ассоциаций в дельте Волги / А. Д. Фурсаев // Тр. Астраханского гос. заповедника. – Астрахань, 1940. – Вып. 3. – С. 439–445.
27. **Фурсаев, А. Д.** Сукцессии приморской полосы дельты Волги / А. Д. Фурсаев, Н. Г. Басов, В. В. Гришанин, М. П. Кирсанов, В. И. Князевская // Учен. зап. Саратовск. гос. ун-та. – 1938. – Т. 1. (14), вып. 2. – С. 43–56. – (Сер. Биол.).
28. **Цаценкин, И. А.** Растительность и естественно-кормовые ресурсы Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги / И. А. Цаценкин // Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги. – М. : Изд-во МГУ, 1962. – С. 118–192.
29. **Червякова, Г. Ф.** Краткая характеристика растительности аванделты Волги / Г. Ф. Червякова // Научно-метод. записк. Главн. упр. по заповедн. – Астрахань, 1949. – Вып. 12. – С. 105–137.
30. **Червякова, Г. Ф.** Растительность аванделты р. Волги / Г. Ф. Червякова // Тр. Астраханского гос. заповедника. – Астрахань, 1965. – Вып. 10. – С. 157–176.
31. **Чугунова-Сахарова, Н. Л.** Материалы по изучению дельты Волги и прилегающей предустьевой части Каспийского моря / Н. Л. Чугунова-Сахарова // Наш край. – Астрахань. – 1927. – № 6–7. – С. 77–103.
32. **Чуйков, Ю. С.** Некоторые особенности экосистем дельты Волги в связи с антропогенными воздействиями / Ю. С. Чуйков // Водные ресурсы. – 1987. – № 23. – С. 77–85.

УДК 581.5

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
ДЕЛЬТЫ И АВАНДЕЛЬТЫ р. ВОЛГИ**

**Куканова Оксана Наурузовна<sup>1</sup>**, аспирантка кафедры физической географии  
**Курочкина Татьяна Федоровна<sup>1</sup>**, доцент, доктор биологических наук, профессор  
кафедры экологии и БЖД

**Шаплыгина Юлия Николаевна<sup>2</sup>**, преподаватель естественнонаучных дисциплин  
Астраханский государственный университет<sup>1</sup>  
414000, Астрахань, пл. Шаумяна, 1,  
тел. (8512) 44-02-24, e-mail: kukanova@mail.ru, e-mail: nectus@mail.ru  
ФГОУ СПО «Астраханский государственный политехнический колледж»<sup>2</sup>  
414041, г. Астрахань, ул. Куликова, 42,  
тел. (8512) 47-50-43, e-mail: shaplugina@yandex.ru

*Дельта р. Волги богата и разнообразна прибрежно-водной растительностью. Основными представителями являются: рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus*), рдест гребенчатый (*P. pectinatus*), водяной орех (*Trapa natans*), валлиснерия (*Vallisneria spiralis*). Небольшие фрагменты ассоциаций представлены в виде растительных остатков, которые транспортируются в Каспийское море. Там они определяют водную растительность мелководной зоны дельты р. Волги. Отличительной особенностью водной растительности в мелководной зоне дельты р. Волги является то, что за сообществом сусака (*Butomus umbellatus*) на глубине 0,45–0,1 м появляется сообщество рогоза (*Typha angustifolia*), затем тростника (*Phragmites australis*). Сусак (*Butomus umbellatus*) и стрелолист (*Sagittaria sagitifolia*) встречаются на осушенных участках дельты.*

**Ключевые слова:** фитоценоз, гидрботанический, дельта р. Волги, водная растительность, русло реки, прибрежная растительность, тростник, рогоз, камыш.

**THE COMPARATIVE ANALYSIS OF RIVERSIDE AND AQUATIC VEGETATION  
ON THE DELTA AND ESTUARY OF THE VOLGA RIVER**

**Kukanova Oksana N., Kurochkina Tatyana Ph., Shaplygina Yuliya N.**

*The delta of the Volga river is rich in its riverside vegetation. Basic representatives of them are Potamogeton perfoliatus, Potamogeton pectinatus, Trapa natans, Vallisneria spiralis. Small fragments of higher plants are presented by substance of the plants residues, which are transported to the Caspian Sea. They define aquatic vegetation at shallow water zone of the Volga delta. At the shallow water zone of the Volga delta after communities of Butomus umbellatus the communities of Typha (cat's tail) appear at the depth about 0.45–0.1 meter and communities of Phragmites australis (spire) appear after that. Butomus umbellatus and Sagittaria (arrowhead) are at the draining areas of the delta.*

**Key words:** phytocenose, hydrobotanic, the Volga delta, aquatic vegetation, river-bed, riverside vegetation, Phragmites communis, Typha angustifolia, Scirpus lacustris.

Закономерности развития фитоценозов авандельты р. Волги с достаточной четкостью прослеживаются по руслу реки в обе стороны от его берегов и параллельно руслу реки через култужную зону [1].

Исследования гидрботанического разреза выявили следующие закономерности в распределении донной растительности: в русле самой реки с илистым дном на глубинах 1,7–2 м макроскопическая растительность отсутствует. В самой крайней прирусловой зоне с илисто-песчаным грунтом на глубинах 1–1,5, 2–7 м, где еще в значительной мере проявляется сила течения, развиваются узкой полосой (ширина – 7–20 м) монодоминантные сообщества рдеста (*Potamogeton lucens*), длина стеблей которых достигает 3–5 м, они как бы полощутся в струе течения. Биомасса рдестовых сообществ достигает 3 кг/м<sup>2</sup> при плотности 72 экз/м<sup>2</sup>. Иногда при ослаблении течения в эту ассоциацию могут вклиниваться небольшие куртины сусака (*Butomus umbellatus*), ежеголовника (*Sparganium ramosum*), рдеста плавающего (*Potamogeton natans*) и других растений. На листьях отмечается налет детрита.

С удалением от русла реки и ослаблением течения из сообществ исчезает рдест блестящий (*P. lucens*), а доминирующие позиции переходят к рдестам плавающему (*P. natans*) и пронзеннолистному (*P. perfoliatus*) с биомассой 3 кг/м<sup>2</sup>. В разных вариациях и чередованиях, наряду с рдестами, могут встречаться ежеголовник (*S. ramosum*), сусак зонтичный (*Butomus umbellatus*) с проективным обилием 5–10 %, нимфейник (*Nymphaoides peltatum*) – до 30 %, водяной орех (*Trapa natans*) – 3–5 %, роголистник (*Ceratophyllum demersum*) – 3 %, ряска (*Zemna minor*) и др. [2, 4]. Биомасса сопутствующих видов может достигать 3,8 кг/м<sup>2</sup>. Эта разнотравная ассоциация на илистых грунтах с глубинами 1,0–1,5 м может достигать в ширину 300 м и более, иногда в этой ассоциации могут встречаться и небольшие островки тростника (*Phragmites australis*). Но следующей, самой значительной по протяженности, является высокотравная полидоминантная ассоциация тростника (*P. australis*), ежеголовника (*S. ramosum*), рдестов (*P. lucens*), валлиснерии (*Vallisneria spiralis*) и других гидрофитов, располагающихся в средней части култушной зоны в районе банчины с сильным течением. Ширина этой ассоциации может достигать несколько километров. Сложение ассоциации представляется мозаичным: тростник (*P. australis*) встречается отдельно разбросанными островами. В поперечнике величина таких островков колеблется от 2–3 десятков м до 150–300 м. Ежеголовник (*S. ramosum*) тоже встречается в виде отдельных островков, возвышающихся над водой, величиной от нескольких метров до нескольких сот метров, иногда распределение ежеголовника (*S. ramosum*) по акватории култушной зоны приобретает диффузный характер. В качестве сопутствующих видов встречаются камыш (*Scirpus lacustris*), сусак (*B. umbellatus*), нимфейник (*N. peltatum*) и др.

Пространство между островными группами тростника (*P. australis*) и ежеголовника (*S. ramosum*) занимают типичные гидатофиты: рдест пронзеннолистный (*P. perfoliatus*), рдест гребенчатый (*P. pectinatus*), водяной орех (*Trapa natans*), валлиснерия (*Vallisneria spiralis*), роголистник (*Ceratophyllum demersum*) и др. [3].

В протоках култушной зоны заметно течение воды в сторону моря. Чаще всего грунт песчаный или каменисто-песчаный, и вновь в текущих струях вод появляется рдест блестящий (*P. lucens*), причем сообщества располагаются вдоль течения, а ширина их может достигать нескольких десятков метров и значительно, в 5–10 раз, превышать ширину аналогичного прируслового пояса, образованного этим же видом. Поскольку култушная зона в своей верхней части довольно разнообразна по геоморфологическим особенностям и связана с ними гидрохимическими условиями, а также общей экологической обстановкой, то в ее пределах наблюдаются самые разнообразные сочетания в подводном ярусе растений. Так, в небольших заводях, где влияние течений сказывается в меньшей степени, чем на банках, образуются сообщества из нимфейника (*N. peltatum*), водяного ореха (*Trapa natans*), рдестов (*P. pectinatus*, *P. natans*) и других гидрофитов. Глубины в заводях колеблются от 0,9 до 1,2 м, грунты, как правило, илистые или илисто-песчаные. Прозрачность воды в заводях высокая и позволяет с большой точностью изучить подводную структуру растительности. Центральную часть заводей обычно занимает рдест плавающий с проективным обилием 15–80 %. Плотность сообществ в центре заводей может достигать 172 экз/м<sup>2</sup>, а биомасса 8 кг/м<sup>2</sup>. В качестве сопутствующих видов в сообществе могут встречаться рдест гребенчатый (*P. pectinatus*), тяготеющий к экотопам, на которых еще сказывается влияние течения банчин, нимфейник (*N. peltatum*), наоборот, предпочитает более спокойные, даже застойные участки акватории. Его участие в продуцировании органического вещества в таких ценозах незначительное. Однако на участках, отличающихся в межень высокой степенью застойности, сообщества нимфейника (*N. peltatum*) достигают расцвета и образуют сообщества на значительном пространстве, нередко в десятки гектар. Например, такие сообщества широко распространены с восточной стороны авандельты, где в средней части култушной зоны возникали значительные по протяженности заливы, промывка которых наступает лишь в период половодий, а в межень это участки с почти полным застойным режимом. На этих и подобных им экотопах на глубине 0,9–1,2 м господствуют сообщества нимфейника (*N. peltatum*) с проективным покрытием 90 %. В качестве сопутствующих видов

встречаются рдесты (*P. pectinatus*, *P. natans*). Биомасса нимфейника в сообществах достигает  $10 \text{ кг/м}^2$  [3].

В заводях на биотопах с нимфейником наблюдается сильная седиментация биогенного стока р. Волги. Толщина слоя ила на таких участках достигает 50–70 см. Ближе к бару толщина слоя уменьшается до 30–10 см, наблюдается чередование илистых грунтов с илисто-песчаными. Соответственно, меняется и характер растительных сообществ: обилие нимфейника (*N. peltatum*) сокращается до 40–10 %, вместе с тем увеличивается проективное обилие ежеголовника (*S. ramosum*) до 60 %, появляется сусак (*B. umbellatus*) с проективным обилием 10–20 %. Обычно такие сообщества развиваются на участках с глубинами 0,8–1,0 м. С дальнейшим уменьшением глубины до 0,5 м обилие сусака на некоторых участках увеличивается до 100 %, в качестве сопутствующего вида появляется стрелолист (*Sagittaria sagitifolia*). Стрелолист (*S. sagitifolia*) иногда образует небольшие куртины с плотностью 40 экз/м<sup>2</sup> и биомассой 4,4 кг/м<sup>2</sup>. Высота стрелолиста – 0,9–1,0 м. И сусак (*B. umbellatus*) и стрелолист (*S. sagitifolia*) встречаются и на совершенно осушенных участках култушной зоны. Однако илистый слой на таких биотопах, достигающий толщины 10–30 см, насыщен значительным количеством влаги и не выдерживает тяжести человека. Еще одной отличительной особенностью растительности заводей, примыкающих к песчаному бару русла, является то, что за сообществом сусака (*B. umbellatus*), или вместо них, на глубине 0,45–0,1 м появляются сообщества рогоза (*Typha angustifolia*), которые сменяются тростниковыми зарослями (*P. australis*), выходящими на бар и образующими сплошные тростниковые крепи с обеих сторон песчаного бара и ограничивающими русло банка с обеих сторон растительной стеной. Высота надводной части тростника (*P. australis*) достигает 5–6 м при плотности 80–110 экз/м<sup>2</sup>.

Однако разнообразие экотопов и экологических условий култушной зоны в средней части и соответствующих им растительных группировок не исчерпывается предложенной выше схемой распределения растительных ассоциаций, а дополняется рядом значительных геоморфологических и экологических особенностей и соответствующих им сочетаний растительности. Например, вдоль русла реки часто встречаются широкие протоки, отходящие от русла в сторону култушной части авандельты, причем нередко они образуют своеобразные мелководные разводья, т.е. участки с очень медленным течением воды. На таких участках с хорошим прогреванием и освещением развиваются сообщества сине-зеленых водорослей, иногда покрывающих дно сплошным изумрудным ковром. Из сине-зеленых водорослей на таких участках доминируют гормогониевые и, в частности, род *Oscillatoria*. При разрастании и старении часть этого растительного ковра в виде хлопьев (их величина 5–10 см по протяженности) отрывается от дна и устремляется по течению в сторону моря. На подобных участках встречаются и зеленые водоросли *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Rhizoclonium*, проективное обилие которых не превышает 5–10 %, однако это закономерно повторяющиеся микрофитоценозы култушной зоны. Из высших растений на таких участках единично встречается ежеголовник (*S. ramosum*), камыш (*S. lacustris*), рдест пронзеннолистный (*P. perfoliatus*) и рдест плавающий (*P. natans*), ряски и некоторые другие виды, не образующие большой биомассы. Угнетающего действия на них сине-зеленых водорослей не отмечено.

Заметно изменяется характер водных фитоценозов култушной зоны авандельты по мере приближения к открытому морю.

Следует подчеркнуть, что те небольшие фрагменты ассоциаций, представленные в виде ограниченных растительных островков, образованных тростником (*P. australis*) и ежеголовником (*S. ramosum*), разбросанные по средней части култушной зоны, вызывают существенную седиментацию взвешенного вещества, транспортируемого р. Волгой в Каспийское море.

На выходе в открытое море глубина увеличивается до 1,5–1,8 м. Растения, образующие надводные формы, из состава сообществ исчезают, видимо, не выдерживают морских нагонов и волнений. Остаются лишь типичные гидатофиты и водоросли. Проективное покрытие донной растительности, представленное сообществами валлиснерии (*Vallisneria spiralis*), рдеста гребенчатого (*P. pectinatus*), роголистника

(*Ceratophyllum demersum*), ряска трехдольной (*Zemna trisulca*), достигает 90–100 %, причем высота подводного яруса достигает 70–90 см. Названные сообщества развиваются на илистых и илисто-песчаных грунтах.

Таким образом, гидрботанические исследования, проведенные до глубин 3,0–3,5 м, позволили выявить, что с увеличением глубины донные сообщества постепенно изреживаются, и у некоторых видов (у валлиснерии, урути, наяды) уменьшаются величины естественных размеров. С этим связано и сокращение проективного покрытия, а также резкое уменьшение биомассы сообществ (за исключением рдеста пронзеннолистного *P. perfoliatus*).

#### Библиографический список

1. Авакян, А. С. Большая Волга. Проблемы и перспективы. – М. : КЕПС РАН, 1994. – 252 с.
2. Катанская, В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов. Методика изучения. – Л. : Наука, 1981. – 187 с.
3. Курочкина, Т. Ф. Особенности развития высшей водной растительности и ее обрастателей Нижней Волги : монография. – Астрахань : Изд-во Астрахан. гос. ун-та, 2003. – 92 с.
4. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.

УДК 581.5

### ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АСТРАГАЛОВОЙ ФЛОРЫ ЗАПАДНОГО ИЛЬМЕННО-БУГРОВОГО РАЙОНА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Скворцова Ирина Анатольевна**, аспирантка кафедры молекулярной биологии, генетики и биохимии

Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1,  
тел./факс (8512) 22-82-64, e-mail: ireneskv@rambler.ru

*Род Astragalus L. – древний, полиморфный род, его представители широко распространены на всей территории России и высоко адаптированы к условиям аридного климата Астраханской области, обладают узкой привязанностью к определенным особенностям рельефа, почвы и увлажнения. Видовой состав астрагаловой флоры Западного ильменно-бугрового района, полиморфизм популяций недостаточно изучен. В Астраханской области в целом род астрагал представлен отдельными экземплярами. На территории Западного ильменно-бугрового района Астраханской области предварительно выявлено 15 видов рода астрагал. Исследованы эколого-биологические особенности *Astragalus physodes L.* исследуемого района. Получены первичные данные по митотической активности клеток апикальной меристемы зародышевых корней астрагала вздутого.*

**Ключевые слова:** Западный ильменно-бугровой район, астрагал вздутый, митотический индекс, митоз.

### ECOLOGICAL-AND-BIOLOGICAL AND CYTOGENETIC PECULIARITIES OF ASTRAGALUS FLORA OF WEST POND-HILL AREA OF ASTRAKHAN REGION

*Skvortzova Irina A.*

*Sort of Astragalus L. is ancient and polymorphic, its representatives are widely spread in Russia in all territory and adapted to conditions of an arid climate of Astrakhan region, and are closely attached to certain features of a relief, soil and humidification. The specific structure of astragalus flora of West pond-hill area and polymorphism of populations is insufficiently studied. In Astrakhan region sort Astragalus L. is presented by separate copies. On the territory of West pond-hill area of Astrakhan region 15 kinds of Astragalus L. are preliminary revealed. Ecological and biological features of *Astragalus physodes L.* of the area are investigated. The primary data on mitotic activity of cages apical meristem germinal roots of *Astragalus physodes L.* up is obtained.*

**Key words:** West pond-hill region, *Astragalus physodes L.*, mitotic index, mitosis.

Западный ильменно-бугровой район расположен западнее дельты р. Волги, отличительной особенностью его является наличие прямолинейных и параллельно расположенных в широтном направлении холмов (бугры Бэра). По морфологии бэровские бугры представляют собой гряды различной протяженности, реже – отдельные овальные холмы. Северные склоны бугров более крутые (от 4 – 6° до 10 – 12°), чем южные (3 – 4,5°). Длина бугров составляет сотни метров, достигая в некоторых случаях несколько километров при ширине 70–100 м. Возраст бэровских бугров, полученный радиоуглеродным методом, находится в интервале 9–14 тыс. лет, что в целом совпадает со временем хвалынской трансгрессии Каспия [10].

Флора Западного ильменно-бугрового района (ЗПИ – западные подступные ильмени) не отличается большим разнообразием. Основу почвенного покрова бугров Бэра в районе ЗПИ составляют зональные бурые полупустынные почвы разной степени засоления и солонцеватости, которые в комбинациях с другими типами почв образуют контрастную структуру почвенного покрова. В околобугровом пространстве распространены луговые почвы, солончаки и торфяно-болотистые почвы [20]. Распределение растительных сообществ связано с комплексной структурой почвенного покрова и особенностями рельефа ландшафта. Так, для вершины и склонов бугров Бэра характерна растительность, приуроченная к засушливым местообитаниям пустынной зоны, произрастающая в условиях жесткого недостатка влаги. По данным различных исследований на 2002 г., список флоры ЗПИ составляет 389 видов, в том числе 20 видов, редких для области и занесенных в Красную книгу РФ. Тем не менее, разнообразие растительных сообществ велико, и это делает данный район особо ценным с ботанической точки зрения. В Западном ильменно-бугровом районе можно выделить 5 ведущих семейств: *Asteraceae* Dumort. – 90 видов, *Poaceae* Barnhart – 88 видов, *Chenopodiaceae* Vent. – 81 вид, *Brassicaceae* Burnett – 55 видов, *Fabaceae* Lindl. – 45 видов [13]. Представители семейства *Fabaceae* Lindl. издавна привлекают к себе интерес, особое место среди них занимает древний, полиморфный род *Astragalus* L. Представители рода *Astragalus* L. широко распространены на всей территории России и высоко адаптированы к условиям аридного климата Астраханской области.

Таблица 1

**Виды рода *Astragalus* флоры долины Нижней Волги, нуждающиеся в охране**

| Название вида                          | Категория редкости |    |     |      |
|--|--------------------|----|-----|------|
|  | *                  | ** | *** | **** |
| 1. <i>Astragalus albicaulis</i> DC.    | +                  | -  | -   | -    |
| 2. <i>A. ammodendron</i> Bunge         | -                  | +  | -   | -    |
| 3. <i>A. longipetalus</i> Chater       | -                  | -  | -   | +    |
| 4. <i>A. oxyglottis</i> Stev. ex Bieb. | -                  | +  | -   | -    |
| 5. <i>A. pallescens</i> Bieb.          | +                  | -  | -   | -    |
| 6. <i>A. physodes</i> L.               | -                  | -  | +   | -    |
| 7. <i>A. reduncus</i> Pall.            | -                  | -  | -   | +    |
| 8. <i>A. subuliformis</i> DC.          | +                  | -  | -   | -    |
| 9. <i>A. sulcatus</i> L.               | +                  | -  | -   | -    |
| 10. <i>A. tribuloides</i> Delile       | -                  | +  | -   | -    |

Примечание: \* условно исчезнувшие виды; \*\* виды редкие по своему ареалу, уникальные как для биокомплекса региона, так и для России в целом; \*\*\* виды редкие, уникальные для флоры России, но характерные для биокомплекса региона; \*\*\*\* виды редкие или обычные на протяжении своего ареала, уникальность или ценность которых для природного комплекса региона заключается в том, что они были описаны с его территории и потому имеющие здесь свое классическое местонахождение.

Семейство *Fabaceae* Lindl. во флоре бэровских бугров Астраханской области отличается богатством видового состава. Наиболее разнообразен в этом отношении род *Astragalus* L., который представлен 32 видами. Различные авторы приводят неодинаковые данные относительно количества видов рода *Astragalus* L. для растительных сообществ бэровских бугров. Так, в результате шестилетних исследований Г.Е. Сафоновым было выявлено 8 видов астрагалов [15], другие исследователи приводят

иные данные относительно числа видов этого рода [1, 9, 12]. Видовой состав астрагаловой флоры Западного ильменно-бугрового района, полиморфизм популяций недостаточно изучен. По имеющимся литературным данным, численность астрагалов ЗПИ варьирует [9, 12, 13].

В растительных сообществах бэровских бугров и Астраханского региона в целом астрагалы встречаются отдельными экземплярами. По данным А.П. Лактионова [7], многие виды астрагалов уникальной флоры дельты Волги нуждаются в особой охране (табл. 1).

Проблема антропогенного воздействия на естественные местообитания представителей рода *Astragalus* L. весьма актуальна, так как астрагалы обладают узкой привязанностью к определенным особенностям рельефа, почвы и увлажнения. В настоящее время уничтожена значительная часть бэровских бугров, их используют как карьеры для добычи песка и глины, в качестве «хранилищ» бытовых и промышленных отходов, а почвы используются для посева с/х культур и в качестве пастбищ. С каждым годом в результате антропогенного воздействия изменяется ландшафт бэровских бугров, что приводит к сокращению численности популяций астрагалов.

Традиционная и народная медицина различных стран широко использует экстракты астрагалов в качестве лекарственного средства [2, 3]. Некоторые виды астрагалов содержат алкалоиды, флавоноиды, сапонины, кумарины, макро- и микроэлементы, витамины [2, 3 и др.]. В результате проведенного нами качественного и количественного анализов водного экстракта астрагала прутьевидного (*A. virgatus* Pall.) были обнаружены: алкалоиды, сахара, флавоноиды, тритерпеновые сапонины, селен, марганец, медь [17]. Можно предположить, что астрагалы Астраханской области могут явиться основой для медицинских и биотехнологических разработок.

Проблема изучения митотической активности клеток меристемы привлекает внимание многих исследователей как с теоретической, так и практической стороны, так как в основе роста растений лежит новообразование клеток, тканей, органов. Деление клеток является конечным этапом многих биохимических превращений, связанных с воспроизведением генетической информации, началом нового этапа биосинтеза соединений, включающихся в информационную, энзиматическую и структурную организацию образующихся клеток. Известно, что интенсивность деления клеток, отражающая активность и направленность в них биохимических процессов, у многих растений отличается четкой ритмичностью в течение суток [4, 5 и др.]. Это доказано для значительного числа видов и родов растений.

Целью работы явилось исследование эколого-биологических и цитогенетических особенностей астрагаловой флоры Западного ильменно-бугрового района Астраханской области на примере астрагала вздутого.

К числу текущих и перспективных задач исследования относятся:

- инвентаризация видов астрагалов западного ильменно-бугрового района, составление списка астрагалов исследуемого района;
- исследование митотической активности клеток апикальной меристемы зародышевых корней астрагала вздутого, а в перспективе, и других видов;
- изучение условий обитания, экологических и географических особенностей распространения видов рода астрагал, закономерностей их ландшафтного распространения.

#### **Материал и методика**

Инвентаризация астрагаловой флоры Западного ильменно-бугрового района проводилась методом маршрутных исследований в 2007–2009 гг. в сочетании с системой опорных пунктов следующих районов: Трусовский г. Астрахани, Наримановский, Икрянинский Астраханской области. Латинские названия таксонов даны по сводке С.К. Черепанова (1995).

Для исследования митотической активности послужили семена природных популяций *A. physodes* L., собранных на бэровских буграх окрестностей ерика Ножовский Икрянинского района Астраханской области. Семена проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге, обильно смачиваемой дистиллированной водой, в термостате при оптимальной для этого вида температуре 25 °С. Появление корешков на-

блюдалось на 2 сутки от начала закладки опыта. При проращивании семян в чашках Петри при температуре 16–22 °С доля проросших семян снижалась на 3–10 %. Перед проращиванием семена подвергали скарификации с целью повреждения твердой оболочки, препятствующей их прорастанию. За 1–2 часа до фиксации чашки Петри с проросшими семенами обильно поливали дистиллированной водой для обеспечения нормального деления клеток в корнях и на 20 минут помещали в холодильник. Зародышевые корешки, длиной 0,8–2,3 см, фиксировали ацетоалкоголем темпорально с 10 до 14 часов с целью установления оптимального времени для фиксации апексов корней. В каждый момент времени для исследования митотической активности анализировали не менее 2–3 тыс. клеток. Окраска корешков проводилась ацетокармином. Готовили временные давленные препараты клеток корневой меристемы. Корешок раздавливали до получения монослоя клеток. Анализ препаратов проводился при помощи микроскопа «Биомед-2» при увеличении 16 × 40 и 16 × 90. Митотическую активность выражали в митотических индексах (МИ) отношением числа делящихся клеток в различных фазах к общему количеству проанализированных клеток меристемы в процентах [11].

### Экспериментальная часть и обсуждение результатов

В результате проведенных экспедиций Западного ильменно-бугрового района Астраханской области в 2007–2009 гг. и обобщения имеющейся литературы по астрагаловой флоре данного района, предварительно было выявлено 15 видов астрагалов (табл. 2). Этот список будет уточняться в следующих сообщениях.

В качестве объекта исследований района ЗПИ был астрагал вздутый, обильно произрастающий на западном склоне бугра ерика Ножовский (46° 14' с.ш, 47° 50' в.д., Икрянинский район). Высота бугра составляет 10 м, ширина – 200 м, длина – около 800 м. На его склонах встречается 4 представителя рода *Astragalus* L. – *Astragalus virgatus* Pall. [*A. varius* S.G.Gmel.], *A. dolichophyllus* Pall. [*A. diffusus* Willd.], *A. longipetalus* Chater [*A. longiflorus* Pall.], *A. physodes* L.

*A. physodes* L. – травянистый стержнекорневой поликарпик семейства бобовые (*Fabaceae* Lindl.). Гемикриптофит, многолетник. Почти бесстебельное растение, сизовато-зеленое, 10–17 см высоты. Венчик фиолетовый (встречается белого цвета) 16–18 (20) мм длины, в густых овальных или продолговатых кистях; листочки эллиптические или продолговато-эллиптические, острые, снизу рассеянно прижатоволосистые. Бобы сидячие, шаровидные, 15–25 мм длиной, на брюшке и на спинке бороздчатые, голые, двугнездные. Цветет в середине апреля – начале мая.

Таблица 2

### Астрагаловая флора района ЗПИ Астраханской области

| Латинские названия                            | Русские названия   | Экологические группы  |
|---|--------------------|-----------------------|
| 1. <i>A. albicaulis</i> DC.                   | А. белостебельный  | Хамефит               |
| 2. <i>A. astrachanicus</i> Sytin et Laktionov | А. астраханский    | Фанерофит             |
| 3. <i>A. asper</i> Jacq.                      | А. шероховатый     | Хамефит               |
| 4. <i>A. brachylobus</i> Fisch.               | А. короткодольный  | Хамефит               |
| 5. <i>A. contortuplicatus</i> L.              | А. скрученный      | Терофит               |
| 6. <i>A. dolichophyllus</i> Pall.             | А. длиннолистный   | Гемикриптофит         |
| 7. <i>A. lehmannianus</i> Bunge               | А. Леманна         | Гемикриптофит         |
| 8. <i>A. longipetalus</i> Chater              | А. длинноцветковый | Гемикриптофит         |
| 9. <i>A. oxyglottis</i> Stev. ex Bieb.        | А. остроязычковый  | Терофит               |
| 10. <i>A. physodes</i> L.                     | А. вздутый         | Гемикриптофит         |
| 11. <i>A. reduncus</i> Pall.                  | А. отогнутый       | Гемикриптофит-терофит |
| 12. <i>A. testiculatus</i> Pall.*             | А. яйцеплодный     | Гемикриптофит         |
| 13. <i>A. tribuloides</i> Delile              | А. якорцевый       | Терофит               |
| 14. <i>A. varius</i> S.G.Gmel.                | А. изменчивый      | Гемикриптофит         |
| 15. <i>A. vulpinus</i> Willd.                 | А. лисий           | Гемикриптофит         |

Примечание: \* присутствие данного вида в исследуемом районе не подтверждено гербарными образцами, но отмечается по исследуемому району [12]; по последним данным вид встречается по восточной части южного и юго-восточного склонов г. Б. Богдо [7].

Флористический состав исследуемого бугра представлен следующими семействами: *Asteraceae* Dumort., *Fabaceae* Lindl., *Poaceae* Barnhart., *Brassicaceae* Burnett., *Limoniaceae* Ser. и др. Доминантными видами в растительном сообществе данной территории являются: *Artemisia lerchiana* Web. (ксерофит), *Artemisia austriaca* Jacq. (гемикриптофит), *Eremopyrum orientale* L. (терофит), *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch. (хамефит). Подножье и склоны бугра заняты сообществами из *Artemisia lerchiana* Web., *Artemisia austriaca* Jacq., *Salicornia europaea* L., *Suaeda crassa* (Bieb.) Botsch., *S. salsa* (L.) Pall., *Camphorosma monspeliaca* L. (хамефит), *Eremopyrum orientale* L., *Lepidium ruderale* L. (терофит), *Allium caspium* (Pall.) Bieb. (геофит), *Atriplex patula* L. (терофит), *Glycyrrhiza glabra* L. (терофит), *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link.) Schult. (геофит), *Prangos odontalgica* (Pall.) Herminst.&Heun. (гемикриптофит-терофит), среди которых встречаются *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze. (гемикриптофит) и *Goniolimon tataricum* Boiss. (гемикриптофит). Из семейства *Fabaceae* Lindl. обильно представлена *Alhagi pseudalhagi*.

На вершине бугра массовое распространение получили *Artemisia lerchiana* Web., *Artemisia austriaca* Jacq., нередко можно наблюдать островки лишайника *Xanthoparmelia camtschadalis* (эпифит) и занесенный в Красную книгу Астраханской области и РФЮ *Iris pumila* L. (геофит).

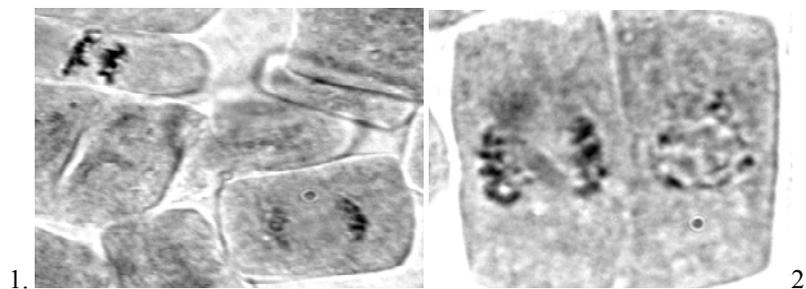


Рис. Цитологические картины митоза *A. physodes* L.;  
1 – анафаза митоза; 2 – анафаза митоза и ранняя профазы

Средний уровень митотической активности клеток корневой меристемы астрагала вздутого составил 26,8 %, однако в течение исследуемого времени, с 10 до 14 часов, митотический индекс (МИ %) существенно изменялся. Так, в 10 часов митотический индекс клеток апикальной меристемы корня составил 29,2 %, к 12 часам наблюдался спад митотической активности до 12,3 %, к 14 часам был вновь обнаружен выраженный подъем митотической активности до 39 %. Ранее нами была исследована митотическая активность клеток меристемы у астрагала длинноцветкового (*A. longipetalus* Chater). В течение исследуемого промежутка времени у *A. longipetalus* Chater, в отличие от *A. physodes* L., наблюдался четко выраженный подъем митотической активности (табл. 3). Это говорит о том, что интенсивность деления клеток данных видов отличается четкой ритмичностью в период между 10 до 14 часов.

В литературе отсутствуют фотографии, отражающие особенности митоза у астрагала вздутого. На рисунке представлены цитологические картины митоза у *A. physodes* L.

Таблица 3

**Митотическая активность клеток меристемы *A. longipetalus* Chater и *A. physodes* L. в зависимости от времени суток**

| Исследуемый вид               | Митотические индексы в разное время суток, % |                  |                  |
|-------------------------------|--|------------------|------------------|
|                               | Время: час ÷ мин                             |                  |                  |
|                               | 10 <sup>00</sup>                             | 12 <sup>00</sup> | 14 <sup>00</sup> |
| <i>A. longipetalus</i> Chater | 4,7*   | 40*              | 75,4*            |
| <i>A. physodes</i> L.         | 29,2*  | 12,3*            | 39*              |

Примечание: \*  $p < 0,05$  ( $p$  – уровень значимости).

У представителей разных родов и видов растений отмечено неодинаковое количество подъемов и спадов митотической активности: у представителей культурной сои и дикорастущей уссурийской сои – 3, у традесканции – 4, у донника – 8 пиков митоза, у сахарной свеклы – 5 подъемов митотической активности [4, 5, 8 и др.]. Митотическая активность клеток меристемы астрагала вздутого относительно высока. Это обеспечивает высокий пролиферативный пул, который способствует адаптации вида к аридным условиям Астраханской области. Необходимо продолжить исследование околосуточных ритмов митоза *A. physodes* L. в сравнении с другими видами для выявления периодов подъема и спада митотической активности исследуемого вида в течение суток, которые облегчат в дальнейшем изучение кариотипа.

#### Библиографический список

1. **Белоус, В. Н.** Астрагаловая флора степно-пустынных комплексов Низовьев Волги / В. Н. Белоус // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря : мат-лы IX Международ. науч. конф. (10–11 октября 2006 г.). – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2006. – С. 191–193. – ISBN 5-88200-907-3.
2. **Белоус, В. Н.** Виды рода *Astragalus* L. и их роль в растительном покрове Предкавказья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. Н. Белоус. – Ставрополь, 2005. – 20 с.
3. **Гаммерман, А. Ф.** Лекарственные растения (Растения-целители): справ. пос. / А. Ф. Гаммерман, Г. Н. Кадаев, А. А. Яценко-Хмельевский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1990. – С. 282–283 ; С. 345–346. – ISBN 5-06-000468-6.
4. **Гриф, В. Г.** О суточной периодичности митозов в меристеме ячменя / В. Г. Гриф // Цитология. – 1959. – Т. 1, № 2. – С. 229–233. – ISSN 0041-3771.
5. **Козак, М. Ф.** Временные параметры митотического цикла клеток апикальной меристемы корня двух видов сои и межвидовых гибридов / М. Ф. Козак // Естественные науки. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2001. – № 3. – С. 58–61. – ISBN 1818-507X.
6. **Лактионов, А. П.** Сосудистые растения заповедника «Богдинско-Баскунчакский» (Аннотированный список видов): Флора и фауна заповедников / А. П. Лактионов, В. Н. Пилипенко, С. Б. Глаголев и др. ; под ред. Ю. Е. Алексеева. – М. : Изд-во Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия, ИПЭЭ РАН, 2008. – Вып. 13. – 66 с.
7. **Лактионов, А. П.** Флора долины Нижней Волги: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. П. Лактионов. – Тольятти, 2004. – 23 с.
8. **Лебедев, П. В.** Суточная ритмика митотической активности клеток верхушечной меристемы кормового люпина / П. В. Лебедев, М. Ф. Мельникова, И. А. Уткина // Цитология и генетика. – 1974. – Т. 8, № 3. – С. 241–244. – ISSN 0564-3783.
9. **Лосев, Г. А.** Флора долины Нижней Волги (в границах Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги). Аннотированный список дикорастущих растений / Г. А. Лосев, А. П. Лактионов, В. Е. Афанасьев [и др.]. – Астрахань : Астраханское изд-во «Чилим», 2008. – С. 80–82. – ISBN 978-5-901918-30-2.
10. **Нижняя Волга.** Геоморфология, палеогеография и русловая морфолитодинамика. – М. : ГЕОС, 2002. – 340 с.
11. **Паушева, З. П.** Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ВО «Агропромиздат», 1988. – 271 с. – ISBN 5-10-000614-5.
12. **Пилипенко, В. Н.** Современная флора дельты реки Волги: монография / В. Н. Пилипенко, А. Л. Сальников, С. Н. Перевалов. – Астрахань : Изд-во АГПУ, 2002. – С. 21–64. – ISBN 5-8820-690-2.
13. **Пилипенко, В. Н.** Флора и растительность Западного ильменно-бугрового района / В. Н. Пилипенко, Ю. С. Чуйков. – 2-е изд. – Астрахань : Изд-во Нижневолж. центра экологич. образ., 2002. – 68 с.
14. **Ригер, Р.** Генетический и цитогенетический словарь / Р. Ригер, А. Михаэлис. – М. : Колос, 1967. – 607 с.
15. **Сафонов, Г. Е.** Итоги изучения бэровских бугров (низовья Волги) / Г. Е. Сафонов // Ботанический журнал. – 1975. – Т. 60, № 6. – С. 842–850.
16. **Свиточ, А. А.** Бэровские бугры Нижнего Поволжья / А. А. Свиточ, Т. С. Ключиткина. – М., 2006. – 160 с.
17. **Скворцова, И. А.** Исследование химического состава надземной части астрагала прутьевидного / И. А. Скворцова, Н. С. Барханская // Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов : мат-лы III Международ. науч. конф. (22–24 апреля 2009 г.). – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2009. – С. 61–63. – ISBN – 978-5-9926-0191-6.

18. **Станков, С. С.** Определитель высших растений европейской части СССР / С. С. Станков, В. И. Талиев. – М. : Просвещение, 1949. – С. 439–450.
19. **Сытин, А. К.** Заметки об астрагалах (*Astragalus, Fabaceae*) Астраханской области / А. К. Сытин // Ботанический журнал. – 2007. – Т. 92, № 6. – С. 905–912. – ISSN 0006-8136.
20. **Федотова, А. В.** Почвы восточной части дельты Волги и района западных подstepных ильменей: монография / А. В. Федотова. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2006. – 129 с. – ISBN 5-88200-892-8.
21. **Флора СССР.** – М. – Л. : Изд-во АН СССР, 1946. – Т. 12. – 918 с.
22. **Черепанов, С. К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. – С. 442–459.
23. **Щербаков, А. В.** Инвентаризация флоры и основы гербарного дела: метод. рекоменд. / А. В. Щербаков, С. Р. Майоров ; под ред. проф. В. С. Новикова. – М. : Товарищество науч. изданий КМК, 2006. – 50 с. – ISBN 5-87317-193-9.

УДК 634.1

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ОСОБЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

*Мохамед Салех Мохамед*, аспирант кафедры растениеводства

*Абакумова Анна Сергеевна*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии

*Байрамбеков Шамиль Байрамбекович*, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии

Астраханский государственный университет

414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,

тел./факс (8512)22-82-64, e-mail: msm364@gmail.com, e-mail: msm463@yahoo.com, e-mail: vniioab@Kam.asranet.ru

*Перед сельским хозяйством стоит задача производства экологически безопасной продукции. Потери урожая сельскохозяйственных культур от неблагоприятных факторов окружающей среды достигают 50–80 % их генетически обусловленной продуктивности. Максимальная продуктивность культуры при повышении устойчивости растений к климатическим, водным, солевым, осмотическим, температурным и другим стрессам может быть осуществлена при использовании регуляторов роста растений. Эти биологические вещества отличаются экологической чистотой, безопасностью для человека, высокой степенью распада за короткий период. К таким препаратам принадлежат: эпин (Брассинолид), крезацин, циркон, и эль-1. Брассинолиды повышают устойчивость к стрессам и грибным заболеваниям, поддерживают иммунную систему растений. Крезацин ускоряет рост и сроки созревания плодов, увеличивает урожайность, продлевает срок хранения, предотвращает опадание цветов. Циркон предназначен для ухода за растениями на всех стадиях развития, от предпосевной обработки до снятия урожая. Эль-1 стимулирует процессы корнеобразования, увеличивает долю ранней продукции, улучшает сохранность урожая в период зимнего хранения.*

**Ключевые слова:** регуляторы роста, стимуляторы роста, эпин, брассинолиды, крезацин, циркон, эль-1, овощи, фрукты, растениеводство, размножение.

### EFFICIENCY OF ECOLOGICALLY SAFE BIOGROWTH REGULATORS ON PECULIARITIES OF AGRICULTURAL PLANTS

*Mohamed Mohamed S., Abakumova Anna S., Bairambekov Shamil B.*

*The problem facing high agriculture production is preserving the ecological system. Losses of agricultural crops from adverse factors of environment reach 50–80 % of their genetically caused efficiency. The maximum efficiency of agriculture production increases the stability of plants to climatic, water, salt, osmotic, temperature and other stresses can be carried out from use of plant growth regulators. These biological substances differentiate environmental cleanliness, safety for the person, high degree of disintegration for the short period. To such preparations belong: epien (Brassinostroid), crizatcien, zircon, and ale-1. Brassinostroid increases of stability to stresses and fungi diseases also support in immune system of plants. Crizatcien accelerates growth and period of maturity of fruits, increases productivity, prolong the period of storage, and prevents dropping of flowers. Zircon is intended for care of plants at all stages of development, from nursing processing until crop removal Ale-1 stimulates processes of rooting, increases early production and improves preservation of a crop in winter storage.*

**Key words:** growth regulators, growth stimulators, epien, brassinostroid, crizatcien, zircon, ale-1, vegetables, fruits, plant growing, propagation.

В России около 40 % сельскохозяйственной продукции загрязнено токсичными веществами. Улучшение сельскохозяйственного производства имеет целью получение качествен-

венного продовольствия в условиях антропогенного воздействия на окружающую среду. Перед сельским хозяйством стоит задача производства экологически безопасной продукции, соответствующей установленным общегигиеническим, токсикологическим нормативам, не оказывающей негативное влияние на здоровье человека [4].

Интенсификация производства сельскохозяйственной продукции связана с изучением экологической устойчивости видов и агроэкосистем, адаптационных процессов и устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. По оценкам многих ученых, потери урожая сельскохозяйственных культур от неблагоприятных факторов окружающей среды достигают 50–80 % их генетически обусловленной продуктивности.

Реализация максимальной продуктивности культуры при повышении устойчивости растений к климатическим, водным, солевым, осмотическим, температурным и другим стрессам может быть осуществлена при использовании регуляторов роста растений. Особенностью действия новых регуляторов роста является то, что они интенсифицируют физиолого-биохимические процессы в растениях и одновременно повышают устойчивость к стрессам и болезням [21].

Увеличение использования в растениеводстве регуляторов роста повышает опасность загрязнения ими сельскохозяйственной продукции и окружающей среды. Одним из путей увеличения производства экологически чистой продукции является применение биологически активных веществ. Преимуществами препаратов нового поколения являются экологическая чистота, безопасность для человека, высокая степень распада за короткий период. В этой связи заслуживают внимания экологически безопасные физиологически активные соединения, обладающие широким спектром положительных свойств. К таким препаратам относятся: эпин, крезацин, циркон, и эль-1. Эти препараты способствуют повышению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям, прежде всего к засухе и низким температурам.

Эпин (эпи-брасинолид) относится к группе брасинолидов. В 1979 г. американские ученые выделили из пыльцы рапса эпи-брасинолид. Оказалось, что это вещество обладает биорегуляторной и ростостимулирующей активностью и относится к группе так называемых стрессовых адаптогенов.

Брасинолиды стимулируют растяжение клеток, образование и развитие семян, повышение устойчивости к стрессам и грибным заболеваниям. Это гормоны, поддерживающие иммунную систему растений, особенно в стрессовых ситуациях (пониженные температуры, заморозки, затопление, засуха, болезни, действие пестицидов, засоление почвы и т.д.).

Обработка клубней картофеля регулятором роста эпин 0,4%-ным рабочим раствором и вегетативной массы в фазе бутонизации 0,02%-ным рабочим раствором снижает содержание в них свинца, астата, цинка, и меди [4]. Установлено, что 2-кратное опрыскивание змееголовника молдавского эпином-экстра – 40 мл/га в фазе 34 настоящих листьев – способствовала более интенсивному росту и развитию змееголовника. Уборка урожая растений превышала контроль на 16–23 %, кустистость – на 18–21 %. Цветение растений наступало на 34 дня раньше, чем в контроле [22].

Крезацин – экологически безопасный биостимулятор для сельского хозяйства. Крезацин применяется как стимулятор роста и развития сельскохозяйственных растений и в качестве средства, повышающего их жизнеспособность (в частности, морозоустойчивость).

В растениеводстве крезацин ускоряет рост, развитие и сроки созревания плодов на 7–10 дней. Увеличивает урожайность на 15–40 % в зависимости от вида и сорта растений, повышает устойчивость растений к болезням и заморозкам, стимулирует корнеобразование рассады, улучшает качество продукции (увеличивается содержание сахаров и витаминов, продлевается срок хранения, снижается содержание нитратов), предотвращает опадание цветов и завязей всех видов растений, а также ускоряет цветение и повышает товарные характеристики декоративных цветов.

Крезацин совершенно безвреден для людей и животных. Общепринятый показатель токсичности LD<sub>50</sub> составляет 3–10 г на 1 кг живой массы в зависимости от способа введения и вида животного. Он не проявляет канцерогенного, тератогенного, гонадотоксического, эмбриотоксического, мутагенного и аллергенного действия, не накапливается в организме.

Крезацин – препаративная форма, 100%-ный кристаллический порошок, действующее вещество; триэтаноламиновая соль ортокрезоксиуксусной кислоты. Он относится к классу триэтаноламинов; является гомологом известных гербицидов с ауксиновой активностью (2,4–Д). *Физико-химические свойства*: кристаллический порошок со слабым зеленоватым или кремоватым оттенком, со слабым запахом аммиака, легко растворяется в воде и спирте, не растворяется в ацетоне. Молекулярная масса – 315,4. Горючее вещество, температура воспламенения – 215 °С. Механизм действия крезацина заключается в его мембраностабилизирующем эффекте и повышении содержания в мембранах витаминов А и Е, которые тормозят перекисное окисление липидов [3].

Препарат крезацин повышает устойчивость виноградного растения к низким температурам [7], урожайность и качество винограда [14, 11, 2].

Под воздействием крезацина увеличивается содержание хлорофилла, улучшается водоудерживающая способность листьев и побегов, а также улучшается их прирост и вызревание лозы.

Максимальное повышение урожайности (до 60 %) достигается при двукратном опрыскивании раствором крезацина – за две недели до цветения и через неделю после цветения. Помимо повышения урожая улучшаются и его качественные показатели. У некоторых сортов винограда обработка крезацином повышает также сахаристость ягод.

Опрыскивание крезацином: 2 мл на 8–10 л воды до цветения. Расход – до 8–10 л/100 м<sup>2</sup>, повышает урожайность и улучшает качество, увеличивает массу гроздей, ускоряет созревание, повышает холодо-, жаро- и засухоустойчивость.

Обработка деревьев яблони сорта *Антоновка обыкновенная* крезацином отдельно и в смеси с препаратом дропп оказывала положительное действие на увеличение массы плода, продуктивность растений и товарные качества плодов. Особенно использование крезацина повышало лежкость плодов при хранении. Так, применение крезацина (150 мг/л) увеличило урожайность яблони по Московской области на 42,9 % и по Тамбовской области на 45,2 % в сравнении с контролем [16].

Опрыскивание яблони крезацином: 3 мл/8–10 л воды через 4–5 недель после цветения, расход – до 8–10 л/100 м<sup>2</sup>, повышает урожайность, улучшает лежкость плодов, уменьшает содержание нитратов в плодах, увеличивает содержания углеводов и аскорбиновой кислоты в плодах

Опрыскивание водным раствором крезацина в концентрации 200 мг/л растений сливы сортов *Скорoplодная* и *Евразия 21* в фазу массового цветения позволило повысить завязываемость плодов и урожайность [25].

Действие крезацина на процесс ризогенеза у зеленых черенков при укоренении их в условиях туманообразования и у микрочеренков в культуре тканей. В опыте с вишней у черенков, обработанных крезацином, увеличивалось число листьев, окраска их была интенсивнее, наблюдалось разрастание пластинки листа, повышалось сырая масса листьев. Влияния крезацина на корнеобразование не обнаружено [19].

Обработка клубней картофеля сорта *Детскосельский* крезацином повышала его урожайность на 24–76 ц/га, повышала содержание крахмала. Обработка семян и опрыскивание в фазе кущения – начала выхода в трубку яровой пшеницы сортов *Омская*, *Саратовская-29*, *Курганская-1*, *Жигулевская* повышала урожайность на 15–25 %, ячменя сортов *Циклон*, *Фаворит*, *Московский* – 310 – на 12–30 % [6, 3].

При обработке клубней и растений картофеля, сорт *Латона*, в начале фазы бутанизации с нормой расхода 20 мл/га стимулятором роста крезацином отмечено положительное влияние на увеличение надземной массы растений, высоту растений, массу ботвы, площадь листьев, что в целом сказалось на прибавке урожая от 20–48 ц/га в

сравнении с контролем. А также на качестве клубней – содержание сухого вещества увеличилось до 6 %, а аскорбиновой кислоты возросло от 6 до 30 % [1].

В рамках концепции поиска функциональных аналогов химическими средствами защиты растений, но природного происхождения, фирмой «производитель "НЭСТ", г. Москва» был создан препарат циркон. Действующим веществом препарата является 0,1 г/л смеси гидроксикоричных кислот (ГКК). Циркон зарегистрирован в 2001 г. и широко применяется при возделывании более 60 видов культур: зерновые, овощные, плодово-ягодные, цветочно-декоративные, лекарственные, лесные, получаемых из растительного сырья эхинацеи пурпурной [15].

Гидроксикоричные кислоты относятся к обширному классу фенольных соединений, повсеместно распространенных в растениях [9]. Одной из важнейших функций фенольных соединений является участие в дыхании растений. По меткому выражению Палладина, фенольные соединения были названы «кровью растений».

Гидроксикоричные кислоты, содержащиеся в тканях растений, активно участвуют в регуляции роста, нормализуя уровень ауксинов и, в частности, активность системы ауксиноксидаза–ауксин. Все гидроксикоричные кислоты при участии КоА-лигазы могут образовывать эфиры с КоА, приобретая в результате этого значительную реакционную способность, в виде КоА-эфиров (макроэргов) они вовлекаются в последующие превращения [15].

В ряде работ показана многофункциональность действия циркона на зерновые, зернобобовые, овощные, лекарственные, технические культуры, которая проявляется в увеличении полевой всхожести семян, ускорении массового появления всходов, прохождении фенофаз, стимуляции ростовых процессов, формировании более мощного ассимиляционного аппарата. Предпосевная обработка семян огурца раствором циркона при норме расхода – 12,5 мл/кг, томата – 6,25 мл/кг, перца и баклажана – 10 мл/кг увеличивала полевую всхожесть семян, высоту растений, площадь листьев, массу надземной части и суммарную площадь.

Влияние препарата циркон на морковь выразилось в существенном увеличении высоты растений, длины и поперечного диаметра корнеплода (Алексеева, 2004). Обработка цирконом в дозе 10 мл/10 л воды белокочанной капусты в фазе раскрытия семядолей после ночных заморозков быстро восстанавливала тургор, способствуя росту корневой системы [8].

Обработка цирконом семян яровой пшеницы не только увеличивала ассимиляционную поверхность растений в условиях засухи, но и стимулировала интенсивность фотосинтеза в течение всей вегетации. Циркон повышал содержание хлорофилла в листьях яровой пшеницы, сортов *Приокская* и *Лада* как в период засухи, так и в период репарации. Растения, семена которых обрабатывали цирконом, характеризовались в период засухи понижением активности дыхания. Изменения в газообмене яровой пшеницы повышали адаптивную способность к водному стрессу [10].

Препарат циркон обладает способностью, наряду со стимуляцией роста растений, оказывать защитное действие по отношению к различным заболеваниям, что связано с наличием в его составе кофейной, хлорогеновой и цикориевой кислот [13].

В 2000 г. во ВНИИС им. И.В. Мичурина проходило испытание иммуностимулятора «циркон». В опытах обработки цирконом проводились однократно, с 3 по 5 мая, по бутонам концентрация готовилась из расчета 1 мл препарата на 10 л воды. Обработка снижала заболеваемость растений грибной болезнью на яблоне *Орлик*, землянике *Кама* и черной смородины *Черный жемчуг*. Так, биологическая эффективность применения циркона на листьях яблони составила 18,6 %, на плодах – 55,7 %, и способствовала увеличению урожайности данных культур по сравнению с контролем [20].

Циркон в концентрации 0,018 мг д. в/л оказывал положительное влияние на ризогенез черенков подвоя плодовых (яблоня, груша), ягодных культур (смородина, вишня, крыжовник) [12], ели колючей конической, туи, можжевельника, кипарисовника горохоплодного, не уступая по своему эффекту индолмасляной кислоте [18]. Замачивание свежесрезанных черенков миндаля трехлопастногомахрового и сакуры

японской в водных растворах циркона (0,5 мг д. в/л) в течение 60 суток увеличивало укоренение роста черенков миндаля на 30 %, по сравнению с контролем, и на 1 мес. – японской сакуры [23].

Установлено, что циркон инициирует переход в фазу цветения и ускоряет формирование генеративных элементов растения. Процесс бутонизации происходит значительно быстрее, количество зеленых бутонов в 2–3 раза больше, по сравнению с контролем. Появление окрашенных бутонов происходит на 7–10 суток раньше (роза, корейские хризантемы) [24].

При опрыскивании томатов раствором циркона в концентрации 1 мл/10 л воды в условиях защищенного грунта в течение всего вегетационного периода у растений не наблюдалось поражения фитофторозом, хотя погодные условия 2003 г. (дождливое, холодное лето) способствовали массовому развитию этого заболевания [8].

Эль-1 – это дешевый, экологический чистый биологический препарат российского производства. Он легко проникает в растения при смачивании семян и опрыскивании листьев. Препарат Эль-1 был разработан в начале 90-х гг. Запатентован в России в 1994 г. Государственные испытания проходил с 1994 по 2000 гг. В реестр пестицидов, разрешенных госхимкомиссией к применению на территории РФ, включен в июле 2000 г. Номер государственной регистрации для личных подсобных хозяйств – 09-0533-0377-1 (картофель – томаты); для коллективных хозяйств – 09-0529-0377-1 (картофель, озимая пшеница, сахарная свекла, подсолнечник, томаты, горох, рис). Проводились также полевые испытания Эль-1 на широком спектре культур, таких как ячмень, гречиха, соя, кукуруза, табак, бахчевые, огурец, морковь, капуста, перец, лук, грибы, лечебные травы, декоративные кустарники и цветы [17].

Действующее вещество препарата Эль-1 – арахидонная кислота, получаемая из морских водорослей, растущих в экстремальных условиях северных морей; вызывает в клетках растений гиперчувствительную реакцию, мобилизует все процессы жизнедеятельности.

Эль-1 действием вещества, регулирующего фотосинтез и энергетический обмен, проявляется в очень низких концентрациях. Эль-1 улучшает качественные показатели зерна, овощей, масличных, кормовых и технических культур, одновременно повышая их урожайность до 20 % и более.

Летом 2000 г. отделом растениеводства областного управления сельского хозяйства Астраханской области были организованы испытания Эль-1 на томате сорта *Новичок* в ООО «Надежда-2» Камызякского района с предпосевной обработкой семян замачиванием. Урожайность с контролем поля составила 130 ц/га, а на опытном – 150 ц/га [17].

В НТИАО Республики Молдова в 1993 г. на полях Кишиневского колледжа виноградарства в Криулянском районе был проведен опыт. В фазе бутонизации томаты сорта *Факел* опрыскивали препаратом Эль-1 до 10 мл/га, что обусловило положительное влияние на процессы роста и развития растений томатов. Они превосходили прежние показатели по высоте на 20,6 %, по количеству сформированных каждым растением плодов – на 27 %. Это способствовало получению достаточно высокого урожая плодов – 433,3 ц/га, к контролю – 358,8 ц/га. Обработка томатов препаратом Эль-1 повышала содержание витамина С (48,01 мг против 27,75 мг в контроле).

Клубни картофеля перед посадкой обрабатывали 0,01%-ным рабочим раствором с расходом препарата Эль-1 на 10 л/т. Вегетативную массу опрыскивали 0,01%-ным рабочим раствором с расходом 300 л/га. Различное применение регулятора роста Эль-1 увеличивало площадь листовой поверхности на 8,1–9,8 тыс. м<sup>2</sup>/га по сравнению с контролем. Применение регулятора роста Эль-1 усиливает обменные процессы фотосинтеза, что играет ведущую роль в определении конечного урожая. Наибольший фотосинтетический потенциал отмечен в варианте с совместной обработкой – 989 тыс./м<sup>2</sup> сутки/га, что на 12,45 выше контрольного варианта. Содержание хлорофилла в листьях растений картофеля увеличилось на 2,0–15,1 % по сравнению с контрольным вариантом [5].

После обработки картофеля регулятором роста Эль-1 увеличилась масса клубней (более 40 г с одного растения). Число клубней более 80 г составляло в среднем 2,7–5,6 шт. на 1 растение.

К тому же растения становятся более устойчивыми к изменениям погоды и даже к таким неблагоприятным явлениям, как засуха, заморозки, химическое загрязнение почвы. Важно и то, что выращенная продукция отличается высоким качеством и пониженным содержанием тяжелых металлов, нитратов, остаточных пестицидов. Установлено также, что препарат обладает активизирующим влиянием на побегообразование плодово-ягодных культур, винограда, цветов, декоративных кустарников.

#### Библиографический список

1. **Байрамбеков, Ш. Б.** Технология производства картофеля в Астраханской области : рекомменд. / Ш. Б. Байрамбеков, В. В. Коринец, З. Б. Валеева, Н. К. Дубровин, В. А. Бичерев, О. Г. Корнева, Е. В. Полякова, В. А. Шляхов, А. А. Куфаев, Р. И. Дубин, П. В. Герасимов ; сост.: Ш. Б. Байрамбеков [и др.]. – Астрахань : ГНУ ВНИИОБ ; М-во сельского х-ва , ЗАО фирма «Глория», 2007. – 104 с.
2. **Билаяль, И. Т.** Агрэкологическая оценка влияния регуляторов роста на урожайность и качество продукции винограда сорта Агадаи в условиях Южного Дагестана : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И. Т. Билаяль. – 1995. – 17 с.
3. **Вакуленко, В. В.** Регуляторы роста – скрытые резервы / В. В. Вакуленко // Главный агроном. – 2005. – № 9. – С. 41–44.
4. **Володькин, А. А.** Изменение содержания тяжелых металлов и радионуклидов в клубнях картофеля в зависимости от применения регуляторов роста / А. А. Володькин // Бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та удобрений и агропочвоведения. – М., 2003. – № 118. – С. 219–221.
5. **Володькин, А. А.** Эффективность применения регуляторов роста ЭЛЬ-1 при выращивании картофеля / А. А. Володькин, А. Н. Орлов // Образование, наука, медицина: эколого-экономический аспект. – Пенза : Пенз. гос. с.-х. акад, 2005. – С. 48–49.
6. **Воронков, М. Г.** Результаты научных исследований в практике сельского хозяйства / М. Г. Воронков, И. Г. Кузнецов, В. М. Дьяков. – М. : Наука, 1982. – С. 87–98.
7. **Воронков, М. Г.** Способ защиты виноградных растений от мороза / М. Г. Воронков, В. М. Дьяков, В. П. Бондарев [и др.] // Авт. свид-во № 904693. – [б.и.], 1981.
8. **Гаврилюк, Л. В.** Использование циркона на белокочанной капусте и томатах в условиях Новгородской области / Л. В. Гаврилюк // Тез. докл. научн.-практ. конф. «Применение препарата циркон в сельском хозяйстве». – М., 2004. – С. 29–30.
9. **Запрометов, М. Н.** Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях / М. Н. Запрометов. – М. : Наука, 1993. – 272 с.
10. **Ильина, Л. В.** Влияние циркона на урожайность и качество продукции зерновых культур / Л. В. Ильина // Тез. докл. научн.-практ. конф. «Применение препарата циркон в сельском хозяйстве». – М., 2004. – С. 35–36.
11. **Казахмедов, Р. Э.** Получение бессемянных ягод у семенных сортов винограда *Vitis vinifera* L. путем применения регуляторов роста : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Р. Э. Казахмедов. – Ялта, 1992. – 26 с.
12. **Картушин, А. Н.** Влияние иммуностимулятора циркон на укоренение зеленых черенков подвоев плодовых, ягодных и декоративных культур / А. Н. Картушин, В. В. Хроменко // Плодоводство и ягодоводство России. – 2003. – Т. 10. – С. 157–162.
13. **Каширская, Н. Я.** Циркон и повышение устойчивости плодово-ягодных культур к грибным болезням / Н. Я. Каширская // Тез. докл. VI Междунар. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». – М., 2001. – С. 244–245.
14. **Кириллов, А. Ф.** Использование крезацина в целях повышения морозостойчивости винограда и его качества / А. Ф. Кириллов, Т. Е. Левит, С. И. Тома [и др.] // Садоводство и виноградарство Молдавии. – 1988. – № 8. – С. 21.
15. **Малеванная, Н. Н.** Циркон – новый регулятор роста растений полифункционального действия / Н. Н. Малеванная // Мат-лы конф. «Средства защиты растений, регуляторы роста, агрохимикаты и их применение при возделывании сельскохозяйственных культур». – Анапа, 2005. – С. 49–53.
16. **Никиточкин, Д. Н.** Влияние синтетических экологически чистых регуляторов роста на рост, урожайность и сохраняемость плодов яблони сорта Антоновка обыкновенная / Д. Н. Никиточкин. – М., 2001. – 23 с.
17. **Ножнин, С. П.** Экологические аспекты применения регулятора роста растений ЭЛЬ-1 на культуре томата / С. П. Ножнин, С. К. Абилов // Гавриш. – 2002. – № 4. – С. 10–13.

18. **Пентелькина, Н. В.** Перспективы использования циркона в лесных питомниках / Н. В. Пентелькина, С. К. Пентелькин // Тез. докл. научн.-практ. конф. «Применение препарата циркон в сельском хозяйстве». – М., 2004. – С. 27–28.
19. **Поликарпова, Ф. Я.** Влияние новых регуляторов роста на укоренение стеблевых черенков / Ф. Я. Поликарпова, О. А. Леонтьев-Орлов, О. А. Леонтьев-Орлова, Л. А. Абдусаламова, Л. Г. Столярова, С. С. Воронина // Плодоводство и ягодоводство России. – М., 1994. – С. 50–55.
20. **Попов, М. А.** Отчет об испытаниях препарата «циркон» для применения в защите растений / М. А. Попов. – Мичуриник, 2001. – С. 1–7.
21. **Прусакова, Л. Д.** Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белоухов, В. В. Вакуленко // Агрoхимия. – 2005. – № 11. – С. 76–86.
22. **Пушкина, Г. П.** Пути повышения продуктивности змееголовника молдавского / Г. П. Пушкина, С. С. Шаин, В. И. Антипов, О. А. Быкова // Агрo XXI. – 2008. – № 7–9. – 44 с.
23. **Рункова, Л. В.** Действие циркона на трудноукореняемые растения / Л. В. Рункова, М. Н. Мельникова, В. С. Александров // Тез. докл. II Междунар. конф. «Регуляция роста, развития и продуктивности растений». – Минск, 2001. – 218 с.
24. **Рункова, Л. В.** Полифункциональное действие циркона на декоративные растения / Л. В. Рункова, В. С. Александрова, М. Н. Мельникова, Л. С. Олехнович, Е. С. Василенко, И. И. Кабанцева // Тез. докл. научн.-практ. конф. «Применение препарата циркон в сельском хозяйстве». – М., 2004. – С. 37–38.
25. **Хесами, А.** Влияние регуляторов роста на завязываемость и урожайность сливы сортов *Скороплодная* и *Евразия 21* / А. Хесами, Е. Г. Самощенко, Н. П. Карсункина // Доклады ТСХА. – 2006. – № 278. – С. 414–417.

УДК 502.175:470.45

#### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СЕМЕНОВОДСТВА ЛУКА РЕПЧАТОГО В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Онишко Михаил Юрьевич**, аспирант кафедры агрономии

**Пучков Михаил Юрьевич**, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

Астраханский государственный университет

414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,

тел. (8-8512) 22-82-69, e-mail: rosecostroi@mail.ru

*В статье актуализированы вопросы семеноводства лука на Нижней Волге и в Астраханской области. Изучались новые сорта российской и иностранной селекции: острые сорта – Бородковский; полуострые сорта – Азелрос, Альвина, Одинцовец, Ранний розовый, Розарио, Глобус, Тэрвин, Черный принц. Проводили структурный анализ семенной продуктивности и расчет биологической урожайности.*

**Ключевые слова:** лук репчатый, семенная продуктивность, биологическая урожайность, семеноводство.

#### SEED-GROWING OF BULB IN ASTRAKHAN REGION

*Onishko Mikhail J., Puchkov Mikhail J.*

*Some actual questions of onion seed-growing in the Lower Volga and Astrakhan region are examined in the article. New sorts of the Russian and foreign selection were studied: spicy sorts – Borodkovsky; semi-spicy sorts – Azelros, Al'vina, Odintsovs, Early Pink, Rozario, Globe, Tervin, Black Prince. Structural analysis of seed production and calculation of biological productivity were carried out.*

**Key words:** bulb onion, seed productivity, biological productivity, seed-growing.

Географическое положение Астраханской области накладывает отпечаток на природные условия, благодаря которым создается огромный резерв для производства сельскохозяйственной продукции. В конце XX в. Астраханская область воспринималась как «всесоюзный огород», и это неслучайно. Валовой урожай составлял около

950 тыс. тонн сельскохозяйственной продукции. Основными культурами в тот период являлись зерновые и овощебахчевые [1].

Начиная с 90-х гг. наблюдается общая тенденция сокращения валового сбора урожая, которая, в первую очередь, связана с сокращением посевных площадей (табл. 1).

Таблица 1

| Посевные площади всех сельскохозяйственных культур (тыс. гектаров) |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|
| Регион   | 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. |
| Южный федеральный округ  | 20098,1 | 17759,5 | 14565,0 |
| Астраханская область   | 324,0   | 218,5   | 96,0    |
| Волгоградская область  | 4619,1  | 3992,1  | 2610,2  |
| Ростовская область   | 5224,0  | 4621,7  | 3858,1  |

Сокращение производства сопровождается переориентацией в выращивании культур (табл. 2).

Таблица 2

**Производство сельскохозяйственной продукции в Астраханской области (тыс. тонн)**

| Культура        | 2001 г. | 2002 г. | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Зерно           | 58,1    | 51      | 30,7    | 31,9    | 42,7    | 39,9    |
| в том числе рис | 27,4    | 23,8    | 18,3    | 16,5    | 19,9    | 24,1    |
| Овощные         | 244     | 244     | 248     | 261,9   | 326,8   | 363,7   |
| Бахчевые        | 104,5   | 104,8   | 106,2   | 117,4   | 121,7   | 117,1   |
| Картофель       | 75,7    | 86,1    | 95,5    | 106,7   | 124,9   | 143,5   |

Начиная с 2001 г. наблюдается стабильный рост производства картофеля. Астраханская область начала вывозить товарный картофель за пределы области. Если попытки в выращивании хлопка, табака и софлора не увенчались успехом, то выращивание лука репчатого получило развитие. В настоящее время отдельные хозяйства выращивают 150–170 т товарной луковицы. Выращивают как сорта и гибриды F1 российской (*Халцедон*, *Одинцовец*), так и иностранной селекции (F1 *Тамара*). Неуклонный рост в потребности качественного семенного материала позволяет на территории Астраханской области актуализировать работы по налаживанию семеноводства лука репчатого.

В связи с этим в Прикаспийском НИИ аридного земледелия начата работа по изучению сеной продуктивности лука репчатого.

Материалом для изучения послужили новые сорта российской и иностранной селекции: острые сорта – *Бородковский*; полуострые сорта – *Азелрос*, *Альвина*, *Одинцовец*, *Ранний розовый*, *Розарио*, *Глобус*, *Тэрвин*, *Черный принц*.

Биологическими особенностями семян лука репчатого является наличие обильного эндосперма. Семенная кожура сравнительно тонкая и плотная. Продуктивность лука репчатого на семена колеблется от 2 до 15 г. В плоде – трехгранной коробочке – в зависимости от качества опыления из шести семязачек формируются 2–5 (редко 6) семян. Окраска черная с темно-синим оттенком, иногда желто-коричневая. Средняя длина семени около 3 мм, ширина – 1,9–2,1, толщина – 1,3–1,6 мм. Индекс формы – 1,3–1,5. Плотность семян – 1,18 г/см<sup>3</sup>, объем 1 т семян – около 2 м<sup>3</sup>. В 1 кг содержится 250–300 тыс. семян и больше. Плотность семенной массы – 40,4–45,9, скважистость – 59,6–54,1 %. Аэрация – 106–118 мл на 100 г семян.

Характер протекания фенологических фаз изучаемых сортов представлен в таблице 3. Вегетационный период изучаемых сортов находился в интервале 93–100 дней. Наиболее скороспелым является сорт *Одинцовец* (93 дня). Несмотря на более запоздалое включение в вегетацию, сорта *Тэрвин*, *Ранний розовый* и *Черный принц* являются скороспелыми (97, 98 и 99 дней соответственно).

Таблица 3

**Фенологические наблюдения на маточнике лука  
при поверхностном способе полива 2006–08 гг.**

| Сорт           | Выгонка пера |         | Образование стрелок |         | Цветение |         | Спелость зерна   |         |          |         | Продолжительность вегетации, дней |
|----------------|--------------|---------|---------------------|---------|----------|---------|------------------|---------|----------|---------|-----------------------------------|
|                | НФ-10 %      | ПФ-75 % | НФ-10 %             | ПФ-75 % | НФ-10 %  | ПФ-75 % | Молочно-восковая |         | Восковая |         |                                   |
|                |              |         |                     |         |          |         | НФ-10 %          | ПФ-75 % | НФ-10 %  | ПФ-75 % |                                   |
| Азелрос        | 5,04         | 10,04   | 16,05               | 2,06    | 1,07     | 6,07    | 15,07            | 30,07   | 7,08     | 14,08   | 100                               |
| Розарио        | 5,04         | 10,04   | 18,05               | 25,05   | 2,07     | 8,07    | 15,07            | 30,07   | 7,08     | 14,08   | 100                               |
| Ранний розовый | 9,04         | 13,04   | 23,05               | 26,05   | 3,07     | 9,07    | 15,07            | 30,07   | 8,08     | 16,08   | 98                                |
| Тэрвин         | 8,04         | 14,04   | 25,05               | 29,05   | 5,07     | 10,07   | 18,07            | 2,08    | 9,08     | 16,08   | 97                                |
| Черный принц   | 10,04        | 15,04   | 20,06               | 27,06   | 30,06    | 12,07   | 18,07            | 3,08    | 10,08    | 18,08   | 99                                |
| Альвина        | 9,04         | 13,04   | 21,05               | 26,05   | 3,07     | 10,07   | 18,07            | 2,08    | 10,08    | 18,07   | 100                               |
| Одинцовец      | 4,04         | 11,04   | 5,06                | 10,06   | 16,06    | 23,06   | 10,07            | 20,07   | 27,07    | 6,08    | 93                                |

Примечание: НФ – начало фазы, ПФ – полная фаза.

От особенностей протекания фазы стрелкования во многом будет зависеть подбор сортов лука для организации семеноводства. Анализ структуры урожая, проведенный перед уборкой, и визуальный осмотр маточников показали, что не все сорта стрелкуются в одинаковой мере. Самый низкий процент стрелкования – 6,7 % – показал сорт *Черный принц*. У сортов *Альвина* и *Одинцовец*, напротив, 100%-ое стрелкование. У сортов *Тэрвин*, *Розарио* и *Ранний розовый* стрелкуются 90,0–96,0 % растений. У сорта *Азелрос* 88 % растений были подвержены стрелкованию.

Структурный анализ семенной продуктивности изучаемых сортов лука позволил выявить ряд преимуществ отдельных сортов (табл. 4).

Таблица 4

**Биологическая урожайность семян и структура урожая 2006–08 гг.**

| Сорт           | Высота стрелки, см | Вес зонтика, г | Масса семян с 1 стрелки, г | Выход семян, % | Масса 1000 семян, г | Стрелкование, % | Уборочная влажность, % | Урожайность            |           | Густота посадки, тыс. шт./га |
|----------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------------|---------------------|-----------------|------------------------|------------------------|-----------|------------------------------|
|                |                    |                |                            |                |                     |                 |                        | С 1 м <sup>2</sup> , г | С 1 га, ц |                              |
| Азелрос        | 93,3               | 4,1            | 2,0                        | 49,8           | 2,0                 | 88,0            | 14,8                   | 199,64                 | 20,0      | 322,0                        |
| Розарио        | 68,8               | 6,3            | 2,8                        | 42,9           | 3,2                 | 95,7            | 14,0                   | 279,50                 | 28,0      | 322,0                        |
| Ранний розовый | 78,4               | 3,0            | 1,8                        | 42,5           | 3,2                 | 96,0            | 13,4                   | 179,68                 | 17,97     | 322,0                        |
| Тэрвин         | 81,2               | 3,2            | 1,9                        | 59,4           | 3,0                 | 90,0            | 15,2                   | 189,66                 | 18,97     | 322,0                        |
| Черный принц   | 76,6               | 2,5            | 0,5                        | 20,0           | 2,5                 | 6,7             | 15,0                   | 49,91                  | 5,0       | 322,0                        |
| Альвина        | 87,7               | 4,8            | 2,8                        | 56,0           | 4,8                 | 100,0           | 14,5                   | 279,50                 | 27,96     | 322,0                        |
| Одинцовец      | 86,5               | 5,7            | 3,0                        | 53,7           | 3,6                 | 100,0           | 12,4                   | 299,46                 | 29,95     | 322,0                        |

Высота стрелок у всех сортов была до 1,0 м. Наиболее высокие стрелки – 93,3 см – у сорта *Азелрос*, самый низкий показатель – 68,8 см – у сорта *Розарио*. При этом вес зонтика у этого сорта – максимально высокий – 6,3 г. Высоким весом зонтика выделялся сорт *Одинцовец* – 5,7 г, а также сорт *Альвина* – 4,8 г. Эти же сорта имели и наибольшую продуктивность одной стрелки: *Одинцовец* – 3,0 г; *Розарио* и *Альвина* – 2,8 г.

Масса 1000 зерен – очень важный показатель для расчета нормы высева семян в полевых условиях, зависящий от выполненности семени. Самые высокие показатели имели сорт *Альвина* – 4,8 г и сорт *Одинцовец* – 3,6 г. В пределах 3,0–3,2 г масса 1000 зерен была у сортов: *Тэрвин*, *Розарио* и *Ранний розовый*. Самые низкие показатели – 2,0 и 2,5 г – у сортов *Азелрос* и *Черный принц*.

Для получения максимального количества зрелых семян очень важен показатель выхода семян из зонтика. В разрезе сортов этот показатель колебался от минимума (20,0 %) у сорта *Черный принц* до максимального (59,4 %) – у сорта *Тэрвин*. Несколько уступают ему сорта *Альвина* и *Одинцовец* с показателями 56,0 и 53,7 %. Сорта *Ранний розовый*, *Розарио* и *Азелрос* имели выход семян 42,5, 42,9 и 49,8 % соответственно.

Уборочная влажность, характеризующая степень зрелости семян, у всех сортов была близка к стандартной – 14 %-й влажности. Наиболее зрелыми с влажностью 12,4 % были семена у сорта *Одинцовец*. Сорт *Тэрвин* имел уборочную влажность 15,2 %.

Расчет биологической урожайности проводился с учетом уборочной влажности при пересчете ее на 14%-ю влажность. Преимущества по урожайности семян имели сорта, обладающие максимальными показателями веса зонтика, массы семян с 1 стрелки и с 1 растения, процента стрелкующихся растений и т.д. Максимальный уровень урожайности семян – 29,95 ц/га – имел сорт *Одинцовец* с наибольшей массой семян с 1 стрелки – 3,0 г, высоким выходом семян – 53,7 %, со 100%-ным стрелкованием. Еще два сорта *Розарио* и *Альвина* также показали высокий уровень стрелкования – 95,7 и 100 %, соответственно этому и уровень урожайности сортов достиг 28,0 ц/га семян, у всех вышеперечисленных сортов достаточно высокая масса 1000 семян – 3,2–4,8 г.

Результаты проведенных исследований показывают перспективность работ, связанных с семеноводством лука репчатого в условиях Астраханской области.

#### Библиографический список

1. *Гайкалова, Л. В.* Мелиорация – основа сельскохозяйственного производства Астраханской области [Текст] / Л. В. Гайкалова, В. П. Зволинский, А. П. Воронцов // Агротехнологии и научное обеспечение интенсивного земледелия Нижней Волги на современном этапе. – М.: Современные тетради, 2005. – С. 49–58.

УДК 633

### ВЫРАЩИВАНИЕ СОРГО В УСЛОВИЯХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

*Толиба Аббас Омар Мохамед*, аспирант кафедры агрономии  
*Ионова Лидия Петровна*, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой агрономии

Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,  
тел./факс (8512) 22-82-64, e-mail: besol4omar@yahoo.com

*Освоение новых технологий стало неотложной задачей не только потому, что в них аккумулированы последние достижения отечественной и зарубежной техники, но и потому, что необходимо преодолеть ряд трудностей (снижение доходности, процессов деградации почв и др.). В обзорной статье рассмотрены основные элементы энергосберегающей технологии возделывания сорго в условиях дельты р. Волги, к которым относятся: подготовка семян к посеву, севооборот, подбор сортов, нормы высева и способы посева, минеральные подкормки, борьба с сорными растениями и болезнями с помощью внесения пестицидов, орошение с использованием наименее энергозатратных дождевальными машин.*

**Ключевые слова:** сорго, выращивание, энергосберегающая технология в дельте р. Волги.

### CULTIVATION OF SORGHUM UNDER THE CONDITIONS OF THE VOLGA DELTA

*Toliba Abbas Omar Mohamed, Ionova Lydia P.*

*Development of new technology became an urgent problem not only because last achievements of home and foreign techniques were accumulated in them but also because it is necessary to overcome a number of difficulties (decrease in yield, processes of degradation of soils, etc.). The basic information about energy-efficient technologies for the cultivation of sorghum under the conditions of the Volga delta were viewed: preparation of seeds for sowing, a crop rotation, selection of sorts, rates of seeding and methods of sowing, mineral top dressing, struggle against weed plants and illnesses against the help entering of pesticides, sprinkling irrigation machines with using the least of energy losing.*

**Key words:** Sorghum, cultivation, energy-efficient technology in the Volga delta.

В производстве кормов на орошаемых землях Астраханской области целесообразно возделывание сорго. Исключительная засухоустойчивость и солевыносливость, высокая продуктивность при возделывании на орошении и хорошие кормовые качества ставят ее в ряд наиболее перспективных кормовых культур.

Потенциальная урожайность районированных сортов по данным орошаемых сортоучастков Астраханской области составляет: *Сахарное* – 35–176 ц/га абсолютного сухого вещества и 45,3 ц/га семян; *Ставропольское* – 36–106,4 ц/га абсолютного сухого вещества и 22,0 ц/га семян.

Зерно сорго содержит 70–75 % крахмала, 11–12 % протеина и 3,5 % жира. В 100 кг зерна содержится 118–120, в 100 кг зеленой массы – 22–25 кормовых единиц.

Важная хозяйственная особенность сорго – высокий коэффициент размножения.

Потенциальные возможности сорго велики; оно способно давать высокие урожаи зеленой массы и зерна в условиях орошения засушливой зоны. В связи с этим следует тщательно спланировать весь комплекс агротехнических мероприятий, включая выбор участка, основную и допосевную обработки почвы, применение удобрений и гербицидов, подбор сортов и гибридов, подготовку семян, определение оптимальных сроков, способов и норм посева, уход за посевами, меры борьбы с вредителями, болезнями, сроки и способы уборки.

Переход растениеводства в новых экономических условиях на качественно новый уровень продуктивности, ресурсоэнергоэкономичности, экологической безопасности и рентабельности, в первую очередь, связан с использованием современных ресурсосберегающих технологий [1, 3, 6, 7].

Освоение новых технологий стало неотложной задачей не только потому, что в них аккумулированы последние достижения отечественной и зарубежной техники, но и потому, что необходимо преодолеть ряд трудностей (снижение доходности, процессов деградации почв и др.).

Практикой доказано, что процесс интенсификации сельского хозяйства сопровождается ростом энергозатрат. Энергоемкие способы возделывания сорго существенно увеличивают стоимость полученной продукции. Поэтому в стратегии обеспечения роста продуктивности сорго особое внимание должно быть уделено разработке ресурсосберегающих и природоохранных технологических приемов возделывания сорго.

Выделяем 6 групп агротехнических приемов, различных по энергозатратам и экологической оценке.

*1 группа* – агротехнические приемы, которые не требуют энергозатрат.

В эту группу входят такие агротехнические приемы, как севооборот, сроки сева, уборка, подбор устойчивых сортов и др. Они не только увеличивают урожайность сорго, но и улучшают и сохраняют плодородие почвы без каких-либо затрат энергии.

*2 группа* по энергозатратам относится к возобновляемым. Она включает следующие агротехнические приемы: нормы высева, способы посева и др.

В *3 группе* при использовании лущения, боронования и других агроприемов энергозатраты незначительны.

Наиболее энергоемкими являются 4–6 группы. Но при высокой культуре земледелия, повышении эффективности и стабильности сельскохозяйственного производства, обеспечения природоохранных мероприятий можно уменьшить энергозатраты на возделывание в значительной мере. В любых экономических условиях повышение эффективности возделывания сорго должно достигаться за счет сохранения и воспроизводства природных ресурсов, снижения затрат на производство единицы продукции [2, 3].

Таким образом, главное условие повышения продуктивности сорго заключено в комплексном системном подходе к возделыванию культуры, который базируется на научных знаниях и дифференцированном применении агротехнических приемов.

Сорго возделывают в полевых кормовых севооборотах. Для получения зеленой массы, идущей на силос и приготовление травяной муки, а также семян, его размещают в пропашном севообороте; на зеленый корм – в прифермских севооборотах.

Лучшим предшественником для сорго являются озимый рапс (с уборкой его на кормовые цели не позднее первой декады мая), озимая пшеница и кукуруза на зерно при условии своевременной уборки и тщательной заправки пожнивных остатков.

Своевременное и качественное проведение основной обработки почвы с учетом предшественника имеет большое значение в получении высоких урожаев сорго.

Способы, сроки и глубина основной обработки почвы под сорго должны выполняться с учетом схемы чередования культур в севообороте, технической оснащенности и уровня общей культуры земледелия.

Везде в принятых рекомендациях по возделыванию сорго в качестве основной обработки предлагается проводить глубокую зяблевую вспашку в зависимости от мощности пахотного слоя. В условиях Астраханской области глубина зяблевой вспашки составляет 27–30 см. Это создает хорошие условия для развития корневой системы культуры, уничтожает корни многолетних сорняков.

Основная обработка почвы включает лущение стерни и зяблевую вспашку. Лущение уничтожает сорняки и провоцирует прорастание сорных растений. Эту операцию проводят на глубине 5–8 см. Для лущения стерни рекомендуется применять дисковую борону БДГ-3,0 (7,0), ЛДГ-5 (10).

Зяблевую вспашку проводят навесным плугом ПНЛ-4-35 с предплужниками в агрегате с гусеничным трактором.

В систему допосевной обработки почвы входит ранневесеннее покровное боронование тяжелыми или средними зубовыми боронами при физической спелости почвы поперек или по диагонали к направлению вспашки.

Первую допосевную культивацию, учитывая засушливые условия Астраханской области, следует проводить после появления всходов сорняков на глубине заделки семян с последующим прикатыванием для равномерного высева.

К посеву допускаются семена 1, 2, 3 классов. Не допускаются семена, засоренные семенами карантинных сорняков, живыми насекомыми и их личинками.

Семена первого класса должны иметь всхожесть 95 % и содержать семена основной культуры не менее 98 %; семян сорняков – не более 10 штук на 1 кг; семян второго класса – соответственно 90,95 %, 75 штук; третьего класса – 85, 90 %, и 200 штук соответственно.

Протравливание семян является обязательным мероприятием подготовки сорго к посеву. Посев необработанными семенами снижает урожайность на 10–15 %. Перед протравливанием семена сорго подвергают воздушно-тепловому обогреву на открытых солнечных площадках в течение 5–7 дней.

Учитывая низкую полевую всхожесть семян сорго, расчетную норму высева необходимо увеличить; для семян первого класса – 35–49 % и второго класса – на 45–55 %. Семена сорго необходимо протравливать препаратом тирам в дозе 1,5–2 кг/т, расход рабочего раствора – 10 л на тонну семян.

В зависимости от почвенно-климатических условий и использования культуры применяют сплошные рядовые посевы с междурядьями 15 см, широкорядные – с междурядьями 30, 45, 60, 70, 90 см.

Наибольшее распространение в производстве получил пунктирный способ посева с междурядьем 70 см. Широкорядный способ посева эффективен при возделывании высокорослых сортов и гибридов на зерно и силос.

При выращивании сорго на зерно низкорослых сортов целесообразен сплошной рядовой способ посева с междурядьями 15 см и нормой высева 0,8–1,2 млн всхожих семян на гектар. Однако сплошной рядовой посев требует чистых от сорной растительности полей и обязательного внесения гербицидов.

К посеву сорго приступают, когда почва на глубине заделки семян прогреется до 10–15 °С.

Для засушливых условий Астраханской области считаем, что наиболее оптимальные температурные условия для прорастания и развития растений сорго наступают во второй декаде мая. Семена ранних сроков посева дают изреженные всходы и сильнее угнетаются сорняками [4, 5].

Одним из важных приемов агротехники сорго является правильная глубина заделки семян при посеве. Она зависит от крупности семян, от механического состава почвы. Оптимальная глубина заделки семян сорго в условиях орошения Астраханской области на аллювиально-луговых почвах составляет 4–5 см. На супесчаных и других легких почвах посев необходимо проводить на глубину 6–8 см.

Норма высева семян сорго в различных зонах колеблется в довольно широких пределах (от 2,5 до 30 кг/га) и зависит от условий произрастания, целей возделывания, способов посева [4, 5].

По итогам исследований с нормами высева сахарного сорго в условиях орошения дельты р. Волги получены следующие результаты: наибольший урожай зеленой массы при широкорядном способе с междурядьем 70 см получен при посеве нормой 500 тыс. всходов, семян – 669 ц/га; при широкорядном способе с междурядьем 45 см получен при посеве нормой 650 тыс., семян – 880 ц/га; при рядовом посеве и норме 800 тыс. га – 682 ц/га.

В почвенно-климатических условиях Астраханской области силосное сорго рекомендуется сеять широкорядным способом с междурядьями 70 и 45 см и нормой высева 500–650 тыс. всхожих семян на гектар, а зерновое – 350–450 тыс./га.

Большая роль в формировании величины и качества урожая принадлежит сорту. Сорты интенсивного типа требуют для реализации высокого потенциала урожайности оптимального агрофона, благоприятных погодных условий, точного выполнения агротехнических мероприятий.

*Юбилейное* – сорт зерно-силосного направления. Выведен в ГНУ «Всероссийский НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства».

Для определения точной дозы внесения удобрений следует учитывать содержание элементов питания в почве на каждом конкретном поле. С этой целью проводят почвенную диагностику, что значительно повышает экономический эффект от применения минеральных удобрений.

Прибавку урожая сорго обеспечивает применение микроудобрений: марганца ( $MnSO_4$ ) – 8–10 кг/га, цинка ( $ZnSO_4$ ) – 10–12 кг/га, ( $CuSO_4$ ) – 6–8 кг/га, которые вносятся с основными удобрениями или в подкормку при первой междурядной обработке для внекорневой подкормки: бора – 50, меди – 75, марганца – 50, цинка – 25 на 1 га; при обработке семян: бора – 10, меди – 30, марганца – 18, цинка – 12 на 1 ц.

В условиях орошения Астраханской области минеральные удобрения в дозе N90, P60 и органические в виде перепревшего навоза в количестве 10–15 т/га дают ощутимую прибавку урожая.

Установлено, что удобрения не только повышают продуктивность сорго, но и улучшают качество корма. На удобренных участках растения лучше развиты, имеют интенсивную темно-зеленую окраску и сохраняют сочность стеблей и зеленую окраску до заморозков [7].

Азотные удобрения способствуют бурному росту, замедляют созревание и повышают содержание гликозидов. Фосфорные удобрения снижают процент содержания синильной кислоты и ускоряют созревание, калийные придают растениям устойчивость к полеганию.

Навоз, фосфорные и калийные удобрения лучше вносить осенью под зяблевую вспашку. Азотные – весной, часть в виде основного удобрения под перепахку и часть в виде подкормки под первую культивацию.

При посеве в оптимальные сроки кондиционными семенами всходы сорго появляются на 7–8 день.

Агротехнические приемы по уходу за посевами в условиях орошения включают слепопосевное прикатывание, боронование до всходов и по всходам, 1–2 культивации.

Установлено, что прикатывание посевов уплотняет почву, повышает влажность и температуру верхнего слоя, способствует дружному и быстрому прорастанию семян. Для прикатывания используют кольчатые катки, можно применять и водополивные, которые в зависимости от состояния почвы наполняются частично или полностью.

Одним из важнейших приемов по уходу за посевами сорго является боронование до всходов и по всходам. Цель боронования до всходов – уничтожить проростки сорняков, которых бывает много на наших почвах в условиях орошения. Проводить его надо за 3–4 дня до выхода на поверхность проростков сорго, чтобы не повредить их зубьями бороны. Проводят довсходовое боронование поперек и вдоль посевов обыч-

ными боронами. В процессе работы необходимо убедиться, не повреждают ли зубья бороны проростки сорго. Своевременное выполнение довсходового боронования уничтожает от 70 до 90 % сорняков [4, 5, 6].

Боронование по всходам – высокоэффективный прием в борьбе с сорняками. Однако на изреженных посевах и при отсутствии опыта в проведении этого мероприятия можно нанести значительный ущерб посевам.

Боронование по всходам проводится 1–2 раза в зависимости от засоренности и густоты стояния растений. Для этого необходимо использовать легкие бороны в комплексе с трактором ДТ-75 или «Беларусь».

Первое боронование необходимо применять в фазе 3–4 листьев у сорго в дневные часы, когда тургор у растений падает.

В процессе работы необходимо следить за тем, чтобы на зубьях бороны не накапливались пожнивные остатки, комья земли, так как все это способствует повреждению молодых растений сорго.

Боронование проводится чаще всего поперек или по диагонали посевов.

При необходимости проводится второе боронование по всходам в фазе 4–5 листьев у сорго. В эти сроки уничтожаются вновь появившиеся сорняки и оставшиеся невредимыми после первого боронования.

Вслед за боронованием посевов необходимо начать междурядные обработки. Первую междурядную культивацию выполняют на глубине 7–10 см. Учитывая, что в этот период растения сорго слаборазвиты, культивацию необходимо выполнять с большой осторожностью. Если есть угроза присыпания, применяют специальные щитки, устанавливаемые на стойках культиваторов [7].

При наличии большого количества сорняков в посевах необходимо провести вторую культивацию. С окучиванием в рядках это способствует образованию воздушных корней, укреплению сорго и присыпанию сорняков в рядках.

Одновременно с первой культивацией проводят подкормку посевов минеральными удобрениями. Доза зависит от обеспеченности почвы элементами питания, состояния посевов, сорта или гибрида и целей выращивания.

Если из-за погодных условий или из-за изреженности посевов невозможно провести агротехнические мероприятия по борьбе с сорняками, необходимо внести гербициды группы 2,4-Д по вегетирующей культуре.

*2,4-Д, ВР-688 г/л 2,4-Д-кислоты.* Рекомендуется для опытно-производственного применения. Опрыскивают посева в фазе кушения культуры до выхода в трубку. Дозы колеблются от 0,85 до 1,1 л/га препарата. Препарат эффективен против однолетних двудольных сорняков.

*Дезормон, ВР 600 г/л 2,4-Д-кислоты.* Рекомендуется для опытно-производственного применения. Используется для борьбы с однолетними двудольными сорняками в фазе 3–6 листьев культуры. Дозы применения колеблются в пределах 1–1,3 л/га препарата.

*Луварам, ВР 730 г/л 2,4-Д-кислоты.* Рекомендуется для опытно-производственного применения. Эффективен в борьбе с однолетними двудольными сорняками в фазе 3–6 листьев культуры. Применяется в дозе 0,8–1,1 л/га препарата.

При применении гербицидов лучше использовать штанговые опрыскиватели, так как вентиляторные работают с большим расходом жидкости, а сорго чувствительно и не выдерживают повышенных доз препарата.

При хранении запасов семенного материала рекомендуется применять препарат *Арриво*, концентрат эмульсии в дозе 24 мл/т, для опрыскивания зерна против вредителей запасов, кроме клещей. Норма расхода рабочего раствора до 500 мл/т.

Урожай сорго находится в прямой зависимости от сроков количества поливов. Полив необходимо давать при влажности почвы 70 % НВ в слое 0,7 м.

В наших условиях для сорго необходимо 6–8 вегетационных поливов на суглинистых почвах и 8–10 на песчаных.

Оптимальная глубина промачивания почвы под сорго при залегании грунтовых вод на глубине 1–1,5 м составляет 40–50 см, на глубине 2–2,5 м – до 90 см.

При шестикратном поливе первый полив дают сразу после посева, второй – по всходам, третий – в фазе кущения, четвертый – в фазе выметывания, пятый – в фазе цветения и шестой – в фазе молочной восковой спелости.

Поливная норма зависит от фазы развития культуры и должна составлять от 150 до 500 м<sup>3</sup>/га. Максимальное водопотребление сорго происходит в фазе «выход в трубку – выметывание». Недостаток воды в этой фазе грозит недобором урожая.

Раздельную уборку сорго на зерно и семена (при скашивании метелок в валки) можно применять лишь в сухую и теплую погоду. Зерно, убранное комбайнами, очищают и высушивают до влажности 12–13 %. Оставшуюся вегетативную массу убирают силосоуборочными комбайнами.

Можно сушить и на установках активного вентилирования. Необходимо соблюдать правильный режим сушки. На хранение семена засыпают с влажностью 12–14 % слоем 1–1,5 м или в мешки, сложенные штабелями по 5–7 штук.

#### Библиографический список

1. **Базаров, Е. И.** О биоэнергетической оценке машинных технологий / Е. И. Базаров // Докл. ВАСХНИЛ. – 1980. – № 2. – С. 12–16.
2. **Головин, А. А.** Управление ресурсосбережением в сельском хозяйстве: сб. докл. / А. А. Головин // Ресурсосберегающие технологии земледелия. – Курск, 2005. – С. 101–103.
3. **Жученко, А. А.** Теория и практика адаптивной интенсификации растениеводства / А. А. Жученко // Экономика сельского хозяйства. – 1985. – № 5. – С. 13–24.
4. **Кадралиев, Д. С.** Подбор сортов, сроков, способов и норм посева сахарного сорго при орошении: сб. / Д. С. Кадралиев // Ресурсосберегающие основы орошаемого земледелия. – Астрахань, 2003. – С. 78–86.
5. **Кадралиев, Д. С.** Сроки сева сорго в орошаемых условиях Астраханской области / Д. С. Кадралиев, Г. В. Гуляева, О. Ю. Ткачева // Мат-лы III научно-практич. конф. молодых ученых и аспирантов. – Астрахань, 2006. – С. 59–61.
6. **Коринец, В. В.** Системно энергетическая оценка возделывания кормовых культур (по энерго циклу): метод. рек. / В. В. Коринец, Д. С. Кадралиев, Е. Н. Григоренкова [и др.]. – Астрахань, 2006. – 26 с.
7. **Новиков, Ю. Ф.** Энергобаланс АПК и биоэнергетика агросистем / Ю. Ф. Новиков // Докл. ВАСХНИЛ. – 1984. – № 5. – С. 7–9.

УДК 581.5

### ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ

*Эльдафрави Басем Мохамед*, аспирант кафедры агрономии

*Байрамбеков Шамиль Байрамбекович*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии

*Екимов Сергей Вассильевич*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии

Астраханский государственный университет

414000, г. Астрахань, ул. Шаумяна, 1,

тел./факс (8512) 22-82-64, e-mail: eldefrawy78@yahoo.com<sup>1</sup>, e-mail: vniioab@kam. astranet.ru<sup>2</sup>

*Картофель – важнейший продукт питания. В условиях Астраханской области большой вред его посадкам наносит колорадский жук.*

*Повреждения этим вредителем могут достигать 50–70 %. Возникла необходимость подбора новых экологически безопасных препаратов для природно-климатической зоны области. На фоне контроля без обработки использовались 5 препаратов.*

*Максимальная эффективность уничтожения колорадского жука и наибольшая урожайность картофеля получена при обработке препаратом Актара. Стандартность картофеля на всех вариантах была одинаковой.*

**Ключевые слова:** инсектициды, урожайность картофеля, колорадский жук, меры борьбы.

**PROSPECTS OF IMPROVING POTATO YIELD THROUGH THE USE OF INSECTICIDES**  
*El-Dafrawy Basem M., Baerembekov Sham B., Ekimov Sergey V.*

*Potatoes is one of the most important food crops; greatly in Astrakhan region and Colorado beetle damages it.*

*The damage can be as high as 50–70 %. The need of recruiting new environmentally safe chemical products for the natural-climatic zones of the field appeared. 5 insecticides were used against the background of the control without treatment.*

*The maximum efficiency of the destruction of Colorado beetle, and the highest yield of potatoes are available when applying insecticide Aktara. Standards of potatoes in all variants were the same.*

**Key words:** *Insecticides, standards of potatoes, potato Colorado beetle.*

Картофель – это один из важнейших продуктов повседневного питания человека. Пищевое, кормовое, техническое и медицинское значение картофеля определяется химическим составом его клубней. В них, в зависимости от сорта и условий выращивания, содержится от 13 до 36 % сухих веществ, из которых 8–29 % приходится на крахмал и 0,7–4,6 % – на сырой протеин. По калорийности клубни картофеля в 2–4 раза выше других продуктов растительного происхождения и менее, чем вдвое, уступают яйцу и говядине. Сок сырого картофеля является природным лечебным средством, он находит самое широкое применение в консервной и колбасном производствах, в текстильной промышленности и является одним из важнейших видов сырья для выработки глюкозы и спирта. Картофель, как пропашная культура в полевом севообороте, является неплохим предшественником для многих сельскохозяйственных культур.

Фитосанитарная нестабильность агроценозов и, в частности, картофеля, в значительной мере определяется наличием вредителей и болезней, способных к массовому размножению и распространению на огромных территориях. К числу фитофагов, вызывающих нередко чрезвычайные ситуации в растениеводстве, оправданно отнесен колорадский жук. Проблема защиты растений от данного вредителя в России приобрела государственное значение, так как потери урожая картофеля, вызванные колорадским жуком, в 1995–1999 гг. достигли 40–50 % и оцениваются в несколько миллиардов рублей. С появлением этого фитофага на Европейском континенте на разработку мер борьбы с ним и их реализацию затрачены огромные средства, но острота этой проблемы не была снята до последнего времени.

Большой вред посадкам картофеля наносит колорадский жук и в природно-климатической зоне дельты р. Волги Астраханской области. Потери картофеля от повреждения колорадским жуком в отдельные годы достигают 50–70 %.

В настоящее время надежной защитой посадок картофеля от данного вредителя является применение инсектицидов. В конце 90-х гг. хороший эффект получили от применения перитроидов, однако вредитель стал проявлять к ним устойчивость. Возникла необходимость подбора новых экологически безопасных препаратов, которые способствовали бы снижению (уничтожению) данного вида вредителей и в результате этого приводили бы к повышению урожайности картофеля и максимальному сохранению полезной энтомофауны (гернстобионтов колорадского жука).

**Применение инсектицидов на посевах картофеля  
с целью повышения его урожайности**

Высокая численность и вредоносность колорадского жука на пасленовых культурах и, в первую очередь, картофеле требуют систематического проведения защитных мероприятий, и поэтому химический метод борьбы с этим вредителем до сих пор находит широкое применение.

Появление пиретроидов после многолетнего использования хлор-, а затем фосфорорганических соединений в борьбе с колорадским жуком рассматривалось как открытие новой перспективной группы инсектицидов. Высокая начальная инсектицидная активность при низких нормах расхода, с фотостабильностью, ускоренная и относительно невысокая токсичность для теплокровных способствовали их быстрому внедрению в сельскохозяйственное производство и создали возможность вести успешную борьбу с колорадским жуком, в том числе и с его устойчивыми популяциями.

ми. По продолжительности токсического действия пиретроиды превосходят фосфорорганические соединения в 2–3 раза, благодаря чему появилась возможность сокращения кратности обработок против колорадского жука. Высокая биологическая эффективность этих пиретроидов достигается даже при таких жестких условиях, когда заселенность растений близка к 100 %, а средняя численность вредителя превышает 30 особей на один куст.

В настоящее время разработан обширный ассортимент инсектицидов, кроме того применение их легко доступно и рентабельно.

Эти препараты отличаются друг от друга механизмом действия, нормами расхода, сроками применения, кратностью обработок, сроками ожидания и рядом других характеристик.

В рекомендациях по борьбе с вредителями, болезнями и сорной растительностью на посевах сельскохозяйственных культур определены параметры порогов экономической вредоносности колорадского жука на посадках картофеля в условия Астраханской области (табл. 1).

Таблица 1

**Экономический порог вредоносности в условиях области**

| Время проведения учетов и обработок | Экономические пороги вредоносности ЭПВ                     |
|-------------------------------------|--|
| Всходы до 10–12 см                  | 5 % заселенных жуками кустов                               |
| При высоте растений 15–25 см        | 5–10 жуков на 100 растений<br>10 кладок яиц на 10 растений |
| Бутонизация                         | 10 % заселенных личинками растений                         |
| Цветение                            | 15 % заселенных личинками растений                         |
| После цветения                      | 20 % заселенных личинками растений                         |
| В течение вегетации                 | 20–30 % поврежденных листьев                               |

Рекомендованы определенные инсектициды для борьбы с колорадским жуком. Однако из-за высокой численности вредителя обработки против него приходится повторять каждые два–три дня, что нередко приводит к привыканию жука к ядам. Так, препараты, используемые против колорадского жука, такие как *Децис*, *Фастак*, *Фьюри*, *Суми-альфа*, высокоэффективные в недалеком прошлом, в настоящее время показывают эффективность в пределах 38–50 %. В настоящее время высокую эффективность показывают такие препараты, как *Регент*, *Банкол*, *Актара* и ряд других.

Целью наших исследований явилось изучение биологической эффективности новых инсектицидов в борьбе с колорадским жуком с целью снижения порога его вредоносности и повышения урожайности картофеля.

Исследования проводились в 2008 г. в Камызякском районе на полях ЗАО Племзавод «Юбилейный» в условиях дельты р. Волги. Почвы опытного участка – аллювиально-луговые, легкосуглинистые, слабозасоленные; содержание гумуса – 1,8–2,2 %; рН водн. – 6,8; содержание азота – 58,8 мг/кг; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 80 мг/кг; K<sub>2</sub>O – 284 мг/кг.

На посадках районированного сорта картофеля *Кондор* испытывались 4 новых инсектицида в сравнении с эталонным препаратом *Регент* и контрольным вариантом без применения обработок.

К первой обработке посадок картофеля приступили, когда картофель находился в фазе начала бутонизации, а количество личинок третьего возраста достигало в среднем 3–5 штук на один куст.

Из таблицы 2 видно, что все испытанные инсектициды показали достоверную разницу, в сравнении с контролем, в снижении численности вредителя и в связи с этим повреждаемости растений картофеля, что в конечном итоге сказалось на повышении урожайности картофеля на обработанных вариантах.

Биологическая эффективность эталонного варианта, где применяли *Регент* в дозе 0,025 кг/га, была на уровне 100–99,5 % в течение суток и 75 % на 17 сутки после обработки. Препарат *Актара* показал 100–90 % эффективности на период 14 суток и 81 % на 17 сутки после обработки.

Таблица 2

**Эффективность инсектицидов против колорадского жука на картофеле (сорт Кондор)**

| Вариант/препарат                       | Норма расхода препарата, л/кг/га | Снижение численности с поправкой на контроль, % по суткам после |        |        |       |              |       |       | Урожайность т/га | Стандартность % |
|--|----------------------------------|---|--------|--------|-------|--------------|-------|-------|------------------|-----------------|
|  |                                  | I обработки   |        |        |       | II обработки |       |       |                  |                 |
|  |                                  | 3   | 7      | 14     | 17    | 3            | 7     | 14    |                  |                 |
| 1. Контроль                            | –                                | (7,7)   | (14,0) | (10,8) | (3,2) | (0,8)        | (7,0) | (3,2) | 4,6              | 92,6            |
| 2. Регент, ВДГ<br>2 обработки (эталон) | 0,025                            | 100,0   | 100,0  | 99,5   | 75,0  | 100,0        | 92,0  | 58,0  | 13,8             | 96,3            |
| 3. Конфидор, ВРК<br>1 обработка        | 0,1                              | 100,0   | 99,9   | 99,9   | 52,0  | 2,0          | 73,0  | 0,0   | 14,1             | 97,7            |
| 4. Актара, ВДГ<br>2 обработки          | 0,06                             | 100,0   | 99,4   | 90,0   | 81,0  | 100,0        | 100,0 | –     | 15,8             | 97,8            |
| 5. Моспилан, РП<br>1 обработки         | 0,03                             | 100,0   | 99,0   | 98,0   | 99,2  | 100,0        | –     | –     | 11,8             | 97,6            |
| 6. Сонет, КЭ<br>1 обработки            | 0,2                              | 100,0   | 100    | 96,0   | 94,0  | –            | –     | –     | 13,6             | 97              |

Примечание: в контроле показаны абсолютные величины – шт. на 1 растение.

*Конфидор* в дозе 0,1 л/га на период 14 суток показал эффективность от 100 до 99 %, однако на 17 сутки его эффективность снизилась до 52 %, у инсектицида *Моспилан* токсичность в пределах 100–99,2 % продолжала наблюдаться на период 20 суток после обработки. *Сонет* в дозе 0,2 л/га обеспечивал техническую эффективность в борьбе с колорадским жуком от 100 до 83 % на период 20 суток.

Визуальный анализ растений картофеля в период его вегетации на контрольном варианте показал, что их листовая поверхность была значительно объедена личинками и имаго колорадского жука; их количество превышало экономический порог вредоносности и достигало более 14 штук на одно растение картофеля, что в конечном итоге привело к значительному снижению урожайности, составившей лишь 4,6 т/га.

По результатам испытания установлено, что наибольшая урожайность картофеля (15,8 т/га) была получена при обработке данной культуры инсектицидом *Актара* с нормой расхода 0,06 кг/га, что выше на 11,2 т, по сравнению с контрольным вариантом, и на 1,7–4 т/га, по сравнению с другими обработанными вариантами, которые, в свою очередь, превосходили по урожайности на 7,2–9,5 т/га контрольный вариант.

Следует отметить, что стандартность картофеля на всех вариантах была практически одинаковой.

Урожайность картофеля на варианте с обработкой препаратом *Актара* была на 2 т/га выше по сравнению с вариантом, где обработка проводилась *Регентом*, который был принят за эталон.

**Библиографический список**

1. **Бондаренко, Н. В.** Общая и сельскохозяйственная энтомология / Н. В. Бондаренко. – Л. : Агропромиздат, 1991. – С. 91–123.
2. **Вилкова, Н. А.** Биологический фактор экспансии колорадского жука / Н. А. Вилкова, С. Р. Фасулати, Н. В. Кандыбин, А. Г. Коваль // Защита и карантин растений. – 2001. – № 1. – С. 19–23.
3. **Долженко, В. И.** Современные методы и средства защиты картофеля от колорадского жука / В. И. Долженко // Мат-лы Междунар. научно-практич. конф. (22–24 февраля 2000 г.). – М. : РАН центр и «Биоинженерия», 2000. – Т. 1. – 65 с. – (Сер. Генетическая инженерия и экология).
4. **Рекомендации** по борьбе с вредителями, болезнями и сорной растительностью на посевах сельскохозяйственных культур и прогноз появления их в хозяйствах Астраханской области. – Астрахань, 2006. – 51 с.

УДК 635. 652

### ОБРАЗЦЫ КОЛЛЕКЦИИ ВИР – ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ВИГНЫ В УСЛОВИЯХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Гуркина Мария Владиславовна**, аспирант кафедры агрономии  
Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,  
тел. (85145) 90-377, 89275833667, e-mail: m.gurkina-08@mail.ru

*Вигна, или коровий горох, – культура пищевого и кормового направления. В пищу употребляются семена и зеленые бобы. Семена коровьего гороха обладают хорошими вкусовыми качествами, высокой питательностью (содержат 24–28 % белка, крахмал, 1,5–2 % жира). Спаржевая вигна характеризуется длинными, до 90 см, свисающими бобами, неправильно изогнутыми. Вигна – тепло- и влаголюбивое растение. Как наиболее засухоустойчивая из бобовых овощных культур, вигна представляет особый интерес для возделывания в условиях Астраханской области. Объектом изучения стали 105 образцов вигны коллекции ВИР, полученные из стран Европы, Америки и Юго-Восточной Азии. Исследования проводили на Астраханской опытной станции ВНИИР им. Н.И. Вавилова в 2006–2008 гг. В результате изучения генетического разнообразия вигны были выделены ценные генотипы по ряду селекционных признаков, таких как высокая продуктивность, скороспелость, пригодность к механизированному возделыванию, устойчивость к болезням. Выделенные источники хозяйственно-ценных признаков вовлечены в селекционные программы по созданию сортов, пригодных для возделывания в условиях Астраханской области.*

**Ключевые слова:** коровий горох, длинные бобы, засухоустойчивость, исходный материал для селекции, Астраханская область.

### SAMPLES OF VIR COLLECTION AS AN INITIAL MATERIAL FOR SELECTION VIGNA UNDER CONDITIONS OF ASTRAKHAN REGION

*Gurkina Mariya V.*

*Vigna, or cow peas, is a culture of a food and fodder direction. Seeds and green beans are used as food. Seeds of the cow peas possess good flavouring qualities, high nutritiousness (contain 24–28 % of fiber, starch, 1,5–2 % of fat). Vegetable vigna is characterized by long, up to 90 cm, the hanging down beans incorrectly bent. Vigna is a warm moisture-loving plant. As most drought-resistant of leguminous vegetable cultures, vigna represents special interest for cultivation in conditions of Astrakhan region. Object of study were 105 steel samples vigna collections VIR received from the countries of Europe, America and Southeast Asia. Researches were carried out in Astrakhan experimental station VNIIR named after N.I. Vavilov in 2006–2008. As a result of studying a genetic variety of vigna valuable genotypes on a number of selection attributes, such as high efficiency, precocity, suitability to the mechanized cultivation, stability to illnesses have been allocated. The allocated sources of economic-valuable attributes are involved in selection programs on creation of grades, suitable for cultivation under conditions of Astrakhan region.*

**Key words:** cow peas, long beans, drought resistance, initial material for selection, Astrakhan region.

Вигна, или коровий горох, – культура пищевого и кормового направления. В пищу употребляются семена и зеленые бобы. Семена коровьего гороха обладают хорошими вкусовыми качествами, хорошей разваримостью, высокой питательностью (содержат 24–28 % белка, крахмал, 1,5–2 % жира). Семена используют в супах и холодных закусках. Незрелые сочные зеленые бобы спаржевых сортов едят отваренными в соленой воде. Они идут на приготовление различных диетических блюд. Зеленая масса, а также стебли после уборки идут на корм скоту. Дробленые, запаренные семена – ценный белковый концентрат для молодняка. Вигну широко культивируют как сидеральную культуру, после нее остается до 300 кг/га азота. Культура вигны

охватывает области тропических и субтропических широт. Мировая площадь под этой культурой составляет свыше 5 млн га. Основные посевы сосредоточены на Африканском континенте. На небольших площадях эту культуру возделывают в США, Мексике, Колумбии, Китае, Японии и Египте, в СНГ – в Закавказье, на Северном Кавказе, на юге Украины, в Средней Азии. Род *Vigna* объединяет 124 вида. В культуру введен вид *Vigna unguiculata* L., который подразделяют на 3 подвида: *Sinensis* L. – китайская вигна, *Cylindricus sticrm* – африканская вигна, *Sesquipedalis* U. – длинноплодная спаржевая вигна. Центр происхождения вигны – Африка. Вигна – однолетнее бобовое растение. Характером роста и тройчатыми листьями коровий горох похож на фасоль, стебли прямые или стелющиеся, длиной от 20 до 250 см. Листья крупные, темно-зеленые, длинночерешковые. Соцветия с 2–8 розовыми, фиолетовыми цветками. Масса 1000 семян, в зависимости от подвида, изменяется от 60 до 350 г. Китайская вигна имеет более крупные семена и свисающие бобы до 30 см. У африканской вигны плоды торчащие, длиной 7–13 см. Спаржевая вигна характеризуется длинными, до 90 см, свисающими, неправильно изогнутыми бобами. Вигна – тепло- и влаголюбивое растение. Семена ее начинают прорасти при температуре 12 °С. Оптимальная температура в период вегетативного роста, цветения и налива семян составляет 24–28 °С. Вигна хорошо переносит атмосферную засуху, однако неустойчива к почвенной, наиболее требовательна эта культура к влаге в период цветения – формирования бобов. К почвам вигна не предъявляет повышенных требований, хорошо растет как на кислых, так и на глинистых карбонатных почвах.

Как наиболее засухоустойчивая из бобовых овощных культур, вигна представляет особый интерес для возделывания в условиях Астраханской области. Целью наших исследований является комплексное изучение коллекционных образцов вигны спаржевого типа и выделение источников хозяйственно-ценных признаков для дальнейшего вовлечения их в селекционные программы по созданию сортов, пригодных для выращивания в орошаемых условиях Нижнего Поволжья. Объектом изучения стали 105 интродукционных образцов вигны коллекции ВИР, полученные из стран Европы, Америки и Юго-Восточной Азии. Исследования проводили на Астраханской опытной станции ВНИИР им. Н.И. Вавилова в 2006–2008 гг. Станция расположена в зоне недостаточного увлажнения. Лето жаркое, сухое, среднесуточная температура воздуха самого жаркого месяца июля составляет 25–26 °С. Осадки выпадают редко, преимущественно в мае–июне и носят ливневый характер, возможны продолжительные засухи. Почвы опытного участка – аллювиально-луговые, суглинистые, тяжелые по механическому составу. Предшественник – рис. Подготовка почвы и агротехника соответствовала требованиям культуры и рекомендациям для возделывания овощных пропашных культур в Астраханской области. Посев во второй декаде мая по схеме 140 × 10 см, глубина заделки семян – 4 см. Опыт заложен в 3 повторениях, учетная площадь делянки составила 6,8 м<sup>2</sup>. В течение вегетации проведены шесть поливов дождеванием нормой 250–300 м<sup>3</sup>, две механизированные обработки междурядий. Учеты, наблюдения и анализы проводили по методикам, разработанным в ВИР [1]. Оценку сортообразцов проводили по основным хозяйственно-ценным признакам: продолжительности вегетационного периода, продуктивности, устойчивости к болезням, качеству боба, характеру роста и пригодности к механизированной уборке.

По продолжительности вегетационного периода растения отличаются большим диапазоном: от раннеспелых до позднеспелых. По данному признаку образцы вигны разделены на 4 группы: раннеспелые – вегетационный период 65–75 дней, среднеспелые – вегетационный период 78–87 дней, среднепоздние – вегетационный период 90–105 дней, позднеспелые – вегетационный период 105–120 дней. Более предпочтительными в экономическом отношении являются раннеспелые и среднеспелые сорта, так как формируют урожай в короткие сроки. Образцы к-636, к-638, к-639, к-640, к-642, к-803, к-817, к-818, к-866, к-867, к-869, к-1290, к-1473, к-863, к-487 выделены как самые скороспелые, полный вегетационный период их составил 65–72 дня.

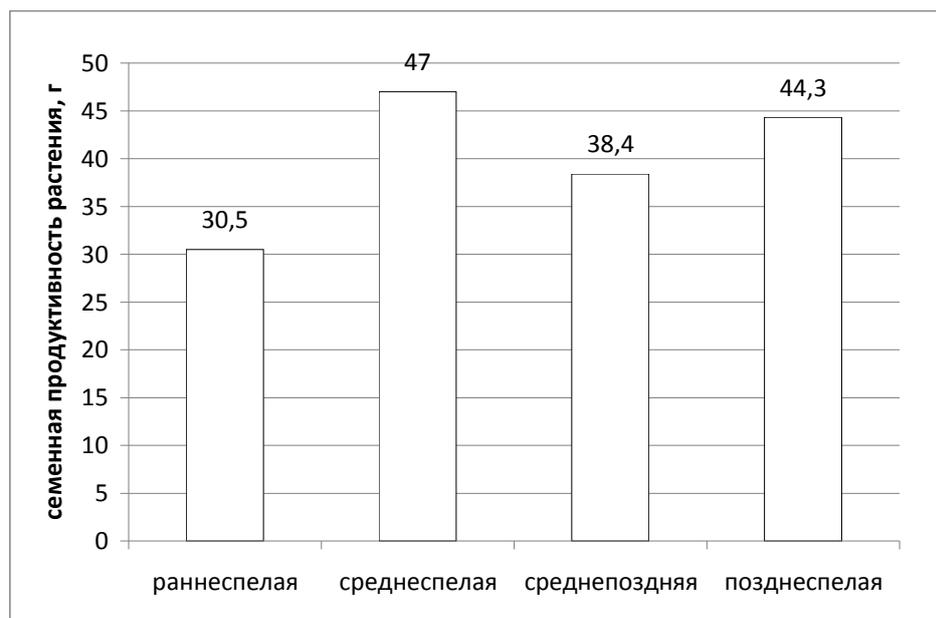


Рис. Семенная продуктивность образцов вигны по группам спелости

Вигна считается культурой, индетерминантной по характеру роста, вьющейся, стелющейся или раскидистой по типу куста, длина стебля при этом может достигать 3 м. Однако возделывание таких сортов требует опор, что трудно выполнимо в полевых условиях. В результате изучения были выделены образцы полукустового типа, формирующие рыхлый куст с короткими (60–80 см) ветвями: к-579, к-636, к-639, к-861, к-869, к-873, к-1290, к-1473, к-1657. Эти образцы могут быть использованы как источники в селекции на пригодность к механизированной уборке.

Основным слагаемым элементом урожайности сельскохозяйственных культур является продуктивность растения, в наших опытах семенная продуктивность вигны варьировала у различных образцов от 10 до 90 г с одного растения. На рисунке показано изменение продуктивности образцов вигны (средняя по группе) в зависимости от продолжительности вегетации. Образцы: к-42, к-141, к-449, к-568, к-668, к-885, к-953, к-1048, к-1090, к-1264, к-1544, к-1658 с продуктивностью 60–90 г являются генетическими донорами высокой семенной продуктивности.

Для спаржевых образцов вигны *V. unguiculata* определяющим является наличие пергамент и волокна в створках бобов. Высокие показатели по этому признаку не дают возможность использовать образец на овощные цели, т.е. отсутствие пергамент и волокна более предпочтительно. В наших исследованиях наличие или отсутствие пергамент и волокна отмечали в полевых условиях в стадии технической спелости путем разламывания бобов, при этом использовали следующую классификацию: показатель «0» – отсутствие признака; «1» – незначительное количество; «2» – значительное количество. В коллекции хорошими показателями качества бобов (0–1, 1–0, 1–1) отмечены 55 образцов. Лучшими по качеству бобов с показателем «0»–«0» отмечены образцы: к-127, к-607, к-803, к-860, к-868, к-873, к-874, к-1036, к-1089, к-1566. Спаржевые образцы вигны образуют бобы длиной от 25 до 80 см. Образцы к-42, к-141, к-516, к-607, к-868, к-1036, к-1089, к-1091, к-1124, к-1566 выделились по длине боба, которая составляет 60–80 см.

Важным условием получения высоких урожаев является устойчивость сорта к болезням, вредителям и абиотическим факторам внешней среды. В условиях Астраханской области наибольший вред наносит вирусная болезнь – обыкновенная мозаика (*Phaseolus virus 1*). В коллекции вигны выделены 15 образцов, устойчивых в пораже-

нию обыкновенной мозаикой: к-636, к-638, к-639, к-642, к-802, к-803, к-818, к-820, к-840, к-863, к-866, к-867, к-869, к-1290, к-1299. В таблице дана краткая характеристика образцов вигны, выделившихся по комплексу признаков.

Таблица

**Перспективные образцы спаржевой вигны из коллекции ВИР (2006–2008 гг.)**

| № по каталогу<br>ВИР | Откуда получен | Продолжительность<br>вегетации, дней | Продуктивность<br>семян 1 растения, г | Длина стебля, см | Длина боба, см | Масса<br>1000 семян, г |
|----------------------|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------|----------------|------------------------|
| 636                  | Китай          | 74                                   | 34                                    | 60               | 40             | 195                    |
| 642                  | Китай          | 74                                   | 48                                    | 70               | 40             | 185                    |
| 803                  | Китай          | 64                                   | 14                                    | 70               | 20             | 110                    |
| 866                  | Китай          | 72                                   | 34                                    | 90               | 30             | 140                    |
| 869                  | Китай          | 69                                   | 24                                    | 50               | 25             | 155                    |
| 873                  | Китай          | 76                                   | 35                                    | 55               | 50             | 165                    |

В результате изучения генетического разнообразия вигны были выделены ценные генотипы по ряду таких селекционных признаков, как высокая продуктивность, скороспелость, пригодность к механизированному возделыванию, устойчивость к болезням. Выделенные источники хозяйственно-ценных признаков вовлечены в селекционные программы по созданию сортов, пригодных для возделывания в условиях Астраханской области.

**Библиографический список**

1. **Казанцева, В. Н.** Биологические особенности и продуктивность новых для Туркмении бобовых растений – вигны и долихоса : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. Н. Казанцева. – Ашхабад, 1978. – 27 с.
2. **Коварский, А. Е.** Новые зернобобовые в Молдавии / А. Е. Коварский. – Кишинев, 1948. – 74 с.
3. **Павлова, А. М.** Вигна / А. М. Павлова // Каталог мировой коллекции ВИР. – Л., 1972. – Вып. 80. – 29 с.

УДК 615.322:615.074

### КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ И ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЧАЙНОМ НАПИТКЕ «ЛОФАНТОВЫЙ»

**Великородов Анатолий Валерьевич**, профессор, доктор химических наук, заведующий кафедрой органической и фармацевтической химии

**Федорович Владимир Васильевич**, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии

**Тырков Алексей Георгиевич**, профессор, доктор химических наук, заведующий кафедрой неорганической и биоорганической химии

**Ковалев Вячеслав Борисович**, ассистент кафедры органической и фармацевтической химии

Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,  
тел./факс (8512) 22-82-64, e-mail: avelikorodov@mail.ru

*В статье приведены результаты количественного определения суммарного содержания флавоноидов и фенольных соединений в чайном напитке «Лофантовый», приготовленном на основе зеленого китайского чая «Принцесса Нури» и листьев лофанта анисового в соотношении 1:1. В процессе разработки методик количественного определения установлены: экстрагент – 60%-ый этиловый спирт, и время экстракции. Определены разведения, необходимые для количественного определения как суммы фенольных соединений, так и суммы флавоноидов. Рассчитаны метрологические характеристики методик из результатов анализа образца чайного напитка в 11 независимых повторах. Полученные экспериментальные результаты будут использоваться при создании технических условий для чайного напитка «Лофантовый».*

**Ключевые слова:** лофант анисовый, флавоноиды, фенольные соединения, адсорбционная спектроскопия.

### QUANTITATIVE DETERMINATION OF FLAVONOIDS AND PHENOLIC COMPOUNDS IN TEA DRINK “LOFANTOVY”

*Velikorodov Anatoly V., Tyrkov Alexey G., Fedorovich Vladimir V., Kovalev Vyacheslav B.*

*In this article results of quantification of the total contents of flavonoids and phenolic compounds in the tea drink “Lofantovy” prepared on the basis of green Chinese tea “Princess Nuri” and leaves of Lophanthus anisatus Benth. in the 1:1 ratio are resulted. During development of techniques of quantitative definition it was established: extractant is 60 % ethanol and time of extraction was defined. Cultivations necessary for quantitative definition, both for the sum of phenolic compounds, and for the sum of flavonoids are determined. Metrological characteristics of techniques from results of the analysis of a sample of a tea drink in 11 independent repetitions are designed. The received experimental results will be used for creation of specifications on tea drink “Lofantovy”.*

**Key words:** *Lophanthus anisatus Benth.*, flavonoids, phenolic compounds, adsorption spectroscopy.

В последние годы в России существенно возрос интерес к лофанту анисовому, улучшенному украинскими селекционерами [6].

По данным биохимических исследований, лофант является мощнейшим иммуностимулятором пролонгированного действия, равных которому в растительном мире пока не обнаружено. В отличие от женьшеня, его воздействие на организм носит более мягкий и пролонгирующий характер, т.е. его лекарственные свойства нарастают постепенно и продолжают длительное время. Самое главное его достоинство состоит в том, что он, воздействуя непосредственно на иммунную систему, заставляет ее более активно воздействовать на наши секреторные органы и, следовательно, поднимать наши внутренние защитные силы.

Все части растения содержат более 0,5 % эфирного масла, незначительные количества алкалоидов, холин, флавоноиды – рутин, кверцитрин, астрагалин, кемпферол-гликозиды, дубильные вещества (до 0,05 %), аменгофлавонол, аскорбиновую, кофейную, лимонную, яблочную и хлорогеновые кислоты [2]. Эфирное масло получают методом гидродистилляции из свежего сырья. Это легкоподвижная, слегка желтоватая жидкость. В ее состав входят: анетол, борнеол, камфен, линалоол, мимол, милонен, пинен, терпинен, тилхавикол, цинеол. Препараты из лофанта способствуют укреплению и повышению иммунитета, восстанавливают силы после нервных расстройств, при воспалительных процессах в желудочно-кишечном тракте, болезнях печени и мочевыводящих путей, при лечении ОРЗ, бронхитов, пневмонии и бронхиальной астме. Гель из листьев лофанта хорошо излечивает кожные заболевания, вызванные грибками.

В содружестве с Всероссийским научно-исследовательским институтом орошаемого бахчеводства (ВНИИОБ) и НПП «Вулкан» нами разработана рецептура чайного напитка «Лофантовый» и проведены исследования его на общее содержание фенольных соединений и флавоноидов.

Флавоноиды являются продуктами жизнедеятельности растений. Им присуще всеобщее распространение в растительном мире. Они являются необходимыми и активными участниками клеточного обмена, выполняют функции регуляторов роста, развития и репродукции растений. Интерес к флавоноидам очень велик ввиду присутствующего им широкого спектра биологической активности. Они входят в состав многих препаратов растительного происхождения, называемых фитопрепаратами, к которым в настоящее время проявляется пристальное внимание как к наиболее безопасным лекарственным средствам [5]. Флавоноиды исключительно многогранны. В равной мере они интересны как объекты изучения в ботанике, фармакогнозии, фитохимии и особенно в фармации и медицине.

Основные группы семейства флавоноидов представлены ниже на схеме (рис. 1).

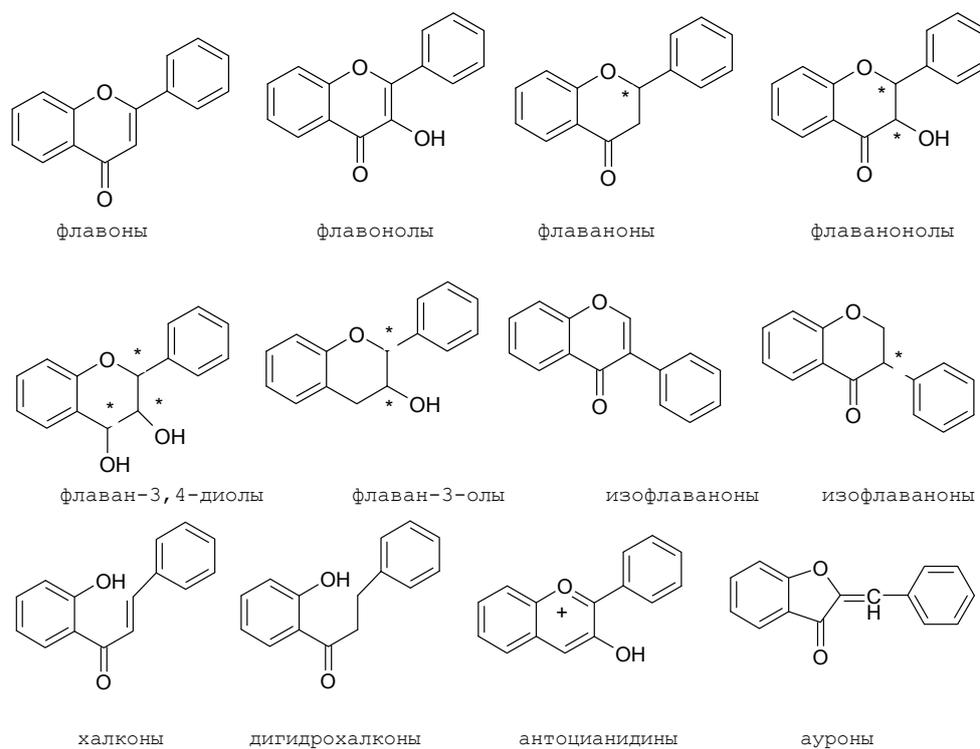


Рис. 1. Основные группы флавоноидов

Обнаружение флавоноидов в растительном материале, оценка общего количественного содержания и выявление доминирующих групп и/или отдельных соединений, расшифровка компонентного состава – такие основные вопросы обычно возникают в процессе любого исследования флавоноидов в разнообразных областях науки и практики. Получение на них адекватных ответов представляет собой трудоемкую задачу, решение которой базируется на обязательном использовании химических и физико-химических методов. Не будет преувеличением сказать, что во всем мире работы по установлению химического строения и способам анализа флавоноидов по насыщенности современными инструментальными физико-химическими методами находятся на передовых рубежах науки.

Для анализа флавоноидов применяют тонкослойную хроматографию [3], высокоэффективную жидкостную хроматографию [4] и адсорбционную спектроскопию [1, 3].

В целом для флавоноидов характерно поглощение в УФ-видимой области спектра (210–600 нм). Спектр поглощения флавоноидного соединения содержит, как правило, две полосы: одна из них в низкочастотной (210–290 нм) части – полоса II, другая – в более длинноволновой (320–380 или 490–540 нм для антоцианидинов) части – полоса I.

Положение полос поглощения служит в некоторой степени характеристическим признаком отдельных групп флавоноидов. Так, флаваноны и флаванолы отличаются от других групп флавоноидов положением полосы II в области 270–290 нм и наличием полосы I в виде плеча при 310–330 нм, в то время как для флавонов и флавонолов специфическим признаком служит положение полосы I в области 320–355 и 340–385 нм соответственно. Для халконов характерно положение полосы II в несколько более длинноволновой области.

Адсорбционная спектроскопия флавоноидов досконально изучена, и выявленные закономерности широко используются в целях идентификации и установления строения новых соединений. Особенно информативной является процедура добавления шифт-реагентов, каждый из которых предназначен для выявления определенных «диагностических» признаков в структуре исследуемого соединения. После добавления шифт-реагента в исходном спектре происходит сдвиг полос поглощения, и по характеру этих изменений делается вывод о наличии (или отсутствии) в соединении определенных структурных фрагментов.

### Экспериментальная часть

Электронные спектры записаны на спектрофотометре Cary 100 Scan фирмы Varian.

Количественное определение фенольных соединений и флавоноидов в чайном напитке «Лофантовый» проводили по следующей методике.

Около 2,0 г (точная навеска) препарата помещают в плоскодонную колбу вместимостью 100 мл и прибавляют 50 мл спирта этилового 60%-го. Колбу с содержимым взвешивают с точностью до второго знака и кипятят на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 2 часов. Полученный экстракт охлаждают до комнатной температуры, взвешивают и при необходимости доводят массу 60%-ом этиловым спиртом до первоначальной. Полученное извлечение фильтруют через беззольный фильтр (синяя полоса, раствор «А»). Аликвоту (5 мл) раствора «А» помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл, доводят объем раствора до метки 60%-м этиловым спиртом (раствор «Б»).

Определение фенольных соединений в пересчете на галловую кислоту.

Аликвоту (1 мл) раствора «Б» помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл и доводят объем раствора до метки 60%-м этиловым спиртом. Измеряют оптическую плотность полученного раствора при длине волны 272 нм в кюветах с толщиной слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения используют 60%-ый этиловый спирт.

Содержание суммы фенольных соединений в процентах, в пересчете на галловую кислоту рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{D \cdot 10 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 100}{a \cdot 5 \cdot 1 \cdot 508 \cdot 1000} = \frac{D \cdot 25000}{a \cdot 508}$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; 508 – удельный показатель поглощения галловой кислоты; a – навеска препарата в граммах.

**Определение флавоноидов.** По 5 мл раствора «Б» помещают в две мерные колбы вместимостью 50 мл. В первую колбу прибавляют 2 мл 3%-го раствора хлористого алюминия в этиловом спирте. В обеих колбах доводят объем растворов 60%-го этилового спирта до метки. Через 40 минут измеряют оптическую плотность раствора из первой колбы к длине волны 389 нм в кюветах с толщиной слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения используют раствор из второй колбы.

$$X = \frac{D \cdot 10 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 100}{a \cdot 10 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 401 \cdot 1000} = \frac{D \cdot 5000}{401 \cdot a}$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; 401 – удельный показатель поглощения комплекса лютеолин-7-глюкозида с хлористым алюминием; α – навеска препарата в граммах.

В водно-спиртовом извлечении препарата в области 200–500 нм УФ-спектра (рис. 2) имеется максимум поглощения при длине волны 272 нм и плечо в области 300–330 нм. Максимум поглощения при 272 нм обусловлен наличием фенольных соединений. Данный максимум можно использовать для их количественного определения, при этом пересчет содержания проводить на удельный показатель поглощения галловой кислоты, равный 508.

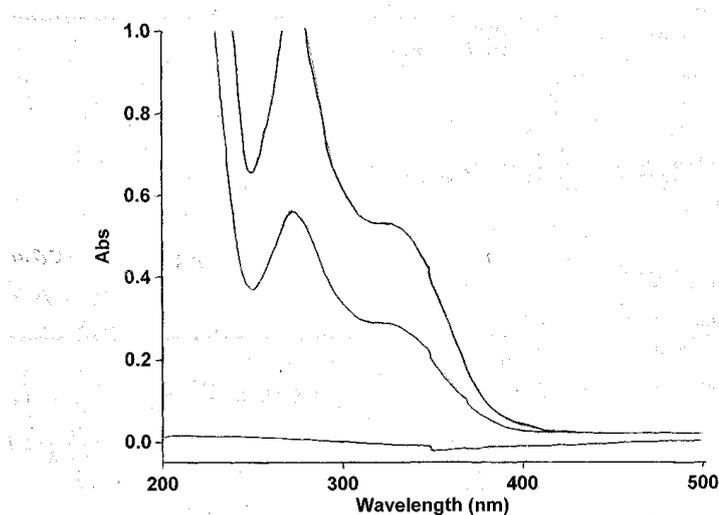


Рис. 2. Электронный спектр фенольных соединений (экстракт чайного напитка «Лофантовый»)

Проведение цветной реакции водно-спиртового извлечения препарата с хлористым алюминием позволяет проводить количественное определение суммы флавоноидов, при этом в УФ-спектре (рис. 3) образовавшийся комплекс флавоноидов с хлористым алюминием имеет максимум поглощения при длине волны 389 нм.

Расчет содержания суммы флавоноидов предлагается производить в пересчете на удельный показатель поглощения комплекса лютеолин-7-глюкозида с хлористым алюминием, равный 401.

В процессе разработки методик количественного определения установлены: экстрагент – 60%-ый этиловый спирт, и время экстракции на кипящей водяной бане. Определены разведения, необходимые для количественного определения как суммы фенольных соединений, так и суммы флавоноидов.

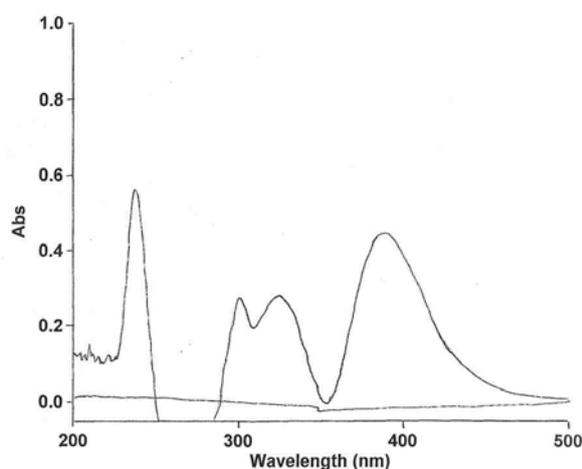


Рис. 3. Электронный спектр флавоноидов (экстракт чайного напитка «Люфантовый»)

Рассчитаны метрологические характеристики методик из результатов анализа одного образца препарата в 11 независимых повторях (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Метрологические характеристики методики  
количественного определения суммы фенольных соединений**

| F  | X    | S      | P  | T (p : f) | $\Delta X$ | $\epsilon$ |
|----|------|--------|----|-----------|------------|------------|
| 11 | 2,74 | 0,6352 | 95 | 2,23      | 0,1416     | 5,17       |

Таблица 2

**Метрологические характеристики методики  
количественного определения суммы флавоноидов**

| F  | X     | S      | P  | T (p : f) | $\Delta X$ | $\epsilon$ |
|----|-------|--------|----|-----------|------------|------------|
| 11 | 13,60 | 2,4273 | 95 | 2,23      | 5,4129     | 3,98       |

Полученные экспериментальные результаты будут использованы при создании технических условий для чайного напитка «Люфантовый». В нормативную документацию предлагается включить норму содержания суммы фенольных соединений не менее 12 %, а содержание суммы флавоноидов – не менее 2 %.

**Библиографический список**

1. **Безуглова, Т. В.** Изучение химического состава люфанта анисового, сизигиума и семян лотоса каспийского / Т. В. Безуглова, А. В. Великородов, М. А. Епинетов // Тез. докл. III Всерос. конф.-школы «Высокореакционные интермедиаты химических реакций» (ChemInt, 2008). – М. – Астрахань : Изд-во хим. фак-та МГУ им. М. В. Ломоносова. – 2008. – С. 11.
2. **Блажей, А.** Фенольные соединения растительного происхождения / А. Блажей, Л. Шутый ; пер. со словацкого А. П. Сергеева. – М. : Мир, 1977. – 239 с.
3. **Георгиевский, В. П.** Биологически активные соединения лекарственных растений / В. П. Георгиевский, Н. Ф. Комисаренко, С. Е. Дмитрук. – Новосибирск : Наука, 1990. – 333 с. – (Сиб. отд-ние).
4. **Сычев, С. Н.** Высокоэффективная жидкостная хроматография как метод определения фальсификации и безопасности продукции / С. Н. Сычев, В. А. Гаврилина, Р. С. Музалевская. – М. : ДеЛи принт, 2005. – 148 с.
5. **Тюкавкина, Н. А.** Органическая химия : в 2-х кн. / Н. А. Тюкавкина, С. Э. Зурабян, В. Л. Белобородов ; под ред. Н. А. Тюкавкиной. – М. : Дрофа, 2008. – Кн. 2: Специальный курс. – 592 с.
6. **Charles, D. J.** Characterization of the essential oil Agastache species / D. J. Charles, J. E. Simon, M. P. Widrechner // J. Agric. Food Chem. – 1991. – Vol. 39, № 11. – P. 1946–1949.

УДК 663.88

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ТРАДИЦИОННЫХ РАСТЕНИЙ  
И НОВОГО ДЛЯ РОССИИ РАСТЕНИЯ – ЛОФАНТА АНИСОВОГО  
(*LOPHANTHUS ANISATUS* BENTH.)**

*Халед Абдельдаейм Абделаиз Абделаал*, аспирант кафедры биологии и экологии растений

*Великородов Анатолий Валерьевич*, профессор, доктор химических наук, заведующий кафедрой органической и фармацевтической химии

*Тырков Алексей Георгиевич*, профессор, доктор химических наук, заведующий кафедрой неорганической и биоорганической химии, декан химического факультета

*Фурсов Виктор Николаевич*, профессор кафедры агрономии, доктор биологических наук

Астраханский государственный университет

414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,

тел./факс (8512) 22-82-64, e-mail: khaled\_elhaies@yahoo.com

*В статье проанализированы литературные данные по химическому составу и применению эфирных масел традиционных эфирно-масличных растений, а также приведены результаты собственных экспериментальных исследований по выделению эфирного масла из лофанта анисового, нового для России растения. Изучена зависимость содержания эфирного масла от срока вегетации, сорта лофанта анисового и от типа наземной части растения. Найдено, что наибольший выход эфирного масла, полученного методом паровой дистилляции, наблюдается из соцветий растения. Определены некоторые физико-химические константы эфирного масла (показатель преломления и плотность). Методом газожидкостной хроматографии изучен количественный состав эфирного масла лофанта анисового, и показано, что он практически не зависит от сорта лофанта и от типа наземной части.*

**Ключевые слова:** эфирные масла, лофант анисовый, паровая перегонка, химический состав.

**APPLICATION OF VOLATILE OILS OF TRADITIONAL MEDICINAL PLANTS  
AND A NEW PLANT IN RUSSIA (*Lophanthus anisatus* Benth.)**

*Khaled Abd El-Daiem A.A., Velikorodov Anatoly V., Tyrkov Alexey G., Fursov Victor N.*

*In this paper we analyzed the literature data on chemical composition and application of volatile oils conventional ether-oil plants, and also showed the results of their experimental studies on the provision of volatile oils from *Lophanthus anisatus* Benth. (a new plant in Russia). The dependence of the content of volatile oils from the vegetation period of *Lophanthus anisatus* Benth. It was revealed that the highest yield essential oil is obtained by steam distillation, in plant cauliflowers.*

*Some physico-chemical constants of volatile oils (refractive index and density) were defined. The method of gas-liquid chromatography was used for studying quantitative composition of volatile oils oil *Lophanthus anisatus* Benth., and it showed that it almost does not depend on the type of *Lophanthus anisatus* Benth.*

**Key words:** volatile oils, *Lophanthus anisatus* Benth., steam distillation, chemical composition.

Лофант анисовый – новое растение для России и Астрахани. История его интродукции показана в наших ранних работах [14, 15].

Из-за наличия большого количества эфирного масла и активных биологических веществ лофант анисовый является сильным биостимулятором, он используется для оздоровления организма человека [8, 16, 17], для увеличения продуктивности и лечения домашних животных от различных заболеваний.

Лофант богат эфирными маслами, витаминами. Отвары из него укрепляют иммунитет, помогают при простудных и желудочно-кишечных заболеваниях. Надземная часть растения содержит эфирное масло, обуславливающее приятный запах, поэтому лофант анисовый широко используют в качестве приправы [21].

Листья и соцветия лофанта анисового содержат эфирное масло со своеобразным и довольно сильным ароматом аниса и фенхеля. Это масло состоит из многих компо-

нентов, в зависимости от их соотношения запах отдельных видов лобанга может быть анисовым, анисово-фруктовым, анисово-мятным. Эфирное масло лобанга анисового обладает бактерицидными, уникальными лекарственными свойствами, а по своему действию лобанг подобен женьшеню. Он снижает кровяное давление, регулирует обмен веществ, уничтожает болезнетворные бактерии.

Эфирные масла многих растений сильно воздействуют на сознание и особенно заметно меняют настроение при ингаляции. Вот почему методы ароматерапии так полезны при лечении нервозности, тревожных состояний, депрессии и всех сопутствующих этому расстройств. Некоторые масла оказывают седативный, успокаивающий эффект, другие, наоборот, выступают стимуляторами умственной и физической активности. Отдельные масла прекрасно помогают, когда надо сосредоточить внимание, именно они обычно входят в состав благовоний для медитации. Есть масла, повышающие сексуальную активность, они употребляются в качестве афродизиаков.

Ароматы действуют на рецепторы клеток внутри носовой полости, которые через обонятельный нерв связаны с областью головного мозга, и, таким образом, контролируют эмоции и память. Является ли ответный сигнал головного мозга всецело зависящим от особенностей состава того или иного масла, с уверенностью сказать нельзя, но мозг, стимулируемый запахами, начинает вырабатывать и выделять в кровь особые вещества. Некоторые из этих веществ, например, серотонин, способствуют расслаблению и погружению в сон, другие оказывают стимулирующие воздействие. Еще одна группа химических веществ, которые могут вырабатываться в ответ на запах эфирных масел – эндорфины. Они являются так называемыми внутренними опиатами, т.е. подавляют боль и дают ощущение благополучия. Можно сказать, что это «вещества хорошего самочувствия».

Эфирные масла – летучие жидкие смеси органических веществ, вырабатываемые растениями и обуславливающие их приятный запах. Это концентрат ароматов в жидком виде. Выделение растениями ароматических веществ – физиологическая реакция, рассматриваемая как общее явление, характерное для всех живых организмов: бактерий, растений, насекомых, животных. Они служат для защиты растений от поражения грибами, вирусами, вироидами, бактериями, вредителями, от поедания животными, для привлечения насекомых-опылителей, предохранения от перегрева днем и переохлаждения ночью, повышения энзиматических процессов.

В большинстве случаев эфирные масла – бесцветные или желтоватые прозрачные жидкости, но встречаются и окрашенные растворенными в них пигментами (масло ромашки – голубое, жасмина – красноватое, горькой полыни – зеленоватое, базилика – желтое, пачули – коричневое и т.д.). Температура кипения – 160–240 °С; температура кристаллизации – от +17 до -30 °С. Под воздействием света и кислорода осмоляются. Для эфирных масел характерна значительная летучесть. Они практически нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в жирах, растительных маслах, эфире, спирте высокой концентрации, смешиваются во всех соотношениях с жирами и жирными маслами.

По своим свойствам и химической природе эфирные масла резко отличаются от жирных растительных масел тем, что улетучиваются при нормальной температуре и не оставляют пятен на тканях, бумаге, хотя легкое окрашивание возможно, если эфирное масло имеет цвет.

Качество эфирного масла зависит от способа производства, зон произрастания эфирномасличного растения, времени сбора, периода хранения. При добыче эфирного масла из растения важно соблюдать щадящий температурный режим, отказаться от химических веществ, увеличивающих объем, но снижающих качество аромаэссенций, использовать дикорастущие культуры.

Характеризует качество эфирного масла также процент кислородонасыщенных углеводов в составе. Чем этот процент выше, тем сильнее масло будет раздражать кожу. Процесс уменьшения кислородосодержащих углеводов называется *детерпенизацией* и выражается в фракционированной перегонке, уменьшающей количество эфирных масел, по сравнению с первоначальным, на 95 %. Главная особен-

ность эфирных масел в том, что они легко растворяются в жирах (липидах), составляющих основу клеточных мембран. Учитывая, что мембраны клеток определяют все процессы в живых организмах, обеспечивают синхронность работы всех биохимических реакций и взаимодействия клеток, то становится ясным, почему эфирные масла так сильно влияют на процессы в биологических тканях.

Вторая особенность эфирных масел – это их пахучесть. Запах эфирных масел (аромат) – очень сложное физическое и биологическое явление. Каждое химическое вещество, входящее в состав эфирного масла, обладает разными силой и качеством запаха.

Физиологически процесс восприятия запаха происходит на уровне взаимодействия хеморецепторов с пахучим веществом. При этом первичный процесс заключается в растворении пахучего вещества в жировой оболочке рецептора (мембране). Это приводит к изменению свойств мембраны, изменению электрических свойств bipolarной молекулы фосфолипида, образующего мембрану и, как следствие, к изменению потенциала нервного окончания.

Полученный нервный импульс под действием этого потенциала формирует сигнал, который в результате обработки в головном мозге воспринимается как запах определенного качества и силы. При этом следует обратить внимание на тот факт, что процесс обоняния является одним из самых старых защитных функций организма, существует почти много лет и лишь немного моложе возникновения самой старой – иммунной системы. Достаточно сказать, что обонятельные гены рецептора содержатся фактически во всех человеческих хромосомах и связаны со всеми функциями организма. Таким образом, ароматические компоненты запахов, воздействуя на рецепторы, запускают в действие многочисленные биохимические процессы, тесно связанные с функционированием человеческого организма.

В мире насчитывается около 3000 ароматических растений, однако в ароматерапии широко применяются около 300 различных эфирных масел, которые активно используются и оказывают лечебное действие, чьи свойства хорошо изучены. Это не говорит о том, что дома необходимо иметь все 300 масел.

Эфирные масла характеризуются следующими общими свойствами:

- обладают бактерицидным, антисептическим и противовоспалительным действием, положительно воздействуют на нервную систему;
- благотворно воздействуют на сферу эмоций и психическое здоровье;
- обладают выраженными косметическими и дерматологическими достоинствами;
- обновляют механизм саморегуляции в организме, имеют биоэнергетическую ценность;
- 70 % эфирных масел быстро устраняют дефекты кожи после ожогов и травм;
- 65 % эфирных масел обладают обезболивающими свойствами, являются эротическими стимуляторами; благотворно влияют на функции и состояние органов дыхания;
- 50 % эфирных масел нормализуют функции и состояние органов кровообращения; целебно воздействуют на систему пищеварения;
- 30 % эфирных масел очищают организм от шлаков, нейтрализуют яды; восстанавливают и повышают активность иммунной защиты организма; оптимизируют работу желез внутренней секреции, нормализуя гормональный фон организма; совершенствуют опорно-двигательный аппарат нашего организма.

В пищевой промышленности эфирные масла используются в производстве напитков, кондитерских и ликероводочных изделий, жевательных резинок, колбас, соусов в хлебопечении, в консервной и рыбной промышленности. Наиболее широко в пищевой промышленности используются следующие эфирные масла.

*Анетоловое масло* используется в пищевой промышленности как вкусоароматическая добавка с анисовым вкусом для различных продуктов питания и напитков. Используется также для маскировки вкуса, как отхаркивающее, успокаивающее и стимулирующее средство при лечении кашля. Его применяют также в производстве косметических продуктов. В больших количествах анетол притупляет чувствительность. Обычно его считают безопасным для употребления внутрь веществом.

Анетолу приписывают антисептическое, бактерицидное, ветрогонное, противодерматитное, отхаркивающее, фунгицидное, инсектицидное, стимулирующее пищеварение действие, активность в профилактике начальных раковых заболеваний. Неоднократно появлялись противоречивые сообщения об эстрогенном действии природных изомеров анетол. Анетол обладает структурным сходством с адреналином, норадреналином и допамином, чем, вероятно, объясняется его симпатомиметический эффект. Растения, содержащие анетол (фенхель, анис, бадьян), традиционно используются при проблемах с весом, лактацией и пищеварением.

*Мятное масло* используется в производстве кондитерских изделий (карамель, пряники), квасов, безалкогольных напитков; *анисовое масло* и натуральный анетол – при консервировании и хлебопечении, в кондитерских изделиях.

*Апельсиновое масло* применяют в пищевых ароматизаторах и эссенциях для кондитерских изделий; *ваниль* – при изготовлении кондитерских изделий, мороженого, йогуртов, шоколада; базиликовое, кориандровое; *лавровое масло* – при консервировании и в мясной кулинарии и т.д.

*Розмариновое масло* получается из вечнозеленого кустарника *Rosmarinus officinalis*. Сухие листья даматского розмарина дают от 1,4 до 1,7 % масла, сухие листья французского растения – 2 %, а его же цветы – 1,4 %. Составными частями масла являются: пинень, камфень, цинеоль, камфора и борнеоль. Розмариновое масло имеет очень обширное применение в парфюмерии, и продажа его всегда обеспечена, если оно обладает даже только порядочным запахом и не фальсифицировано.

*Масло обыкновенной ромашки* получается из *Anthemis nobilis* (римская ромашка), растения из семейства Сложноцветных. Масло заключается в цветках, которые в свежесушенном состоянии употребляются для выгонки масла паровым или огневым способом. Главными составными частями масла являются эфиры изобутил-, амид- и гексилизомаляные, ангеликовые и тиглиновые. Кроме того, из масла выделен спирт, по составу изомерный камфоре, названный антемолом, но ближе не изученный. Употребляется масло римской ромашки исключительно в медицине.

*Розовое масло* получается из нескольких видов розы, а именно: *Rosa damascene*, *Rosa gallica*, *Rosa centifolia*, *Rosa sempervirens*. Из всех этих сортов наибольшее значение имеют *Rosa damascene* и *Rosa centifolia*. Масло заключается у них в лепестках и, отчасти, железистых волосках цветоножки и добывается обыкновенно перегонкой, реже поглощением. Розовое масло имеет огромное применение в парфюмерии, и значение производства его для России очень велико.

*Рутовое масло* получается из полукустарникового растения *Ruta graveolens*. Все зеленые части растения заключают масло; обыкновенно срезаются травянистые верхушки кустов при начале их цветения. Натуральное рутовое масло растворяется в 2–3 ч. 70%-го спирта. Масло руты употребляют в пищевой промышленности при производстве коньяка и восточного ликера, в парфюмерной промышленности. В его состав входят: ундеканон-2 – до 50 %, цинеол, лимонен, карвакрол, каприловая и салициловая кислоты и др.

*Сельдерейное масло* получается из растений (*Apium graveolens* L.). Главную составную часть масла являются углеводороды (до 90 %). Количество эфирного масла в разных частях растения следующее (% сырой массы): в плодах – 2,5–3; листьях – 0,1; в корнях – 0,01. Содержание жирного масла в плодах – 16–17 %. Эфирное масло из плодов – бесцветная жидкость с сильным запахом и вкусом сельдерея. Оно содержит лимонен – 70–80 %, L-селинен – 12–13, смесь спиртов и эфиров – 5 %, седонолид, седановую и пальметиновую кислоты и следы фенолов. Сельдерей благоприятно действует на обмен веществ в организме. Этому способствует высокое содержание в растении каротина, витаминов В, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Е, К, РР, фолиевой кислоты, сахаров, пектиновых веществ, минеральных солей железа, калия, кальция, фосфора, магния, ценных аминокислот, органических кислот, микроэлементов. Наличием солей калия в значительной мере объясняется благотворное влияние сельдерея на сердечно-сосудистую систему, магния – на нервную, железа – на процессы пищеварения.

Сиреневое масло выделяют из сирени (*Syringa vulgaris* L.), общеизвестного кустарника семейства Масличных, он обладает пахучими цветами. Масло употребляется в парфюмери для тонких духов (*Ol. Syringae, Ess. de lilas*). Из цветов сирени способом поглощения получают помаду, а из нее ацетоном экстрагируют твердое воскообразное вещество, представляющее смесь ближе не изученного эфирного сиреневого масла и некоторых смолистых веществ. Для приготовления помады приходится употреблять цветов до 20 фн. белой и до 30 фн. лиловой сирени на фунт жира.

Спиковое масло (*Ol. Spicae; Spikö l; Ess. d'Aspic; Spike oil*) – получается водной перегонкой целого растения благовонного колоска (*Lavandula Spica*), растущего в диком состоянии в Южной Европе и Сев. Африке, разведение которого возможно на южном берегу Крыма и за Кавказом. Запах масла напоминает лаванду, но грубее и имеет какой-то дополнительный запах. Уд. вес – 0,905–0,918;  $\alpha D = + 1^\circ$  и до  $+ 7^\circ$ . Коэффициент обмыливания около 15. Составными частями масла являются: линалол, цинеол, пинен, камфен, камфора, борнеол, терпинеол, гераниол. Сиреневое масло весьма часто фальсифицируется скипидаром и розмариновым маслом. Скипидар легко открывается перегонкой, ибо сиреневое масло кипит выше  $160^\circ$ , а розмариновое масло – методом ацелирования. В натуральном сиреновом масле спиртов содержится не более 15 %, а розмариновое масло содержит их около 30 %. Сиреневое масло применяется в парфюмерии для замены более дорогого лавандового.

Сумбуловое масло (*Ol. Sumbuli, Moschuswurzel-oder Sumbulwurzelöl; Ess. de Sumbul; Sumbul oil*) добывается в количестве 0,2–0,4 % перегонкой с водой мелко измельченного свежего или высушенного объемистого, мясистого корня многолетней травы *Eerula Sumbul* (сем. Зонтичных), родом из Малой Азии, в диком состоянии растущей в некоторых частях Туркестана. Культивироваться *Eerula Sumbul* может во всей Средней и Южной России. Уд. вес – 0,954–0,961; коэффициент обмыливания около 90. Состав масла не изучен. Обладая запахом мускуса, масло находит применение в парфюмерии.

Тимьяновое масло – под этим названием понимаются два совершенно различных сорта эфирных масел: 1) *Ol. Thymi, Thymianöl, Ess. de Thym, Thyme oil*, получаемое перегонкой из листьев и цветов тимьяна душистого (*Thymus vulgaris*), дико произрастающего на сухих местах юга Европы, около Средиземного моря (Прованс и Испания в особенности); 2) *Ol. Serpylli, Quendelöl, Ess. de Serpolet, Wild Thyme oil*, получаемое аквадистилляцией из целиком срезанной во время полного цветения богородичной травки *Thymus Serpyllum*.

Тимьян душистый в России разводится в небольших количествах в садах и огородах в качестве кухонного пряного растения; культура его в широких размерах возможна во всей Новороссии и на Кавказе. Верхушки тимьяна с цветами, листьями и зелеными стеблями срезаются и свежими идут в перегонный куб. Выход масла – 0,4–0,9 %. Во Франции поступают иногда и иначе, срезают тимьян два раза: в мае – молодые побеги без цветов, и в августе – вновь отросшие и цветущие верхушки. Такая двойная резка понижает, однако, достоинство масла, и французское масло поэтому ценится ниже испанского, где отгонка его производится исключительно из цветущих верхушек. Испанское масло отличается от французского масла и по составу. Главная составная часть испанского масла – это карвакрол (50–70 %), а французского – тимол (30 %). Карвакрол и еще одно соединение фенольного ряда подробно не исследованы. Испанское масло тимоло не содержит.

Эфирное масло тимьяна применяют как анестезирующее средство в медицине. Тимоловое употребляют при коклюше, диспепсии, болезнях дыхательных и пищеварительных органов, ревматизме, кожных заболеваниях, а также как тонизирующее и успокаивающее средство.

Широкий ассортимент эфирных масел применяется при производстве ликеров и ароматизированных водок, джинов, бренди, коньяков, а также при производстве безалкогольных напитков. Эфирные масла можно использовать для консервации соков и прохладительных напитков. Так, добавки эфирных масел (розы, мяты, жасмиа) к фруктовым сокам в количестве 5 мг/л продлевают их срок действия до 8 суток. При

этом соки приобретают дополнительные, очень полезные свойства. Розовое масло обладает гепатотропным действием, жасмин тонизирует, мята стимулирует сердечно-сосудистую систему.

Для ароматизации табачных изделий применяются специальные ароматизаторы и эссенции, в состав которых могут входить эфирные масла мяты перечной, кориандра, валерьяны, ванили, пальморозовое масло, абсолютное масло из обработанных бобов тоника, содержащих кумарин, скареол.

В официальной медицине используют многие эфирные масла, душистые вещества, выделенные из эфирных масел, а также сами эфиромасличные растения и ароматные воды. Так, из душистых плодов аниса готовят анисовый сироп, анисовую настойку, нашатырно-анисовые капли. При респираторных заболеваниях дыхательных путей широко применяются ингаляции мятным маслом, эфирными маслами хвойных (пихтовое, сосновое, еловое) растений, эвкалиптовым маслом с высоким содержанием цинеола. Болгарское розовое масло находит применение в стоматологии при лечении кожных заболеваний, герпеса, желчно-каменной болезни. Тимьяновое и *туевое* масла являются сильными возбуждающими средствами, противоположным действием обладает *эфирное масло валерьяны*. *Лавандовое масло* используют как антисептик в мазях и аэрозолях против ожогов.

В лечебной практике часто применяют эфиромасличные растения целиком или их отдельные части (плоды, листья, корни). Из них готовят экстракты, настои, настойки, отвары, чаи, напоры, используя, таким образом, не только эфирные масла, но и другие биологически активные вещества, которыми богаты эти растения.

Эфирные масла обладают рядом важных свойств, весьма ценных для парфюмерии. Во-первых, они являются носителями достаточно стойкого и сильного запаха. Во-вторых, эфирные масла летучи и легко испаряются при комнатной температуре, наполняя окружающий воздух пахучими парами и создавая благоухание. В целом группа натуральных душистых веществ, используемых в парфюмерии, представлена самими эфирными маслами, отдельными фракциями и компонентами эфирных масел, абсолютными маслами, резиноидами, душистыми смолами и бальзамами, а также сырьем животного происхождения.

В косметических изделиях используется около 5 % от мирового производства эфирных масел. Применяются как эфирные масла, так и экстракты ароматических растений в виде конкретов, восков, ароматических вод. Эфирные масла вводятся в косметические изделия, в первую очередь, в состав отдушек, которые должны обладать не только приятным запахом, но и маскировать запах компонентов основы – жиров, растительных экстрактов.

Нами изучено получение эфирного масла из различных частей растения лофанта анисового в зависимости от срока вегетации и от сорта лофанта (белый и фиолетовый) методом паровой дистилляции. Установлено, что наибольший выход эфирного масла, независимо от сорта, наблюдается из соцветий и листьев (0,5–0,7 %) в период цветения этого растения. Эфирное масло лофанта анисового представляет собой легко подвижную жидкость от светло-желтого до желтого цвета.

Полученные образцы эфирных масел были подвергнуты определению показателя преломления и плотности, а также количественному анализу.

Показатель преломления различных образцов эфирного масла лофанта анисового изменялся в незначительных пределах и был равен  $n_D^{20} - 1,4700-1,5200$ . Относительная плотность изменяется в пределах  $d_4^{20} - 0,9360-1,0070$ .

На рисунке представлена хроматограмма эфирного масла лофанта анисового, полученного с помощью хроматографа Shimadzu QP 2010 с масс-селективным детектором. Для идентификации использовали библиотеку масс-спектров NIST 02.

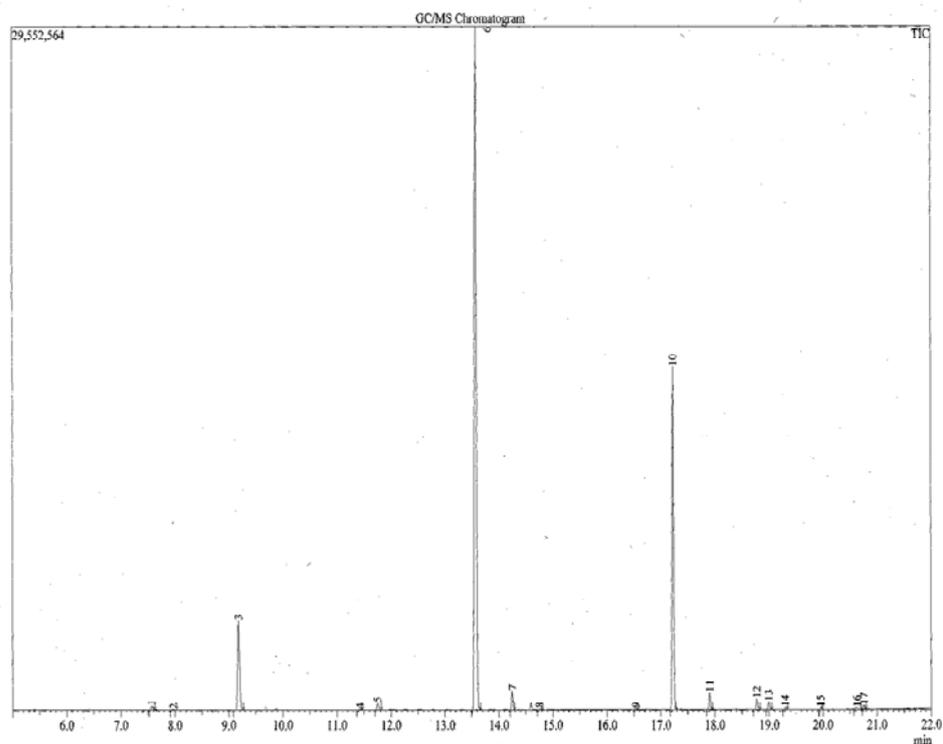


Рис. Хроматограмма эфирного масла лофанта анисового

В таблице приведены идентифицированные в эфирном масле лофанта анисового вещества и дано их количественное содержание.

Таблица

**Количественный состав эфирного масла лофанта анисового**

| Номер пика | Время выхода | Содержание, % | Идентифицированное соединение |
|------------|--------------|---------------|-------------------------------|
| 1          | 7,566        | 0,32          | Амилвинилкарбинол             |
| 2          | 7,965        | 0,06          | β-Мирцен                      |
| 3          | 9,182        | 8,14          | Лимонен                       |
| 4          | 11,421       | 0,07          | Линалол                       |
| 5          | 11,749       | 0,50          | 1-Октенилацетат               |
| 6          | 13,584       | 62,08         | 4-Аллиланизол (метилхволякол) |
| 7          | 14,246       | 1,32          | 1,3,5-триэтилбензол           |
| 8          | 14,749       | 0,12          | Хволякол                      |
| 9          | 16,530       | 0,09          | Изоэвгенол                    |
| 10         | 17,232       | 24,01         | изоэвгенилметилловый эфир     |
| 11         | 17,907       | 1,15          | Кариофиллен                   |
| 12         | 18,771       | 0,80          | Гермакрен D                   |
| 13         | 18,992       | 0,59          | γ-Елемен                      |
| 14         | 19,301       | 0,15          | Δ-Кадинен                     |
| 15         | 19,955       | 0,12          | Гермакрен D-4-ол              |
| 16         | 20,629       | 0,24          | τ-Мууролол                    |
| 17         | 20,756       | 0,24          | α-Кадинол                     |

Как следует из приведенных данных, основными компонентами эфирного масла лофанта анисового являются метилхволякол (62,08 %), изоэвгенилметилловый эфир (24,01 %) и лимонен (8,14 %).

## Библиографический список

1. **Баврина, Т. В.** Рост и образование эфирных масел у полыни лимонной *in vitro* / Т. В. Баврина, А. С. Константинова, Л. Н. Сергеева, О. О. Зальцман // Физиология растений. – 1994. – № 6. – С. 903–906.
2. **Березовская, Т. П.** Эфирные масла некоторых видов полыней / Т. П. Березовская, Р. В. Усыпина, В. И. Великанова, Т. М. Михайлова, В. В. Дудко // Междунар. конгресс по эфирным маслам «Химия и технология эфирных масел и душистых веществ». – Тбилиси, 1968. – Т. 1. – С. 34–39.
3. **Гусев, А. М.** Целебные овощные растения / А. М. Гусев. – М. : МСХА, 1991. – 240 с.
4. **Дебу, К. И.** Эфирные масла: получение, описание, исследование / К. И. Дебу. – 1901. – С. 29–39.
5. **Джиргалова, Е. А.** Биологические ресурсы эфирномасличных растений / Е. А. Джиргалова, Д. Б. Башанкаева // Мат-лы Междунар. научно-практич. конф., посвященной 450-летию г. Астрахани. – Астрахань, 2008. – С. 54–56.
6. **Носов, А. М.** Целебные полевые растения / А. М. Носов. – М. : Эксмо-пресс, 2000. – 256 с.
7. **Октябрьская, Т. А.** Пряные и зеленые культуры / Т. А. Октябрьская. – М. : МСП, 2001. – 247 с.
8. **Прошаков, Ю. И.** Лофант анисовый – двойник женьшеня / Ю. И. Прошаков // Картофель и овощи. – 2002. – № 1. – С. 16–17.
9. **Пустовалова, Н.** Ароматный многоколосник / Н. Пустовалова // Сад и огород. – 2004. – № 5. – С. 13–16.
10. **Рубин, Р.** Чай и целебные травы / Р. Рубин, С. Э. Голд. – М. : Аст, 2007. – 192 с.
11. **Симоненко, А. А.** Лофант анисовый / А. А. Симоненко // Сад и огород. – 2004. – № 5. – С. 12.
12. **Синяков, А. Ф.** Лекарство на грядке / А. Ф. Синяков // Картофель и овощи. – 2002. – № 1. – С. 15–16.
13. **Фурсов, Н. В.** Лофант анисовый – лекарственное растение / Н. В. Фурсов, В. В. Фурсов, В. Н. Фурсов, Х. А. А. Абделаал // Актуальные проблемы современных аграрных технологий : мат-лы III Всерос. науч. конф. студентов и молодых ученых с междунар. участием (АГУ, РФ). – Астрахань, 2008. – С. 107–109.
14. **Фурсов, Н. В.** Новое растение для Астрахани и России / Н. В. Фурсов, В. В. Фурсов, В. Н. Фурсов, Х. А. А. Абделаал // Актуальные проблемы современных аграрных технологий : мат-лы III Всерос. науч. конф. студентов и молодых ученых с междунар. участием (АГУ, РФ). – Астрахань, 2008. – С. 100–102.
15. **Фурсов, Н. В.** Химический состав лопанта анисового / Н. В. Фурсов, В. В. Фурсов, В. Н. Фурсов, Х. А. А. Абделаал // Актуальные проблемы современных аграрных технологий : мат-лы III Всерос. науч. конф. студентов и молодых ученых с междунар. участием (АГУ, РФ). – Астрахань, 2008. – С. 102–104.
16. **Шибает, В. В.** Лофант анисовый : где его можно применять? / В. В. Шибает // Семя. Земля. Урожай. – 2002. – № 4 (157). – С. 17–18.
17. **Шибает, В. В.** Новое в агротехнике лопанта анисового / В. В. Шибает // Семя. Земля. Урожай. – 2002. – № 19 (172). – С. 13.
18. **Ханина, М. Ф.** Эфирное масло *Artemisia lagopus* / М. Ф. Ханина, Е. А. Серых, В. А. Хан // Химия природных соединений. – 1993. – № 2. – С. 303–304.
19. **Режим доступа:** <http://www.5lepestkov.com>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
20. **Режим доступа:** <http://www.eda-server.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
21. **Charles, D. J.** Characterization of the essential oil *Agastache* species / D. J. Charles, J. E. Simon, M. P. Widrechner // J. Agric. Food Chem. – 1991. – № 39 (11). – С. 1946–1949.

УДК 574.64+579.6+579.63+579.26+663.18

## ЭКСПРЕССНЫЙ ПРИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ САХАРОМИЦЕТОВ

**Вятчина Ольга Федоровна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии

**Жданова Галина Олеговна**, аспирант кафедры микробиологии

**Стом Дэвард Иосифович**, доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии беспозвоночных и гидробиологии, заведующий лабораторией водной токсикологии Научно-исследовательского института при ИГУ

Иркутский государственный университет  
664049, г. Иркутск, м-р. Юбилейный, д. 60, кв. 72,  
тел. (3952) 39-31-78, e-mail: stomd@mail.ru

*Разработана новая экспрессная и технически простая методика биотестирования, основанная на способности сахаромицетов к пенообразованию. Тест-реакция позволяет определять как ингибирующее, так и стимулирующее действие ряда веществ. С применением предложенной тест-реакции проведена оценка биологической активности гумата (препарат "Powhumus"), токсичности растворов тяжелых металлов (кадмия уксуснокислого, меди сернокислой, нитрата ртути) и детергентов, являющихся широко распространенными и опасными загрязнителями окружающей среды. Показана корреляция между данными по пенообразованию и показателями ростовой функции сахаромицетов под воздействием исследуемых соединений.*

**Ключевые слова:** биотестирование, *Saccharomyces cerevisiae*, тяжелые металлы, детергенты, гумат.

## EXPRESS METHOD OF THE BIOLOGICAL ANALYSIS OF WATER'S QUALITY WITH THE HELP OF SACCHAROMYCETES *Vyatchina Olga F., Zhdanova Galina O., Stom Devard I.*

*The new express and technically simple technique of biotesting based on ability of saccharomyces to foaming is developed. Test reaction allows to determine both inhibitory and stimulating influence of some substances. With application of the offered test reaction the estimation of biological activity of humate (a preparation "Powhumus", toxicity of solutions of heavy metals (cadmium ethanoate, cuprum sulphate, mercury nitrate) and detergents, which are widespread and dangerous pollutants of environment, is made. The correlation between data of foaming and characteristics of saccharomyces' growth under the influence of compounds investigated is shown.*

**Key words:** biotesting, *Saccharomyces cerevisiae*, heavy metals, detergents, humate.

Разработка экспрессных, технически простых приемов биологического анализа качества вод остается актуальнейшей задачей. Особенно перспективным является использование в качестве тест-объектов микроорганизмов. Однако большинство микробиологических методов трудоемки и длительны. В связи со сказанным цель исследования – проверка возможности использования подъема пены в суспензии пекарских дрожжей при добавлении глюкозы для разработки экспрессной методики биотестирования.

### Методы и объекты исследования

Интенсивность пенообразования определяли следующим образом. Навеску (0,34 г) сухих пекарских дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*; «Саф-Момент», Франция) суспендировали в 5 мл раствора исследуемого соединения, тщательно перемешивали, затем добавляли 2 % глюкозы. Мерную пробирку объемом 10 мл с полученной дрожжевой суспензией помещали в термостат (30 °С) и инкубировали 25 мин. Степень ингибирующего или стимулирующего воздействия тестируемого соединения на дрожжи оценивали

по скорости подъема пены ( $V = \frac{h}{t}$ , где  $V$  – скорость подъема пены, мм/мин;  $h$  – высота столбика пены, мм;  $t$  – время, мин).

Влияние исследуемых веществ на рост штамма дрожжей, выделенного из препарата «Саф-Момент», оценивали по методу Коха, используя для культивирования среду IEPD [1]. Выводы сделаны при вероятности безошибочного прогноза  $P \geq 0,95$ .

### Результаты и их обсуждение

Соли тяжелых металлов ( $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ) снижали скорость подъема дрожжевой пены в концентрациях от 0,00001 % и выше (рис. 1).

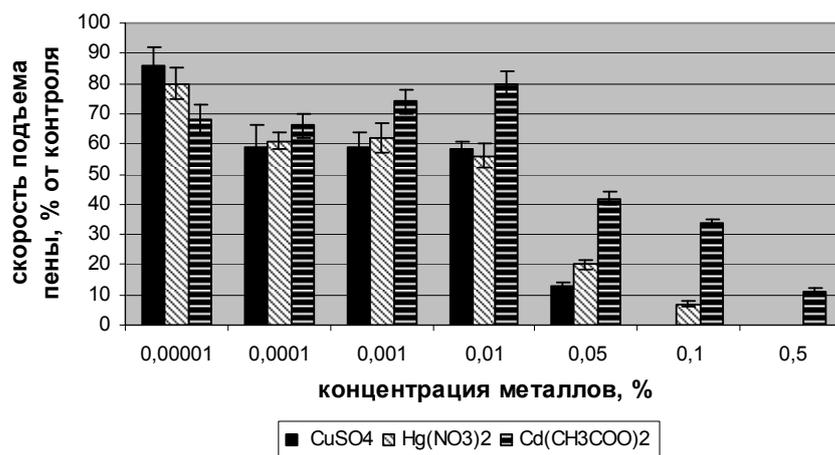


Рис. 1. Воздействие тяжелых металлов на пенообразующую способность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*

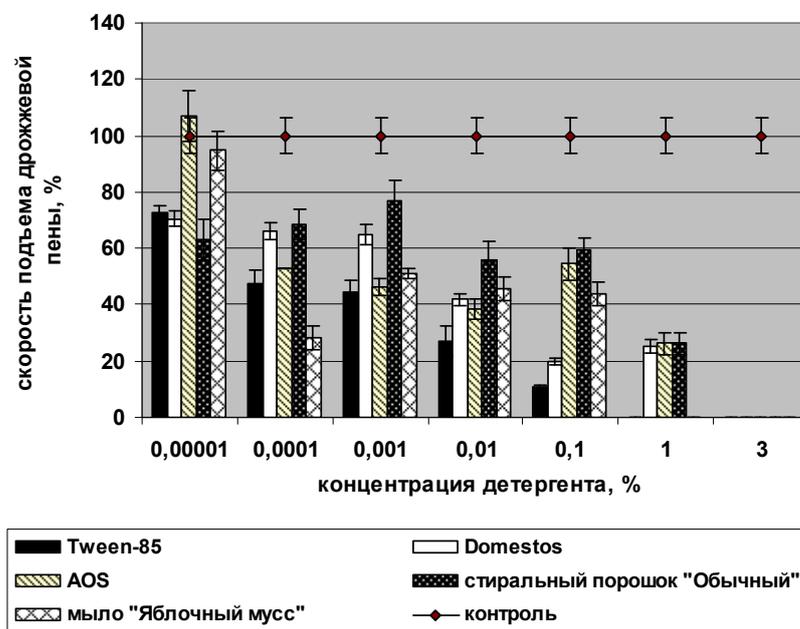


Рис. 2. Влияние детергентов на пенообразующую способность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*

Разработанная тест-реакция приемлема также и для оценки токсичности растворов детергентов, моющих средств в диапазоне концентраций от 0,00001 – 0,0001 % и выше (рис. 2). Tween-85 и жидкое мыло «Яблочный мусс» (ООО «Маграв», Москва) полностью подавляли пенообразование в 1 %, а «Domestos» (ООО «Юнилевер СНГ», Россия) и стиральный порошок «Обычный» (ОАО «Невская косметика», Россия) – при 3%-ной концентрации (рис. 2).

С использованием предлагаемой методики выявлено стимулирующее действие 0,1%-ного и ингибирующий эффект 0,5–3%-ного растворов гумата («Powhumus»).

Данные по пенообразованию достаточно хорошо коррелируют с показателями роста *S. cerevisiae* при добавлении соответствующих концентраций испытуемых солей тяжелых металлов, детергентов и гуматов. Однако оценка воздействия соединений на рост дрожжей требует значительно большего количества времени (сутки и более), в отличие от определения пенообразующей способности *S. cerevisiae* (10–30 мин).

Схожие результаты получены и с другими препаратами сухих дрожжей, в частности фирмы «Пять поваров», ООО «Продсоюз», г. Красноярск.

Таким образом, предложена новая тест-реакция, основанная на определении скорости подъема дрожжевой пены, относительно чувствительная к ряду веществ, позволяющая определять как ингибирующее, так и их стимулирующее действие. Важными достоинствами предлагаемого биотеста являются высокая экспрессность, доступность, дешевизна тест-объекта, в качестве которого могут быть использованы любые препараты сухих пекарских дрожжей, возможность проведения анализа вне микробиологической лаборатории без специального оборудования и подготовки соответствующих специалистов, а также отсутствие необходимости приобретения дорогостоящих питательных сред. При этом тест-объект практически не требует дополнительной активации и выращивания.

Работа выполнена при поддержке совместного Российско-Китайского гранта РФФИ № 06-04-39003 ГФЕНа.

#### Библиографический список

1. **Нетрусов, А. И.** Практикум по микробиологии : учеб. пос. для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук [и др.] ; под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Изд. центр «Академия», 2005. – 608 с.

УДК 639.3.07

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТАНИЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ (НА ПРИМЕРЕ ОРЗ «КИЗАНСКИЙ» И «ЛЕБЯЖИЙ»)

**Дулина Анна Сергеевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры зооинженерии и морфологии животных

Астраханский государственный университет

414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,

тел. (8512) 22-82-64, e-mail: dulina80@mail.ru

*Автором проанализировано питание молоди белуги, русского осетра и севрюги при разведении их в рыбоводных прудах дельты Волги. Установлено, что излюбленным кормовым объектом для молоди осетровых являлся жаброногий рачок – *Streptocephalus torvicornis*. Именно данный вид корма (при наличии его в прудах) занимает более половины пищевого комка в желудках всех видов осетровых. Рачка стрептоцефалюса предпочитала молодь, несмотря на наличие в прудах ее традиционных кормовых организмов – дафний (*Daphnia magna*), хирономид (*Chironomidae*) и диаптомусов (*Diaptomus*). Предлагается вселять жабронога стрептоцефалюса во все рыбоводные водоемы дельты Волги с целью укрепления кормовой базы и повышения их продуктивности.*

**Ключевые слова:** *молодь осетровых, естественные корма, спектр питания, жаброног стрептоцефалюс.*

THE CHARACTERISTIC FEATURES OF FEED OF YOUNG FISHES OF STURGEON  
IN FISH-BREEDING PONDS OF THE VOLGA DELTA  
(BASED ON THE EXAMPLE SFF "KIZANSKY" AND "SWAN'S")

Dulina Anna S.

*The author analyses feed of young fishes of *Huso huso*, *Acipenser gueldenstaedti* and *Acipenser stellatus* at their cultivation in fish-breeding ponds of the Volga delta. It is established that favourite fodder object for young fishes of sturgeon was branchiopod fairy shrimp – *Streptocephalus torvicornis*. The given kind of a forage (at its presence in ponds) occupies more than half food whom in stomachs of all kinds of sturgeon. Fairy shrimp *streptocephalus* preferred young fishes, despite of presence in ponds of its traditional fodder organisms – *Daphnia magna*, *Chironomidae* and *Diaptomus*. It is offered to install branchiopod *streptocephalus* in all fish-breeding reservoirs of the Volga delta with the purpose of strengthening forage reserve and increase their efficiency.*

**Key words:** young fishes of sturgeon, natural forages, a spectrum of a feed, branchiopod *streptocephalus*.

Питание – одна из важнейших функций организма. С пищей в организм поступают энергетические вещества, осуществляющие другие его жизненные функции – развитие, рост, размножение. На самых ранних этапах онтогенеза пищевые потребности рыб удовлетворяются за счет резерва, обеспеченного материнским организмом, – желтка икры. Однако питание желтком кратковременно, и личинки рыб переходят на потребление внешнего корма. У личинок осетровых переход на активное питание сопровождается выбросом меланиновой пробки из анального отверстия. Именно на данном этапе жизненного цикла личинок осетровых пересаживают в выростные пруды. В связи с этим особое значение имеет проблема обеспеченности личинок, а затем и молоди осетровых качественными высококонцентрированными живыми кормами.

Естественный корм является высококонцентрированным источником полноценных и легкоусвояемых белков и богат жиром. В естественной пище рыб содержится большое количество каротиноидов – жирорастворимых пигментов, играющих важную роль в процессах размножения и развития, а также в антиоксидантной системе организма. Последняя способствует повышению устойчивости личинок осетровых к экстремальным воздействиям внешней среды – инфекциям, загрязнению воды, дефициту кислорода и др. – и увеличивает выживаемость молоди.

В настоящее время перед осетровыми рыбозаводными заводами дельты Волги ставится задача – увеличить не только количество выпускаемой молоди, но и индивидуальную массу в целях повышения ее промыслового возраста. Это предполагает тщательный контроль и анализ питания выращиваемой молоди. С этой целью мы провели анализ естественного пищевого рациона самых ценных объектов осетроводства в районе дельты Волги (белуги, русского осетра и севрюги) при подращивании их в прудах рыбозаводов.

Исследования проводили в период с мая по июль 2007 г. на ОРЗ «Кизанский» и с мая по июнь 2008 г. – на ОРЗ «Лебяжий». Контрольные обловы молоди осетровых проводили один раз в 5 дней.

Зафиксированную молодь осетровых доставляли в лабораторию для дальнейшей обработки. Вся обработка материалов по питанию молоди велась количественно-весовым методом – путем подсчета и взвешивания содержимого желудка, согласно рекомендациям, предложенным в книге А.А. Шорыгина «Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря» [3], «Методическому пособию по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях» под редакцией Е.В. Боруцкого [1], а также «Методическому пособию по сбору и обработке гидробиологических проб и материала по питанию молоди в прудах осетровых заводов» [2].

Для характеристики питания было проанализировано на Кизанском ОРЗ – 41 экземпляр молоди белуги, 60 экземпляров молоди осетра и 10 экземпляров молоди севрюги в рыбозаводный сезон 2007 г. На Лебяжем ОРЗ – 46 экземпляров молоди белуги, 68 экземпляров молоди осетра и 13 экземпляров молоди севрюги в рыбозаводный сезон 2008 г.

Питание молоди осетровых, подращиваемой в прудах Кизанского ОРЗ, было представлено несколькими видами кормовых организмов, о которых будет сказано далее.

Основной пищей молоди белуги в выростных прудах Кизанского ОРЗ являлся жаброногий рачок стрептоцефалус (*Streptocephalus torvicornis*), составляя 94,3 % от

общего количества пищи. На втором месте по интенсивности потребления находились личинки насекомых хирономиды (*Chironomidae*) – 4,21 % в пищевом комке. На долю ветвистоусых рачков дафний (*Daphnia magna*) приходилось 1,4 % в пищевом рационе молоди белуги. Незначительным процентом потребления отличались листоногие рачки лептостерии (*Leptostheria*) – 0,06 %. Оставшуюся долю в пищевом спектре молоди белуги занимали группы организмов, объединенных под названием «Прочие»: водоросль (*Volvox*) и щитни (*Lepidurus apus*) – 0,03 %. Это организмы, которые случайно заглатывались рыбой вместе с основными кормами (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика питания молоди белуги, осетра, севрюги в рыбоводных прудах Кизанского ОРЗ (май–июль 2007 г.)**

| Компоненты пищи (% по весу пищи)                                     | Молодь белуги | Молодь осетра | Молодь севрюги |
|--|---------------|---------------|----------------|
| Тип Членистоногие ( <i>Arthropoda</i> )                              |               |               |                |
| Класс Ракообразные ( <i>Crustacea</i> )                              |               |               |                |
| Отряд Голые жаброногие ( <i>Anostraca</i> )                          |               |               |                |
| Вид: стрептоцефалюс ( <i>Streptocephalus torvicornis</i> )           | 94,3 %        | 32,4 %        | 83 %           |
| Отряд Ветвистоусые рачки ( <i>Cladocera</i> )                        |               |               |                |
| Вид: дафния magna ( <i>Daphnia magna</i> )                           | 1,4 %         | 27,6 %        | 6,9 %          |
| Отряд Листоногие рачки ( <i>Phillopoda</i> )                         |               |               |                |
| Вид: лептостерия ( <i>Leptostheria</i> )                             | 0,06 %        | 19,1 %        | –              |
| Класс Насекомые ( <i>Insecta</i> )                                   |               |               |                |
| Отряд Хирономиды ( <i>Chironomidae</i> )                             | 4,21 %        | 20,2 %        | 5,9 %          |
| Прочие: водоросль ( <i>Volvox</i> ), щитни ( <i>Lepidurus apus</i> ) | 0,03 %        | 0,7 %         | 4,2 %          |
| Кол-во исследуемых рыб, экз.   | 41            | 60            | 10             |

Молодь осетра предпочитала две группы кормов: *Streptocephalus torvicornis* и *Daphnia magna*, на долю которых приходилось 32,4 % и 27,6 % от общего количества пищи соответственно. Следующими по интенсивности потребления были *Chironomidae*, составляющие 20,2 % в пищевом комке. Примерно в таком же процентном соотношении молодь осетра поедала *Leptostheria* – 19,1 %.

Также, как у белуги, в питании молоди севрюги преобладал жаброног стрептоцефалюс, который составлял основу пищевого рациона (83,0 %). Небольшим процентом поедания отличались дафнии – 6,9 %. И еще в меньшем количестве молодь осетра поедала хирономид – 5,9 %.

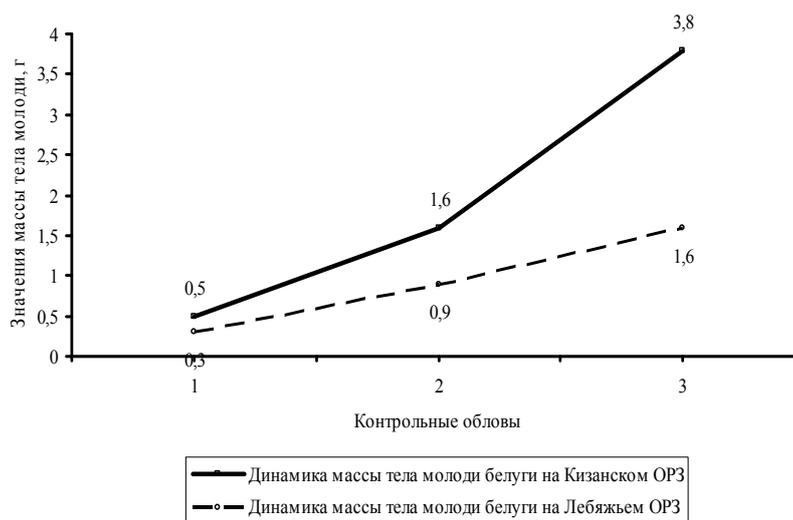


Рис. 1. Динамика массы тела молоди белуги

Таким образом, на Кизанском ОРЗ для всех видов молоди осетровых излюбленным кормовым объектом был жаброног стрептоцефалюс (*Streptocephalus torvicornis*), который занимал, в основном, более половины пищевого комка и обеспечивал высокие индексы наполнения желудков рыб и высокие показатели индивидуальной массы молоди осетровых (рис. 1, 2).

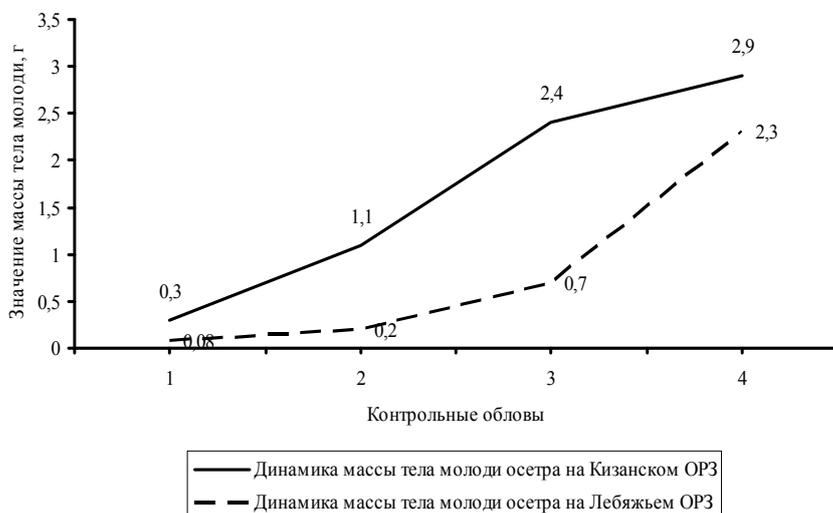


Рис. 2. Динамика массы тела молоди осетра

Видовой состав кормовых организмов молоди осетровых в прудах Лебяжьего ОРЗ отличался от такового в выростниках Кизанского ОРЗ. Из всего видового разнообразия кормовых организмов, обитающих в прудах Лебяжьего ОРЗ, молодь белуги предпочитала свой традиционный корм – ветвистоусых рачков дафний (*Daphnia magna*) – 60,5 %. На втором месте по процентному соотношению в пищевом комке находился веслоногий рачок диаптомус (*Diaptomus*) – 20,1 %. Следующими по количеству потребления были личинки насекомых хирономиды (*Chironomidae*) и коловратки (*Rotatoria*) – 10,2 % и 9,1 % от общего количества пищи соответственно (табл. 2).

Таблица 2

**Характеристика питания молоди белуги, осетра, севрюги в рыбоводных прудах Лебяжьего ОРЗ (май–июнь 2008 г.)**

| Компоненты пищи по весу пищи, %                                      | Молодь белуги | Молодь осетра | Молодь севрюги |
|--|---------------|---------------|----------------|
| Тип Членистоногие ( <i>Arthropoda</i> )                              |               |               |                |
| Класс Ракообразные ( <i>Crustacea</i> )                              |               |               |                |
| Отряд Ветвистоусые рачки ( <i>Cladocera</i> )                        |               |               |                |
| Вид: дафния magna ( <i>Daphnia magna</i> )                           | 60,5 %        | 40,5 %        | 53,3 %         |
| Отряд Веслоногие рачки ( <i>Copepoda</i> )                           |               |               |                |
| Вид: диаптомус ( <i>Diaptomus</i> )                                  | 20,1 %        | 22,3 %        | 21,2 %         |
| Класс Насекомые ( <i>Insecta</i> )                                   |               |               |                |
| Отряд Хирономиды ( <i>Chironomidae</i> )                             | 10,2 %        | 23,7 %        | 10,9 %         |
| Класс Коловратки ( <i>Rotatoria</i> )                                | 9,1 %         | 12,8 %        | 10,4 %         |
| Прочие: водоросль ( <i>Volvox</i> ), щитни ( <i>Lepidurus apus</i> ) | 0,10 %        | 0,7 %         | 4,2 %          |
| Кол-во исследуемых рыб, экз.   | 46            | 68            | 13             |

Основной пищей для молоди осетра также, как и для белуги, были дафнии – 40,5 % от веса пищевого комка. Второстепенное значение в питании молоди осетра имели хирономиды, занимая 23,7 % от общего количества пищи. Чуть меньшее зна-

чение в пищевом рационе молоди осетра имел диаптомус – 22,3 %. Коловратки составили почти 13 % в пищевом комке.

Все те же виды кормов присутствовали и в желудках молоди севрюги. Наиболее потребляемым кормом являлась *Daphnia magna* – 53,3 %; на втором месте также, как у молоди белуги, находился *Diaptomus* – 21,2 %. Хириномидам (*Chironomidae*) принадлежало третье место по интенсивности выедания (10,9 %), и почти в таком же количестве севрюга поедала коловраток (10,4 %).

Основными кормовыми объектами осетровых в прудах Кизанского и Лебяжьего ОРЗ являлись: жаброногий рачок (*Streptocephalus torvicornis*), ветвистоусый рачок (*Daphnia magna*), веслоногий рачок (*Diaptomus*) и личинки насекомых (*Chironomidae*). Если дафнии, диаптомусы и хириномиды являлись традиционной пищей молоди осетровых в условиях рыбоводных заводов, то жаброног стрептоцефалюс оказался вынужденным кормом, поскольку был интродуцирован в пруды Кизанского ОРЗ. Этот вид корма оказался излюбленным и питательным для молоди белуги, осетра и севрюги, о чем свидетельствовали высокие значения массы тела рыб, выпускаемых в реку.

Важным практическим выходом настоящих исследований явилась разработка рекомендаций по вселению жаброног рачка стрептоцефалюса (*Streptocephalus torvicornis*) во все рыбоводные водоемы дельты Волги в целях обеспечения стабильности и повышения эффективности кормовой базы рыбоводных прудов на протяжении всего вегетационного периода, а, следовательно, и увеличения их рыбопродуктивности.

#### Библиографический список

1. *Методическое пособие* по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / под ред. Е. В. Боруцкого. – М.: Наука, 1974. – С. 23–72.
2. *Методическое пособие* по сбору и обработке гидробиологических проб и материала по питанию молоди в прудах осетровых рыбоводных заводов Каспийского бассейна / сост.: Р. Н. Степанова, О. О. Горянина. – М., 1988. – 46 с.
3. *Шорыгин, А. А.* Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря / А. А. Шорыгин. – М.: Пищепромиздат, 1952. – 267 с.

УДК 664.951.019.242.2:579.6:633.72

### EFFECT OF SOME DIFFERENT NATURAL ANTIOXIDANTS ON PHYSICAL AND CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF MINCED CARP (*CYPRINUS CARPIO*) DURING COLD STORAGE

*Talab Abdelrahman Said Abdelatief*<sup>1</sup>, PhD, student of Department of Technology and Examination of Goods

*Ghannam Hala Elshahat Abdel Kader*<sup>2</sup>, PhD, student of Department of Molecular Biology, Genetics and Biochemistry

*Khaled Abd El-Daiem Abd El-Aziz Abd El-Aal*<sup>2</sup>, PhD, student of Department of Plant Biology and Ecology

Astrakhan State Technical University<sup>1</sup>

Russian Federation, 414056, Astrakhan, Tatischev st., 16,

tel. (8512) 614-255, e-mail: Abdelrahman\_saidh@yahoo.com

Astrakhan State University<sup>2</sup>

Russian Federation, 414000, Astrakhan, Shaumyana sq., 1,

tel./fax. (8512) 22-82-64, e-mail: khaled\_elhaies@yahoo.com, e-mail: omara\_omarh@yahoo.com

*The possibility of using some natural antioxidant extracts such as chitosan complex, green tea leafs, Lophanthus anisatus Benth and Scutellariae baicalensae on the on physicochemical and microbiological quality of mince carp fish (Cyprinus carpio) during cold storage was investigated. Proximate composition (moisture, protein, fat, ash and carbohydrates); pH value; Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N); Trimethylamine (TMA-N); Thiobarbituric acid value (TBA); Total Bacterial Count*

(TBC); Yeasts and Moulds counts were determined every three days during refrigeration storage till the onset of spoilage. The minced carp fish samples with chitosan complex showed the best quality and longest shelf-life according to physicochemical and microbiological results.

**Key words:** chitosan, green tea, *Lophanthus anisatus* Benth., *Scutellariae baicalensae*, pH, TVB-N, TMA-N, TBA.

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ  
НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
КАЧЕСТВА ФАРША КАРПА (*CYPRINUS CARPIO*)  
В ПРОЦЕССЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ**

**Талаб Абдельрахман Сауд Абдельлатиф, Гханнам Хала Эльшахат Абделькадер,  
Халед Абдельдаейм Абделаиз Абделаал**

Определено влияние некоторых естественных антиоксидантов: хитозана с витамином С, зеленого чайного листа, *Lophanthus anisatus* и *Scutellariae baicalensae* на физико-химические и микробиологические показатели фарша карпа (*Cyprinus carpio*) в процессе холодильного хранения. В процессе хранения при 4 °С были проанализированы химический состав (влажность, белок, жир, зола и углеводы), pH; общий азот (TVB-N), триметиламин (TMA-N), тиобарбитуровая кислота (ТВА), общее микробное число, количество микроскопических грибов. Пробы отбирали каждые три дня, в течение холодильного хранения до наступления порчи. Образцы рыбы с комплексом хитозана с витамином С имели лучшие качественные показатели и хранились дольше других образцов (27 дней).

**Ключевые слова:** хитозан, зеленый чай, *Lophanthus anisatus* Benth., *Scutellariae baicalensae*, pH, общий азот (TVB-N), триметиламин (TMA-N), тиобарбитуровая кислота (ТВА).

### Introduction

Lipid oxidation is a major cause of fish deterioration, affecting color, flavor, texture and nutritional value [38]. The meat and fish industry is increasingly seeking natural solutions to minimize oxidative rancidity and extend the shelf-life of meat, fish and fishery products rather than artificial antioxidants, such as butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxyl toluene (BHT), propyl gallate and tertiary butyl hydroxyl queneone (TBHQ). However, the synthetic antioxidants currently used have been found to exhibit various health effects. The continuous use of such synthetic chemicals may cause health hazards such as teratogenic and carcinogenic effects in laboratory animals and primates [15]. There has been a growing interest in natural ingredients because they have greater application for increasing consumer acceptability, palatability, stability and shelf-life of food products. Consequently, search for natural additives, especially of plant origin, has notably increased in recent years [25].

Carp (*Cyprinus carpio*), as a freshwater fish species, has been one of the most widely cultured species all over the world due to its fast growth rate, easy cultivation and high feed efficiency ratio. In Egypt, the carp fish species are considered one of the most important freshwater fish produced in a large quantities, a long natural sources and fish farms, which were about 14,09 % of the total fish catches in Egypt (771515 metric tons) in the year 2001 [5].

Furthermore, the growing consumer demand for foods without chemical preservatives has focused efforts on the discovery of new natural antimicrobials and antioxidants [36]. In this context, the antimicrobial activity of chitosan against different groups of microorganisms, such as bacteria, yeasts and moulds has received considerable attention as a potential food preservative of natural origin [7].

Chitosan has been of interest in the food industry since, besides its antimicrobial effect, it possesses other functional properties including intestinal lipid binding and serum cholesterol lowering effects [23], water binding [19], antioxidative and preservative effects in muscle foods [9], and emulsifying capacity [22]. Chitosan is Generally Recognized as Safe (GRAS) by the [34]. Previous studies have indicated that chitosan could be used effectively to inhibit microbial spoilage of chilled fresh pork sausages both alone [30] and in combination with low levels of sulphite and bacteriocins [29] and natural antioxidants [11].

Green tea leaf extracts are becoming increasingly important as a functional food in the diet because of their high polyphenols contents. Its polyphenols contents can increase up to

36 % (dry basis) due to climate, season or variety [35]. The antioxidative property of green tea extract is due to the presence of catechins, apicatechins, epicatechin gallate, epigallocatechin, and epigallocatechin gallate [16]. The tea catechins and other polyphenols are free radical scavengers, metal chelators, inhibitors of transcription factors, and enzymes. Therefore green tea extracts have been used as natural antioxidants, antibacterial and antiviral agents [32]. Also, it has been reported that green tea extract has anticarcinogenic and antimutagenic activity [24]. Green tea extract has been used in canola oil [8], marine oil [35], rapeseed oil [41], soybean oil and corn oil [35, 37] reported that crude tea catechins have been found to be more effective to reduce the lipid oxidation than  $\alpha$ -tocopherol or BHA.

Pointed out that, the most effective antioxidant as found to be green tea extract and the natural antioxidants were more effective than BHT [4].

*Lophanthus anisatus* Benth really has unique medicinal properties, not without reason consider it a symbol of youth and beauty. It reduces the pressure, regulates metabolism, and destroys the disease germs. In Mongolian medicine lofant used for gastritis, hepatitis, gastrointestinal disorders, as a warning and aging equipment. In a food *Lophanthus anisatus* used all shoot system of the plant. For the winter harvest cut into the plant during flowering and dried in the shade. Fresh, young sprouts are added to salads. This tea is useful in bronchitis, as has expectorant effect. A tea made from equal quantities of leaves *Lophanthus anisatus* with lemon (you can add another hibiscus) has antioxidant and calming effect. Spices are added to dishes of stewed, baked and fried fish.

In addition, thick stems with leaves can be added to bath brooms. Bath *Lophanthus anisatus* with a broom, not only fragrant, but also useful for colds. The mask of leaves, or stronger this *Lophanthus anisatus* refreshes and disinfects skin [42].

*Scutellariae baicalensae* has long been used in Chinese, Tibetan, and Far Eastern traditional medicine.

It was found that the plant lowers blood pressure, with hypertension and at the same time greatly facilitates the general condition of the patient, is calming to the nervous system. The main active ingredient *Scutellariae baicalensae* is likely to serve as flavonoids. In addition, roots contain tannin, essential oil, alkaloids, starches and other substances. В листьях и стеблях растения нашли скутелляреин, его гликозид скутеллярин и дубильные вещества. In stems and leaves of plants found its glycoside and tanning agents. In the last decade, further studies are continuing intensively *Scutellariae baicalensae*. It has a beneficial effect of preparations from roots to liver function and antioxidant activity of plant roots membrane. In experiments on animals showed that infusion *Scutellariae baicalensae* used to regulates the stress response and the level of leukocytes in the blood, at the same time inhibits formation of metastases. Works of Japanese researchers found that drugs flavonoids have shown anti-inflammatory, antibacterial and antioxidants effect [43].

The aim of this study was investigation the effect of different natural antioxidants on the physicochemical and microbiological quality attributes of minced carp fish during refrigeration storage.

### Materials and methods

**1. Materials.** Carp (*Cyprinus carpio*) fish samples and green tea leafs were obtained from local market, Astrakhan city, Russia. Chitosan complex (chitosan with ascorbic acid) was obtained from "EVALOR" company for natural medicine production, Moscow city, Russia.

*Scutellariae baicalensae* was obtained from "HORST" company Astrakhan city, Russia. *Lophanthus anisatus* was obtained from department of plant biology and ecology, Astrakhan State University.

**2. Preparation of carp fish samples and different antioxidants.** Carp fish samples were beheaded, gutted, washed well in water and finally pass through a strainer to remove the scale, pin bones, debris and connective tissues. The fillets were minced using a meat grinder with a 3 mm hole plate. Antioxidants were extracted from plants and preparation of chitosan according to [4] procedure. Minced carp fish with and without antioxidants were packed in, polyethylene pages and preserved at cold temperature.

### 3. Methods.

**3.1. Physicochemical analysis.** Proximate composition (moisture; protein, fat, ash and carbohydrate); and Trimethylamine nitrogen (TMA-N) were determined according to [1], while calorific value was determined according to [10].

The pH values were determined according to [39]. Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) and Thiobarbituric acid value were determined according to the method were described by [26].

**3.2. Microbiological quality criteria.** Total bacterial Counts (TBC) were determined according to [33]. Yeasts and Moulds counts were determined according to [3].

### Results and discussion

**1. Proximate analysis of minced carp fish.** The average proximate composition of minced carp fish without and with different antioxidants at zero time were presented in table. The chemical composition of minced carp fish without any antioxidants at zero time were as follows on wet weight basis: moisture 78,60 %; protein 16,88 %; fat 3,25; ash 1,24 % and carbohydrates 0,03 %. Calorific value 96,89 Kcal/100g on wet weight basis.

The proximate composition of both minced carp fish with chitosan complex, green tea, *Lophanthus anisatus* and *Scutellariae baicalensis* were: moisture (78,60; 78,45; 78,50 and 78,47 %, respectively). Protein content (16,90; 16,97; 16,58 and 16,28 %, respectively). Fat content (3,25; 3,24; 3,24 and 3,25 %, respectively), ash content (1,26; 1,21; 1,22 and 1,25 %, respectively). Carbohydrates (0,01; 0,013; 0,46 and 0,75 %, respectively). Calorific values were calculated by difference (96,71; 97,56; 97,32 and 97,37 Kcal/100g on wet weight basis, respectively).

Table

**The average proximate composition of minced carp fish without and with different antioxidants at zero time**

| Constit-uents (%)  | Control |       | Chitosan |       | Green tea |       | lovanta |       | Shlemnika |       |
|--------------------|---------|-------|----------|-------|-----------|-------|---------|-------|-----------|-------|
|                    | WW      | DW    | WW       | DW    | WW        | DW    | WW      | DW    | WW        | DW    |
| Moisture           | 78,60   | –     | 78,60    | –     | 78,45     | –     | 78,50   | –     | 78,47     | –     |
| Protein            | 16,88   | 78,87 | 16,90    | 78,97 | 16,97     | 78,74 | 16,58   | 77,11 | 16,28     | 75,61 |
| Fat                | 3,25    | 15,22 | 3,23     | 15,13 | 3,24      | 15,06 | 3,24    | 15,08 | 3,25      | 15,11 |
| Ash                | 1,24    | 5,80  | 1,26     | 5,93  | 1,21      | 5,64  | 1,22    | 5,68  | 1,25      | 5,81  |
| *Carboh-ydrate     | 0,03    | 0,14  | 0,01     | 0,04  | 0,13      | 0,60  | 0,46    | 2,13  | 0,75      | 3,48  |
| **Calori-fic value | 96,89   | –     | 96,71    | –     | 97,56     | –     | 97,32   | –     | 97,37     | –     |

WW – Wet weight basis; DW: Dry weight basis.

\*Carbohydrates were calculated by differences. \*\*Calorific value calculated as Kcal/100g.

From the previous results, it could be observed that minced carp fish had slightly differences in chemical composition. This slightly differences in chemical composition is due to variation in individual fish and not arising from antioxidants treatments and may be due to age, sex, habitat and to the time of year. Moreover, it was reported by other investigators that there are many factors implicated in determining the chemical composition of fish, being either of intrinsic nature bearing upon genetics, morphology and physiology or environmental relating to the living conditions particularly the feeding type. Also, reported that the nutritional quality of seafood is affected by body part of the seafood being consumed, methods of handling, processing (including cooking at home), and season of harvest, sex and species. Those results were generally in line with the results reported by [40].

**2. Physicochemical quality properties of minced carp fish with and without antioxidants.** The pH value is an important factor and can be used as a good criterion for the evaluation fish freshness and quality due mainly to its influence on texture, water holding capacity, resistance of microbial growth and color of fish mince [27].

The pH value of minced carp fish with and without antioxidants during refrigerated storage are presented in figure 1. From the results it was observed a sharp decreasing in pH value of all treatments of minced carp during storage period except in chitosan and *Lophanthus anisatus* was fluctuation in results. The decrease and increase in pH value during storage can be due to breakdown and proteolysis of protein fraction leading particularly to free some dibasic amino acids and organic acids, as well as the accumulation of ammonia and other basic products. These results were in agreement with those reported by [4].

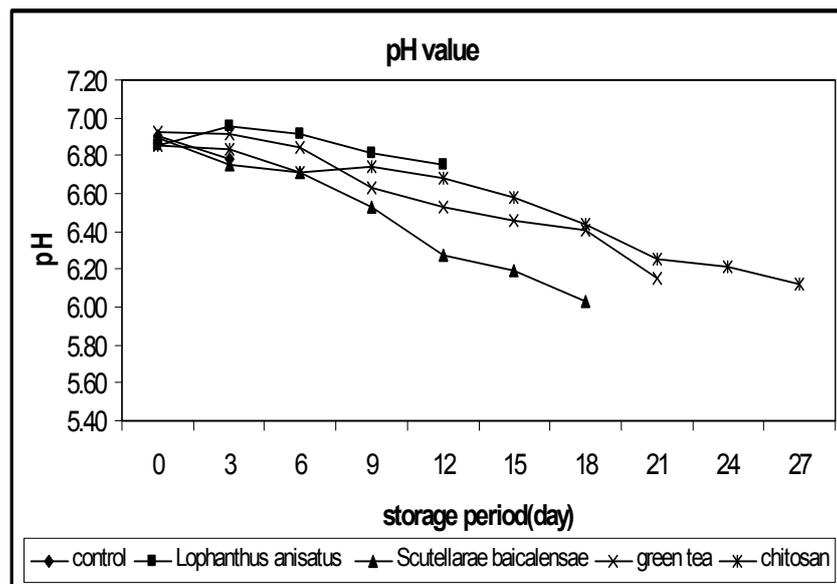


Fig. 1. Changes of pH value of minced carp fish as affected by antioxidants and cold storage

Specific analytical methods had been proposed and recommended to determine the quality of fish and fish products i.e. TMA-N; TBA and TVB-N. The corresponding suggested critical limits were 10, 5 and 30 mg/100g, respectively [6].

Total volatile basic nitrogen (TVB-N) is well documented as an index of the quality fresh fish because its increase corresponds to bacterial spoilage. The concentration of TVB-N in freshly caught fish is typically between 5 and 20 mg TVB-N/100g, whereas levels of 30–35 mg/100g flesh are generally regarded as the limit of acceptability for fish stored on ice [21]. The minimum level of TVB-N content was 12,11 mg/100g on wet weight basis of chitosan complex treatment at zero time, while the maximum level of TVB-N content was 32,83 mg/100g on wet weight basis of green tea extract treatment at last time of storage.

The TVB-N of minced carp fish with different antioxidants shown in figure 2. The TVB-N was increased in all treatment and sharp increased in control and lofant treatments. The TVB-N content showed a significant increase during cold storage.

The increase in the TVB-N contents during cold storage may be due to the breakdown in protein as affected by microbial action as pointed out by [28, 2].

The TMA is generally present in fish and it is the most commonly used chemical method for assessing fish and fishery products quality. TMA is produced by the decomposition of trimethylamine-oxide (TMA-O) due to bacterial spoilage and enzymatic activity [20].

The minimum level of TMA content was 0,51 mg/100g on wet weight basis of control treatment at zero time, while the maximum level of TMA content was 5,82 mg/100g on wet weight basis of green chitosan complex treatment at last time of storage.

From the previous results it could be observed that, TMA-N content of all studied minced carp fish samples stored under cold temperature showed a remarkable increase in the TMA-N values. These results were in agreement with the findings of who reported that the increase in the amount of trimethylamine during storage may be due to other factors rather than the microbial action, the cleavage of TMA-O naturally present in the fish muscle and or the formation of TMA itself from betaine and choline which also present naturally in the fish flesh [17]. From the above-mentioned data, it could be concluded that the formation of TMA is related mostly to the degradation of minced fish quality. Furthermore, it could be used as a criterion for the detection of spoilage in minced fish and fishery products. Many authors recommended the use of TMA test as quality indicator for fish and fishery products. These results are in accordance with those obtained by [12, 2].

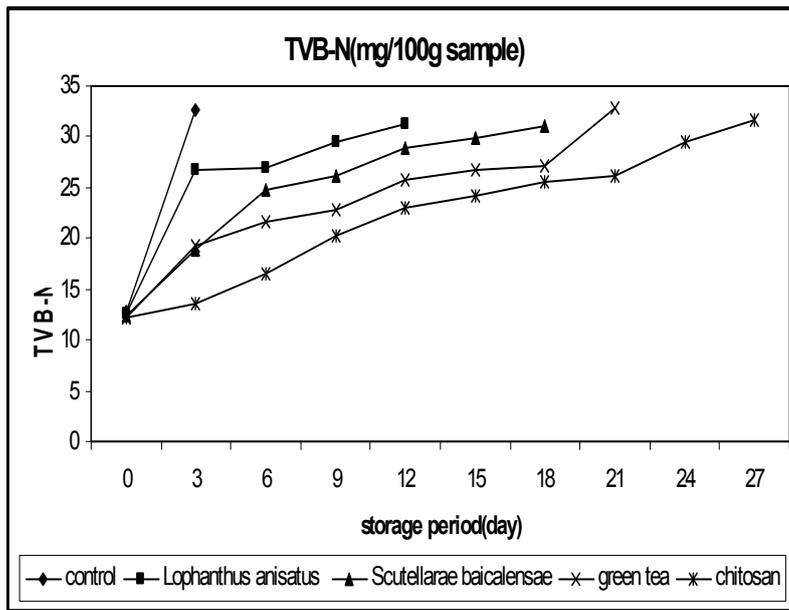


Fig. 2. Changes of TVB-N (mg / 100g) of minced carp fish as affected by antioxidants and cold storage

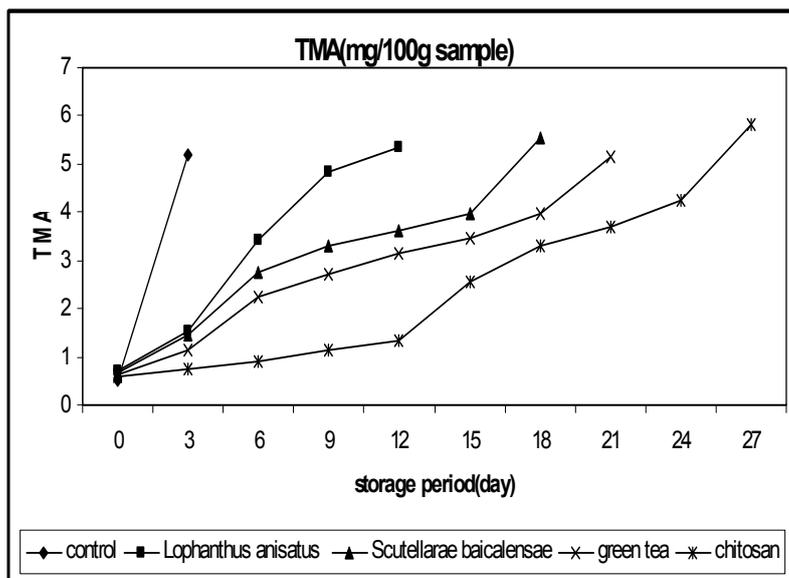


Fig. 3. Changes of TMA (mg / 100g) value of minced carp fish as affected by antioxidants and cold storage

The values of TBA of minced carp fish as affected by cold storage and antioxidants treatments are shown in figure 4.

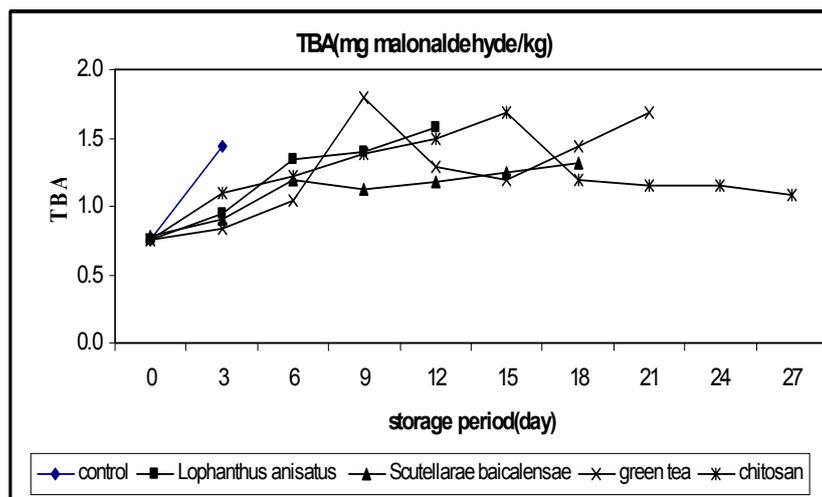


Fig. 4. Changes of TBA (mg malonaldehyde/kg) of minced carp fish as affected, by antioxidants and cold storage

Overall means TBA values of minced carp fish containing extracts from green tea, *Lophanthus anisatus* and *Scutellariae baicalensae* were lower than the control. In addition, there it could be noticed that green tea extract gave the best protection against lipid oxidation among all treatments. In addition, it can be noticed that TBA values of all treatments increased as storage period progressed until the 12<sup>th</sup> days, after that fluctuation. Similar results were reported by [18] during storage of carp fish fillets at 5 °C for 16 days.

From the obtained results, the effect of cold storage on the TBA values of minced fish samples found increase as storage time prolonged and return back to decrease until the end of cold storage, except in raw minced fish without any antioxidants, it could be noticed that, the TBA values were increased continuously.

The decreases in TBA value during cold storage come from the instability and reactivity of oxidation products. For example, malonaldehyde produced because of lipid oxidation might react irreversibly with other minced fish component, particularly amino acids. Proteins and non-enzymatic browning intermediates and its products [31].

The increase in the TBA value may be due to auto-oxidation of fish lipids bacteriologically and formations of some TBA-reacting substances during storage [13]. The obtained results were in agreement with those reported by [14].

Changes in the total bacterial counts and yeasts and moulds counts of minced carp fish during cold storage are given it figures 5, 6.

The results showed that total bacterial counts at zero time of all treatments were in the range of (0,050–0,060 × 10<sup>-3</sup> cell/g). And the yeasts and moulds counts at zero time of all treatment were in the range of (0,002–0,006 × 10<sup>-3</sup> cell/g). The total bacterial counts at the end time of all treatments were in the range of (0,192–0,285 × 10<sup>-3</sup> cell/g). And the yeasts and moulds counts at the end time of all treatment were in the range of (0,094–0,113 × 10<sup>-3</sup> cell/g).

The decrease of TBC and yeasts and moulds counts were observed in samples treated with antioxidants, this indicated that antioxidants played an important role in human diet. They have been used not only for food additives but also for their antioxidant, medical and preservative properties.

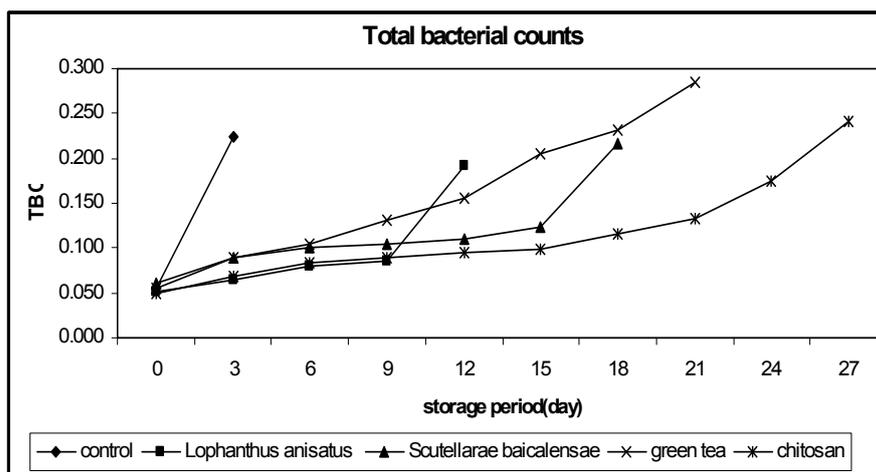


Fig. 5. Changes of Total bacterial counts TBC × 10<sup>-3</sup> cell/g of minced carp fish as affected by antioxidants and cold storage

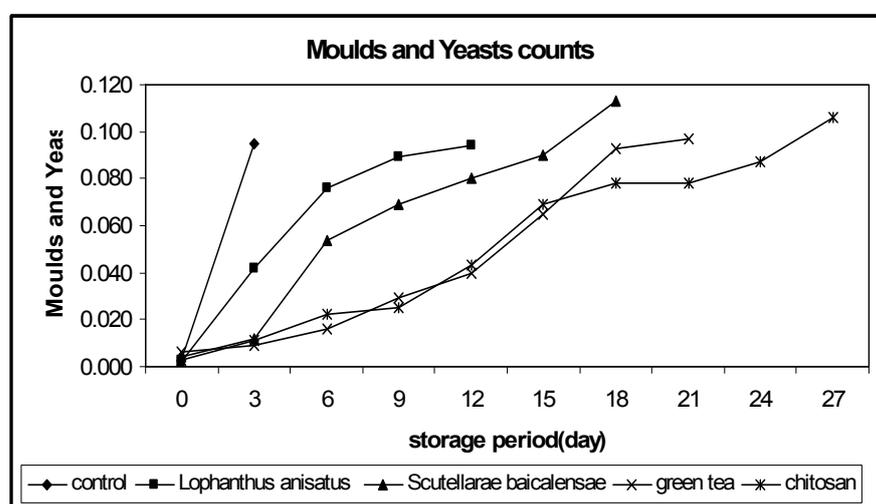


Fig. 6. Changes of yeast and moulds counts × 10<sup>-3</sup> cell/g of minced carp fish as affected by antioxidants and cold storage

### Conclusions

The study showed that adding antioxidants to minced carp fish could be used effectively to extend the shelf-life during cold storage. Both antimicrobial and antioxidant effects of chitosan were more pronounced when using chitosan in complex with ascorbic acid. The green tea extract, *Lophanthus anisatus* Benth., and *Scutellariae baicalensae*, as a natural plant material might be promising sources of natural antioxidants for minced fish and ready-to-eat fishery products.

### References

1. *A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists)*. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. – 13<sup>th</sup> ed. – Washington, DC, 1990. – 1018 p.
2. *Abdelatif, A. S.* Chemical, microbiological and technological evaluation of some marine fish products : m. Sc. Thesis / A. S. Abdelatif. – Cairo : Al-Azhar Univ., 2006. – 234 p.
3. *APHA*. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods // American Public Health Association. – 4<sup>th</sup> ed. – Washington, 1976. – 600 p.

4. **Bozkurt, H.** Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage // *Meat Science*. – 2006. – № 73. – P. 442–450.
5. **CAPMS.** Central Agency for Public Mobilization and Statistics. General Authority for Fish Resources Development // *Fish Species Production (Ton)* (Египт, 2001–2003.). – Режим доступа: [http://www.capmas.gov.eg/eng\\_ver/homee.htm](http://www.capmas.gov.eg/eng_ver/homee.htm), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.
6. **Chang, O.** Indole in shrimp: Effect of fresh storage temperature, freezing and boiling / O. Chang, W. L. Cheuk, R. Nickelson, R. Martin, G. Finne // *Journal Food Science*. – 1983. – № 48. – 813 p.
7. **Chen, C. S.** Antibacterial effects of N-sulfonated and N-sulfo benzoyl chitosan and application to oyster preservation / C. S. Chen, G. J. Tsai // *Journal of Food Protection*. – 1998. – № 61 (9). – P. 1124–1128.
8. **Chen, Z. Y.** Antioxidative effect of ethanol green tea extracts on oxidation of canola oil / Z. Y. Chen, P. T. Chan, H. M. Ma, K. P. Fung, J. Wang // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 1996. – № 73. – P. 375–380.
9. **Darmadji, P.** Effect of chitosan in meat preservation / P. Darmadji, M. Izumimoto // *Meat Science*. – 1994. – № 38. – P. 243–254.
10. **Davidson, S.** Human nutrition and dietetics / S. Davidson, G. R. Ames, N. M. Jones. – 7<sup>th</sup> ed. – London : Churchill Livingstone, 1979. – P. 12–57.
11. **Georgantelis, D.** Effect of rosemary extract, chitosan and  $\alpha$ -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4 °C / D. Georgantelis, I. Ambrosiadis, P. Katikou, G. Blekas, S. A. Georgakis // *Meat Science*. – 2007. – № 76. – P. 172–181.
12. **Gomma, R. A. M.** Studies on producing sausage from some fish types : m. Sc. Thesis / R. A. M. Gomma. – Cairo : Al-Azhar Univ., 2005. – 245 p.
13. **Hammad, A. A. I.** Chemical, physical and microbiological changes in different methods including irradiation : ph.D. Thesis / A. A. I. Hammad. – Egypt : Cairo Univ., 1985. – 284 p.
14. **Hassan, Y. M.** Thiobarbituric acid value of smoked, fried and grilled samples prepared from frozen Bolti and mackerel fish / F. M. Abd-Allah, M. A. Abu-Salem, G. F. Mohamed // *International Conference on Marine Fisheries, Management and Development*. – Cairo, 1991. – P. 19–21.
15. **Hathway, D. E.** Metabolic fate in animals of hindered phenolic antioxidants in relation to their safety evaluation and antioxidants function / D. E. Hathway // *Advances in Food Research*. – 1966. – P. 15–31.
16. **Higdon, J. V.** Tea catechins and polyphenols: health effects, metabolism, and antioxidant functions / J. V. Higdon, B. Frei // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2003. – № 43. – P. 89–143.
17. **Ibrahim, A. A.** Bolti (*Tilapia nilotica*. Linn) fish paste. I-Preparation and chemical composition / A. A. Ibrahim, H. T. El-Zonfuly // *Z. Ernährungswiss.* – 1980. – № 19. – 601 p.
18. **Khalil, A. H.** Control of lipid oxidation in cooked and uncooked refrigerated carp fillets by antioxidant and packaging combinations / A. H. Khalil, E. H. Mansour // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1998. – № 46. – P. 1158–1162.
19. **Knorr, D.** Functional properties of chitin and chitosan / D. Knorr // *Journal of Food Science*. – 1982. – № 47. – P. 593–595.
20. **Kose, S.** An investigation of quality changes in Anchovy stored at different temperatures / S. Kose, M. E. Erdem // *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* – 2004. – № 28. – P. 575–582.
21. **Kose, S.** Storage properties of refrigerated whiting mince after mincing by three different methods / S. Kose, M. Boran, G. Boran // *Food chemistry*. – 2006. – № 99. – P. 129–135.
22. **Lee, S. H.** Effect of chitosan on emulsifying capacity of egg yolk / S. H. Lee // *Journal of Korean Society of Food Nutrition*. – Taiwan, 1996. – № 23. – P. 608–616.
23. **Maezaki, Y.** Hypocholesterolemic effect of chitosan in adult males / Y. Maezaki, K. Tsuji, Y. Nakagawa, Y. Kawai, M. Akimoto, T. Tsugita // *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. – 1993. – № 57. – P. 1439–1444.
24. **Manzocco, L.** Antioxidant properties of green tea extracts as affected by processing / L. Manzocco, M. Anese, M. C. Nicoli // *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. – 1998. – № 31. – P. 694–698.
25. **Naveena, B. M.** Microwave cooking properties of chicken patties containing honey and vitamin-C / B. M. Naveena, A. R. Sen, S. Vaithyanathan, M. Muthukumar, Y. Babji // *Journal of Food Science and Technology*. – 2007. – № 44. – P. 505–508.
26. **Pearson, D.** The Chemical Analysis of Foods / D. Pearson. – 7<sup>th</sup> ed. – Edinburgh – New York : Churchill Livingstone, 1976. – 575 p.
27. **Pirazoli, P.** Study on the possibility of industrial utilization of freshwater catfish (*Ictalurus mealsr*). II. Stability during refrigerated and frozen storage / P. Pirazoli, F. Ambroggi, I. Inverti, F. Castelverti // *Industrial conserve*. – 1986. – № 61. – P. 29–42.

28. **Raju, C. V.** The use of nisin as preservative in fish sausage stored at ambient and refrigerated temperature / C. V. Raju, B. A. Shamasundar, K. S. Uduap // International J. of Food Sci. Technology. – 2003. – № 38. – P. 171–185.
29. **Roller, S.** Novel combinations of chitosan, carnocin and sulphite for the preservation of chilled pork sausages / S. Roller, S. Sagoo, R. Board, T. O. Mahony, E. Caplice, G. Fitzgerald // Meat Science. – 2002. – № 62. – P. 165–177.
30. **Sagoo, S.** Chitosan inhibits growth of spoilage microorganisms in chilled pork products / S. Sagoo, R. Board, S. Roller // Food Microbiology. – 2002. – № 19. – P. 175–182.
31. **Seow, C. C.** Lipid oxidation in the Chinese sausage / C. C. Seow, S. A. Goh // Malaysian Agric. Res. – 1976. – № 5 (2). – 163 p.
32. **Tang, S.** Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation / S. Tang, J. P. Kerry, D. Sheehan, D. J. Buckley, P. A. Morrissey // Food Research International. – 2001. – № 34. – P. 651–657.
33. **The Oxoid Manual** of Culture Media and Other Laboratory Services. – 4<sup>th</sup> ed. – Oxoid, 1979. – 311 p.
34. **US FDA** (US Food and Drug Administration). Center for Food Safety and Applied Nutrition. Office of Premarket Approval. GRAS notices received in 2001. – Режим доступа: <http://vm.cfsan.fda.gov>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.
35. **Wanasundara, U. N.** Antioxidant and prooxidant activity of green tea extracts in marine oils / U. N. Wanasundara, F. Shahidi // Food Chemistry, 1998. – № 63. – P. 335–342.
36. **Wang, G. H.** Inhibition and inactivation of five species of foodborne Pathogens by chitosan / G. N. Wang // Journal of Food Protection. – 1992. – № 55 (11). – P. 916–919.
37. **Yanishlieva, N. V.** Stabilisation of edible oils with natural antioxidants / N. V. Yanishlieva, E. M. Marinova // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2001. – № 103. – P. 752–767.
38. **Yin, M. C.** Oxymyoglobin and lipid oxidation in phosphatidylcholine liposomes retarded by  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene / M. C. Yin, W. S. Cheng // Journal of Food Science. – 1997. – № 62. – P. 1095–1097.
39. **Zaika, L. L.** The role of nitrite and nitrate in Lebanon Bologna, a fermented sausage / L. L. Zaika, T. E. Zell, Z. L. Smith, S. A. Palumbo, J. C. Kissinger // Food Sci. – 1976. – № 41. – P. 1457–1469.
40. **Zaitsev, V.** Fish Curing and Processing / V. Zaitsev, I. Kizevelter, L. Lagunov, T. Makarova, L. Minde, V. Podsevalov. – Moscow : MIR Publishers, 1969. – 722 p.
41. **Zandi, P.** Antioxidant activity of extracts from old tea leaves / P. Zandi, M. H. Gondon // Food Chemistry. – 1999. – № 64. – P. 285–288.
42. **Режим доступа:** <http://gazeta.aif.ru/online/dacha>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.
43. **Режим доступа:** <http://www.narmed.ru/travnik/cor/hypertonija/shlemnik>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ, МОРФОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

---

---

УДК 611.1+616-003.219-092.4

### МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ КАК КРИТЕРИЙ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЗМЕ

*Лазько Алексей Евгеньевич*, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой адаптивной физической культуры

*Ярошинская Алевтина Павловна*, кандидат медицинских наук, доцент кафедры адаптивной физической культуры

Астраханский государственный университет

414000, г. Астрахань, ул. Татищева, 20 а,

тел. (8512) 25-17-09, e-mail: radmila56@mail.ru

*Для определения объективных критериев интоксикации техногенными серосодержащими поллютантами эритроциты 175 мужчин-работников Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ), имеющих возраст от 20 до 29 лет и «газовый» стаж от 1 до 8 лет, исследовались функциональными и структурными методами. Выявлено, что отрицательное воздействие поллютантов на функциональные и структурные параметры красной крови прямо пропорционально экспозиции. Наиболее выражена интоксикация в первые 1–3 года контакта. Впоследствии наблюдается хронизация токсического действия.*

**Ключевые слова:** эритроциты, серосодержащие поллютанты, патофизиология, патоморфология.

### MORPHOFUNCTIONAL CONDITION OF ERYTHROCYTES AS CRITERION OF PATHOLOGICAL REACTIONS IN THE ORGANISM

*Lazko Alexey E., Yaroshinskaya Alevtina P.*

*For definition of objective criteria of intoxication with technogenic sulphur-containing pollutants, erythrocytes of 175 men-workers of Astrakhan gas condensate field (AGCF), with the age from 20 till 29 years and "gas" experience from 1 till 8 years were investigated with functional and structural methods. It is revealed, that negative influence of pollutants on the functional and structural parameters of red blood is direct in ratio to expositions. The intoxication of contact is mostly expressed in the first 1–3 years. Then chronization of toxic action is observed.*

**Key words:** erythrocytes, sulphur-containing pollutants, pathophysiology, pathomorphology.

Изменение состояния структурно-функциональных единиц подсистемы газопереноса – эритроцитов – является адекватной моделью протекания физиологических, биохимических, биофизических и биоэнергетических процессов в организме, которое обусловлено комплексным воздействием как факторов внешней среды, так и внутренними взаимодействиями в *in vivo*.

Наблюдается тесная взаимосвязь между морфофункциональным состоянием клеточных мембран эритроцитов и биомембран других клеток организма, нарушения в которых в настоящее время рассматриваются как одно из основных и универсальных звеньев патогенеза. Таким образом, исследование мембран эритроцитов, как удобных моделей, весьма важно для понимания возникновения и развития различных заболеваний и патологических состояний [3, 4].

Из вышесказанного следует настоятельная необходимость проведения исследований морфофункциональных изменений эритроцитов как в норме на различных этапах индивидуального развития организма, так и в условиях негативного экзогенного воздействия, примером которого может служить влияние газообразных серосодержащих поллютантов.

В частности, Л.А. Юшкова и В.К. Лугавицкий [5] исследовали влияние токсикантов на состояние эритроцитов на примере воздействия пиромелитового диангидрида и сернистого ангидрида. При изучении осмотической резистентности эритроцитов этими исследователями были выделены 3 группы данных клеток: высоко-, слабо- и среднерезистентные. Высокорезистентные эритроциты, как считают авторы, – молодые, недавно вышедшие в кровеносное русло клетки; слаборезистентные – старые клетки. Установлены более высокая дисперсия свойств (в 1,5–2 раза) у молодых эритроцитов, по сравнению со старыми, а также повышенная чувствительность к осмотическому лизису и механическим воздействиям у эритроцитов после воздействия токсикантов.

Целью настоящего исследования явилось определение морфофункционального состояния эритроцитов у работников Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ) молодого возраста путем определения их осмотической, перекисной резистентности, среднего объема и морфологического изучения красных кровяных телец с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Исследованы эритроциты 175 мужчин от 20 до 29 лет, занятых на основных производствах АГКМ и подвергающихся воздействию серосодержащих поллютантов. В зависимости от длительности воздействия техногенных факторов АГПЗ исследуемый контингент был разделен на три группы: I – стаж от 1 до 3 лет; II – от 3 до 7; III – более 7 лет. В качестве контроля исследована кровь 56 доноров аналогичного возраста, не связанных в своей трудовой деятельности и быту с факторами добычи и переработки серосодержащих газов.

Морфофункциональное состояние эритроцитов изучалось с использованием методов определения осмотической резистентности по Л.И. Идельсону [1], перекисной резистентности по А.А. Покровскому и А.А. Образцову [2], числа и среднего объема эритроцитов тотально и дифференцировано с помощью автоматического гематологического анализатора "System 9000+" фирмы "Serono" (США).

Для исследования в сканирующем электронном микроскопе образцы легкого фиксировались в течение 24 часов при температуре +4 °С 2%-м раствором глутарового альдегида, приготовленным на фосфатном буфере (рН 7,4), после чего отмывались от фиксатора тем же буфером. Затем их дегидратировали способом перехода через критическую точку двуокиси углерода и напыляли в вакуумном напылителе алюминием, так как в дальнейшем предполагалось исследовать эритроциты в рентгеновском микроанализаторе.

Просмотр и фоторегистрация образцов крови проводилась на сканирующем микроскопе-микроанализаторе "Сомебах" фирмы "Сомеса" (Франция).

Состояние осмотической резистентности мембран эритроцитов в зависимости от стажа работы в газовой промышленности у работников АГПЗ представлены на рисунке 1 посредством графиков динамики второй производной процента гемолиза эритроцитов, вычисляемого с помощью экстинции пропускания света с длиной волны 550 нм, по концентрации NaCl в лизирующем растворе.

На рисунке 2 отражены показатели перекисной резистентности эритроцитов работников АГКМ молодого возраста в зависимости от стажа работы в газовой промышленности.

Как следует из представленных данных, динамика изучаемых показателей морфофункционального состояния мембран эритроцитов молодых рабочих АГКМ в значительной степени зависит от продолжительности контакта с серосодержащими поллютантами.

Изменение показателей осмотической и перекисной резистентности эритроцитов свидетельствует о наибольшей активности реакции со стороны красной крови у этой возрастной группы на токсическое воздействие при стаже работы от 1 до 3 лет. В дальнейшем процесс приобретает затяжной, частично компенсированный характер.

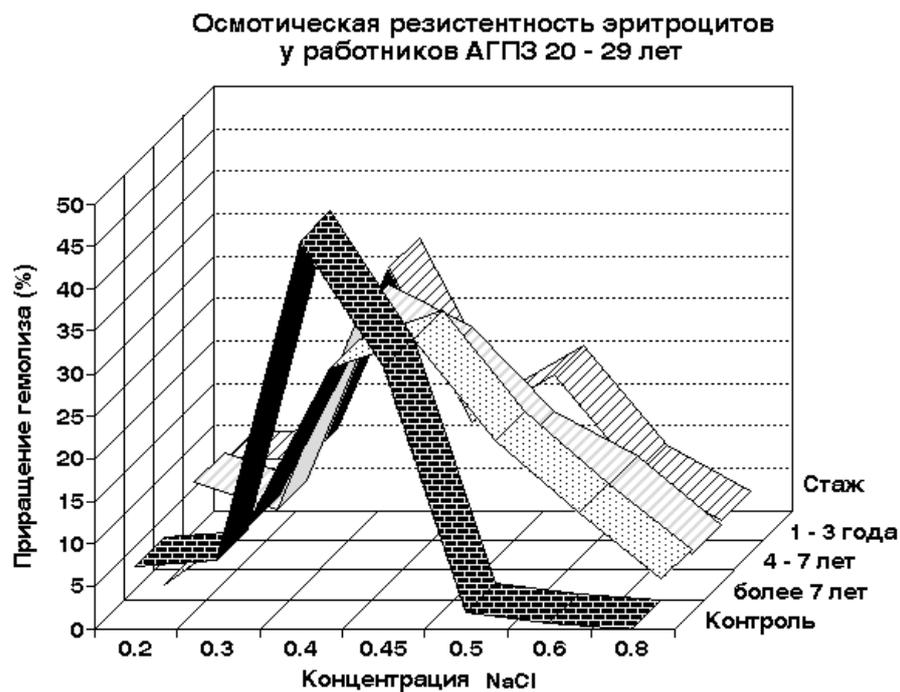


Рис. 1. Показатели осмотической резистентности эритроцитов у работников АГКМ 20–29 лет

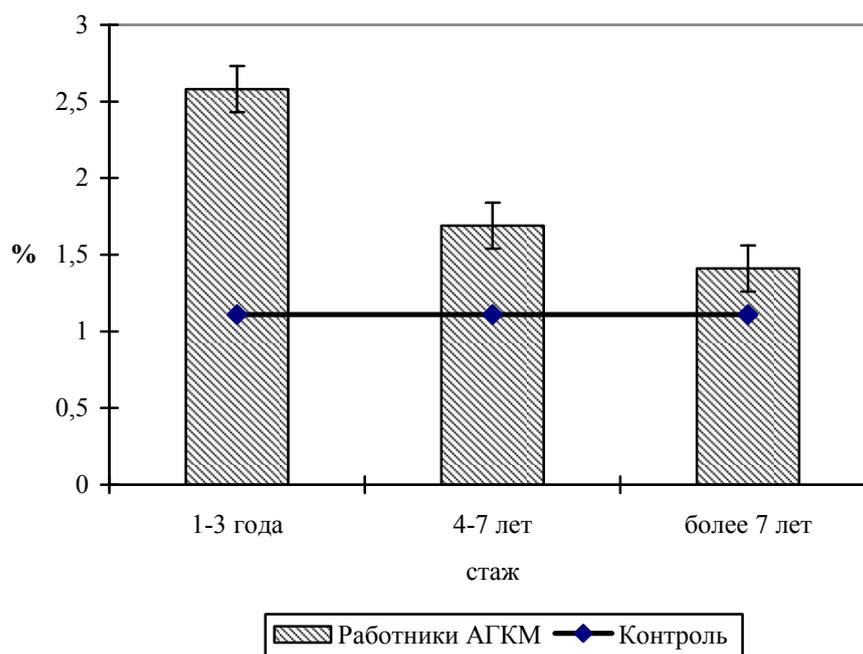


Рис. 2. Показатели перекисной резистентности эритроцитов у работников АГКМ 20–29 лет

Выявлено, что воздействие серосодержащих поллютантов приводит к повышению резистентности мембран эритроцитов как при высоких, так и при низких концентрациях осмотического агента (хлористого натрия), деформации эритроцитов и появлению сладж-эффекта.

Нами предлагается следующий механизм для объяснения феномена повышенной осмотической резистентности эритроцитов при токсическом воздействии газообразных серосодержащих загрязнителей, а именно: имеет место мощный сладж-эффект в микроциркуляторном русле, стаз эритроцитов и образование многочисленных микротромбов. Количество циркулирующих эритроцитов резко уменьшается. В ответ на это происходит массовый выброс «молодых» высокоустойчивых форм эритроцитов и «омоложение» всей популяции. В результате мы не наблюдаем гемолиза при высоких концентрациях хлористого натрия из-за практического отсутствия в крови эритроцитов со значительным и даже средним временем жизни, а также слабовыраженный гемолиз при низких концентрациях соли в связи с высокой резистентностью молодых эритроцитов.

В процессе исследования объема эритроцитов кондуктометрическим методом было установлено, что популяция эритроцитов периферической крови человека гетерогенна по этому параметру

Как показали результаты исследования, динамика изменения среднего объема эритроцитов связана, во-первых, с возрастным фактором и, во-вторых, с длительностью контакта (экспозицией) с газообразными серосодержащими загрязнителями.

Данная зависимость представляется достаточно сложной и, несомненно, требует дальнейшего изучения, но, как нам представляется, можно отметить некоторые тенденции: 1) с возрастом падает удельный вес группы «макроэритроцитов» – возрастает их средний объем, но уменьшается их число и, как следствие этого, возрастает средний объем всей популяции эритроцитов; 2) группа «микроэритроцитов» численно становится больше и их средний объем также несколько увеличивается (рис. 3).

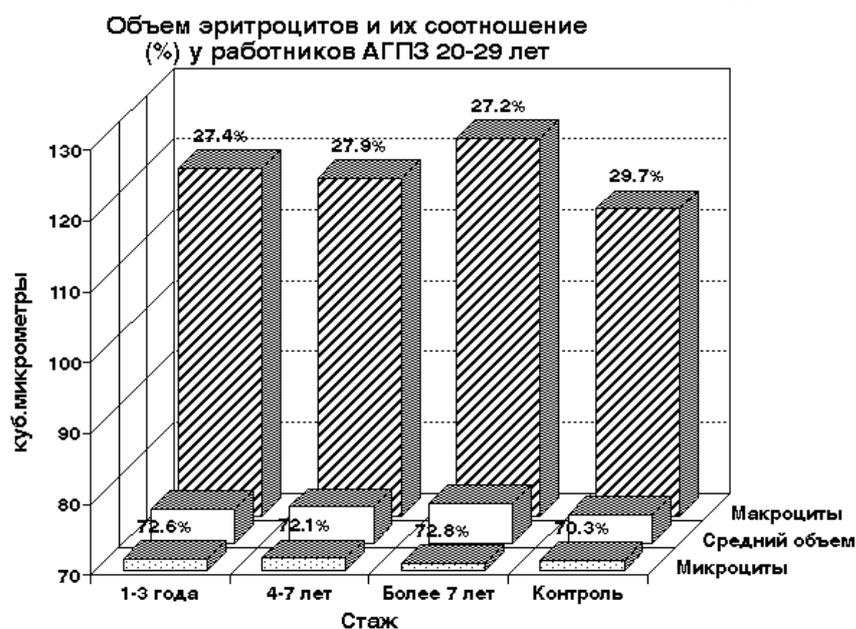


Рис. 3. Соотношение эритроцитов различного объема в зависимости от стажа в газовой промышленности

Исследование с помощью сканирующей электронной микроскопии выявило два пути деградации нормоцитов у работников АГКМ. В первом случае на поверхности изолированного нормоцита появляется вырост или выросты (рис. 4). Они увеличиваются в числе и размерах, приобретают коническую форму с остроконечной вершиной. Эритроцит преобразуется в шиповидный нормоцит или эхиноцит (рис. 5). В дальнейшем происходит еще большее нарушение структуры мембраны такого эритроцита, и он переходит в деструктивную форму, что хорошо согласуется с активацией в цитомембране процессов перекисного окисления липидов, сопровождающейся уменьшением ее перекисной и осмотической резистентности.

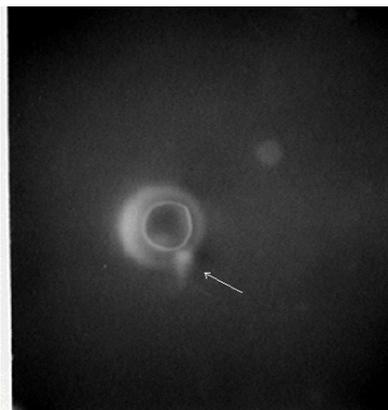


Рис. 4. Появление выроста (стрелка) на нормоците у рабочего АГКМ со стажем работы 3 года. Ув. х 3000

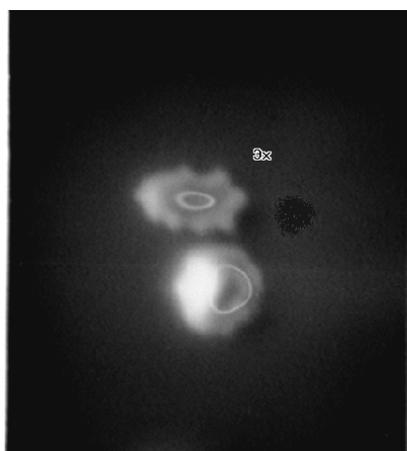


Рис. 5. Эхиноцит (Эх) и деформированный нормоцит у рабочего АГКМ со стажем работы 6 лет. Ув. х 3000

Во втором случае на начальных этапах деградации на первое место выходят процессы агрегации нормоцитов и образования между ними цитоплазматических мостиков (рис. 6).

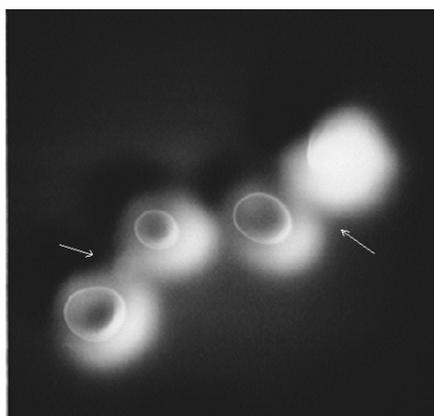


Рис. 6. Цепочный агрегат нормоцитов с цитоплазматическими мостиками (стрелки) у рабочего АГКМ со стажем работы 3 года. Ув. х 3200

По мере углубления патологического процесса связь между эритроцитами становится все плотнее, они теряют правильную форму, но сохраняют приблизительно одинаковые размеры. В терминальной стадии размеры эритроцитов в конгломератах резко различны, некоторые из них превращаются в дегенеративные формы.

В данном случае, на наш взгляд, превалируют процессы нарушения мицеллярного заряда эритроцитов и, уже как следствие, появление сладж-эффекта в гемомикроциркуляторном русле.

Таким образом, проведенное комплексное исследование взаимодополняющими методами морфофункционального состояния эритроцитов молодых мужчин, находящихся в условиях техногенного воздействия серосодержащих поллютантов, выявило нарушения данного состояния как в функциональном, так и в структурном плане.

Генеральным трендом этого процесса является прогрессирующее ухудшение состояния красной крови с увеличением экспозиции поллютантов. Однако наиболее сильно негативная реакция на хроническую интоксикацию наблюдается в первые годы контакта с серосодержащими поллютантами.

Последующая наблюдаемая хронизация интоксикации в группе обследованных может быть связана как с развитием действительно адаптационных процессов, так и с выбыванием особо высокочувствительных к изучаемым поллютантам субъектов из этой группы.

Соотнеся состояние здоровья работников АГКМ с морфофункциональным состоянием их красной крови, можно сделать вывод, что последнее может быть объективным критерием характера и интенсивности патологических реакций в организме, которые вызваны хронической экзогенной интоксикацией.

#### **Библиографический список**

1. **Идельсон, Л. И.** Унифицированный метод определения осмотической резистентности эритроцитов / Л. И. Идельсон // Справочник по функциональной диагностике / под ред. И. А. Кассирского. – М.: Медицина, 1970. – С. 401–403.
2. **Покровский, А. А.** К вопросу о перекисной резистентности эритроцитов / А. А. Покровский, А. А. Образцов // Вопросы питания. – 1964. – № 6. – С. 44–46.
3. **Рыбальченко, В. И.** Структура и функции мембран / В. И. Рыбальченко, М. М. Коганов. – Киев, 1988. – 128 с.
4. **Черницкий, Е. А.** Структура и функции эритроцитарных мембран / Е. А. Черницкий, А. В. Воробей. – Минск, 1981. – 246 с.
5. **Юшкова, Л. А.** Особенности метаболизма в эритроцитах при воздействии химических веществ / Л. А. Юшкова, В. К. Лугавицкий // Гигиена и санитария. – 1990. – № 6. – С. 64–66.

УДК 599. 733. 1

### **ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТКАНЕЙ ПЕЧЕНИ, ПОЧЕК, СЕЛЕЗЕНКИ, СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ВЕРБЛЮДОВ**

**Захаркина Наталья Ивановна<sup>1</sup>**, аспирант кафедры зоологии  
**Федорова Надежда Николаевна<sup>2</sup>**, доктор медицинских наук, профессор кафедры гидробиологии и общей экологии  
Астраханский государственный университет<sup>1</sup>  
414000, г. Астрахань, ул. Шаумяна, 1,  
тел. (8512) 44-02-25, e-mail: ciberiada@mail.ru  
Астраханский государственный технический университет<sup>2</sup>  
414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,  
тел. (8512) 25-55-62

*Работа по изучению патоморфологических изменений в тканях органов астраханских верблюдов проведена впервые. Проведенные исследования имеют большое значение для изучения механизма сохранения воды в организме верблюда. Они также позволяют диагностировать*

различные заболевания, связанные с нарушением функциональной деятельности органов данных животных в условиях биогеохимической ситуации Астраханской области.

**Ключевые слова:** верблюд, клетка, ядра мышечных волокон, гепатоциты, почечные клубочки, пульпа селезенки.

#### **PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES OF THE TISSUE OF THE LIVER, KIDNEYS, SPLEEN AND SKELETON MUSCLES OF A CAMAL**

*Zakharkina Natalia I., Fedorova Nadezhda N.*

*For the first time the research work of postmortem alterations in Astrakhan camel's tissues was investigated. These researches greatly import for analysis of camel's mechanism of water conservation. These investigations will allow to diagnose different diseases of camels, connected with the breach of functioning of camels organs under the conditions of the biochemical situation in Astrakhan region.*

**Key words:** camel, cell, nuclei of muscle fiber, hepatocytes, malpighian tufts, splenic pulp.

Известно, что верблюд – животное, способное выживать в суровых условиях пустыни. Они избегают обезвоживания организма, запасая воду в кровотоке. От голода их спасают дополнительные запасы жировой ткани в горбах, их молоко остается свежим дольше коровьего, у них чрезвычайно крепкая иммунная система.

Изучить механизм процессов, благодаря которым верблюд имеет вышеперечисленные преимущества, поможет изучение патоморфологических изменений тканей его органов.

Цель исследований – изучить морфологию и патоморфологические изменения тканей отдельных органов (печени, почек, селезенки, скелетных мышц).

#### **Материалы и методы**

Объектом исследования служили ткани печени, почек, селезенки, скелетных мышц 10-ти особей 2–3-летних самцов верблюдов. Гистологический анализ проведен по общепринятым гистологическим методам (О.В. Волков, Ю.К. Елецкий).

Было приготовлено 50 препаратов с 250 срезов. Изучение препаратов проведено с помощью микроскопа МБИ-3 и микроскопа Olimpus BX-40, снимки сделаны на микроскопе Olimpus BX-40.

#### **Изменения печени верблюдов**

Общеизвестно, что печень обеспечивает обезвреживание и устранение (детоксикацию) как эндогенных вредностных продуктов, так и экзогенных токсинов, химикатов и лекарств. В связи с этим особая восприимчивость гепатоцитов к повреждению связана с их детоксиконной и депонирующей функциями [2, 3]. Эти функции, в первую очередь, касаются любых вредностных продуктов, которые поступают с водой и пищей, всасываются в кровь в желудочно-кишечном тракте и транспортируются в печень через портальную систему. Однако детоксикации подвергаются не только вредные пищевые метаболиты, но и всевозможные токсические продукты, которые достигают печени или в неизменном виде, или в виде метаболитов [1]. В целом спектр выявленных изменений паренхимы печени верблюдов таков: компенсаторно-приспособительные реакции ткани печени, воспалительные процессы, сопровождающиеся лейкоцитарной инемлобращией стенок сосудов, мелкокапельной и крупнокапельной жировой дистрофией гепатоцитов (рис. 1). Так, обнаружен полиморфизм гепатоцитов, что ведет к функциональному полиморфизму этих клеток, обусловленному разной степенью биосинтетической активности. Полиморфизм гепатоцитов можно отнести к компенсаторно-приспособительным изменениям этих клеток. Следует указать на то, что имеется полиморфизм и клеточных ядер. Светлые, крупные ядра с 1–2 ядрышками расположены, в основном, эксцентрично; таких ядер в паренхиме примерно 90 %, остальные 2 % – ядра мелкие, 8 % клеток – безъядерные, светлые, пузырчатые образования. Многие клетки имеют 2 светлых ядра, по-видимому, делятся амитотически. Гепатоциты верблюда испытывают различные дистрофические изменения: зернистая и жировая дистрофия, возникновение которых может

быть связано с интоксикациями и другими состояниями, которые могут вести к снижению окислительных процессов, накоплению кислых продуктов в клетке [4] и обменным нарушениям [4]. Причем гепатоциты, подвергшиеся нарушениям липидного обмена, располагаются компактно в отдельных единичных печеночных дольках. Именно в этих дольках обнаруживаются безъядерные клетки. В большинстве гепатоцитов в цитоплазме наблюдаются очень мелкие гранулы гемосидерина. Дольчатая структура печени не нарушена. В некоторых сосудах обнаружен отек звездчатых клеток. Вокруг печеночных сосудов среднего и крупного калибра отмечены мелкие геморрагии различной величины, формы и продолжительности во времени и инфильтрация стенок сосудов лимфоцитами. По вышеперечисленным изменениям печеночной паренхимы можно судить о наличии у верблюдов компенсаторно-приспособительных реакций на различные воздействия среды обитания.

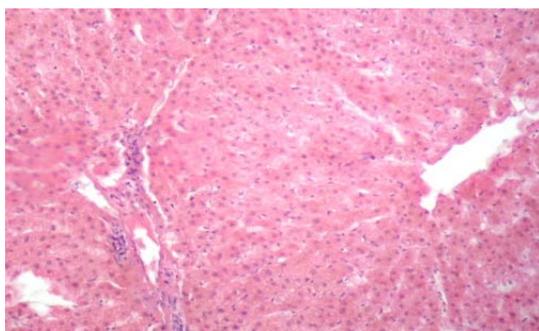


Рис. 1. Участок печени верблюда. Ок 8, об 10. Гематоксилин-эозин (печеночная долька; кровеносный сосуд, стенка которого инфильтрирована лейкоцитами; геморрагии)

#### ***Изменения почек верблюдов***

Основными изменениями почек верблюдов являются симптомы вторичного гломерулонефрита. К таким симптомам относятся, прежде всего, следующие тканевые реакции: многоклеточность (рис. 2), гиперцеллюлярность клубочков, возникающая при так называемых воспалительных поражениях и сопровождающаяся увеличением клеток в клубочках. Эта многочисленность связана с комбинацией нескольких причин: пролиферацией мезаглиальных, эндотелиальных, в некоторых случаях – париетальных, эпителиальных клеток, лейкоцитарной инфильтрацией [1], утолщением базальной мембраны, которое проявляется в утолщении стенок капилляров.

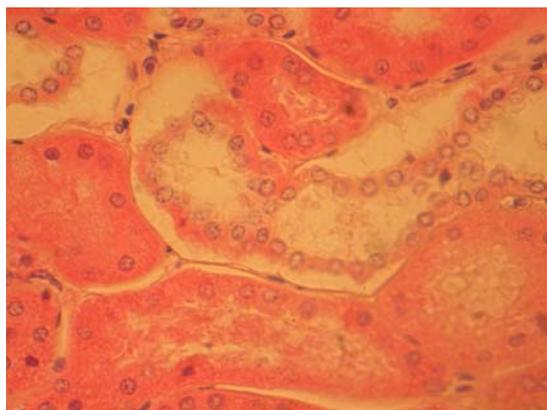


Рис. 2. Участок почки верблюда. Ок 10, об 40. Гематоклилин-эозин (отслойка эпителиального пласта от базальной мембраны в извитом почечном канальце)

По масштабу и локализации поражения клубочков изменения в почках верблюдов можно отнести к фокальным, повреждающим часть почечных клубочков. Больше количество клубочков крупные и многоклеточные.

В почечном клубочке гистологическая картина характеризовалась интерклеточностью, набуханием клеток, отложением фибрина в капиллярных петлях. Гиперклеточность обусловлена как инфильтрацией клубочка лейкоцитами, так и пролиферацией клеток почечного клубочка – мезоглиальных клеток, клеток эндотелия и париетальных эпителиальных клеток.

Объем мочевого пространства был крайне вариабелен: от небольшой полулунной щели до полости, которая была равна объему сосудистого клубочка, встречались почечные клубочки, не имевшие мочевых пространств. В единичных случаях в мочевых пространствах находились эритроциты (по 1–2 в мочевом пространстве).

В основном, весь эпителий извитых канальцев отечен – это так называемое мутное набухание: из-за массивного отека резко сужены просветы извитых канальцев, отсутствуют границы между отдельными эпителиальными клетками, неразличимы их ядра и микроворсинки. В единичных канальцах эпителиальные пласты отделены от базальной мембраны. Кроме того, в узких полостях канальцев имеются полупрозрачные базофильные массы. В отдельных канальцах наблюдается некроз эпителиальных пластов, в их полостях имеются конгломераты из слущенных эпителиальных клеток. Следует указать на то, что в почке верблюда имеется относительно малое количество межканальцевой ткани. Возможно, тубулоинтерстициальный нефрит является осложнением вторичного гломерулонефрита.

#### ***Морфологические особенности селезенки верблюдов***

Селезенка выполняет ряд важных функций. Первая – фагоцитарная. Популяция фагоцитов селезенки удаляет нежелательные и лишние продукты, инородные материалы и бактерии любых типов. Кроме того, селезенка, благодаря сосудистой сети, служит «испытательным» рубежом для эритроцитов [3]. Она устраняет эритроциты, «отслужившие» свой срок, а также аномальные формы эритроцитов, выполняя функцию отбраковки или отбора [1].

От толстой капсулы селезенки отходят значительных размеров неравномерно расширяющиеся трабекулы из плотной волокнистой соединительной ткани, содержащие сосуды, заполненные форменными элементами крови. В трабекулах находятся фибробласты и, в основном, толстые коллагеновые волокна, продольно ориентированные, что указывает на разрастание соединительной ткани.

В трабекулах присутствуют многочисленные гладкие миоциты. Трабекулы, формирующие опорно-сократительный аппарат селезенки, составляют примерно 30 % объема органа (рис. 3).

Красная пульпа селезенки занимает 50 % ее объема. В сосудах ее имеются скопления деформированных эритроцитов.

Глыбки гемосидерина в красной пульпе незначительны и редки. Они располагаются внеклеточно и внутриклеточно – в макрофагах.

Макрофаги широко представлены как в красной пульпе, так и в других зонах органа. Лимфоидные образования белой пульпы хаотично разбросаны в паренхиме селезенки. Отмечена значительная вариабельность их размеров и форм. Они представляют собой округлые или овальные скопления малых лимфоцитов. Четко выделить герминативные центры лимфоидных фолликулов довольно трудно, но в них обнаруживаются единичные лимфобласты (3–4 клетки).

Между белой и красной пульпами расположена маргинальная зона из ретикулярного остова. Здесь присутствуют, в основном, лимфоциты и макрофаги, лежащие циркулярно в несколько рядов.

Таким образом, в селезенке верблюдов происходят процессы пролиферации соединительной ткани.

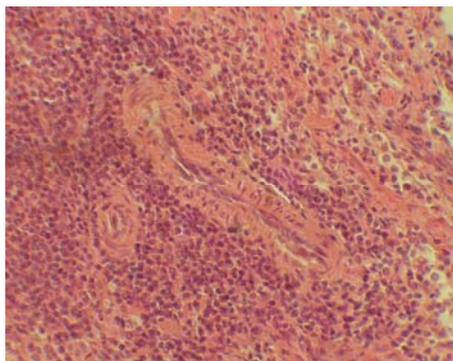


Рис. 3. Участок белой пульпы селезенки верблюда. Ок 10, об 40.  
Гематоксилин-эозин (белая пульпа; центральная артериола; маргинальная зона)

#### **Патоморфологические изменения скелетных мышц верблюда**

Архитектоника скелетных мышц нарушена, отдельные мышечные волокна разделены на небольшие фрагменты. Скелетная мышечная ткань верблюда отечна; между волокнами отмечены пространства разной величины и формы, хотя поперечная исчерченность и ядра мышечных волокон четко выражены (рис. 4).

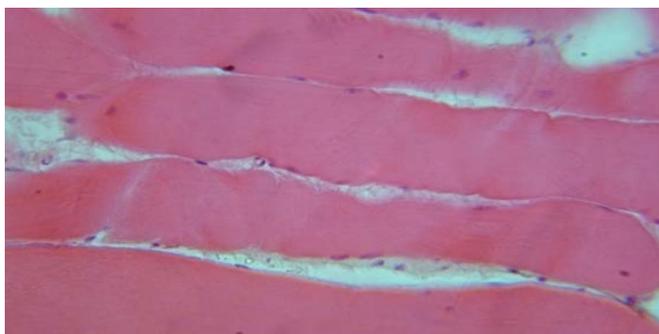


Рис. 4. Фрагмент скелетной мышечной ткани верблюда. Ок 10, об 40.  
Гематоксилин-эозин (мышечные волокна; ядра мышечных волокон;  
пространства между мышечными волокнами)

Таким образом, выявлены следующие изменения печеночной паренхимы: мелкокапельная и крупнокапельная жировая дистрофия; в почках – хронический гломерулонефрит с вторичным тубулоинтерстициальным нефритом; в селезенке – разрастание соединительной ткани; в мышцах – их значительный отек и фрагментация мышечных волокон. Возможно, все эти изменения являются компенсаторно-приспособительными реакциями организма верблюдов.

#### **Библиографический список**

1. **Аничков, Н. М.** Патологическая анатомия : в 2 т. / Н. М. Аничков, М. А. Пальцев. – М. : Медицина, 2001. – Т. 2, ч. 1. – 736 с. ; Ч. 2. – 680 с.
2. **Ролдугина, Н. П.** Практикум по цитологии, гистологии, эмбриологии : учеб. пос. для студентов высш. учеб. заведений / Н. П. Ролдугина, В. Е. Никитченко, В. В. Яглов. – М. : КолосС, – 216 с.
3. **Соколов, В. И.** Цитология, гистология, эмбриология / В. И. Соколов, Е. И. Чумаков. – М. : КолосС, 2004. – 351 с.
4. **Ярыгин, Н. Е.** Атлас патологической гистологии / Н. Е. Ярыгин, В. В. Серов ; под ред. проф. А. И. Струкова. – М. : Медицина, 1968. – 142 с.

УДК 11108

## ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ ВОБЛЫ р. ВОЛГИ

**Барabanов Виталий Викторович**, аспирант кафедры аквакультуры и водных биоресурсов

**Распопов Вячеслав Михайлович**, старший научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор кафедры аквакультуры и водных биоресурсов

Астраханский государственный технический университет

414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1,

тел. 61-41-63, e-mail: pomogatyana@yandex.ru

*В работе представлены данные полового диморфизма воблы р. Волги. Половые различия в относительном весе основных внутренних органов у воблы изменчивы в сезонном аспекте. В период подготовки к довольно значительным нерестовым миграциям у воблы происходит изменение в морфометрии внутренних органов. У самцов эти изменения проявляются четче по сравнению с самками. Более высокие индексы органов у ходовых самцов воблы в весенний период обусловлены, очевидно, их более значительной функциональной активностью в сравнении с самками. Самцы дольше по времени остаются на нерестилищах. У самок более высокая нагрузка в связи с продуцированием половых продуктов препятствует столь же интенсивному изменению индексов органов, как это наблюдается у самцов.*

**Ключевые слова:** морфофизиологические индикаторы, индексы, вобла, половой диморфизм.

### SEXUAL DIMORPHISM OF ROACH IN THE VOLGA RIVER

*Barabanov Vitaliy V., Raspopov Vyacheslav M.*

*The paper presents data on sexual dimorphism of roach in the Volga river. Sexual differences in the relative weight of roach internals vary depending on the season. During the period of preparation for significant spawning migrations some changes in morphometry of roach internals are recorded. Males exhibit more distinct changes as compared with females. Higher indices of organs in running males during the spring period are evident due to their more significant functional activity in comparison with females. Males spend more time in spawning areas. Higher pressure on females because of producing sexual products prevent them from such intensive changes in indices of organs as recorded in males.*

**Key words:** morphophysiological indicators, indices, roach, sexual dimorphism.

Различия между самцами и самками у рыб, особенно у проходных [2, 3], могут быть как резко бросающимися в глаза, так и еле уловимыми (за исключением строения половой системы). Половые различия в индексах сердца, печени, если они обнаруживаются, могут рассматриваться как свидетельство более напряженного энергетического баланса у исследуемых рыб с увеличенным индексом.

В представленной работе на основе имеющихся в литературе и имеющихся собственных данных исследована половая динамика основных морфофизиологических индикаторов (сердце, печень, селезенка и почки) у воблы, выловленной в р. Волга (тоня «Балчуг», 30 км выше г. Астрахани).

Половые различия по относительному весу внутренних органов привлекали внимание многих исследователей.

Литературные данные по морфофизиологическим показателям рыб разного пола носят противоречивый характер. Так, А.М. Божко [1] и другие для взрослого лосося указывают на различия индекса сердца и отмечают, что у самок он больше. Более того, эти авторы отмечают, что у самцов и самок различно направление сезонных изменений. По их данным, у леща половые различия выражаются лишь в том, что у самок амплитуда сезонных изменений больше, чем у самцов.

С другой стороны, ряд авторов указывают на отсутствие различий между полами по относительному весу сердца у костистых рыб.

Среднее значение кардиосоматического индекса у воблы в 2007 г. равен 1,12 ‰, а в 2008 г. находился на уровне 1,15 ‰, печени в 2007 г. – 16,03 ‰, а в 2008 г. – 16,30 ‰, селезенки в 2007 г. – 2,45 ‰, а в 2008 г. – 2,36 ‰, почки в 2007 г. – 0,44 ‰, а в 2008 г. – 0,50 ‰ без учета половой принадлежности.

Половые различия в относительном весе основных внутренних органов у воблы наиболее изменчивы в сезонном аспекте. Как не имеет заметного полового диморфизма молодь, так и взрослые особи мало различаются в межнерестовый период, и только во время нереста или подготовки к нему половые различия проявляются наиболее резко. Это связано с тем, что вобла, как любой другой полупроходной вид рыб, совершает достаточно длительные нерестовые миграции в реки, что способствует проявлению полового диморфизма не только внешне (масса, длина), но и в морфофизиологическом плане, в изменении параметров внутренних органов (табл. 1).

Тщательный анализ данных, имеющихся в нашем распоряжении, показывает, что в большинстве случаев относительный вес сердца у самцов выше, чем у самок, причем в весенний период на 7–8 %, а в осенний – на 5–6 %. Особенно это проявляется весной, где различия наивысшие, а осенью они частично сглаживаются как в 2007, так и в 2008 гг.

Таблица 1

**Половой диморфизм относительного веса внутренних органов у ходовой воблы в разные периоды жизни, ‰**

| Сезон |       | 2007 г.     |             |            |            |
|-------|-------|-------------|-------------|------------|------------|
|       |       | Сердце      | Печень      | Селезенка  | Почки      |
| Самки | Осень | 0,89 ± 0,11 | 18,92 ± 0,3 | 1,88 ± 0,3 | 0,39 ± 0,2 |
| Самцы |       | 0,93 ± 0,09 | 15,63 ± 0,4 | 2,19 ± 0,1 | 0,44 ± 0,1 |
| Самки | Весна | 1,27 ± 0,08 | 14,85 ± 0,3 | 3,06 ± 0,3 | 0,51 ± 0,2 |
| Самцы |       | 1,36 ± 0,12 | 11,62 ± 0,3 | 2,89 ± 0,2 | 0,49 ± 0,1 |
|       |       | 2008 г.     |             |            |            |
| Самки | Осень | 0,91 ± 0,11 | 19,02 ± 0,4 | 1,85 ± 0,2 | 0,37 ± 0,2 |
| Самцы |       | 1,00 ± 0,12 | 15,63 ± 0,6 | 2,23 ± 0,2 | 0,44 ± 0,3 |
| Самки | Весна | 1,28 ± 0,09 | 15,12 ± 0,5 | 2,85 ± 0,3 | 0,51 ± 0,2 |
| Самцы |       | 1,33 ± 0,8  | 11,65 ± 0,4 | 2,86 ± 0,2 | 0,48 ± 0,2 |

По печени мы имеем совершенно противоположную картину: так гепатосоматический индекс у самок больше, чем у самцов, причем весной на 22–25 %, а осенью – на 18–20 %.

Индекс селезенки воблы больше у самцов, по сравнению с самками, причем весной эта разница находится на уровне 5–6 %, а осенью – на 14–15 %. Разности между индексами почек самцов и самок у воблы не обнаружены, даже усредненные значения показывают почти равномерное чередование положительного и отрицательного знаков. В частности, осенью 2007 г. наблюдались повышенные значения параметров индекса у самцов, по сравнению с самками, на 10–12 %. А весной, наоборот, значения индекса почки были больше у самок на 4–5 %, по сравнению с самцами. Таким образом, можно определенно сказать, что сезон года вызывает специфическую реакцию, и различие по величине индекса между самцами и самками может само послужить как индикатор условий, в которых обитает рыба.

В таблице 2 сведены статистические данные по некоторым морфофизиологическим показателям за период 2007–2008 гг. В общей сложности за время исследований было изучено 405 самок и 405 самцов воблы.

Таблица 2

**Морфофизиологические показатели воблы разных полов р. Волга, ‰**

| Наименование показателей | Самки                   | Самцы                    | Достоверность различий по t-критерию |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
|                          | Значения пок-ле (M ± m) | Значения пок-лей (M ± m) |                                      |
| Сердце                   | 1,02 ± 0,09             | 1,11 ± 0,11              | p < 0,05                             |
| Печень                   | 16,03 ± 0,3             | 13,14 ± 0,4              | p < 0,05                             |
| Селезенка                | 2,20 ± 0,1              | 2,40 ± 0,2               | p < 0,05                             |
| Почки                    | 0,41 ± 0,2              | 0,45 ± 0,1               | p < 0,05                             |

Согласно статистической обработке полученных данных, различия в таких показателях, как относительный вес сердца, печени, селезенки и почек, у самок и самцов

воблы достоверны ( $p < 0,05$ ). Вместе с тем зависимость этих индексов от пола в отдельные сезоны года неодинакова. Более высокие индексы органов у ходовых самцов воблы в весенний период обусловлены, очевидно, их более значительной функциональной активностью, по сравнению с самками. В период подготовки к довольно значительным нерестовым миграциям у воблы, как и у всех полупроходных, происходит изменение в морфофизиологическом состоянии внутренних органов. У самцов эти изменения проявляются четче, по сравнению с самками. У самок более высокая нагрузка, связанная с продуцированием половых продуктов, препятствует столь же интенсивному изменению индексов органов, как это наблюдается у самцов.

Впервые собранные материалы необходимы для контроля за состоянием популяции воблы и для составления прогноза вылова на долгосрочные и краткосрочные перспективы, а также влияния экологических условий на бассейн.

Результаты проведенной работы позволяют сравнить индексы внутренних органов у карповых, на примере воблы, с индексами внутренних органов у осетровых в аспекте полового диморфизма.

При сравнении полового диморфизма у воблы с осетровыми Волго-Каспийского бассейна, по данным Распопова [2, 3], выявлены общие закономерности. Так, зависимость используемых индексов от пола в отдельные сезоны года неодинакова. У осетра, в частности, она сглаживается в летний период потому, что мигрирует на нерест озимый осетр, а у севрюги, напротив, именно в летний период эта зависимость наибольшая; у белуги характер зависимости индексов от пола сходен с осетром [2].

#### **Библиографический список**

1. **Божко, А. М.** Возрастные изменения относительных размеров внутренних органов озёрного лосося / А. М. Божко // Биология внутренних водоемов Прибалтики : сб. – М. – Л. : Изд. АН СССР, 1962. – С. 86–89.
2. **Распопов, В. М.** Опыт экологического исследования популяций каспийских осетровых рыб методом морфофизиологических индикаторов : автореф. / В. М. Распопов. – Петрозаводск, 1981. – 56 с.
3. **Распопов, В. М.** Экологические основы воспроизводства осетровых в условиях современного стока : автореф. / В. М. Распопов. – Астрахань : Изд-во КаспНИРХ, 2001. – 68 с.

УДК 591.8

### **МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПЕЧЕНИ**

**Белова Яна Викторовна**, аспирант кафедры физиологии и морфологии человека и животных

**Алтуфьев Юрий Владимирович**, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

Астраханский государственный университет

414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,

тел. (8512) 44-00-95, доп. 115, e-mail: rbhbkkbujhm@mail.ru

*В работе рассматриваются функции печени и этиология поражения данного органа. Приводится описание механизмов развития болезней печени. Также рассматриваются наиболее часто встречающиеся структурные и функциональные нарушения, развивающиеся вследствие поражения печени и желчного тракта: гепатоцеллюлярная (печеночная) недостаточность, паренхиматозные дистрофии (белковая и жировая), гликогенозы, гемосидерозы, острая циркуляторная недостаточность, хронический системный венозный застой, синусоидальная портальная гипертензия, пелиоз печени, некрозы, цирроз печени. Часть работы посвящена компенсаторным реакциям, направленным на ограничение и полную ликвидацию патологических изменений в органе: усиление метаболических процессов в печени, фагоцитоз, увеличение экскреции токсических веществ, перераспределение крови, развитие анастомозов.*

**Ключевые слова:** печень, болезни печени, гепатоциты, этиология поражения, патогенез, структурные нарушения, функциональные нарушения, некроз, цирроз, компенсаторные реакции.

## THE MECHANISMS OF DEVELOPMENT OF PATHOLOGICAL PROCESSES IN LIVER

*Belova Yana V., Altufiev Yuriy V.*

*In the article work liver functions and aetiology of this organ affection are considered. The mechanisms of liver illnesses development are adduced. The most met structural and functional destructions, which can be developed owing to liver affection and gastric tract (such as hepatic failure, parenchymatous degeneration (protein and fatty), glycogenosis, hemosiderosis, sharp circular insufficiency, chronic system passive congestion, sinusoidal portal hypertension, necrosis, liver cirrhosis, are also examined. The part of work is devoted to compensatory reactions, aimed to restriction and full elimination of pathologic changers in organs: amplification of metabolic processes in liver, phagocytosis, increase of excretion of toxic materials, blood redistribution, anastomosis development.*

**Key words:** liver, liver illnesses, hepatocyte, aetiology of destruction, structural and functional destructions, necrosis, cirrhosis, compensatory reactions.

Печень выполняет в организме целый ряд функций, среди которых важнейшие — участие в пищеварении, обмене веществ, гемодинамике. Велика также защитная (барьерная) роль этого органа. Все эти функции печени, направленные на сохранение гомеостаза, нарушаются при ее патологии, которая проявляется как в виде самостоятельных заболеваний печени (например, вирусный гепатит), так и печеночных синдромов (желтуха, холестаз, холемия, портальная гипертензия и др.) [2].

Наиболее часто в основе болезней печени (если исключить опухолевые процессы) лежат дегенеративные или воспалительные изменения. В клинике провести определенную границу между дегенеративными и воспалительными процессами в печени трудно, поэтому у клиницистов имеется склонность термин «гепатит» (воспаление печени) применять к различным изменениям печени, значительная часть которых имеет в основе лишь дегенеративные процессы в паренхиме. В патологической анатомии можно вполне определенно говорить о дегенеративных, дистрофических поражениях печени и о воспалительных изменениях, гепатитах. Дистрофии имеют в основе дегенеративные поражения паренхимы, гепатиты – воспалительные изменения в соединительной ткани стромы. Однако как во всяком другом паренхиматозном органе, так и в печени далеко не редко наблюдается сочетание дегенеративных и воспалительных изменений [1].

Особая восприимчивость гепатоцитов к повреждению связана с их детоксикационной и депонирующей функциями. Эти функции, в первую очередь, касаются любых вредных продуктов, которые поступают с пищей, всасываются в кровь в желудочно-кишечном тракте и транспортируются в печень через портальную систему [6].

Печень является не только основным органом для метаболизма чужеродных субстанций, но и главной мишенью для токсического воздействия лекарственных средств. Лекарственные поражения печени (ЛПП) включают широкий спектр патологических процессов, которые развиваются в ней при введении препаратов в терапевтических дозах. В настоящее время описано более 1000 лекарств, вызывающих гепатотоксические реакции, частота развития которых составляет 6–8 на 100 тыс. пациентов. В развитых странах прием лекарств является лидирующей причиной развития печеночной недостаточности, требующей пересадки печени [12].

Поражение желчевыводящих путей вызывает изменения в печени двоякого рода. Во-первых, продолжительная обструкция этих путей приводит к билиарному циррозу, а во-вторых, желчные протоки с нарушенной функцией нередко становятся путем распространения восходящей бактериальной аутогенной инфекции (аутоинфекции) печени.

Будучи постоянно вовлеченными в активный и сложный метаболизм, печеночные клетки легко повреждаются при гипоксии, которая возникает при шоке, венозном застое или анемии. Однако двойной тип кровоснабжения печени способен предохранять паренхиму органа от повреждения [6].

По этиологии все поражения печени подразделяются на приобретенные и наследственные. К этиологическим факторам, вызывающим болезни печени и синдромы, относятся следующие:

1) инфекционные – вирусы и бактерии (вирусы вирусного гепатита, инфекционного мононуклеоза, возбудитель туберкулеза, сифилиса и др.), простейшие (лямблии, амёбы), грибы (актиномицеты), гельминты (эхинококк, аскариды);

2) токсические вещества – экзогенного (алкоголь; лекарственные препараты; промышленные яды – четыреххлористый углерод, хлороформ, мышьяк, фосфорорганические инсектициды; растительные яды – афлатоксин, мускарин, алкалоиды гелиотропа) и эндогенного происхождения (продукты распада тканей при ожоге, некрозе; токсикоз беременности);

3) физические факторы – ионизирующая радиация (лучевой гепатит), механическая травма;

4) алиментарные факторы – белковое, витаминное голодание, жирная пища;

5) аллергические реакции – при введении вакцин, сывороток, пищевых и лекарственных аллергенов;

6) нарушение кровообращения в печени местного (ишемия, венозная гиперемия, тромбоз, эмболия) и общего характера (при сердечно-сосудистой недостаточности);

7) эндокринные и обменные нарушения в организме (сахарный диабет, гипертиреоз, ожирение);

8) опухоли – первичные (гепатокарцинома) и метастатические (при раке желудка, легких, молочной железы, лейкозные инфильтраты);

9) генетические дефекты обмена (наследственные ферментопатии), врожденные пороки анатомического положения и структуры печени вследствие нарушения внутриутробного развития.

В патогенезе поражений печени различной этиологии следует отметить две разновидности патологических реакций:

1) прямое повреждение печени этиологическим фактором (вирусы, химические вещества, нарушение кровотока), проявляющееся дистрофическими изменениями в ней вплоть до некроза;

2) аутоиммунное повреждение печени вследствие появления аутоантигенов (патологически измененные компоненты гепатоцитов, образовавшиеся при прямом поражении печени) и развития аутоаллергических реакций гуморального и клеточного типа. Последние углубляют повреждение печени в результате микроциркуляторных нарушений (под влиянием биологически активных веществ, активированных при реакции антиген–антитело) и иммунного цитолиза при участии Т-киллеров.

Следует отметить определенную взаимосвязь патологических процессов в печени: как правило, воспалительные (гепатиты) и обменно-дистрофические (гепатозы) поражения печени завершаются развитием цирроза.

Для патологии печени характерна высокая частота сочетанных нарушений печени и органов пищеварительной системы, селезенки, почек, что обусловлено анатомическими и функциональными связями между этими органами.

Общей закономерностью для заболеваний и синдромов поражения печени является развитие печеночной недостаточности, которая характеризуется частичным или полным нарушением основных функций печени [2].

Функциональные нарушения, развивающиеся вследствие поражения печени и желчного тракта, различны и сложны.

*Гепатоцеллюлярная (печеночная) недостаточность.* Она развивается тогда, когда суммарная функция гепатоцитов падает ниже того уровня, который необходим для поддержания гомеостаза. Печеночная недостаточность является результатом утраты большого числа печеночных клеток, а также снижения их функции, что вредит внутриклеточному метаболизму в оставшихся гепатоцитах и пагубно влияет на кровообращение в органе. Печеночная недостаточность может быть острой (например, при массивном некрозе паренхимы при гепатите или действии токсикантов), либо хронической (например, при циррозе).

Часто встречаются *паренхиматозные дистрофии* (белковая и жировая). Примером белковой дистрофии часто является зернистая дистрофия, которая характеризуется тем, что в цитоплазме гепатоцитов, объем которых обычно увеличен, много ацидофильных белковых гранул, в то же время содержание гликогена и РНК в клетках уменьшено. Причинами такой дистрофии служат расстройства кровообращения и

лимфообращения, различные инфекции и интоксикации. Они ведут к снижению окислительных процессов и энергетическому дефициту, накоплению кислых продуктов и к денатурации белков цитоплазмы. Зернистая дистрофия обратима, если устранить вызвавшую ее причину, при этом структура гепатоцита восстанавливается. Если же сохраняется действие вредных факторов, дистрофия этого вида может трансформироваться в другие, в том числе и жировую дистрофию [13].

Благодаря центральной роли в метаболизме жиров, гепатоциты весьма склонны к ожирению, т.е. к накоплению в цитоплазме мелких капель, состоящих, главным образом, из нейтрального жира. Жировая дистрофия (липидоз) характеризуется накоплением в цитоплазме гепатоцитов – сначала мелких капель жира, затем сливающихся в более крупные или в одну жировую вакуоль, которая занимает всю цитоплазму и смещает ядро на периферию клетки. Жировые вакуоли нескольких клеток могут сливаться между собой и образовывать жировые кисты. Непосредственной причиной накопления липидов в печени служит нарушение ферментативных процессов на определенных этапах обмена липидов [4].

В зависимости от размеров жировых включений различают мелкокапельную, среднекапельную и крупнокапельную жировую дистрофию. При крупнокапельной жировой дистрофии объем гепатоцитов увеличен в 2–3 раза, что и служит причиной гепатомегалии [18].

При тяжелых поражениях печени происходит некроз гепатоцитов с последующей мезенхимальной реакцией, коллапсом стромы и даже с исходом в цирроз [10].

Наиболее выраженные нарушения углеводного обмена в печени наступают при *гликогенозах* – ферментопатиях, обусловленных дефицитом ферментов, участвующих в процессах расщепления гликогена [7].

Печеночные клетки при гликогенозах увеличены в объеме, очень слабо окрашиваются эозином, благодаря этому цитоплазма их выглядит «оптически пустой», а клеточные мембраны четко контурируются. За счет увеличения размеров клеток синусоиды значительно сдавливаются. Исходом гликогенозов III и IV типов может быть цирроз печени. Считают, что причиной цирроза при IV типе гликогеноза является накопление в клетках труднорастворимого аномального гликогена, который воспринимается как инородное тело [3].

К *мезенхимальной дистрофии* печени относят амилоидоз, внеклеточный диспротеиноз [9]. Преимущественно поражается интермедиальный отдел ацинусов. При выраженном амилоидозе печени амилоид откладывается по всей дольке, сдавливает печеночные пластинки, гепатоциты подвергаются атрофии [4].

Среди различных метаболических расстройств, поражающих печень и завершающихся циррозом, нужно назвать *гемосидероз*, при котором нарушается обмен не только гемосидерина, но также ферритина и билирубина, что ведет к отложению пигмента в макрофагах и паренхиме печени. Содержание гемосидерина возрастает при гепатитах и циррозах печени, когда нарушается синтез трансферрина. Гистологически темно-коричневые гранулы пигмента выявляются преимущественно в перипортальных гепатоцитах и звездчатых ретикулоэндотелиоцитах [19]. Отложения гемосидерина в гепатоцитах наблюдаются при нарушениях эритропоэза в условиях повышенного всасывания железа из кишечника.

Архитектоника печени и ее кровоснабжение тесно связаны. При всех видах нарушений кровоснабжения наиболее важным последствием является *гепатоцеллюлярная энергетическая недостаточность*, морфологически выражающаяся уменьшением содержания гликогена, изменениями митохондрий и эндоплазматической сети вплоть до коагуляционного некроза и цитолиза, образованием вакуолей и гиалиновых капель, гетеролизосом и аутофагосом. Реакцией на изменения клеток и повышение внутрисинусоидального давления может быть образование коллагеновых волокон и «капилляризация» синусоидов. Это, в свою очередь, ведет к дальнейшему ухудшению питания гепатоцитов и затруднению кровоснабжения долек.

При общих нарушениях кровообращения в печени наблюдается *острая циркуляторная недостаточность*. Снижение перфузии (естественного кровоснабжения)

печени возникает вследствие уменьшения как артериального, так и портального венозного кровотока. Сначала повреждается микроциркулярное русло, затем развивается некроз гепатоцитов, вызывающий острую воспалительную реакцию с инфильтрацией полиморфно-ядерными лейкоцитами.

При хроническом системном венозном застое макро- и микроскопические изменения выражаются в развитии «мускатной печени», когда застой происходит вначале в печеночных венах, затем распространяется на собирательные, центральные и на синусоиды, которые расширяются в центре и средних отделах долек. При этом происходит атрофия периферических гепатоцитов, гепатоциты периферии долек, напротив, гипертрофированы. При продолжительном венозном застое может происходить массовая гибель перивенулярных печеночных клеток, в некоторых случаях возникает компенсаторная гиперплазия гепатоцитов с формированием узелков и минимально выраженным фиброзом. Такие изменения называются *нодулярной регенеративной гиперплазией* [6].

Большое значение в патологии печени придается нарушениям *микроциркуляции* – состоянию кровообращения в синусоидах. Затруднения в прохождении крови через синусоиды ведут к развитию синусоидальной портальной гипертензии. При этом обнаруживаются резкая гипертрофия звездчатых ретикулоэндотелиоцитов, сужение просвета синусоидов и перисинусоидальный фиброз [4].

К поражениям синусоидов относят так называемый *пелиоз печени*. В начальных фазах заболевания возникают мелкие некрозы, а затем на их месте формируются сосудистые полости [24, 26].

Многие патологические процессы в организме завершает *некроз*, но чаще он является финалом дистрофий. Наличие некрозов всегда свидетельствует о тяжелом, обычно прогрессирующем течении патологического процесса [13].

По объему пораженной ткани некрозы могут быть *фокальными*, *моноцеллюлярными*, *зональными* и *ацинарными*, *субмассивными* или *массивными* [4].

Под *фокальными некрозами* понимают поражения части печеночной клетки, определенной группы органелл с появлением аутофагосом и денатурацией белка. При *моноцеллюлярном некрозе* гепатоциты уменьшены в объеме, с плотной гомогенной цитоплазмой и пикнотическими ядрами. Форма гепатоцитов утрачивается, и они приобретают вид изломанной линии. Происхождение *зональных* и *ацинарных некрозов* связано с особенностями ацинарного строения печени. Наиболее часто некроз возникает в третьей зоне ацинуса, наиболее отдаленной от источников кровоснабжения. Форма таких некрозов напоминает морскую звезду [23]. Ступенчатый некроз вызывает деструкцию печеночных клеток на границе паренхимы и соединительной ткани с лимфоцитарной (иногда лимфоплазмощитарной) инфильтрацией [17]. Прогрессирование некротических изменений ведет к соединению различных зон ацинусов при помощи некротических мостиков [17, 25]. К мостовидному некрозу применяют все формы некроза, при которых происходит соединение сосудистых структур печени. В это определение включают также некроз целых долек, который обозначают *мультилобулярным* [4].

При различных повреждениях печени происходит регенерация паренхиматозных клеток и восстановление стромы. Однако при обширных повреждениях может накапливаться избыточное количество коллагена, формируется *фиброз* печени. Фиброзный рубец вызывает не только деформацию органа, но и вызывает его дисфункцию. Обычно фиброз сопровождается различными формами повреждения печени (гепатит, цирроз) и лишь сравнительно редко является основным [5, 9, 11, 14, 22].

При *циррозе* печени отмечается диффузное нарушение архитектоники печени [10, 15, 21]. Паренхима органа пронизана большим количеством узелков (регенератов), состоящих из гепатоцитов и отделенных друг от друга неравномерными анастомозирующими септальными прослойками фиброзной ткани [14, 16]. И узелки, и фиброзные прослойки имеют различную величину и толщину в зависимости от формы цирроза. Все это является результатом воспалительной реакции и гибели гепатоцитов. Существует несколько морфологических форм цирроза: *мелкоузловой (микронодулярный) цирроз*, где печень пронизана узелками (регенератами паренхимы органа) примерно одинакового размера,

окруженного очень узкими и преимущественно кольцевидными прослойками соединительной ткани. Диаметр узелков не превышает 3 мм [22]. *Крупноузловой (макронодулярный) цирроз*, выражается в том, что поперечник узлов-регенератов превышает 3 мм. Они имеют разные размеры и нередко достигают 1 см в диаметре [20]. Прослойки соединительной ткани тоже варьируют по ширине. При *циррозе смешанного типа* одновременно имеются мелкие (до 3 мм в диаметре) и крупные (около 1 см) узелки [4, 11]. В настоящее время это заболевание расценивают как исход продолжительного некротического процесса в паренхиме печени [4].

Однако для патологии печени характерны не только патологические структурные и функциональные нарушения, но и компенсаторные реакции, направленные на ограничение и полную ликвидацию патологических изменений в органе. К таким компенсаторным реакциям относятся усиление метаболических процессов в печени (энергетических, дезинтоксикационных и др.), фагоцитоза, увеличение экскреции токсических веществ, перераспределение крови, развитие анастомозов. Кроме того, печень обладает выраженной способностью к регенерации, что проявляется как при резекции, так и диффузном поражении печеночной ткани (регенерационная гипертрофия печени). При этом происходит пролиферация гепатоцитов с полным или частичным восстановлением структуры печени.

Печень активно включается в адаптивные реакции при заболеваниях других органов и систем. В то же время функциональная недостаточность печени при ее поражении может усугубить течение патологического процесса в других органах, изменить гормональную регуляцию, повлиять на эффективность лекарственной терапии [2].

#### *Библиографический список*

1. **Абрикосов, А. И.** Основы частной патологической анатомии / А. И. Абрикосов. – 4-е изд. – М. : МедГИЗ, 1950. – 640 с.
2. **Зайко, Н. Н.** Патологическая физиология : учеб. для студентов мед. вузов / Н. Н. Зайко, Ю. В. Быць, А. В. Атаман. – К. : Логос, 1996. – 640 с.
3. **Ивановская, Т. Е.** Тезауризмозы / Т. Е. Ивановская, Л. В. Леонова // *Общая патология человека*. – М. : Медицина, 1982. – С. 93–115.
4. **Логинов, А. С.** Клиническая морфология печени / А. С. Логинов, Л. И. Аруин. – М. : Медицина, 1985. – 240 с.
5. **Логинов, А. С.** Международная классификация хронических диффузных заболеваний печени / А. С. Логинов // *Актуальные вопросы гастроэнтерологии*. – М., 1977. – Т. 1, № 10. – С. 3–24.
6. **Пальцев, М. А.** Патологическая анатомия : учеб. / М. А. Пальцев, Н. М. Аничков. – Т. 2, Ч. 2. – М. : Медицина, 2005. – 680 с.
7. **Розенфельд, Е. Л.** Гликогенная болезнь / Е. Л. Розенфельд, И. А. Попова. – М. : Медицина, 1979. – 286 с.
8. **Серов, В. В.** Амилоидоз / В. В. Серов, И. А. Шапов. – М. : Медицина, 1977. – 286 с.
9. **Серов, В. В.** Иммунопатология / В. В. Серов // *Общая патология человека*. – М. : Медицина, 1982. – С. 354–393.
10. **Струков, А. И.** Патологическая анатомия : учеб. / А. И. Струков, В. В. Серов. – М. : Медицина, 1985. – 528 с.
11. **Тареев, Е. М.** Проблема гепатитов и циррозов в современной клинике / Е. М. Тареев // *Сов. мед.* – 1977. – № 12. – С. 3–8.
12. **Яковенко, Э. П.** Лекарственные поражения печени. Патогенетические подходы к терапии / Э. П. Яковенко // *Фармацевтический вестник*. – 2008. – № 31 (458). – С. 3.
13. **Ярыгин, Н. Е.** Атлас патологической гистологии / Н. Е. Ярыгин, В. В. Серов. – М. : Медицина, 1977. – 200 с.
14. **Anthoni, P. P.** The morphology of cirrhosis. Recommendations of definition nomenclature and classification by a working group sponsored by WHO / P. P. Anthoni, K. G. Ishak, K. N. C. Naya // *J. Clin. Path.* – 1978. – Vol. 31. – P. 395–414.
15. **Bianchi, L.** Die non-A, non-B Hepatitis / L. Bianchi, H. P. Spichtin, F. Gudat // *Schweiz. Med. Wschr.* – 1983. – Bd. 113. – S. 478–484.
16. **Bolck, P.** Spezielle pathologische Anatomie, Leber und Gallenwege / P. Bolck, G. Machnik. – Berlin, 1978. – Bd. 10. – 1002 s.
17. **Boyer, J. L.** Pattern of necrosis in acute viral hepatitis / J. L. Boyer, G. Klatskin // *New Engl. J. Med.* – 1970. – Vol. 102. – P. 1063–1071.
18. **Galambos, J. T.** Cirrhosis / J. T. Galambos. – Philadelphia : Saunder, 1979. – 376 p.

19. **Kent, G.** Iron overload / G. Kent, R. M. Bahn // Pathology of the liver. – Edinburgh, 1979. – P. 148–163.
20. **Kloppel, G.** Natural course of primary biliary cirrhosis / G. Kloppel, M. Kirchhaf, P. A. Berg. – Liver, 1982. – Vol. 2. – P. 141–151.
21. **MacSween, R. N. M.** Pathology of the liver / R. N. M. MacSween, P. P. Anthoni, J. J. Schencr. – Edinburgh, 1979. – 458 p.
22. **Popper, H.** Pathologic aspects of cirrhosis / H. Popper // Amer. J. Path. – 1977. – Vol. 87. – P. 228–258.
23. **Rappaport, A. M.** Physioanatomical basis of toxic liver injury / A. M. Rappaport // Toxic injury of the liver / Ed. E. Farber, M. M. Fischer, M. Dekker. – New York, 1979. – P. 1–58.
24. **Spech, H. J.** Peliosis hepatis / H. J. Spech, H. Liehr // Z. Gastroent. – 1982. – Bd. 20. – S. 710–721.
25. **Ware, A. J.** Prognostic significance of subacute hepatic necrosis / A. J. Ware, E. H. Eigenbrodt, B. Combes // Gastroenterology. – 1975. – Vol. 68. – P. 519–524.
26. **Willen, H.** Peliosis hepatis as a result of endogenous steroid hormone production / H. Willen, R. Willen, A. Gad // Virchows. Arch. Abt. A. Path. Anat. – 1979. – Bd. 383. – S. 233–240.

УДК 594.3:13

### ЛИЧИНКА АМПУЛЛЯРИИ (*POMACEA BRIDGESI*) НА СТАДИИ РАЗВИТИЯ РАННИЙ ВЕЛИГЕР

**Федорова Надежда Николаевна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры гидробиологии и общей экологии

**Елчиева Лейла Мехтиевна**, аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии  
ФГОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»  
414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,  
тел. (8512) 61-45-86, e-mail: L.Elch@mail.ru

*Целью исследования явилось изучение особенностей эмбрионального развития личинок ампуллярий в искусственных условиях.*

*Зародыш располагался в капсуле. Капсула икринок образована из соединительной ткани с разветвленной капиллярной системой.*

*Зародыш заметно увеличился в размере. У ампуллярии на стадии среднего велигера имела закладка нервной системы, органов чувств (глаз, щупалец). Шла дифференцировка мезенхимы ноги в миобласты, дифференцировалась и усложнялась дыхательная, пищеварительная, сосудистая системы; началось образование раковины. Впервые произошла закладка жаберного аппарата. Произошло формирование буккальных ганглиев, pedalные ганглии были соединены комиссурой.*

**Ключевые слова:** велигер, стадия, эпителий, дифференцировка.

### THE FETUS OF AMPULLARIDAE (*POMACEA BRIDGESI*) ON THE STAGE OF THE EARLY VELIGERE

*Fedorova Nadezhda N., Elchieva Leila M.*

*The aim of the research was the study of the peculiarities of the earlier development maggot ampullariidae in artificial reservoirs.*

*The fetus is situated in capsule. The capsule of eggs is formed from connective tissue, with furcated by capillary system.*

*The fetus noticeably increased in size. The ampullariidae had the laying of the nervous system and organ sensum (the eyes, the antenna). On this stage the differentiation of the mesenchyme of leg in myoblasts, occurred was differentiated and became complicated respiratory, digestive, vascular systems, began forming the shell. For the first time the formation of giller apparatus occurred. Shapping buckales ganglions occured, the pedal ganglions were united by koumiss.*

**Key words:** veligere, stage, epithelium, differentiation.

В настоящее время в аквакультуру Астраханской области вносятся новые объекты, в том числе брюхоногие моллюски (ампуллярии). Предварительно были выпол-

нены определенные комплексные работы по внедрению данного вида, разработаны технологии разведения и выращивания, однако осталось много нерешенных вопросов, в частности, ранний онтогенез ампуллярий.

Целью исследования явилось изучение особенностей эмбрионального развития личинок ампуллярий в искусственных условиях.

Материалом исследования служили икринки и капсулярный мешок ампуллярий, которые отбирались через суточные интервалы развития при температуре 25 °С. Полученная икра фиксировалась в растворе Буэна, после чего производился гистологический анализ общепринятыми методами [1].

Половозрелые ампуллярии содержались в аквариумах с расчетом 10 литров на пару улиток. Смена воды проводилась через двое суток. Температура воды составляла 23–25 °С, рН = 7. Кормление происходило через день, ампуллярии получали фаршированный рыбный, мясной и растительный корма. Для стимуляции кладки температуру воды сначала опускали до 20–22 °С, затем поднимали до 26–28 °С.

Размер икринки был равен  $1473,42 \pm 1,04$  мкм. Зародыш располагался внутри капсулы.

Сверху зародыш был покрыт однослойным многорядным эпителием. Зародыш имел следующие размеры: длина –  $801,6 \pm 0,54$  мкм, ширина –  $711 \pm 1,5$  мкм, на этой стадии его форма была грушевидной. В зародыше была хорошо заметна билатеральная симметрия.

Передняя часть ротового отверстия была представлена губными щупальцами, размер которых составлял  $60,0 \pm 0,601$  мкм. Ротовую полость выстилал многорядный призматический эпителий, под его базальной мембраной находилась рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань, в которой имелось большое количество межклеточного вещества. Высота клеток была равна –  $4,2 \pm 0,06$  мкм, ширина –  $2 \pm 0,03$  мкм, ядро было смещено к краю клетки.

За губными щупальцами располагалась глотка, также как и ротовую полость, ее выстилал многорядный ресничный призматический эпителий. Клетки имели вытянутую форму с темноокрашенной, гомогенной цитоплазмой и ядром в центре. За глоткой следовал короткий пищевод  $121,4 \pm 0,8$  мкм, который, расширяясь с боков, образовывал мешок, в котором находилась радула, ее ширина составляла –  $52,1 \pm 0,12$  мкм. Радулу выстилал тот же цилиндрический эпителий, который был образован из довольно крупных клеток  $2,47 \pm 0,102$  мкм, с крупным ядром в центре клетки и темноокрашенной гомогенной цитоплазмой.

Формирующийся желудок на данном этапе находился на правой стороне, несколько смещаясь кпереди. Желудок был выстлан многорядным цилиндрическим эпителием; клетки его располагались на базальной мембране, клеточные ядра находились на разных уровнях, ближе к базальной мембране; размер клеток составлял –  $2,11 \pm 0,12$  мкм. Размеры желудка были: ширина –  $23 \pm 0,5$  мкм, длина –  $37 \pm 0,08$  мкм.

Стенка среднего кишечника была представлена однослойным высоким призматическим эпителием, лежащим на тонкой базальной мембране. Клетки имели четкие границы. На апикальной стороне клеток имелись реснички. Ядра были расположены, в основном, в основании клеток. Высота клеток составляла  $4,01 \pm 0,06$ , диаметр ядра –  $1,18 \pm 0,05$ .

Висцеральный мешок, выполняющий функции печени, был расположен под формирующимся желудком, являясь его продолжением, постепенно увеличивался, выпячиваясь наружу, заполняя мантийный мешок. С одной стороны стенки висцерального мешка состояли из однослойного многорядного ресничного эпителия, лежащего на тонкой базальной мембране, с другой стороны мешка находились крупные клетки будущей печени.

Общие размеры висцерального мешка на данной стадии развития составляли: длина –  $646,8 \pm 5,4$  мкм, ширина –  $477,4 \pm 0,5$  мкм. Клетки этого мешка были разных типов и размеров. Так, одни клетки – будущие клетки печеночного канальца – были относительно крупными, произошла дифференцировка этих клеток на три типа: одни из них имели вид треугольника, вершина которого была направлена к базальной мембране мешка, ядро находилось в основании; клетки у других – треугольник, вершина которого была обращена в полость мешка, их ядра находились в центре клетки. Размеры этих клеток были

равными между собой и составляли: высота –  $2,8 \pm 0,02$  мкм, ширина –  $1,8 \pm 0,03$  мкм. Цитоплазма клеток имела гомогенную структуру. Третий тип клеток – будущие известковые клетки печени. От остальных клеток они отличались округлыми, крупными размерами –  $4,2 \pm 0,07$  мкм. В некоторых из них были обнаружены кристаллы извести.

Нога располагалась на правой стороне по отношению к висцеральному мешку, имела длину  $672,58 \pm 0,07$  мкм. У основания она была шире –  $105 \pm 0,6$  мкм, к концу нога суживалась –  $70,3 \pm 0,07$  мкм. Сверху ногу покрывал однослойный призматический ресничный эпителий, который лежал на тонкой базальной мембране. Мезенхимные клетки у основания ноги, в основном, были округлой формы, располагались разрежено, их диаметр был равен  $3,039 \pm 0,8$  мкм. Также были обнаружены овальные, крупные клетки с ядром в центре, их диаметр составлял  $3,8$  мкм, размер ядра был равен  $1,89 \pm 0,09$  мкм, по-видимому, это конгломерат дифференцирующихся миобластов.

Раковинная железа располагалась на поверхности мантии. Железа состояла из конгломерата клеток железистого эпителия. Общая длина раковинной железы –  $72,2 \pm 1,02$  мкм. Клетки располагались попарно, между некоторыми из пар имелись просветы.

В мантийном мешке сверху располагалось сердце. Оно имело форму вытянутого в длину овоида, ширина которого была равна –  $22,9 \pm 0,1$  мкм, длина –  $46,8 \pm 0,2$  мкм, состояло из предсердия и желудочка, которые почти не отличались по размерам между собой. Стенки сердца образованы мышечными клетками; по-видимому, полость выстлана эндотелием – плоскими, тонкими клетками, ширина которых была равна  $0,47 \pm 0,1$  мкм. Сердце находилось в перикардиальной полости; она была ограничена тонкой соединительнотканной околосердечной оболочкой – перикардием, выстланным целомическим эпителием. Протонефридий, представляющий собой небольшой каналец, был соединен с перикардом.

Органы дыхания на этой стадии развития были представлены зачатками пяти жаберных лепестков пальцевидной формы, которые располагались на левой стороне зародыша, у головного отдела. Жабры состояли из пяти маленьких выростов, выходящих в мантийную полость, их клетки были интенсивно окрашены. Длина жаберного аппарата была  $105 \pm 0,6$  мкм. Жаберные лепестки были покрыты однослойным многорядным ресничным эпителием, лежащим на базальной мембране. Внутри жаберных лепестков находился тонкий сосуд. Высота жаберных лепестков была равна  $67 \pm 1,2$  мкм.

Диаметр глаз составлял  $34 \pm 0,04$  мкм. Глаза имели округлую форму, хрусталики еще не были сформированы. Эпителий глаза был представлен однослойным низким кубическим эпителием. Клетки его плотно прилегали друг к другу, ядро располагалось в центре клетки, цитоплазма их была гомогенна. Диаметр клеток составлял –  $3,52 \pm 0,07$  мкм, ядер –  $2,18 \pm 0,05$  мкм.

Вокруг глаз и глотки были обнаружены парные церебральные –  $110,05 \pm 0,3$  мкм и педальные ганглии –  $201 \pm 0,2$  мкм. Педальные ганглии были соединены комиссурой, имелись зачатки буккальных ганглиев. Также намечалось образование надглоточного ганглия. Ганглии были образованы из крупных округлых клеток – нейробластов. Диаметр клеток был равен  $2,01 \pm 0,06$  мкм. Ганглии были окружены рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью.

Таким образом, на стадии средней велигер личинка имела закладку нервной системы, органов чувств (глаз, щупалец), шла дифференцировка мезенхимы ноги в миобласты, дифференцировалась и усложнялась дыхательная, пищеварительная, сосудистая системы; началось образование раковины.

#### **Библиографический список**

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

УДК 639.37

## ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТИЛЯПИИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ (ЭМП)

**Мельник Ирина Викторовна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры гидробиологии и общей экологии

**Быкова Екатерина Геннадьевна**, аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии

**Быстрыкова Екатерина Анатольевна**, аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии

Астраханский государственный технический университет  
414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,  
тел. (8512) 61-45-86, e-mail: katerina.84@mail.ru

*В работе приведены данные о влиянии электромагнитного поля на гематологические показатели тилапии. Рассмотрена возможность использования стимулирующего облучения при ее воспроизводстве. Произведена физиологическая оценка рыб по гематологическим показателям. Лимфоциты в исследуемых мазках крови тилапии были ведущей группой. Максимальное количество лимфоцитов наблюдалось в низкочастотном ЭМП. Содержание других форм лейкоцитов сильно варьировало в ходе опыта, поэтому определить какую-либо зависимость в изменениях их количества под влиянием ЭМП невозможно. Повышение количества лейкоцитов в крови рыб, подвергнутых воздействию ЭМП, говорит об активно идущем лейкопоэзе, который необходим для успешной адаптации организма к неблагоприятным условиям среды. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о напряжении адаптивных механизмов организма рыб под влиянием ЭМП заданных характеристик.*

**Ключевые слова:** тилапия, электромагнитные поля, гематологические показатели, стимулирующее облучение.

## THE PARAMETERS OF BLOOD OF TILAPIA UNDER THE INFLUENCE OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD (EMF)

*Melnik Irina V., Bykova Ekaterina G., Bystryakova Ekaterina A.*

*This article includes the data on the influence of the electromagnetic field on hematological parameters of tilapia. The opportunity of use of stimulating irradiation is considered during the reproduction process of tilapia. The physiological evaluation of fish in relation with the hematological parameters is made. Lymphocytes in the investigated blood samples of tilapia were a leading group in blood components. The maximum quantity of lymphocytes was observed in the low-frequency EMF. The composition of other forms of leucocytes strongly varied during the experiment; therefore, it is difficult to determine any dependence in the change of their quantity on the electromagnetic field under the influence of EMF. The increase of the amount of leucocytes in the blood of fish affected by EMF demonstrates strong activity of leucopoiesis, which is necessary for the successful adaptation of an organism to unpredictable conditions of the environment. Thus, the received results testify that adaptive mechanisms of an organism of tilapia experience stress under the influence of EMF and tested characteristics.*

**Key words:** tilapia, electromagnetic field, hematological parameters, stimulating irradiation.

Тилапия является перспективным объектом тепловодной аквакультуры. Все чаще для повышения продуктивности в аквакультуре используют стимулирующие излучения [2]. Нами предпринята попытка использовать в качестве стимулирующего облучения ЭМП с частотами в 27 ГГц и 5 Гц. Физиологическая оценка рыб имеет при этом первостепенное значение. Кровь, как наиболее лабильная ткань, быстро реагирует на действие различных факторов и приводит к восстановлению равновесия между организмом и средой [1].

В таблице 1 представлены изменения некоторых гематологических показателей тимирязевской тилапии под влиянием ЭМП. Из таблицы видно, что гемоглобин был ниже в облученных группах. Минимальное его значение наблюдалось в низкочастотном ЭМП –  $57 \pm 0,8$  г/л, в высокочастотном ЭМП показатель составлял  $54 \pm 0,8$  г/л.

При этом в группах, подверженных воздействию электромагнитного поля, достоверно уменьшалось количество эритроцитов. Минимальным оно было в высокочастотном ЭМП –  $1,38 \pm 0,02$  млн/мм<sup>3</sup>, а в низкочастотном ЭМП данный показатель составлял  $1,47 \pm 0,02$  млн/мм<sup>3</sup>. Это означает, что снижение гемоглобина в крови тилапии происходило за счет снижения общего числа эритроцитов крови.

Таблица 1

**Некоторые показатели крови тимиразевской тилапии**

| Показатели                       | Контроль       |     |     |          | ЭМП (27 Гц)    |     |     |          | ЭМП (5 ГГц)    |     |     |          |
|----------------------------------|----------------|-----|-----|----------|----------------|-----|-----|----------|----------------|-----|-----|----------|
|                                  | $\bar{\delta}$ | min | max | $\Sigma$ | $\bar{\delta}$ | min | max | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | min | max | $\sigma$ |
| Эритроциты, млн./мм <sup>3</sup> | 1,7            | 1,5 | 1,7 | 0,03     | 1,3            | 1,3 | 1,4 | 0,02     | 1,4            | 1,4 | 1,5 | 0,02     |
| Гемоглобин, г/л                  | 64             | 62  | 69  | 0,9      | 54             | 51  | 57  | 0,8      | 57             | 53  | 60  | 0,8      |
| РОЕ, мм/ч                        | 4,9            | 3,5 | 5,5 | 0,2      | 4,8            | 4,2 | 5,3 | 0,3      | 5              | 3,5 | 5,5 | 0,2      |
| Клетки с патологией, %           | 5,4            | 4,8 | 5,6 | 0,5      | 4,8            | 4,1 | 5,4 | 0,6      | 5,2            | 4,8 | 5,4 | 0,5      |

Реакция оседания эритроцитов во всех опытных вариантах оставалась в норме. Это говорит о том, что белковый состав плазмы крови тилапии остается относительно постоянным. Воздействие ЭМП на белковый состав плазмы выявлено не было.

В крови тилапии 85–89 % эритроцитов имели нормальную форму во всех трех группах, присутствие в крови небольшого количества эритроцитов неправильной формы (мелких, разрушенных) соответствовало норме и свидетельствовало о некоторой активности эритропоэза. Общее число клеток крови с патологиями достоверно не различалось во всех трех группах. Оно соответствовало 4–5 % от общего числа клеток.

В таблице 2 представлена лейкоцитарная формула тилапии. Изменения в лейкоцитарной формуле – важный показатель физиологического состояния рыб.

Таблица 2

**Лейкоцитарная формула в периферической крови тимиразевской тилапии**

| Показатели, % | Контроль       |     |      |          | ЭМП (27 Гц)    |      |     |          | ЭМП (5 ГГц)    |     |      |          |
|---------------|----------------|-----|------|----------|----------------|------|-----|----------|----------------|-----|------|----------|
|               | $\bar{\delta}$ | min | max  | $\Sigma$ | $\bar{\delta}$ | min  | max | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | min | max  | $\sigma$ |
| Лимфоциты     | 75             | 72  | 77   | 0,86     | 86             | 80,3 | 88  | 0,84     | 88             | 85  | 89,3 | 0,86     |
| Моноциты      | 7,2            | 5,3 | 8,1  | 0,58     | 6,3            | 4,2  | 8,5 | 0,63     | 5,2            | 4,4 | 7,3  | 0,54     |
| Эозинофилы    | 2,1            | 1,8 | 2,2  | 0,07     | 1,5            | 1,3  | 1,8 | 0,08     | 1,5            | 1,4 | 1,7  | 0,07     |
| Нейтрофилы    | 15             | 8,6 | 17,1 | 1,81     | 8,8            | 5,3  | 14  | 1,75     | 10             | 6,1 | 13,7 | 1,56     |
| Базофилы      | 0,6            | 0,5 | 1,1  | 0,11     | 0,7            | 0,5  | 0,9 | 0,13     | 0,6            | 0,5 | 1,3  | 0,11     |

Лимфоциты в исследуемых мазках крови тилапии были ведущей группой. Они составляли 75–88 % от общего количества лейкоцитов. Максимальное количество лимфоцитов наблюдалось в низкочастотном ЭМП –  $88,4 \pm 0,86$  %, в высокочастотном ЭМП этот показатель составлял –  $86,5 \pm 0,84$  %. В мазках контрольной группы содержание лимфоцитов соответствовало  $75,2 \pm 0,86$  %. Количество базофилов и эозинофилов оставалось во всех трех группах примерно на одном уровне: базофилы – от  $0,6 \pm 0,11$  до  $0,7 \pm 0,13$  %; эозинофилы – от  $1,5 \pm 0,07$  до  $2,1 \pm 0,08$  %. Содержание других форм лейкоцитов сильно варьировало в ходе опыта, поэтому определить какую-либо зависимость в изменениях их количества под влиянием ЭМП невозможно. Количество моноцитов изменялось от  $5,2 \pm 0,54$  до  $7,2 \pm 0,58$  %, нейтрофилов – от  $8,8 \pm 1,75$  до  $15,3 \pm 1,81$  %. Определение количества лейкоцитов на мазках показало их высокое содержание в облученных группах. Повышение количества лейкоцитов в крови рыб,

подвергнутых воздействию ЭМП, говорит об активно идущем лейкопозе, который необходим для успешной адаптации организма к неблагоприятным условиям среды.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о напряжении адаптивных механизмов организма рыб под влиянием ЭМП заданных характеристик. Необходимо проведение дополнительных экспериментов для обоснования использования ЭМП в качестве стимулирующего облучения.

#### Библиографический список

1. **Аминева, В. А.** Физиология рыб / В. А. Аминева, А. А. Яржомбек. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 200 с.
2. **Магомедова, У. Г.** Исследование влияния лазерного облучения на морфометрические показатели в процессе развития рыб : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / У. Г. Магомедова. – Махачкала : Изд-во ДГУ, 2004. – 35 с.

УДК 576.8.077.3:616:018:616-981.25

### К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ПАТОЛОГИИ КОСТНОЙ И МЫШЕЧНОЙ ТКАНЕЙ

**Позднякова Белла Яковлевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела лабораторной и функциональной диагностики

**Павленко Николай Николаевич**, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела новых технологий в ортопедии

**Мамонова Ирина Александровна**, младший научный сотрудник отдела лабораторной и функциональной диагностики

ФГУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии  
Федерального агентства по оказанию высокотехнологической медицинской помощи»

410002, г. Саратов, ул. Чернышевского, 148,

тел. (8452) 23-45-75, e-mail: bellapozdn@mail.ru

*В статье показаны необходимость и возможность диагностики и прогнозирования воспалительного процесса, вызванного стафилококковой инфекцией при повреждениях костной и мышечной тканей. Доказано, что результаты определения антител к альфа-токсину, в частности, Staphylococcus aureus, могут быть использованы также для дифференциальной диагностики между воспалительным процессом и новообразованием в костной ткани. При затруднении рентгенологической диагностики между воспалительным процессом и новообразованием в костной ткани в ранний период, при высоких значениях титра стафилококкового антитоксина (2–2,5 АЕ/мл и выше) диагностируют воспалительный процесс, при низких значениях (0,5 АЕ/мл и ниже) можно предположить наличие опухолевого процесса.*

**Ключевые слова:** патология костной и мышечной тканей, дифференциальная диагностика, гнойно-септические осложнения, стафилококковый токсин.

### TO THE ISSUE OF DIAGNOSTIC CHARACTERISTICS IN BONE AND MUSCULAR TISSUE PATHOLOGY

*Pozdnyakova Bella Y., Pavlenko Nikolai N., Mamonova Irina A.*

*The article deals with the necessity and opportunity of diagnosing and prognostication of inflammatory process caused by the staphylococcal infection revealed in bone and muscular tissue injuries. The results of estimation of antibodies to alpha-toxins, particularly Staphylococcus aureus, can be used as well as differential diagnostics between inflammatory process and tumor in bone tissue. During difficulty of roentgenologic diagnostics between inflammatory process and tumor in bone tissue in early period at high value of titre of the staphylococcal anti-toxins (2–2,5 AE/ml and more), inflammatory process is diagnosed, in low value (0,5 AE/ml and less) the occurrence of neoplasm process can be supposed.*

**Key words:** bone and muscular tissue pathology, differential diagnostics, purulent septic complications, staphylococcal toxin.

Ведущую роль в происхождении нагноения играет условно-патогенная грамположительная и грамотрицательная полиантибиотикорезистентная микрофлора, а тенденция роста устойчивости бактерий имеет прогрессирующий характер [4]. В последние годы отмечен значительный рост количества случаев гнойно-септических осложнений, вызванных грамположительными микроорганизмами – стафилококками, по сравнению с началом 90-х гг., когда доминировали грамотрицательные микроорганизмы.

При раневой инфекции стафилококки занимают одно из ведущих мест в структуре возбудителей, а частота выделения существенно зависит от конкретного стационара. Из раневого отделяемого пациентов клиники, специализирующейся на лечении тяжелой сочетанной травмы, *Staphylococcus aureus* выделялись в  $15,9 \pm 1,8$  % случаев [5]. При открытых переломах нагноения наблюдаются от 6,6 до 50,9 % случаев. После восстановительных операций гнойные процессы встречаются сравнительно редко. Однако вероятность инфекционных осложнений после эндопротезирования тазобедренного сустава достигает 11–17,4 % [11, 12, 13]. Одной из проблем гнойной хирургии остается хронический остеомиелит. Остеомиелит часто развивается при лечении открытых переломов, при оперативном лечении закрытых переломов костей и, по данным различных авторов, составляет от 6,5 до 60 % от всех травм [2, 6, 14].

Чрезвычайная острота и важность проблемы стафилококковых инфекций обусловлена широким распространением во всех развитых странах антибиотикостойчивых штаммов. Среди золотистых стафилококков, вызывающих гнойно-септические осложнения, наблюдается неуклонное увеличение метициллинорезистентных (MRSA) штаммов, которые являются ведущими возбудителями внутрибольничных инфекций и могут распространяться в стационарах не только одного города, страны, но и разных континентов [3, 8, 19]. Метициллинрезистентные стафилококки (MRSA) обычно вызывают нозокомиальные инфекции, и их лечение является одной из сложных проблем современной медицины [16].

Известно, что одним из основных факторов патогенности золотистого стафилококка является альфа-токсин, обладающий рядом активностей: цитолитической, иммуномодулирующей, дермонекротической и летальной [17]. Альфа-токсин *S. aureus* может рассматриваться в качестве прототипа олигомеризующих порообразующих цитотоксинов [15]. В основе его патогенного действия (летальной активности) лежит способность этого белка образовывать поры в плазматической мембране клетки-мишени. Установлено, что только клетки периферической нервной системы, эндотелиальные клетки микрососудов, а также тромбоциты, периферические Т-лимфоциты, полиморфно-ядерные лейкоциты и кератиноциты человека являются высокочувствительными мишенями для цитолитического действия стафилококкового альфа-токсина [18, 20, 21].

В механизме противостафилококкового иммунитета важная роль отводится антителам к различным ферментам и другим экзотоксинам, в основном, к альфа-токсину, выделяемым микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности. Продукция экзотоксинов типична для культур *S. aureus*, изолируемых при гнойно-воспалительных процессах различной локализации. Определение титра стафилококкового антитоксина в крови является показателем специфического иммунитета при стафилококковой инфекции.

Цель исследования – повысить эффективность прогнозирования и диагностики воспалительного процесса у пациентов при патологии костной и мышечной тканей, а также дифференциальной диагностики между воспалительным процессом и новообразованием костной ткани.

При бактериологическом исследовании гнойного отделяемого за период с 2002 по 2005 гг. нами было выделено 1302 штамма *Staphylococcus spp.*, что составило 66,7 % от общего количества идентифицированных микроорганизмов. Полученные данные продемонстрировали преобладание грампозитивной кокковой флоры в этиологической структуре гнойно-воспалительных осложнений с преобладанием *S. aureus* (70,28 %). Исходя из этого, определение в сыворотке крови титра стафилококкового антитоксина

у пациентов при гнойно-воспалительных осложнениях и с патологией костной и мышечной тканей неясной этиологии выбрано не случайно.

Для определения в динамике титра стафилококкового антитоксина необходимы следующие ингредиенты: сыворотка крови обследуемого в количестве 0,6–1,0 мл, стандартный стафилококковый токсин с известным Lh (*Lizes haemolitica* токсина – это его количество в мл, которое, будучи связано с 1 АЕ сыворотки, вызовет почти полный, на +++, гемолиз кроличьих эритроцитов) и эритроциты кролика. В реакции по определению антитоксина в крови используется его способность нейтрализовать присущее токсину свойство гемолизировать эритроциты кролика [11].

При обследовании 248 практически здоровых людей (первичных доноров крови) нами было установлено, что у всех людей в крови содержится стафилококковый антитоксин в количестве, практически постоянном для каждого человека. Был определен среднегодовой показатель стафилококкового антитоксина ( $1,06 \pm 0,017$  АЕ/мл), принятый за норму. Колебания данного показателя в зависимости от возраста, пола, сезонных изменений года были минимальными, что позволило в дальнейшем преобратить их влиянием на титр стафилококкового антитоксина. Проведенные исследования показали, что у 93,55 % практически здоровых людей (вне инфекции) значения титра стафилококкового антитоксина находились в диапазоне от 0,5 до 2,0 антитоксических единиц (АЕ/мл). Наивысший титр стафилококкового антитоксина у здоровых людей находился в пределах 2,5–3 АЕ/мл, но такие титры вне связи с явной инфекцией в момент обследования, по нашим данным, встречаются крайне редко (в 2,42 % случаев). Перенесенные стафилококковые инфекции не создают долговременного иммунитета. Низкие значения титра стафилококкового антитоксина встречались в 4,03 % случаев.

При обследовании пациентов с патологией костной и мышечной тканей установлено, что если титр стафилококкового антитоксина находится в пределах от 0,5 до 2,0 АЕ/мл, то прогноз течения травматической болезни или послеоперационного периода можно считать благоприятным. Если же титр выше 2,0 АЕ/мл (например, 3,0 АЕ/мл, 4 АЕ/мл и более), то прогнозируют, даже без видимых клинических признаков в данный момент, возможность развития воспалительного процесса или же обострение хронического воспалительного процесса. Воспалительные процессы сопровождались повышением титра антитоксина в крови у 59,2 % больных.

Особо необходимо отметить возможность использования титра стафилококкового антитоксина для дифференциальной диагностики при патологии костной ткани. Последние годы характеризуются ростом доли онкологических заболеваний в структуре причин смертности населения в связи с недостаточным использованием методов раннего выявления патологии. Из-за многообразия клинических, рентгенологических и морфологических проявлений опухолей скелета трудно установить истинную причину поражения костей [9]. Так, 70 % больных до обращения к онкологу имели различные диагнозы, включающие остеомиелит, миозит, туберкулез, травматические повреждения [7]. Наиболее часто (15,5 %) начало манифестации костного злокачественного процесса принимают за течение острого гематогенного остеомиелита, так как классические симптомы являются практически идентичными для этих заболеваний на начальных стадиях [1].

При затруднении рентгенологической диагностики между воспалительным процессом и новообразованием костной ткани в ранний период заболевания, при высоких значениях титра стафилококкового антитоксина (как было показано выше) диагностируют воспалительный процесс (гематогенный остеомиелит бесшвищевой формы или развитие глубоких очагов стафилококковой инфекции в мягких тканях). Титры, имеющие значения 0,5 АЕ/мл или ниже (например, 0,25 АЕ/мл, 0,125 АЕ/мл, 0,0625 АЕ/мл и т.д.), указывают на угнетение иммунной системы, и можно предположить наличие опухолевого процесса.

Кроме того, при обследовании больного в динамике диагностическое значение могут иметь и невысокие титры. Например, если при первом исследовании у больного титр равнялся 0,5 АЕ/мл, а через неделю поднялся до 2 АЕ/мл, то состояние больного можно связать с воспалительным процессом стафилококковой этиологии. Необходимо отметить, что даже при ареактивном состоянии организма, вызванном основ-

ным заболеванием (свищевые формы стафилококкового остеомиелита и нагноение глубоких открытых ран, обусловленных стафилококковой инфекцией) или травматическими операциями и сопровождающимся задержкой выработки антител, данный способ позволяет отметить динамику развития воспалительного процесса.

*Пример 1.* Больной З., 18 лет. Поступил в клинику в декабре 2003 г. с диагнозом: подозрение на опухоль правого бедра, остеомиелит. Жалобы на периодически возникающие боли в правом бедре, наличие уплотнения овальной формы.

Болен с февраля 2001 г., когда после падения ушиб правое бедро. При рентгенологическом обследовании костной патологии не выявлено, однако в последующие несколько месяцев в нижней трети правого бедра появилось уплотнение. Была сделана биопсия: раковых, атипичных клеток обнаружено не было (со слов больного). Больной был направлен в СарНИИТО на консультацию. Проводилось консервативное лечение, антибактериальная терапия, в динамике выполнялось рентгенологическое обследование. Температура тела не повышалась. На последних рентгенограммах обнаружены деструктивные изменения в кости. Больной госпитализирован для уточнения диагноза.

Клинический анализ крови: эр. –  $4,6 \times 10^{12}/л$ , Hb – 144 г/л, л –  $8,8 \times 10^9/л$ , п – 3 %, с – 65 %, лимф – 25 %, м – 1 %, СОЭ – 4 мм/ч. Титр стафилококкового антитоксина был равен 4,5 АЕ/мл. В дальнейшем результаты компьютерной томографии бедренной кости подтвердили, что у больного хронический склерозирующий остеомиелит Гарре. Больной прооперирован: удалены патологические мягкие ткани, произведена секвестрэктомия. Гистологически подтвержден воспалительный процесс. При бактериологическом исследовании выделен *St. aureus*.

*Пример 2.* Больной К., 72 года. Поступил в ноябре 2006 г. с диагнозом: гигантоклеточная опухоль левого бедра. Жалобы на боль, ограничение объема движений в левом коленном суставе, нарушение опороспособности. В 1995 г. был перелом средней трети левой бедренной кости. Операция: остеосинтез левого бедра стержнем, затем стержень мигрировал, и в 1996 г. переустановили стержень большего диаметра. В течение десяти лет жалоб в отношении нижней конечности не было, но с весны 2005 г. появился выраженный болевой синдром в левом коленном суставе. Консервативное лечение эффекта не дало. Появилось ограничение движений, стали беспокоить ночные боли. Больной передвигается на костылях, отмечается варусная деформация костей левой нижней конечности, гипотрофия мышц бедра и голени, отек коленного сустава, резкая боль при пальпации в подколенной области, пальпируется мягко-тканное опухолевидное образование, размерами 10 х 6 х 4,5 см. Госпитализирован для обследования и определения тактики лечения.

Клинический анализ крови при поступлении: эр. –  $2,26 \times 10^{12}/л$ , Hb – 66 г/л, л –  $6,48 \times 10^9/л$ , п – 13 %, с – 70 %, лимф – 12 %, м – 5 %, СОЭ 38 мм/ч. Титр стафилококкового антитоксина был равен 0,125 АЕ/мл.

На рентгенограммах левой бедренной кости определяется сросшийся перелом в нижней трети бедренной кости, состояние после интрамедулярного остеосинтеза. В области медиального мыщелка определяется образование, крупное, бесструктурное, без четких наружных контуров.

Учитывая анамнез, клинико-рентгенологические данные, установлен диагноз: гигантоклеточная опухоль нижней трети левого бедра, литической формы с признаками малигнизации, болевой синдром, состояние после остеосинтеза левого бедра стержнем. Гистологические и цитологические исследования, произведенные после эндопротезирования левого коленного сустава, подтвердили диагноз.

*Пример 3.* Больная Б., 58 лет. Поступила в клинику в январе 2006 г. с диагнозом: опухоль L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> позвонков поясничного отдела позвоночника. При осмотре поясничной области определяется припухлость. Жалобы на боль в поясничном отделе позвоночника, проблемы с мочеиспусканием, стулом, снижение мышечной силы в ногах. Возникновение болей связывает с переохлаждением. Больная лежачая. На рентгенограммах отмечается неровность контуров L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> позвонков, отсутствие межпозвонкового диска, наличие натечников. При изучении данных компьютерной томографии возникло впечатление о туберкулезном спондилите с натечниками. Однако после

консультации с фтизиоортопедом, районным фтизиатром, после отрицательных анализов специфическая природа спондилита была исключена.

Клинический анализ крови при поступлении: эр. –  $4,3 \times 10^{12}/л$ , Нб – 107 г/л, л –  $5,8 \times 10^9/л$ , э – 0, п – 4 %, с – 67 %, лимф – 26 %, м – 3 %, СОЭ – 7 мм/ч. Титр стафилококкового антитоксина был равен 8 АЕ/мл.

По анализам отмечается значительное повышение титра стафилококкового антитоксина. Проведена массивная антибактериальная терапия (фортум в/в). Наметилось улучшение состояния, болевой синдром значительно снижен, больная поднимается с постели. На контрольной рентгенограмме отмечена положительная динамика – оссификация у передних отделов тел позвонков. Больная выписана из стационара с рекомендациями носить корсет, контроль в поликлинике института. Окончательный диагноз: остеомиелит L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>.

*Пример 4.* Больная Л., 13 лет. Поступила в клинику в июне 1999 г. после автомобильной аварии через две недели с диагнозом: открытый оскольчатый перелом правой бедренной кости со смещением отломков, перелом костей предплечья правой верхней конечности в средней трети и скальпированная рана 16,0 x 4,5 см по наружной стороне, рана 3,0 x 1,5 см в области голеностопного сустава левой голени, сотрясение головного мозга. Состояние после: ампутация правой ноги. В области крестца имелись две пролежни размером 6,0 x 4,5 см, в области ран – нагноение, из отделяемого ран выделен полиантибиотикостойчивый *St. aureus*.

Клинический анализ крови при поступлении: эр. –  $3,8 \times 10^{12}/л$ , Нб – 100 г/л, л –  $8,2 \times 10^9/л$ , э – 0, п – 6 %, с – 69 %, лимф – 23 %, м – 0, СОЭ – 17 мм/ч. Титр стафилококкового антитоксина был равен 0,75 АЕ/мл.

При лечении гнойных ран использовались озонотерапия и 1%-ый раствор повидона. Титр стафилококкового антитоксина в начале лечения повысился до 1,5 АЕ/мл, затем до 2,5 АЕ/мл. При улучшении состояния больного, в процессе очищения ран, титр стафилококкового антитоксина начал снижаться и в конце лечения был равен 1,0 АЕ/мл. Воспалительный процесс был купирован. Достигнута полная эпителизация ран. Правая верхняя конечность подготовлена к операции.

Таким образом, предлагаемый способ оценки особенностей диагностики при патологии костной и мышечной тканей позволяет диагностировать и прогнозировать развитие гнойно-воспалительных процессов (в том числе и гематогенного остеомиелита бессвищевой формы), исключить или подтвердить новообразование в костной ткани, тем самым дать более точную информацию о патологическом процессе, по сравнению с классическим рентгенологическим исследованием [10].

#### Библиографический список

1. **Баймангетов, Н. А.** Клинико-статистическая характеристика гнойно-воспалительных заболеваний костей и суставов / Н. А. Баймангетов // Новые технологии в травматологии и ортопедии : мат-лы VI съезда травматологов-ортопедов Узбекистана с междунар. участием. – Ташкент, 2003. – С. 44–45.
2. **Белобородова, Н. В.** Дискуссия о бактериемии и сепсисе / Н. В. Белобородова // Антибиотики и химиотерапия. – 2002. – Т. 47, № 8. – С. 20–28.
3. **Борисов, И. Б.** Антибактериальная терапия при остеомиелите (систематизированный обзор) / И. Б. Борисов, Ю. А. Амирасланов, Л. А. Блатун // Антибиотики и химиотерапия. – 2003. – Т. 48, № 9. – С. 37–40.
4. **Волков, И. И.** Совершенствование микробиологической диагностики стафилококковой инфекции и экологический аспект их возбудителей : автореф. дис. ... канд. мед. наук / И. И. Волков. – СПб., 1999. – 29 с.
5. **Дехнич, А. В.** Эпидемиология антибиотикорезистентности нозокомиальных штаммов *Staphylococcus aureus* в России: результаты многоцентрового исследования / А. В. Дехнич, И. А. Эйдельштейн, А. Д. Нарезкина [и др.] // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2002. – Т. 4, № 4. – С. 325–336.
6. **Дмитренко, О. А.** Молекулярно-генетическое типирование метициллинрезистентных штаммов *Staphylococcus aureus*, выделенных в стационарах различных регионов России и Беларуси / О. А. Дмитренко, И. А. Шагинян, В. Я. Прохоров [и др.] // Журн. микробиол. – 2005. – № 4. – С. 46–52.

7. **Комарли, З. П.** Анализ проблем диагностики злокачественных новообразований костей в Кыргызской республике на современном этапе / З. П. Комарли, Э. К. Макимбетов, Т. О. Омурбеков, А. В. Богданов // Актуальные проблемы ранней диагностики, профилактики и лечения опухолей репродуктивной системы женщин : сб. ст. – Бишкек, 2002. – С. 145–153.
8. **Кутин, А. А.** Острый гематогенный остеомиелит у взрослых / А. А. Кутин, Е. И. Мосиенко. – М. : Медицина и жизнь, 2000. – 224 с.
9. **Матвеева, И. И.** Цитологическая диагностика опухолей костей у детей (лекция) / И. И. Матвеева // Клиническая лабораторная диагностика. – 2003. – № 8. – С. 25–31.
10. **Трапезников, Н. Н.** Опухоли костей / Н. Н. Трапезников, Л. А. Еремина, А. Т. Амирасланов, П. А. Синюков. – М. : Медицина, 1986. – 304 с.
11. **Патент** № 2339044 Российской Федерации, МПК G 01 N 33/53. Способ оценки состояния больного / Позднякова Б. Я., Павленко Н. Н., Мамонова И. А. – СарНИИТО. – № 2007123385; опубл. 20.11.08, Бюл. № 32; приор. 21.06.07.
12. **Прогнозирование** поздних гнойных осложнений после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава : пос. для врачей / сост.: И. И. Жаденов, А. М. Гнетнев, Б. Я. Позднякова [и др.]. – Саратов, 2000. – 17 с.
13. **Пхакадзе, Т. Я.** Воспалительные заболевания суставов: микробиологические аспекты / Т. Я. Пхакадзе, Г. Г. Окропиридзе, Э. С. Малышева // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2006. – № 1. – С. 81–84.
14. **Рябова, Ю. В.** Анализ возникновения раневой инфекции при эндопротезировании тазобедренных суставов / Ю. В. Рябова // Травматология и ортопедия XXI века : сб. тез. докл. VIII съезда травматологов-ортопедов России : в 2 т. – Самара : ОФОРТ, 2006. – С. 1143–1144.
15. **Слободской, А. Б.** Лечение хронического остеомиелита длинной трубчатой кости с применением метода Илизарова и костной аутопластики / А. Б. Слободской, А. П. Барабаш, Е. Ю. Осичев // Гений ортопедии. – 2005. – № 3. – С. 88–91.
16. **Шмитт, К. К.** Бактериальные токсины: друзья или враги? / К. К. Шмитт, К. С. Мейсик, А. Д. О'Браин // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2000. – Т. 2, № 1. – С. 4–15.
17. **Bhakdi, S.** Alpha-toxin of *Staphylococcus aureus* / S. Bhakdi, J. Tranum-Jensen // Microbiol. Rev. – 1991. – Vol. 55, № 4. – P. 733–751.
18. **Bhakdi, S.** Staphylococcal alpha-toxin, streptolysin-O and *Escherichia coli* hemolysin: prototypes of pore-forming bacterial cytolysins / S. Bhakdi, H. Bayley, A. Valeva [et al.] // Arch Microbiol. – 1996. – Vol. 165. – С. 73–79.
19. **Gosbell, I. B.** Community-acquired, non-multiresistant oxacillin-resistant *Staphylococcus aureus* (NORSA) in south western Sydney / I. B. Gosbell, J. L. Merser, S. A. Neville [et al.] // Pathology. – 2001. – Vol. 33. – P. 206–210.
20. **Jonas, D.** Novel path to apoptosis: small transmembrane pores created by staphylococcal alpha-toxin in T lymphocytes evoke internucleosomal DNA degradation / D. Jonas, I. Walev, T. Berger [et al.] // Infect. Immun. – 1994. – Vol. 62, № 4. – P. 1304–1312.
21. **Park, P. W.** Activation of syndecan-1 ectodomain shedding by *Staphylococcus aureus* alpha-toxin and beta-toxin / P. W. Park, T. J. Foster, E. Nishi [et al.] // J. Biol. Chem. – 2004. – Vol. 279, № 1. – P. 251–258.

УДК 577.163:613

### ВЛИЯНИЕ АЛЬФА-ТОКОФЕРОЛА НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ НЕЙРОНОВ ПРЕДОПТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ И АРКУАТНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА

**Козак Михаил Владимирович**, кандидат медицинских наук, докторант кафедры физиологии и морфологии человека и животных  
Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,  
тел./факс (8512) 22-82-64, e-mail: mvkozak@yandex.ru

*Морфометрическими методами выявлено уменьшение размеров ядер нейронов предоптической области и аркуатного ядра гипоталамуса белых крыс при введении альфа-токоферола. Отмечены различия реакции ядер аркуатного ядра на стресс и альфа-токоферол.*

**Ключевые слова:** альфа-токоферол, предоптическая область, аркуатное ядро гипоталамуса.

INFLUENCE OF ALPHA-TOCOPHEROL  
ON MORPHOFUNCTIONAL STATE OF NEURONS OF PREOPTICAL AREA  
AND ARCUATE NUCLEUS OF THE HYPOTHALAMUS

*Kozak Mikhail. V.*

*The morphometric methods reveal reduction of the sizes of nucleus neurons of preoptical area and arcuate nucleus of the hypothalamus of white rats at administration of alpha-tocopherol. Distinctions in reaction of nucleus of arcuate nucleus on alpha-tocopherol and stress are marked.*

**Key words:** *alpha-tocopherol, preoptical area, arcuate nucleus hypothalamus.*

Изучение свойств альфа-токоферола (ТФ) на клеточном уровне показало его участие в белково-синтетических процессах [7, 8]. Исследовано и его опосредованное влияние на функционирование ядра за счет ингибирования протеинкиназы С и регуляции концентрации ионов кальция [26]. Природный ТФ присутствует во всех тканях. Из-за своей гидрофобности он нуждается в специальных механизмах переноса в жидких средах организма и внутри клеток. Обнаружение токоферолсвязывающих белков в клетках печени [3], затем мозга, в клетках простаты, сетчатки глаза, лимфоцитах и фибробластах, плаценте [12] предполагает существование малоисследованных функций ТФ. Выявление других токоферолассоциированных белков [25], осуществляющих транспорт ТФ между мембранами клетки, в том числе и ядерными [9], свидетельствуют об его участии в процессах экспрессии генов [7, 13].

Как составляющий элемент клеточных мембран, ТФ принимает участие в регуляции проницаемости и стабилизации не только изолированных мембран, но и гистогематического барьера головного мозга [15]. Взаимодействие ТФ и стероидных гормонов изучается с двадцатых годов XX в.

Исследованиями Д.Л. Теплого (1990) было показано, что дополнительное введение ТФ изменяет морфометрические показатели некоторых центров гипоталамуса, нейросекрет которых оказывает влияние на функционирование репродуктивной системы [5]. Участие ТФ в регуляции проницаемости клеточной мембраны является универсальным механизмом ее стабилизации, но пока не выяснено, как ТФ влияет на стероидопродуцирующие органы и нейросекреторные клетки. Логично предположить, что соответствующие рецепторы этих органов и клеток могут быть чувствительными не только к стероидам, но и к ТФ на конкурентной основе. Нейроны гонадотропин-рилизинг гормона (GnRH) являются первичным регулирующим звеном репродуктивной оси [10]. Половые стероиды (эстрогены и андрогены) обеспечивают обратную связь с центральной нервной системой, гипоталамусом и передней долей гипофиза для регулирования синтеза и ритмичности секреции люлиберина, а также чувствительности гонадотропоцитов гипофиза к люлиберину [14]. У крыс GnRH нейроны находятся в ростральных преоптических областях (РОА) гипоталамуса [10]. Функционирование GnRH нейронов (активация и торможение) осуществляется как через рецепторы к половым стероидам (ER), так и другие мембранные рецепторы посредством нейромедиаторов. Основные нейромедиаторы, регулирующие GnRH нейроны, включают катехоламины,  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA), глутамат, нейропептид Y, нейротензин,  $\beta$ -эндорфин и вазоактивный полипептид (VIP) [20]. Многие из этих нейропептидов вырабатываются нейронами аркуатного (АЯ) и супрахиазматического (СХЯ) ядер гипоталамуса. Эндокринные центры АЯ и СХЯ регулируют многие функции организма, в том числе глюкокортикостероидный гомеостаз, в связи с этим для понимания репродуктивных процессов необходимо ассоциированное изучение функции этих ядер с нейронами РОА.

Количество ER рецепторов в РОА крайне ограничено, и представлены они в виде ER- $\beta$  форм [17]. Окончания аксонов GnRH нейронов находятся в области срединного возвышения и аркуатного ядра, где образуют многочисленные синапсы с другими нейронами. АЯ интегрирует сигналы энергетического гомеостаза, формирует связи со срединным возвышением и висцеросенсорными областями ствола мозга для взаимодействия с СХЯ [11]. В АЯ имеются рецепторы с высоким уровнем экспрессии к лептину,

инсулину, глюкокортикоидам и другим нейромедиаторам [6, 16]. Эти гормоны и глюкоза способны модулировать электрическую активность нейронов АЯ [21].

В организме существуют двухсторонние связи между половыми гормонами и циркадной системой. СХЯ находится на вершине этой пирамиды, определяя выбор времени для всей эндокринной системы и репродуктивных процессов, в частности. В свою очередь, гормоны регулируют циркадные ритмы через прямые и косвенные пути, формируя нейроэндокринную петлю, регулирующую СХЯ. Половые гормоны непосредственно влияют на циркадные ритмы через рецепторы, чувствительные к андрогенам в СХЯ, регулируя секрецию люлиберина, и опосредованно влияют на другие циркадные ритмы через межнейронные взаимодействия в СХЯ [18].

Цель настоящей работы – изучение влияния ТФ на морфофункциональное состояние GnRH нейронов предоптической области, а также аркуатный и супрахиазматический центры гипоталамуса белых крыс в норме, в условиях введения ТФ и действия острого стресса.

### Материал и методика

Опыты были поставлены в зимний период на половозрелых белых крысах линии Вистар со средней массой тела самцов 230 г и самок 200 г. Самцов и самок содержали раздельно в стандартных условиях вивария при температуре 22 °С. В ходе эксперимента и непосредственно перед его завершением изучали влажностные мазки для определения фазы эстрального цикла. Исследования проводили в период относительного «гормонального покоя» самок (фазы диэструса и метаэструса). Экспериментальные самцы и самки отдельно были разделены на 8 групп по 10 животных в каждой.

*Первая группа* – контроль, отдельно ♀ (самки) и ♂ (самцы) – без воздействия.

Животным *второй группы*, ♀ и ♂ (ТФ) – *per os* – вводили 10%-ый раствор  $\alpha$ -токоферола ацетата в дозе 1 мг на 100 г массы животного, в течение последних 14 дней до декапитации один раз в сутки в утренние часы.

Крыс *третьей группы*, ♀ и ♂, подвергали иммобилизационному стрессу (*стресс*) в течение последних 5 дней: ежедневно на один час в 11 дня животных помещали в пластиковый пенал по размеру тела, ограничивающий свободные движения, но не препятствующий свободному поступлению воздуха.

*Четвертая группа* животных, ♀ и ♂, подвергнута 5-дневному стрессу в сочетании с двухнедельным введением ТФ (*стресс + ТФ*).

Животных декапитировали в соответствии с Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных под хлоралгидратным наркозом внутривенно (2,5%-ый раствор, 1мл на 100 г массы тела животного).

*Фиксацию мозга* проводили по Карнуа [4]. *Окраска* целлоидинпарафиновых срезов осуществлялась 0,1%-ым водным раствором кризильвиолета [1]. Морфометрию ядер и ядрышек центров гипоталамуса проводили при помощи окуляр-микрометра МОВ-1, 15 ×, объектив 40 ×. Площадь (S) ядер и ядрышек в  $\mu\text{км}^2$  вычисляли по формуле  $S = \pi/4 \times d_1 d_2$ , где  $d_1$  и  $d_2$  – взаимно перпендикулярные диаметры ядра и ядрышка. Диаметр измеряли в плоскости оптического среза, проходящего через ядрышко [2]. Количество клеток для анализа в контроле и по каждому экспериментальному воздействию составило от 40 до 50.

В экспериментальной работе использован 10%-ый масляный раствор альфа-токоферол-ацетата (производство завода биопрепаратов, г. Покров). Доза 1 мг альфа-токоферол-ацетата на 100 г массы животного выбрана на основании данных об оптимальном действии витамина как антиоксиданта при разовом суточном введении не более 5 мг на животное со средней массой 200 г [24].

Микрофотографии получены с помощью цифровой камеры Mercury Cyber Pix E-560 M, монокулярного оптического адаптера и лицензированных компьютерных программ анализа и редактирования изображений. Экспериментальные данные проанализированы с помощью метода альтернативного анализа и t-критерия Стьюдента, а также критерия « $\lambda$ » для оценки достоверности различия распределений (Колмого-

рова-Смирнова). Дисперсионный, статистический и графический анализы проводили, используя лицензированные стандартные компьютерные программы.

### Результаты исследований

Морфометрический анализ ядер и ядрышек *предоптической области гипоталамуса* (рис. 1) показал отсутствие половых различий по этому признаку ( $p > 0,05$ ). Установлено, что у самцов и самок крыс, получивших ТФ, значительно уменьшилась площадь ядра соответственно на 37 и 32 % ( $p < 0,001$ ). Одновременно происходит уменьшение площади ядрышка нейронов у самцов на 19 %, у самок – на 20 % ( $p < 0,001$ ).

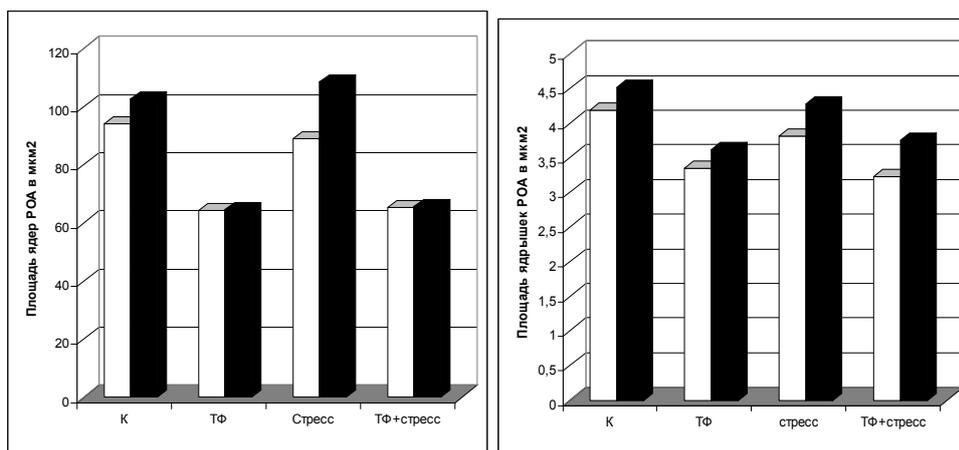


Рис. 1. Площадь ядер и ядрышек предоптической области гипоталамуса при введении ТФ и в результате воздействия стресса (самки – светлые столбцы, самцы – темные)

Под воздействием экспериментального стресса изучаемые морфометрические показатели не претерпели достоверных изменений ( $p > 0,05$ ). Введение ТФ на фоне стресса привело к уменьшению площади ядра нейронов у самок на 31 %, у самцов – на 36 % ( $p < 0,001$ ) и уменьшению площади ядрышек на 23 % у самок и на 17 % у самцов ( $p < 0,001$ ). Процент выявленных изменений приближен к изолированному влиянию ТФ.

*Аркуатный центр гипоталамуса.* Морфометрический анализ ядер и ядрышек аркуатного центра гипоталамуса (табл. 1) также показал отсутствие половых различий изучаемого показателя ( $p > 0,05$ ). Введение ТФ привело к значительному уменьшению площади ядра на 15 % ( $p < 0,01$ ) у самцов и 25 % ( $p < 0,001$ ) у самок. Одновременно отмечено уменьшение площади ядрышек нейронов у самцов на 26 %, у самок – на 31 % ( $p < 0,001$ ).

Таблица 1

#### Влияние альфа-токоферола и стресса на аркуатный центр гипоталамуса

| Группы      | Пол   | S ядер в мкм <sup>2</sup> | Изменения, % | S ядрышек, мкм <sup>2</sup> | Изменения, % |
|-------------|-------|---------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| Контроль    | самки | 50,7 ± 0,76               | –            | 3,68 ± 0,17                 | –            |
|             | самцы | 52,6 ± 1,51               |              | 3,71 ± 0,11                 |              |
| ТФ          | самки | 37,9 ± 1,51               | 25***        | 2,55 ± 0,11                 | 31***        |
|             | самцы | 44,6 ± 1,76               | 15**         | 2,74 ± 0,14                 | 26***        |
| Стресс      | самки | 40,9 ± 1,82               | 19***        | 2,04 ± 0,10                 | 45***        |
|             | самцы | 45,3 ± 1,80               | 14**         | 2,87 ± 0,14                 | 23***        |
| ТФ + стресс | самки | 38,2 ± 1,31               | 25***        | 2,90 ± 0,08                 | 21***        |
|             | самцы | 46,2 ± 1,84               | 12**         | 2,63 ± 0,05                 | 29***        |

Установлено, что под воздействием стресса уменьшаются размеры ядер нейронов у самок на 19 %, у самцов – на 14 % ( $p < 0,001$ ).

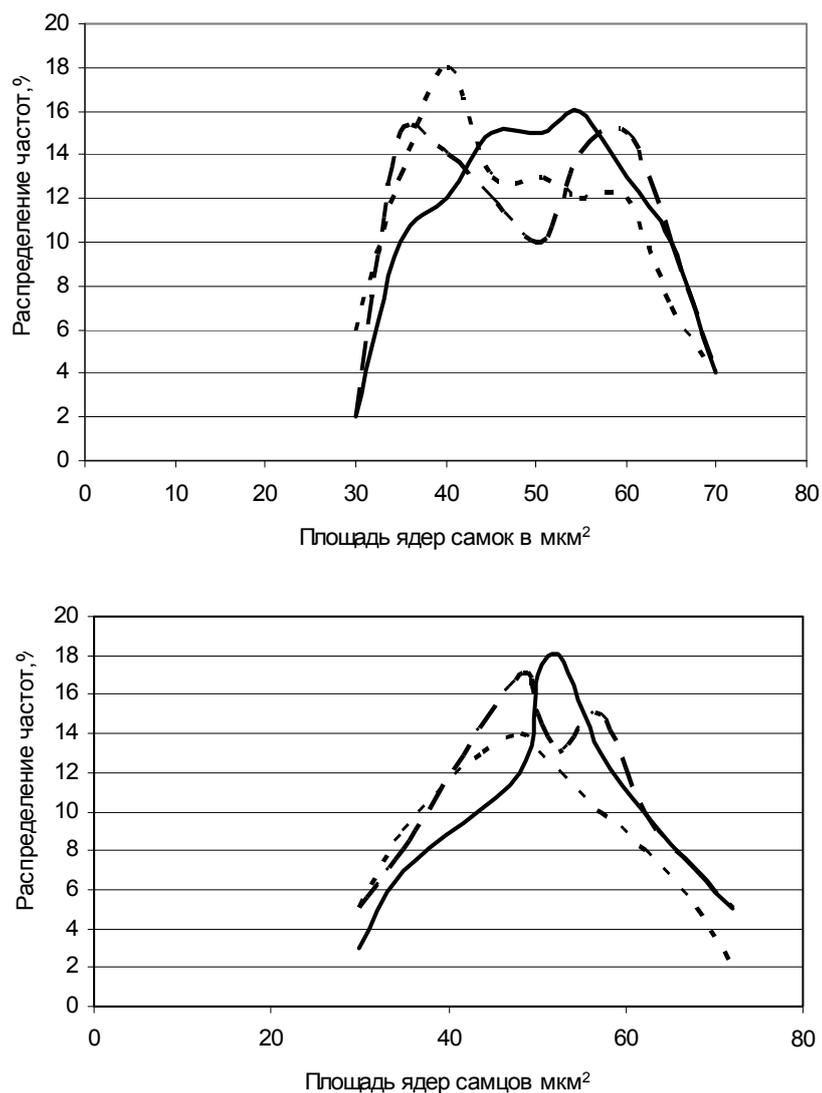


Рисунок 2. Площадь ядер нейронов АЯ по частоте встречаемости у самок (вверху) и самцов (внизу)

Условные обозначения: непрерывная линия – контроль; пунктирная – стресс, точечная – ТФ

Одновременно уменьшается и площадь ядрышек у самок на 45 %, у самцов – на 23 % ( $p < 0,001$  в обоих случаях). Введение ТФ на фоне стресса вызвало уменьшение площади ядер нейронов у самок на 25 %, у самцов – на 12 % ( $p < 0,001$ ), а также уменьшение площади ядрышек на 21 % у самок и на 29 % у самцов ( $p < 0,001$ ). Анализ показал, что кривая распределения площади ядер нейронов АЯ при действии стресса становится двугорбой как у самцов, так и у самок. Однако у самок она имеет больший разброс по значениям площади ядер и, соответственно, большую дисперсию выборки – 122, у самцов вид кривой более компактный и дисперсия меньше – 108,6. Это свидетельствует о более выраженном влиянии стресса на площадь ядер АЯ у самок.

При введении ТФ кривая распределения площади ядер смещается у самцов в сторону уменьшения, но в большей степени, чем при действии стресса, и не имеет двугорбого характера, поэтому увеличивается отрицательная асимметрия кривой (-0,28 при введении ТФ и -0,029 при действии стресса), так как уменьшается площадь большого количества

нейронов. У самок характер изменений кривых распределения площади ядер при введении ТФ имеет те же закономерности, но степень изменений их более высокая. Графическое распределение площади ядер нейронов АЯ у самок, в сравнении с самцами, смещается в более значительной степени в сторону меньших значений площади ядер, кривая формирует выраженный отрицательный эксцесс (-1,0) и асимметрию (0,20), значения критерия « $\lambda$ », различия кривых распределения Колмогорова-Смирнова наиболее высоки в сравнении с контролем (рис. 2).

Влияние ТФ и стресса на морфометрические показатели неоднозначно. Хотя в обоих случаях происходит уменьшение размеров ядер и ядрышек, но локальная область изменений различна (рис. 3). Как результат воздействия стресса изменяются размеры ядер и ядрышек вентромедиальных областей АЯ, после введения ТФ выявляется более широкая полоса затронутых нейронов с захватом латеральных областей. В связи с этим проведен гистографический анализ частоты встречаемости нейронов АЯ по размеру ядер и ядрышек (рис. 3).

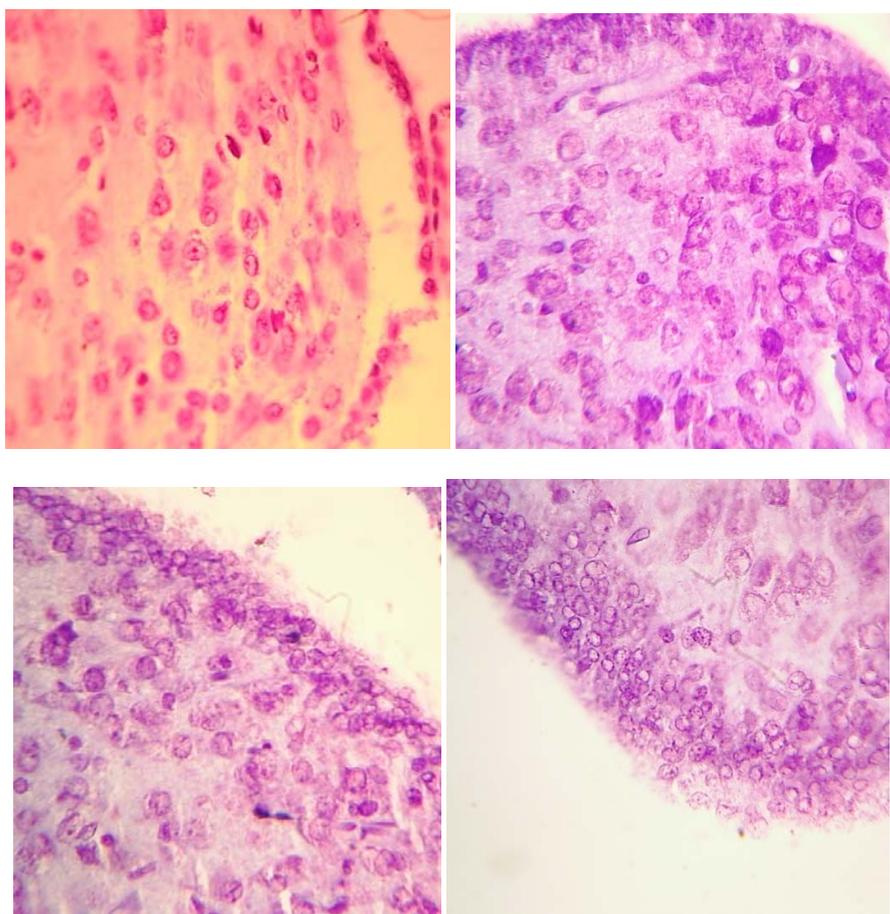


Рис 3. Аркуатное ядро гипоталамуса белых крыс. Влияние ТФ и стресса.

Окраска крезилвиолетом. Снимки при увеличении светового микроскопа: окуляр  $\times 15$ , объектив  $\times 40$ . Вверху справа АЯ самца (контроль), слева – самки (контроль); внизу слева – стресс самцы, справа внизу – ТФ самцы

*Супрахиазматический центр гипоталамуса.* Морфометрический анализ ядер и ядрышек супрахиазматического центра гипоталамуса (табл. 2) не выявил достоверных половых различий по данному показателю ( $p > 0,05$ ).

Таблица 2

**Морфометрический анализ ядер  
и ядрышек супрахиазматического центра гипоталамуса**

| Группы      | Пол   | S ядер, мкм <sup>2</sup> | Изменения % | S ядрышек, мкм <sup>2</sup> | Изменения % |
|-------------|-------|--------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| Контроль    | самки | 40,6 ± 1,22              | –           | 2,71 ± 0,11                 | –           |
|             | самцы | 42,3 ± 1,10              |             | 2,54 ± 0,11                 |             |
| ТФ          | самки | 35,7 ± 1,50              | 12*         | 2,51 ± 0,09                 | –           |
|             | самцы | 36,2 ± 1,34              | 14**        | 2,43 ± 0,11                 | –           |
| Стресс      | самки | 39,2 ± 1,20              | –           | 2,36 ± 0,10                 | –           |
|             | самцы | 41,3 ± 1,77              | –           | 2,45 ± 0,09                 | –           |
| ТФ + стресс | самки | 34,8 ± 1,28              | 14**        | 2,40 ± 0,09                 | –           |
|             | самцы | 37,4 ± 1,57*             | 12*         | 2,56 ± 0,10                 | –           |

Введение ТФ привело к уменьшению площади ядра на 14 % ( $p < 0,01$ ) у самцов и 12 % ( $p < 0,05$ ) у самок. Достоверного изменения размеров ядрышек нейронов у самцов и самок при этом не отмечено ( $p > 0,05$ ).

Воздействие экспериментального стресса также не привело к достоверным изменениям размеров ядер и ядрышек нейронов СХЯ ни у самок, ни у самцов ( $p > 0,05$ ).

В случае совместного влияния ТФ и стресса выявлено уменьшение площади ядер нейронов у самок на 14 % ( $p < 0,01$ ), у самцов на 12 % ( $p < 0,05$ ), без изменения площади ядрышек ( $p > 0,05$ ).

**Обсуждение результатов**

При хронических функциональных нарушениях размеры ядер секреторных клеток взаимосвязаны с белковым синтезом. Ядра сморщиваются сразу же после раздражения их секреторного нерва, тогда как угнетение фармакологическими средствами ведет к набуханию ядер [23]. Поэтому при изменении размеров ядер и особенно ядрышек можно говорить об изменении их функционального состояния.

Результаты эксперимента показали, что ядра и ядрышки GnRH нейронов преоптической области гипоталамуса изменили морфометрические показатели в сторону уменьшения их значений, т.е. оказались чувствительными к влиянию ТФ. Половых различий в этой реакции не выявлено. Имобилизационный стресс не отразился на размерах ядер и ядрышек GnRH нейронов POA. В случае сочетанного влияния ТФ и стресса уменьшение морфометрических показателей GnRH нейронов, по-видимому, зависит от действия ТФ, так как результаты изменений сопоставимы и в том и в другом варианте.

Существует тесное взаимодействие GnRH нейронов преоптической области с АЯ и СХЯ в регуляции гонадотропной функции.

Много классических нейромедиаторов и нейропептидов изменяют активность GnRH нейронов через прямые и косвенные действия. Пульсирующий выброс люлиберина в портальную систему представляет собой заключительный путь выхода нейронной сети, которая интегрируется множеством внутренних и внешних стимулов. Одним из основных рецепторных полей этой сети, чувствительных к уровню половых гормонов, является медиобазальный гипоталамус и АЯ, а передаточными пептидами к GnRH нейронам –  $\beta$ -эндорфины и нейропептид Y [19]. В экспериментальных работах было также показано, что в АЯ имеются рецепторы для управления энергетическим балансом в организме и рецепторное поле к стероидам надпочечников [11].

При рассмотрении результатов морфометрических показателей ядер и ядрышек АЯ отмечается уменьшение их размеров под влиянием ТФ и стресса. Эти изменения различаются. При стрессе уменьшаются ядра вентромедиальных отделов АЯ, графически четко выделяется узкий слой мелких ядер, кривая распределения размеров становится двугорбой, отграничивая нейроны, чувствительные к влиянию стресса.

Реакция на ТФ сильнее, затрагивается более широкая полоса клеток АЯ, на графиках у самцов и самок формируется единая, близкая к нормальному распределению кривая с уменьшенными размерами ядер. Формирование различий в реакции на стресс и ТФ заключается в количестве затронутых клеток, это может указывать на разные рецепторные зоны АЯ.

Циркадные ритмы в выбросе люлиберина обеспечиваются СХЯ, в экспериментальных работах показано, что многочисленные стимулы поступают как от АЯ, так и от непосредственного действия андрогенов на центральную часть СХЯ [11].

Анализ результатов опытов показывает, что только при влиянии ТФ определяется не резко выраженное, но статистически значимое уменьшение размеров ядер, без изменения размеров ядрышек нейронов СХЯ. Скорее всего, это объясняется неоднородной структурой супрахиазматического центра и ограниченным числом клеток, чувствительных к данному воздействию.

Таким образом, анализ результатов опытов свидетельствует о наличии существенного влияния ТФ на морфофункциональное состояние нейронов изучаемых центров гипоталамуса у половозрелых крыс. Морфометрический анализ показал, что при введении ТФ произошло существенное уменьшение площади ядер GnRH нейронов предоптической области, это может указывать на прямое или косвенное его влияние на рецепторы нейронов при конкурентном действии с другими нейромедиаторами и стероидными гормонами.

#### Библиографический список

1. **Буреш, Я.** Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Я. Буреш, О. Бурешова, Д. П. Хьюстон ; под ред. проф. А. С. Батуева ; пер. с англ. Е. Н. Живописцевой. – М. : Высшая школа, 1991. – 399 с.
2. **Гейнисман, Ю. Я.** Структурные и метаболические проявления функции нейрона / Ю. Я. Гейнисман. – М. : Наука, 1974. – 112 с.
3. **Капралов, А. А.** Физико-химические свойства и биологическая роль токоферолсвязывающих белков / А. А. Капралов, Г. В. Петрова, Г. В. Донченко // Успехи современной биологии. – 1993. – Т. 113, № 3. – С. 131–137.
4. **Ромейс, Б.** Микроскопическая техника / Б. Ромейс ; пер. с нем. В. Я. Александровой, З. И. Крюковой. – М. : Иностранная литература, 1953. – 575 с.
5. **Теплый, Д. Л.** Влияние витамина Е на нейросекреторные клетки гипоталамуса белых крыс / Д. Л. Теплый // Цитология. – 1990. – Т. 32, № 12. – С. 1161–1167.
6. **Aronsson, M.** Localization of glucocorticoid receptor mRNA in the male rat brain by in situ hybridization / M. Aronsson, K. Fuxe, Y. Dong, L. F. Agnati, S. Okret., J. A. Gustafsson // Proc Natl Acad Sci USA. – 1988. – № 85. – P. 9331–9335.
7. **Azzi, A.** Molecular mechanism of  $\alpha$ -tocopherol action / A. Azzi // Free Radic Biol Med. – 2007. – № 43. – P. 16–21.
8. **Azzi, A.** Non-antioxidant activities of vitamin E / A. Azzi // Curr. Med. Chem. – 2004. – Vol. 11, № 9. – P. 1113–1133.
9. **Brigelius-Flohe, R.** The European perspective on vitamin E: current knowledge and future research / R. Brigelius-Flohe, F. J. Kelly, J. T. Salonen, J. Neuzil, J. M. Zingg, A. Azzi // Am. J. Clinical Nutrition. – 2002. – Vol. 76, № 4. – P. 703–716.
10. **Cashion, A. B.** The Morphometry of Astrocytes in the Rostral Preoptic Area Exhibits a Diurnal Rhythm on Proestrus: Relationship to the Luteinizing Hormone Surge and Effects of Age / A. B. Cashion, J. Matthew Smith, M. Wise Phyllis // Endocrinology. – 2003. – Vol. 144, № 1. – P. 274–280.
11. **Chun-Xia, Yi** Ventromedial Arcuate Nucleus Communicates Peripheral Metabolic Information to the Suprachiasmatic Nucleus / Yi Chun-Xia // Endocrinology. – 2006. – Vol. 147, № 1. – P. 283–294.
12. **Copp, R. P.** Localization of alpha-tocopherol transfer protein in the brains of patients with ataxia with vitamin E deficiency and other oxidative stress related neurodegenerative disorders / R. P. Copp, T. Wisniewski, F. Hentati, A. Larnaout, M. Ben Hamida, H. J. Kayden // Brain Res. – 1999. – № 822. – P. 80–87.
13. **Dutta-Roy, A. K.** Molecular mechanism of cellular uptake and intracellular translocation of alpha-tocopherol: role of tocopherol-binding proteins / A. K. Dutta-Roy // Food Chem. Toxicol. – 1999. – № 37. – P. 967–971.
14. **Freeman, M. E.** The neuroendocrine control of the ovarian cycle of the rat / M. E. Freeman, E. Knobil, J. D. Neill // The Physiology of Reproduction. – New York : Raven Press Ltd, 1994. – P. 613–658.
15. **Goti, D.** Scavenger receptor class B, type I is expressed in porcine brain capillary endothelial cells and contributes to selective uptake of HDL-associated vitamin E / D. Goti, A. Hrzenjak, S. Levak-Frank, S. Frank, D. R. van Der Westhuyzen, E. Malle, W. Sattler // J. Neurochem. – 2001. – № 76. – P. 498–508.

16. **Guan, X. M.** Distribution of mRNA encoding the growth hormone secretagogue receptor in brain and peripheral tissues / X. M. Guan, H. Yu, O. C. Palyha, K. K. McKee, S. D. Feighner, D. J. Sirinathsinghji, R. G. Smith, L. H. Van der Ploeg, A. D. Howard // *Brain Res Mol Brain Res.* – 1997. – № 48. – P. 23–29.
17. **Hrabovszky, E.** Liposits Gonadotropin-Releasing Hormone Neurons Express Estrogen Receptor- $\beta$  / E. Hrabovszky, I. N. Kalló, É. Szlavik, I. Keller, I. Merchenthaler // *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* – 2007. – Vol. 92, № 7. – P. 2827–2830.
18. **Kalsbeek, A.** Circadian control of metabolism by the suprachiasmatic nuclei / A. Kalsbeek, F. Kreier, E. Fliers, H. P. Sauerwein, J. A. Romijn, R. M. Buijs // *Endocrinology.* – 2007. – № 148. – P. 5635–5639
19. **Li, C.** Morphological evidence for direct interaction between arcuate nucleus neuropeptide Y (NPY) neurons and gonadotropin-releasing hormone neurons and the possible involvement of NPY Y1 receptors / C. Li., P. Chen, M. S. Smith. // *Endocrinology.* – 1999. – № 140. – P. 5382–5390.
20. **Moenter, S. M.** Endogenous (gamma)-Aminobutyric Acid Can Excite Gonadotropin-Releasing Hormone Neurons / S. M. Moenter, R. A. DeFazio // *Endocrinology.* – 2005. – Vol. 146, № 12. – P. 5374–5379.
21. **Pinto, S.** Rapid rewiring of arcuate nucleus feeding circuits by leptin / S. Pinto, A. G. Roseberry, H. Liu, S. Diano, M. Shanabrough, X. Cai, J. M. Friedman, T. L. Horvath // *Science.* – 2004. – № 304. – P. 110–115.
22. **Smith, M. J.** Neural signals that regulate GnRH neurones directly during the oestrous cycle / M. J. Smith, L. Jennes // *Reproduction.* – 2001. – № 122. – P. 1–10.
23. **Szentagothai, J.** Гипоталамическая регуляция передней части гипофиза / J. Szentagothai, B. Flerko, B. Mess, B. Halasz. – Будапешт : АН Венгрии, 1965. – 330 с.
24. **Yasuda, M.** Influence of vitamin E on the level of lipids / M. Yasuda, T. Fujita, Y. Mizunoya // *J. Pharm. Sos. Jap.* – 1979. – Vol. 99, № 3. – P. 285–289.
25. **Zimmer, S.** A novel human tocopherol-associated protein: cloning, in vitro expression, and characterization / S. A. Zimmer, A. Stocker, M. N. Sarbolouki, S. E. Spycher, J. Sassoonand, A. Azzi // *J. Biol. Chem.* – 2000. – № 275. – P. 25672–25680.
26. **Zingg, J. M.** Non-antioxidant activities of vitamin E / J. M. Zingg, A. Azzi // *Curr. Med. Chem.* – 2004. – № 9. – P. 1113–1133.

УДК 616.1:577.163:611

### **ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НЕЙРОНОВ ПРЕДОПТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ И АРКУАТНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА ПРИ ВВЕДЕНИИ АЛЬФА-ТОКОФЕРОЛА**

**Козак Михаил Владимирович**, кандидат медицинских наук, докторант кафедры физиологии и морфологии человека и животных

**Теплый Давид Львович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и морфологии человека и животных

Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,  
тел./факс (8512) 22-82-64, e-mail: mvkozak@yandex.ru

*В эксперименте исследовано действие альфа-токоферола и стресса на некоторые центры гипоталамуса, имеющие отношение к регуляции гонадотропной функции, а также возрастные особенности этого влияния. Результаты опытов свидетельствуют о наличии реакции нейронов ростральной предоптической области и аркуатных ядер на экспериментальные воздействия.*

*В результате действия стресса и введения альфа-токоферола молодым животным отмечено уменьшение размеров ядер нейронов аркуатного центра, половых различий при этом не выявлено.*

*Возрастной особенностью ответа нейронов ростральных предоптических областей и аркуатных ядер гипоталамуса белых крыс на введение альфа-токоферола является снижение степени ответной реакции. При действии стресса изменение размера ядер нейронов аркуатного центра сопоставимо у молодых и старых животных.*

**Ключевые слова:** возраст, предоптическая область, аркуатное ядро, альфа-токоферол.

AGE FEATURES OF MORPHOFUNCTIONAL STATE OF NEURONS  
OF PREOPTICAL AREA AND ARCUATE NUCLEUS  
OF THE HYPOTHALAMUS AT ADMINISTRATION OF ALPHA-TOCOPHEROL

Kozak Mikhail V., Teply Dmitriy L.

*In the experiment the action of alpha-tocopherol and stress on the centers of hypothalamus related to the regulation of the gonadotropic function as well as the age-specific features of such influence were investigated. The results of experiments indicate the presence of neuron's reaction of the rostra preoptical area and arcuate nucleus on experimental influences.*

*As a stress exposure and alpha-tocopherol injection to the young animals a reduction of neuron's kernels of the arcuate nucleus was observed, a sexual distinction wasn't revealed in the process.*

*The response age-specific feature on alpha-tocopherol injection of the nucleus neuron's rostra preoptical and arcuate area of the hypothalamus of white rats is a reduction in a degree of response. The neuron's arcuate nucleus' size reduction due to a stress exposure remains apparent for young animals.*

**Key words:** age, preoptical area, arcuate nucleus, alpha-tocopherol.

В процессе онтогенеза, при достижении животными определенного возраста закономерно происходит постепенное угасание репродуктивной функции. У животных женского пола этот процесс сопровождается изменением уровня половых гормонов и утратой регулярных циклов. Экспериментальными работами на грызунах показано, что наступающая ацикличность не связана с истощением ооцитов или потерей чувствительности гипофиза к гонадотропин-рилизинг гормону (GnRH) [18]. Гипоталамус, вероятно, играет ведущую роль в процессе репродуктивного старения. Возрастное уменьшение секреции GnRH выявлено у крыс и приматов, особенно после менопаузы [8, 17]. Большое значение имеет пульсирующий характер выброса GnRH [10, 15], в процессе старения изменяются не только его концентрация, но и уменьшается частота пульсирующего выброса, что приводит к возникновению ацикличности [9].

С возрастом изменяется чувствительность механизма обратной связи между половыми гормонами и GnRH нейронами, последние являются первичным регулирующим звеном репродуктивной оси. У крыс эти нейроны находятся в ростральных преоптических областях (РОА) гипоталамуса [6]. При старении функциональные и морфологические изменения GnRH нейронов могут играть существенную роль. В большинстве исследований на крысах не выявлено возрастных изменений в количестве GnRH клеток между молодыми и старыми животными [11]. Однако распределение нейронов в среднебоковых отделах преоптической области более ограничено по площади у крыс среднего возраста в сравнении с молодыми [13]. В РОА гипоталамуса с возрастом животных изменяется соотношение между GnRH нейронами и астроцитами [6]. Многие возрастные изменения затрагивают эндоплазматическую сеть нейронов и комплекс Гольджи, меняется процесс биосинтеза белков [12].

Большое значение имеют аксоны нейронов, которые, помимо функции хранения рилизинг-гормона, формируют синаптические контакты с другими нейронами [16]. С возрастом уменьшается число иммунореактивных GnRH аксонов в области срединного возвышения.

Терминали аксонов GnRH нейронов близко прилегают к портальным капиллярам в области третьего желудочка. Электрохимическими исследованиями показаны возрастные различия в расстоянии между терминалями аксонов GnRH нейронов и таницитами эпандимы, выстилающими третий желудочек. Танициты, как полагают, вовлечены в транспортировку и выпуск гормонов, включая GnRH. На уровне таницитов третьего желудочка может происходить регуляция терминалов GnRH нейронов эстрогенами [20] и другими нейромодуляторами.

Целью данного исследования является изучение возрастных особенностей морфофункционального состояния нейронов преоптической области, аркуатного центра гипоталамуса белых крыс в норме, при введении ТФ и действии острого стресса.

### Материал и методика

Опыты проводились в зимний период на молодых и старых половозрелых белых крысах линии Вистар.

*Молодая группа животных:* возраст – 4 месяца, средняя масса тела самцов – 230 г, самок – 200 г.

*Старая группа животных:* возраст – 20 месяцев, средняя масса тела самцов – 350 г и самок – 280 г.

Самцов и самок содержали раздельно в стандартных условиях вивария при температуре 22 °С. В ходе эксперимента и непосредственно перед его завершением изучали влагалищные мазки для определения фазы эстрального цикла. Исследования у самок проводили в фазы диэструса и метаэструса. Экспериментальные самцы и самки отдельно были разделены на 8 групп (4 варианта, ♀ и ♂) по 10 животных в каждой.

*Первая группа* – контроль, отдельно ♀ (самки) и ♂ (самцы) – без воздействия.

Животным *второй группы*, ♀ и ♂ (ТФ) – *per os*, вводили 10%-ый раствор *α-токоферола ацетата* в дозе 1 мг на 100 г массы животного, в течение последних 14 дней (до декапитации) один раз в сутки в утренние часы.

Крыс *третьей группы*, ♀ и ♂, подвергали иммобилизационному стрессу (*стресс*): в течение последних 5 дней (перед декапитацией): ежедневно на один час в 11 часов дня животных помещали в пластиковый пенал по размеру тела, ограничивающий свободные движения, но не препятствующий поступлению воздуха.

*Четвертая группа* животных, ♀ и ♂, подвергнута 5-дневному стрессу в сочетании с двухнедельным введением ТФ (*стресс + ТФ*).

Животных декапитировали, в соответствии с Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных, под хлоралгидратным наркозом внутривенно (2,5%-ый раствор, 1мл на 100 г массы тела животного).

*Фиксацию мозга* проводили по Карнуа [3]. *Окраска* целлоидинпарафиновых срезов осуществлялась 0,1%-ым водным раствором крезилвиолета [1]. Морфометрию ядер и ядрышек центров гипоталамуса проводили при помощи окуляр-микрометра МОВ-1 15 ×, объектив 40 ×. Площадь (S) ядер в  $\mu\text{м}^2$  вычисляли по формуле  $S = \pi / 4 \times d_1 d_2$ , где  $d_1$  и  $d_2$  – взаимно перпендикулярные диаметры ядра. Диаметр ядер измеряли в плоскости оптического среза, проходящего через ядрышко [2]. Количество клеток для анализа в контроле и по каждому экспериментальному воздействию составило от 40 до 50.

В экспериментальной работе использовался 10%-ый *масляный раствор альфа-токоферол-ацетата* (производство завода биопрепаратов, г. Покров). Альфа-токоферол-ацетат вводился в дозе 1 мг на 100 г массы животного. Доза была выбрана на основании данных об оптимальном действии витамина как антиоксиданта, при разовом суточном введении, не более 5 мг на животное со средней массой 200 г [19].

Экспериментальные данные проанализированы с помощью метода альтернативного анализа и t-критерия Стьюдента. Статистический анализ проводили, используя лицензированные стандартные компьютерные программы.

### Результаты и обсуждение

Морфометрический анализ ядер *предоптической области гипоталамуса* у молодых животных (рис. 1) показал отсутствие достоверных половых различий по этому признаку ( $p > 0,05$ ). Было установлено, что у самцов и самок крыс, получавших ТФ, значительно уменьшилась площадь ядра соответственно на 37 и 32 % ( $p < 0,001$ ).

Под воздействием экспериментального стресса исследуемые морфометрические показатели не претерпели достоверных изменений (вероятность разности с контролем  $p > 0,05$ ).

Введение ТФ на фоне стресса привело к уменьшению площади ядра нейронов у самок на 31 %, у самцов – на 36 % ( $p < 0,001$ ). Процент выявленных изменений приближен к изолированному влиянию ТФ.

У старых животных площадь ядер нейронов в контрольной группе была близка к показателям молодых ( $p > 0,05$ ), половые различия не обнаружены.

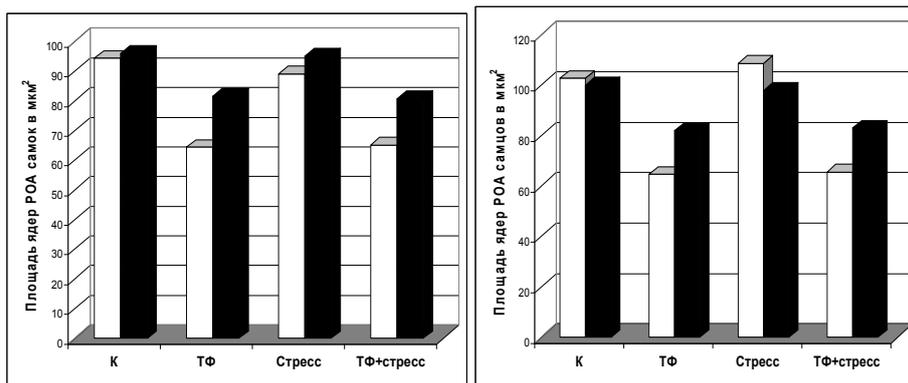


Рис. 1. Площадь ядер преоптической области гипоталамуса при введении ТФ и в результате воздействия стресса (молодые животные – светлые столбцы, старые животные – темные)

В результате введения ТФ площадь ядер РОА старых самок уменьшилась на 15 %, самцов – на 18 % ( $p < 0,01$ ).

Стресс не отразился на значениях морфометрических показателей ядер нейронов старых животных ( $p > 0,05$ ).

*Аркуатный центр гипоталамуса.* Морфометрический анализ площади ядер нейронов аркуатного центра (АЯ) гипоталамуса (табл.) у молодых животных показал отсутствие достоверных половых различий исследуемого показателя ( $p > 0,05$ ).

Таблица

**Влияние альфа-токоферола и стресса на изменение площади ядер аркуатного центра гипоталамуса молодых и старых животных**

| Варианты    | Пол   | Молодые крысы            |                      |              | Старые крысы             |                  |              |
|-------------|-------|--------------------------|----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------|
|             |       | С ядер, мкм <sup>2</sup> | Разность с контролем | Изменение, % | С ядер, мкм <sup>2</sup> | Разность контрол | Изменения, % |
| Контроль    | самки | 50,7 ± 0,76              |                      | нет          | 51,4 ± 1,35              |                  | нет          |
|             | самцы | 52,6 ± 1,51              |                      |              | 50,8 ± 1,42              |                  |              |
| ТФ          | самки | 37,9 ± 1,51              | ***                  | 25           | 49,3 ± 1,25              |                  |              |
|             | самцы | 44,6 ± 1,76              | **                   | 15           | 45,7 ± 1,64              | *                | 10           |
| Стресс      | самки | 40,9 ± 1,82              | ***                  | 19           | 43,2 ± 1,71              | ***              | 16           |
|             | самцы | 45,3 ± 1,80              | **                   | 14           | 41,7 ± 1,81              | ***              | 18           |
| ТФ + стресс | самки | 38,2 ± 1,31              | ***                  | 25           | 43,7 ± 1,38              | **               | 15           |
|             | самцы | 46,2 ± 1,84              | **                   | 12           | 43,7 ± 1,45              | **               | 14           |

Примечание: достоверность разности с контролем: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

В результате введения ТФ произошло значительное уменьшение площади ядер нейронов на 15 % (разность достоверна при  $p < 0,01$ ) у самцов и на 25 % (разность достоверна при  $p < 0,001$ ) у самок.

Под действием стресса уменьшаются размеры ядер нейронов у самок на 19 %, у самцов – на 14 % (при  $p < 0,001$ ). Введение ТФ на фоне стресса вызвало уменьшение площади ядер нейронов у самок на 25 %, у самцов – на 12 % ( $p < 0,001$ ).

Площадь ядер АЯ старых самцов меньше, чем у молодых, на 3,4 %. Напротив, у старых самок этот показатель несколько выше, чем у молодых – на 1,2 %. Однако статистически значимого различия этого показателя не выявлено ни у самцов, ни у самок ( $p > 0,05$ ). У старых животных после введения ТФ уменьшается площадь ядер нейронов, у самок – на 4 % ( $p > 0,05$ ), у самцов – на 10 % ( $p < 0,01$ ).

У старых самцов и самок стресс, как и у молодых животных, вызывает значительное уменьшение площади ядер ( $p < 0,001$  в обоих случаях). При сочетании стресса с введением ТФ площадь ядер также уменьшается ( $p < 0,01$ ).

Изменения размеров нейросекреторных клеток взаимосвязаны с белковым синтезом [14]. Влияние нейромедиаторов на нейроны гипоталамических ядер модулирует их электрическую активность и изменяет нейросекреторную деятельность. Изучение свойств ТФ на клеточном уровне показало его влияние на функционирование ядра и процесс экспрессии генов [4, 5]. Вероятно, что многие эффекты ТФ в организме, особенно касающиеся центральных механизмов репродукции, пока не изучены.

В нашем эксперименте исследовано действие ТФ на центры гипоталамуса, имеющие отношение к регуляции гонадотропной функции, и возрастные особенности этого влияния.

Анализ результатов опытов свидетельствует о наличии реакции нейронов ростральной преоптической области и АЯ на экспериментальные воздействия. Уменьшение ядер нейронов РОА отмечено на введение только ТФ. Влияние иммобилизационного стресса на РОА не выявлено.

В аркуатном ядре происходит интеграция активирующих и тормозных внешних и внутригипоталамических сигналов. АЯ имеет рецепторное поле для стероидных и других гормонов, участвует в регуляции энергетического гомеостаза [7].

В нашем эксперименте после стресса и введения ТФ молодым животным отмечено уменьшение ядер нейронов АЯ, половых различий при этом не выявлено. Ответная реакция ядер нейронов АЯ старых животных изменилась: после введения ТФ умеренно уменьшились размеры ядер только у самок. Уменьшение размеров ядер АЯ на стресс осталось выраженным, как и у молодых животных.

Таким образом, возрастной особенностью ответа на введение ТФ нейронов РОА и АЯ гипоталамуса белых крыс является снижение степени ответной реакции. При действии стресса изменение размера ядер АЯ сопоставимо у молодых и старых животных.

#### Библиографический список

1. **Буреш, Ян.** Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Ян. Буреш, О. Бурешова, Д. П. Хьюстон ; под ред. проф. А. С. Батуева ; пер. с англ. Е. Н. Живописцевой. – М. : Высшая школа, 1991. – 399 с.
2. **Гейнисман, Ю. Я.** Структурные и метаболические проявления функции нейрона / Ю. Я. Гейнисман. – М. : Наука, 1974. – 112 с.
3. **Ромейс, Б.** Микроскопическая техника / Б. Ромейс ; пер. с нем. В. Я. Александровой, З. И. Крюковой. – М. : Иностранная литература, 1953. – 575 с.
4. **Azzi, A.** Molecular mechanism of  $\alpha$ -tocopherol action / A. Azzi // Free Radic Biol Med. – 2007. – № 43. – P. 16–21.
5. **Azzi, A.** Non-antioxidant activities of vitamin E / A. Azzi // Curr. Med. Chem. – 2004. – Vol. 11, № 9. – P. 1113–1133.
6. **Cashion, A. B.** The Morphometry of Astrocytes in the Rostral Preoptic Area Exhibits a Diurnal Rhythm on Proestrus: Relationship to the Luteinizing Hormone Surge and Effects of Age / A. B. Cashion, J. Matthew Smith, M. Wise Phyllis // Endocrinology. – 2003. – Vol. 144, № 1. – P. 274–280.
7. **Chun-Xia Yi** Ventromedial Arcuate Nucleus Communicates Peripheral Metabolic Information to the Suprachiasmatic Nucleus / Yi Chun-Xia // Endocrinology. – 2006. – Vol. 147, № 1. – P. 283–294.
8. **Gore, A. C.** Neuroendocrine mechanisms for reproductive senescence in the female rat: gonadotropin-releasing hormone neurons / A. C. Gore, T. Oung, S. Yung, R. A. Flagg, M. J. Woller // Endocrine. – 2000. – № 13. – P. 315–323.
9. **Hall, J. E.** Neuroendocrine aspects of aging in women / J. E. Hall, S. Gill // Endocrinology and Metabolism Clinics of North America. – 2001. – № 30. – P. 631–646.
10. **Levine, J. E.** New concepts of the neuroendocrine regulation of gonadotropin surges in rats / J. E. Levine // Biology of Reproduction. – 1997. – № 56. – P. 293–302.
11. **Miller, B. H.** N-Methyl-D-aspartate receptor subunit expression in GnRH neurons changes during reproductive senescence in the female rat / B. H. Miller, A. C. Gore // Endocrinology. – 2002. – № 143. – P. 3568–3574.
12. **Romero, M. T.** Ultra-structural changes in gonadotropin-releasing hormone neurons as a function of age and ovariectomy in rats / M. T. Romero, A. J. Silverman, P. M. Wise, J. W. Witkin // Neuroscience. – 1994. – № 58. – P. 217–225.
13. **Rubin, B. S.** A relative depletion of luteinizing hormone-releasing hormone was observed in the median eminence of young but not middle-aged rats on the evening of proestrus / B. S. Rubin, J. C. King // Neuroendocrinology. – 1995. – № 62. – P. 259–269.

14. **Szentagothai, J.** Гипоталамическая регуляция передней части гипофиза / J. Szentagothai, B. Flerko, B. Mess, B. Halasz. – Будапешт : АН Венгрии, 1965. – 330 с.
15. **Terasawa, E.** Luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH) neurons: mechanism of pulsatile LHRH release / E. Terasawa // *Vitamins and Hormones*. – 2001. – № 63. – P. 91–129.
16. **Tweedle, C. D.** Neurosecretory endings in the rat neurohypophysis are en passant / C. D. Tweedle, K. G. Smithson, G. I. Hatton // *Experimental Neurology*. – 1989. – № 106. – P. 20–26.
17. **Ushiroyama, T.** Evidence for attenuation of gonadotropin pulse frequency in hypergonadotropic women with estradiol secretion in the menopausal transition / T. Ushiroyama, A. Ikeda, M. Ueki // *Psychoneuro endocrinology*. – 1999. – № 24. – P. 85–97.
18. **Wuttke, W.** Effects of electrochemical stimulation of medial preoptic area on prolactin and luteinizing hormone release in old female rats / W. Wuttke, J. Meites // *Pflugers Archiv. European Journal of Physiology*. – 1973. – № 341. – P. 1–6.
19. **Yasuda, M.** Influence of vitamin E on the level of lipids / T. Yasuda, M. Fujita, Y. Mizunoya // *J. Pharm. Sos. Jap.* – 1979. – Vol. 99, № 3. – P. 285–289.
20. **Yin, W.** Novel subcellular localization of NMDA receptors (NMDARs) within neuroendocrine GnRH terminals / W. Yin, T. Oung, C. L. Ng, W. G. M. Janssen, J. H. Morrison, A. C. Gore // *Society for Neuroscience 32nd annual meeting (November, 2002)*. – Orlando, USA, 2002.

УДК 616.155.1-053:615.272

### ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ БЕЛЫХ КРЫС И ИХ РЕАКЦИИ НА ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО И СИНТЕТИЧЕСКОГО АНТИОКСИДАНТОВ

**Теплый Дмитрий Давидович**, аспирант кафедры физиологии и морфологии человека и животных

Астраханский государственный университет  
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,  
тел. (8512) 25-17-09, e-mail: elvis1983@mail.ru

*Изучены возрастные особенности некоторых морфологических и физиологических параметров эритроцитов нелинейных самцов белых крыс, а также характерные особенности реакции эритроцитов на биологический ( $\alpha$ -токоферол) и синтетический (эмоксипин) антиоксиданты. Использованы унифицированные методы определения концентрации гемоглобина, подсчета количества эритроцитов и гематокрита, ряд эритроцитарных индексов и устойчивость мембран эритроцитов к перекисному гемолизу. Установлено возрастозависимое повышение уровня перекисного гемолиза у старых крыс, микроцитоз, снижение среднего содержания и средней концентрации гемоглобина в эритроците, что не подтвердило данные других авторов об относительной стабильности показателей периферического звена эритрона у лабораторных животных. Обнаружены существенные возрастные различия эритроцитов в реакции на биологический и синтетический антиоксиданты и характерные различия в эффектах  $\alpha$ -токоферола и эмоксипина на структуру и функции эритроцитов молодых и старых крыс.*

**Ключевые слова:** эритроциты, гематокрит, перекисный гемолиз,  $\alpha$ -токоферол, эмоксипин, свободные радикалы, антиоксиданты, возрастные изменения.

### THE AGES PECULIARITIES OF THE ERYTHROCYTES OF PERIPHERAL BLOOD OF WHITE RATS AND THEIR REACTIONS ON ACTION OF BIOLOGICAL AND SYNTHETIC ANTIOXIDANTS

*Tepliy Dmitry D.*

*The aging particular features of several morphological and physiological parameters of the erythrocytes are usual for male. White rats and typical feature reactions of erythrocytes on the biological ( $\alpha$ -tocopherol) and synthetic (emoxipin) antioxidants were investigated.*

*The standard detection methods of the concentration of hemoglobin, quantity of erythrocytes and hematocrits, some erythrocytes indices, steady membranes of erythrocytes to peroxide hemolysis were used.*

*The age-related increase of the level of peroxide hemolysis of the age rats, microcites, decrease of concentration of middle senses of the hemoglobine into erythrocytes were found. The own data on relative stability indicators of the peripheral unit of eritron in laboratory animals have been separated from those of some other scientists.*

*The substantial aging differences of erythrocytes in the reaction on the biological and synthetic antioxidants and standart distinctions in  $\alpha$ -tocopherol and emoxipin effects of the structure and functions of erythrocytes of the young and age rats were found.*

**Key words:** *erythrocytes, hemotocrits, peroxide hemolysis,  $\alpha$ -tocopherol, emoxipin, free radicals, antioxidants, age-related changes.*

Система гемостаза – важнейшая защитная система организма. Характер ее реакций в значительной степени зависит от функционального состояния органов и тканей, участвующих в поддержании стабильности гемостаза. Среди эффективных механизмов регуляции состояния гемостаза особое место занимают эритроциты, отражающие состояние биомембран клеток других органов и тканей. Они являются важным неспецифическим интегральным показателем функционального состояния организма [12, 37].

В настоящее время возрастная динамика отдельных показателей крови – гемоглобина и концентрации эритроцитов – достаточно хорошо изучена [15], чего нельзя сказать о наличии достаточной информации, касающейся иных, не менее важных возрастных изменений периферического звена эритрона, особенно на этапе инволюции человека и животных. Суммарные количественные показатели состояния периферического звена эритрона изменяются, они значительно слабее, чем индивидуальные свойства эритроцитов [23, 24], что указывает на необходимость учета этого важного обстоятельства в эксперименте и клинике.

К настоящему времени появилось большое число экспериментальных исследований, доказывающих, что окислительное повреждение липидов, белков и нуклеиновых кислот клеток (эритроцитов в том числе) занимает центральное место в процессе старения и в развитии заболеваний, связанных со старением [42, 50, 41, 47]. Это определяет необходимость дальнейшего изучения не только комплекса морфологических и физиологических нарушений эритроцитов крови на поздних этапах онтогенеза, индуцированных, в частности, интенсификацией свободнорадикальных процессов, но и возможности эффективной коррекции этих изменений антиоксидантами разной природы, чему посвящено данное исследование.

#### **Методики**

Исследования проведены в осенне-зимний период на нелинейных белых крысах-самцах средней массой 100–150 г (молодые животные) и 250–350 г (старые). Крысы содержались в стандартных условиях вивария при свободном доступе к воде и корму. Животные были подразделены на группы: 1 – интактные (контроль), 2 –  $\alpha$ -токоферол (пероральное введение 5%-ого масляного раствора D,L,  $\alpha$ -токоферолацетата в дозе 1 мг/100 г массы тела), 3–1%-ый раствор эмоксипина гидрохлорида (внутрибрюшинно в суточной дозе 5 мг/100 г массы тела, доза эквивалентная  $\alpha$ -токоферолу по антиоксидантной способности). Антиоксиданты вводились в течение 14 дней до завершения опытов. Кровь для исследований получали из хвостовой вены крыс по окончании воздействия антиоксидантами.

Применение  $\alpha$ -токоферола определялось тем, что он относится к числу наиболее изученных антиоксидантов и является единственным природным жирорастворимым антиоксидантом, обрывающим цепи окисления в плазме крови и мембранах эритроцитов [1]. Эмоксипин – синтетический антиоксидант, обладающий также ангиопротекторной и антиагрегационной активностью [8, 30].

Для определения количественных показателей морфофункционального состояния эритроцитов применяли унифицированные методы определения количества эритроцитов (RBC), показателя гематокрита (НТС), концентрации гемоглобина (HGB). На основании стандартна гематологических параметров рассчитывали среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците (MCHC) и средний объем эритроцита (MCV) [6].

Для характеристики стойкости эритроцитарных мембран определяли уровень перекисного гемолиза эритроцитов (ПГЭ) [28, 31]. Полученные результаты обработаны статистически с использованием t/P-критерия Стьюдента [18].

### Результаты исследований и обсуждение

Исследования обнаружили характерные изменения структурно-функциональных показателей эритроцитов. Особенно четко проявилась ранее установленная другими авторами взаимосвязь между показателем числа эритроцитов и их индивидуальным объемом. Концентрация эритроцитов и средний объем клетки весьма вариабельны, однако имеет место отрицательная корреляция между величиной этих показателей у половозрелых крыс [20]. Эта взаимосвязь проявилась и в наших опытах, особенно у старых животных: количество эритроцитов в сравнении с этим показателем у молодых крыс выросло на 37 % ( $P < 0,001$ ). Соответственно, индивидуальный объем эритроцитов уменьшился на 27 % ( $P < 0,05$ ) (табл., рис. 1, 2).

К настоящему времени есть убедительные сведения о возрастных изменениях концентрации эритроцитов и уровня гемоглобина крови у человека [15], в то время как данные о возрастной динамике этих показателей у животных полны противоречий, что определяется, по-видимому, видовыми особенностями лабораторных животных. Вместе с тем отсутствие возрастных изменений показателя гематокрита у животных, обнаруженное в наших опытах, не совпадает с данными о некоторых гемаконцентрационных изменениях гематокрита, имеющих место у людей после 60 лет жизни [11]. По нашему мнению, относительное постоянство гематокрита у лабораторных животных поддерживается оптимальным уровнем общей дыхательной поверхности и поддерживается на этапах постнатального онтогенеза за счет обратного отношения размеров эритроцитов и их общей концентрации в периферической крови. Помимо концентрации эритроцитов и индивидуальных размеров клеток, другие эритроцитарные индексы являются не менее информативными показателями возрастных изменений периферического звена эритрона [12]. Найденное в наших опытах возрастозависимое увеличение общего объема эритроцитов крови старых животных ( $P < 0,001$ , в сравнении с молодыми крысами) при значительном уменьшении индивидуального объема клеток ( $P < 0,01$ ), а также значительное уменьшение показателя средней концентрации и среднего содержания гемоглобина в эритроците ( $P < 0,001$ ) в обоих случаях отражают, вероятно, возрастозависимое развитие процессов, направленных на поддержание кислородной емкости крови при старении. Указанные гематологические изменения отражают состояние стресса у животных и человека [17].

В процессе старения развитие оксидативного стресса приобретает особое значение, поскольку носит прогрессивный характер даже независимо от антиоксидантной терапии [46, 49, 53, 10].

Тем не менее сведения о роли антиоксидантов в регуляции состояния клеточных мембран в динамике онтогенеза представляют значительный теоретический и практический интерес. Характерно, что наиболее полно характеристика роли антиоксидантов для клеточных мембран представлена многочисленными исследованиями на эритроцитах [45, 34].

Проблема связи между регулирующим влиянием системы про- и антиоксидантов на функционально значимые свойства эритроцитов в процессе возрастной динамики остается актуальной [23], с учетом мембранодеструктивного действия свободнорадикальных процессов, способствующих разрушению нестойких форм эритроцитов, интенсивность которых столь характерна для старческой инволюции [16, 33, 29, 35, 27, 25].

Увеличение с возрастом продуктов перекисного окисления липидов и снижение ненасыщенных жирных кислот в эритроцитарных мембранах повышает вероятность разрушения клеток, обусловленного окислительным стрессом и снижением уровня антиоксидантов [9].

Нашими исследованиями установлено значительное повышение уровня перекисного гемолиза эритроцитов старых крыс, преимущественно микроцитов ( $P < 0,01$ ), в сравнении с клетками молодых животных. При этом отмечено не только уменьшение индивидуального объема эритроцита, но и снижение средней концентрации и среднего содержания гемоглобина в эритроците. Таким образом, представления об относительной стабильности структурно-физиологических параметров эритроцитов на

протяжении постнатального онтогенеза у лабораторных животных (белых крыс) в наших опытах не нашло подтверждения.

Анализ результатов исследований показал различие в эффектах двух антиоксидантов:  $\alpha$ -токоферола и синтетического антиоксиданта эмоксипина, а также возрастные различия действия обоих антиоксидантов. У молодых крыс  $\alpha$ -токоферол достоверно понизил величину гематокрита ( $P < 0,01$ ), столь же заметно уменьшил индивидуальный объем эритроцита ( $P < 0,01$ ), увеличил содержание гемоглобина крови ( $P < 0,05$ ), среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците ( $P < 0,05$ ) и особенно среднее содержание гемоглобина в клетке ( $P < 0,001$ ).

Таблица

**Возрастные особенности морфологических и физиологических показателей эритроцитов и их изменения, вызванные  $\alpha$ -токоферолом и эмоксипином**

| Молодые              |          |        |        |         |         |          |         |
|----------------------|----------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|
| Характер воздействия | HCT      | RBC    | HGB    | MCV     | MCHC    | MCH      | ПГЭ(%)  |
| Контроль             | 37,8     | 6,42   | 14,34  | 58,8    | 38,08   | 22,36    | 3,97    |
| Витамин E            | 35,06**  | 5,48** | 15,55* | 64,45*  | 44,41** | 28,56*** | 3,41*   |
| Эмоксипин            | 37,38    | 6,27   | 15,27  | 61,23   | 40,86   | 26,26*   | 3,15    |
| Старые               |          |        |        |         |         |          |         |
| Характер воздействия | HCT      | RBC    | HGB    | MCV     | MCHC    | MCH      | ПГЭ(%)  |
| Контроль             | 45,5     | 8,8### | 14,34  | 49,02## | 34,34#  | 16,84### | 4,6     |
| Витамин E            | 42,5     | 8,7#   | 13,73  | 48,86   | 32,42   | 15,77    | 2,44*** |
| Эмоксипин            | 23,18*** | 8,6*** | 11,59* | 41,95*  | 32,5    | 13,55#   | 5,31**  |

Воздействие  $\alpha$ -токоферолом привело к заметному увеличению объема эритроцита ( $P < 0,05$ ).

По-видимому, подавление эритропоэза витамином могло быть следствием развития дисбаланса уровня системы «антиоксиданты – оксиданты», приведшего к подавлению физиологической роли свободных радикалов, следствием чего стало ослабление нормального эритропоэза. Согласно установленным фактам, обычная генерация активных форм кислорода и инициируемое ею перекисное окисление липидов относятся к нормальным биохимическим реакциям, обеспечивающим многообразные физиологические функции [52, 13, 38, 43].

Добавление  $\alpha$ -токоферола к рациону старых животных не привело к заметным изменениям структуры и функций эритроцитов, кроме достоверного уменьшения индивидуального объема эритроцитов, характерного и для действия витамина на эритроциты молодых крыс. Наряду с этим, у старых крыс повысилась резистентность эритроцитов к перекисной провокации ( $P < 0,001$ ). Это еще раз подтверждает представление об  $\alpha$ -токофероле как факторе стабилизации клеточных мембран и единственном природном антиоксиданте, обрывающем цепи окисления в плазме крови и мембранах эритроцитов [3, 2, 7, 4]. Он стабилизирует мембраны молодых животных, однако увеличение среднего содержания гемоглобина в эритроците ( $P < 0,05$ ) свидетельствует о вызванной эмоксипином гиперхромии клеток.

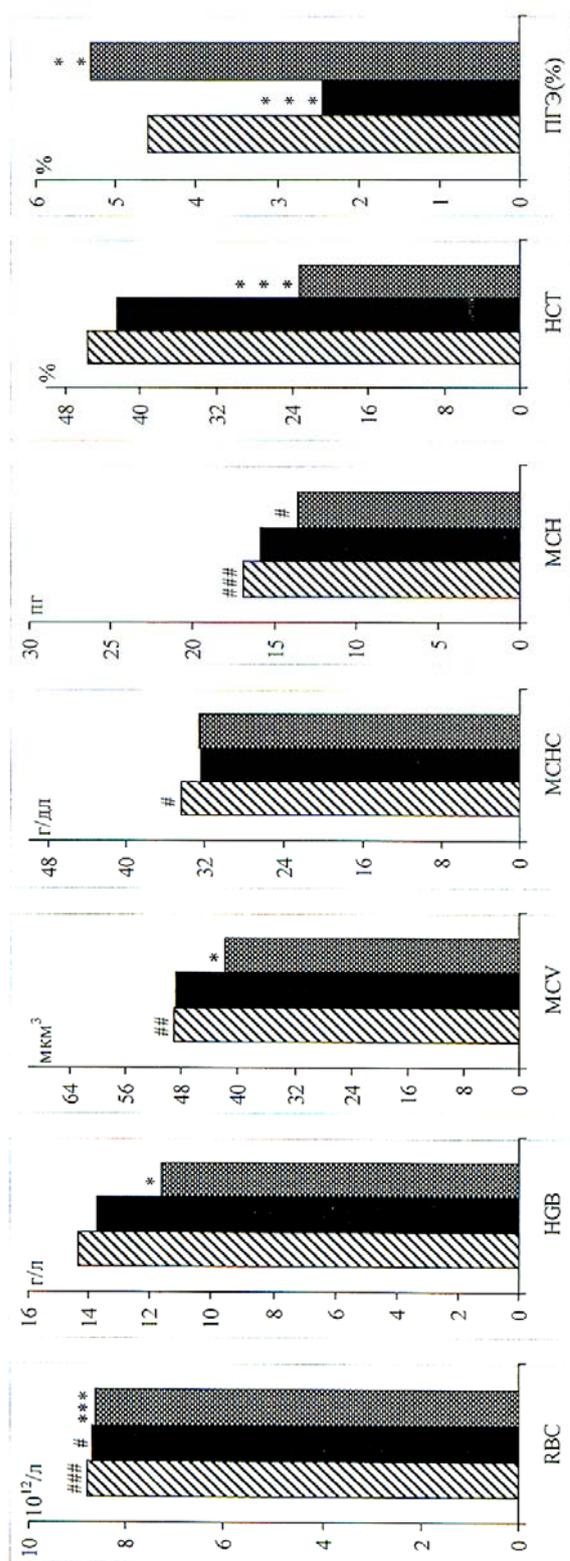


Рис. 1. Морфобиологические показатели эритроцитов молодых половозрелых крыс и их изменения под влиянием антиоксидантов

Условные обозначения: контроль – , витамин E – , зинк – , эноксипин – .

\* –  $P < 0,05$ , \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$  – различия в сравнении с контролем.

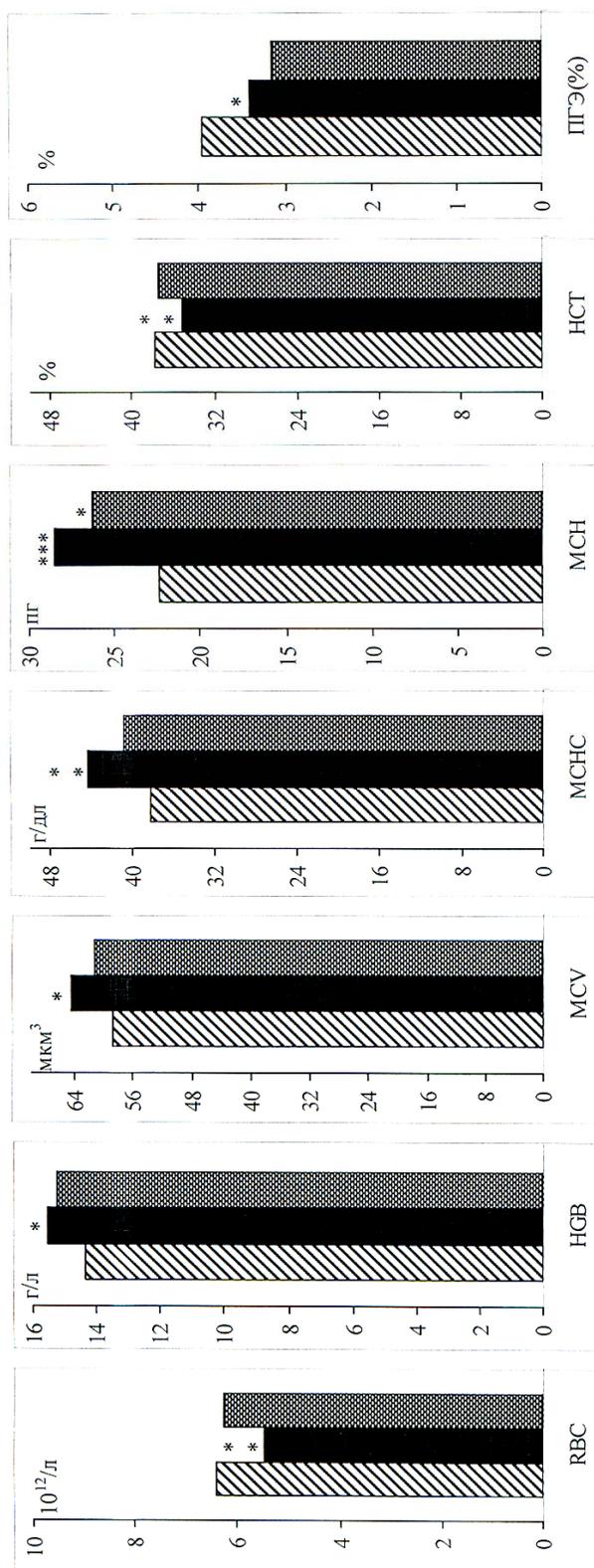


Рис. 2. Возрастные изменения морфологических показателей эритроцитов старых крыс в контроле под влиянием антиоксидантов

Условные обозначения: контроль – , витамин E – , эмоксипин – 

\* –  $P < 0,05$ , \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$  – различия в сравнении с контролем; # –  $P < 0,05$ ,

## –  $P < 0,01$ , ### –  $P < 0,001$  – различия в сравнении с показателями состояния эритроцитов молодых крыс.

В отличие от молодых крыс, у старых животных эмоксипин существенно уменьшил показатель гематокрита ( $P < 0,001$ ) и, соответственно, общего числа эритроцитов ( $P < 0,01$ ). Понижился уровень гемоглобина ( $P < 0,05$ ), объем эритроцита и среднее содержание гемоглобина в эритроците ( $P < 0,05$ ) в обоих случаях. Следовательно, в отличие от биоантиоксиданта –  $\alpha$ -токоферола, реакция эритроцитов на синтетический антиоксидант – эмоксипин, свидетельствует о проявлении у старых животных токсического эффекта эмоксипина, характерного для гиперантиоксидантной ситуации, отмеченной в исследованиях [14, 22].

Таким образом, сравнительный анализ морфо-физиологических параметров эритроцитов периферической крови молодых и старых белых крыс выявил возрастные различия, свидетельствующие о развитии у старых животных процессов, направленных на поддержание кислородной емкости крови, нарушенной интенсификацией свободнорадикального окисления, характерной для старческой инволюции. Следовательно, представление об относительной стабильности структурно-физиологических показателей эритроцитов на этапах постнатального онтогенеза лабораторных животных в наших опытах не нашло убедительного подтверждения.

Исследования обнаружили некоторые негативные проявления действия гиперантиоксидантной ситуации, вызванной действием  $\alpha$ -токоферола на эритроциты молодых крыс, и некоторые положительные эффекты  $\alpha$ -токоферола на те же показатели у старых животных. В то же время эритроциты молодых крыс оказались интактными к действию синтетического антиоксиданта – эмоксипина, в отличие от старых крыс, у которых эмоксипин оказал на эритроциты токсическое действие. Эти возрастные различия подтверждают данные о существенных отличиях действия биологического и синтетического антиоксидантов, определяемых проявлением у  $\alpha$ -токоферола, помимо антиоксидантных, характерных «витаминных» свойств [32].

#### Библиографический список

1. **Абрамченко, В. В.** Антиоксиданты и антигипоксанты в акушерстве / В. В. Абрамченко. – СПб. : ДЕАН, 2001. – 400 с.
2. **Айдарханов, Б. Б.** Молекулярные аспекты антиокислительной активности витамина Е. Особенности действия  $\alpha$ - и  $\gamma$ -токоферола / Б. Б. Айдарханов // *Вопр. мед. химии.* – 1989. – Т. 35, № 3. – С. 2–9.
3. **Архипенко, Ю. В.** Стабилизирующее действие витамина Е на биологические мембраны при перекисном окислении липидов / Ю. В. Архипенко, С. К. Добрынина // *Биохимия.* – 1977. – Т. 42, вып. 8. – С. 1525–1531.
4. **Барабой, В. А.** Механизмы стресса и перекисное окисление липидов / В. А. Барабой // *Успехи современной биологии.* – 1991. – Т. 3, вып. 6. – С. 923–931.
5. **Болдырев, А. А.** Введение в мембранологию / А. А. Болдырев. – М. : МГУ, 1990. – С. 185–190.
6. **Бондарь, Т. П.** Лабораторная гемцитология; методы исследования и клинко-диагностическое значение эритроцитов / Т. П. Бондарь, О. И. Запорожцева, Т. В. Карчинская, Е. В. Верещак. – Ставрополь : СГУ, 2007. – 62 с.
7. **Бурлакова, Е. Б.** Перекисное окисление липидов мембран и природные антиоксиданты / Е. Б. Бурлакова, Н. Г. Храпова // *Успехи химии.* – 1985. – Т. 54, № 9. – С. 1540–1588.
8. **Голиков, А. П.** Антиоксидант эмоксипин: влияние на формирование очага некроза и репаративные процессы при инфаркте миокарда / А. П. Голиков, А. Л. Овчинников, А. Ю. Полумисков // *Кардиология.* – 1990. – № 7. – С. 50–53.
9. **Девяткин, А. А.** Выброс клеточного ядра из эритроцитов голубя и состояние мембранных липидов при воздействии пироксидола водорода / А. А. Девяткин, В. В. Ревин, М. А. Юданов, О. В. Козлова, В. Д. Самуилов // *Бюл. экспер. биол. и мед.* – 2006. – Т. 141, № 2. – С. 225–228.
10. **Дубинина, Е. Е.** Роль активных форм кислорода в качестве сигнальных молекул в метаболизме тканей при состоянии окислительного стресса / Е. Е. Дубинина // *Вопр. мед. химии.* – 2001. – Т. 47, № 6. – С. 561–581.
11. **Киричук, В. Ф.** Восстановление реологических свойств крови КВЧ облучением на частоте молекулярного спектра оксида азота (in vivo) / В. Ф. Киричук, О. Н. Антипова, А. Н. Иванов, А. П. Креницкий, А. В. Майборodin, В. Д. Тупикин, О. В. Бецкий // *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова.* – 2004. – Т. 90, № 9. – С. 1121–1128.

12. **Кленин, В. И.** Определение относительного показателя преломления, размеров и концентрации эритроцитов по спектру мутности / В. И. Кленин, А. В. Степанова, А. Б. Хайрулина, Ю. В. Чемолосов // Биофизика. – 1978. – Т. 23, вып. 4. – С. 658–662.
13. **Коган, В. Б.** Взаимодействие  $\alpha$ -токоферола и его производных с системой цитохрома Р-450 / В. Б. Коган, Е. А. Сербинова, Р. А. Бакалова // Тез. докл. конф. «Цитохром Р-450 и оксидантная функция в окружающей среде». – Новосибирск, 1987. – С. 14.
14. **Козак, М. В.** Гонадотропная функция аденогипофиза при гипервитаминозе Е / М. В. Козак. – Астрахань : Изд. дом. «Астраханский университет», 2007. – 90 с.
15. **Козинец, В. И.** Исследования системы крови в клинической практике / В. И. Козинец, В. А. Макаров. – М., 1998. – С. 18–23.
16. **Козинец, Г. И.** Консерватизм биологических процессов – стабильность кроветворения / Г. И. Козинец, В. М. Погорелов // Клиническая лабораторная диагностика. – 1998. – № 12. – С. 21–32.
17. **Кондашевская, В. М.** Гематологические параметры у крыс линии Вистар при воздействии стрессорных агентов и введении гепарина / В. М. Кондашевская, В. А. Мхиторова // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90, № 11. – С. 1402–1409.
18. **Коновалов, С. С.** Пептидергическая регуляция гомеостаза / С. С. Коновалов. – СПб. : Наука.
19. **Лакин, Г. Ф.** Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
20. **Ланкин, В. З.** Антиоксиданты в комплексной терапии атеросклероза: pro et contra / В. З. Ланкин, А. К. Тихазе, Ю. Н. Беленков. – М. : Медпрактика, 2003. – 40 с.
21. **Леонова, В. Г.** Анализ эритроцитарных популяций в онтогенезе человека / В. Г. Леонова. – М., 1987.
22. **Лю, Б. Н.** Апоптоз и канцерогенез при старении: кислородно-перекисный аспект / Б. Н. Лю // Успехи геронтологии. – 2006. – Т. 18. – С. 39–54.
23. **Мажитова, М. В.** Влияние природного и синтетического антиоксидантов на окислительные липиды  $\text{red-ox}$  потенциал в тканях мозга старых крыс / М. В. Мажитова, Д. Л. Теплый // Фундаментальные исследования в биологии и медицине : сб. научн. тр. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2009. – 196 с.
24. **Матюшичев, В. Б.** Объем эритроцитов крови у детей в норме и при нефропатологии / В. Б. Матюшичев, В. Г. Шамратова // Рос. педиатр. журн. – 2005. – Т. 1. – С. 4–7.
25. **Матюшичев, В. Б.** Связь электрофоретической подвижности эритроцитов с их концентрацией / В. Б. Матюшичев, В. Г. Шамратова // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 2005. – Т. 139, № 3. – С. 250–251.
26. **Меньшикова, Е. Б.** Окислительный стресс. Патологические состояния и заболевания / Е. Б. Меньшикова, В. З. Ланкин, Н. К. Зенков, И. А. Бондарь, В. А. Труфакин. – Новосибирск : АРТА, 2008. – 284 с.
27. **Меньшикова, Е. Б.** Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты / Е. Б. Меньшикова, В. З. Ланкин, Н. К. Зенков, И. А. Бондарь, Н. Ф. Круговых, В. А. Труфакин. – М. : Слово, 2006. – 556 с.
28. **Ойямо Кейко** Сравнительные исследования эритроцитов у молодых и старых крыс и эффект витамина Е. Влияние возраста и витамина Е на гемолиз и содержание тиобарбитуровой кислоты в плазме / Кейко Ойямо, Кимура Сюити // Vitamins. – 1970. – № 6. – С. 271–274.
29. **Покровский, А. А.** К вопросу перекисной резистентности эритроцитов / А. А. Покровский, А. А. Абраров // Вопросы питания. – 1964. – С. 44.
30. **Самойлов, М. О.** Мозг и адаптация. Молекулярно-клеточные механизмы / М. О. Самойлов. – СПб. : Ин-т физиологии им. И.П. Павлова, 1999. – 270 с.
31. **Смирнов, Л. Д.** О производных 3-оксипиридина / Л. Д. Смирнов // Биоантиоксиданты: мат-лы Всерос. конф. – М., 1993. – С. 130.
32. **Сороковой, В. И.** Изменение ультраструктуры эритроцитов человека и уровня свободных жирных кислот в них при инкубации и перекисью водорода и ионами кальция *in vivo* / В. И. Сороковой, Г. М. Никитина, А. Г. Лапинский, Н. Н. Моченова // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 1994. – № 8. – С. 207–211.
33. **Теплый, Д. Л.** Изменение проницаемости оболочек эритроцитов у грызунов под действием рыбьего жира, витамина Е и жирных кислот / Д. Л. Теплый, Ф. Х. Ибрагимов // Журн. эволюцион. биохимии и физиол. – 1975. – Т. 11, № 1. – С. 58–64.
34. **Теплый, Д. Л.** Нейрофизиологические эффекты витамина Е / Д. Л. Теплый. – Астрахань : ЛЕОН, 2008. – 309 с.
35. **Тодоров, И. Н.** Стресс и старение и их биохимическая коррекция / И. Н. Тодоров, Г. И. Тодоров. – М. : Наука, 2003. – 479 с.

36. **Хавинсон В. Х.** Свободнорадикальное окисление и старение / В. Х. Хавинсон, В. А. Баринов, А. В. Арутюнян, В. В. Малинин. – СПб. : Наука, 2003. – 327 с.
37. **Хавинсон, В. Х.** Структура и функция эритроцитарных мембран / В. Х. Хавинсон, И. М. Кветной, В. В. Южаков, В. В. Попучиев, В. А. Черницкий, А. В. Воробей. – Минск, 1981. – 246 с.
38. **Шанин, Ю. Н.** Антиоксидантная терапия в клинической практике / Ю. Н. Шанин, В. Ю. Шанин, Е. В. Зиновьев. – СПб. : ЭЛБИ, 2003. – С. 102, 194.
39. **Arivazhagan, P.** Effect of DL – alpha – lipoic acid on mitochondrial enzymes in aged rats / P. Arivazhagan, K. Ramanathan, C. Panneerselvam // Chem. Biol. Interact. – 2001. – Vol. 138, № 2. – P. 189–198.
40. **Drove, W.** Free radicals in the physiological control of cell function / W. Drove // Physiol. Rev. – 2002. – Vol. 82, № 1. – P. 47–95.
41. **Dubey, A.** Effect of the spin-trapping compound N-tert-butyl- $\alpha$ -phenilnitron on protein oxidation and life span / A. Dubey, M. J. Forster, R. S. Sohal // Arch. Biochem., Biophys. – 1995. – Vol. 324. – P. 239–254.
42. **Halliwell, B.** Reactive oxygen species and the central nervous system / B. Halliwell // Free radicals in the brain. Aging neurological and mental disorders / ed. by L. Packer, Philipkol, Y. Christen. – Berlin – N.Y. – London : Spinger-Verlag, 1992. – P. 21–40.
43. **Hancock, J. T.** Role of reactive oxygen species in cell signaling pathways / J. T. Hancock, R. Desicon, S. J. Nell // Biochem. Soc. Trans. – 2001. – Vol. 29, Pt. 2. – P. 345–350.
44. **Hermanz, F.** Changes in the intracellular homocysteine and glutathione content associated with aging / F. Hermanz, E. Vivancos, C. Montiel, J. J. Vazquez, F. Arnalich // Life and science. – 2000. – Vol. 67, № 11. – P. 1317–1324.
45. **Jager, F. C.** High linoleic acid intake and vitamin E requirement in rats / F. C. Jager // Nutr. et dieta. – 1969. – Vol. 11, № 4. – P. 270–279.
46. **Prior, W. A.** Free radical biology: xenobiotics, cancer and aging / W. A. Prior. – N.Y. : Academic science. – 1988. – Vol. 393. – P. 1–22.
47. **Qutterige, J. M. C.** Damage to biological molecules by iron and copper complexes / J. M. C. Qutterige Ed. Zs-Nady // Lipofuscin. State of the art. – Amsterdam : Budapest and Elsevier Science Publishers, 1988. – P. 69–82.
48. **Reimund, G. M.** Vitamins and trace elements in home patenteral nutricion patients / G. M. Reimund, Y. Arondel, B. Duclos, R. G. Baumann // Nutr. Health. Aging. – 2000. – Vol. 4, № 1. – P. 13–18.
49. **Sohal, R. S.** Oxidative damage, mitochondrial oxidant generation and antioxidant defenses during aging and response to food restriction in the mouse / R. S. Sohal, H.-H. Ku, S. Agarwal, M. Y. Forster, H. Lal // Mech. Aging Dev. – 1994. – Vol. 74, № 1 (2). – P. 121–133.
50. **Stadtman, E. R.** Protein modification in aging / E. R. Stadtman, P. E. Starke-Rud, C. N. Oliver, J. M. Carney, R. A. Floyd, I. Emerit, Basel // Free radicals and aging. – Boston – Berlin : Birkhuder, 1992. – P. 64–72.
51. **Stadtman, E. R.** Protein oxidation and aging / E. R. Stadtman // Science. – 1992. – Vol. 257, № 5074. – P. 1220–1224.
52. **Suwa, K.** Tiroxine deiodination associated with NADPH dependent lipid peroxidation in a submicrosomal / K. Suwa, M. Nakano // Proc. Soc. Exp. Biol. And Med. – 1975. – Vol. 150. – P. 401–406.
53. **Walker, G. A.** Genes that determine bouth thermolerance and rate of aging in Caenshabalitis elegans. / G. A. Walker, D. W. Walker, G. J. Jithgon, N. Y. Ann // Acead. Sci. – 1998. – Vol. 851, № 9. – P. 444–449.

УДК 615. 825

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ С БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕССИНГА РЕГИОНА

*Деманова Ирина Федоровна*, аспирант кафедры технологии спортивной подготовки  
*Кузнецов Игорь Анатольевич*, кандидат медицинских наук, доцент кафедры технологии спортивной подготовки

*Деманов Анатолий Владимирович*, заведующий кафедрой технологии спортивной подготовки, кандидат педагогических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет  
414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,  
тел. 8-927-556-07-00, e-mail: kuzen71@rambler.ru

*Ухудшение состояния здоровья студентов негативно сказывается на эффективности процесса обучения в вузе и приобретении профессиональных навыков. Изменения показателей здоровья напрямую связаны со сложной экологической обстановкой. Астраханская область относится к региону экологического неблагополучия, поэтому проведение профилактических и лечебно-реабилитационных мероприятий среди студентов с эколого-детерминированной патологией дыхательной системы является актуальной задачей. Был разработан и проведен эксперимент в группе студентов с хронической бронхолегочной патологией. На занятиях использовалась психомузыкальная терапия в сочетании с дыхательной гимнастикой. Разработанная программа физической реабилитации способствует улучшению вентиляционной функции легких, обеспечивает оздоровление и повышение физической подготовленности и работоспособности студентов, а также повышает адаптационный потенциал личности.*

**Ключевые слова:** здоровье, студенты, физическая реабилитация, экология, болезни органов дыхания, музыкотерапия, дыхательные упражнения.

### RESTORATION OF PHYSICAL HEALTH OF STUDENTS WITH A PATHOLOGY OF ORGANS OF BREATH UNDER CONDITIONS OF ECOLOGICAL PRESSURE OF REGION

*Demanova Irina F., Kuznetsov Igor A., Demanov Anatoly V.*

*Deterioration of health state of students negatively affects efficiency of training process in high school and purchase of professional skills. Changes parameters of health are directly connected with complex ecological conditions. The Astrakhan area relates to region of ecological trouble, therefore carrying out of preventive and medical-rehabilitation actions among students with the ecology-determined pathology of respiratory system is an actual problem. Experiment in group of students with chronic systems of breath pathology has been developed and led. Musical therapy in a combination with respiratory gymnastics was used. The developed program of physical rehabilitation promotes to improvement of ventilating function of lungs, provides improvement and increase of physical readiness and working capacity of students, and also raises adaptable potential of the person.*

**Key words:** health, students, physical rehabilitation, ecology, diseases of organs of breath, musical therapy, respiratory exercises.

Вопросы укрепления физического здоровья студентов среди многих острых проблем современных вузов являются особенно актуальными [2]. Ухудшение состояния физического здоровья современной молодежи выдвигает необходимость создания простой в практическом применении и эффективной методологии оздоровления, профилактики и коррекции негативных поведенческих реакций молодого поколения. Социально-экономические преобразования, стрессовые ситуации, высокий уровень психо-физических нагрузок – все это факторы снижения иммунологической реактивности, стремительного роста соматических и нервно-психических заболеваний среди студенчества [6, 9]. Изменения показателей здоровья напрямую связаны со сложной экологической обстановкой [4]. Астраханская область относится к региону экологи-

ческого неблагополучия. В городах с повышенной антропогенной нагрузкой наблюдаются высокие концентрации вредных примесей в атмосферном воздухе, что сопровождается ростом числа заболеваний респираторного тракта. Исследования, проведенные на огромных массивах данных о загрязнении и заболеваемости за 22 года, показали, что среди загрязняющих атмосферу веществ взвешенные частицы могут быть охарактеризованы как факторы, способствующие возникновению патологии системы органов дыхания [11]. Только от болезней простудного характера величина потери учебного времени у студентов составила около 70 % от всех потерь, связанных с заболеваниями [5]. Ухудшение состояния здоровья студентов негативно сказывается на эффективности процесса обучения в высшем учебном заведении и приобретении профессиональных навыков [2].

Студенты – это наиболее динамичная общественная группа, находящаяся в периоде формирования социальной и физиологической зрелости, которая хорошо адаптируется к факторам социального и природного окружения и, вместе с тем, подвергается высокому риску нарушений в состоянии здоровья [8].

Поэтому необходим особый анализ состояния здоровья студентов вузов, процент заболеваемости которых растет, что отражается на их двигательной активности, работоспособности и успеваемости [1]. Данная проблема включает совокупность взаимосвязанных аспектов, характеризующих различные направления, а в частности – организацию профессиональной деятельности, занятий физкультурой и спортом, питания, досуга, медицинского обслуживания и т.д. Одной из перечисленных составляющих является организация физической реабилитации студенческой молодежи [7]. Исследователи, занимающиеся изучением здоровья студентов, выделяют две основные причины, способствующие росту заболеваемости:

1) социальные изменения в жизни студентов. Было установлено, что переход к новым социальным условиям вызывает вначале активную мобилизацию, а затем истощение физических резервов организма, особенно на начальных курсах обучения. Это объясняется тем, что рост заболеваемости студентов происходит на фоне заметного снижения общего уровня их физического развития. Кроме того, новые условия формируют новый образ жизни, нормы поведения и привычки студентов, (например, гиподинамия, нерациональное питание, хроническое недосыпание, употребление табака, алкоголя и других психоактивных веществ и т.д.), которые также отрицательно влияют на их здоровье;

2) низкий уровень здоровья еще в детском возрасте.

Среди факторов, отрицательно влияющих на здоровье подрастающего поколения, следует рассматривать ухудшение социально-экономических показателей, санитарно-эпидемиологической и экологической ситуации в стране. Наиболее подверженной к влиянию данных факторов является система дыхания, которая одной из первых соприкасается и немедленно реагирует на различные неблагоприятные климатические и экологические факторы среды, неадекватную двигательную активность [13]. Неуклонно увеличивается число школьников и студентов, отнесенных по состоянию здоровья в специальную медицинскую группу по физическому воспитанию. К примеру, в 2000 г. их число достигало 1 млн 300 тыс., что на 24 % больше, чем было в 1995 г. (проект «Концепции развития физической культуры и спорта в РФ на период до 2005 г.»). Показатель заболеваемости в различных вузах страны колеблется от 650,1 до 750,8 на тысячу студентов в год. В структуре заболеваемости на первом месте стоят бронхолегочные заболевания – 59,8–76 % (Российский статистический ежегодник, 2005).

Также следует подчеркнуть, что на протяжении уже не одного десятилетия отклонения в дыхательной системе занимают ведущие позиции в структуре заболеваемости россиян, особенно подрастающего поколения.

Выход из создавшегося положения возможен лишь при комплексном решении задач физического, нравственного и духовного воспитания молодежи, прежде всего, студенческой [10]. Оно должно предусматривать рациональное сочетание новых подходов к учебному процессу по дисциплине «Физическая культура» и новых восстановительных

технологий. Так, важную роль в укреплении и сохранении здоровья студентов с заболеваниями органов дыхания должна играть физическая реабилитация, являющаяся мощным фактором оздоровительного воздействия на организм. Она способствует достижению ремиссии заболевания, восстановлению функции внешнего дыхания, улучшению физической подготовленности, работоспособности, а следовательно, и успеваемости в учебе студентов. Несмотря на значительное количество работ, посвященных реабилитации студенческой молодежи [10, 13], этот вопрос остается недостаточно глубоко изученным. В настоящее время еще мало исследований, посвященных наращиванию мощности нагрузок для лиц, имеющих хроническую бронхолегочную патологию [13]. Практически отсутствуют работы и методики с необходимыми (в каждом конкретном случае) физическими нагрузками для студентов с данной патологией.

Таким образом, разработка и обоснование программы реабилитации студентов с патологией дыхательной системы с использованием средств физической культуры являются актуальными.

По результатам ежегодных врачебно-медицинских комиссий поликлиник, одним из наиболее часто встречающихся заболеваний у студентов, занимающихся на кафедре физвоспитания АГТУ является – патология органов дыхания, а именно хронические неспецифические заболевания легких (ХНЗЛ). В нашем случае это хронический бронхит и бронхиальная астма, так как студентов с таким диагнозом сравнительно больше.

*Хронический бронхит* – диффузное прогрессирующее поражение бронхов. Он обязательно является следствием острого бронхита; чаще всего он связан с постоянными раздражающими факторами внешней среды: табачным дымом, газами, пылью, резкими колебаниями температуры воздуха и его влажности.

Основным проявлением хронического бронхита является почти постоянный или часто повторяющийся кашель с мокротой. В начале заболевания кашель обычно возникает по утрам сразу же или вскоре после пробуждения и сопровождается отделением небольшого количества мокроты. Кашель усиливается в холодное и сырое время года, а в теплые и сухие летние дни может полностью прекратиться.

Позднее появляется одышка, которая вначале возникает при физических нагрузках или при обострении болезни, а затем и в состоянии покоя. Это признак дыхательной недостаточности.

Хронический бронхит может привести нередко и к развитию бронхиальной астмы – вследствие повышенной чувствительности к микрофлоре и продуктам белкового распада.

*Бронхиальная астма* – тяжелое хроническое воспалительное заболевание дыхательных путей, преимущественно аллергической природы. Для него характерны приступы удушья, возникающие в результате спазма, отека и повышенного образования мокроты в бронхах. Приступ провоцируется обычно каким-нибудь аллергеном – бытовой пылью, цветочной пылью, шерстью животных, различными пищевыми продуктами и др. Вообще провоцирующим фактором может быть что угодно: резкое изменение температуры или влажности окружающего воздуха, сильный стресс, физическая нагрузка, любая инфекция дыхательных путей.

Одним из эффективных методов немедикаментозного лечения данных заболеваний является лечебная физкультура, включающая в себя и дыхательную гимнастику.

На кафедре физического воспитания постоянно ведется поиск новых методов, позволяющих успешно решать поставленные перед ней задачи по восстановлению физического здоровья студентов. Здоровье населения – это состояние полного социально-биологического (физического) и психического благополучия при уравновешенности процессов жизнедеятельности с природными и социальными характеристиками территорий [3]. Так как одной из основных задач кафедры является профилактика и оздоровление студентов средствами физической культуры, наше исследование ограничилось двумя составляющими здоровья: физической и психической.

Цель исследования: изучить влияние комплекса дыхательных упражнений, в сочетании с сеансами психомузыкотерапии, на эффективность профилактических и реабилитационных мероприятий, проводимых среди больных студентов с хроническими неспецифическими заболеваниями легких (ХНЗЛ).

*Объект исследования.* В эксперименте участвовало 28 человек – студенты младших курсов Астраханского государственного технического университета. Из них 75 % составляла группа юношей (21 чел.), в возрасте от 17 – 19 лет и 25 % – группа девушек (7 чел.), в возрасте от 17 до 19 лет. Обе группы занимались одновременно. Также была под наблюдением контрольная группа студентов с ХНЗЛ, занимающихся только лечебной гимнастикой, в нее входило 25 чел. (20 юношей и 5 девушек). Обработка результатов проведена согласно руководствам по использованию статистических методов в медицинских и биологических исследованиях [12].

### **Результаты исследования и их обсуждение**

В качестве эксперимента на занятиях лечебной физической культурой (ЛФК) были введены сеансы психомузыкотерапии. Данные сеансы мы проводили в группе больных студентов, обследованных в поликлинике, с последующей постановкой диагноза: хронической бронхит и бронхиальная астма (период заболеваний – вне обострения).

По итогам анализа психотравмирующих факторов у студентов с ХНЗЛ мы установили, что в зависимости от состояния имеются и психоэмоциональные особенности. Так, студенты с дисдинамическими проявлениями обычно мало тревожны, экстравертированы, страх и опасение за исход заболевания не выражены, они не уверены в себе, обычно конфликтны, агрессивны, их беспокоит чувство вины. У студентов с дисритмическими проявлениями сильно выражена тревожность, они дезадаптированы, интравертированы, присутствует страх за здоровье.

Перед каждым сеансом психомузыкотерапии для студентов обеих групп в обязательном порядке проводился комплекс физических упражнений, разработанный на нашей кафедре. Приводим его ниже.

#### *Примерный комплекс физических упражнений при хроническом бронхите, бронхиальной астме*

1. Дыхательные упражнения при спокойной ходьбе: на 1 шаг – вдох, на 2 шага – выдох, затем на 2 шага – вдох, на 4 шага – выдох.
2. Бег трусцой в течение 3–5 минут. Дыхание: на 3 шага – вдох, на 4 шага – выдох.
3. Исходное положение (ИП): стоя, ноги на ширине плеч, руки опущены. Поднять руки через стороны вверх, приподнимаясь на носках (вдох), свободно наклониться вперед, уронив руки (выдох).
4. ИП: сидя на скамейке, ноги вытянуты, руки согнуты в локтях. Наклониться назад (вдох), затем медленно наклониться вперед (выдох), руками достать носки ног.
5. ИП: основная стойка. Вытянуть руки перед собой, встать на носки и потянуться (вдох), присесть на «корточки» (продолжительный выдох, сопровождаемый звуками «шшшааа», «жжжууу», «шшшууу», «жжжааа»).
6. ИП: стоя, ноги шире плеч, в поднятых руках мяч. Наклониться вперед, опустить мяч на пол и с силой прокатить его назад между ногами, выдохнув со звуком «уууххх».
7. ИП: сидя на стуле, ноги вытянуты вперед, руки опущены. Поднять ноги, подтянуть согнутые колени к груди, спину согнуть, голову опустить (выдох). Вернуться в ИП (вдох).
8. Упражнение выполняется со студентом-партнером. ИП: лежа на животе, ногами зацепиться за низкую перекладину, кистями выпрямленных рук опереться в пол. Сделать глубокий вдох, затем продолжительный выдох. Во время выдоха партнер поколачивает ребром ладони по реберной части грудной клетки и по спине.
9. ИП: лежа, руками опершись в пол возле груди. Из этого положения с энергичным выдохом перейти в упор присев.

10. ИП: то же. Упражнение «крокодил». Студент-партнер берет студента за голени, и тот ходит на руках. Начать с 5–7 шагов; постепенно довести пройденное расстояние до 20–30 метров.

11. ИП: основная стойка. Поднять руки рывком вверх, одновременно отставив левую ногу назад на вытянутый носок (вдох). Вернуться в ИП (выдох). То же повторить правой ногой.

12. Спокойная ходьба, сопровождаемая дыхательными упражнениями.

13. ИП: стоя, ноги шире плеч, руки вдоль туловища. Развести руки в стороны (вдох), рывком обнять себя за плечи (энергичный выдох).

Выбор тех или иных музыкальных произведений может осуществляться на основании различных критериев. На наших сеансах мы использовали музыкальную коллекцию «Шедевры инструментальной музыки» 2003 Laser dance.

Каждый сеанс был построен следующим образом:

1) перед началом и после него всем студентам измеряется артериальное давление и подсчитывается пульс и частота сердечных сокращений;

2) студенты усаживаются на коврик или скамейку, принимают удобное положение, закрывают глаза. На магнитофоне включается запись с определенным музыкальным произведением;

3) далее осуществляется суггестивное воздействие, основной целью которого является достижение у обследуемых физической и психологической релаксации. Для достижения данного состояния мы использовали определенные формулы внушения: «Сядьте удобно, расслабьтесь, забудьте на несколько минут о своих проблемах, у вас все хорошо, вас ничто не беспокоит. Представьте, что при вдохе в вас входит положительная энергия, которая благотворно влияет на ваш организм, а при выдохе выходит отрицательная энергия, которая выводит из организма все ваши болезни, после сеанса вам будет намного лучше и т.п.»;

4) задается определенный ритм дыхательных упражнений. Например, на два счета делается глубокий вдох через нос, на три счета – глубокий выдох через рот, и так на период всего сеанса;

5) в конце сеанса врач говорит «сеанс закончен» и выключается музыка.

Данные сеансы проводились в конце каждого занятия ЛФК (после специального комплекса физических упражнений), длительностью пять минут. Периодичность занятий составляла 3 раза в неделю, продолжительность – 2 месяца. Сеансы психомузыкотерапии проводились в осенне-весенний периоды для профилактики обострения данных заболеваний.

Нами были получены следующие результаты. В период поведения эксперимента и в последующие три месяца обострений ХНЗЛ не зарегистрировано в 95 % случаев. В ходе психологического консультирования обследуемые отмечали у себя снижение тревожности, раздражительности, позитивные изменения в общении. В контрольной группе обострения ХНЗЛ наблюдались в 45 % случаев, со стороны психологических показателей изменений не было.

#### Заключение

На основании полученных результатов, безусловно, предварительных и требующих дальнейшего эмпирического подтверждения, можно сделать **выводы**.

1. Роль психомузыкотерапии в реабилитации больных студентов с ХНЗЛ не следует недооценивать.

2. Использование психомузыкотерапевтических сеансов для реабилитации больных студентов с ХНЗЛ, занимающихся в группе ЛФК, оказалось эффективным, в сравнении с контрольной группой.

3. Разработанная программа физической реабилитации студентов с ХНЗЛ способствует улучшению вентиляционной функции легких, обеспечивает оздоровление и повышение физической подготовленности и работоспособности студентов.

4. Сеансы психомузыкотерапии оказывают физиологический (гипотензивный) и эмоциональностабилизирующий эффекты, результатом которых является повышение адаптивного потенциала личности.

Таким образом, применение комплекса дыхательных упражнений в сочетании с сеансами психомузыкотерапии у больных студентов с ХНЗЛ повышает эффективность реабилитационных мероприятий. Проведенный эксперимент показал высокую результативность, которая выражалась в ускорении адаптации к физическим нагрузкам, улучшении вентиляционной функции легких и повышении устойчивости организма к неблагоприятным факторам внешней среды. Вместе с тем считаем необходимыми продолжения исследований эффективности психомузыкального тренинга на здоровье человека.

#### **Библиографический список**

1. **Агаджаняна, Н. А.** Здоровье студентов : монография / Н. А. Агаджаняна. – М. : Изд-во РУДН, 1997. – 199 с.
2. **Артюхова Т. Ю.** О некоторых составляющих психологического здоровья студентов / Т. Ю. Артюхова // Проблемы психического здоровья молодежи в XXI веке: мат-лы Междунар. научно-практич. конф. – Пенза, 2003. – С. 117–120.
3. **Бабушкина, Н. П.** Оценка влияния факторов природно-социальной среды на здоровье населения / Н. П. Бабушкина // Новые медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных : мат-лы II Междунар. научно-практич. конф. – Пенза, 2004. – С. 5–6.
4. **Дудина, А. Е.** Доклиническая характеристика гингивита в условиях сочетанного воздействия ксенобиотиков и йоддефицита окружающей среды / А. Е. Дудина, Д. Б. Сариев, Д. А. Яранов // Достижения фундаментальных наук в решении актуальных проблем медицины: мат-лы научно-практич. конф. с междунар. участием. – Астрахань – Волгоград – М., 2006. – С. 300–301.
5. **Калинин, В. М.** Состояние здоровья студентов при дополнительной витаминизации в условиях экологического неблагополучия / В. М. Калинин и др. // Новые медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных : мат-лы II Междунар. науч.-практич. конф. – Пенза, 2004. – С. 27–29.
6. **Калинкина, О. Б.** Проблема здоровья студентов Самарского государственного медицинского университета / О. Б. Калинкина, В. А. Мельников // Проблемы психического здоровья молодежи в XXI веке : мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2003. – С. 123–124.
7. **Коваленко, Т. Г.** Применение проблемно-модульной технологии обучения и рейтинга в физическом воспитании студентов с ослабленным здоровьем: монография / Т. Г. Коваленко. – Волгоград : Изд-во ВГУ, 1999. – 176 с.
8. **Косолапов, А. Б.** Проблемы изучения, сохранения и развития здоровья студентов / А. Б. Косолапов. – Владивосток, 2003. – 155 с.
9. **Поберезкин, М. Н.** Состояние иммунитета у студентов / М. Н. Поберезкин, Т. В. Корчагина, А. А. Гречихина, О. П. Назина // Проблемы психического здоровья молодежи в XXI веке : мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2003. – С. 108–110.
10. **Романенко, С. А.** Коррекция состояния здоровья студентов в процессе занятий физической культурой : автореф. дис. ... канд. пед. наук / С. А. Романенко. – СПб., 2006. – 20 с.
11. **Сенотрусова, С. В.** Оценка вклада атмосферных загрязнителей в возникновении заболеваний дыхательной системы / С. В. Сенотрусова // Новые медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных : мат-лы II Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2004. – С. 50–52.
12. **Сергиенко, В. И.** Математическая статистика в клинических исследованиях / В. И. Сергиенко, И. Б. Бондарева. – М. : ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 2000. – 256 с.
13. **Сизоненко, К. Н.** Физическая реабилитация студентов с болезнями органов дыхания, обучающихся в вузах : автореф. дис. ... канд. пед. наук / К. Н. Сизоненко. – М., 2003. – 23 с.

УДК 616.155.1:007.1

## ЭРИТРОПОЭТИНЫ – БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Галимзянова Алия Халиловна**, интерн кафедры экономической теории и экономики фармации

**Кладова Ирина Владимировна**, кандидат медицинских наук, врач

**Дубина Диляра Шагидуллаевна**, заведующая кафедрой фармакологии, доктор медицинских наук, доцент

**Андреева Анна Константиновна**, ассистент кафедры фармакологии

ГОУ ВПО «Астраханская государственная медицинская академия»

414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121,

тел. (8512) 44-34-38, e-mail:agma@astranet.ru

*В данном обзоре содержатся основные сведения о препаратах рекомбинантного эритропоэтина (ЭПО), освещены известные на сегодня их фармакодинамические эффекты и проанализированы новые возможности для использования в клинической практике. Представлены основные направления, в которых будет продвигаться изучение препаратов ЭПО в течение ближайшего времени. Выявлена связь между применением рекомбинантного человеческого эритропоэтина и качеством жизни пациентов, получающих гемодиализ. Препараты эритропоэтина индуцировали восстановление сосудов и сердечной функции у крыс после инфаркта миокарда. Эритропоэтин предотвращает апоптоз нейронов после церебральной ишемии и метаболического стресса. В статье рассмотрены некоторые фармакоэпидемиологические аспекты их применения.*

**Ключевые слова:** эритропоэтин, анемия, хроническая почечная недостаточность, фармакоэпидемиология.

### ERYTHROPOIETIN : BIOLOGICAL EFFECTS AND PROSPECT OF PHARMACOLOGY RESEARCH

*Galimzyanova Aliya H., Kladova Irina V., Dubina Dilyara Sh., Andreeva Anna K.*

*The article deals with the main information on preparations of recombined erythropoietin (rhEPO), their pharmacodynamic effects and analysis of new possibilities for usage in clinical practice. The main directions and ways of study of these preparations of rhEPO during nearest time are represented. Association between recombinant erythropoietin and quality of life of patients receiving haemodialysis is established. Erythropoietin induces neovascularization and improves cardiac function in rats with heart failure after myocardial infarction. Erythropoietin prevents neuronal apoptosis after cerebral ischemia and metabolic stress. Some pharmacoepidemiologic aspects are also given from the point of their usage.*

**Key words:** erythropoietin, anemia, chronic kidney insufficiency, pharmacoepidemiology.

Эритропоэтин (ЭПО) принадлежит к семейству цитокинов, играющих роль межклеточных медиаторов при многих физиологических и патологических реакциях в организме, и представляет собой гликолизированный гликопротеин с молекулярной массой 30,4 кДа. Был обнаружен разносторонний стимулирующий эффект препарата ЭПО на пролиферацию эритроидных клеток, их созревание, скорость синтеза глобина, порфиринов, а также на утилизацию железа, скорость выхода ретикулоцитов из костного мозга в кровь и превращение их в зрелые эритроциты [4].

Вместе с тем ЭПО с полным основанием можно отнести и к «настоящим» гормонам, так как он, выделяясь клетками почки, действует дистантно на клетки-предшественники эритропоэза, находящиеся в костном мозге (КМ) [2]. Считается, что продукция ЭПО генетически детерминирована [13], а основным источником его образования у взрослых людей являются почки [6].

Механизм образования и действия ЭПО четко описывается комплексной моделью биологической обратной связи, по которой происходит регуляция продукции эритроцитов. Анемическая, гипоксическая, циркуляторная или гипоксемическая гипоксия является пусковым механизмом секреции почечного или внепочечного ЭПО. Гормон

поступает в костный мозг и стимулирует клетки-предшественники эритроидного роста. Увеличение выработки эритроцитов и поступление их в кровоток приводят к снижению степени гипоксии и торможению продукции эндогенного ЭПО [1].

Регуляция эритропоэза – сложный механизм, в котором, кроме ЭПО, участвуют и другие ростовые факторы. Однако в процессе окончательной дифференцировки рестриктированных эритроидных родоначальников в морфологические распознаваемые эритроидные клетки-предшественники ключевая роль отводится ЭПО [3]. Еще одной важной особенностью ЭПО является свойство предотвращать апоптоз эритроидных клеток-предшественников на поздних стадиях развития путем торможения их фагоцитоза макрофагами [19].

Функции ЭПО осуществляются через специфические поверхностные рецепторы (rhEPO). При связывании ЭПО с его рецептором, последний через активацию Jak2-тирозин киназы приводит к запуску ряда сложных процессов, обеспечивающих функцию клеток эритроидного ряда. Экспрессия rhEPO идентифицирована не только на мембранах клеток красного ростка костного мозга, но и на клетках миелоидного ряда, лимфоцитах, мегакариоцитах [25]. Сравнительно недавно было показано наличие рецепторов к ЭПО во многих негематопозитических тканях: на эндотелиальных, мезангиальных, миокардиальных, гладкомышечных клетках и нейронах, взаимодействие которых с ЭПО может приводить к активации ряда цитопротективных клеточных реакций, включая митогенез, ангиогенез, угнетение апоптоза и стимуляцию регенерации сосудов посредством активации эндотелиальных клеток-предшественников костного мозга [17]. Таким образом, открытие тканевой специфичности rhEPO позволило начать активное изучение незритропоэтических функций гормона [8].

Для каких целей используется сегодня ЭПО в медицине?

Препараты ЭПО стали препаратами выбора у пациентов с тяжелой ЭПО-дефицитной анемией, развивающейся в связи с использованием высокодозной химиотерапии у онкологических больных со злокачественной лимфомой и хроническим лимфолейкозом [26]. Как альтернатива переливанию эритроцитарной массы, терапия высокими дозами ЭПО оказывается эффективной антианемической мерой при лечении хронических полиартритов, ВИЧ-инфекции, а также при хирургических вмешательствах и кровопотерях [23]. Кроме того, ЭПО вводят также профилактически при анемии у недоношенных новорожденных. ЭПО-терапия является в этой ситуации альтернативой гемотрансфузиям, которые могут давать быстрый, но нестойкий эффект [6].

Но, безусловно, в первую очередь использование ЭПО позволило достичь громадного прогресса в лечении пациентов с хронической почечной недостаточностью (ХПН) [15], изменило подход к коррекции нефрогенной анемии и представления об адекватности диализной терапии.

Рандомизированные клинические исследования продемонстрировали устранение анемического синдрома и уменьшение потребности в гемотрансфузиях при его применении у пациентов как на преддиализной стадии, так и на диализной стадии ХПН. Лечение ЭПО уменьшает повышенную кровоточивость при уремическом геморрагическом синдроме, восстанавливая адгезивные свойства тромбоцитов [4].

Ряд исследований свидетельствует о возможности коррекции анемии с одновременным улучшением сократительной функции миокарда, уменьшением гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ), что подтверждено эхокардиографически и достоверным снижением массы миокарда левого желудочка, и в итоге, увеличением выживаемости больных [14, 15].

Среди негематопозитических свойств эритропоэтинов следует отметить анаболический эффект, наблюдаемый при длительном лечении ЭПО. Этот эффект чрезвычайно важен для профилактики прогностически неблагоприятного синдрома белково-энергетической недостаточности (mal-nutrition), часто встречающегося у диализных больных [5].

Кроме того, при длительном применении ЭПО отмечается снижение заболеваемости инфекциями [4]. Существуют результаты исследований, свидетельствующие о

том, что вакцинация, антибактериальная и противовирусная терапия более эффективны у больных с ХПН, систематически получающих ЭПО [18].

Несомненный интерес в современных условиях приобретает исследование плейотропных эффектов ЭПО. В последние годы появились публикации о том, что ЭПО способен повышать устойчивость сердца и сосудов к патогенному действию ишемии и реперфузии [9] и предупреждать постинфарктное ремоделирование сердца [10]. В частности, независимый кардиопротективный эффект, заключающийся в уменьшении зоны инфаркта миокарда (ИМ), улучшение функции сердца при ишемии-реперфузии вне зависимости от изменения гемоглобина, числа эритроцитов и напряжения кислорода в крови продемонстрированы в исследовании М. Bogoyevitch [7]. В другой работе даже однократное введение ЭПО после ИМ обеспечивало как немедленную, так и пролонгированную кардиопротекцию за счет сохранения жизнеспособного миокарда в период ишемии / реперфузии. Авторы рекомендуют назначать ЭПО за день до ангиопластики, а также при тяжелой стенокардии и угрозе ИМ [27].

С. Моон с соавт. были также получены убедительные данные, что ЭПО оказывает прямое воздействие на кардиальные фибробласты и миоциты, изменяя процессы ремоделирования и продлевая выживаемость клеток после ишемии [24]. В экспериментах на животных с использованием реперфузируемого миокардиального повреждения назначение ЭПО позволило снизить потерю кардиомиоцитов на 50 % и нормализовать гемодинамику в течение 1 недели [10, 21].

Нидерландские исследователи в опытах на крысах изучали клиническую эффективность ЭПО при сердечной недостаточности, развившейся после экспериментального ИМ. Введение ЭПО сразу после развития ИМ сокращало размер зоны инфаркта на 23–30 % и улучшало параметры гемодинамики. Эффект неоваскуляризации был ассоциирован с увеличением альфа-миозиновых цепей [30]. В качестве возможных механизмов защитного действия ЭПО на сердце и сосуды сегодня рассматриваются: непосредственный эффект ЭПО на миокард и рост его клеток, улучшение функции эндотелия, обусловленное вовлечением в процесс сосудистых клеток-предшественников эндотелиоцитов из костного мозга, способствующих регенерации тканей [17], и предотвращение апоптоза [9].

В экспериментах на мышцах наблюдали полное восстановление кровотока в ишемизированной задней конечности после перевязки бедренной артерии. Было обнаружено, что подкожное введение мышам ЭПО вызывает усиление пролиферации стволовых клеток костного мозга и увеличение уровня циркулирующих в крови клеток-предшественников эндотелиоцитов, при участии которых происходило формирование коллатералей [17].

Было показано, что предварительная обработка ЭПО миобластов, выделенных из сердец крыс, уменьшает перекисный апоптоз приблизительно на 50 %. Кроме того, авторы изучали эффект ЭПО, вводя его кроликам до индуцирования ИМ. Через 6 часов после ИМ в группе животных, получавших ЭПО, выявлялось гораздо меньше апоптотических клеток, чем в группе контроля. На фоне введения ЭПО сохранялся инотропный резерв, при неизменной частоте сердечных сокращений и конечно-диастолическом давлении в левом желудочке [27]. Аналогичный результат получен в экспериментальном исследовании на культуре кардиомиоцитов крыс; показано, что ЭПО предотвращает апоптоз миокардиоцитов, подвергнутых 28-часовой гипоксии [19]. В другой работе наблюдали уменьшение апоптоза на 29 % на фоне лечения ЭПО [20].

Несмотря на протективное влияние ЭПО на миокард, нельзя не отметить определенные риски при назначении препаратов данной группы в отношении артериальной гипертонии. Так, ЭПО-терапия примерно у одной трети уремиических больных вызывает или усугубляет артериальную гипертонию [22]. В ряде исследований показано протективное действие ЭПО в отношении других органов и тканей, включая почки [12], печень [28], головной [29] и спинной мозг [11].

В связи с этим нам представляется важным сформулировать основные направления, в которых будет продвигаться изучение препаратов ЭПО в течение ближайших

нескольких лет: скрининг протекторных и иных свойств ЭПО, в первую очередь, в отношении тканей, имеющих соответствующие специфические рецепторы; оценка плейотропного влияния ЭПО, в частности, в отношении противовоспалительной активности, ангиогенеза, антиапоптоза и т.д.; расширение клинических показаний к применению ЭПО.

**Библиографический список**

1. **Ватазина, А. В.** Применение эпекса (эпоэтин альфа) при анемии у больных с терминальной стадией хронической почечной недостаточности : учеб. пос. / А. В. Ватазина, Е. М. Шилова ; под ред. А. В. Ватазина, Е. М. Шилова. – М. : Практическая медицина, 2006. – 36 с.
2. **Зак, К. П.** Эритропоэтин: биологические и лечебные свойства / К. П. Зак, А. К. Бутенко, А. Н. Анучин // Врачебное дело. – 2002. – № 8. – С. 113–119.
3. **Маслов, Л. Н.** Использование факторов роста и эритропоэтина для профилактики постинфарктного моделирования сердца и рестеноза коронарных артерий / Л. Н. Маслов, В. В. Рябов, С. И. Сазонова, Р. С. Карпов // Клиническая фармакология и терапия. – 2005. – Т. 14, № 4. – С. 76–79.
4. **Милованов, Ю. С.** Анемия у больных с хронической почечной недостаточностью: принципы терапии / Ю. С. Милованов, Л. В. Козловская, А. Ю. Николаев [и др.] // Лечащий врач. – 2005. – № 7. – С. 16–20.
5. **Милованова, Л. Ю.** Прогностическое значение ранней коррекции анемии у больных хронической почечной недостаточностью / Л. Ю. Милованова, А. Ю. Николаев, Т. А. Козлова [и др.] // Нефрология и диализ. – 2004. – № 1. – С. 54–57.
6. **Румянцев, А. Г.** Эритропоэтин: диагностика, профилактика и лечение анемий / А. Г. Румянцев, Е. Ф. Морщакова, А. Д. Павлов. – М. : Медпрактика, 2003. – 448 с.
7. **Bogoyevitch, M. A.** An update on the cardiac effects of erythropoietin cardioprotection by erythropoietin and the lessons learnt from studies in neuroprotection / M. A. Bogoyevitch // Cardiovasc Res. – 2004. – Vol. 63. – P. 208–216.
8. **Buemi, M.** From the oxygen to the organ protection: erythropoietin as protagonist in internal medicine / M. Buemi, L. Nostro, A. Romeo // Cardiovasc Hematol Agents Med Chem. – 2006. – Vol. 4, № 4. – P. 299–311.
9. **Cai, Z.** Hearts from rodents exposed to intermittent hypoxia or erythropoietin are protected against ischemiareperfusion injury / Z. Cai, D. J. Manalo, G. Wei [et al] // Circulation. – 2003. – Vol. 108. – P. 79–85.
10. **Calvillo, L.** Recombinant human erythropoietin protects the myocardium from ischemia reperfusion injury and promotes beneficial remodeling / L. Calvillo, R. Latini, J. Kajstura [et al] // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2003. – Vol. 100, № 8. – P. 4802–4806.
11. **Celik, M.** Erythropoietin prevents motor neuron apoptosis and neurologic disability in experimental spinal cord ischemic injury / M. Celik, N. Gokmen, S. Erbayraktar [et al] // Proc Natl Acad Sci USA. – 2002. – Vol. 99. – P. 2258–2263.
12. **Johnson, D. W.** Novel renoprotective actions of erythropoietin: New uses for an old hormone (Review Article) / D. W. Johnson, C. Forman, D. A. Vesey // Nephrology. – 2006. – Vol. 11, № 4. – P. 306.
13. **Flake, A. W.** Erythropoietin production by the fetal liver in an adult environment / A. W. Flake, M. R. Harrison, N. S. Adzick, E. D. Zanjani // Blood. – 1987. – Vol. 70, № 2. – P. 542–545.
14. **Frank, H.** Effekt of erythropoietin on cardiovascular prognosis parameters in haemodialysis patients / H. Frank, K. Heusser, B. Hoffken [et al] // Kidney Int. – 2004. – Vol. 66. – P. 832–840.
15. **Gouva, C.** Treating anemia early in renal failure patients slows the decline of renal function: A randomized controlled clinical trial / C. Gouva, P. Nikolopoulos, J. P. A. Ioannidis, K. C. Siomopoulos // Kidney International. – 2004. – Vol. 66. – P. 753–760.
16. **Hayashi, T.** Cardiovascular effect of normalizing the haematocrit level during erythropoietin therapy in predialysis patients with chronic renal failure / T. Hayashi, A. Suzuki, T. Shoji [et al] // Am J Kidney Dis. – 2000. – Vol. 35. – P. 250–256.
17. **Heeschen, C.** Erythropoietin is a potent physiologic stimulus for endothelial progenitor cell mobilization / C. Heeschen, A. Aicher [et al.] // Blood. – 2003. – Vol. 102, № 4. – P. 1340–1346.
18. **Hue, J. L.** Anemia treatment in the pre-ESRD period and associated mortality in elderly patients / J. L. Hue, W. R. St Peter, J. P. Ebben [et al] // Am. J. Kidney Dis. – 2002. – Vol. 40. – P. 1153–1161.
19. **Lappin, T.** The cellular biology of erythropoietin receptors / T. Lappin // Oncologist. – 2003. – Vol. 8, suppl. 1. – P. 15–18.

20. **Lipsic, E.** Timing of erythropoietin treatment for cardioprotection in ischemia/reperfusion / E. Lipsic, P. Van der Meer, R. H. Henning [et al] // J Cardiovasc Pharmacol. – 2004. – Vol. 44, № 4. – P. 473–479.
21. **Liu, X.** Recombinant human erythropoietin (rhEPO) preconditioning on nuclear factor-kappa B (NF-kB) activation & proinflammatory cytokines induced by myocardial ischaemia-reperfusion / X. Liu, J. Shen, Yi. Jin, M. Duan, J. Xu // Indian J Med Res. – 2006. – Vol. 124. – P. 343–354.
22. **Mann, J. F. E.** Hypertension and cardiovascular effects-long term safety and potential long-term benefits of r-HuEPO / J. F. E. Mann // Nephrol Dial Transplant. – 1995. – Vol. 10. – P. 80–84.
23. **Melli, G.** Erythropoietin protects sensory axons against paclitaxel-induced distal degeneration / G. Melli, C. Jack, G. L. Lambrinos, M. Ringkamp, A. Hoke // Neurobiol Dis. – 2006. – Vol. 24, № 3. – P. 525–530.
24. **Moon, C.** Erythropoietin reduces myocardial infarction and left ventricular functional decline after coronary artery ligation in rats / C. Moon, M. Krawczyk, D. Ahn, I. Ahmet, D. Park, E. G. Lakatta, M. I. Talan // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2003. – Vol. 100. – P. 11612–11617.
25. **Ogilvie, M.** Erythropoietin stimulates proliferation and interferes with differentiation of myoblasts / M. Ogilvie, X. Yu, V. Nicolas-Metral [et al] // J Biol Chem. – 2000. – Vol. 275. – P. 39754–39761.
26. **Oster, H. S.** Erythropoietin in clinical practice: current use, effect on survival, and future directions / H. S. Oster, M. Hoffman, S. Prutchi-Sagiv [et al] // Isr Med Assoc J. – 2006. – Vol. 8. – P. 703–706.
27. **Parsa, C. J.** A novel protective effect of erythropoietin in the infarcted heart / C. J. Parsa, A. Matsumoto, J. Kim [et al] // J Clin Invest. – 2003. – Vol. 112. – P. 999–1007.
28. **Sepodes, B.** Recombinant human erythropoietin protects the liver from hepatic ischemia-reperfusion injury in the rat / B. Sepodes, R. Maio, R. Pinto [et al] // Transpl Int. – 2006. – Vol. 19. – P. 919–926.
29. **Siren, A. L.** Erythropoietin prevents neuronal apoptosis after cerebral ischemia and metabolic stress / A. L. Siren, M. Fratelli, M. Brines [et al] // Proc Natl Acad Sci USA. – 2001. – Vol. 98. – P. 4044–4049.
30. **Van der Meer, P.** Erythropoietin Induces Neovascularization and Improves Cardiac Function in Rats With Heart Failure After Myocardial Infarction / P. Van der Meer, E. Lipsic, R. H. Henning [et al] // J Am Coll Cardiol. – 2005. – Vol. 46. – P. 125–133.

УДК 615.326 (470.46)

### ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСТРАХАНСКОГО ОЗЕРНОГО БИШОФИТА В КАЧЕСТВЕ ЛЕЧЕБНОГО И КОСМЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА

*Мухамедова Наталья Анатольевна*, аспирант кафедры молекулярной биологии, генетики и биохимии

Астраханский государственный университет  
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,  
e-mail: cveguk@mail.ru

*Изучен состав рапы соленого озера Малое Лиманское Астраханской области. Рапа содержит бальнеологически значимые элементы: магний (16,07 атом. %), калий (4,17 атом. %), бром (0,018 атом. %), бор (0,005 атом. %). Показана низкая токсичность минерала бишофита. Проведено определение перекисного окисления белков и перекисного окисления липидов в плазме и гомогенате тканей сердца крыс при внутрижелудочном введении физиологически адекватного разведения астраханской рапы и, для сравнения, волгоградского бишофита нелнейным крысам. Выявлено, что внутрижелудочное введение крысам раствора астраханской рапы в данном разведении неоднозначно влияет на процессы перекисного окисления липидов и перекисного окисления белков в миокарде.*

**Ключевые слова:** рапа, макроэлемент, магния хлорид, бишофит, гуминовые кислоты, перекисное окисление белков, перекисное окисление липидов.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BASIS OF USAGE  
OF ASTRAKHAN LAKE BISHOFIT AS A CURATIVE AND COSMETOLOGICAL REMEDY  
*Mukhamedova Natalya A.*

*Composition of the brine of lake Maloe Limanskoe of Astrakhan region was investigated. The brine contains balneology notional elements: magnesium (16,07 % atom), potassium (4,17 % atom), bromine (0,018 % atom), boron (0,005 % atom). Low toxic mineral bishofit was found. Peroxide oxidation of proteins and peroxide oxidation of fats in plasma and homogeneity of tissues of rats' heart by intragastric infusion physiological adequate cultivation in Astrakhan brine and for comparison in Volgogradsky bishofit of unline rats were defined. It was found that intragastric infusion of solution Astrakhan brine in this cultivation influences processes of peroxide oxidation of proteins and peroxide oxidation of fats in myocard.*

**Key words:** brine, macroelement, chloride magnesium, bishofit, peroxide oxidation of proteins, peroxide oxidation of fats.

В последние годы большое внимание уделяется использованию натуральных продуктов в качестве основы для создания лекарственных препаратов и косметических средств. Широко используются продукты пчеловодства, растительное сырье, различные минералы. Магнийсодержащие минералы широко применяются в бальнеологии и косметологии [11, 15, 17, 20]. В этой связи особое внимание привлекает минерал бишофит, так как содержит максимальное количество магния хлорида (до 95–96 % в сухом остатке).

Минерал бишофит получил свое название в честь немецкого профессора химии Боннского университета, геолога Г. Бишофа, который впервые обнаружил его в соленосных месторождениях Германии. Скопления бишофита обычно невелики [15]. Долгое время бишофит считался редким минералом. В 30–50 гг. прошлого столетия были обнаружены залежи бишофита в Китае, Конго, Бразилии, Западной Европе, Голландии. В Прикаспийской впадине (Волгоградская, Астраханская, Саратовская области и Калмыкия) открыто гигантское месторождение с запасами бишофита в сотни миллиардов тонн, залегающее на глубине 1700–2000 м [3].

Впервые анальгезирующий и противовоспалительный эффект бишофита наблюдался у рабочих буровых установок, которые отмечали уменьшение болей в суставах при соприкосновении с рассолом данного минерала. Это явление побудило к изучению влияния минерала бишофит при патологии опорно-двигательного аппарата [3].

В Лиманском районе Астраханской области находится озеро Малое Лиманское, воды которого характеризуются ярко выраженной минерализацией рапы. В лечебных целях водоем исследован впервые в 2007 г. (ООО «Геоминвод»; Москва). При исследовании рапы соленого озера Малое Лиманское выявлены отличительные особенности химического состава по сравнению с высококонцентрированным раствором бишофита Волгоградского месторождения. В составе анионов доминируют хлориды – 255 г/л, присутствуют сульфаты – 23,3 г/л и в малых количествах гидрокарбонаты – 5,2 г/л. Среди катионов преобладает магний – 89,7 г/л, в небольшом количестве присутствует натрий – 6,97 г/л, еще меньше калия – 3,85 г/л; обращает на себя внимание практически полное отсутствие катиона кальция – 0,2 мг/л. Из терапевтически активных минеральных микрокомпонентов в рапе содержится необычно много бромидов (1096 мг/л) и борной кислоты (644 мг/л), в количестве 2-х мг присутствует йод. Токсичные компоненты (свинец, ртуть, нитраты и другие) содержатся в количествах, значительно меньших допустимых концентраций. Содержание радионуклидов не превышает пределов, установленных нормами радиационной безопасности (НРБ-99). Санитарно-микробиологические показатели рапы благополучные, чему способствует ее высокая минерализация [1].

Помимо минеральных солей, рапа данного озера содержит большое количество органических компонентов: гуминовые кислоты и их соли, а также битумы [1]. Это особенность озерного бишофита, отличающая его от волгоградского минерального бишофита. Реакция среды слабокислая (рН = 5,3), что, видимо, обусловлено наличием в рапе повышенного содержания органических кислот.

Интерес к бишофиту, а также бишофитсодержащей рапе обусловлен достаточно хорошо известными биологическими и фармакологическими эффектами солей магния, доступностью сырьевого источника, его экономичностью и экологической чистотой.

Несмотря на то что многие неорганические соли магния встречаются в виде минералов, они не используются для создания энтеральных и парентеральных лекарственных средств. Это связано, по мнению Г.А. Мелентьевой, с тем, что в природе соединения магния обычно сопровождаются примесями минералов других щелочноземельных металлов. Они находят применение в косметологии, бальнеологии и в создании лекарственных средств для местного применения [10].

Значимость магния для организма определяется его влиянием на различные системы организма. Ионы магния, как и ионы натрия и калия, необходимы для нервно-мышечной передачи [21]. Магний очень важен для функционирования ЦНС, так как входит в состав рецепторных образований (например, NMDA рецепторов), регулирует активность ферментов углеводного обмена – основной путь образования энергии для нервной ткани и ферментов трансмембранного ионного транспорта. Способствуя фиксации калия в клетке и обеспечивая, таким образом, поляризацию клеточных мембран, магний играет важную роль в функционировании тканей, обладающих проводящей способностью и спонтанной электрической активностью (нервная ткань, проводящая система сердца) [9]. Он участвует в метаболизме витамина С и энергетическом превращении углеводов. Восполняя относительный дефицит дофамина, магний облегчает симптомы беспокойства и раздражительности [5]. Магний – обязательный участник синтеза всех нейропептидов в головном мозге [7]. Важнейшая роль его заключается и в том, что он служит естественным антистрессовым фактором, тормозит развитие процессов возбуждения в центральной нервной системе и снижает чувствительность организма к внешним воздействиям [2].

Ионы магния играют важную роль в регуляции сердечно-сосудистой системы. Сдвиги его содержания в стенках сосудов сопровождают развитие экспериментальных гипертензий различного генеза [23]. Эффекты магния на сердечную мышцу во многом связаны с конкуренцией между  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  за связывающие участки сократительных белков: тропонина С, актина и миозина. Предполагается, что гипомagneзиемия приводит к активации  $\text{Ca}^{2+}$  сигнальных путей, что лежит в основе ишемического повреждения миокарда [23, 27]. Кроме того, дефициту магния часто сопутствует внутриклеточный дефицит калия, особенно на фоне артериальной гипертензии и алкоголизма. Считается, что дефицит магния играет важную роль в возникновении целого спектра кардиоваскулярных заболеваний: ИБС, сердечной недостаточности, артериальной гипертензии, атеросклероза.

Количество магния в организме взрослого человека колеблется от 21 до 28 г, в том числе около 99 % содержится в тканях. Наиболее богата магнием костная ткань, затем печень, поперечно-полосатые мышцы, меньше – мозг и почки [25].

Известно, что дефицит магния возникает вследствие особенностей питания, функционального состояния организма как результат некоторых заболеваний (сахарный диабет, алкоголизм, сердечно-сосудистые заболевания и т.д.), стресса, экологических факторов и действия некоторых лекарственных средств (аминогликозиды, диуретики и т.д.) [16]. Поэтому профилактика недостатка магния для организма очень важна. С этой целью в медицинской практике используют магниесодержащие лекарственные средства, биологически активные добавки к пище и препараты магния, полученные из природных магниесодержащих минералов. Препараты на основе бишофита могут являться оптимальными средствами заместительной терапии. В этой связи встает вопрос о побочных эффектах и противопоказаниях к применению.

Прием ванн и грязей с высоким содержанием солей является эффективным и относительно безопасным для лечения ряда заболеваний. Риск развития серьезных побочных эффектов во время и после терапии очень мал. Минеральные соли и грязи часто используются при различных дерматологических заболеваниях. Очень широко применяется бальнеотерапия в лечении различных воспалительных заболеваний кожи [11, 14].

Препараты на основе магниевых минералов широко используют в качестве противовоспалительных средств в бальнеологии и косметологии.

За последние годы накоплено большое количество информации о бишофите как о биологически активном соединении, его терапевтической эффективности и безопасности. В результате проведенных исследований (в Волгограде, Москве, Пятигорске, Одессе) были изучены и подтверждены физиологические свойства бишофита, в результате чего минерал был рекомендован для наружного применения. Экспериментально и клинически было доказано наличие анальгезирующих, противовоспалительных и противоотечных свойств бишофита. Отсутствуют аллергенные свойства. Доказано в разной степени выраженное антимикробное и фунгистатическое действие, нормализация микроциркуляции и обмена веществ, а также показана низкая токсичность бишофита [6, 13, 14].

В последних работах волгоградских ученых по изучению минерала бишофит [17] было исследовано его влияние на организм при длительной алкоголизации. При алкоголизме нарушается содержание магния в организме. Исследователями было показано, что в течение 5-недельного введения магнийсодержащего препарата (2,5 мл/кг, внутрь) в условиях свободного доступа к алкоголю наблюдалось полное восстановление концентрации магния в эритроцитах крыс-«алкоголиков» до нормальных показателей.

Отличие в составе и происхождении бишофитсодержащей рапы озера Малое Лиманское от минерального бишофита подтолкнуло нас к изучению физиологических аспектов влияния на организм бишофитсодержащей рапы астраханского месторождения.

Процессы свободнорадикального окисления являются неотъемлемой составляющей существования аэробных организмов, включая человека и других млекопитающих. С одной стороны [11], свободные радикалы кислорода и нерадикальные активные формы кислорода необходимы для реализации многих важных физиологических функций, таких как участие в ферментативном катализе, регуляция внутриклеточных процессов. С другой стороны, активные формы кислорода являются химически высокоактивными соединениями, легко вступающими в реакции с самыми разнообразными классами веществ. Поэтому многие биологически значимые компоненты организма (липиды, белки, нуклеотиды и нуклеиновые кислоты, углеводы, низкомолекулярные регуляторы различной химической природы) могут относительно легко подвергаться окислительной модификации, в том числе с последующим разрушением [12]. В результате избыточная продукция активных форм кислорода, особенно в сочетании с недостаточностью компенсаторных возможностей защитной антиоксидантной системы организма, способна приводить к развитию новых и/или усугублению уже существующих патологических изменений в организме. Следовательно, повреждающее действие активных форм кислорода может являться существенным фактором развития и прогрессирования заболеваний человека.

#### **Методы исследования**

Были изучены изменения интенсивности перекисного окисления липидов в гомогенате тканей печени, миокарда и почек при внутрижелудочном введении раствора астраханской рапы и раствора бишофита волгоградского. Для определения перекисного окисления липидов (ПОЛ) использовалась методика, разработанная И.Д. Стальной и Т.Г. Гаришвили [19]. Основой метода определения ПОЛ является определение малонового диальдегида (МДА) – одного из наиболее важных конечных продуктов перекисного окисления липидов, который при взаимодействии с тиобарбитуровой кислотой образует окрашенный в розовый цвет триметиновый комплекс, имеющий максимум поглощения при 530 – 532 нм, определяемый спектрофотометрически. Окраска раствора пропорциональна концентрации малонового диальдегида.

Определение перекисного окисления белков (ПОБ) проводили методикой, разработанной Е.Е. Дубининой и соав. [4] в гомогенате тканей миокарда и плазме крови. Полученные данные статистически обрабатывали, используя критерий Стьюдента.

Исследования были выполнены на 60 половозрелых нелинейных белых крысах обоюбого пола массой 300 – 400 г. Животные содержались в условиях вивария, согласно «Правилам лабораторной практики при проведении доклинических исследований в РФ» (ГОСТ Р 50258-92, ГОСТ З 51000.3-96 и 51000.4-96) с соблюдением «Международных рекомендаций Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых при экспериментальных исследованиях». Крысы были разделены на три группы: 1) животные, получавшие внутривенно NaCl (изотонический раствор); 2) животные, получавшие внутривенно раствор астраханской рапы; 3) животные, получавшие внутривенно раствор волгоградского бишофита.

Рассол астраханской рапы разводили до концентрации 1,7 % для получения изотонического раствора (точку изотоничности находили с помощью методики осмотической резистентности эритроцитов) и вводили внутривенно с помощью зонда в дозе 3 мл/кг один раз в сутки, в течении 10 дней.

### Результаты и их обсуждение

Растворы астраханской рапы и волгоградского бишофита (табл. 1) неоднозначно влияют на процессы перекисного окисления липидов.

Результаты исследования МДА в гомогенате тканей печени контрольной группы и групп сравнения достоверных отличий не имели. Отмечалась тенденция к снижению исходного содержания малонового диальдегида в группах, получавших раствор рапы и раствор бишофита, и тенденция к увеличению скорости аскорбатзависимого ПОЛ в группе, получавшей раствор бишофита.

Таблица 1

**Динамика МДА в гомогенате тканей печени, сердца и почек при внутривенном введении раствора NaCl, раствора астраханской рапы и раствора бишофита волгоградского**

| МДА в гомогенатах различных тканей |  | Внутривенное введение NaCl, (контроль) 1 группа | Внутривенное введение рассола Астраханской рапы, 2 группа | Внутривенное введение Волгоградского бишофита, 3 группа |
|------------------------------------|--|---|---|---|
| МДА в гомогенате тканей печени     | Скорость спонтанного ПОЛ, нмоль/ч          | 15,1 ± 2,9                                      | 15,87 ± 1,65  | 12,74 ± 0,94  |
|                                    | Скорость аскорбатзависимого ПОЛ, нмоль/ч   | 46,02 ± 6,6                                     | 45,95 ± 9,88  | 66,78 ± 10,18   |
|                                    | Исходное содержание МДА, моль/0,05 г ткани | 2,17 ± 0,3                                      | 1,8 ± 0,12  | 1,78 ± 0,21   |
| МДА в гомогенате тканей сердца     | Скорость спонтанного ПОЛ, нмоль/ч          | 18,4 ± 0,9                                      | 43,94 ± 1,6 *** Δ   | 66,82 ± 6,9 <sup>##</sup>                               |
|                                    | Скорость аскорбатзависимого ПОЛ, нмоль/ч   | 16,55 ± 0,9                                     | 50,78 ± 2,6***  | 52,23 ± 4,0 <sup>##</sup>                               |
|                                    | Исходное содержание МДА, моль/0,05 г ткани | 2,76 ± 0,2                                      | 6,35 ± 0,2***   | 7,19 ± 0,36 <sup>##</sup>                               |
| МДА в гомогенате тканей почек      | Скорость спонтанного ПОЛ, нмоль/ч          | 40,69 ± 4,1                                     | 52,67 ± 4,7   | 59,77 ± 3,8 <sup>##</sup>                               |
|                                    | Скорость аскорбатзависимого ПОЛ, нмоль/ч   | 99,33 ± 12,5                                    | 124,3 ± 14,3  | 130,3 ± 6,5 <sup>#</sup>                                |
|                                    | Исходное содержание МДА, моль/0,05 г ткани | 6,88 ± 0,8                                      | 8,4 ± 0,4   | 8,1 ± 0,4   |

Условные обозначения (здесь и в последующих таблицах): \* – достоверность различий между группами животных контрольной группы и животными, получавшими Астраханский бишофит (по Стьюденту); \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

<sup>#</sup> – достоверность различий между группами животных контрольной группы и животными, получавшими Волгоградский бишофит (по Стьюденту); <sup>#</sup> –  $p < 0,05$ ; <sup>##</sup> –  $p < 0,01$ ; <sup>###</sup> –  $p < 0,001$ .

<sup>Δ</sup> – достоверность различий между группами животных, получавшими Астраханский бишофит и бишофит Волгоградский (по Стьюденту); <sup>Δ</sup> –  $p < 0,05$ ; <sup>ΔΔ</sup> –  $p < 0,01$ ; <sup>ΔΔΔ</sup> –  $p < 0,001$ .

В тканях миокарда наблюдалось достоверное увеличение всех показателей в группах сравнения по отношению к контролю. Исходное содержание МДА в группе,

получавшей раствор астраханской рапы, увеличилось в 2,3 раза, а в группе, получавшей раствор волгоградского бишофита, – в 2,6 раза. Скорость спонтанного ПОЛ достоверно увеличивалась в 2,4 и в 3,6 раза во второй и третьей группах соответственно. Скорость аскорбатзависимого ПОЛ выросла во второй группе в 3 раза, а в третьей группе – в 3,2 раза.

В тканях почек достоверный рост показателей, по отношению к контролю, наблюдался лишь в группе, получавшей раствор волгоградского бишофита (по показателям скорости спонтанного и аскорбатзависимого ПОЛ в 1,5 раза и 1,3 раза соответственно).

Таким образом, изучаемые магнийсодержащие природные вещества оказывают тканеспецифические эффекты. В частности, раствор рапы астраханского соленого озера и раствор волгоградского бишофита оказывают кардиоспецифический прооксидантный эффект. Прооксидантный эффект наблюдался и при исследовании тканей почек у группы, получавшей раствор бишофита.

Поскольку метаболические превращения в крови являются в значительной мере отражением процессов, протекающих в организме, изменение уровня перекисного окисления белков (ПОБ) указывает на изменение оксидантного баланса организма.

Таблица 2

**Определение ПОБ в плазме и гомогенате тканей сердца при внутрижелудочном введении NaCl, рассола астраханской рапы и волгоградского бишофита нелинейным крысам**

| исследуемый материал      | $\lambda$ , нм | Внутрижелудочное введение NaCl, (контроль) 1 группа | Внутрижелудочное введение рассола Астраханской рапы, 2 группа | Внутрижелудочное введение Волгоградского бишофита, 3 группа |
|---------------------------|----------------|---|---|---|
| гомогенат тканей миокарда | 270            | 0,87 ± 0,075  | 0,47 ± 0,08*** $\Delta^{\Delta}$                              | 0,78 ± 0,08   |
|                           | 363            | 0,26 ± 0,025  | 0,14 ± 0,026*   | 0,26 ± 0,17   |
|                           | 370            | 0,24 ± 0,02   | 0,14 ± 0,026** $\Delta^{\Delta}$                              | 0,25 ± 0,017 <sup>#</sup>                                   |
| плазма крови              | 270            | 4,106 ± 0,099                                       | 4,262 ± 0 <sup>\Delta</sup>                                   | 4,036 ± 0,075   |
|                           | 363            | 1,5 ± 0,414   | 2,243 ± 0,349   | 1,734 ± 0,3   |
|                           | 370            | 1,512 ± 0,43  | 2,333 ± 0,4   | 1,771 ± 0,3   |

В результате реакций окисления белков могут образовываться альдегидные и кетонные группировки аминокислотных остатков, которые взаимодействуют с 2,4-динитрофенилгидразином с образованием 2,4-динитрофенилгидразонов. Продукты реакции регистрировали при  $\lambda = 270$  нм (альдегидфенилгидразоны – начальные продукты ПОБ),  $\lambda = 363$  и  $\lambda = 370$  нм (кетодинитрофенилгидразоны – карбонильные производные, характеризующие дальнейшее окисление белка).

Внутрижелудочное введение крысам рассола астраханской рапы (таблица 2) снижает содержание как начальных, так и конечных продуктов ПОБ в миокарде почти в 2 раза. У крыс, получавших внутрижелудочно раствор волгоградского бишофита, прослеживалась тенденция к снижению содержания начальных продуктов перекисного окисления белков в миокарде.

Достоверных изменений содержания продуктов ПОБ в плазме не обнаружено.

Полученные результаты дают возможность предположить, что бишофитсодержащая рапа астраханского озера Малое Лиманское снижает интенсивность реакций окисления белков в миокарде.

Результаты исследования показывают, что бишофитсодержащая рапа астраханского озера Малое Лиманское неоднозначно влияет на свободно-радикальные процессы в организме крыс. Изменения показателей перекисного окисления липидов и перекисного окисления белков в тканях миокарда протекают в разных направлениях. Интенсивность ПОЛ в тканях миокарда повышалась, что говорит о наличии прооксидантных свойств, в то же время интенсивность ПОБ в тканях миокарда достоверно

снижалась, что свидетельствует о кардиопротекторном действии. Подобные эффекты требуют дальнейшего изучения.

**Библиографический список**

1. **Бальнеологическое заключение** на рапу озера Малое Лиманское Астраханской области / ФГУ «РНЦ ВМиК Росздора». – М., 2008. – 8 с.
2. **Бурчинский, С. Г.** Проблема дефицита магния в организме: методы фармакологической коррекции / С. Г. Бурчинский // *Здоровье Украины*. – 2005. – С. 5–6.
3. **Деревягин, В. С.** Бишофиты Нижнего Поволжья / В. С. Деревягин, В. Н. Седлечкий, В. А. Ермаков. – Ростов н/Д. : Изд-во Ростовского ун-та, 1989. – 96 с.
4. **Дубинина, Е. Е.** Окислительная модификация белков сыворотки крови человека, метод ее определения / Е. Е. Дубинина, С. О. Бурмистров, Д. А. Ходов, И. Г. Поротов // *Вопросы медицинской химии*. – 1995. – Т. 41, № 1. – С. 24–26.
5. **Забелина, В. Д.** Магний и магнийсодержащие препараты. С магнием по жизни // В. Д. Забелина // *Consilium medicum*. – 2003. – Т. 3. – № 5.
6. **Зборовский, А. Б.** Бишофит в лечении заболеваний суставов: мат-лы I Всерос. конф. / А. Б. Зборовский, В. Ф. Мартемьянов, Е. А. Сидорова, Л. Н. Ростовщиков. – Волгоград, 1993. – С. 17–18.
7. **Златопольска, Э.** Патфизиология обмена кальция, магния и фосфора / Э. Златопольска ; под ред. С. Клара // *Почки и гомеостаз*. – М. : Медицина, 1987. – 217 с.
8. **Иежица, И. Н.** Сравнительная биодоступность некоторых органических солей магния и магнийсодержащих препаратов в условиях алиментарной гипомagneзиемии / И. Н. Иежица, М. С. Кравченко, М. В. Харитонова, А. А. Озеров // *Вестник Волгоград. гос. мед. ун-та*. – 2007. – № 4 (24). – С. 14–26.
9. **Коломиец, В. В.** Физиологические механизмы регуляции метаболизма магния / В. В. Коломиец, Е. В. Боброва // *Укр. кардиол. журн*. – 1998. – № 4. – С. 54–8.
10. **Мелентьева, Г. А.** Фармацевтическая химия / Г. А. Мелентьева. – изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Медицина, 1976. – Т. 1. – 103 с. – ISBN 5-225-00814-3.
11. **Мотов, А. А.** Обоснование применения мазей на основе минерала бишофит в дерматологической и косметологической практике // Мат-лы 61-й открытой итоговой научн. конф. студентов и молодых ученых ВолГМУ «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины». – Волгоград, 2003. – С. 46–47.
12. **Симонян, А. В.** Антиоксиданты в современном здравоохранении. – Режим доступа: <http://medvestnik.ru/archive/2008/16/1480.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
13. **Смирнова, Л. А.** Действие минерала бишофит на иммунную систему организма и генетический аппарат / Л. А. Смирнова, В. А. Лиходеева, В. С. Рыбкин, А. Д. Дурнев, С. Б. Середенин // Тез. I Всерос. конф. «Бишофит и другие природные средства в лечении заболеваний суставов». – Волгоград, 1994. – С. 8.
14. **Смирнова, Л. А.** Сравнительное изучение противовоспалительного действия бишофита и бальнеологических средств на его основе в эксперименте / Л. А. Смирнова, О. В. Островский, А. А. Шипов // Тез. I Междунар. научн. конгресса «Традиционная медицина и питание». – 1994. – С. 17–18.
15. **Смирнова, Л. А.** Фармакодинамические и фармакокинетические свойства минерала бишофит : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л. А. Смирнова. – Волгоград, 1995. – С. 5.
16. **Спасов, А. А.** Магний в медицинской практике : монография / А. А. Спасов. – Волгоград : ООО «Отрок», 2000. – 272 с. – ISBN 5-88928-005-8.
17. **Спасов, А. А.** Обоснование применения магний содержащих минералов в дерматологической и косметологии / А. А. Спасов, А. А. Мотов, Л. С. Мазанова // Мат-лы 58-й Межрег. конф. по фармации и фармакологии «Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции». – Пятигорск, 2003. – С. 387–388.
18. **Спасов, А. А.** Экспериментальная и клиническая фармакология / А. А. Спасов, О. В. Островский, И. В. Ивахненко [и др.]. – 1999. – Т. 62, № 1. – С. 8–40.
19. **Стальная, И. Д.** Современные методы биохимии / И. Д. Стальная, Т. Г. Гаришвили. – М. : Медицина, 1977. – С. 66–67.
20. **Стрельцов, Д. А.** Биофармацевтическая оценка мазей на основе бишофита / Д. А. Стрельцов, Т. Ф. Маринина // Региональная конф. по фармации, фармакологии и подготовке кадров : мат-лы и тез. докл. – Пятигорск, 2001. – С. 112.
21. **Хватова, Е. М.** Нейрохимия / Е. М. Хватова, А. С. Корякин. – 1988. – Т. 7, № 4. – С. 538–545.
22. **Avrach, W. W.** Treatment of psoriasis at the Dead Sea / W. W. Avrach, A. M. Niordsen // *Ugeskrift for laeger*. – 1974. – Nov. 25. – 136 с.

23. **Chakraborti, S.** Protective role of magnesium in cardiovascular diseases: a review / S. Chakraborti, T. Chakraborti, M. Mandal, A. Mandal, S. Das, S. Ghosh // *Mol Cell Biochem.* – 2002. – P. 163–179.
24. **Hercogova, J.** Inhibitory effects of Leopoldine spa water on inflammation caused by sodium lauryl sulphate / J. Hercogova [et al] // *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology.* – 2002. – Vol. 16. – P. 263–266.
25. **Prasad, A. S.** The base binding property of the serum proteins with respect to magnesium / A. S. Prasad, E. B. Flink, H. H. Zinneman // *J. Lab. Clin. Med.* – 1959. – Vol. 54. – 357 c.
26. **Proksch, P.** Detection of pharmacologically active natural products using ecology. Selected examples from Indopacific marine invertebrates and sponge-derived fungi / P. Proksch, R. Ebel, R. A. Edrada, P. Schupp, W. H. Lin, Sudarsono, V. Wray and K. Steube // *Journal of Pharmacy and Pharmacology.* – 2005. – Vol. 57. – P. 233–240.
27. **Ueshima, K.** Magnesium and ischemic heart disease: a review of epidemiological, experimental, and clinical evidences / K. Ueshima // *Magnes Res.* – 2005. – Vol. 4. – P. 275–284.
28. **Yoshizawa, Y.** Sea water or its components alter experimental irritant dermatitis in man / Y. Yoshizawa, H. Tanojo, S. J. Kim, H. I. Maibach // *Skin Res Technol.* – 2001. – Vol. 7. – P. 36–9.

## МУДРЫЕ ВЫСКАЗЫВАНИЯ НЕ МЕНЕЕ МУДРЫХ ЛЮДЕЙ

---

---

\* \* \*

Делать открытия – это наука.  
Делать вид, что ты делаешь открытие, – искусство

*А. Лигов*

\* \* \*

Главные медикаменты – это чистый воздух, холодная вода, пила и топор

*В.Д. Поленов*

Если не бегаешь, пока здоров, придется побегать, когда заболеешь

*Гораций*

\* \* \*

То, что мы называем прогрессом, представляет собой замену одной неприятности другой

*Г. Эллис*

\* \* \*

Одни люди живут и учатся, другие – только живут

*Мартти Ларни*

\* \* \*

Дважды два – четыре – это только в школе, а в жизни у кого как получится

*В. Власов*

\* \* \*

Кант выводил свои законы не потому, что они были непреложной истиной, а потому, что он был Кантом

*Сомерсет Моэм*

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

---

---

Цель журнала – способствовать развитию естественнонаучных исследований в соответствии с современными тенденциями науки о природе и совершенствованию технологий преподавания естественных наук в системе образовательных структур.

Журнал публикует теоретические, обзорные (проблемного характера) и экспериментально-исследовательские статьи по всему спектру естественнонаучных проблем химии, физики, математики, биологии, наук о Земле, истории естествознания, краткие сообщения и информацию о новых методах экспериментальных исследований, а также работы, освещающие современные технологии преподавания естественных наук.

Также журнал помещает информацию о юбилейных датах, новых публикациях издательства университета по естественнонаучным проблемам, информацию о предстоящих и о прошедших научных конференциях, симпозиумах, съездах. В журнале печатаются материалы, ранее не публиковавшиеся в других периодических изданиях.

Объем журнала – 10–15 п.л.

Периодичность издания – 4 раза в год.

Объем публикаций: обзорные статьи – до 1 п.л. (16 стр.), оригинальные статьи – до 0,5 п.л. (8–10 стр.), информация о юбилейных датах, конференциях и т.п. – до 0,2 п.л.

Оформление статьи. Редактор Word Windows; шрифт Times New Roman, 14, межстрочный интервал – 1, бумага формата А4; поля: левое – 2,5 см, правое – 2,5 см, верхнее и нижнее – 2,5 см, красная строка – 1,27 см, нумерация страниц обязательна. Возможна публикация на английском языке.

Оформление «шапки». Наверху по левому краю – УДК, через 1 интервал, по центру – название статьи (заглавные буквы, шрифт Times New Roman, 16), через 1 интервал – полные имя и отчество, фамилия автора (кегель 14), сведения об авторе (звание, степень, должность), через 1 интервал – название учреждения (организации), адрес, телефон, электронный адрес автора, через 1 интервал – расширенное резюме (10–15 строк) и ключевые слова (кегель 12, курсив). Через 1 интервал на английском языке – название статьи, имя и фамилия автора, резюме и ключевые слова (кегель 12, курсив). Наличие английского резюме обязательно. Английское резюме должно точно соответствовать русскому. При неточном переводе резюме статья будет возвращена.

Размерность всех величин – в размере СИ; названия химических соединений – в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.

Литература оформляется в соответствии с ГОСТом 7.1–2003 (шрифт Times New Roman, 10) в алфавитном порядке. Страницы указывать обязательно. Нумерация ссылок по тексту (в квадратных скобках). Примеры оформления литературы:

1. *Бахвалов, Н. С.* Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; под общ. ред. Н. И. Тихонова. – 2-е изд. – М. : Физматлит, 2002. – 630 с. – (Технический университет. Математика). – ISBN 5-93208-043-4.

2. *Боголюбов, А. Н.* О вещественных резонансах в волноводе с неоднородным заполнением / А. Н. Боголюбов, А. Л. Делицын, М. Д. Малых // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. – 2001. – № 5. – С. 23–25.

Таблицы. Шрифт Times New Roman, 10. Ширина таблицы – 13 см, книжный разворот. В правом углу слово «Таблица» с порядковым номером, через 1 интервал – заголовок таблицы (жирным, по центру, 10).

Формулы. Надстрочные и подстрочные индексы – шрифт Times New Roman, 11; математические символы – шрифт Times New Roman, 18; буквы греческого алфавита – шрифт Times New Roman, 14. Формулы набирать без отступа от левого края. Путь: «Вставка», команда «Объект», редактор формул «Microsoft Equation».

Фотографии, рисунки, диаграммы, графики, схемы только черно-белые. Ширина рисунков, фотографий, диаграмм, графиков, схем не более 13 см; надписи внутри рисунков, графиков и т.д. – Times New Roman, 10. Подрисуночная надпись – Times New Roman, 10, не жирным.

**Публикация статей студентов возможна только в соавторстве с научным руководителем.**

На основании приказа № 08-01-02/2004 от 11.09.2007 г. за размещение статей в журнале «Естественные науки» установлена цена в размере **300 рублей за 1 страницу для всех лиц, не являющихся сотрудниками университета, кроме аспирантов.** Условием публикации является оформление годовой подписки на **настоящий журнал.**

Реквизиты для оплаты публикаций.

Поставщик УФК по АО АГУ

л/с 03251497480

Адрес: г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Тел. 54-01-89, 61-08-69, факс 54-01-89

Расчетный счет № 40503810900001000158

В ГРКЦ ГУ Банка России по Астраханской области г. Астрахань

ИНН 3016009269

БИК 041203001

Код по ОКОНХ 92110

Код по ОКПО 02079218

КПП 301601001

КБК 07330201010010000130

ОКАТО 12401372000

В адрес редакции просим направлять в твердой папке:

☞ компьютерный печатный текст статьи с полным набором иллюстративного материала и таблиц (1 экз.);

☞ дискету 3,5 (1,44 М) или CD с текстом статьи (один файл, содержащий текст и весь иллюстративный материал). Убедительная просьба проверять дискеты на наличие вирусов!

☞ к статье приложить сопроводительное письмо с указанием полных имен, отчеств и фамилий всех авторов, а также номера контактных телефонов, внешнюю рецензию на статью, квитанцию об оплате (отсканированную). Просьба выделять Ф.И.О. ответственного автора курсивом.

**Адрес редакции:** 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1.

E-mail: estnauki2009@rambler.ru.

Ответственному секретарю Русаковой Елене Геннадьевне.

Примечание. Статьи, присылаемые без соблюдения указанных правил, приниматься не будут.

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

**ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**№ 3 (28)  
2009**

*Редактор М.П. Болгова  
Компьютерная правка, верстка Т.Н. Юсуповой*

Заказ № 1931. Тираж 500 экз. (первый завод 75 экз.).  
Уч.-изд. л. 13, 7. Усл. печ. л. 19,2.

---

Издательский дом «Астраханский университет»  
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20  
Тел. (8512) 48-53-47 (отдел маркетинга), 48-53-45 (магазин),  
48-53-44, тел./факс (8512) 48-53-46,  
E-mail: [asupress@yandex.ru](mailto:asupress@yandex.ru)