
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

№ 1 (26)
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

ББК 2
Е86

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Астраханского государственного университета

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**№ 1 (26)
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-р биол. наук, проф. Д.Л. Теплый

Редакционная коллегия:

д-р с.-х. наук, проф. Ю.И. Авдеев
д-р хим. наук, проф. Н.М. Алыков
канд. геогр. наук, доц. Э.И. Бесчетнова
д-р хим. наук, доц. А.Г. Глинина
д-р биол. наук Д. Зерулла
д-р физ.-мат. наук, проф. В.К. Карпасюк (зам. гл. редактора)
д-р физ.-мат. наук, доц. А.Г. Кушнер
д-р техн. наук, доц. А.М. Лихтер
д-р биол. наук, проф. В.Н. Пилипенко
канд. биол. наук, доц. М.И. Пироговский
д-р пед. наук, проф. Н.М. Семчук

Ответственный секретарь:

канд. биол. наук, доц. 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

ХИМИЯ

<i>М.А. Еринетов, А.О.М. Толба</i> Natural alternative sweeteners from plant resources	7
<i>Н.М. Алыков, Г.Б. Абуова, О.А. Менкеев, Н.К. Зуй</i> <i>С.В. Лобанов, А.Е. Алыкова, В.А. Сахнова, О.А. Обьедкова</i> Адсорбция из воды органических веществ сорбентом ОБР-1	11
<i>А.Е. Алыкова, Э.С. Куанышбаева, Н.М. Алыков, Л.Е. Алыкова</i> Энтеросорбенты из опок Астраханской области	17
<i>Е.В. Иглина, Н.М. Алыков</i> Влияние ПАВ на содержание фотосинтетических пигментов в водных растениях (на примере элодеи)	26
<i>М.А. Карибьянц, М.В. Мажитова</i> Исследование возможности определения эмоксипина по его реакции с м-крезолфталеконом SA и в присутствии ионов железа	33

ФИЗИОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ. МЕДИЦИНА

<i>Ф.Р. Асфандияров, Э.С. Кафаров, М.Н. Тривно</i> Архитектоника артериальных и венозных сосудов почек в процессе старения	41
<i>А.Р. Лозовский</i> Репродуктивный гомеостаз самок осетровых рыб в аквакультуре	44
<i>А.Р. Лозовский, Д.Л. Теплый</i> Гомеостаз крови самок русского осетра после получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода	49
<i>Р.С. Нуралиева, Ю.В. Алтуфьев</i> Морфофункциональная характеристика жабр ампулярии <i>Pomacea bridgesii</i> в условиях промышленного выращивания	55
<i>М.Д. Осипенко, О.А. Овсянникова, Н.Н. Тривно</i> Влияние серосодержащего газа на эритропоэз на различных этапах онтогенеза	61
<i>В.В. Слободенюк, В.А. Алешкин, С.С. Афанасьев, О.Г. Гречишникова,</i> <i>Е.А. Воропаева, М.С. Афанасьев, В.А. Метельская, А.Л. Байракова,</i> <i>Е.А. Егорова, Б.А. Лапин, Э.К. Джикидзе, А.В. Караулов, Ю.В. Несвижский,</i> <i>Д.Л. Теплый, О.В. Рубальский, Е.О. Рубальский</i> Сравнительная характеристика методов верификации <i>Chlamydia trachomatis</i> у человека и обезьян	65
<i>А.В. Стабретов, И.А. Усманов</i> Варианты строения чашечно-лоханочного комплекса почек человека	71

БОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. РЕГИОНАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

<i>А.В. Левченко, В.И. Закутнова</i> Дереворазрушающие грибы Волго-Ахтубинской поймы	74
<i>Е.Г. Русакова</i> Современное состояние луговой растительности северной части Волго-Ахтубинской поймы	78

Н.М. Бакташева, С.Г. Дорджиева Сукцессионные процессы в лесополосах Ергеней	84
А.М.М. Хусейн, М.Ф. Козак, С.Д. Соколов Комбинационная изменчивость и эффекты гетерозиса количественных признаков у гибридов <i>Cucurbita</i> , созданных на основе использования в качестве материнских растений форм с функциональной мужской стерильностью.....	87

ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ

М.У. Rezk, К. Abd El-Aal The perspectives and evaluation of implementing various forms of green manuring on the alluvial soils of the delta of river Volga	96
А.П. Калмыков, Н.Н. Семенова, В.В. Федорович, В.М. Иванов Эколого-таксономический обзор гельминтофауны желтой цапли в дельте Волги....	100
Н.И. Оруджева Сравнительное изучение биогенности почв под овощными культурами субтропических зон Азербайджана	103
А.А. Стариков, В.И. Закутнова, Т.А. Пилипенко Мониторинг лишенобиоты Волго-Ахтубинской поймы	115
В.В. Федорович, А.П. Калмыков, М.В. Лозовская Орнитологические наблюдения в районе Астраханского аэропорта	118

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ.....	127
--	-----

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ.....	128
---------------------------------	-----

CONTENTS

CHEMISTRY

<i>M.A. Epinetov, A.O.M. Toliba</i> Natural alternative sweeteners from plant resources	7
<i>N.M. Alykov, G.B. Abuova, O.A. Menkeev, N.K. Zuy, S.V. Lobanov, A.E. Alykova, V.A. Sakhnova, O.A. Obiedkova</i> Adsorption of organic substances by sorbent OBR-1 from water	11
<i>A.E. Alykova, E.S. Kuanyshbaeva, N.M. Alykov, L.E. Alykova</i> Enterosorbents from molding boxes of Astrakhan region	17
<i>E.V. Iglina, N.M. Alykov</i> Influence of surface-active substances on the content of photosynthetic pigments in water plants (by the example of the Canadian pondweed)	26
<i>M.A. Karibiants, M.V. Mazhitova</i> The investigation of the possibility of identification of Emoxipinum by its reaction with m-cresolphtalexon SA and in the presence of iron ions	33

PHYSIOLOGY AND MORPHOLOGY OF MAN AND ANIMALS. MEDICINE

<i>F.R. Asfandiyarov, E.S. Kafarov, M.N. Trizno</i> Architectonics of renal artery and vein in ageing process	41
<i>A.R. Lozovsky</i> Reproductive homeostasis of females of sturgeons in aquaculture	44
<i>A.R. Lozovsky, D.L. Teply</i> Homeostasis of blood of females of Russian sturgeon after getting ovulated oocytes by method of notching of oviduct	49
<i>R.S. Nuralieva, Yu.V. Altufiev</i> Morphofunctional characteristics of ampullaria (Pomacea bridgesii) branchiae in conditions of industrial hatchery rearing	55
<i>M.D. Osipenko, O.A. Ovsyannikova, N.N. Trizno</i> The influence of sulfur containing gas on erythropoiesis at different stages of ontogenesis	61
<i>V.V. Slobodenyuk, V.A. Aleshkin, S.S. Afanasiev, B.A. Lapin, E.K. Dzhikidze, A.V. Karaulov, Y.V. Nesvizhsky, D.L. Teply, O.V. Rubalsky, O.G. Grechishnikova, E.A. Voropaeva, M.S. Afanasiev, V.A. Metelskaya, A.L. Bayrakova, E.A. Egorova, E.O. Rubalsky</i> Comparative characteristic of methods of verification of Chlamydia trachomatis at man and monkeys	65
<i>A.V. Stabredov, I.A. Usmanov</i> Variants of calyx-pelvis complex structure of human kidneys	71

BOTANICAL RESEARCHES. REGIONAL RESOURCES

<i>A.V. Levchenko, V.I. Zakutnova</i> Treedestroy mushrooms of Volga-Akhtubinsk floodplain	74
<i>E.G. Rusakova</i> Modern state of grassland vegetation of the nothern part of Volga-Akhtuba floodplain	78
<i>N.M. Baktasheva, S.G. Dordzhieva</i> Successional processes in the forest plantations of Yergeny	84

<i>A.M.M. Husein, M.F. Kozak, S.D. Sokolov</i> Combinational variability and heterosis' effects of quantitative character in hybrids Cucurbita created on the basis of use of forms with functional male sterility as parent plants	87
--	----

PROBLEMS OF REGIONAL ECOLOGY

<i>M.Y. Rezk, K. Abd El-Aal</i> The perspectives and evaluation of implementing various forms of green manuring on the alluvial soils of the delta of river Volga	96
<i>A.P. Kalmykov, N.N. Semyonova, V.V. Fedorovich, V.M. Ivanov</i> Ecologic-taxonomic review of helminthofauna of the yellow heron in the Volga delta	100
<i>N.I. Orudzheva</i> Comparative study of biogenity of soils under vegetable cultures of subtropic zones of Azerbaijan	103
<i>A.A. Starikov, V.I. Zakutnova, T.A. Pilipenko</i> Monitoring of lichenobiota of Volga-Akhtubinsk floodplain.....	115
<i>V.V. Fedorovich, A.P. Kalmykov, M.V. Lozovskaya</i> Ornithologic observations in the area of Astrakhan airport.....	118

ORDER OF REVIEWING ARTICLES	127
--	------------

RULES FOR THE AUTHORS.....	128
-----------------------------------	------------

УДК 664

NATURAL ALTERNATIVE SWEETENERS FROM PLANT RESOURCES

Epinetov Mikhail Alexandrovich, Professor, Doctor of Medical Science, Department of Pharmacology of Astrakhan State University

Toliba Abbas Omar Mohamed, Post-graduate Student, Department of Agronomy of Astrakhan State University, e-mail: beso14omar@yahoo.com

Стевиозиды и глицирризины – естественные альтернативные подслащающие вещества, получаемые из листьев Stevia rebaudiana (Bertoni) и корней солодки (Glycyrrhiza glabra). Полученные результаты указывают на превосходные физико-химические свойства данных альтернативных некалорийных подслащающих веществ. Стевиозиды в 300 раз слаще, чем сахароза, а глицирризины – в 100 раз. Возникает необходимость их широкого применения в пищевой промышленности для сохранения здоровья и профилактики развития заболеваний, связанных с нарушением углеводного обмена, например, сахарного диабета – актуальной проблемы как для России, так и для Египта.

Ключевые слова: подсластитель, стевия, солодка, стевиозиды, глицирризины.

Steviosides and glycyrrhizins are natural alternative sweeteners extracted from leaves of Stevia rebaudiana (Bertoni) and roots of licorice (Glycyrrhiza glabra), respectively. The results showed that physico-chemical properties of such non-caloric sweeteners are excellent. Steviosides and glycyrrhizin are sweeter in 300 and 100 times higher than sucrose, respectively. There is a necessity of their wide application in food-processing to preserve health and prevent development of the diseases connected with infringement of carbohydrate exchange, for example diabetes, an actual problem, in Russia and Egypt.

Key words: sweetener, stevia, licorice, steviosides, glycyrrhizins.

Our quality of life is highly dependent on our taste sensory system. Taste is the final check used to evaluate the quality of a food, and we select foods guided primarily by the emotions of pleasure or displeasure experienced upon tasting them. Research on taste indicates that “sweet” is an innately preferred sensation – infants favor sweetness when presented with the other basic tastes (salty, bitter, sour) or even umami, the so-called fifth basic taste, characterized as “savory.” This recognition of the importance of sweetness confirms why sweet foods are by far the most popular treats. Sugars are forms of monosaccharide. Examples of monosaccharides are glucose (also called dextrose), fructose, and galactose. When two monosaccharides combine, a disaccharide is formed. For example, when glucose and fructose join together, the disaccharide sucrose, or table sugar, results. Maltose is composed of two glucose molecules, while lactose (milk sugar) is formed by one molecule of glucose and one molecule of galactose. All sugars are carbohydrates and contain four calories per gram [10].

The “non-sugar” sweeteners are found in a variety of plants which contain chemicals with a wide range of chemical structures. Among these sweeteners, glycyrrhizin from licorice, steviosides from *Stevia rebaudiana* (compositae), phyllo dulcin from hydrangea, a brasides from crab's eye vine, monellin from *Dioscorephyllum cumminsii*, miraculin from African miracle bemes, perillartin from *Perilla frutescens* (L.) Britton, hernandulcin from *Lippia dulcis* Trevir., mogrosides from *Momordica grosvenori* Swingle and thaumatins from *Thaumatococcus denillii* Benth have been extensively studied [6].

The use of low-calorie sugar-free products tripled in the final two decades of the 20th century. In the United States alone, more than 150 million people use these products regularly. Even though hundreds of good-tasting low-calorie, sugar-free products are now available, most light product consumers say they would like to have additional low-calorie sugar-free products available. Of particular interest are baked goods and desserts.

The search for the perfect sweetener continues, but it has long been recognized that the ideal sweetener does not exist. Even sucrose, the “gold standard,” is not perfect and is unsuitable for some pharmaceuticals and chewing gums.

Alternative sweeteners provide and expand food and beverage choices to control caloric, carbohydrate, or specific sugar intake; assist in weight maintenance or reduction; aid in the management of diabetes; assist in the control of dental caries; enhance the usability of pharmaceuticals and cosmetics; provide sweetness in times of sugar shortage; and assist in the cost-effective use of limited resources.

The ideal sweetener should be at least as sweet as sucrose, colorless, and odorless. It should have a clean, pleasant taste with immediate onset without lingering. The more a sweetener tastes and functions like sucrose the greater the consumer acceptability. If it can be processed much like sucrose with existing equipment, the more desirable it is to industry. The ideal sweetener should be water soluble and stable in both acidic and basic conditions and over a wide range of temperatures. Length of stability and consequently the shelf-life of the final product are also important. The final food product should taste much like the traditional one. A sweetener must be compatible with a wide range of food ingredients because sweetness is but one component of complex flavor systems.

Relative sweetness perceived sweetness is subjective and depends on or can be modified by a number of factors. The chemical and physical composition of the medium in which the sweetener is dispersed has an impact on the taste and intensity. The concentration of the sweetener, the temperature at which the product is consumed, pH, other ingredients in the product, and the sensitivity of the taster are all important. Again, sucrose is the usual standard. Intensity of the sweetness of a given substance in relation to sucrose is made on a weight basis. The following table provides the approximate relative sweetness of many of the alternative sweeteners.

Table

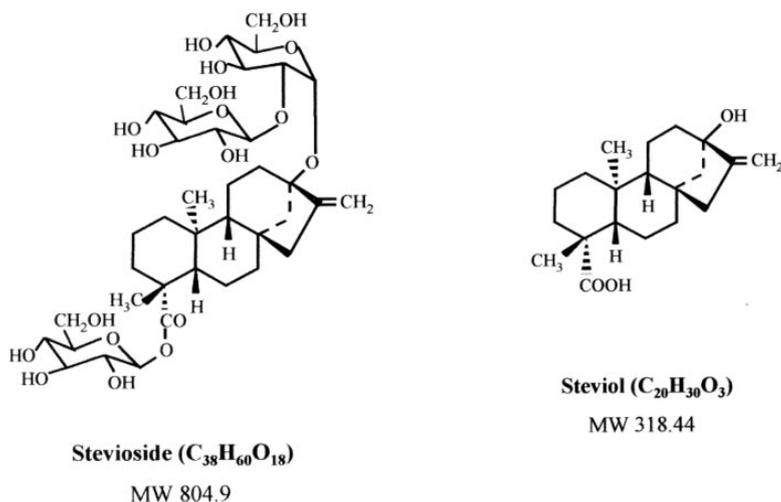
Relative Sweetness of Alternatives to Sucrose [8]

Sweetener	Approximate sweetness (sucrose = 1)
Lactitol	0,4
Hydrogenated starch hydrolysates	0,4–0,9
Trehalose	0,45
Isomalt	0,45–0,65
Isomaltulose	0,48
Sorbitol	0,6
Erythritol	0,7
Mannitol	0,7
Maltitol	0,9
d-Tagatose	0,9
Xylitol	1
High fructose corn syrup, 55 %	1
High fructose corn syrup, 90 %	1
Crystalline fructose	1,2–1,7
Cyclamate	30
Glycyrrhizin	50–100
Aspartame	180
Acesulfame potassium	200
Saccharin	300
Stevioside	300
Sucralose	600
Hernandulcin	1 000
Monellin	1 500–2 000
Neohesperidine dihydrochalcone	1 800
Alitame	2 000
Thaumatococin	2 000–3 000
Neotame	8 000

Safety is essential. The sweetener must be nontoxic and metabolized normally or excreted unchanged, and studies verifying its safety should be in the public domain. To be successful, a sweetener should be competitively priced with sucrose and other comparable sweeteners. It should be easily produced, stored, and transported [8].

Stevia rebaudiana leaves have functional and sensory properties superior to those of many other high potency sweeteners. Stevia is likely to become a major source of high potency sweetener for the growing natural food market in the future. Although Stevia can be helpful to anyone, there are certain groups who are more likely to benefit from its remarkable sweetening potential. These include diabetics, those interested in decreasing caloric intake, and children. Stevia is a small bush native to Paraguay. Its leaves contain approximately 10 % of steviosides which are intensely sweet compounds (150 to 300 times sweeter than sugar). The leaves have been traditionally used for hundreds of years in Paraguay and Brazil to sweeten local teas, medicines and as a 'sweet treat'. Japan is now the largest consumer of steviosides extracted from stevia leaves; in Japan stevia replaces the chemical sweeteners, aspartame etc, which were banned there in the 1970's. Other countries use lesser quantities of steviosides.

Steviosides have zero calories and can be used wherever sugar is used, including in baking etc. They are ideal for diabetic and low calorie diets [4]; in Japan 'diet Coke' uses steviosides. The plant has been successfully grown under a wide range of conditions from its native sub-tropics to Thailand and Indonesia and the cold northern latitudes of Leningrad and north China and Canada. In cold climates it is grown over the summer period as a transplanted annual (like tobacco), with a single harvest. In tropical areas it is a perennial (2 to 5 years) and multiple harvests per year are possible. As an annual crop in Canada, it is suggested that 50 hectares of stevia could produce sweetener equivalent to \$1 million of sugar which in Australia would require 240 hectares of cane to grow, i.e. productivity in terms of sweetness equivalent per hectare is high.



In pure form, stevioside is a white crystalline material with a melting point of 196–198 °C, an optical rotation of 39,3 degrees in water, an elemental composition of C₃₈H₆₀O₁₈, and a molecular weight of 808,88. Stevioside is only sparingly soluble in water but is highly soluble in ethanol. Rebaudioside A is considerably more water soluble than stevioside because it contains an additional glucose unit in its molecule [5].

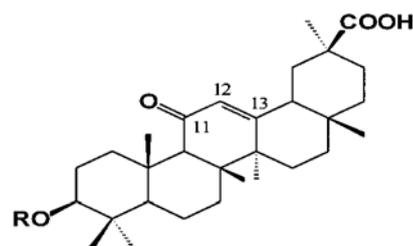
Stevioside is a stable molecule at 100 °C when maintained in solution in the pH range 3–9, although it decomposes quite readily at alkaline pH levels of greater than 10 under these conditions. Both stevioside and its analog, rebaudioside A, have been found to be stable when formulated in acidulated beverages that were stored at 60 °C for 5 days. Detailed stability profiles have been determined for stevioside when treated with dilute min-

eral acids and enzymes. A large number of analytical methods are available for the determination of purity and stability of stevioside and rebaudioside A [2, 5].

Overseas, steviosides have been successfully marketed in conjunction with sugar as “double strength” sugars. Marketing with sucrose could enable the sugar industry to provide a complete range of sweeteners including low-calorie and no-calorie products. In soft drinks alone artificial sweeteners (imported) currently replace the equivalent of 40 000 tonnes of sugar a year, valued at over \$12 million. Other diet products including cordials, juices, some jams and some sweets also contain chemical sweeteners in place of sugar and are potential markets for stevia. The ability to be used in baking opens the potential for new, low or no-sucrose but sweet tasting cakes, biscuits, pastries etc [3, 7].

The root of licorice (*Glycyrrhiza glabra*), especially the root bark, contains about 4 % glycyrrhizin, the potassium or calcium salt of glycyrrhizinic acid. The latter is a glycoside of a pentacyclic triterpene carboxylic acid (18 β -glycyrrhetic acid) with two molecules glucuronic acid. Glycyrrhizin is about 50 times sweeter than sucrose (cane sugar). Furthermore, a flavonoid glycoside has been identified: liquiritin. The aglycon liquiritigenin is in part spontaneously formed when the root is dried; it is responsible for the spasmolytic effects of licorice. Licorice contains only traces of essential oil; volatile constituents identified include bicyclic monoterpene ketones (fenchone, thujone) and coumarins (herniarin, umbelliferone).

Glycyrrizin is present in the form of glycyrrizic acid. It contains isoliquiritin and a glyceride which is 2,2 % that gets converted to liquiritin. It is the compound that is responsible for more salivary secretion in the mouth. It also contains steroid and estrogen. Besides this, it contains 3,8 % glucose, 2,4 to 6,5 % sucrose, starch 30 %, asparagines, bitter substance, resin 2 to 4 %, a volatile oil 0,03 to 0,35 % and a coloring substance.



R

Glycyrrhizin	β -glcA ² - β -glcA
MGGR	β -glcA

Glycyrrhizin has been rated as approximately 50–100 times the sweetness of sucrose, although it has a slow onset of sweet taste and a long aftertaste. Ammoniated glycyrrhizin has similar hedonic properties to glycyrrhizin. Its sweetness potency, which is about 50 times that of sucrose, is increased in the presence of sucrose. There are many applications for this compound as a flavorant, flavor modifier, and foaming agent. Although it is useful for incorporation into confectionery and dessert items, ammoniated glycyrrhizin is only used in carbonated beverages that do not have too low a pH because this substance tends to precipitate at pH levels less than 4,5 [1, 9].

Research is carried out with support of the Federal target program ГК № 02.512.11.2262.

Библиографический список

1. Толстиков, Г. А. Солодка: биоразнообразие, химия, применение в медицине / Г. А. Толстиков, Л. А. Балтина, В. П. Гранкина, Р. М. Кондратенко, Т. Г. Толстикова. – Новосибирск : Академическое издательство «Гео», 2007. – 311 с.
2. Bakal, A. I. Stevioside / A. I. Bakal, L. O'Brien Nabors // Alternative Sweeteners. – New York : Marcel Dekker, 1986. – P. 295–307.

3. **Barriocanal, L. A.** Apparent lack of pharmacological effect of steviol glycosides used as sweeteners / L. A. Barriocanal, M. Palacios, G. Benitez, S. Benitez, J. T. Jimenez, N. Jimenez, V. Rojas // Regul. Toxicol. Pharmacol. – 2008.
4. **De Oliveira, B. H.** Enzymatic modification of stevioside by cell-free extract of *Gibberella fujikuroi* / B. H. de Oliveira, J. F. Packer, M. Chimelli, D. A. de Jesus // Journal of Biotechnology. – № 131. – P. 92–96.
5. **Kinghorn, A. D.** Stevioside / A. D. Kinghorn, D. D. Soejarto // Alternative Sweeteners. – 2nd edition, revised and expanded. – New York : Marcel Dekker, 1991. – P. 157–171.
6. **Mahidol, Ch.** Natural products for the improvement of the quality of life / Ch. Mahidol, H. Prawat, S. Ruchirawat // Pure & Appl. Chem. – 1997. – Vol. 69, No. 4. – P. 655–657.
7. **Midmore, D. J.** A new rural industry – Stevia – to replace imported chemical sweeteners / D. J. Midmore, A. H. Rank. – Publication No. W02/022, Project No. UCQ-16A.
8. **O'Brien Nabors, L.** Alternative Sweeteners / L. O'Brien Nabors. – 3rd edition, revised and expanded. – New York : Marcel Dekker, 2001. – All Rights Res. – P. 168. – ISBN 0-8247-0437-1.
9. **O'Brien Nabors, L.** A review of various other alternative sweeteners / L. O'Brien Nabors, G. E. Inglett // Alternative Sweeteners. – New York : Marcel Dekker, 1986. – P. 309–323.
10. **Saulo, A. A.** Sugars and Sweeteners in Foods / Aurora A. Saulo // Extension Specialist in Food Technology, Food Safety and Technology. – 2005. – FST-16. – Mar.

УДК 541.183:268.33

АДСОРБЦИЯ ИЗ ВОДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ СОРБЕНТОМ ОБР-1

Алыксов Нариман Мирзаевич, профессор, доктор химических наук, заведующий кафедрой аналитической и физической химии Астраханского государственного университета

Абуова Галина Бекмуратовна, аспирант кафедры водоснабжения Нижегородского архитектурно-строительного университета

Менкеев Олег Александрович, аспирант кафедры аналитической и физической химии Астраханского государственного университета

Нгуэн Кхань Зуй, аспирант кафедры аналитической и физической химии Астраханского государственного университета

Лобанов Сергей Викторович, аспирант кафедры аналитической и физической химии Астраханского государственного университета

Алыксова Анастасия Евгеньевна, студентка III курса химического факультета Астраханского государственного университета, e-mail: acuaalykova@mail.ru

Сахнова Варвара Александровна, студентка III курса химического факультета Астраханского государственного университета

Объедкова Ольга Александровна, аспирант кафедры аналитической и физической химии Астраханского государственного университета

Путем переработки отходов буровых работ получен сорбент ОБР-1, обладающий хорошей сорбционной способностью по отношению к органическим соединениям: фенолу, 2,4-дихлорфенолу, 2,4-нитрофенолу, формальдегиду, полиядерным ароматическим углеводородам, бензолу, нитробензолу и др. Изучена адсорбция этих соединений из воды сорбентом ОБР-1 в статическом и динамическом режимах. Рассчитана сорбционная емкость, константы сорбции при температурах 278, 295 и 315 К, на основании чего рассчитаны основные термодинамические характеристики сорбции. Полученные результаты использованы для разработки методики удаления органических токсикантов из воды.

Ключевые слова: адсорбция, новый сорбент, загрязнители воды, методы удаления.

By processing of waste of chisel works sorbent OBR-1, possessing good sorption ability in relation to organic compounds: to phenol, 2,4-dihlorphenol, to 2,4-nitrophenol, formaldehyde, polynuclear aromatic hydrocarbons, benzene, nitrobenzene, etc. is received. Adsorption of these compounds from water by sorbent OBR-1 in static and dynamic modes is studied. Sorption capacity, constants of sorption at temperatures 278, 295 and 315 K are calculated, on the basis of that the basic thermodynamic characteristics of sorption are calculated. The received results are used for developing the technique of removal of organic toxicants from water.

Key words: adsorption, new sorbent, pollutants of water, methods of removal.

Создание систем и методов обеспечения экологической безопасности территорий может быть достигнуто комплексом мероприятий, среди которых можно выделить следующие: разработка безотходных или малоотходных технологий, сводящих к минимуму выбросы токсикантов, в том числе серо-, кислород- и азотсодержащих соединений, полиядерных ароматических углеводородов, фенолов, остатков средств обеспечения эффективного бурения, тяжелых токсичных металлов и радионуклидов; разработка методов мониторинга с использованием эффективных методов концентрирования; разработка методов удаления из объектов окружающей среды основных групп токсикантов и нежелательных включений. Перечисленные задачи могут решаться различными способами, но наиболее простым и доступным является сорбционное концентрирование.

Целью работы явилось изучение сорбции бенз(а)пирена, фенола, формальдегида, 2,4-дихлорфенола, 2,4-динитрофенола и нитробензола сорбентом ОБР-1, полученном из отходов буровых работ в Каспийском море. Считается, что очистка и повторное использование отходов экономически невыгодно или технологически нецелесообразно. Отходы состоят из буровых сточных вод, отработанного бурового раствора и бурового шлама.

Отходы бурения в Каспийском море – радиационнобезопасный продукт (имеется санитарно-эпидемиологическое заключение отдела надзора за радиационной безопасностью Центра гигиены и эпидемиологии в г. Санкт-Петербурге, протокол № 1864/06 от 01.11.2006 г.). Суммарная удельная эффективная активность составляет 78 ± 10 Бк/кг при норме 370 Бк/кг. Содержание основных компонентов в отходах (в схватившихся, т.е. при 3-дневном хранении), %: SiO_2 – 39,88; Al_2O_3 – 7,78; CaCO_3 – 15,01; H_2O – 27,45; соли – до 10. Однако вместе с диоксидом кремния, каолином, карбонатом кальция и некоторыми другими оксидами отходы содержат также значительное количество хлорида натрия, соли железа, цинка, кадмия и др. Результаты определения компонентов в отходах приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Содержание компонентов в отходах буровых работ

Определяемые показатели	Нормативное содержание в грунтах и почвах, сельхозугодьях и материалах, используемых при производстве строительных материалов СанПиН 2.1.7.573-96	Результаты исследований 6-ти образцов. Первая цифра – наименьшее, вторая – наибольшее содержание
рН солевой вытяжки, ед.	6–9,7	8,5–8,8
Нефтепродукты, мг/кг	10	0,5–0,95
СПАВ, мг/кг	5	0,05–1,2
Хлориды, мг/кг	~ 1 500 (для песка)	25 000–38 000
Сульфаты, мг/кг	10 000 (песок, бетон)	790–950
Фосфаты, мг/кг	не нормировано	10–15
Сухой остаток после извлечения солей водой и упаривания воды, мг/кг		45 000–60 000
Железо подвижное, мг/кг	10	5–6,5
Цинк подвижный, мг/кг	не более 23	1,4–2,9
Свинец подвижный, мг/кг	не более 32	0,1–0,15
Кадмий подвижный, мг/кг	не более 1	0,005–0,01
Ртуть общая, мг/кг	не более 2	0,003–0,005
Никель подвижный, мг/кг	1	0,035–0,04
Марганец подвижный, мг/кг	2	1–5
Мышьяк, мг/кг	не более 0,05	0,045–0,05
Хром подвижный, мг/кг	0,05	0,01–0,02
Медь подвижная, мг/кг	3	0,25–0,35

Методика получения сорбента ОБР-1 [2]

Отходы буровых работ в том виде, в каком они поступают на захоронение, при их влажности от 10 до 60 % (грязь), смешивают с равным количеством поргланцемент-500. Если влажность смеси небольшая, то вносят соответствующее количество

воды для получения однородной бетонной массы. Массе дают подсохнуть до состояния, когда из нее можно сформовать колбаски, при использовании шнекового измельчителя, или гранулы, на установке для гранулирования керамзита. Высушивают массу при температуре 25–40 °С в токе воздуха, далее оставляют материал до полного схватывания, на что уходит 3–4 дня. При больших объемах производства можно использовать пропаривание острым паром в камерах для производства силикатного кирпича или бетонных изделий. Полученный материал выдерживают в проточной воде до тех пор, пока проба на хлорид-ион не будет отрицательной. Гранулы должны иметь диаметр от 15 до 20 мм, а колбаски, при длине 20–30 мм, должны иметь диаметр около 8–10 мм.

Изучение сорбционных характеристик ОБР-1

Реагенты и аппаратура: сорбент ОБР-1, углеводороды (бензол, бенз(α)пирен), фенолы (фенол, 2,4-динитрофенол, 2,4-дихлорфенол), нитробензол, формальдегид; спектрометр для изучения флуоресценции МРФ-4, концентрационные фотоэлектроколориметры КФК-3-Ц, КФК-3-МП, КФК-2, КФК-2-МП.

Общелaborаторное оборудование: центрифуги, нагреватели, встряхиватели, посуда мерная стеклянная и керамическая.

Температура растворов (278, 295, 315 К) поддерживалась постоянной с точностью ± 0,5.

Влияние pH на сорбцию. Экспериментально были определены области pH, при которых наиболее полно происходит адсорбция углеводородов и их производных на сорбенте ОБР-1. Для большинства изученных процессов адсорбция проходит в широком диапазоне pH от 3 до 8 (величины pH_{опт}, при которых проводились дальнейшие исследования).

Изотермы сорбции различных веществ из водных растворов. Содержание органических веществ в водных растворах до и после сорбции определяли фотометрическим методом с использованием индикаторной реакции с пиридилазорезорцином, при участии которого формируются соединения, окрашенные в красный цвет.

Концентрацию органических соединений определяли фотометрированием азодериватов (фенол и его производные), фотометрированием ионных ассоциатов (поверхностно-активные вещества) и конденсацией (формальдегид). Сорбцию проводили при 3-х температурах (278 ± 0,5, 295 ± 0,5, 315 ± 0,5 К).

Для этого в центрифужные пробирки вносили возрастающее количество раствора сорбата, доводили объемы растворов до 9 см³, далее во все растворы вносили систему реагентов для индикаторной реакции. Смеси перемешивали, центрифугировали при 3 000 об/мин в течение 5 мин. Далее отделяли жидкую фазу и проводили в ней индикаторную реакцию, измеряли люминесценцию или оптические плотности растворов. По полученным данным строили градуировочные графики (1 серия опытов). Далее готовили аналогично вторую серию растворов, для чего в каждую пробирку вносили по 0,5 г сорбента, возрастающее количество сорбата, доводили объемы буферным раствором с pH_{опт} до 10 см³.

По градуировочным графикам, с использованием результатов опытов 2 серии, определяли равновесные концентрации исследуемых веществ. Строили изотермы сорбции в координатах «сорбция (Г) – равновесная концентрация [с]».

Сорбцию (Г) рассчитывали по уравнению

$$Г = \frac{(C_0 - x) \cdot M \cdot V}{1000 \cdot m}, \quad (1)$$

где C₀ – исходная концентрация сорбата, моль/дм³; V – объем исследуемого раствора, дм³; x – остаточная (равновесная) концентрация сорбата, моль/дм³; M – молярная (или атомная) масса сорбата, г/моль; m – масса сорбента, г.

Изотермы сорбции некоторых органических соединений показаны на рис. 1–4.

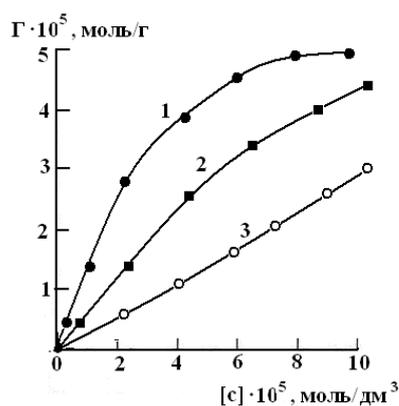


Рис. 1. Изотермы сорбции фенола из водных растворов сорбентом ОБР-1. 1 – 278 К; 2 – 295 К; 3 – 315 К

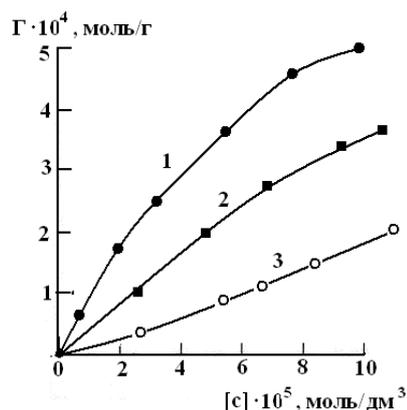


Рис. 2. Изотермы сорбции 2,4-дихлорфенола из водных растворов сорбентом ОБР-1. 1 – 278 К; 2 – 295 К; 3 – 315 К

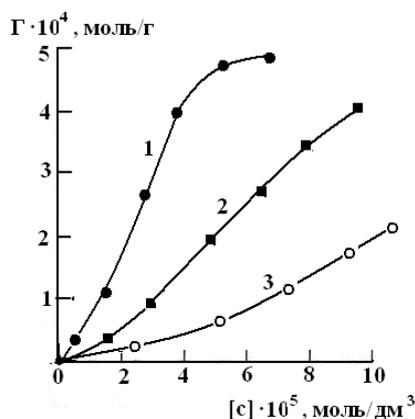


Рис. 3. Изотермы сорбции 2,4-динитрофенола из водных растворов сорбентом ОБР-1. 1 – 278 К; 2 – 295 К; 3 – 315 К

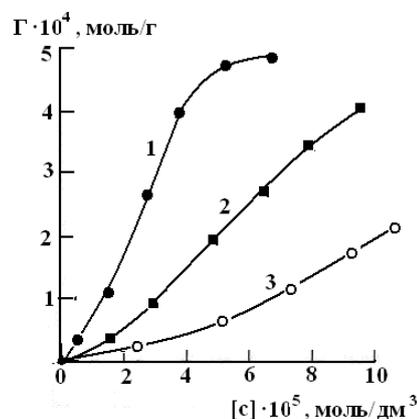


Рис. 4. Изотермы сорбции формальдегида из водных растворов сорбентом ОБР-1. 1 – 278 К; 2 – 295 К; 3 – 315 К

Изотермы сорбции изучаемых веществ на сорбенте ОБР-1 можно отнести к S-типу, т.е. это изотермы по Ленгмюру.

На основе изотерм сорбции, путем графического решения уравнения Ленгмюра в прямолинейной форме, определили предельную сорбцию A_{∞} (емкость сорбента) и константы сорбции K для T_1 , T_2 и T_3 .

Различие в адсорбции при разных температурах позволило рассчитать термодинамические характеристики сорбции: изменение энтальпии (ΔH), изобарно-изотермического потенциала (ΔG) и энтропии (ΔS), необходимые для трактовки механизма сорбции.

$$\Delta H = \frac{RT_i T_k \ln \frac{K_i}{K_k}}{T_i - T_k}, \quad (2)$$

$$\Delta G_i = -RT_i \ln K_i, \quad (3)$$

$$\Delta S_i = \frac{\Delta H - \Delta G_i}{T_i}. \quad (4)$$

Основные характеристики сорбции органических соединений сорбентом ОБР-1 приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Основные термодинамические характеристики сорбции
некоторых органических соединений сорбентом ОБР-1 из водных растворов**

Соединения	Константы сорбции $\cdot 10^3$ при температурах, К			$-\Delta H \cdot 10^3$, кДж/моль	$-\Delta G_{295} \cdot 10^3$, кДж/моль	ΔS_{295} , Дж/моль·К при 298 К	Γ_{∞} , мг/г при 298 К
	278	295	315				
Бензол	10 ± 1	$4,5 \pm 0,5$	$2,5 \pm 0,3$	$27, \pm 2,5$	$26,51 \pm 2,6$	$2,3 \pm 0,3$	10
Бенз(а)пирен	$25 \pm 3,5$	$12,5 \pm 2$	$4,5 \pm 0,6$	$13,6 \pm 1,5$	$23,34 \pm 3,5$	$-(32,7 \pm 5)$	450
Фенол	10 ± 1	$5 \pm 0,45$	$3 \pm 0,25$	$68,25 \pm 6,15$	$17,35 \pm 1,75$	$17,08 \pm 19,5$	10
Формальдегид	$12,5 \pm 1,5$	$5,2 \pm 0,8$	$2,5 \pm 0,3$	$31,62 \pm 3,1$	$26,87 \pm 2,5$	$15,9 \pm 1,5$	15
2,4-дихлорфенол	$18,5 \pm 1,5$	$8,5 \pm 0,9$	$2,7 \pm 0,3$	$37,81 \pm 3,5$	$28,08 \pm 2,5$	$61,6 \pm 5,9$	25
2,4-динитрофенол	$16,5 \pm 1,3$	$7,2 \pm 0,8$	$2,5 \pm 0,3$	$37,08 \pm 3,6$	$27,67 \pm 2,5$	$31,6 \pm 2,9$	35
Нитробензол	$10,5 \pm 1,1$	$5,15 \pm 0,65$	$2,7 \pm 0,3$	$26,68 \pm 2,5$	$26,84 \pm 2,55$	$-(1,5 \pm 0,1)$	15

Примечание: число параллельных опытов = 6; степень надежности = 0,95, критерий Стьюдента = 2,57.

Как видно из таблиц 1 и 2, сорбция изученных веществ возрастает с понижением температуры. Отрицательные значения изменений изобарно-изотермического потенциала и энтальпии свидетельствуют о самопроизвольном и экзотермическом процессе.

Кинетика сорбции. В колбу с раствором одного из сорбатов вносили 2,5 г сорбента ОБР-1, одновременно включали секундомер, быстро перемешивали смесь. Через 5, 10, 20, 30, 100, 150, 200, 300, 600, 900 с отбирали по 11 см² проб и центрифугировали 15 мин. Отбирали по 10 см³ центрифугата, быстро проводили соответствующую индикаторную реакцию и фотометрировали при максимуме полосы поглощения в кювете с толщиной 0,5 см относительно воды.

По полученным данным строили изотермы кинетики сорбции в координатах «оптическая плотность – время» при $278 \pm 0,5$, $295 \pm 0,5$ и $313 \pm 0,5$ К. Изотермы кинетики сорбции органических соединений на сорбенте ОБР-1 приведены на рисунках 5–8.

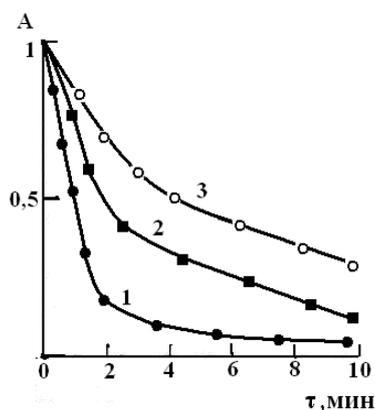


Рис. 5. Изотермы кинетики сорбции фенола сорбентом ОБР-1.
1 – 278 К; 2 – 295 К; 3 – 315 К

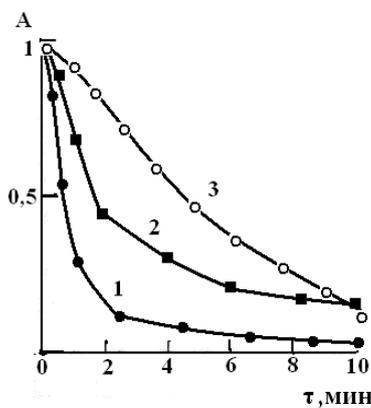


Рис. 6. Изотермы кинетики сорбции 2,4-дихлорфенола сорбентом ОБР-1.
1 – 278 К; 2 – 295 К; 3 – 315 К

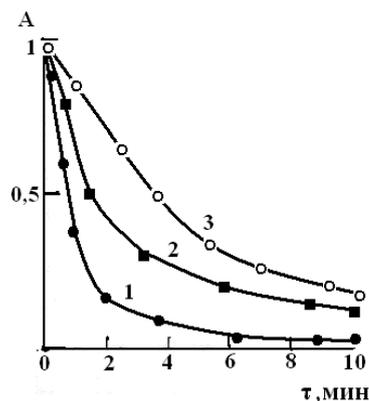


Рис. 7. Изотермы кинетики сорбции 2,4-динитрофенола сорбентом ОБР-1. 1 – 278 К; 2 – 295 К; 3 – 315 К

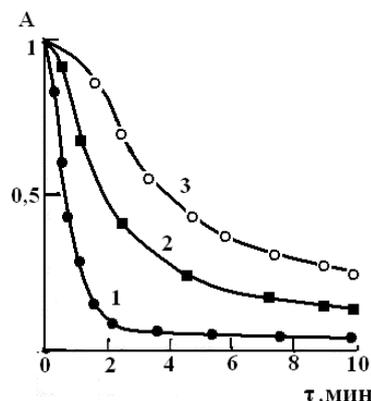


Рис. 8. Изотермы кинетики сорбции формальдегида сорбентом ОБР-1. 1 – 278 К; 2 – 295 К; 3 – 315 К

Для всех сорбционных процессов характерен достаточно крутой начальный участок изотерм кинетики сорбции. Процесс сорбции протекает быстро и практически заканчивается через несколько минут.

По экспериментальным данным, с использованием кинетического уравнения первого порядка, по уравнению (5) рассчитаны значения констант скоростей сорбции.

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{A_0}{A_i}, \quad (5)$$

где τ – время (с), A_0 – исходные оптические плотности (при $\tau = 0$), A_i – оптические плотности, соответствующие времени τ_i .

$$\ln PZ_0 = 10,36 + \ln T + \frac{\Delta S^\#}{R}. \quad (6)$$

В уравнении (6) PZ_0 – предэкспоненциальный фактор в уравнении Аррениуса, $\Delta S^\#$ – изменение энтропии активации формирования активированного комплекса, R – газовая постоянная, T – температура. Результаты расчета констант скоростей сорбции, $\Delta S^\#$ и $E_{\text{акт}}$ приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Результаты изучения кинетики сорбции
некоторых органических соединений-токсикантов из воды сорбентом ОБР-1**

Соединения	Константы скоростей $K \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ при температурах, К			$E_{\text{акт}}$, кДж/моль	$-\Delta S^\#$, Дж/моль·К
	278	295	315		
Бензол	$8,5 \pm 0,95$	$4,25 \pm 0,55$	$1,15 \pm 0,12$	$39,3 \pm 3,5$	225 ± 25
Бенз(а)пирен	$10,5 \pm 1,07$	$5,45 \pm 0,5$	$2,35 \pm 0,25$	$10,13 \pm 1,2$	285 ± 25
Фенол	$21,2 \pm 2,1$	$10,75 \pm 1,5$	$3,75 \pm 0,45$	$34,03 \pm 3,5$	205 ± 25
Формальдегид	$22,5 \pm 2,5$	$16,35 \pm 1,65$	$5,2 \pm 0,75$	$28,78 \pm 2,5$	285 ± 25
2,4-дихлорфенол	$18,5 \pm 1,75$	$9,45 \pm 1,05$	$3,25 \pm 0,45$	$34,17 \pm 3,5$	208 ± 20
2,4-динитрофенол	$20,3 \pm 2,1$	$10,8 \pm 1,15$	$3,25 \pm 0,45$	$36 \pm 3,5$	210 ± 20
Нитробензол	$9,8 \pm 1,05$	$5,35 \pm 0,65$	$2,1 \pm 0,25$	$30,27 \pm 3,05$	280 ± 25

Примечание: число параллельных опытов = 6; степень надежности = 0,95; критерий Стьюдента = 2,57.

Анализ результатов, приведенных в таблицах 2 и 3, позволяет считать, что во всех случаях адсорбция проходит в 2 стадии. Первая стадия – формирование адсорбционного активированного комплекса (АК), захват сорбентом сорбата, при этом процесс сопровождается только лишь образованием унитарной неустойчивой частицы (величины $\Delta S^\#$, в основном, отрицательны). АК становится более устойчивым, когда про-

исходит перераспределение связей и вытеснение воды из координационной сферы сорбента и органического вещества-сорбата.

Полученные экспериментальные результаты были использованы для разработки способа очистки воды природной (р. Волга, у водозабора г. Астрахани) и с добавлением различных веществ-токсикантов.

Результаты очистки воды от загрязнителей, присутствующих совместно, сорбентом ОБР-1

Были проведены опыты по очистке воды от ряда органических и неорганических загрязнителей, присутствующих совместно. Загрязнители вносили в исходную воду в количествах, указанных в таблице 4.

После очистки вода имела показатели по каждому загрязнителю в пределах от 0,001 до 0,1 ПДК.

Таблица 4

Эффективность очистки воды от органических соединений сорбентом ОБР-1

Определяемый показатель	Содержание, мг/дм ³		Эффективность очистки, %
	До сорбции	После сорбции	
Органические загрязнители			
Бензол	5 ± 0,1	0,01 ± 0,005	99,8
Бенз(а)пирен	0,25 ± 0,05	0,00025	99,9
Фенол	1 ± 0,01	0,001 ± 0,0005	99,9
Формальдегид	1 ± 0,01	0,001 ± 0,0005	99,9
2,4-дихлорфенол	0,5 ± 0,01	0,0005 ± 0,0001	99,9
2,4-динитрофенол	0,5 ± 0,01	0,0005 ± 0,0001	99,9
Нитробензол	0,0005	Не обнаружено	99,99

Проверка эффективности очистки воды сорбентом ОБР-1 показала, что сорбент ОБР-1 обладает высокой поглотительной способностью к органическим соединениям.

Таким образом, сорбент ОБР-1 по своим сорбционно-структурным характеристикам и способности очищать воду от различных загрязнителей не только конкурирует с известными сорбентами для очистки воды, но и превосходит их (например, сорбент СВ-4) по стоимости [1].

Библиографический список

1. *Алыков, Н. М.* Опоки Астраханской области / Н. М. Алыков : монография ; под ред. проф. Н. М. Алыкова. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2005.
2. *Сахнова, В. А.* Создание технологий использования отходов бурения в Каспийском море / Н. М. Алыков, В. А. Сахнова // *Фундаментальные и прикладные проблемы современной химии : материалы II Международной конференции (15–17 апреля 2008 г.)*. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2008. – 397 с.

УДК 504.75: 14.00.30: 14.00.33

ЭНТЕРОСОРБЕНТЫ ИЗ ОПОК АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Алыкова Анастасия Евгеньевна, студентка III курса химического факультета Астраханского государственного университета, e-mail: асуаалыкова@mail.ru

Куанышбаева Эльвира Садыговна, аспирант кафедры аналитической и физической химии Астраханского государственного университета

Алыков Нариман Мирзаевич, профессор, доктор химических наук, заведующий кафедрой аналитической и физической химии Астраханского государственного университета

Алыкова Лариса Евгеньевна, инженер ООО НПП «Поиск» при Астраханском государственном университете

Путем насыщения сорбентов-опок различными витаминсодержащими экстрактами и соками свежей и квашеной капусты, а также из плодов и ягод получены энтеросорбенты с многофункциональными свойствами. Во-первых, они удаляют из желудочно-кишечного тракта

тяжелые металлы, различные патогенные амины, окислители и выполняют в желудочно-кишечном тракте витаминные функции. Данные энтеросорбенты при их нанесении на кожу способствуют заживлению мелких гнойничков, дерматитов, т.е. их можно использовать как лечебно-профилактические косметические средства.

Ключевые слова: энтеросорбенты, опоки, сорбция.

By saturation of sorbent-molding boxes by various vitaminous extracts and juice of fresh and sour cabbage, and also from fruits and berries enterosorbents with multipurpose properties are received. First, they eliminate heavy metals, various pathogenic amines, oxidizers from gastrointestinal tract and at the same time they carry out vitamin functions in gastrointestinal tract. These enterosorbents, at their drawing on skin, promotes healing small abscesses, dermatites, i.e. in this case enterosorbents can be used as treatment-and-prophylactic cosmetic means.

Key words: enterosorbents, molding boxes, sorption.

Целью данной работы явилось изучение адсорбции на сорбенте СВ-1 в статическом и динамическом вариантах ряда водорастворимых витаминов с целью получения энтеросорбентов с многофункциональными свойствами.

Сорбционное концентрирование водорастворимых витаминов на сорбенте СВ-1. Экспериментальная часть

Реагенты и аппаратура: водорастворимые витамины В₁, В₂, В₆, В₁₂, В₁₅, U, C – кристаллические вещества чистоты на уровне хч; буферные растворы аммонийно-ацетатные с рН 3–11 (среды с иными значениями рН создавали из растворов HCl или KOH; ионная сила поддерживалась постоянной ($\mu = 0,05$, KCl); температура растворов (278, 295, 315 K) поддерживалась постоянной с точностью $\pm 0,5^\circ$); концентрационные фотоэлектроколориметры, КФК-3Ц, КФК-3-МП, флуориметр ЭФ-3М; иономер «Эконикс-эксперт 001» с набором электродов для рН-метрии.

Получение сорбента. Сорбент СВ-1 получают так: размалывают опоки до состояния пудры, далее высыпают эту пудру в воду (соотношение пудра : вода = 1:10 по массе), интенсивно перемешивают, перемешивание прекращают и через 20 с сливают верхнюю часть жидкости (2/3 объема) в другой стакан, оставляют в этом стакане на 25 мин, а жидкость отбрасывают. Оставшийся на дне стакана осадок переносят на стеклянную поверхность и высушивают в токе воздуха (комнатный вентилятор) при 20–35 °С, сухой остаток переносят в фарфоровую чашку и выдерживают в сушильном шкафу 6 ч при температуре 100–105 °С, далее полученный сорбент помещают в склянку с плотно притертой пробкой. Этот сорбент можно использовать как основу для получения самых различных комбинированных энтеросорбентов.

Были проведены адсорбционно-структурные исследования полученных сорбентов: определение размеров частиц с использованием седиментационного и ситового анализа их удельной поверхности путем исследования адсорбции изопропанола из растворов с различной концентрацией.

Удельная поверхность составляет радиус частиц 750–800 м², 50–80 нм.

Изучение влияния рН на адсорбцию. Приготавливали серию растворов с постоянной концентрацией витаминов 10⁻⁴ или 10⁻⁵ моль/дм³ и переменной величиной рН от 1 до 12. У полученных растворов измеряли оптические плотности при оптимальной длине волны (А) (соединения витаминов В₁, В₆, В₁₅ с парадиметиламинобензальдегидом (ПДАБА), витаминов В₂, В₁₂ и U в виде их ионных ассоциатов с метилоранжем, продукта взаимодействия витамина C с реактивом Несслера), или интенсивность свечения (I) (витамин В₂). В такие же исходные растворы витаминов вносили по 0,2 г сорбента СВ-1, встряхивали 5 мин, давали смесям отстояться, отбирали часть осветленной фракции, центрифугировали, добавляли в раствор системы индикаторных реагентов и измеряли интенсивности флуоресценции, или оптические плотности, центрифугатов, как и в предыдущем случае. По результатам таких измерений до и после сорбции строили графические зависимости «оптическая плотность (интенсивность свечения) – рН». Как видно из рисунка 1, сорбция изучаемых витаминов проходит вполне удовлетворительно в области рН от 3 до 8.

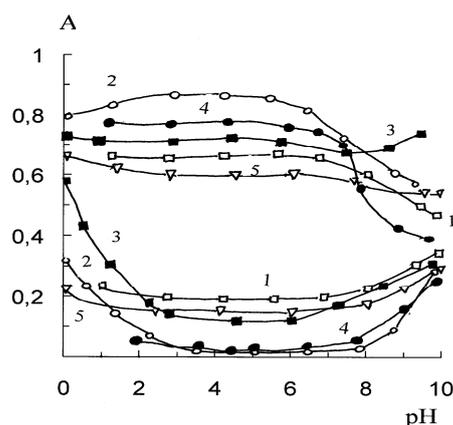


Рис. 1. Оптические плотности водных растворов витаминов и их соединений с индикаторными реагентами в зависимости от рН до сорбции (верхний кривые) и после сорбции (нижний кривые): 1 – В₁₂ (540 нм); 2 – В₂ (430 нм); 3 – В₁-комплекс с ПДАБА (440 нм); 4 – В₆-комплекс с ПДАБА (440 нм); 5 – U-комплекс с ПФ + А1 (600 нм).

T = 298 К. Кювета толщиной 1 см, измерения – относительно воды при 298 К

Дальнейшее изучение адсорбции витаминов проводили в области рН 5,9–6,5 в ацетатно-аммонийном буферном растворе (ионная сила $\mu = 0,05$). В этот раствор вносили хлорид калия таким образом, чтобы при разбавлении буферного раствора до концентрации $0,02 \text{ моль/дм}^3$ ионная сила сохранялась на уровне $\mu = 0,05$.

Изотермы статистической сорбции витаминов на сорбенте СВ-1. Изотермы сорбции водорастворимых витаминов изучены в статическом режиме при рН $\approx 6,2$. Для этого приготавливали растворы витаминов с концентрациями $0; 1 \cdot 10^{-5}; 2 \cdot 10^{-5}; 3 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3$ (конечные объемы составляли 100 см^3) и измеряли оптические плотности этих растворов или их соединений с использованием индикаторных реакций. В такие исходные же растворы вносили по $0,5 \text{ г}$ сорбента, встряхивали 10 мин , отстаивали $25\text{--}30 \text{ мин}$, центрифугировали, в осветленные растворы вносили индикаторные системы и измеряли оптические плотности, или интенсивности свечения, витаминов с индикаторными реагентами.

По величинам оптических плотностей растворов до сорбции строили градуировочные графики (обычно для концентраций $0\text{--}5 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3$), с их использованием находили равновесные концентрации [C] для растворов после сорбции витаминов. Концентрацию витаминов, поглощенных сорбентом массой m , оценивали так:

$$C = \frac{C_{\text{исх}} - [C]}{m} \quad (1)$$

Объем растворов составлял 100 см^3 . Сорбция (A) оценивалась количеством моль витаминов, поглощенных 1 г сорбента.

Были построены изотермы в координатах «адсорбция (A), моль/г – равновесная концентрация [C], моль/дм³» (рис. 2 и 3). Как видно из изотерм адсорбции витаминов, выбранный сорбент достаточно эффективен и может быть использован в аналитических, экологических и технологических целях.

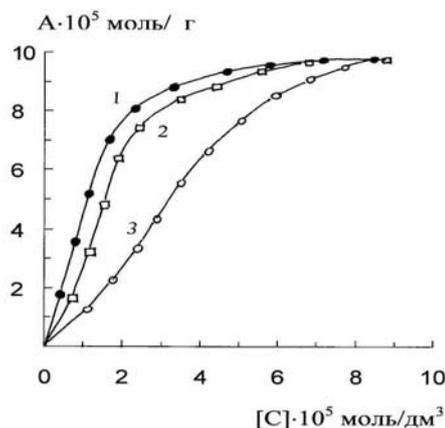


Рис. 2. Изотермы сорбции витамина В₁ сорбентом СВ-1 при температурах 278 К (1), 285 К (2) и 298 К (3), рН 6,2. Фотометрическое изучение при 440 нм

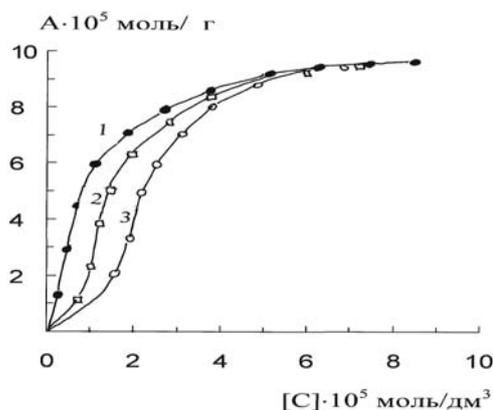


Рис. 3. Изотермы сорбции витамина В₂ сорбентом СВ-1 из водных растворов с рН 6,5 при температурах 278 К (1), 285 К (2), 295 К (3). Фотометрическое изучение при 430 нм

Термодинамические характеристики статической сорбции. Эффективность сорбционных процессов можно оценить по изменению энтальпий сорбции ΔH , которые можно рассчитать с использованием уравнения

$$\Delta H = \frac{RT_i T_k \lg \frac{K_k}{K_i}}{T_k - T_i}, \quad (2)$$

где T_i , T_k – две температуры, K_i , K_k – соответствующие им константы сорбции. Константы сорбции (K_i , K_k , K_j) и емкость сорбента A_∞ рассчитывались графическим путем.

Для этого были построены зависимости «обратная величина сорбции – обратная величина концентрации», с использованием которых были рассчитаны константы сорбции для разных температур и величины предельной сорбции для 295 К, которые были пересчитаны в мг/г (A_∞).

Величины изобарно-изотермического потенциала ΔG были рассчитаны с использованием уравнения

$$-\Delta G_i = RT_i \ln K_i. \quad (3)$$

По рассчитанным величинам ΔH и ΔG по формуле

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (4)$$

для 295 К были рассчитаны величины изменения энтропии статической сорбции ΔS .

В таблице 1 приведены результаты расчетов $\lg K$, ΔG , ΔS и A_{∞} для различных витаминов на сорбенте СВ-1.

Таблица 1

Основные характеристики сорбции водорастворимых витаминов на СВ-1

Витамины	Константы скорости сорбции $K \cdot 10^{-4}$			- ΔH , кДж/моль	- ΔG_{298} , кДж/моль	ΔS_{298} , Дж/моль·К	A_{∞} , мг/г
	K_{278}	K_{285}	K_{298}				
B_1	1,75	8,05	15,06	7,46	29,53	74,06	30
B_2	0,85	2,06	4,84	5,98	25,83	69,47	21,9
B_3	1,5	3,76	13,33	7,51	29,17	71,31	21
B_6	0,71	1,53	3,42	5,4	19,48	47,2	16,7
B_9	1,02	4,43	8,89	7,45	28,2	69,6	43,9
B_{12}	1,16	2,97	16,6	8,62	29,74	70,8	100
B_{15}	0,68	1,67	6,11	7,58	27,27	66,1	25,5
U	2,13	10,5	24,4	8,37	30,69	74,9	20,1
C	0,83	1,43	3,6	5,04	25,96	70,2	10,5

Результаты, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о высокой сорбционной способности СВ-1 по отношению к водорастворимым витаминам. Вызывают особый интерес величины изобарно-изотермического потенциала процесса сорбции витаминов. Они достаточно низкие и могут характеризовать процессы сорбции в данном случае как хемосорбционные процессы.

Кинетика сорбции витаминов на сорбенте СВ-1. При изучении статической сорбции используются значения равновесных констант сорбции K , которые позволяют оценить термодинамические характеристики сорбционных процессов. С помощью этих характеристик можно оценить глубину и необратимость процесса сорбции. Но сорбционный процесс, согласно полученным результатам, (рис. 2 и 3, табл. 1) – это все же хемосорбция, если учитывать, что некоторое увеличение температуры приводит к ускорению наступления равновесия. В этом плане необходимо изучение скоростей сорбции, что позволит определить время наступления равновесия и, кроме этого, хотя бы ориентировочно оценить химизм процесса формирования активированного адсорбционного комплекса.

Порядок выполнения работы. В широкогорлой колбе приготавливали 500 см³ раствора какого-либо витамина с концентрацией $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л при pH 6,2. Отбирали 10 см³ раствора, весь оставшийся раствор термостатировали при $298 \pm 0,5$ К или погружали колбу в лед, добиваясь того, чтобы температура раствора находилась на уровне $278 \pm 0,5$ К. Вносили в колбу 20 г сорбента, быстро перемешивали, одновременно включали секундомер. Через определенные промежутки времени отбирали пробы мутного раствора, отфильтровывали через стеклянный фильтр или центрифугировали их. В начале проведения опытов отбирали пробы через 10, 20, 30, 40, 50 и 60 с, далее – через каждую минуту. Отбор проб заканчивали через 30 мин. Использовали индикаторные реакции, затем измеряли оптические плотности и строили изотермы кинетики сорбции в координатах «оптическая плотность – время». Аналогично проводили опыты и при $295 \pm 0,5$ К. Для примера приведены изотермы кинетики сорбции витаминов B_2 и B_3 (рис 4 и 5).

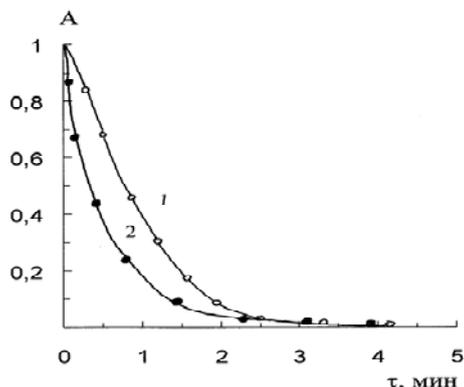


Рис. 4. Изотермы кинетики сорбции витамина В₂ (рибофлавина) сорбентом СВ-1 из водных растворов с рН 6 при температурах 278 К (1) и 295 К (2). Фотометрическое изучение при 480 нм, измерения проведены относительно воды. Кювета – 1 см

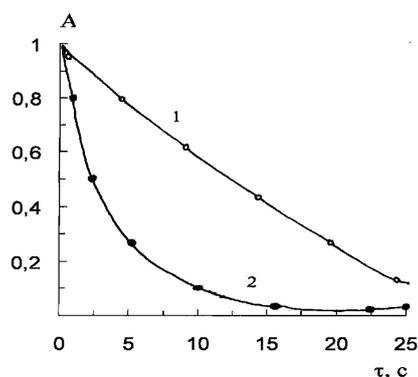


Рис. 5. Изотермы кинетики сорбции пантотеновой кислоты (В₃) на СВ-1 при рН 6,2 из водных растворов. Температура растворов: 1 – 278 К, 2 – 298 К. Концентрация В₃ – $4 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. Измерения относительно воды оптических плотностей экстрактов ионных ассоциатов МО-В₃ в хлороформе. Кювета – 1 см

Для всех сорбционных процессов характерен достаточно крутой начальный участок изотерм кинетики сорбции, процесс сорбции витаминов протекает достаточно быстро и практически заканчивается через несколько минут.

Сорбция представляет собой односторонний процесс, подчиняющийся кинетическому уравнению первого порядка

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{X_{\text{пред}}}{X_{\text{пред}} - x_{\tau}}, \quad (5)$$

где K – константа скорости процесса, $X_{\text{пред}}$ – предельная измеряемая характеристика, x_{τ} – та же характеристика, измеренная за время τ . При фотометрических измерениях вместо $X_{\text{пред}}$ можно использовать величину A_0 , т.е. оптическую плотность раствора до начала сорбции, вместо X_{τ} можно использовать величины оптических плотностей растворов при соответствующих значениях времени сорбции, тогда

$$K = \frac{1}{\tau_i} \cdot \ln \frac{A_0}{A_i}. \quad (6)$$

Рассчитанные для 2-х температур значения констант скоростей позволили путем графического решения уравнения Аррениуса определить энергию активации процесса образования активированного сорбционного комплекса $E_{\text{аак}}$ и величину логарифма

предэкспоненциального фактора $\ln PZ_0$. По полученным результатам, с использованием уравнения Эйринга

$$K = \frac{\kappa T}{h} \cdot e^{-\frac{E_{акт}}{RT}} \cdot e^{-\frac{\Delta S^*}{R}} \quad (7)$$

для $T = 298$ К были рассчитаны величины энтропии активации ΔS^* формирования промежуточных соединений – активированных адсорбционных комплексов (ААК). Рассчитанные основные характеристики кинетики сорбции водорастворимых витаминов сорбентом СВ-1 приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Основные характеристики кинетики сорбции
из водных растворов водорастворимых витаминов на сорбенте СВ-1**

Витамины	Константы скорости сорбции $K \cdot 10^{-4}$		$\ln PZ_0$	$E_{акт}$, кДж/моль	- ΔS^* , Дж/моль·К
	K_{278}	K_{278}			
V ₁	0,59	1,6	3	34,3	100,5
V ₂	0,114	0,254	6	20,78	83,6
V ₃	0,036	0,3	23	47,5	99
V ₆	0,172	0,293	7	21,1	75,23
V ₉	1,47	3,86	14	23,2	17,05
V ₁₂	1,43	3,5	4,75	23,09	93,94
V ₁₅	1,53	3,22	3,25	19,88	106,41
U	5,94	12,5	10,5	22,86	46,22
C	0,435	1	4,8	19,29	93,6

Основа образования адсорбционного активированного комплекса в случае сорбции водорастворимых витаминов – образование π -комплекса между молекулами воды на поверхности пор сорбента и сорбатом. Энергии активации этих процессов представляют собой энергии активации формирования дублетов в системе сорбент – сорбат, где основу взаимодействия составляют ван-дер-ваальсовы силы. Усложненные структуры водорастворимых витаминов уменьшает величину $E_{акт}$.

В чисто прикладном плане изучение кинетики адсорбции дает возможность судить о времени, при котором практически все сорбируемое вещество будет поглощено сорбентом. Вначале процесс сорбции идет быстро, по крайней мере за 20–40 с половина сорбата переходит на сорбент. За время от 2 до 8 мин в воде не остается сорбата, он весь переходит на сорбент и прочно удерживается на нем.

Получение энтеросорбентов

Создание витаминсодержащих энтеросорбентов является, в принципе, несложной задачей. Ее решение осуществляется:

- насыщением сорбента СВ-1 из водных растворов любыми видами водорастворимых витаминов. В этом случае могут быть использованы известные витамины или поливитаминные составы, например, витамин С, гендевит, ундевит и т.д.
- можно использовать различные настои, содержащие водорастворимые витамины. Например, настои шиповника, боярышника, лимона, смородины.
- особый интерес представляет использование капустного сока или рассола. В первом случае в сорбент переходят витамины С и U, а во втором – полный набор водорастворимых витаминов.

Материалы и оборудование: капуста белокочанная, сок капусты квашеной, плоды шиповника сухие, плоды боярышника сухие, плоды смородины свежей, яблоки свежие; сорбент СВ-1, вода дистиллированная; шнековый измельчитель (мясорубка), смеситель емкостью 250–1 000 см³, нагреватели, сушильный шкаф.

Пример 1. Около 5 кг белокочанной капусты тонко измельчают с использованием любого измельчителя (мясорубки), также можно воспользоваться соковыжималкой. После измельчения весь материал заливают дистиллированной водой до объема 10 дм³, перемешивают массу около 1 ч, отстаивают в течение 3 ч и отфильтровывают всю массу через бязевый фильтр. В конце фильтрования массу на фильтре отжимают. В получен-

ный фильтрат вносят 5 кг сорбента СВ-1, перемешивают 1 ч, отстаивают 1 ч, далее декантируют с сорбента водную фазу. Сорбент переносят на стеклянную поверхность, которая находится на столе и имеет уклон около 5°. Остатки воды стекают с сорбента, а его подсушивают потоком воздуха от вентилятора при температуре от 5 до 40 °С. Подсушенный сорбент собирают в керамическую, стеклянную или эмалированную тару и высушивают в термостате при температуре около 50 °С до постоянной массы. Полученный сорбент упаковывают в закрытые стеклянные емкости и хранят при температуре от 0 до 5 °С. Срок хранения составляет 2,5 года (энтеросорбент ЛК-6).

Пример 2. Рассол из-под квашеной капусты отфильтровывают через бязевый фильтр. В 10 дм³ рассола вносят 5 кг СВ-1 и перемешивают в течение часа. Отстаивают 1 ч, далее жидкость сливают, материал помещают на стеклянную пластину, через 1 ч подсушивают в потоке воздуха от вентилятора при температуре от 5 до 40 °С. После этого сорбент собирают в емкость, помещают в термостат при температуре от 50 до 55 °С. Хранят в стеклянной плотно упакованной посуде при температуре 0–5 °С. Срок хранения – 1 год (энтеросорбент ЛК-7).

Пример 3. Настаивают 2 кг тонкоизмельченных плодов шиповника, боярышника, смородины, яблок в 10 л воды при температуре от 60 до 70 °С в течение часа. Фильтруют через бязевый фильтр, отжимают, вносят 5 кг сорбента СВ-1. Когда каша расслоилась, декантируют воду, насколько это возможно. Всю массу переносят на стеклянную пластину и далее проводят все операции, как в примерах 1 и 2 (энтеросорбент ЛК-8–ЛК-11).

Использование витаминсодержащих энтеросорбентов ЛК-6–ЛК-10

Перед употреблением ЛК-6–ЛК-10 для профилактики поверхности тела приготавливают кашу, смешивая в равных долях (приблизительно) воду с каким-либо ЛК. Например, берут полстакана ЛК и полстакана воды, наносят кашу на лицо (делают маску), руки (ноги) на 1 час, далее смывают водой. Такие операции проводят 6–15 дней. Сроки зависят от степени повреждения кожного покрова. В результате проведения профилактических мероприятий кожа хорошо выглядит, исчезают мелкие гнойнички, дерматиты и др.

Профилактическое использование в желудочно-кишечном тракте. Около 10 г препарата ЛК-6–ЛК-10 (2 чайные ложки) залить в стакане 200 см³ воды, перемешать и выпить. Такую операцию необходимо проводить при различных желудочно-кишечных заболеваниях параллельно с использованием антибиотиков и других лекарственных средств. При использовании ЛК-6 – ЛК-10 происходит заживление язвы желудка.

Какого-либо разрешения Минздрава и других органов на производство, выпуск и использование препаратов на основе витаминов и опок не требуется, так как все эти вещества широко используются на практике.

ЛК-6–ЛК-10, используемые в качестве профилактического средства поверхности кожи, выпускаются в виде мазей в тубиках емкостью 200 см³.

ЛК-6–ЛК-10, используемые для профилактики желудочно-кишечных заболеваний, выпускаются в виде порошков, фасованных по 100 г и упакованных в пластиковые коробки.

Поглотительная способность ЛК-1–ЛК-10 по отношению к тяжелым элементам и общеизвестным токсикантам – органическим соединениям

Сорбенты, получаемые из опок Астраханской области, обладают способностью сорбировать из водных растворов различные токсиканты, такие как углеводороды, фенолы, поверхностно-активные вещества и ионы металлов. Но как поведут себя различные ЛК, остались ли на поверхности их частиц вакантные места после того, как на них уже адсорбированы ионы металлов или витамины? Этот вопрос также требует ответа. Для решения этой задачи при определении сорбционной емкости ЛК по отношению к ионам металлов была использована ионометрия.

Приготавливали градуировочные растворы для отдельных ионов с концентрациями 10⁻⁹; 10⁻⁸; 10⁻⁷; 10⁻⁶; 10⁻⁵; 10⁻⁴; 10⁻³ моль/дм³ (обратные логарифмы концентраций

pC: 9, 8, 7, ..., 3) и измеряли ЭДС растворов. Строили градуировочные графики в координатах «ЭДС – pC». Затем во все растворы вносили какой-либо ЛК (1г/50см³), перемешивали 5 мин, давали отстояться, отбирали по 25 см³ каждого раствора и вновь фиксировали показания иономера.

Для сравнения такую же работу проводили с использованием исходного сорбента СВ-1.

Данные по сорбционной емкости ЛК-6–ЛК-10 и СВ-1 по отношению к ионам металлов приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Сорбционная емкость различных ЛК (выборочно)
по отношению к тяжелым токсичным элементам из водных растворов, мг/г**

Ионы	СВ-1*	ЛК-6	ЛК-7	ЛК-10
Pb ²⁺	130	130	130	130
Hg ²⁺	130	130	130	130
Cd ²⁺	72	67,5	67	68
Zn ²⁺	40	34	33	34
Cu ²⁺	40	32,5	32,5	33
Mn ²⁺	32	30,5	31	31,5
Ni ²⁺	37	31,5	33	32,5
Fe ³⁺	35	31,5	32	31

Примечание: * – не содержит дополнительных включений.

Для изучения адсорбции фенолов, триэтиламина, триметиламина, некоторых катионных поверхностно-активных веществ и др. использовали фотометрические методы. Результаты исследований приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Сорбционная емкость различных ЛК (выборочно)
по отношению к некоторым токсичным органическим соединениям, мг/г**

Органические соединения	СВ-1	ЛК-6	ЛК-7	ЛК-10
Метанол	5,5	5	5	5
Формальдегид	2,5	2,2	2,2	2,2
Гидроксиламин солянокислый	5,6	5,4	5,4	5,4
Гидразин	2,4	2,2	2,2	2,2
Фенол	12,5	11,5	11,5	11,5
Дихлорфенол	20,5	20	20	20
Нитрофенол	19	18	18	18
Динитрофенол	23	21,5	21,5	21,5
Бензол	10,5	10,0	10	10
Толуол	9,5	9,5	9,5	9,5
Анилин солянокислый	19,5	19	19	19
Паранитроанилин	25,5	25,5	25,5	25,5
Триметиламин солянокислый	10,5	10	10	10
Диэтиламин солянокислый	19	19	19	19

Таким образом, сорбция на поверхности СВ-1 ионов металлов, а также ряда физиологически активных веществ не снижает общей сорбционной емкости полученных энтеросорбентов. Это обстоятельство может служить стимулом к расширению диапазона использования композиций от ЛК-6 до ЛК-10 в целях удаления из ЖКТ различных органических и неорганических токсикантов.

Результаты испытания лечебных композиций и энтеросорбентов

Ванны. Обычная ванна (для купания) заполняется водой примерно на 2/3 объема. В ванну погружают сухую лечебную композицию, все перемешивают. Человек погружается в ванну, время от времени перемешивая руками воду в течение 30 мин. Процедура может повторяться ежедневно в течение 6 дней.

Локальное воздействие. Кашицу из различных ЛК наносят слоем 3–5 мл на тот участок тела, которому необходим профилактический уход (голова, лицо, шея, ноги, руки и др.) Выдерживается в течение 3–4 часов, после чего смывается. Профилактические мероприятия проводятся в течение 6 дней.

Следует особо отметить, что при использовании ЛК в качестве профилактических средств улучшается общее состояние организма, увеличивается работоспособность.

Формы выпуска. ЛК-1–ЛК-5 для использования в виде лечебных грязей выпускаются в виде порошков (сухих смесей), фасованных по 200 г в герметичных пакетиках, которые упакованы в красиво оформленные пластиковые коробочки. ЛК-1–ЛК-5 для локального воздействия выпускается в виде мазей в тубиках по 100 см³.

Библиографический список

1. **Алыков, Н. М.** Опои Астраханской области / Н. М. Алыков ; под ред. Н. М. Алыкова. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2005. – 146 с.

2. **Алыков, Н. М.** Сорбционное концентрирование водорастворимых витаминов на сорбенте СВ-1 / Н. М. Алыков, И. С. Куанышбаева // Экологические системы и приборы. – 2007. – № 8. – С. 36–41.

УДК 543.73/74

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ЭЛОДЕИ)

Иглина Елена Владимировна, студентка IV курса химического факультета Астраханского государственного университета, e-mail: Iglinaelena@mail.ru

Алыков Нариман Мирзаевич, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой аналитической и физической химии Астраханского государственного университета

Изучено влияние поверхностно-активных веществ на содержание фотосинтетических пигментов листьев водных растений (на примере элодеи). Были проведены опыты по воздействию тетрабутиламмоний гидроксида (КПАВ), ОП-10 (НПАВ), стеарата натрия (АПАВ) и Z-92. Установлено, что влияние ПАВ на содержание ФСП в листьях элодеи однотипно. В отсутствие ПАВ содержание ФСП мало меняется во времени. С увеличением концентрации ПАВ содержание ФСП резко уменьшается. Но с течением времени, а также в тех случаях, когда содержание в воде ПАВ находится на очень высоком уровне (5 000 мг/дм³) и когда эта величина незначительна (5–10 мг/дм³), все равно содержание ФСП падает.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, элодея, фотосинтетические пигменты.

Influence of surface-active substances on the maintenance of photosynthetic pigments of leaves of water plants (by the example of the Canadian pondweed) is studied. Experiences on influence of tetrabutyl ammonium hydroxide (cationic surface active agent), OP-10 (nonionic surfactant), stearate sodium (anionic surfactant) and Z-92 are carried out. Influence of surface-active substances on the content of photosynthetic pigments in Canadian pondweed leaves is single-type. In absence of surface-active substances the content of photosynthetic pigments varies in time a little. With increase of surface-active substances concentration the content of photosynthetic pigments sharply decreases. But, in due course, and when the content of surface-active substances in water is at very high (5 000 mg/dm³) level, and when this size is insignificant (5–10 mg/dm³), all the same the content of photosynthetic pigments falls.

Key words: surface-active substances, Canadian pondweed, photosynthetic pigments.

Поверхностно-активные вещества – это вещества, адсорбция которых из жидкости на поверхности раздела с другой фазой (жидкой, твердой или газообразной) приводит к значительному понижению поверхностного натяжения. Классификация ПАВ основана на химической природе молекул и включает 4 основных класса: анионоактивные, катионоактивные, неионогенные и амфотерные. Все они являются одними из самых распространенных загрязнителей природных объектов. Попадание поверхностно-активных веществ в окружающую среду напрямую связано с их применением. Так, в широких масштабах ПАВ используются для промывки деталей и узлов различных машин, их гидравлических систем, для создания гидрофильных или гидрофобных поверхностей, для связывания воды. В крупных масштабах для предотвращения коррозии аппаратов и трубопроводов в нефтехимической, газоперерабаты-

вающей промышленности и при транспортировке нефти, нефтепродуктов и газа используются ингибиторы кислотной коррозии (ИКК), которые фактически являются катионными и нейтральными поверхностно-активными веществами, с их использованием связано загрязнение водоемов и почв. Наконец, различные ПАВ формируются в процессе гниения растительного материала, особенно в устьях и дельтах рек, в замкнутых водоемах и т.д. Эти ПАВ, образующиеся естественным путем, могут создавать общую напряженную экологическую обстановку. Поверхностно-активные вещества поражают растительность, губят почвенную биоту, вызывают заболевания населения. Хорошо известно влияние их на отдельные части растений. Вместе с тем, наиболее быстрым и показательным является их влияние на окрашенные компоненты листьев растений [1, 3].

Целью данной работы явилось изучение влияния ПАВ на содержание фотосинтетических пигментов (ФСП) в водных растениях.

Для решения проблемы влияния ПАВ на накопление ФСП в водных растениях нами была изучена методика выделения и последующего определения концентрации изучаемых ФСП в специально созданных для этого условиях. В качестве ФСП были выбраны хлорофилл *a* (Chl_a), хлорофилл *b* (Chl_b) и β -каротин ($\beta-k$). В качестве исследуемого водного растения были использованы листья элодеи. В качестве действующих ПАВ были выбраны тетрабутиламмоний гидроксид (КПАВ), ОП-10 (НПАВ), стеарат натрия (АПАВ) и Z-92.

Для того чтобы получить определенную картину воздействия ПАВ на ФСП листьев элодеи, их выдерживали в водных растворах с различным содержанием ПАВ.

Выполнение опытов. В 6 колб емкостью 1 000 см³ вносили по 1 000 см³ водопроводной отстойной воды, затем вносили поочередно в каждую из них раствор КПАВ так, чтобы в первой колбе концентрация была 0, во второй – 1, далее 10, 50, 100 и 400 мг/дм³. В следующие 6 колб аналогично вносили НПАВ так, чтобы в первой колбе концентрация была 0, во второй – 1, далее 10, 100, 1 000 и 5 000 мг/дм³. В случае с АПАВ таким же образом готовили растворы с концентрацией стеарата натрия в первой колбе 0, во второй – 0,5, далее – 5, 50, 500 и 1 000 мг/дм³. И еще в 6 колб емкостью 1 000 см³ вливали по 1 000 см³ водопроводной отстойной воды и поочередно в каждую из них вносили раствор Z-92 так, чтобы в первой колбе концентрация была 0, во второй – 2, далее – 10, 100, 1 000 и 5 000 мг/дм³. Во все емкости помещали одинаковое количество водных растений (элодеи) и отбирали по 1 г пробы водных растений из каждого сосуда сразу же, через 1 день, 2 дня, 3 дня. Помещали образцы в фарфоровые ступки, туда же добавляли по 1 г хорошо промытого речного песка. Смесь перетирала, после чего в фарфоровую ступку приливали 5 см³ гексана, при этом в органическую часть переходил $\beta-k$. Экстракт переносили в центрифужную пробирку и доводили объем содержимого пробирки до 10 см³ гексаном. Смесь центрифугировали в течение 10 мин при 3 000 об/мин, далее измеряли оптическую плотность экстракта при длине волны 450 нм в кювете толщиной 0,1 см относительно гексана. Выливали весь раствор из центрифужной пробирки, а в нее вносили 10 см³ смеси гексана и этанола (1:1), смесь тщательно перемешивали, при этом в органический слой переходили хлорофиллы. Через 10 мин смесь центрифугировали, далее центрифугат разбавляли в 10 раз смесью гексана и этанола (1:1) и снова измеряли оптические плотности растворов при длинах волн 645 и 663 нм в кювете толщиной 0,1 см относительно смеси растворителей [2].

Концентрации Chl_a , Chl_b и $\beta-k$ определяем по формулам:

$$Chl_a = 12,7 \cdot A_{663} - 2,69 \cdot A_{645} \text{ (мг/100 г)}, \quad (1)$$

$$Chl_b = 22,9 \cdot A_{645} - 4,68 \cdot A_{663} \text{ (мг/100 г)}, \quad (2)$$

$$m_{\beta-k} = 2,06 \cdot 10^3 \cdot A_{450} \text{ (мг/100 г)}. \quad (3)$$

Концентрацию $\beta-k$ определяли с учетом того, что при максимуме полосы поглощения (450 нм) молярный коэффициент светопоглощения его раствора в гексане равен 2 592.

По результатам расчетов были построены графические зависимости «время – содержание ФСП» (рис. 1–11).

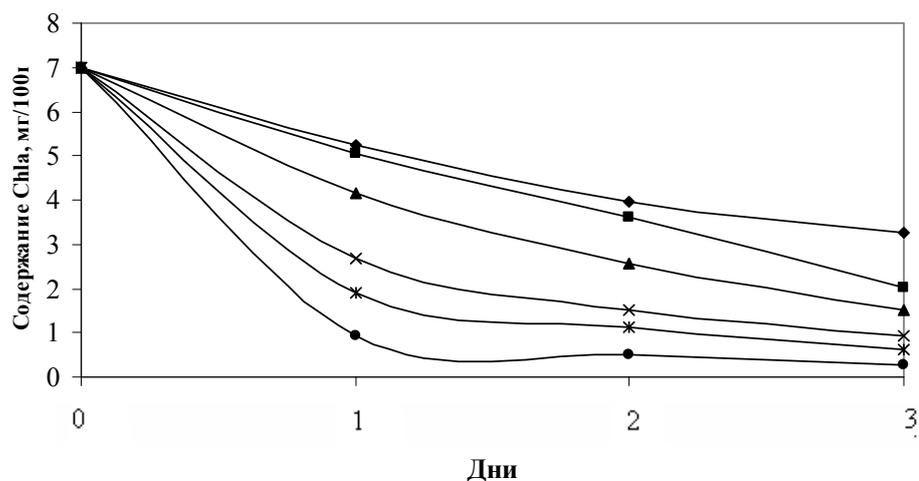


Рис. 1. Влияние КПАВ на содержание ChI_a при его различных концентрациях в водных растворах. Концентрации КПАВ, mg/dm^3 :

—◆— c = 0 —■— c = 1 —▲— c = 10 —×— c = 50 —*— c = 100 —●— c = 400

Температура $25 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$

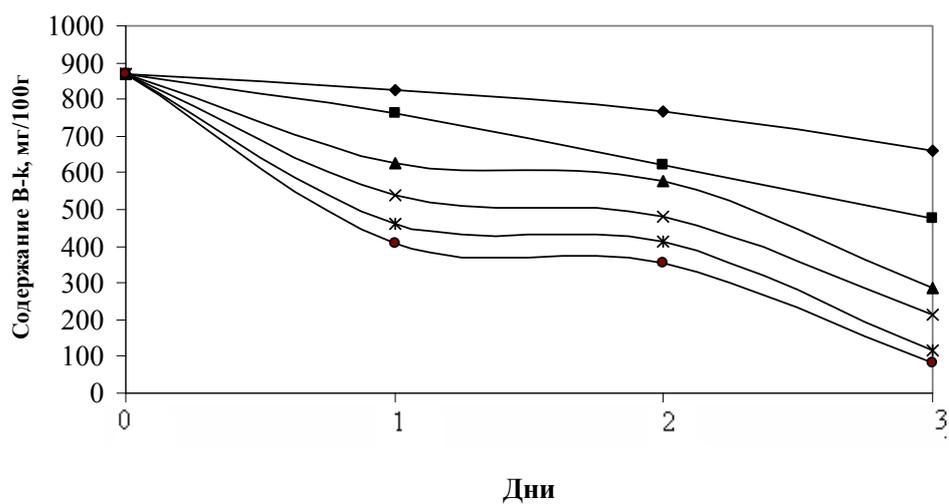


Рис. 2. Влияние КПАВ на содержание β -k при его различных концентрациях в водных растворах. Концентрации КПАВ, mg/dm^3 :

—◆— c = 0 —■— c = 1 —▲— c = 10 —×— c = 50 —*— c = 100 —●— c = 400

Температура $25 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$

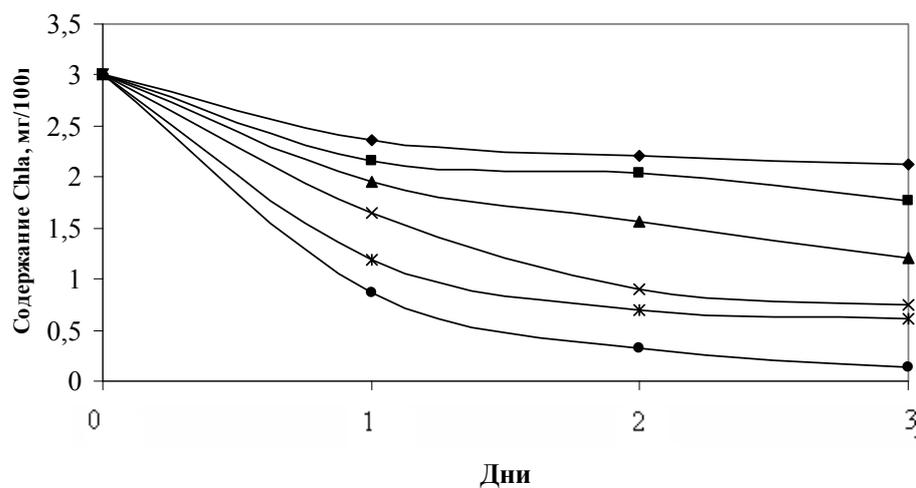


Рис. 3. Влияние НПАВ на содержание ChI_a при его различных концентрациях в водных растворах.
Концентрации НПАВ, мг/дм³:

—◆— $c = 0$ —■— $c = 1$ —▲— $c = 10$ —×— $c = 100$ —*— $c = 1000$ —●— $c = 5000$
Температура 25 ± 3 °С

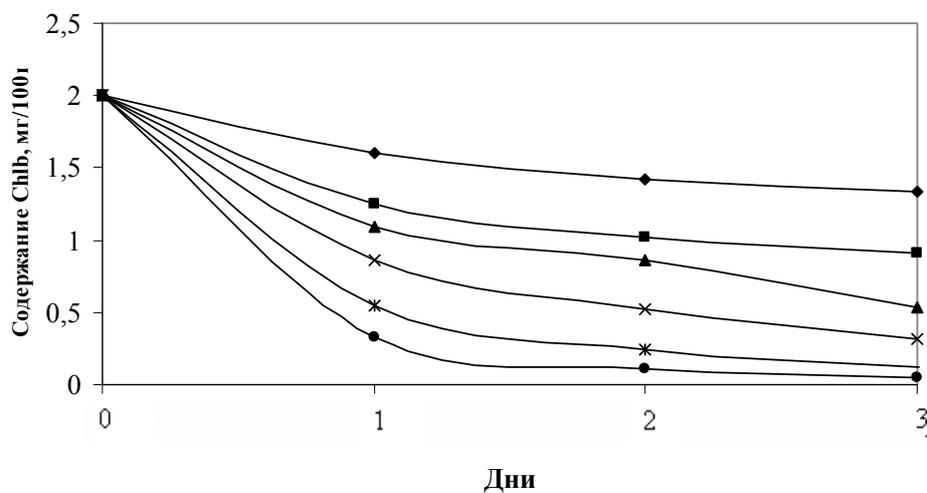


Рис. 4. Влияние НПАВ на содержание ChI_b при его различных концентрациях в водных растворах.
Концентрации НПАВ, мг/дм³:

—◆— $c = 0$ —■— $c = 1$ —▲— $c = 10$ —×— $c = 100$ —*— $c = 1000$ —●— $c = 5000$
Температура 25 ± 3 °С

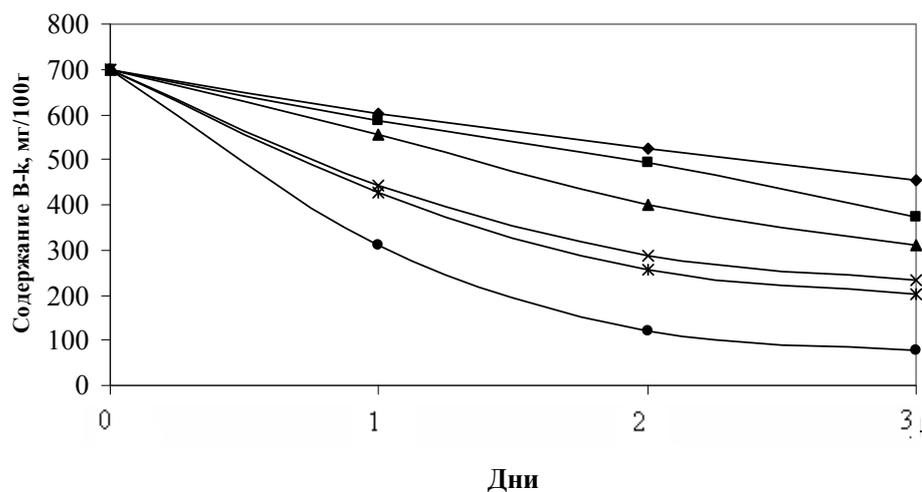


Рис. 5. Влияние НП АВ на содержание β -к при его различных концентрациях в водных растворах.
Концентрации НП АВ, мг/дм³:

—◆— c = 0 —■— c = 1 —▲— c = 10 —×— c = 100 —*— c = 1000 —●— c = 5000
Температура 25 ± 3 °С

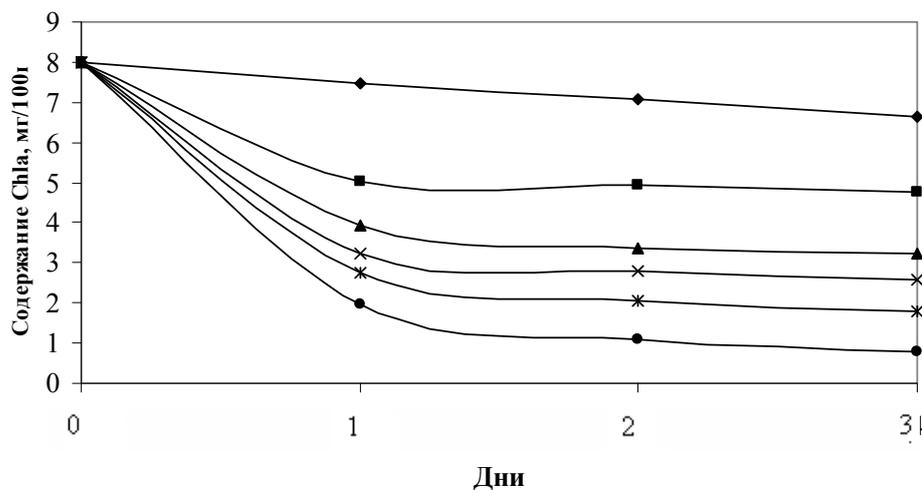


Рис. 6. Влияние АПАВ на содержание CH_1a при его различных концентрациях в водных растворах.
Концентрации АПАВ, мг/дм³:

—◆— c = 0 —■— c = 1 —▲— c = 5 —×— c = 50 —*— c = 500 —●— c = 1000
Температура 25 ± 3 °С

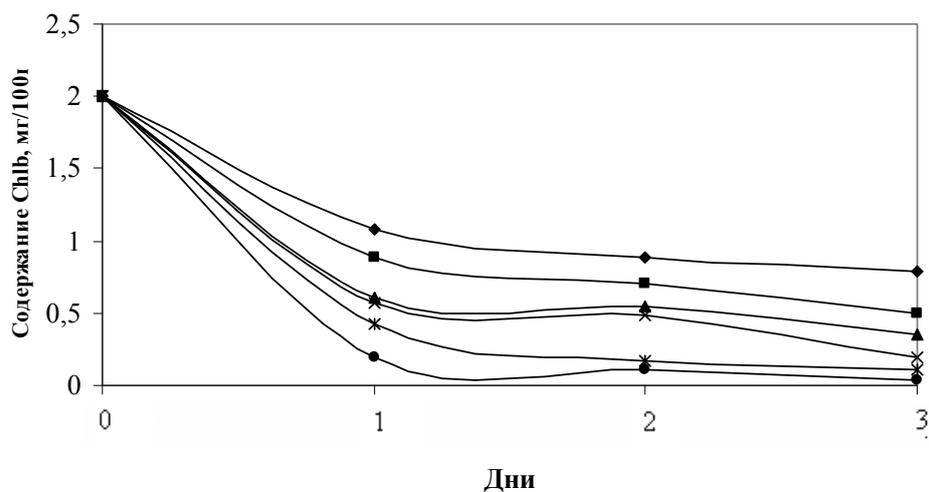


Рис. 7. Влияние АПАВ на содержание Chlb при его различных концентрациях в водных растворах.
Концентрации АПАВ, мг/дм³:

—◆— c = 0 —■— c = 1 —▲— c = 5 —×— c = 50 —*— c = 500 —●— c = 1000
Температура 25 ± 3 °С

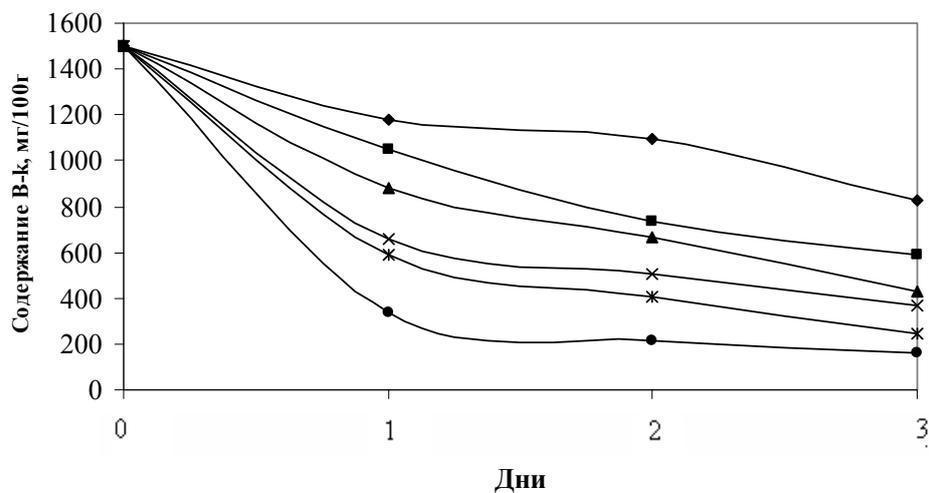


Рис. 8. Влияние АПАВ на содержание β-k при его различных концентрациях в водных растворах.
Концентрации АПАВ, мг/дм³:

—◆— c = 0 —■— c = 1 —▲— c = 5 —×— c = 50 —*— c = 500 —●— c = 1000
Температура 25 ± 3 °С

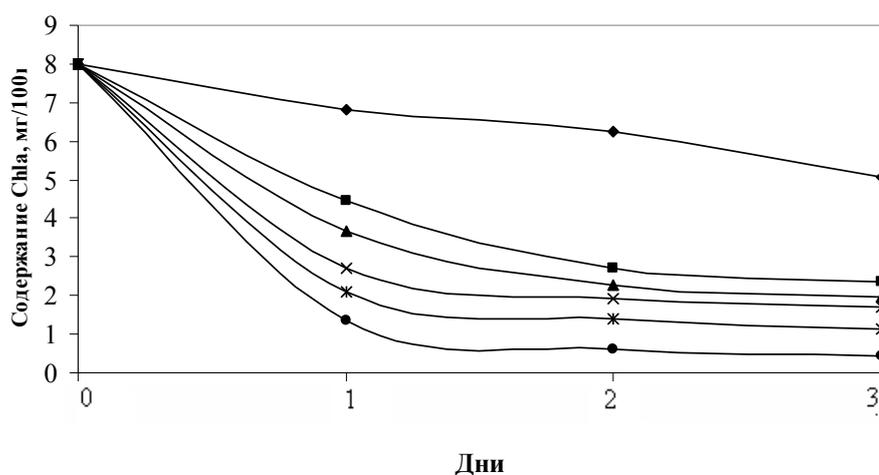


Рис. 9. Влияние Z-92 на содержание Chl_a при его различных концентрациях в водных растворах.
Концентрации Z-92, мг/дм³:

—◆— c = 0 —■— c = 2 —▲— c = 10 —×— c = 100 —*— c = 400 —●— c = 1000
Температура 25 ± 3 °С

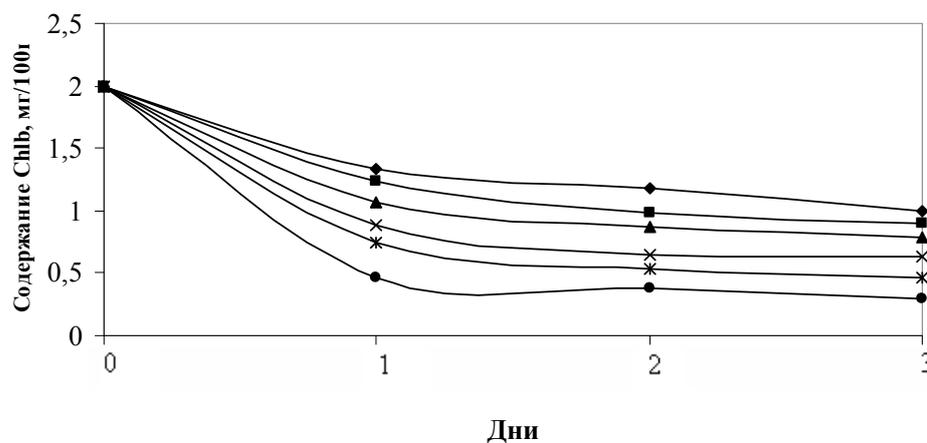


Рис. 10. Влияние Z-92 на содержание Chl_b при его различных концентрациях в водных растворах.
Концентрации Z-92, мг/дм³:

—◆— c = 0 —■— c = 2 —▲— c = 10 —×— c = 100 —*— c = 400 —●— c = 1000
Температура 25 ± 3 °С

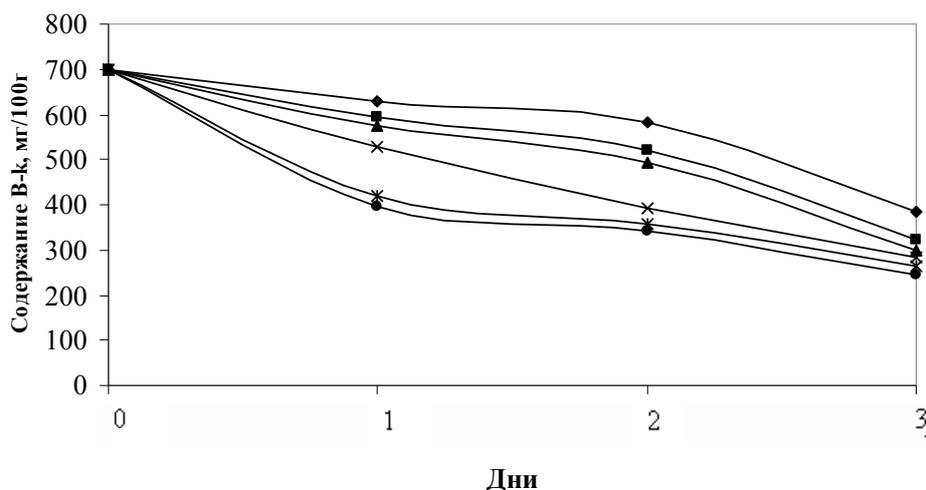


Рис. 11. Влияние Z-92 на содержание β-к при его различных концентрациях в водных растворах. Концентрации Z-92, мг/дм³:

—◆— c = 0 —■— c = 2 —▲— c = 10 —×— c = 100 —*— c = 400 —●— c = 1000
Температура 25 ± 3 °C

Как видно из приведенных выше рисунков, влияние ПАВ на содержание ФСП в листьях элодеи, по-видимому, однотипно. В отсутствие ПАВ содержание ФСП мало меняется во времени. С увеличением концентрации ПАВ содержание ФСП резко уменьшается. Но с течением времени, а также в тех случаях, когда содержание ПАВ в воде находится на очень высоком уровне (5 000 мг/дм³) и когда эта величина незначительна (5–10 мг/дм³), все равно содержание ФСП падает.

Библиографический список

1. **Алыков, Н. Н.** Влияние фенолов на содержание фотосинтетических пигментов в водных растениях (на примере элодеи) / Н. Н. Алыков, Е. В. Иглина, Е. С. Савельева, Е. Ю. Сергеева // Экологические системы и приборы. – 2008. – № 9. – С. 38–39.
2. **Алыков, Н. Н.** Воздействие диоксида серы на фотосинтетические пигменты листьев древесных пород г. Астрахани / Н. Н. Алыков, Е. Ю. Сергеева, Е. С. Савельева, Е. А. Сютлова // Экологические системы и приборы. – 2005. – № 9. – С. 78–80.
3. **Алыков, Н. М.** Поверхностно-активные вещества. Строение. Свойства. Применение : монография / Н. М. Алыков, Г. Н. Литвинова, Т. В. Алыкова, Ю. П. Васько [и др.] ; под ред. проф. Н. М. Алыкова и Т. В. Алыковой. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2001. – 128 с.

УДК 543.42.541.615

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМОКСИПИНА ПО ЕГО РЕАКЦИИ С м-КРЕЗОЛФТАЛЕКСОНОМ SA И В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА

Карибьянц Милита Андрониковна, доцент, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической и биоорганической химии Астраханского государственного университета

Мажитова Марина Владимировна, доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры неорганической и биоорганической химии Астраханского государственного университета, e-mail: marinamazhitova@yandex.ru

Исследовано влияние фармпрепарата эмоксипина на равновесия в растворах м-крезолфталексона SA (мКФТSA) в широком диапазоне кислотности среды. Обсуждены причины возникающей цветной

реакции и возможность ее применения для идентификации эмоксипина. Установлена возможность количественного определения эмоксипина по его реакции с МКФТСА в водных растворах препарата. Приведено уравнение градуировочного графика и результаты определения эмоксипина с его применением. Изучено комплексообразование м-крезолфталекона SA с ионами железа. Установлены основные спектрофотометрические характеристики системы, выяснен химизм комплексообразования. Исследована возможность применения м-крезолфталекона SA и его комплекса с ионами железа для идентификации и количественного определения лекарственного препарата широкого спектра действия эмоксипина.

Ключевые слова: фармацевтический препарат эмоксипин, м-крезолфталекон SA, идентификация, количественное определение.

The influence of pharmaceutical preparation Emoxipinum on the balance in solutions of m-cresolphthalexon SA (mCPSA) in the wide diapason of acid environment is studied. Reasons of colour reaction appearance and possibility of its using for Emoxipinum identification are discussed. Besides, possibility of quantitative determination of Emoxipinum in its reaction with mCPSA in water solutions of preparation is established. We give calibration diagram equation and results of Emoxipinum determination with its using. Complex formation of m-cresolphthalexon SA with iron ions is studied. Main spectrophotometric characteristics of the system are established, chemical processes of complex formation are found out. The possibility of the use of m-cresolphthalexon SA and its complex with iron ions for the identification and the quantity determination of the pharmaceutical preparation Emoxipinum with the wide spectrum of its action is researched.

Key words: the pharmaceutical preparation Emoxipinum, m-cresolphthalexon SA, identification, quantity determination.

Современный рынок фармацевтических препаратов пополняется новыми лекарственными средствами различного фармакологического действия. Появляется огромное количество препаратов, идентичных уже известным и широко применяемым в медицинской практике. Однако качество как вновь выпускаемых, так и уже известных препаратов оказывается достаточно низким. Более того, иные препараты не соответствуют своему назначению, т.е. являются фальсифицированными. Появляется все больше публикаций об этих проблемах [1, 3, 11]. Все это диктует необходимость строгого контроля качества предлагаемых аптечными магазинами и аптеками лекарственных средств.

Основной целью нашей работы было исследование возможности применения некоторых аналитических систем в качестве индикаторов на фармацевтический препарат эмоксипин.

Эмоксипин (Emr) является антиоксидантом, обладающим антигипоксической, ангиопротекторной, антиагрегационной активностью [9]. Первоначально препарат был предложен для применения в офтальмологической практике в качестве средства для лечения внутриглазных кровоизлияний, диабетической ретинопатии, центральных хориоретинальных дистрофий, тромбоза центральной вены сетчатки и ее ветвей, посттравматических кровоизлияний, осложненной миопии. Препарат назначают также для защиты сетчатой оболочки глаза при воздействии света высокой интенсивности (лазерные и солнечные ожоги, лазеркоагуляция). Кроме того, эмоксипин применяют в послеоперационном периоде у больных глаукомой с отслойкой сосудистой оболочки (хориоидеи). В последнее время эмоксипин успешно применяли при лечении других заболеваний, сопровождающихся усилением перекисного окисления липидов и гипоксией (инфаркт миокарда, нарушения мозгового кровообращения, кожные заболевания, глаукома и др.). В кардиологии эмоксипин применяется при остром инфаркте миокарда, для профилактики «синдрома реперфузии» и при нестабильной стенокардии. Выявлено, что препарат оказывает выраженное кардиопротекторное действие и способствует нормализации метаболизма при инфаркте миокарда.

В неврологии и нейрохирургии эмоксипин назначают при ишемических и геморрагических нарушениях мозгового кровообращения различного генеза, в том числе и травматического, в послеоперационном периоде по поводу эпи- и субдуральных гематом.

Вышесказанное определило выбор объекта исследования – препарата эмоксипина.

В работе использовали растворы эмоксипина в ампулах по 1 мл с концентрацией 1 %. Ампулы вскрывались непосредственно перед работой. Молярная концентрация эмоксипина в исходном растворе равна $6,17 \cdot 10^{-2}$ М. Рекомендуемые условия хранения соблюдены. Раствор реагента (10^{-3} М) готовили по точной навеске препарата с учетом влажности, стабилизировали несколькими кристаллами HgJ2 и разбавляли до концентрации $2 \cdot 10^{-4}$ непосредственно перед работой. Раствор соли (10^{-2}) железа (III) готовили из препарата $Fe_2(SO_4)_3$ марки «Х.Ч.» и разбавляли до рабочей концентрации $2 \cdot 10^{-4}$ М. В работе использовали аммиачно-ацетатные и солянокисло-ацетатные буферные смеси. Все растворы готовились на бидистилляте. Фотометрирование проводили на КФК-3, в кювете с толщиной поглощающего слоя 1 см. Все опыты проводились не менее чем в 3-х повторях, данные для градуировочной кривой получали приготовлением серий растворов не менее чем в 5-ти повторях.

С целью исследования влияния эмоксипина на спектральные характеристики м-КФТСА нами были получены спектры светопоглощения красителя и его же в присутствии фармацевтического препарата в широком диапазоне кислотности среды (рис. 1).

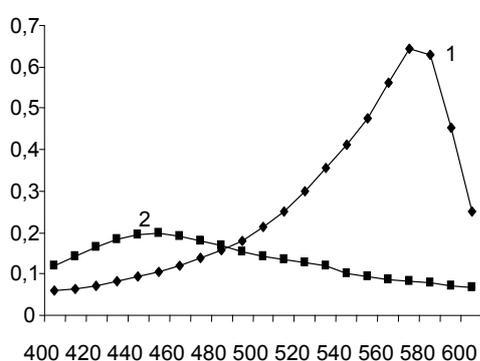


Рис. 1. Спектры светопоглощения реагента и его же в присутствии Emp pH 9, 1 – м-КФТСА; 2 – м-КФТСА-Emp

Основные спектрофотометрические характеристики системы м-КФТСА-Emp представлены в таблице 1.

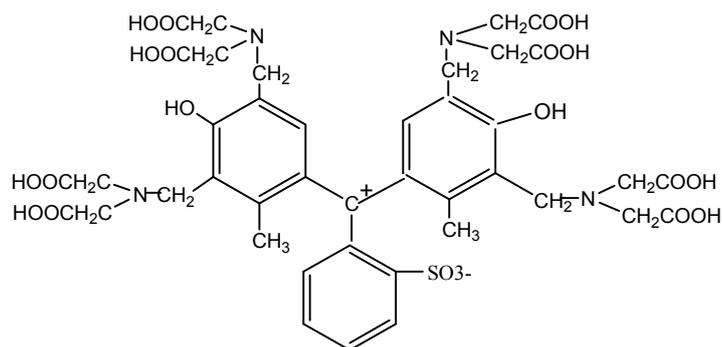
Таблица 1

Основные спектрофотометрические характеристики системы м-КФТСА-Emp

pH	λ_R , нм	λ_{R-Emp} , нм	$\Delta\lambda$, нм	$\epsilon_{R-Emp} \cdot 10^{-4}$
7	440	440	0	1,09
8	570	450	-120	0,99
9	570	450	-120	0,9
10	570	460	-110	1,02

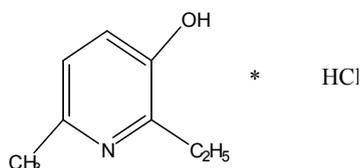
Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что в сильно и умеренно кислых, а также нейтральных средах введение эмоксипина не смещает полосы поглощения реагента, а с уменьшением кислотности среды в присутствии эмоксипина возникает значительный гипсохромный эффект, наиболее ярко выраженный при pH 8 и 9: $\Delta\lambda$ составляет 120 нм. С увеличением щелочности раствора степень гипсохромного эффекта несколько уменьшается и в сильно щелочных средах составляет 100 нм.

Возникающие в исследуемой системе цветные реакции можно объяснить следующим образом. М-КФТСА представляет собой 11-основную кислоту, содержащую кислотные группировки различной силы. В сильно и умеренно кислых средах он находится в форме 3-фенилметилкатиона и имеет желтую окраску [4, 6].



При pH 2,5–7 краситель диссоциирует по иминодиацетатным группировкам. При pH > 7 начинается диссоциация слабокислотных OH-групп реагента. В сильно щелочной среде м-КФТСА находится в полностью ионизированной форме и одно кольцо – в хиноидной форме.

Исследуемый фармацевтический препарат 3-окси-6-метил-2-этилпиридина гидрохлорид представляет собой соль органического основания [9].



Основность гетероатома (N) пиридинового кольца усилена присутствием в орто-положении к нему электронноотталкивающих алкил-радикалов, а также присутствием OH-группы, π-электроны которой оттягиваются гетероатомом азота, создавая на нем достаточно высокий отрицательный заряд. В сильно и умеренно кислых средах основность гетероатома нейтрализуется не только кислотной компонентой, но и протонами самой среды. При pH 8 и 9, когда реагент находится в почти полностью ионизированной и сильнополяризованной форме, введение эмоксипина вызывает резкое повышение окраски системы, что говорит об уменьшении цепи сопряжения π-электронной системы красителя и, следовательно, об уменьшении степени его поляризованности. Возможно, это связано с блокированием уже диссоциированных хромоформных групп реагента. Учитывая, что наиболее яркая цветная реакция в системе м-КФТСА-Emr наблюдается при большом избытке фармацевтического препарата, можно предположить, что уменьшение цепи сопряжения красителя связано с протонированием его слабокислотных хромоформных групп реагента водородом в процессе углубления диссоциации эмоксипина в щелочной среде по слабокислотной группе.

Высокая контрастность реакции м-КФТСА с Emr дает возможность использовать ее при идентификации исследуемого фармацевтического препарата при pH 8 и 9. Для обнаружения эмоксипина по реакции с м-КФТСА 1 мл красителя помещали в мерную пробирку на 10 мл, добавляли немного буферного раствора с pH 8 или 9, после перемешивания вносили 1 мл эмоксипина, доводили до метки той же буферной смесью и перемешивали. При этом сине-фиолетовая окраска реагента переходила в желтую. Для сравнения составляли в пробирке такого же объема аналогичную систему, но без эмоксипина. Идентификацию препарата проводили и капельным методом с применением часового стекла или фарфоровой чашки: каплю м-КФТСА помещали на соответствующую поверхность, добавляли 2 капли аммиачно-ацетатной буферной смеси с pH 8 или 9, при этом окраска реагента становилась сине-фиолетовой. Рядом составляли такую же систему и добавляли каплю эмоксипина. Окраска становилась желтой.

Для установления возможности количественного определения эмоксипина по его реакции с м-КФТSA необходимо было выяснить характер зависимости оптической плотности системы м-КФТSA-Еmp от концентрации фармацевтического препарата при pH 8. Корреляция полученных точек относительно прямой оказалась удовлетворительной. Закон Бугера – Ламберта – Бэра соблюдается в диапазоне концентрации эмоксипина от 0,535 мг/мл до 3,211 мг/мл, что дало возможность получить и рассчитать калибровочный график [2].

Уравнение калибровочной прямой с учетом дисперсии параметров a и b имеет вид:

$$Y_i = [(0,01147 \pm 0,0000978) + (0,0953 \pm 0,0001125)] x_i$$

С применением уравнения калибровочного графика было проведено определение эмоксипина в водных растворах. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Определение эмоксипина в воде					
Введено Еmp, мл	C_{Emp} , мг/мл	Оптич. плотность	Найдено	Абс. ошибка	Относ. ошибка, %
1	1,07	0,242	1,0915	0,0135	1,266
1	1,07	0,241	2,183	0,026	2,5
1	1,07	0,242	1,0915	0,0135	1,266
1,5	1,61	0,236	1,69	0,0805	5
1,5	1,61	0,237	1,57	0,04025	2,5
1,5	1,61	0,236	1,57	0,0805	5
2	2,141	0,232	2,034	0,107	5
2	2,141	0,233	2,087	0,053	2,5
2	2,141	0,233	2,087	0,053	2,5

С целью исследования возможности применения системы м-КФТSA-Fe³⁺ для идентификации эмоксипина предварительно было изучено комплексобразование в этой системе при различных соотношениях Me : R и при pH от 1 до 8. Абсорбционные кривые представлены на рисунках 2, 3.

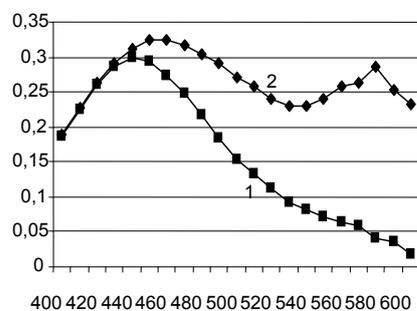


Рис. 2. Спектры светопоглощения м-КФТSA и его же в присутствии ионов Fe (III) при pH 3
1 – м-КФТSA
2 – м-КФТSA-Fe³⁺

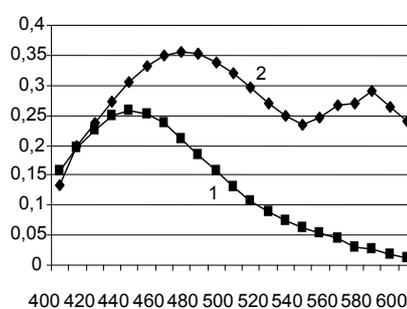


Рис. 3. Спектры светопоглощения м-КФТSA и его же в присутствии ионов Fe (III) при pH 4
1 – м-КФТSA
2 – м-КФТSA-Fe³⁺

Анализ полученных абсорбционных кривых показывает, что в системе возникает комплексное соединение в условиях избытка металла. Реакция сопровождается значительным bathochromic эффектом ($\Delta\lambda = 120$ nm). Оптимальная среда существования комплекса – pH 3 и 4. Основные спектрофотометрические характеристики системы м-КФТSA-Fe³⁺ приведены в таблице 3.

Таблица 3

Основные спектрофотометрические характеристики системы м-КФТSA-Fe³⁺

pH (оптим.)	$\lambda_{\text{м-КФТSA}}$, нм	$\lambda_{\text{Fe}^{3+}}$, нм	$\Delta\lambda$	Me : R	$\epsilon 10^{-4}$
3	460	580	120	3 : 2	1,14
4	460	580	120	2 : 1	1,7

Простейшее стехиометрическое соотношение Me : R было установлено методами изомолярных серий, молярных отношений [2] и стехиометрической точки А.А. Черкесова (рис. 4) [12].

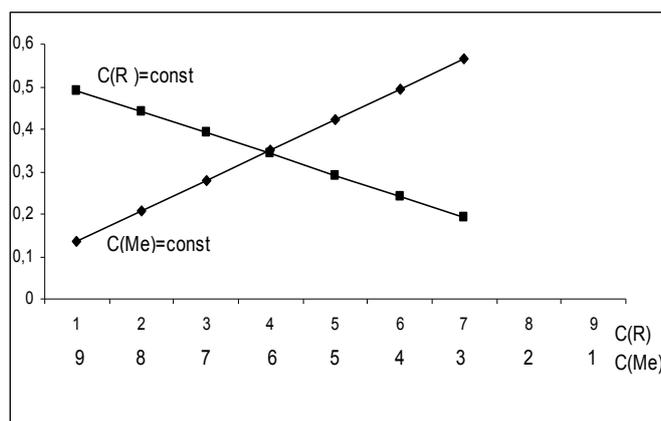
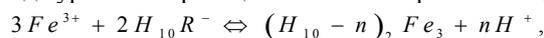


Рис. 4. Метод стехиометрической точки А.А. Черкесова, pH 3, $\lambda = 580$ нм; Me : R = 3 : 2

Для комплекса с соотношением Me : R = 3 : 2 молярный коэффициент светопоглощения определен по методу Н.П. Комаря [7]. Для комплекса состава 2 : 1 – по данным кривых изомолярных серий.

На основании спектрофотометрических характеристик комплексов и литературных данных [13] можно предположить, что в умеренно-кислых средах ионы железа координируют молекулы реагента по третичному азоту иминодиацетатных группировок и инициируют процессы отщепления протонов.

Реакция заканчивается замыканием цикла по кислороду окси-групп бензольных колец, одно из которых преобразуется в хиноид. Для уточнения причин возникающих цветных реакций был выяснен химизм взаимодействия ионов железа с красителем в интервале pH комплексобразования 2–3. С этой целью была приготовлена серия растворов с соотношением концентрации Me : R = 3 : 2. После измерения оптических плотностей растворов были выполнены расчеты по методу В.А. Назаренко [10]. Согласно литературным данным [8], железо в условиях комплексобразования находится в форме негидролизованного катиона, а реагент – в форме однозарядного аниона H¹⁰R⁻ [6], тогда уравнение реакции можно отобразить в виде схемы:



$$K_n = \frac{[Fe^{3+}]^3 [H_{10}R^{(n+)}]^{-2}}{C_K [H^{+}]^n},$$

где $C_K = [Fe^{3+}], [H_{10}R^{-}], [(H_{10} - nR)_2 Fe_3] u [H^{+}]^n$ соответственно равновесные концентрации ионов железа, реагента, комплексных частиц и вытесняемых

$$B = \frac{[H_{10}R^{-}]^2 [Fe^{3+}]^3}{[(H_{10} - nR)_2] [Fe]^3},$$

тогда $B = f([H^{+}])$, а $-\lg B = f(pH)$.

Равновесные концентрации комплексных частиц, реагента и ионов металла рассчитывали по формулам:

$$\left[(H_{10-n}R)_2 Fe_3 \right] = \frac{A}{A_{\max}} C_R, \quad [H_{10}R^-] = \frac{C_R - 2 C_K}{1 + \frac{K_1}{[H^+]}} , \quad [Fe^{3+}] = C_{Fe^{3+}} - 3 C_K.$$

Данные и результаты расчета приведены в таблице 4.

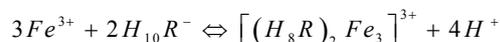
Таблица 4

Влияние pH на комплексообразование ионов железа с м-КФТSA

pH	$[H^+]10^2$	$C_K \times 10^3$	$C_R \times 10^3$	$C_{Me} \times 10^3$	$B \times 10^{20}$	$-\lg B$	pK_n	$\beta_{ср}$
1,99	1,26	0,179	0,236	2,463	4,674	19,331	12,495	$5,8 \times 10^{11}$
2,32	0,478	0,184	0,097	2,448	0,718	20,143	11,988	
2,64	0,229	0,19	0,0479	2,43	0,15	20,823	11,388	
2,72	0,19	0,196	0,0397	2,412	0,115	20,939	11,184	

Зависимость $-\lg B$ – pH оказалась линейной, а tg угла ее наклона к оси абсцисс величиной целочисленной ($n = 2$).

Таким образом, в процессе комплексообразования из каждой молекулы реагента выделяется 2 протона, уточненное уравнение комплексообразования можно записать в виде:



Учитывая высокое значение β , число отщепляемых протонов, установленные формы металла и реагента, вступающие в реакцию, а также спектрофотометрические характеристики исследуемой системы, можно полагать, что структура комплекса включает циклы, ответственные за глубокую окраску (по окси-группе бензольного кольца и третичному азоту иминодиацетатной группировки), и циклы, придающие высокую устойчивость (по карбонильному кислороду хиноидных колец) [14].

С целью выяснения влияния эмоксипина на спектральные характеристики системы м-КФТSA- Fe^{3+} были получены абсорбционные кривые в интервале pH от 1 до 10 (рис. 5). Анализ их показал, что наибольшее влияние на равновесия в системе м-КФТSA- Fe^{3+} фармацевтический препарат оказывает в умеренно кислых средах (pH 2–3) и слабощелочных (pH 8). Введение Emp в эту систему при pH 3 резко смещает положение длинноволнового максимума полосы поглощения в коротковолновую область видимой части спектра на 120 нм (табл. 5).

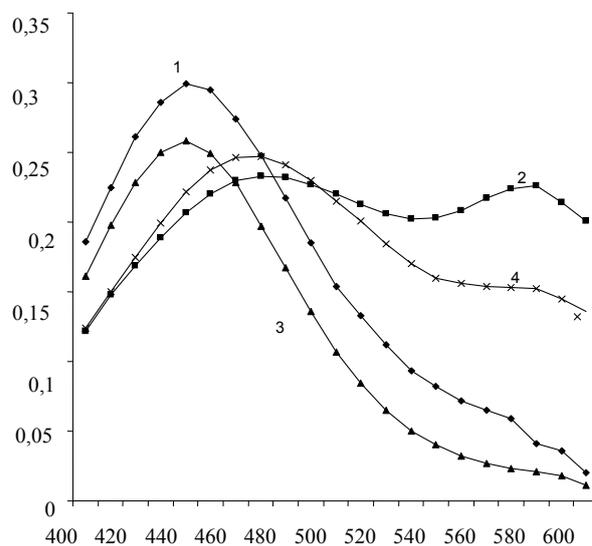


Рис. 5. Спектры светопоглощения м-КФТSA, его же в присутствии Emp, комплекса и тройной системы при pH 3
1 – м-КФТSA- Fe^{3+} ; 2 – м-КФТSA-Emp; 3 – м-КФТSA- Fe^{3+} -Emp

Таблица 5

Основные спектрофотометрические характеристики системы м-КФТСА и его же в присутствии Еmp, комплекса и тройной системы при pH 3

λ^R , нм	$\lambda_{\text{компл.}}$, нм	$\Delta\lambda$	$\lambda R\text{-Emp}$, нм	$\lambda R\text{-Fe}^{3+}\text{-Emp}$, нм	$\Delta\lambda_{\text{Тр. сист. относумR-Emp}}$	$\Delta\lambda_{\text{Тр. сист. относумR-Fe}^{3+}}$
440	580	140	440	460	20	-120

Высокая контрастность цветной реакции, возникающей при введении эмоксипина в систему м-КФТСА-Fe³⁺ при pH 3, позволяет использовать ее для идентификации фармацевтического препарата по реакции м-КФТСА в присутствии ионов железа. Реакцию можно проводить пробирочным или капельным методами, а также с применением тест-индикатора, которым в данном случае является комплекс железа с м-КФТСА.

Библиографический список

1. Багирова, В. Л. Актуальные вопросы стандартизации лекарственных средств / В. Л. Багирова, Е. Л. Ковалева, К. С. Шаназаров // Фармацевтическая химия. – 2004. – Т. 39, № 6. – С. 48.
2. Булатов, М. И. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа / М. И. Булатов, И. П. Калинин. – Л.: Химия, 1976. – 250 с.
3. Выровщикова, А. В. Зарубежный опыт организации экспертизы лекарственных средств / А. В. Выровщикова, А. Н. Яворский // Фармацевтическая химия. – 2004. – Т. 38, № 1. – С. 45.
4. Карибьянц, М. А. Исследование комплексообразования индия с некоторыми фталексонами / М. А. Карибьянц, Н. К. Астахова, А. А. Черкесов // Органические реагенты в аналитической химии: тезисы докладов Черкесовских чтений. – Саратов, 1991. – С. 27.
5. Карибьянц, М. А. Исследования некоторых фталексонов как аналитических реагентов на скандии: дис. ... канд. хим. наук / М. А. Карибьянц. – Астрахань, 1973. – 228 с.
6. Карибьянц, М. А. О влиянии ХЦП на равновесие в растворах м-КФС и м-КФТСА / М. А. Карибьянц, М. В. Мажитова, Е. А. Ковалева // Тезисы докладов Итоговой научной конференции. – Астрахань: Изд-во АГПУ, 2002. – С. 101.
7. Комарь, Н. П. Ученые записки / Н. П. Комарь // Труды НИИ химии Харьковского гос. ун-та. – Харьков, 1951. – Т. 37. – С. 147–150.
8. Коттон, Ф. Современная неорганическая химия. Общая теория / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – М.: Мир, 1969. – 430 с.
9. Машковский, М. Д. Лекарственные средства / М. Д. Машковский – 14-е изд. – М.: ООО «Новая Волна», 2002. – 608 с. – ISBN 5-7864-0129-4.
10. Назаренко, В. А. Установление химизма взаимодействия ионов многовалентных элементов с органическими реактивами / В. А. Назаренко // Органические реагенты в неорганическом анализе: труды комиссии по аналитической химии. – Саратов, 1969. – Вып. 16. – С. 57–60.
11. Сливкин, А. И. Контроль качества лекарственных средств / А. И. Сливкин. – Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2003. – 158 с.
12. Черкесов, А. А. определение состава комплексов методом сехиметрической точки / А. А. Черкесов // Журнал неорганической химии. – 1976. – № 16. – С. 19–71.
13. Черкесов, А. А. Фотометрическое определение железа с фталексоном S / А. А. Черкесов, А. И. Краснов // Фталексоны. – Саратов, 1970. – С. 194–200.
14. Черкесов, А. И. Расчет π -электронной структуры некоторых фталексонов / А. И. Черкесов, В. Н. Рыжов // Фталексоны. – Саратов, 1970. – С. 50–55.

ФИЗИОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ. МЕДИЦИНА

УДК 611. 611:612. 65

АРХИТЕКТОНИКА АРТЕРИАЛЬНЫХ И ВЕНОЗНЫХ СОСУДОВ ПОЧЕК В ПРОЦЕССЕ СТАРЕНИЯ

Асфандияров Фаик Растямович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры урологии и нефрологии Астраханской государственной медицинской академии, E-mail: drfa@rambler.ru

Кафаров Эдгар Сабирович, кандидат медицинских наук ассистент кафедры анатомии человека Астраханской государственной медицинской академии

Тризно Матвей Николаевич, аспирант кафедры анатомии человека Астраханской государственной медицинской академии

Целью исследования явилось изучение архитектоники артериальных и венозных сосудов почки в процессе старения. Отмечено неравномерное изменение параметров артериальных и венозных сосудов почек. В процессе старения наблюдается значительное уменьшение числа артериальных и венозных сосудов на единицу объема как в корковом, так и в мозговом веществе почки. Рентгеноангиограммы старческого возраста представлены редким сосудистым рисунком, увеличены углы отхождения и слияния внутриорганных ветвей почечной артерии и вены. Коррозионные препараты сосудов почек старческого возраста представлены бедной сосудистой сетью. В пожилом и старческом периодах обеспечивается поддержание функционирования почек на минимальном уровне в связи с проявлением инволюционных процессов в сосудистом русле. Это, в свою очередь, приводит к снижению функциональных возможностей органа; нарушаются физиологические процессы, обеспечивающие адекватную функцию почки, процессы концентрирования мочи и мочеобразования.

Ключевые слова: почка, рентгенограммы, артерии, вены.

The object of the research was studying of architectonics of renal artery and vein in ageing process. Non-uniform change of parameters of renal artery and vein is noted. In ageing process the considerable reduction of number of arterial and venous vessels by volume unit both in cortex and in cerebral substance of a kidney is observed. X-ray patterns of kidney in senile age are presented by rare vascular drawing, and the corners of separation and fusion of inorganic branches of nephritic artery and vein are increased. Corrosion preparations of kidney vessels of senile age are presented by a poor vascular system. In the elderly and senile periods maintenance of functioning of kidneys at the minimum level in connected with involution processes in the vascular system is provided. It, in its turn, leads to decreasing functional possibilities of the organ; the physiological processes providing adequate function of a kidney, processes of urine concentration and uropoiesis are broken .

Key words: kidney, x-ray patterns, arteries, veins.

Несмотря на то что изучению сосудов почек человека посвящено значительное число работ [1, 2], только некоторые из них касаются исследования их особенностей в процессе старения [3, 4]. В то же время данные об инволютивных преобразованиях сосудистого русла почки необходимы для разработки адекватной терапии поражений почек у людей старческого возраста.

Цель исследования – изучить архитектонику артериальных и венозных сосудов почки в процессе старения.

Проведены морфологические исследования 120 почек людей в возрасте от 40 до 85 лет, погибших от причин не связанных с почечной и сердечно-сосудистой патологией. Были изготовлены полихромные коррозионные препараты артериальных и венозных сосудов почек, а также макро- и микроангиограммы почек по Привесу – Золотухину. Серии срезов коркового и мозгового вещества почек окрашивались гематоксилин-эозином по Харту, Ван-Гизон, Маллори, импрегнировались азотно-кислым серебром по Кахалло – Фаворовскому. Данные морфометрии обрабатывались

методами вариационной статистики на персональном компьютере по программам “Exel” (Ver.10.2701) и “Statwin” (Ver. 5.1).

При анализе ангиограмм выявлено равномерное заполнение контрастным веществом как крупных внутриорганных артерий и вен (междольговых, дугообразных), так и сосудов среднего калибра – междольковых артерий и вен.

Исследования показывают, что зрелый возраст (41–60 лет) характерен тем, что диаметр полусной вены почки в этом периоде составляет $3,81 \pm 0,22$ мм, полусной артерии – $2,74 \pm 0,24$ мм. Диаметр междольговой вены равен $2,78 \pm 0,02$ мм, междольговой артерии – $1,98 \pm 0,04$ мм. Диаметр дуговой вены составляет $2,37 \pm 0,03$ мм, дуговой артерии – $1,67 \pm 0,03$ мм.

Угол слияния междольговой вены в полусную в зрелом возрасте составляет $27 \pm 3^\circ$, угол слияния дуговой вены в междольговую – $35 \pm 2^\circ$. Угол отхождения междольговой артерии от полусной равен $26 \pm 2^\circ$, угол отхождения дуговой артерии от междольговой – $32 \pm 3^\circ$.

Количество междольговых ветвей верхней полусной вены почки в зрелом возрасте составляет 4, средней полусной вены – 4 и нижней полусной вены – также 4. Количество междольговых ветвей верхней полусной артерии почки равно 4, средней полусной артерии – 4 и нижней полусной артерии – 5. Количество венозных веточек на 1 см^2 в корковом веществе почек составляет: в верхнем полюсе – 7, в среднем полюсе – 5, в нижнем полюсе – 5. Количество артериальных веточек на 1 см^2 в корковом веществе почек равно: в верхнем полюсе – 7, в среднем полюсе – 6, в нижнем полюсе – 5.

Пожилой возраст (61–74 года) характерен тем, что диаметр полусной вены почки составляет $3,53 \pm 0,12$ мм, полусной артерии – $2,51 \pm 0,21$ мм. Диаметр междольговой вены в этом периоде равен $2,52 \pm 0,02$ мм, междольговой артерии – $1,67 \pm 0,02$ мм. Диаметр дуговой вены равен $2,21 \pm 0,03$ мм, дуговой артерии – $1,41 \pm 0,02$ мм. Угол слияния междольговой вены в полусную составляет $50 \pm 2^\circ$, угол слияния дуговой вены в междольговую – $45 \pm 1^\circ$. Угол отхождения междольговой артерии от полусной равен $44 \pm 3^\circ$, угол отхождения дуговой артерии от междольговой – $42 \pm 2^\circ$. Количество междольговых ветвей верхней полусной вены почки равно 3, средней полусной вены – 3 и нижней полусной вены – 4. Количество междольговых ветвей верхней полусной артерии почки составляет 4, средней полусной артерии – 3 и нижней полусной артерии – 4.

Количество венозных веточек на 1 см^2 в корковом веществе почек в пожилом возрасте составило: в верхнем полюсе – 7, в среднем полюсе – 4 и в нижнем полюсе – также 4. Количество артериальных веточек на 1 см^2 в корковом веществе почек составило: в верхнем полюсе – 6, в среднем полюсе – 4 и в нижнем полюсе – 4.

В старческом возрасте (75–80 лет) диаметр полусной вены почки составляет $3,31 \pm 0,11$ мм, полусной артерии – $2,11 \pm 0,11$ мм. Диаметр междольговой вены почки равен $2,36 \pm 0,22$ мм, междольговой артерии – $1,28 \pm 0,01$ мм, диаметр дуговой равен $2,11 \pm 1,03$ мм, дуговой артерии – $1,17 \pm 0,03$ мм. Угол слияния междольговой вены в полусную в старческом возрасте составил $50 \pm 3^\circ$, угол слияния дуговой вены в междольговую – $45 \pm 2^\circ$. Угол отхождения междольговой артерии от полусной равен $46 \pm 2^\circ$, угол отхождения дуговой артерии от междольговой – $49 \pm 1^\circ$. Количество междольговых ветвей верхней полусной вены почки равно 3, средней полусной вены – 4 и нижней полусной вены – 3. Количество междольговых ветвей верхней полусной артерии почки составляет 3, средней полусной артерии – 3 и нижней полусной артерии – 4. Количество веточек на 1 см^2 в корковом веществе почек равно: в верхнем полюсе – 3, в среднем полюсе – 4 и в нижнем полюсе – также 4. Количество артериальных веточек на 1 см^2 в корковом веществе почек составляет: в верхнем полюсе – 4, в среднем полюсе – 4 и в нижнем полюсе – также 4.

Анализ материала показал, что в процессе старения наблюдается значительное уменьшение числа артериальных и венозных сосудов на единицу объема как в корковом, так и в мозговом веществе почки. На рентгенангиограммах выражен редкий сосудистый рисунок, увеличение углов отхождения и слияния внутриорганных ветвей почечной артерии и вены. Коррозионные препараты сосудов почек старческого возраста представлены бедной сосудистой сетью, а у долгожителей наблюдается син-

дром “обгорелого дерева” (рис. 1). В пожилом и старческом периодах обеспечивается поддержание функционирования почек на минимальном уровне и является проявлением инволюционных процессов в их сосудистом русле.

Рис. 1. Коррозионный препарат левой почки (женщина, 84 года).
1 – почечные вены; 2 – почечные артерии

Поскольку старение неизбежно сопровождается развитием нефросклеротических процессов, то инволюционные структурные изменения касаются не только артериального и венозного русла, но и межзубчатой ткани как коркового, так и мозгового вещества почки. Одним из важнейших факторов, способствующих развитию склеротических изменений в паренхиме почки, являются возрастные изменения именно артериального звена сосудистого русла почки. Возможно, старческие нефросклеротические изменения в почках развиваются вследствие повышения гемодинамической нагрузки на артериальное сосудистое русло почки на фоне возрастных изменений сосудов. Это, в свою очередь, приводит к снижению функциональных возможностей органа; нарушаются физиологические процессы, обеспечивающие адекватную функцию почки, процессы концентрирования мочи и мочеобразования.

Библиографический список

1. **Вепринцева, О. Т.** Возрастная анатомия почечных вен в онтогенезе человека. Клинические аспекты морфогенеза лимфатической и кровеносной систем в норме, патологии и эксперименте / О. Т. Вепринцева // Сборник научных трудов Пермского государственного медицинского института. – Пермь, 1988. – С. 91–92.
2. **Дгебуадзе, М. А.** Функциональная морфология внутриорганный кровеносного русла почки с учетом возрастных, половых и локальных особенностей : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / М. А. Дгебуадзе. – Тбилисси, 1993. – 42 с.
3. **Дианова, Е. В.** Некоторые данные об изменениях внутриорганный структуры почечных артерий у людей пожилого и преклонного возраста / Е. В. Дианова // Труды Волгоградского медицинского института. – Волгоград, 1970. – Вып. 2. – С. 433–435.
3. **McCarron, E. C.** Retroaortic left renal vein / E. C. McCarron, E. K. Fishman, L. E. Ratner // Am. Coll. Surg. – 2000. № 191 (6). Dec. – P. 681.

УДК 591.147.8; 597.442

РЕПРОДУКТИВНЫЙ ГОМЕОСТАЗ САМОК ОСЕТРОВЫХ РЫБ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Лозовский Александр Робертович, доцент, кандидат медицинских наук, доцент кафедры зооинженерии и морфологии животных Астраханского государственного университета, e-mail: lozo1959@mail.ru

Исследована вариабельность индикаторов репродуктивного гомеостаза самок осетровых рыб при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода. Гаметосоматический индекс самок русского осетра составил $16,35 \pm 0,431$ %, стерляди – $15,7 \pm 0,663$ %, севрюги – $14,17 \pm 0,774$ %. Наибольшая масса ооцита установлена у самок русского осетра ($22,3 \pm 0,27$ мг), наименьшая – у стерляди ($9 \pm 0,17$ мг). Относительная плодовитость оказалась наибольшей у самок стерляди ($17\,600 \pm 730$ ооцитов), на 27,3 % меньше у севрюги ($12\,800 \pm 720$ ооцитов) и на 63,4 % меньше у русского осетра ($7\,500 \pm 230$ ооцитов). Выявлена степень изменчивости гаметосоматического индекса, массы ооцита, относительной плодовитости по результатам квантильного анализа. Предложены критерии оценки индикаторов репродуктивного гомеостаза для селекции.

Ключевые слова: репродуктивный гомеостаз, осетровые рыбы, русский осетр, севрюга, стерлядь, аквакультура.

Variability of indicators of reproductive homeostasis of females of sturgeon fishes at getting ovulated oocytes by method of notching of oviduct is researched. The gametosomatic index of females of Russian sturgeon has compounded $16,35 \pm 0,431$ %, a sterlet – $15,7 \pm 0,663$ %, stellate sturgeon – $14,17 \pm 0,774$ %. The greatest weight of oocyte is established at females of Russian sturgeon ($22,3 \pm 0,27$ mg), the least – at sterlet ($9 \pm 0,17$ mg). Relative fecundity has appeared the greatest at females of sterlet ($17\,600 \pm 730$ oocytes), it is 27,3 % less than oocytes of stellate sturgeon ($12\,800 \pm 720$ oocytes), and it is 63,4 % less than ones of Russian sturgeon ($7\,500 \pm 230$ oocytes). Degree of variability of gametosomatic index, weight of oocyte, relative fecundity by the results of quantile analysis is revealed. Criteria of evaluation of indicators of reproductive homeostasis for selection are offered.

Key words: reproductive homeostasis, sturgeon fishes, Russian sturgeon, stellate sturgeon, sterlet, aquaculture.

Репродуктивный гомеостаз является частью общего гомеостаза живых систем, который считается их фундаментальным свойством на различных уровнях организации: молекулярно-клеточном, тканевом, органном, организменном, надорганизменном. Классическое понимание гомеостаза как относительного постоянства внутренней среды организма, разработанное К. Бернардом и У. Кенноном, было развито в современное представление о гомеостазе как об относительном постоянстве внутренней среды организмов и других биосистем в процессе их функционирования и при наличии внешних или внутренних возмущений. Однако кроме классического понимания гомеостаза, существуют тенденции «уменьшительной» и «расширительной» трактовки этого понятия. «Уменьшительная» тенденция трактовки гомеостаза исходит из абсолютизации понятия «постоянство» в этом определении. Гомеостазом называют только строгое постоянство переменных внутренней среды, предусматривающее систему их автоматической стабилизации путем отрицательной обратной связи, а при выявлении отклонений параметров внутренней среды от идеальной нормы гомеостаз объявляется несуществующим. «Уменьшительная» трактовка гомеостаза прослеживается в работах основателя кибернетики Н. Винера и известного советского физиолога И.В. Давыдовского, однако в настоящее время она не пользуется поддержкой. Гораздо популярнее «расширительная» тенденция трактовки гомеостаза, рассматривающая гомеостаз функций, структур и даже процессов [14]. Так, гомеостаз рассматривается как способность организма поддерживать основные параметры жизнедеятельности на оптимальном уровне, а важным аспектом гомеостаза организма считается морфогенетический гомеостаз, т.е. способность организма к формированию генетически детерминированного фенотипа при минимальном уровне онтогенетических нарушений [7, 8].

Актуальной проблемой физиологии осетровых рыб является изучение их репродуктивного гомеостаза в условиях аквакультуры в связи с формированием маточных стад для целей товарного осетроводства, искусственного воспроизводства природных популяций, формирования живых генетических коллекций [2, 17]. Изучается половая структура маточных стад, гонадогенез и направление половой дифференцировки у особей ремонтных групп, содержание половых гормонов в крови, совершенствуются методы прижизненного выявления морфологии гонад, что тесно связано с оптимизацией продуктивности осетровых рыб в аквакультуре [5, 10, 12].

Важным аспектом данной проблемы является изучение репродуктивного гомеостаза самок осетровых рыб при прижизненном получении овулировавших ооцитов [9]. При исследовании рыбоводно-биологических показателей самок осетровых рыб традиционно акцентировали внимание на абсолютных показателях весового выхода икры и плодовитости, которые недостаточно отражают репродуктивный гомеостаз на уровне организма [4]. Плодовитость самок осетровых рыб ранее изучали путем вскрытия самок, поэтому использование установленных параметров при оценке результатов прижизненного получения овулировавших ооцитов некорректно [6].

В настоящее время получение овулировавших ооцитов после гормональной стимуляции самок осетровых рыб осуществляют, как правило, методом надрезания яйцевода, разработанным в 1985–1986 гг. С.Б. Подушкой [15]. Несомненными преимуществами этого метода являются минимальная травматичность и невысокая трудоемкость, что позволяет успешно внедрять его при работе с крупными промышленными партиями рыб, однако репродуктивный гомеостаз самок осетровых рыб при его использовании изучен недостаточно.

Целью работы явилось изучение репродуктивного гомеостаза самок осетровых рыб в аквакультуре при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

Материалы и методы исследований

Объектом изучения были как заготовленные во время нерестового хода самки осетровых – русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) озимой расы (110 особей), севрюги (*Acipenser stellatus*) яровой расы (18 особей), так и созревшие при содержании в прудах производители маточного стада НПЦ по осетроводству «Биос» – стерлядь (*Acipenser ruthenus*) (38 особей). Исследования выполнены на производственной базе ФГУП НПЦ по осетроводству «Биос» в селе Икряном в 2001–2003 гг. при промышленном получении овулировавшей икры для искусственного воспроизводства и аквакультуры. Морфологическое исследование самок выполняли общепринятыми методами [16]. Морфологический анализ, выполненный по И.Ф. Правдину [16], установил живую массу самок русского осетра в пределах 11,5–30,3 кг, севрюги – в пределах 6,7–11,6 кг, стерляди – в пределах 0,63–2,9 кг (табл. 1).

Таблица 1

Морфологическая характеристика исследованных самок, $M \pm m$

Группа рыб	Живая масса, кг	Длина тела общая (L), см	Длина тела до развилки (l), см
Русский осетр, n = 110	19,4 ± 0,42	144,9 ± 1,15	128,6 ± 1,01
Севрюга, n = 18	8,9 ± 0,35	137,6 ± 2,13	122,1 ± 2,08
Стерлядь, n = 38	1,5 ± 0,09	68,7 ± 1,2	60,8 ± 1,13

Количество полученной овулировавшей икры и массу ооцита устанавливали стандартным весовым методом. Вычисляли гаметосоматический индекс как отношение массы полученных ооцитов к живой массе самки до операции (%), массу ооцита (мг), относительную плодовитость (ооцитов на 1 кг живой массы).

Полученные данные анализировали в стандартном статистическом пакете “Microsoft Excel” с определением среднего арифметического, стандартного отклонения, ошибки средней, коэффициента вариации, минимума, максимума, показателей квантилей.

Результаты и обсуждение

Гаметосоматический индекс, отражающий весовой выход овулировавших ооцитов, у самок русского осетра был в пределах 5,26–28,57 %, севрюги – 10,34–24,69 %, стерляди 6,7–23,08 %. Следует отметить, что степень изменчивости данного признака во всех исследованных группах рыб, оцениваемая по коэффициенту вариации, значительна – в пределах 23,2–27,6 %. Среднее значение гаметосоматического индекса оказалось наибольшим у самок русского осетра ($16,35 \pm 0,431$ %), на 4 % меньше у стерляди ($15,70 \pm 0,663$ %) и на 13,4 % меньше у севрюги ($14,17 \pm 0,774$ %) при высокой достоверности различий между группами по t-критерию Стьюдента ($p < 0,005$). По данным квантильного анализа, средними можно считать значения гаметосоматического индекса для русского осетра в пределах от 13,27 до 18,91 %, для севрюги – в пределах 11,95–14,98 %, для стерляди – в пределах 13,4–18,97 % (табл. 2).

Таблица 2

Квантильный анализ гаметосоматического индекса, %

Процентиль	Русский осетр	Севрюга	Стерлядь
3-я	7,65	10,44	7,15
10-я	11,47	11,18	10,73
25-я	13,27	11,95	13,4
50-я	15,99	14,04	15,5
75-я	18,91	14,98	18,87
90-я	22,6	16,31	21,01
97-я	25,03	21,23	23,03

Масса ооцита у исследованных самок русского осетра была в пределах 15,9–31,3 мг, севрюги – 9–12,8, стерляди 7–11,7. Невысокая изменчивость данного признака подтверждается низким коэффициентом вариабельности в пределах 10,4–12,9 %. При анализе средних значений массы ооцита в группах самок наибольшим оно оказалось у самок русского осетра ($22,3 \pm 0,27$ мг), значительно меньше (на 42,6 %) – у севрюги ($12,8 \pm 0,72$ мг) и еще меньше (на 59,6 %) – у стерляди ($9 \pm 0,17$ мг) при высокой достоверности различий между группами ($p < 0,005$). По данным квантильного анализа, средними можно считать значения массы ооцита у русского осетра в пределах от 20,4 до 23,8 мг, у севрюги – в пределах 10,4–11,9 мг, у стерляди – в пределах 8,2–9,8 мг (табл. 3).

Таблица 3

Квантильный анализ массы ооцита, мг

Процентиль	Русский осетр	Севрюга	Стерлядь
3-я	17,6	9,2	7,4
10-я	18,9	9,6	7,8
25-я	20,4	10,4	8,2
50-я	22,2	11,4	8,9
75-я	23,8	11,9	9,8
90-я	25,6	12,7	10,1
97-я	27,8	12,7	11

Относительная плодовитость (ооцитов на кг) исследованных самок изменялась у русского осетра в пределах 2 570–15 880, у севрюги – в пределах 8 170–21 230, у стерляди – в пределах 5 740–26 770. Выраженная изменчивость данного показателя подтверждалась значениями коэффициента вариации в группах в интервале от 24 до 32,7 %. При анализе средних значений относительная плодовитость оказалась наибольшей у самок стерляди ($17 600 \pm 730$ %), заметно меньше (на 27,3 %) – у севрюги ($12 800 \pm 720$) и еще меньше (на 63,4 %) – у русского осетра ($7 500 \pm 230$) при высокой достоверности различий ($p < 0,005$). По данным квантильного анализа, средними можно считать значения относительной плодовитости у русского осетра в пределах от 6 000 до 8 492, у севрюги – в пределах 11 207–13 862, у стерляди – в пределах 15 277–20 420 (табл. 4).

Таблица 4

Квантильный анализ относительной плодовитости, ооцитов на кг

Процентиль	Русский осетр	Севрюга	Стерлядь
3-я	3 659	8 618	8 595
10-я	4 742	9 197	11 778
25-я	6 000	11 207	15 277
50-я	7 135	12 655	18 210
75-я	8 492	13 862	20 420
90-я	10 595	15 443	22 056
97-я	12 483	19 353	25 747

Таким образом, в результате выполненного исследования получены данные по особенностям репродуктивного гомеостаза самок осетровых рыб (русского осетра, севрюги, стерляди) в аквакультуре. Установлена видоспецифичность выраженности показателей весового и численного выхода овулировавших ооцитов от самки, а также массы овулировавшего ооцита.

На проявления репродуктивного гомеостаза самок осетровых рыб в аквакультуре могут влиять как их биологические особенности, так и используемая рыбоводная технология. Среди технологических факторов следует упомянуть регулируемый температурный режим водной среды, методику получения овулировавших ооцитов, транспортировку самок [11].

Имеющиеся в литературе данные по репродуктивным показателям самок русского осетра, севрюги, стерляди при использовании метода надрезания яйцевода пока немногочисленны. Так, по данным КаспНИРХ, у самок русского осетра озимой расы на осетровых рыбоводных заводах Севкаспрыбвода выход овулировавшей икры варьировал в пределах 18,4–22 % от живой массы самок [4]. Имеются результаты исследования показателей репродуктивного гомеостаза 4 самок севрюги на Донском осетровом рыбоводном заводе в 2004–2005 гг. [3], а также 8 самок в цехе по воспроизводству рыбы на Пермской ГРЭС в 2002 г., где работы по формированию маточного стада севрюги выполняются с 1994 г. [1]. Однако в обоих случаях определяли только абсолютные показатели плодовитости и число икринок в 1 г, а гаметосоматический индекс и относительная плодовитость не были исследованы. Представляют интерес данные, собранные Л.Ф. Львовым в 2001 г. на осетровом рыбоводном заводе «Лебяжий» при получении овулировавшей икры по методу С.Б. Подушки от 9 самок волжской севрюги [13]. Их относительная плодовитость составила 17 770 ооцитов на кг при изменчивости от 14,12 до 21,91, что заметно выше полученных нами данных; масса ооцитов варьировала в пределах 8,9–11,2 мг при среднем значении 10,24 мг, что практически не отличается от наших данных. Заметное отличие показателя относительной плодовитости от наших данных может объясняться различием методики подсчета: вероятно, подсчет был произведен на живую массу самки после сцеживания икры. Репродуктивный гомеостаз самок стерляди при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода до настоящего времени не изучен, хотя стерлядь является самым первым объектом аквакультуры, в связи с этим полученные нами результаты представляют научный и практический интерес.

Параметры репродуктивного гомеостаза самок осетровых рыб могут изменяться под воздействием селекции, поэтому необходимо производить систематический мониторинг их уровня в формируемых маточных стадах. Селекция допустима только в том случае, если маточное стадо формируется для целей товарной аквакультуры. Если же стадо создается для целей искусственного воспроизводства или для формирования генетической коллекции, необходимо избегать сознательного или неосознанного отбора рыб. При проведении селекции целесообразно оценивать выраженность показателей репродуктивного гомеостаза с использованием шкалы процентильных рангов [9]. Для повышения репродуктивного потенциала стада может быть рекомендован отбор с показателями гаметосоматического индекса или относительной плодовитости не ниже уровня 75-го процентиля.

Таким образом, репродуктивный гомеостаз самок русского осетра, севрюги и стерляди при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода по показателям гаметосоматического индекса, массы ооцита, относительной плодовитости характеризуется видоспецифичностью. Установленные видоспецифические параметры изменчивости этих показателей могут быть использованы при формировании маточных стад осетровых рыб для целей товарного осетроводства, искусственно-го воспроизводства и формирования генетических коллекций

Библиографический список

1. **Бубунец, Э. В.** Первый опыт получения зрелых половых продуктов от производителей севрюги (*Acipenser stellatus*), выращенных в заводских условиях за пределами естественного ареала / Э. В. Бубунец // Генетика, селекция и воспроизводство рыб: доклады Первой Всероссийской конференции. – СПб., 2002. – С. 105–107.
2. **Васильева, Л. М.** Биологические и технологические особенности товарного осетроводства в условиях Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Л. М. Васильева. – Краснодар, 2000. – 52 с.
3. **Говорунова, В. В.** Первый опыт получения икры от самок азовской севрюги ремонтно-маточного стада на Донском осетровом заводе / В. В. Говорунова, В. В. Клубника, С. Б. Подушка // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : материалы докладов IV Международной научно-практической конференции. – М. : Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 72–74.
4. **Григорьева, Т. Н.** Рыбоводно-физиологическая оценка производителей русского осетра озимой расы, используемых для целей воспроизводства на ОРЗ Нижней Волги / Т. Н. Григорьева, В. А. Крупный, В. Н. Шевченко, П. В. Чернова, Г. П. Даудова, Д. Е. Кириллов, В. Л. Отпущенникова // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : материалы докладов IV Международной научно-практической конференции. – М. : Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 74–76.
5. **Дегтярева, С. С.** Гонадогенез и содержание половых гормонов в крови у сеголетков бестера различных пород / С. С. Дегтярева, А. Р. Лозовский // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : материалы докладов III Международной научно-практической конференции. – Астрахань : ООО ПКФ «Альфа-Аст», 2004. – С. 171–174.
6. **Журавлева, О. Л.** Оценка воспроизводительной способности русского осетра Волги / О. Л. Журавлева, Л. А. Иванова // Экология молодежи и проблемы воспроизводства каспийских рыб : сборник научных трудов. – М. : Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 107–114.
7. **Захаров, В. М.** Асимметрия животных / В. М. Захаров. – М. : Наука, 1987. – 161 с.
8. **Захаров, В. М.** Гомеостаз развития как общая характеристика состояния организма: коррелированность морфологических и физиологических показателей плодовитости у березы повислой / В. М. Захаров, Е. К. Чистякова, Н. Г. Кряжева // Доклады Академии Наук. – 1997. – № 357 (26). – С. 1–3.
9. **Лозовский, А. Р.** Отбор самок русского осетра по показателям плодовитости / А. Р. Лозовский, М. В. Лозовская // Вестник Оренбургского государственного университета. Проблемы экологии Южного Урала. – 2007. – Вып. 75. – С. 196–198.
10. **Лозовский, А. Р.** Оценка содержания половых гормонов в крови у бестера в аквакультуре / А. Р. Лозовский : матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Передові наукові розробки-2006». – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2006. – С. 10–11.
11. **Лозовский, А. Р.** Плодовитость самок русского осетра в новых технологических условиях / А. Р. Лозовский, М. В. Лозовская, Н. Ш. Шамарданов // Естественные науки. – 2008. – № 3 (24). – С. 72–75.
12. **Лозовский, А. Р.** Управление половой структурой ремонтно-маточных стад осетровых / А. Р. Лозовский, С. С. Дегтярева // Естественные науки. – 2003. – № 6. – С. 12–16.
13. **Львов, Л. Ф.** Получение потомства севрюги прижизненным методом на ОРЗ «Лебяжий» / Л. Ф. Львов // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития : материалы конференции. – Екатеринбург, 2004. – С. 41–43.
14. **Нефедов, В. П.** Гомеостаз на различных уровнях организации биосистем / В. П. Нефедов, А. А. Ясайтис, В. Н. Новосельцев. – Новосибирск : Наука, 1991. – 232 с.
15. **Подушка, С. Б.** Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей / С. Б. Подушка // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – СПб., 1999. – Вып. 2. – С. 4–19.
16. **Правдин, И. Ф.** Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.
17. **Чебанов, М. С.** Формирование генетической коллекции осетровых рыб в Южном филиале ФГУП ФСГЦР / М. С. Чебанов // Генетика, селекция и воспроизводство рыб : доклады Первой Всероссийской конференции. – СПб., 2002. – С. 73–80.

УДК 591.1; 597.42

**ГОМЕОСТАЗ КРОВИ САМОК РУССКОГО ОСЕТРА
ПОСЛЕ ПОЛУЧЕНИЯ ОВУЛИРОВАВШИХ ООЦИТОВ
МЕТОДОМ НАДРЕЗАНИЯ ЯЙЦЕВОДА**

Лозовский Александр Робертович, доцент, кандидат медицинских наук, доцент кафедры зооинженерии и морфологии животных Астраханского государственного университета, e-mail: lozo1959@mail.ru

Теплый Давид Львович, профессор, доктор биологических наук, заведующий кафедрой физиологии человека и животных Астраханского государственного университета

Исследованы индикаторы гомеостаза крови у 24 самок русского осетра через трое суток после получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода. Проанализированы параметры гомеостаза системы эритрона (гемоглобин, эритроциты) и метаболического гомеостаза (общий протеин, альбумин, аминотрансферазы, холестерин, триглицериды, β-липопротеиды, глюкоза). Выполнен квантильный анализ вариабельности исследованных индикаторов гомеостаза крови, результаты которого могут быть использованы для оценки адаптивных физиологических процессов самок русского осетра в условиях аквакультуры.

Ключевые слова: гомеостаз крови, русский осетр, самки, ооциты, аквакультура.

Indicators of homeostasis of blood at 24 females of Russian sturgeon are investigated in three days after getting ovulated oocytes by method of notching of oviduct. Parametres of homeostasis of system of erythron (hemoglobin, erythrocytes) and metabolic homeostasis (the total protein, aminotransferases albumin, cholesterine, triglycerides, β-lipoproteides, glucosa) are analysed. Quantile analysis of variability of the investigated indicators of homeostasis of the blood which results can be used for evaluation of adaptive physiological processes of females of Russian sturgeon in aquaculture is carried out.

Key words: homeostasis of blood, Russian sturgeon, females, oocytes, aquaculture.

Гомеостаз крови у осетровых рыб является частью гомеостаза организма, отражая динамично протекающие изменения внутренней среды. Актуальность исследования проявлений метаболического гомеостаза крови и гомеостаза системы эритрона определяется высокой физиологической значимостью отдельных его элементов и возможностью практического применения получаемых данных при решении проблем товарного рыбоводства, искусственного воспроизводства природных популяций, формирования генетических коллекций [2, 16].

Параметры метаболического гомеостаза крови рыб Волго-Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов ранее исследовали в связи с их искусственным воспроизводством: для прогнозирования рыбоводной продуктивности самок, при оценке жизнестойкости и обосновании размерно-весового стандарта выращенной в прудах молоди осетровых. В результате проведенных в 1964–1982 гг. исследований русского осетра и севрюги азово-черноморской популяции были установлены диагностические показатели содержания общего белка, общих липидов, холестерина сыворотки крови, а также жира мышц у самок с различным функциональным состоянием гонад. Выявлено закономерное снижение значений этих показателей по мере созревания ооцитов, что позволяет использовать их в качестве чувствительных индикаторов стадии гаметогенеза при отборе самок для рыбоводных целей [1].

Рыбоводно-физиологические исследования волго-каспийских осетровых, проведенные в 1970–1980 гг., выявили особенности содержания в крови гемоглобина, белков, липидов у разновозрастных самок белуги, русского осетра и севрюги и их связь с воспроизводительной способностью [8]. У молоди осетровых рыб была установлена динамика содержания в крови гемоглобина, белка, липидов в процессе роста, а также их устойчивость к повышенной температуре и солености воды, к пониженному содержанию кислорода, к голоданию [7].

Гомеостаз крови при селекционной оценке особей белуги, стерляди, бестера из ремонтных групп оценивают по показателям гемоглобина, общего белка, альбумина,

липидов наряду с динамикой живой массы и длины тела [4, 17]. Гематологические и биохимические показатели у осетровых рыб определяют при испытании кормов, изготовленных по новой рецептуре, и новых режимов кормления [14, 15]. Физиологический статус периферической крови изучали у гибридных форм русского осетра, стерляди, шипа, предлагаемых в качестве объектов для товарного осетроводства [5].

Выполнены физиологические исследования самок русского осетра при внесезонном получении половых продуктов в условиях регулируемого температурного режима [9], до операции прижизненного получения овулировавших ооцитов [3], после реабилитационных мероприятий [18], при адаптации к прудовым условиям содержания [6]. В последние годы в аквакультуре осетровых рыб широко используется получение овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода, однако проявления метаболического гомеостаза крови у самок русского осетра после такой операции изучены недостаточно.

Целью выполненной работы было исследование вариабельности показателей метаболического гомеостаза крови самок русского осетра после получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

Материалы и методы исследования

Исследованы физиологические показатели 24 самок русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii Brandt*) озимой расы, прооперированных методом надрезания яйцевода по С.Б. Подушке [11] при промышленном получении овулировавшей икры для искусственного воспроизводства и товарного осетроводства на производственной базе ФГУП НПЦ по осетроводству «Биос» (с. Икряное) в мае 2003 г. (табл. 1).

Таблица 1

Репродуктивные показатели самок русского осетра при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода, n = 24

Показатель	M ± m	Минимум	Максимум
Выход икры от самки, кг	2,86 ± 0,22	0,8	5,1
Количество икринок в 1 г	44,7 ± 0,78	37	52
Рабочая плодовитость, ооцитов	127 010 ± 9 560	32 800	229 500
Относительная плодовитость, ооцитов на кг живой массы	6 610 ± 360	2 780	10 560

Через трое суток после операции проводили взятие крови для физиологического исследования. Морфологическая характеристика самок, выполненная по И.Ф. Правдину [12], приведена в таблице 2.

Таблица 2

Морфологическая характеристика самок русского осетра, n = 24

Показатель	M ± m	Минимум	Максимум
Масса тела, кг	16,1 ± 0,72	10	22
Длина тела общая, L	145,0 ± 2,31	126	165
Длина тела до развилки, l	129,3 ± 2,01	112	144

Кровь для исследования брали пункцией хвостовой вены стерильным одноразовым шприцем. В крови определяли показатели системы эритронов: количество эритроцитов – счетным методом в камере Горяева, содержание гемоглобина – гемоглобинцианидным методом, вычисляли содержание гемоглобина в одном эритроците, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) в микрокапиллярах Панченкова. В сыворотке оценивали показатели метаболического гомеостаза крови: содержание общего белка – биуретовым методом, альбумина – по реакции с бромкрезоловым зеленым, холестерина, триглицеридов – энзиматическим методом, β-липопротеидов – по Бурштейну, глюкозы – глюкозооксидазным методом, активность аспарагиновой (АсАТ) и аланиновой (АлАТ) аминотрансфераз – методом Райтмана – Френкеля. Вычисляли

отношение активности АсАТ/АлАТ (коэффициент де Ритиса) [10]. В работе использовали диагностические наборы фирм «Агат-Мед», «Ольвекс», «Лахема». Статистический анализ экспериментальных данных выполняли стандартными методами вариационной статистики в программе «Microsoft Excel».

Результаты исследования

Гомеостаз системы эритрона. Содержание гемоглобина в крови исследованных самок варьировало в широких пределах – от 25,4 до 85,3 г/л при среднем значении $62,7 \pm 2,56$ г/л. Квантильный анализ дает основание выделить значения показателя ниже среднего – менее 56,9 г/л, средние – 56,9–70 г/л, выше среднего – более 70 г/л. При интерпретации результатов исследования содержания гемоглобина в крови у самок русского осетра следует учитывать его дыхательную функцию и индикаторную значимость в выявлении анемии, гипо- и гиперволемии.

Количество эритроцитов в крови исследованных самок изменялось в пределах $0,21-0,76 \cdot 10^{12} \text{ л}^{-1}$ при среднем $0,461 \pm 0,028 \cdot 10^{12} \text{ л}^{-1}$. По результатам квантильного анализа, средними можно считать значения данного показателя в интервале $0,38-0,55 \cdot 10^{12} \text{ л}^{-1}$.

Важный показатель, отражающий физиологические процессы кроветворения, – содержание гемоглобина в одном эритроците, значение которого варьировало у исследованных самок от 88,7 до 225,5 пкг при среднем $142,2 \pm 6,58$ пкг. Целесообразно различать интервалы средних значений показателя (120,4–155 пкг), а также ниже и выше среднего.

Показатель СОЭ исследованных самок изменялся от 4 до 16 мм/час при среднем значении $10,5 \pm 0,71$ мм/час. Квантильный анализ позволил выделить средние значения СОЭ – 7,8–13,3 мм/час.

Таким образом, показатели гомеостаза системы эритрона у самок русского осетра после операции получения овулировавших ооцитов изменяются в широких пределах. При интерпретации результатов исследования показателей гомеостаза системы эритрона отдельных самок целесообразно ориентироваться на шкалу процентильных рангов (табл. 3). Физиологическое состояние особей, значения процентильных рангов гематологических показателей которых находятся в интервале от 25-й до 75-й процентиля, может быть оценено как стабильное. При резко сниженных значениях (менее 3-й процентиля) содержания гемоглобина и эритроцитов, следует исключать патологические синдромы (анемический, гиперволемический). При повышении СОЭ выше уровня 97-й процентиля (15,3 мм/час) необходимо обследование данных особей в динамике для уточнения характера имеющихся нарушений системы гомеостаза эритрона.

Таблица 3

Квантильный анализ показателей гомеостаза системы эритрона у самок русского осетра

Процентиль	Содержание в крови		Содержание гемоглобина в одном эритроците, пкг	СОЭ, мм/час
	гемоглобина, г/л	эритроцитов, $\cdot 10^{12} \text{ л}^{-1}$		
3-я	40,58	0,224	94,84	5,4
10-я	51,8	0,31	110,9	6
25-я	56,88	0,383	120,38	7,8
50-я	62	0,455	140,35	10,5
75-я	70,03	0,545	155	13,3
90-я	75,98	0,63	178,86	15
97-я	85,3	0,698	212,11	15,3

Метаболический гомеостаз крови

Белковый обмен. Содержание общего белка в сыворотке крови исследованных самок было в пределах 9,9–42,2 г/л при среднем значении $20,2 \pm 1,6$ г/л. Квантильный анализ дает основание выделить значения показателя ниже среднего – менее 15,1 г/л, средние – 15,1–23,8 г/л, выше среднего – более 23,8 г/л. Содержание альбумина в

сыворотке крови исследованных самок русского осетра оказалось в пределах 2,87–11,28 г/л при среднем значении $6,4 \pm 0,415$ г/л. Квантильный анализ дает основание считать средними значения данного показателя в интервале 5,04–7,5 г/л. Важное значение для выявления нарушений белкового обмена имеет пониженное содержание альбумина в крови – гипоальбуминемия. Следует анализировать не только абсолютное содержание альбумина в сыворотке крови, но и его относительное содержание в процентах от общего белка. Относительное содержание альбумина у рыб значительно меньше, чем у гомойотермных животных. У обследованных самок русского осетра данный показатель варьировал от 20 до 43,1 %, составляя в среднем $33,1 \pm 1,03$ %. По данным квантильного анализа процентильных рангов к средним можно отнести значения относительного содержания альбумина в сыворотке в интервале от 30,3 до 36,1 % (табл. 4). При выявлении гипоальбуминемии необходимо исключить патологические синдромы, сопровождающиеся повышенными потерями организмом альбумина и снижением белоксинтезирующей функции печени.

Таблица 4

Квантильный анализ содержания белков в сыворотке крови

Процентиль	Содержание общего белка в сыворотке крови, г/л	Содержание альбумина в сыворотке крови	
		Г/л	От общего белка, %
3-я	10,9	3,68	24,1
10-я	12,6	4,21	28,4
25-я	15,1	5,04	30,3
50-я	17,9	6,11	33,1
75-я	23,8	7,5	36,1
90-я	27,8	8,57	39,6
97-я	39,1	11,07	41

Активность АсАТ и АлАТ в сыворотке крови исследованных самок была в пределах 0,135–1,622 мккат/л и 0,432–1,595 мккат/л при среднем значении $0,837 \pm 0,0674$ мккат/л и $0,975 \pm 0,0654$ мккат/л соответственно. Квантильный размах оказался для АсАТ в пределах 0,622–0,946 мккат/л и для АлАТ – в пределах 0,717–1,189 мккат/л. Индикаторное значение показателей активности аминотрансфераз (табл. 5) можно связать как с физиологическими процессами ассимиляции и диссимиляции белков, так и с процессами повреждения клеток различной природы (гипоксического, токсического), при которых происходит повышение активности этих ферментов в крови, в некоторых случаях многократное. Диагностическое значение может иметь не только активность аминотрансфераз в сыворотке крови, но и отношение между активностью АсАТ и АлАТ (коэффициент де Ритиса), значение которого в сыворотке крови исследованных особей оказалось в пределах 0,18–2,07 при среднем значении $0,911 \pm 0,080$; квантильный размах – 0,69–1,13. Определение активности АсАТ и АлАТ может быть использовано для дополнительной характеристики интенсивности белкового обмена, так как они участвуют в осуществлении обратимого переноса аминокислоты с α -аминокислоты на α -кетокислоту. Это подтверждается выраженной положительной связью показателя активности АсАТ в сыворотке крови исследованных самок с показателем общего белка ($r = 0,538$) и альбумина ($r = 0,739$).

Таблица 5

Квантильный анализ активности аминотрансфераз в сыворотке крови

Процентиль	Активность, мккат/л		Отношение активности АсАТ/АлАТ
	АсАТ	АлАТ	
3-я	0,397	0,526	0,402
10-я	0,576	0,649	0,52
25-я	0,622	0,717	0,69
50-я	0,771	0,96	0,789
75-я	0,946	1,189	1,131
90-я	1,284	1,398	1,321
97-я	1,547	1,539	1,649

Липидный обмен. Содержание холестерина в сыворотке крови изученных самок изменялось в пределах 0,702–6,291 ммоль/л, триглицеридов – в пределах 1,413–8,431 ммоль/л, β-липопротеидов – в пределах 0,452–3,518 г/л при среднем значении $2,823 \pm 0,3509$ ммоль/л, $3,731 \pm 0,3594$ ммоль/л и $1,367 \pm 0,1644$ г/л соответственно. Квантильный анализ позволил установить интервалы средних значений содержания в сыворотке холестерина – 1,473–4,082 ммоль/л, триглицеридов – 2,748–4,588 ммоль/л, β-липопротеидов – 0,833–1,629 г/л. Выявлена сильная положительная корреляция по критерию Пирсона между показателями холестерина и триглицеридов ($r = 0,741$), холестерина и β-липопротеидов ($r = 0,811$), триглицеридов и β-липопротеидов ($r = 0,948$), что дает основание при скрининговых исследованиях самок русского осетра ограничиваться определением только одного из показателей. Для интерпретации результатов исследования показателей липидного обмена у самок русского осетра предложена шкала их процентильных рангов (табл. 6).

Таблица 6

Квантильный анализ содержания липидов в сыворотке крови

Процентиль	Содержание в сыворотке крови		
	Холестерина, ммоль/л	Триглицеридов, ммоль/л	β-липопротеидов, г/л
3-я	0,783	1,522	0,522
10-я	0,935	1,701	0,637
25-я	1,437	2,748	0,833
50-я	2,59	3,427	1,207
75-я	4,082	4,588	1,629
90-я	5,374	4,947	2,206
97-я	5,9	8,165	3,437

Углеводный обмен. Содержание глюкозы в сыворотке крови исследованных самок изменялось весьма значительно – от 1,08 до 6,77 ммоль/л при среднем значении $3,54 \pm 0,254$ ммоль/л. Квантильный анализ выявил границы средних значений содержания в сыворотке глюкозы в пределах 2,86–4,26 ммоль/л. Для интерпретации результатов исследования показателей глюкозы в сыворотке крови у самок русского осетра предложена шкала их процентильных рангов (табл. 7). При выявлении пониженных или повышенных уровней глюкозы в крови следует учитывать ее важную энергетическую функцию в организме.

Таблица 7

Квантильный анализ содержания глюкозы в сыворотке крови

Процентиль	Содержание глюкозы в сыворотке крови, ммоль/л
3-я	1,34
10-я	2,21
25-я	2,86
50-я	3,41
75-я	4,26
90-я	4,58
97-я	5,84

Таким образом, в результате проведенного исследования выявлены особенности гомеостаза крови у самок русского осетра после операции прижизненного получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода. Адаптация диких самок считается в настоящее время перспективным способом создания репродуктивных маточных стад русского осетра для искусственного воспроизводства, товарного осетроводства и создания генетических коллекций [2, 13, 16]. Полученные данные могут быть использованы для оценки гомеостаза системы эритрона и метаболического гомеостаза крови в процессе физиологической адаптации самок русского осетра в условиях аквакультуры. Применение предложенного комплекса индикаторов позволяет эффективно определять состояние адаптации по шкале процентильных рангов, а также своевременно выявлять самок с нарушениями гемостаза и метаболического гомеостаза.

Библиографический список

1. **Баденко, Л. В.** Эколого-физиологические основы повышения эффективности заводского разведения азовских осетровых / Л. В. Баденко, Н. Г. Дорошева, Г. Г. Корниенко, В. П. Чихачева // Воспроизводство рыбных запасов Каспийского и Азовского морей : сборник научных трудов. – М. : Изд-во ВНИРО, 1984. – С. 88–101.
2. **Васильева, Л. М.** Биологические и технологические особенности товарного осетроводства в условиях Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Л. М. Васильева. – Краснодар, 2000. – 52 с.
3. **Григорьева, Т. Н.** Рыбоводно-физиологическая оценка производителей русского осетра озимой расы, используемых для целей воспроизводства на ОРЗ Нижней Волги / Т. Н. Григорьева, В. А. Крупий, В. Н. Шевченко, П. В. Чернова, Г. П. Даудова, Д. Е. Кириллов, В. Л. Отпущенникова // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : материалы докладов IV Международной научно-практической конференции (г. Астрахань, 13–15 марта 2006 г.). – М. : Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 74–76.
4. **Дегтярева, С. С.** Морфофизиологический мониторинг при формировании ремонтно-маточного стада бестера / С. С. Дегтярева, А. Р. Лозовский, Е. А. Федосеева // Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия : тезисы докладов XII Международной конференции молодых ученых. – Борок : ИБВВ, 2002. – С. 120–121.
5. **Лозовская, М. В.** Влияние зимовки на физиологическое состояние годовиков гибридов русского осетра со стерлядью и русского осетра с шипом / М. В. Лозовская, А. Р. Лозовский, Е. А. Федосеева, А. П. Яковлева, В. А. Высокогорская // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : материалы докладов II Международной научно-практической конференции. – Астрахань : Нова, 2001. – С. 102–104.
6. **Лозовский, А. Р.** Моделирование физиологического состояния диких самок русского осетра при адаптации к условиям аквакультуры / А. Р. Лозовский // Современные аспекты экологии и экологического образования : материалы I Международной интерактивной научной конференции. – Назрань : Изд-во ООО «Пилигрим», 2007. – С. 125–130.
7. **Лукьяненко, В. И.** Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых / В. И. Лукьяненко, Р. Ю. Касимов, А. А. Козога. – Волгоград : Волгоградская правда, 1984. – 229 с.
8. **Лукьяненко, В. И.** Физиолого-биохимическая и рыбоводная характеристика разновозрастных производителей волго-каспийских осетровых рыб / В. И. Лукьяненко, П. В. Кулик. – Рыбинск, 1994. – 280 с.
9. **Лялькина, Е. В.** Физиологическое состояние самок русского осетра *Acipenser gueldenstaedti Brandt* при внесезонном получении половых продуктов / Е. В. Лялькина, И. А. Вихляева, Е. А. Федосеева, Н. В. Шевлякова, А. Р. Лозовский // Рыбохозяйственная наука на пути в XXI век : тезисы докладов Всероссийской конференции молодых ученых. – Владивосток : ТИНРО-Центр, 2001. – С. 36–37.
10. **Меньшиков, В. В.** Лабораторные методы исследования в клинике : справочник / В. В. Меньшиков. – М. : Медицина, 1987. – 365 с.
11. **Подушка, С. Б.** Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей / С. Б. Подушка // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – СПб., 1999. – Вып. 2. – С. 4–19.
12. **Правдин, И. Ф.** Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.
13. **Прошин, Я. Г.** Пути решения проблемы дефицита производителей на осетровых заводах Севкаспрыбвода / Я. Г. Прошин, И. В. Максудьянц // Искусственное воспроизводство и охрана ценных видов рыб : материалы Всероссийского совещания (г. Южно-Сахалинск, 27 августа – 1 сентября 2000 г.). – М. : ООО «Экономика и информатика», 2001. – С. 233–235.
14. **Серпунин, Г. Г.** Гематологические показатели сеголетков стерляди при выращивании в бассейнах и садках на корме «Aller Futura» в Калининградской области / Г. Г. Серпунин, Л. В. Савина, Е. И. Хрусталева, М. С. Величко // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : материалы докладов IV Международной научно-практической конференции. – М., 2006. – С. 270–272.
15. **Судакова, Н. В.** Сравнительная эффективность продуктов микробного синтеза в составе стартовых кормов для молоди осетровых рыб : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. В. Судакова. – М., 1998. – 26 с.
16. **Чебанов, М. С.** Формирование генетической коллекции осетровых рыб в Южном филиале ФГУП ФСГЦР / М. С. Чебанов // Генетика, селекция и воспроизводство рыб : доклады I Всероссийской конференции. – СПб., 2002. – С. 73–80.

17. **Шевлякова, Н. В.** Темпы роста и физиологическое состояние ремонтно-маточных стад белуги / Н. В. Шевлякова, А. Р. Лозовский, С. С. Дегтярева // Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия : тезисы докладов XII Международной конференции молодых ученых. – Борок : ИБВВ, 2002. – С. 158–158.

18. **Шевлякова, Н. В.** Физиологические показатели русского осетра, прооперированного для получения икры, после введения перфторана / Н. В. Шевлякова, А. Р. Лозовский // Российский биомедицинский журнал. – 2004. – Т. 5, ст. 76. – С. 227–228.

УДК 5 97.114: 597. 442: 597. 574

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖАБР АМПУЛЯРИИ POMACEA BRIDGESII В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ

Нуралиева Румия Сапиолловна, аспирант кафедры физиологии и анатомии человека и животных Астраханского государственного университета

Алтужьев Юрий Владимирович, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Астраханского государственного университета, e-mail: altufiev@gmail.com

В связи с ростом потребности населения в животных белках в нашей стране в последние годы достаточно мощно развивается аквакультура. Объекты аквакультуры часто требуют создания новой биотехники и изучения как биологии самих видов, так и условий их воспроизводства.

*Для нашего региона часто используют новые субтропические и тропические виды гидробионтов, одним из которых является ампулярия *Pomacea bridgesii*. В работе представлены результаты выращивания ампулярий и состояние ее жабр в зависимости от гидрохимических условий содержания и вариантов кормления. Даются некоторые рекомендации по оптимизации показателей среды обитания и вариантам кормления ампулярий в условиях промышленного выращивания.*

Ключевые слова: гистология, гистопатология, печень, почки, мышцы, моллюски, брюхоногие, экология, биология, анатомия.

The evolution of aquaculture has begun in our country in the last years as an answer to the growth of population's demands in animal protein. Aquaculture objects often require creation of the new biotechnology and in-depth study of species as well as their growth conditions.

*There are several new tropical and subtropical species of hydrobionts such as *Pomacea bridgesii* which utilization is typical to our region. The article deals with the results of mollusk *Pomacea bridgesii* growth and the state of its gills in accordance with hydrochemical conditions and feeding variants. The recommendations about optimization of the most important factors of environment and feeding are given for implementing commercial production.*

Key words: histology, histopathology, liver, kidneys, muscles, mollusks, pseudopodia, ecology, biology, anatomy.

По мнению многих авторов[5], биоиндикацию загрязнения пресных вод можно проводить по результатам гистопатологического обследования органов и тканей моллюсков.

Нужно отметить, что морфология и гистология беспозвоночных изучены недостаточно [2]. Это в большой мере касается и конкретного объекта нашего исследования – *Pomacea bridgesii* [6].

В связи с этим нами изучено влияние условий промышленного выращивания ампулярий на морфофункциональное состояние их жабр.

Материалы и методы исследований

Задачей первого эксперимента было изучение влияния условий содержания половозрелых ампулярий на состояние их органов и тканей (жабры). В 2-х 100-литровых аквариумах содержали по 20 особей средней массой 35–40 г при смене 1/2 части воды в первом варианте и 1/6 части – во втором варианте 3 раза в неделю. Воду во вре-

мы эксперимента азрировали, в аквариумы были помещены также мешочки с дробленым мрамором. Кормили ампулярий 1 раз в сутки только растительной пищей (листья лебеды, иногда помидоры и дыни). Опыт продолжался в течение 2-х месяцев. Было отмечено, что во втором аквариуме кладок было мало и гидрохимические параметры были хуже, чем в первом аквариуме. Разрушение раковин у моллюсков было отмечено только во втором аквариуме. Гидрохимические показатели определяли экспресс-методами [8].

Материалом исследования второго эксперимента служили 18 неполовозрелых особей улиток, содержащихся в 3-х 10-литровых аквариумах, по 6 улиток в каждом. Оптимальное содержание кислорода поддерживалось при помощи микрокомпрессоров. Смену воды осуществляли 3 раза в неделю. Кормили ампулярий 1 раз в сутки. Вес корма составлял 10 % от их массы. Моллюски получали 3 вида кормов по вариантам: 1 опыт – растительная пища (листья лебеды); 2 опыт – комбикорм для рыб; 3 опыт – мясо креветок. Опыт длился 2 месяца. Исходная средняя масса одной ампулярии составляла $2,8 \pm 0,6$ г. Средняя масса одной улитки в конце эксперимента составила в 1 аквариуме $12,9 \pm 0,4$ г, во 2 аквариуме – $17,7 \pm 1,8$ г, в 3 аквариуме – $10,3 \pm 1,6$ г (табл. 1). С помощью экспресс-метода определяли гидрохимические показатели: концентрацию аммонийного азота и нитритов [8]. Взятие материала осуществляли с помощью анатомического препарирования. Гистологические исследования проводили по общепринятым методикам [1, 3, 7]. Морфометрия была проведена под микроскопами «Микмед-1» и «Olimpus». Микрофотографии выполнялись цифровой камерой «Olimpus».

Таблица 1

Характеристика объекта и условий экспериментов

Число аквариумов, шт.	Число моллюсков в 1 аквариуме, шт.	Длительность опыта, мес.	Средний возраст моллюсков, мес.	Вес одной ампулярии на начало эксперимента, г
1 серия опытов	6	2	6	$2,8 \pm 0,6$
2 серия опытов	20	2	12	$37,5 \pm 1,1$ (смена 1/2 объема воды) $37,5 \pm 1$ (смена 1/6 объема воды)

Результаты исследований

Каждый лепесток жаберной дуги снаружи ограничен видоизмененным покровным эпителием и содержит внутри плоское, щелевидное лакунарное пространство, наполненное кровью [4]. Непосредственно под эпителием лежит слой гомогенной и довольно плотной опорной ткани, к которой изнутри прилегает соединительная ткань с округлыми клетками. Наружный эпителий имеет неодинаковое строение в различных областях лепестка.

На свободном крае лепестка он состоит из довольно высоких цилиндрических клеток с ресничками; пространство, ближайшее к краю лепестка, ограничено кубическим голым эпителием, средняя часть лепестка одета цилиндрическим реснитчатым, а основание – железистым эпителием, который часто бывает собран в мелкие складки.

Опорная субэпителиальная ткань у основания лепестка (под железистым эпителием) развита настолько слабо, что большей частью неразличима вовсе. В средней части она становится заметной и постепенно утолщается к свободному краю лепестка, где достигает особенной мощности. Эта ткань представляет собой соединительнотканной природы, без клеток и волокон. Кровеносная лакуна у основания лепестка шире, чем на крае. Таким образом, специальные жаберные сосуды в лепестках отсутствуют, и кровь из жаберной артерии проходит непосредственно по лакунам лепестков, прежде чем попасть в жаберную вену. Многочисленные мускульные волокна, пересекающие лакуну, сокращаясь, сближают поверхности лепестка и способствуют прохождению крови.

Под жаброй в толще мантии находятся большие группы чрезвычайно крупных светлых клеток с бледно окрашенными ядрами. Значение этой ткани неизвестно. Жаберная ось состоит из вакуолизированной соединительной ткани.

Опыт по смене воды. В ходе эксперимента было изучено изменение морфофункционального состояния жабр ампулярий в зависимости от объема заменяемой воды. В варианте смены половины объема воды 3 раза в неделю (контроль) наблюдались следующие картины морфологических изменений жабр.

Высота высокого цилиндрического реснитчатого эпителия – $32,6 \pm 0,1$ мкм, местами он лишен ресничек. На небольшом участке наблюдается частичное разрушение высокого цилиндрического реснитчатого эпителия вплоть до базальной мембраны.

Высота кубического голого эпителия – $29,9 \pm 0,04$ мкм; наблюдается частичное разрушение его вплоть до базальной мембраны.

Средняя часть лепестка одета цилиндрическим реснитчатым эпителием, а основание – железистым эпителием. Высота железистого эпителия – $40,5 \pm 0,1$ мкм; на небольшом участке встречается его разрушение.

Диаметр просвета: край – $74,8 \pm 0,4$ мкм; середина – $46,6 \pm 0,3$ мкм; основание – $48 \pm 0,1$ мкм.

Ширина ктенидия: край – $138,6 \pm 0,4$ мкм; середина – $106,5 \pm 0,3$ мкм; основание – $130,7 \pm 0,4$ мкм.

Длина жаберного лепестка – $2\ 387 \pm 14,3$ мкм.

Лепестки целые, расположены параллельно друг другу. Многие лепестки, начиная с середины и ближе к концу, извиваются в виде змейки. Только у краев лепестков местами очень сильно расширены просветы.

Результаты опыта в первом варианте в аквариуме со сменой 1/2 объема воды через 2 дня: исходная масса ампулярий составляла $37,5 \pm 1,1$ г, содержали их при температуре $26,5$ °С в слабощелочной среде (рН 7,9) с гидрохимическими показателями: NH_4 (аммонийный азот) – $0,1$ мг/л (норма N = $0,1$ – $0,2$ мг/л); NO_2 (нитриты) – $0,2$ мг/л (норма N = $0,1$ – $0,2$ мг/л).

В варианте смены 1/6 части объема воды 3 раза в неделю наблюдались следующие морфологические картины.

Эпителий местами остается лишь в отдельных местах боковых поверхностей жаберных лепестков (дезинтеграция клеток дыхательного эпителия). Высота высокого цилиндрического реснитчатого эпителия, по сравнению с контролем, в 2 раза больше и равна $56,3 \pm 0,09$ мкм. Местами высокий цилиндрический реснитчатый эпителий лишен ресничек. На небольшом участке, на краю лепестка, наблюдается частичное его разрушение вместе с разрывом базальной мембраны и выходом содержимого кровеносных капилляров во внешнюю среду (эритропедез). В капиллярах находятся малодифференцированные клетки соединительной ткани.

Некротизирована соединительная ткань, находившаяся у основания жаберных лепесточков.

Пространство, ближайшее к краю лепестка, ограничено кубическим голым эпителием. Его высота, по сравнению с контролем, незначительно меньше и равна $22 \pm 0,2$ мкм. Наблюдается разрушение голого кубического эпителия вместе с разрывом базальной мембраны и выходом содержимого кровеносных капилляров во внешнюю среду.

Средняя часть лепестка одета цилиндрическим реснитчатым эпителием, а основание – железистым эпителием. Высота железистого эпителия, по сравнению с контролем, в 1,5 раза меньше и равна $25,5 \pm 0,09$ мкм. Встречается его разрушение.

Диаметр просвета (по сравнению с контролем): на краю остается таким же, равен $73,04 \pm 0,9$ мкм; в середине уменьшается незначительно, равен $33 \pm 0,2$ мкм; у основания незначительно увеличивается, равен $60,7 \pm 0,4$ мкм.

Ширина ктенидия по сравнению с контролем: в 0,5 раз больше на краю и равна $185,2 \pm 0,9$ мкм; незначительно уменьшается в середине и равна $83,6 \pm 0,2$ мкм; незначительно уменьшается у основания и равна $114,4 \pm 0,4$ мкм.

Длина жаберного лепестка, по сравнению с контролем, уменьшается в 2 раза и равна $1347 \pm 11,3$ мкм.

Лепестки метами целые, расположены параллельно друг другу. Многие лепестки, начиная с середины и ближе к концу, извиваются в виде змейки. Только у краев лепестков местами очень сильно расширены просветы.

В отдельных местах наблюдается срастание боковых отделов соседних лепестков, в связи, с чем появляется их сложная архитектура в виде кольца.

Результаты опыта во втором варианте со сменой 1/6 части объема воды через 2 дня: исходная масса животных составляла $37,5 \pm 1$ г; температура поддерживалась на уровне $26,5$ °С, вода имела слабощелочную реакцию (рН 8) с гидрохимическими показателями: NH_4 (аммонийный азот) – 0,3 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л), NO_2 (нитриты) – 0,9 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л); у 5 особей из 20 были отмечены повреждения раковин.

Результаты опытов также приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2

Морфометрические показатели (по видам эпителия) структуры жабр половозрелых ампулярий в различных вариантах опытов по смене воды

Опыты	Высота цилиндрического высокого реснитчатого эпителия, мкм	Высота кубического голого эпителия, мкм	Высота железистого эпителия, мкм
Растительная пища, смена 1/2 объема воды	$32,6 \pm 0,1$	$29,9 \pm 0,04$	$40,5 \pm 0,1$
Растительная пища, смена 1/6 объема воды (деф.)	$56,3 \pm 0,09$	$22 \pm 0,2$	$25,5 \pm 0,09$

Таблица 3

Другие морфометрические показатели структуры жабр половозрелых ампулярий в различных вариантах опытов по смене воды

Опыты	Диаметр просвета, мкм			Ширина ктенидия, мкм			Длина жаберного лепестка, мкм
	Край	Середина	Основание	Край	Середина	Основание	
Растительная пища, смена 1/2 объема воды	$74,8 \pm 0,4$	$46,6 \pm 0,3$	$48 \pm 0,1$	$138,6 \pm 0,4$	$106,5 \pm 0,3$	$130,7 \pm 0,4$	$2387 \pm 14,3$
Растительная пища, смена 1/6 воды объема (деф.)	$73,04 \pm 0,9$	$33 \pm 0,2$	$60,7 \pm 0,4$	$185,2 \pm 0,9$	$83,6 \pm 0,2$	$114,4 \pm 0,4$	$1347 \pm 11,3$

Опыты по типам кормов. В конце опыта в аквариуме, где моллюски получали растительный корм (контроль), масса одной улитки в среднем составила $12,9 \pm 0,4$ г, прибавка массы – 10,3 г.

На свободном крае лепестка наружный эпителий состоит из довольно высоких цилиндрических клеток с ресничками. Высота высокого цилиндрического реснитчатого эпителия – $16,3 \pm 0,04$ мкм. В некоторых местах (около 10 % от всей площади) он с ресничками, лишен ресничек или частично разрушен.

Пространство, ближайшее к краю лепестка, ограничено кубическим голым эпителием; его высота – $17,2 \pm 0,04$ мкм.

Средняя часть лепестка одета цилиндрическим реснитчатым эпителием, а основание – железистым эпителием. Высота железистого эпителия – $20,2 \pm 0,04$ мкм.

Диаметр просвета: край – $12,8 \pm 0,2$ мкм; середина – $10,1 \pm 0,1$ мкм; основание – $17,1 \pm 0,1$ мкм.

Ширина ктенидия: край – $44,9 \pm 0,2$ мкм; середина – $44 \pm 0,3$ мкм; основание – $58,5 \pm 0,2$ мкм.

Длина жаберного лепестка – $957 \pm 2,2$ мкм.

Результаты опыта в первом варианте в аквариуме с растительным кормом: исходная масса одной ампулярии составляла $2,8 \pm 0,6$ г; содержали моллюсков при температуре $23,3$ °С в слабощелочной среде (рН 7,9) с гидрохимическими показателями: NH_4 (аммонийный азот) – $0,3$ мг/л (норма $N = 0,1-0,2$ мг/л), NO_2 (нитриты) – $0,5$ мг/л (норма $N = 0,1-0,2$ мг/л).

Масса одной улитки, получавшей комбикорм для рыб, в конце опыта составила в среднем $17,7 \pm 1,8$ г, прибавка массы – 15 г. В этом варианте кормления, не свойственного для ампулярий в природе, в жабрах отмечены значительные изменения состояния клеток эпителия.

На краю лепестка слущен высокий реснитчатый цилиндрический эпителий вплоть до базальной мембраны; в некоторых местах он то с зубчатыми краями, то лишен ресничек. Высота его в 2,5 раза больше, чем в контроле, и равна $41,8 \pm 0,09$ мкм.

Местами наблюдается разрастание соединительной ткани.

Высота кубического голого эпителия остается такой же, как в контроле, – $19,4 \pm 0,09$ мкм.

Основание лепестка одето железистым эпителием, его высота, по сравнению с контролем, такая же – $22,9 \pm 0,2$ мкм. Местами у основания лепестка наблюдается разрушение железистого эпителия.

Диаметр просвета (по сравнению с контролем): на краю в 2 раза больше, равен $32,6 \pm 0,1$ мкм; в середине увеличен незначительно, равен $18,5 \pm 0,6$ мкм; у основания не изменился, равен $16,7 \pm 0,1$ мкм.

В некоторых местах, в середине и на краю лепестка, отмечается расширение просвета, что говорит об отеке.

Ширина ктенидия, по сравнению с контролем, больше: в 3 раза на краю и равна $155,7 \pm 0,9$ мкм; в 2 раза в середине и равна $91,5 \pm 1,3$ мкм; в 0,5 раз у основания и равна $75,2 \pm 0,4$ мкм.

Длина жаберного лепестка в 2 раза больше по сравнению с контролем, равна $1720,8 \pm 3,7$ мкм.

Также отмечается срастание боковых отделов соседних лепестков, в связи с чем появляется их сложная архитектура в виде треугольников, колец и пирамид. Разрастание железистой ткани и образование выростов у основания лепестков. Местами полное разрушение лепестков, обрывки сохраняются либо у основания, либо у края лепестка. Некоторые из них принимают причудливую форму, например, волнообразно извиваясь, напоминая змейку.

Результаты опыта во втором варианте в аквариуме с комбикормом для рыб: исходная масса одной ампулярии составляла $2,8 \pm 0,6$ г; улиток содержали при температуре $23,3$ °С в слабощелочной среде (рН 7,7) с гидрохимическими показателями: NH_4 (аммонийный азот) – $1,6$ мг/л (норма $N = 0,1-0,2$ мг/л); NO_2 (нитриты) – $0,6$ мг/л (норма $N = 0,1-0,2$ мг/л).

В результате опыта в аквариуме, где кормление осуществляли мясом креветок, средняя масса одной улитки составила $10,3 \pm 1,6$ г, прибавка массы – $7,7$ г.

Изменение массы ампулярий при разных вариантах кормления приведено также в таблице 4.

Таблица 4

Изменение массы ампулярий при разных вариантах кормления

Длительность опыта, дней	Вес одной ампулярии на начало эксперимента, г			Вес одной ампулярии на конец эксперимента, г		
	Растительный корм	Мясо креветки	Комбикорм для рыб	Растительный корм	Мясо креветки	Комбикорм для рыб
60	$2,8 \pm 0,6$	$2,8 \pm 0,6$	$2,8 \pm 0,6$	$12,9 \pm 0,4$	$10,3 \pm 1,6$	$17,7 \pm 1,8$

Разрушены края лепестков, слущен высокий реснитчатый цилиндрический эпителий вплоть до базальной мембраны. Его высота в 3 раза больше, чем в контроле, и равна $45,8 \pm 0,2$ мкм.

Местами наблюдается разрастание соединительной ткани.

Высота кубического голого эпителия, ближайшего к краю лепестка, почти в 2 раза выше, чем в контроле, и равна $30,36 \pm 0,2$ мкм.

Местами заметно разрушение железистого эпителия. Высота его в 0,5 раз выше, чем в контроле, и равна $29,04 \pm 0,1$ мкм.

Диаметр просвета (по сравнению с контролем): на краю в 3 раза больше, равен $36,1 \pm 0,6$ мкм; в середине в 3 раза больше, равен $29,04 \pm 0,5$ мкм; у основания в 1,5 раза больше, равен $26,9 \pm 0,8$ мкм.

Ширина ктенидия, по сравнению с контролем, больше: в 3,5 раза на краю и равна $140,8 \pm 1,4$ мкм; в 2 раза в середине и равна $89,8 \pm 0,6$ мкм; в 1,5 раза у основания и равна $88,4 \pm 0,4$ мкм.

Длина жаберного лепестка в 1,5 раза больше, чем в контроле, и равна $1356,2 \pm 4,3$ мкм.

Наблюдается срастание боковых отделов соседних лепестков, в связи с чем появляется их сложная архитектура в виде треугольников, колец и пирамид. В местах срастаний двух соседних лепестков наблюдается значительная пролиферация эпителия и гипертрофия слизистых бокаловидных клеток. На верхушках жаберных лепестков отмечена дискомплексация эпителиальных клеток, слущивание небольших участков на верхушках лепестков.

Результаты опыта в третьем варианте при кормлении мясом креветок: исходная масса одной улитки составляла $2,8 \pm 0,6$ г; температура в аквариуме была $23,4$ °С, рН 7,9; гидрохимические показатели: NH_4 (аммонийный азот) – 0,8 мг/л (норма $\text{N} = 0,1-0,2$ мг/л); NO_2 (нитриты) – 0,3 мг/л (норма $\text{N} = 0,1-0,2$ мг/л).

Морфологические показатели структуры жабр ампулярий в различных вариантах опытов по кормлению представлены в таблицах 5, 6.

Таблица 5

Морфометрические показатели (по вида эпителия) структуры жабр неполовозрелых ампулярий в различных вариантах опытов по кормлению

Опыты	Высота цилиндрического высокого реснитчатого эпителия, мкм	Высота кубического голого эпителия, мкм	Высота железистого эпителия, мкм
Растительный корм	$16,3 \pm 0,04$	$17,2 \pm 0,04$	$20,2 \pm 0,04$
Комбикорм для рыб	$41,8 \pm 0,09$	$19,4 \pm 0,09$	$22,9 \pm 0,2$
Мясной корм	$45,8 \pm 0,2$	$30,36 \pm 0,2$	$29,04 \pm 0,1$

Таблица 6

Другие морфометрические показатели структуры жабр неполовозрелых ампулярий в различных вариантах опытов по кормлению

Опыты	Диаметр просвета, мкм			Ширина ктенидия, мкм			Длина жаберного лепестка, мкм
	Край	Середина	Основание	Край	Середина	Основание	
Растительный корм	$12,8 \pm 0,2$	$10,1 \pm 0,1$	$17,1 \pm 0,1$	$44,9 \pm 0,2$	$44 \pm 0,3$	$58,5 \pm 0,2$	$957 \pm 2,2$
Комбикорм для рыб	$32,6 \pm 0,1$	$18,5 \pm 0,6$	$16,7 \pm 0,1$	$155,7 \pm 0,9$	$91,5 \pm 1,3$	$75,2 \pm 0,4$	$1720,8 \pm 3,7$
Мясной корм	$36,1 \pm 0,6$	$29,04 \pm 0,5$	$26,9 \pm 0,8$	$140,8 \pm 1,4$	$89,8 \pm 0,6$	$88,4 \pm 0,4$	$1356,2 \pm 4,3$

Гидрологические и гидрохимические показатели воды при промышленном выращивании ампулярий приведены в таблице 7.

Таблица 7

Гидрологические и гидрохимические показатели воды при промышленном выращивании ампулярий

Показатели	1 серия опытов		2 серия опытов		
	Смена 1/2 объема воды	Смена 1/6 объема воды	Мясо креветки	Растительный корм	Комбикорм для рыб
Температура воды в аквариуме, °С	26,5	26,5	23,4	23,3	23,3
рН	7,9	8	7,9	7,9	7,7
Аммонийный азот (NH_4), мг/л (норма = 0,1–0,2)	0,1	0,3	0,8	0,3	1,6
Нитриты (NO_2), мг/л (норма = 0,1–0,2)	0,2	0,9	0,3	0,5	0,6

Библиографический список

1. **Александровская, О. В.** Цитология, гистология и эмбриология: учебное пособие / О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 448 с.
2. **Вельш, У.** Введение в цитологию и гистологию животных / У. Вельш, Ф. Шторх. – М. : Мир, 1976. – С. 183–185.
3. **Волкова, О. В.** Основы гистологии с гистологической техникой / О. В. Волкова, Ю. К. Елецкий. – 2-е изд. – М. : Медицина, 1982. – С. 142–256.
4. **Иванов, А. В.** Большой практикум по зоологии беспозвоночных. Типы: кольчатые черви, членистоногие: учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов / А. В. Иванов, А. С. Мончадский, Ю. И. Полянский, А. А. Стрелков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1983 – Ч. 2. – 543 с.
5. **Макрушин, А. В.** Гистопатологические обследования беспозвоночных Рыбинского водохранилища : материалы Второй Всесоюзной конференции по рыбохозяйственной токсикологии, посвященной 100-летию проблемы качества воды в России / А. В. Макрушин. – СПб., 1991. – Т. 2. – С. 56–58.
6. **Нуралиева, Р. С.** Морфофункциональная характеристика печени ампулярии *Pomacea Bridgei* в различных условиях выращивания // Естественные науки. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – № 3. – С. 32–37.
7. **Ромейс, Б.** Микроскопическая техника / Б. Ромейс. – М. : Иностранная литература, 1953. – 720 с.
8. **Сборник нормативно-технологической документации** по товарному рыбоводству. – М. : Агропромиздат, 1986. – Т. 2. – С. 56–63.

УДК 616.155.1-007.1:546.221:612.65

**ВЛИЯНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА НА ЭРИТРОПОЭЗ
НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА**

Осипенко Марина Дмитриевна, ассистент кафедры патофизиологии Астраханской государственной медицинской академии, e-mail: aline31@mail.ru

Овсянникова Ольга Александровна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры патофизиологии Астраханской государственной медицинской академии

Тризно Николай Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патофизиологии Астраханской государственной медицинской академии

Впервые изучена возрастная динамика содержания различных типов эритробластических островков (ЭО) в костном мозге крыс в норме и после воздействия серосодержащего газа. Отмечено, что токсическое воздействие вызывает разнонаправленные изменения числа ЭО различных типов, модифицирующихся в зависимости от этапа онтогенеза, на котором это воздействие было произведено. ЭО 1-го класса зрелости демонстрируют статистически достоверное увеличение своей численности ($p < 0,001$), что наиболее выражено в неполовозрелом и в старческом возрастах. Сходная динамика наблюдается для ЭО 2-го класса. Иная динамика численности ЭО 3-го класса зрелости: на всех этапах онтогенеза выявляет статистически достоверное снижение этого параметра.

Ключевые слова: эритропоэз, эритробластический островок, этапы онтогенеза, серосодержащий газ.

The age dynamics of content of different types of erythrocytic isles (EI) in the marrow of rats in normal condition and after the influence of sulfur-containing gas has been researched for the first time. It is marked that the toxic influence causes changes of number of EI of various types modified under the variety of level of ontogenesis. EI of class 1 demonstrate statistically the real increase of its number ($p < 0,001$), it is clearly expressed in preadolescent and old ages. The similar dynamics is observed for EI of class 2. Different dynamics of number of EI of class 3 of maturity at all stages of ontogenesis shows statistically real decrease of that parameter.

Key words: erythropoiesis, erythrocytic isle, stages of ontogenesis, sulfur-containing gas.

В XX в. французские морфологи М. Bessis и Ж. Breton-Gorius при электронномикроскопическом изучении костного мозга больных хронической железодефицитной анемией обнаружили особые структуры, названные ими эритробластическими

островками (ЭО). Они показали, что островки эритробластов сформированы особым образом: состоящая из одного или нескольких слоев корона эритробластов окружает ретикулярную клетку.

Исследование организации ЭО с помощью световой и электронной микроскопии показало, что молодые эритробласты находятся в центральных областях ЭО, а более дифференцированные располагаются по его периферии [12]. Форма ЭО, трехмерно реконструированных, не была сферической, как это наблюдалось при двухмерном изображении. Макрофаги не располагались центрально в ЭО, но их цитоплазматические отростки всегда имели тесный контакт с эритробластами, причем эритробласты ранних стадий развития были плотно сгруппированы и соприкасались друг с другом. По мере созревания они начинали отдаляться от центра островка, расстояние между ними увеличивалось.

При различных патологических воздействиях на организм, вызывающих нарушения эритропоэза, отмечаются изменения и в структуре ЭО. Так, например, рофеоцитоз в ЭО активируется при хронических инфекциях, ревматоидном артрите, при формировании экспериментального стерильного абсцесса, при травме [4]. Исследования ЭО костного мозга в клинике при гемодепрессиях [11], при наличии сочетанных тепловых и мышечных нагрузок [1, 2, 3], при ожогах [10] показали, что анемия при этих состояниях сочеталась с такими сдвигами эритропоэза в ЭО, как повышение или уменьшение числа проэритробластов, разнообразием контактов между клетками ЭО в виде плотных перемычек, шипов и мостиков или, наоборот, ослаблением их взаимодействия. Имел место фагоцитоз кроветворных клеток центральными макрофагами островков, в ЭО присутствовали плазматические и лимфоидные элементы, иногда в островках отсутствовали центральные макрофаги, появлялись очаги аутолиза. Показано, что при гипоплазиях кроветворной ткани резко снижается количество ЭО, а при эритремии и вторичных эритроцитозах число островков резко возрастает.

Несмотря на накопленные экспериментальные и клинические данные, выявляющие физиологические функции ЭО, значение их изменений в нарушении эритропоэза при экзогенных интоксикациях на различных этапах онтогенеза все еще нуждается в объективном освещении.

Цель работы – экспериментальная оценка влияния серосодержащего природного газа Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ) на условия эритропоэза в эритробластических островках и их морфофункциональное состояние на этапах постнатального онтогенеза, которые соответствуют детскому, взрослому и пожилому возрастам человека.

Материалы и методики исследований

Выделение из костного мозга крыс островков эритроидной ткани – ЭО – осуществлялось с помощью метода, разработанного Ю.М. Захаровым с соавторами [8].

Расчет количественных показателей, характеризующих состояние эритропоэза в ЭО, производился по методу Л.В. Ворговой и Ю.М. Захарова [1] на основе полученных данных о количестве ЭО в костном мозге животных и их распределении по классам зрелости [7, 9].

С целью выявления онтогенетических периодов повышенной чувствительности эритрона к серосодержащему газу проведен эксперимент на 36 белых беспородных крысах-самцах (18 опытных и 18 контрольных). Были сформированы 3 экспериментальные и контрольные группы (по 6 особей), в которых животные находились на тех же этапах индивидуального развития, что и люди на протяжении постнатального онтогенеза. Экспериментальная группа подвергалась воздействию серосодержащего газа в тот момент, когда животные в ней имели возраст, равный половине того периода своего развития, который соответствовал выбранному для изучения этапу онтогенеза человека. Распределение экспериментальных животных в соответствии с периодами онтогенеза человека проводилось согласно данным, приведенным в работах В.А. Душкина [5], И.П. Западнюка с соавторами [6].

В качестве токсического агента был применен природный осушенный газ АГКМ.

В экспериментах использовалась концентрация газа в газовой смеси, составляющая 90 ± 4 мг/м³ по сероводороду, что в 30 раз больше предельно допустимой концентрации (ПДК) сероводорода для рабочих зон при одновременном присутствии углеводородов. Затравка серосодержащим газом проводилась 4 часа в осенне-зимние сезоны статическим методом с одновременным нахождением в камере 3 особей ежедневно в течение 30 дней, за исключением воскресных дней, строго с 10 до 14 часов, температура в камере составляла $+22 \pm 2$ °С.

Контрольными являлись крысы аналогичных экспериментальным возрастным групп, которые находились в тех же условиях, что и опытные, но без присутствия сероводородсодержащего газа.

Результаты исследований

Как показали проведенные исследования, воздействие серосодержащего газа вызывает выраженную анемию подопытных животных.

Негативное воздействие серосодержащего газа на красную кровь интенсивнее всего проявляется у молодых крыс, что выражается в снижении содержания эритроцитов в периферической крови по отношению к соответствующему возрастному контролю на 53 %. Следом за этой возрастной группой по выраженности негативного эффекта следуют животные старческого возраста (снижение на 48 %). Относительно устойчивыми являются крысы зрелого возраста, демонстрирующие снижение содержания эритроцитов на 23 %.

Исследование количественных и качественных характеристик ЭО помогает выявить причины вышеизложенных эффектов.

При изучении общего содержания ЭО в бедренных костях крыс на различных этапах онтогенеза в норме и после воздействия серосодержащего газа обращает на себя внимание последовательное уменьшение с возрастом абсолютного количества ЭО. Данный факт может явиться одной из причин последовательного возрастного уменьшения содержания эритроцитов вследствие инволютивного затухания эритропоэза.

Весьма характерны результаты воздействия серосодержащего газа на ЭО на различных этапах онтогенеза, которые определяли с помощью подсчета их абсолютного количества.

Если токсическое воздействие в неполовозрелом и зрелом возрастах вызывает значимое увеличение количества ЭО, особенно высокое в первом (на 33 %), то в старческом возрасте, напротив, наблюдается снижение этого количества на 12 %. Данный факт может свидетельствовать в пользу предположения об истощении восстановительных возможностей системы ЭО в старческом возрасте.

Прежде всего, обращает на себя внимание статистически достоверное прогрессирующее с возрастом уменьшение количества ЭО всех типов в норме.

Токсическое воздействие вызывает разнонаправленные изменения числа ЭО различных типов, которые к тому же могут модифицироваться в зависимости от этапа онтогенеза, когда это воздействие было произведено.

Так, ЭО 1-го класса зрелости в ответ на альтерирующее воздействие серосодержащего газа демонстрируют статистически достоверное ($P < 0,001$) увеличение своей численности. Данный эффект наиболее выражен в неполовозрелом возрасте (+ 126 %), но и в старческом возрасте весьма значителен (+ 78 %).

Так как ЭО 1-го типа представляют собой новообразованные центры пролиферации клеток эритробластического ряда, то весьма вероятно предположение, что резкое увеличение их числа в случае токсического воздействия этого типа представляет собой попытку организма интенсифицировать выработку новых эритроцитов. Более активна данная попытка в неполовозрелом возрасте.

Сходная динамика содержания в ответ на токсическое воздействие наблюдается для ЭО 2-го типа. Как и в случае с ЭО 1-го типа, наиболее значительное достоверное ($P < 0,001$) увеличение численности ЭО 2-го типа происходит в неполовозрелом воз-

расте (+ 62 %), но все же оно менее выраженное по сравнению с возрастанием количества ЭО 1-го типа на аналогичном этапе онтогенеза.

В старческом возрасте после токсического воздействия выявляется умеренное достоверное увеличение ЭО 2-го типа (+ 36 %), вероятно, обусловленное общим снижением потенции к активации красного ростка крови в данном возрасте. Зрелый возраст демонстрирует среднюю между неполовозрелым и старческим возрастами степень увеличения числа ЭО 2-го типа (+ 48 %, $P < 0,001$).

Принципиально иную картину демонстрирует динамика численности ЭО 3-го класса зрелости в ответ на токсическое воздействие. В этом случае на всех рассматриваемых этапах онтогенеза выявляется статистически достоверное снижение этого параметра.

Наиболее значительным и высокодостоверным это снижение бывает в неполовозрелом возрасте экспериментальных животных (- 38 %, $P < 0,001$). Менее выражены, но также статистически достоверны ($P < 0,01$) снижения содержания ЭО 3-го типа после токсического воздействия в зрелом и старческом возрастах (- 32 % и - 21 % соответственно).

Так как ЭО 3-го класса зрелости относятся к ЭО с созревающими эритроидными клетками, то весьма вероятно предположение, что негативный эффект воздействия на эритропоэз серосодержащего газа реализуется преимущественно через угнетение дифференцировки и созревания эритроидных клеточных элементов.

Этот тезис подтверждается динамикой содержания инволюционирующих эритробластических островков после токсического воздействия. Данные ЭО так же, как и предыдущие, относятся к ЭО с созревающими эритроидными клетками. Здесь мы тоже наблюдаем статистически достоверное ($P < 0,01$) падение содержания ЭО этого класса в неполовозрелом, зрелом и старческом возрастах на 11, 18 и 16 % соответственно. Обращает на себя внимание более значительное, по отношению к другим возрастным периодам, падение данного параметра по сравнению с возрастной нормой в зрелом периоде постнатального онтогенеза.

Результаты экспериментальных исследований продемонстрировали разностороннее негативное влияние хронического воздействия серосодержащего газа на эритропоэз в эритробластических островках, что выражается, в конечном итоге, в анемизации животных. Наиболее выражены токсические эффекты со стороны процессов эритропоэза в неполовозрелом и старческом возрастах. Но если в первом экспериментальные данные свидетельствуют о значительных адаптационных процессах, которые к зрелому возрасту приводят к относительной стабилизации, то в старческом возрасте негативные эффекты интоксикации, накладываясь на естественные инволютивные процессы, делают возвращение к нормальному функционированию эритропоэза сомнительным.

Библиографический список

1. **Воргова, Л. В.** Об изменении эритробластических островков костного мозга у животных при сочетании тепловых и мышечных нагрузок / Л. В. Воргова, Ю. М. Захаров // Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова. – 1990. – Т. 76, № 2. – С. 200–206.
2. **Воргова, Л. В.** Об особенностях порфиринового обмена и показателей эритрона в условиях сочетанного воздействия тепловой и физической нагрузок на организм крыс / Л. В. Воргова, Ю. М. Захаров // Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова. – 1989. – Т. 75, № 12. – С. 1725–1729.
3. **Воргова, Л. В.** О взаимосвязи тренированности животных, порфиринового обмена и показателей эритрона / Л. В. Воргова, Ю. М. Захаров // Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова. – 1989. – Т. 75, № 6. – С. 300–304.
4. **Долгушин, И. И.** Иммунология травмы / И. И. Долгушин, Л. Я. Эберт, Р. И. Лифшиц. – Свердловск : Изд-во Уральского ун-та, 1989. – 188 с.
5. **Душкин, В. А.** Лабораторное животноводство / В. А. Душкин. – М. : Россельхозиздат, 1980. – 48 с.

6. **Западнюк, И. П.** Лабораторные животные / И. П. Западнюк, В. И. Западнюк, Е. А. Захария, Б. В. Западнюк. – Киев : Вища школа. – 1983. – 381 с.
7. **Захаров, Ю. М.** Классификация эритробластических островков костного мозга с учетом изменения их клеточного состава / Ю. М. Захаров, М. Ю. Мельников, А. Г. Рассохин // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1990. – № 5. – С. 38–42.
8. **Захаров, Ю. М.** Метод выделения эритробластических островков из костного мозга человека / Ю. М. Захаров, А. Г. Рассохин, П. Д. Сеницын, В. П. Волкова // Лабораторное дело. – 1988. – № 5. – С. 20–21.
9. **Захаров, Ю. М.** Эритробластический островок / Ю. М. Захаров, А. Г. Рассохин. – М. : Медицина, 2002. – 280 с.
10. **Игнатов, С. В.** Система эритрона при ожогах / С. В. Игнатов // Гематология и трансфузиология. – 1990. – Т. 35, № 3. – С. 22–26.
11. **Коробкин, А. В.** Состояние эритробластических островков костного мозга и моноцитов периферической крови у больных с гипоплазией кроветворения и эритремией / А. В. Коробкин, Ю. М. Захаров, П. Д. Сеницын // Гематология и трансфузиология. – 1988. – № 6. – С. 52–55.
12. **Prenant, M.** Maturation of erythroblastic bone marrow cells in mammals / M. Prenant // Biol. Cellulaire. – 1980. – Vol. 38. – P. 9–12.

УДК 616.98:576.8.077.3:575.113

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ВИРИФИКАЦИИ CHLAMYDIA TRACHOMATIS У ЧЕЛОВЕКА И ОБЕЗЬЯН

- Слободенюк Владимир Владимирович**, аспирант;
Алешкин Владимир Андрианович, профессор, доктор биологических наук, директор;
Афанасьев Станислав Степанович, профессор, доктор медицинских наук, заместитель директора;
- Гречишниковая Ольга Геннадьевна**, младший научный сотрудник;
Воропаева Елена Александровна, кандидат биологических наук, начальник лаборатории;
Афанасьев Максим Станиславович, кандидат медицинских наук, научный сотрудник;
Метельская Валерия Алексеевна, младший научный сотрудник;
Байракова Александра Львовна, младший научный сотрудник;
Егорова Екатерина Александровна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник,
- Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского, e-mail: info@gabrich.com
Лапин Борис Аркадьевич, академик РАМН, профессор, доктор медицинских наук, директор;
Джикидзе Этери Капитоновна, профессор, доктор медицинских наук, заведующая лабораторией,
- Научно-исследовательский институт медицинской приматологии, e-mail: blapin@yandex.ru
Караулов Александр Викторович, член-корреспондент РАМН, профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой клинической аллергологии и иммунологии;
Несвижский Юрий Владимирович, профессор, доктор медицинских наук, декан медико-профилактического факультета,
- Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова, e-mail: nesviz@mail.ru
Теплый Давид Львович, профессор, доктор биологических наук, заведующий кафедрой физиологии и морфологии человека и животных Астраханского государственного университета, e-mail: astredunef@astranet.ru
Рубальский Олег Васильевич, профессор, доктор медицинских наук, директор научно-исследовательского института краевой инфекционной патологии;
Рубальский Евгений Олегович, студент, пятый курс, лечебный факультет Астраханская государственная медицинская академия, e-mail: rubalsky@inbox.ru

Проведено комплексное обследование 65 человек и 69 обезьян с подозрением на хламидийную инфекцию с использованием цитологических, иммунофлюоресцентных, серологических, культуральных и молекулярно-генетических методов. И у людей, и у приматов чем выразеннее была клиническая картина хламидийной инфекции, тем чаще регистрировались положительные результаты в комбинации ИФА + ПЦР + культуральный метод + цитологический метод. При стертом течении хламидийной инфекции наибольший процент положительных

результатов давали ПЦР и ИФА. Частота регистрации положительных результатов использованных лабораторных тестов у пациентов и приматов статистически не различалась.

Ключевые слова: хламидиоз, лабораторная диагностика, корреляционный анализ.

Complex checkup of 65 persons and 69 monkeys with suspicion of chlamydia infection with use of cytologic, immunofluorescence, serologic, cultural and molecular-genetic methods is made. Both people and primates had the more evident clinical pattern of chlamydia infection, the more often the positive results in combination of IEA + PCR + the cultural method + the cytologic method were registered. At the erased flow of chlamydia infection PCR and IEA yielded the greatest percent of positive results. Frequency of registration of positive results of the used laboratory tests at patients and primates did not differ statistically.

Key words: chlamydiosis, laboratory diagnostics, correlation analysis.

Проблема урогенитальных инфекций, вызванных микроорганизмами семейства *Chlamydiaceae*, их связь с патологией беременности и родов, является одной из актуальных задач современного здравоохранения. *Chlamydia trachomatis* относится к патогенным микроорганизмам. Воспалительные заболевания мочеполовой системы распространены во всех странах мира, причем наблюдается тенденция к их росту. На сегодняшний день в индустриальных странах инфекции, вызванные *C. trachomatis*, являются наиболее распространенными среди заболеваний, передающихся половым путем. Увеличение количества ежегодно выявляемых случаев урогенитального хламидиоза связано не только с увеличением общего числа больных и бессимптомных носителей, но и с совершенствованием методов диагностики [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Исследования по изучению распространенности инфекций, передаваемых половым путем (ИППП), в России немногочисленны и противоречивы, так как оценка распространения ИППП проводится не в популяции в целом, а в группе лиц, обратившихся за медицинской помощью. Однако какой бы ни была их частота, нет сомнений, что они создают серьезные социально-экономические проблемы. Успешная организация борьбы с этими заболеваниями возможна лишь в условиях их своевременного выявления. С учетом отсутствия в ряде случаев симптоматики, возможности атипичных проявлений, бессимптомного течения инфекции борьба с ИППП представляет значительные трудности и во многом зависит от уровня организации медицинской помощи, возможностей комплексного подхода к диагностике хламидиоза и, естественно, знаний патогенеза заболеваний, вызванных *C. trachomatis*. Данные литературы по урогенитальной хламидийной инфекции свидетельствуют о том, что между фундаментальными исследованиями биологии и морфологии *C. trachomatis* и клиническими исследованиями заболеваний, которые она вызывает, имеется колоссальный разрыв [5, 6, 7]. В лабораториях научных центров уже много лет проводятся исследования, направленные на создание практически приемлемого алгоритма диагностики и контроля излеченности заболеваний, вызванных хламидиями. Наиболее значимые критерии диагностики хламидиоза – это чувствительность и специфичность метода лабораторного исследования, а также прогностическая значимость положительного и отрицательного результата [5, 6, 9].

В связи с тем что хламидиоз – диагноз этиологический и для его установления необходима прямая детекция возбудителя, актуальным остается вопрос культуральной диагностики. Были предложены разнообразные модели культивирования хламидий, такие как куриные эмбрионы, а так же различные клеточные линии. Имеются сообщения о попытках экспериментального воспроизведения урогенитальной инфекции у обезьян путем их заражения инфекционными агентами, выделенными от людей [8]. Однако исследования естественной инфекции урогенитального тракта обезьян, вызванной хламидиями, начаты относительно недавно (2005 г.) в НИИ медицинской приматологии РАМН г. Сочи. Обезьяны, ближайшие эволюционные родственники человека, могут выступать в качестве адекватной модели в целях дальнейшего решения проблемы борьбы с хламидиозом.

Целью настоящего исследования является определение естественного распространения *C. trachomatis* и роль этого возбудителя в спонтанной патологии низших

обезьян разных видов, в частности, поражение урогенитального тракта, а также сравнительная характеристика методов выявления хламидий у человека и обезьян.

Материалы и методы исследований

Обследовано 50 пациентов с подозрением на хламидиоз (35 женщин и 15 мужчин). У большинства мужчин отмечались признаки уретрита, такие как зуд и жжение при мочеиспускании, неприятные ощущения в уретре, выделения слизистого или слизисто-гнойного характера. У женщин, как правило, отмечались выделения из урогенитального тракта и расстройства менструального цикла. Контрольную группу составили 15 человек, не предъявлявших жалобы, которые обратились с целью профилактического осмотра.

Объектом исследования среди приматов служили 44 низших африканских (павианы анубисы) и азиатских (макаки яванские, макаки резусы) обезьян мужского и женского пола и различного возраста (от 2 до 27 лет) с патологией урогенитального тракта: абортами, бесплодием, эндометритами, цервицитами у самок. У большинства самцов клинических признаков хламидиоза не наблюдали. У отдельных особей регистрировали признаки уретрита. Контрольную группу составили 25 клинически здоровых обезьян по заключению ветеринарного отдела.

Образцы клинического материала. В качестве клинического материала служили мазки-соскобы из уретры и цервикального канала у женщин и уретры у мужчин. У обезьян исследованы мазки-соскобы из цервикального канала и уретры у самок и уретры у самцов. Забранный материал распределяли на стекле, высушивали и фиксировали этанолом. Забор материала из урогенитального тракта производился с помощью стерильных урогенитальных зондов, позволяющих получить со слизистой слой цилиндрических эпителиальных клеток. Согласно экспериментальным данным количество исследуемого материала при заборе урогенитальным зондом составляло 0,2 г. Для выделения возбудителя в культуре клеток соскобный материал помещали в транспортную среду [6, 10]. Для молекулярно-генетических исследований содержимое зондов тщательно суспендировали в забуференном физиологическом растворе в пробирках типа «Эппендорф» с последующим определением количества эпителиальных клеток с помощью слайд-планшета («Плива-Лахема», Чехия). Конечная концентрация клеток в образце составляла не более 1×10^5 клеток/мл. Для серологических исследований кровь брали венепункцией, натощак. Доставка материала осуществлялась в лабораторию в течение 1–2-х ч.

Цитологический метод. Окраску мазков по Романовскому – Гимзе проводили по общепринятой методике [6, 10]. Учет результатов осуществляли на световом микроскопе «Микмед-5» при увеличениях $\times 100$, $\times 400$, $\times 1\,000$. Одновременно с поиском специфических хламидийных включений у людей оценивали состояние слизистой уретры или цервикального канала (учитывали количество лейкоцитов) и получали дополнительную информацию о наличии сопутствующей бактериальной микрофлоры, дрожжевых грибов, трихомонад и т.п.

Серологический метод. Выявление антител (АТ) к *S. trachomatis* осуществляли в сыворотке крови человека и обезьян методом иммуноферментного анализа (ИФА) [6, 10]. Образцы цельной крови инкубировали 1 ч при температуре 37 °С, затем центрифугировали 10 мин при 1 500 об./мин. Сыворотку переносили в отдельную пробирку и хранили при минус 20 °С не более 2-х недель. Серологическое исследование у людей по выявлению специфических антител (АТ) иммуноглобулинов (Ig) классов IgA и IgG к *S. trachomatis* проводилось на тест-системах “*S. trachomatis*-IgA-pELISA medac” и “*S. trachomatis*-IgG-pELISA medac” (Германия). Положительным результатом считали содержание IgA-АТ $\geq 1 : 50$, IgG-АТ $\geq 1 : 50$. Выявление АТ к белку теплового шока (БТШ) проводилось с использованием иммуноферментного тест-набора для определения IgG-АТ к хламидийным белкам теплового шока “60 sHSP60-IgG-ELISA medac” (Германия). Положительный результат оценивался при содержании IgG-АТ $\geq 1 : 50$. У обезьян обнаружение IgM-АТ, IgA-АТ и IgG-АТ к *S. trachomatis* проводилось с использованием тест-систем производства НПО «Диагностические системы» (Нижний Новгород). Диагностическим титром для IgM-АТ считали $\geq 1 : 200$, для IgA-АТ $\geq 1 : 5$, IgG-АТ $\geq 1 : 5$.

Постановку реакций проводили в соответствии с инструкциями по применению, прилагаемыми производителем.

Культуральный метод. Соскобным материалом, полученным из урогенитального тракта, инфицировали суточную культуру клеток McCoу, выращенную на покровных стеклах, помещенных в лунки 24-луночных планшетов [6, 10]. Выделение хламидий включало следующие этапы: удаление среды роста из лунок с культурой клеток McCoу, инокуляция клинического материала, центрифугирование при 1 000 об./мин в течение 1 ч, инкубация при 37 °С в течение 2 ч, удаление инокулята и внесение изолирующей среды (среда DMEM с глутамином и с 25 mM HEPES, 10 % эмбриональной телячьей сыворотки, гентамицин 40 мкг/мл, 40 % раствор глюкозы в концентрации 10 мкл на 1 мл среды, циклогексимид 2 мкг/мл), инкубация при 37 °С в течение 72 ч. По истечении срока инкубации покровные стекла окрашивали по Романовскому – Гимзе и меченными FITC моноклональными антителами для выявления антигенов *C. trachomatis* в реакции прямой иммунофлуоресценции (тест-система “CeLLabs”, Австралия). В препаратах инфицированных клеточных культур хламидии выявлялись в виде характерных цитоплазматических включений, окрашенных в соответствующий методу цвет.

Молекулярно-генетический метод. В работе использовали полимеразную цепную реакцию (ПЦР), состоящую из 3-х этапов: экстракции ДНК из исследуемого материала, амплификации участков ДНК и электрофоретического анализа продуктов ПЦР. Экстракцию ДНК из соскобного материала проводили с помощью набора для выделения ДНК из мазков и соскобов «ДНК-сорб-АМ» (НИИ Эпидемиологии, г. Москва). Для ПЦР амплификации ДНК *C. trachomatis* использовали набор реагентов «АмплиСенс Chlamydia trachomatis-FL» (НИИ Эпидемиологии, г. Москва). Анализ продуктов амплификации проводили разделением фрагментов ДНК в 2 % агарозном геле.

Статистическая обработка полученных данных. Полученные результаты исследований были подвергнуты обработке методами вариационной статистики. Для каждого показателя проверялась статистическая гипотеза о нормальности распределения данных по критерию равенства дисперсий. Различия считались достоверными при $p < 0,05$. Вычисление и оценку тесноты связи между показателями рассчитывали с помощью коэффициента корреляции рангов Спирмена (r_s). При $r_s \geq 0,7$ связь считали сильной; при $0,5 \leq r_s < 0,7$ связь являлась средней; при $r_s < 0,5$ связь считали слабой. При $r_s = 0$ линейная связь отсутствовала [11, 12]. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением программы “Microsoft Excel”.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведено комплексное обследование человека и обезьян с привлечением микроскопических, иммунофлюоресцентных, серологических, культуральных и молекулярно-генетических методов. В ходе исследования пациенты в зависимости от характера течения заболевания были разделены на 2 группы: первую группу составили обследованные, предъявлявшие жалобы на обильные выделения из урогенитального тракта, жжение и рези при мочеиспускании (25 человек). Во вторую группу вошли пациенты без ярко выраженной симптоматики, имевшие в анамнезе хронические заболевания урогенитального тракта (25 человек).

Среди обследованных пациентов первой группы *C. trachomatis* была выделена в культуре клеток у 20 человек. У 18 из них наличие инфекции было дополнительно одновременно подтверждено тремя методами (ПЦР + ИФА + цитология). И только у 2 пациентов хламидийная инфекция была дополнительно подтверждена двумя методами (ПЦР + ИФА). У остальных 5 пациентов хламидиоз верифицирован только ПЦР + ИФА без выявления хламидий в культуре клеток. Следовательно, совпадение результатов культурального исследования с подтверждающими методами составило с ПЦР – 100 %, с ИФА – 100 % (IgA-АТ – 56 %, IgG-АТ – 76 %, БТШ – 24 %), с цитологическим исследованием – 90 %. Процент выявляемости по культуральному методу составил 80 %, по ПЦР – 100 %, по ИФА – 100 % (IgA-АТ – 64 %, IgG-АТ – 88 %, БТШ – 40 %), по цитологии – 72 %.

Статистическая обработка данных показала, что коэффициент корреляции (r) между острой симптоматикой заболевания и положительными результатами по культу-

ральному методу составил 0,49, ПЦР – 1, ИФА – 1 (IgA-АТ – 0, IgG-АТ – 0,67, БТШ – 0,39), цитологическим исследованиям – 0,48.

Другая картина наблюдалась во второй группе пациентов с хроническими воспалительными заболеваниями урогенитального тракта. Из 25 человек *S. trachomatis* была выделена в культуре клеток только у 10 пациентов. У 3 из них наличие инфекции было дополнительно одновременно подтверждено тремя методами (ПЦР + ИФА + цитология), у 4 пациентов инфицирование *S. trachomatis* было дополнительно подтверждено двумя методами (ПЦР + ИФА), еще у троих – только ПЦР. При отрицательном культуральном методе положительные результаты только по ПЦР выявлены у 1 человека, только по ИФА – у 11 человек, по ПЦР + ИФА – у 3 человек. Следовательно, совпадение результатов культурального исследования с результатами подтверждающих методов составило с ПЦР 40 %, с ИФА – 28 % (IgA-АТ – 4 %, IgG-АТ – 24 %, БТШ – 20 %), с результатами цитологического исследования – 12 %. Процент выявляемости инфицирования хламидиями культуральным методом составил 40 %, ПЦР – 56 %, ИФА – 84 % (IgA-АТ – 36 %, IgG-АТ – 72 %, БТШ – 45 %), цитологией – 12 %.

При статистической обработке полученных результатов исследования показано, что коэффициент корреляции (r) между наличием стертых клинических проявлений хронического заболевания и положительными результатами культурального исследования составил 0,39, ПЦР – 0,59, ИФА – 0,71 (IgA-АТ – 0,44, IgG-АТ – 0,73, БТШ – 0,45), цитологического исследования – 0,23.

В контрольной группе пациентов результаты исследования всеми предложенными методами были отрицательными.

При проведении исследований у обезьян животные также были условно поделены на 2 группы. Первую группу составили животные с выраженными клиническими признаками заболевания урогенитального тракта (20 обезьян), в то время как вторую группу составили животные с анамнестическими данными, указывающими на хронический хламидиоз (выкидыши, цервициты, уретриты) без выраженных клинических признаков инфекции, имеющие в анамнезе хронические заболевания урогенитального тракта (24 обезьяны).

При обследовании обезьян в первой группе *S. trachomatis* выделена в культуре клеток у 20 особей. У 16 из них хламидиоз был подтвержден одновременно тремя методами (ПЦР + ИФА + цитология), у 4 обезьян – двумя методами (ПЦР + ИФА). Следовательно, совпадение результатов культурального метода с результатами других методов составило: ПЦР – 100 %, ИФА – 100 % (IgA-АТ – 25 %, IgG-АТ – 70 %, IgM-АТ – 10 %), цитологического исследования – 80 %. Процент выявляемости инфицирования хламидиями культуральным методом составил 100 %, ПЦР – 100 %, ИФА – 100 % (IgA-АТ – 25 %, IgG-АТ – 70 %, IgM-АТ – 10 %), цитологическим исследованием – 80 %.

Статистическая обработка полученных результатов исследования показала, что коэффициент корреляции (r) между выраженной клиникой заболевания урогенитального тракта и результатами культурального исследования составил 1, ПЦР – 1, ИФА – 1 (IgA-АТ – 0,13, IgG-АТ – 0,57, IgM-АТ – 0,29), цитологического исследования – 0,74.

В результате обследования обезьян во второй группе *S. trachomatis* выделена у 7 обезьян в культуре клеток с подтверждением только ПЦР. У 4 обезьян были положительные результаты ПЦР и ИФА, у 2 – только ПЦР, у 11 – только ИФА при отрицательных результатах других методов обследования. Следовательно, совпадение результатов культурального метода с результатами ПЦР составило 29 %. Процент выявляемости инфицирования *S. trachomatis* культуральным методом составил 29 %, ПЦР – 54 %, ИФА – 62 % (IgA-АТ – 12 %, IgG-АТ – 37 %, IgM-АТ – 0 %), цитологическим исследованием – 0 %.

При статистической обработке полученных результатов исследования показано, что коэффициент корреляции (r) между наличием проявлений хронической инфекции и результатами культурального метода составил 0,54, результатами ПЦР – 0,92, результатами ИФА – 0,65 (отдельно с результатами выявления IgA-АТ, IgG-АТ и IgM-АТ корреляционной связи не выявлено).

В контрольной группе обезьян при обследовании всеми вышеописанными методами хламидийная инфекция не была выявлена.

В результате проведенных исследований установлена естественная распространенность и роль хламидийной инфекции в спонтанной патологии урогенитального тракта у низших обезьян.

У человека и приматов при диагностике урогенитального хламидиоза при остром и хроническом течении инфекционного процесса статистически достоверно в одинаковом проценте случаев выявлялись положительные результаты культурального исследования, ПЦР, ИФА и цитологического исследования с превалированием частоты их встречаемости при остром течении заболевания. У пациентов в зависимости от характера течения заболевания прослеживалась наиболее сильная корреляционная связь наличия клинических проявлений при остром процессе с результатами ПЦР и ИФА (с IgA-АТ – слабая, с IgG-АТ – средняя, с БТШ – слабая), с результатами культурального и цитологического исследования – средняя. При хроническом процессе выявлялась средняя корреляционная связь наличия клинических проявлений с сочетанием результатов ПЦР, ИФА (с IgA-АТ – слабая, с IgG-АТ – сильная, с БТШ – средняя) и культурального исследования, слабая корреляция – с сочетанием результатов культурального и цитологического исследований. IgA-АТ достоверно ($\chi^2 = 3,95$) чаще регистрировались при остром хламидиозе, чем при хроническом. IgG-АТ одинаково часто встречались в обоих случаях. У приматов при выраженной клинике хламидиоза наблюдалась наиболее сильная корреляционная связь наличия клинических симптомов с результатами культурального исследования, ПЦР и ИФА (с IgA-АТ – слабая, с IgG-АТ – средняя, с IgM-АТ – слабая) и цитологического исследования. При хроническом течении заболевания у приматов корреляционная связь наличия признаков инфекции с результатами культурального исследования была средней, с результатами ПЦР – сильная, с результатами ИФА – средняя (с результатами определения IgA-АТ, IgG-АТ и IgM-АТ корреляционной связи не выявлено), с результатами цитологического исследования корреляционной связи не было. С более высокой частотой IgG-АТ регистрировались при остром течении инфекционного процесса. Чем выраженнее была клиническая картина хламидийной инфекции, тем чаще положительные результаты регистрировались в комбинации ИФА + ПЦР + культуральный метод + цитологический метод. При стертом течении хламидийной инфекции наибольший процент положительных результатов дали ПЦР и ИФА.

Библиографический список

1. **Аршба, И. М.** Распространение возбудителей урогенитальных инфекций у обезьян и их роль в патологии беременности и родов : автореф. дис. ... канд. биол. наук / И. М. Аршба. – Сочи, 2008.
2. **Гранитов, В. М.** Хламидиозы / В. М. Гранитов. – М. : Медицинская книга ; Н. Новгород : Изд-во НГМА, 2002. – 192 с. – ISBN 5-86093-045-3.
3. **Дмитриев, Г. А.** Лабораторная диагностика бактериальных урогенитальных инфекций / Г. А. Дмитриев. – М. : Медицинская книга ; Н. Новгород : Изд-во НГМА, 2003. – 331 с. – ISBN 5-86093-128-X.
4. **Зимин, А. Л.** Разработка метода специфической детекции и видовой дифференциации возбудителей хламидиозов на основе структурного полиморфизма гена *omp2* : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. Л. Зимин. – М., 2003. – 21 с.
5. **Интерфероновый статус**, препараты интерферона в лечении и профилактике инфекционных заболеваний и реабилитация больных / под ред. С. С. Афанасьева, Г. Г. Онищенко, В. А. Алешкина, Л. В. Феклисовой, М. С. Афанасьева, А. В. Алешкина. – М. : Триада-Х, 2005. – 767 с. – ISBN 5-8249-0114-7.
6. **Метельская, В. А.** Современные методы лабораторной диагностики хламидиозов / В. А. Метельская, В. А. Алешкин, В. В. Зверев, О. Г. Гречишникова, Е. А. Воропаева, С. С. Афанасьев, Ю. В. Несвижский, М. С. Афанасьев, А. Л. Байракова, Е. А. Егорова // Микробиология. – 2008. – № 4. – С. 111–117.
7. **Мауров, И. И.** Половые болезни : руководство для врачей, интернов и студентов / И. И. Мауров. – Харьков : Факт, 2002. – 758 с. – ISBN 978-966-637-362-8.
8. **Пухнер, А. Ф.** Хламидийные урогенитальные и экстрагенитальные заболевания / А. Ф. Пухнер, В. И. Козлова. – М. : Триада-Х, 2004. – 128 с. – ISBN 5-8249-0101-5.
9. **Савичева, А. М.** Урогенитальный хламидиоз у женщин и его последствия / А. М. Савичева, М. А. Башмакова / под ред. Э. К. Айламазяна. – Н. Новгород : Изд-во НГМА, 1998. – 182 с. – ISBN 5-86093-023-2.

10. **Савичева, А. М.** Хламидийная инфекция в акушерстве и гинекологии (диагностика, клиника, лечение) : методическое пособие / А. М. Савичева, М. А. Башмакова, Н. Г. Кошелева, О. Н. Аржанова, Е. В. Омелянюк, К. В. Шалепо, Е. В. Шипинина, М. Г. Чхарчшвили. – СПб. : ООО «Издательство Н-Л». – 2002. – 32 с.

11. **Сидоренко, М. Г.** Статистика : учебное пособие / М. Г. Сидоренко. – М. : Форум, 2007. – 160 с. – ISBN 978-5-91134-160-2.

12. **Юнкеров, В. И.** Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / В. И. Юнкеров, С. Г. Григорьев. – 2-е изд., доп. – СПб. : ВМедА, 2005. – 292 с. – ISBN 5-94272-011-5.

УДК: 611.611-019

ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ ЧАШЕЧНО-ЛОХАНОЧНОГО КОМПЛЕКСА ПОЧЕК ЧЕЛОВЕКА

Стабредов Андрей Владимирович, ассистент, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры анатомии человека Астраханской государственной медицинской академии, e-mail: aleksei-isaev@rambler.ru

Усманов Ильдар Абдрафикович, аспирант заочной формы обучения кафедры анатомии человека Астраханской государственной медицинской академии

Выявлены варианты строения и особенности пространственной организации чашечно-лоханочной системы почек человека на различных этапах онтогенеза. В качестве материала использовано 208 почек плодов, новорожденных, детей и взрослых до 91 года. Использовались анатомическое препарирование, метод послойных срезов почек. Изготовлено 110 коррозионных препаратов чашечно-лоханочной системы почек. Установлено, что варианты строения чашечно-лоханочной системы у новорожденных и детей не отличаются от таковых у людей зрелого и инволютивного возрастов. Некоторое увеличение числа случаев ампулярных видов почечной лоханки наблюдается в грудном и инволютивном периодах. Возможно, это связано с ускоренным ростом чашечно-лоханочной системы почки в грудном возрасте и с некоторым растяжением почечной лоханки в инволютивном периоде.

Ключевые слова: почка, почечная чашечка, почечная лоханка, человек.

The variants of structure and peculiarities of space organization of calyx-pelvis system of human kidney at various stages of ontogenesis are found out. The material of investigation was 208 kidneys of fruits, of new-borns, children and grown-ups till 91. The anatomical dissection, method of layer cuts of kidney were used. 110 corrosive preparations of renal calyx-pelvis system were prepared. It is found out that variants of structure of calyx-pelvis system among new-borns and children don't differ from those of adults and people of involutive age. A slight increase of cases of ampular types of renal pelvis is observed in infant and involutive periods. It is possible that it is connected with accelerated growth of calyx-pelvis system of kidney in infant age and with some distension of renal pelvis in involutive period.

Key words: kidney, renal calyx, renal pelvis, human.

Знания о вариантах строения чашечно-лоханочной системы почек необходимы в связи с разработкой новых методов диагностики в урологии и более щадящих методов лечения [2, 4]. Однако по этому вопросу имеются единичные публикации [3, 4, 6].

Цель исследования – выявить варианты строения и особенности пространственной организации чашечно-лоханочной системы почек человека на различных этапах онтогенеза.

В качестве материала использовано 208 почек плодов, новорожденных, детей и взрослых до 91 года.

Применялись анатомическое препарирование, методы послойных срезов почек во фронтальной и горизонтальной плоскостях. Изготовлено 110 коррозионных препаратов чашечно-лоханочной системы почек человека. Данные морфометрии обрабатывались по стандартной программе “Microsoft Excel” пакета “Statistica 7.0”.

Анализ материала проводился с использованием классификации по Н.Г. Ханли (1959) [5].

Древовидная лоханка выявлена у плодов в 90 % случаев, в 70 % – в грудном возрасте, в 50 % – у людей зрелого возраста, в инволютивном периоде – в 55,3%, в старческом возрасте – в 38 %. В 85% случаев они располагались интратрениально, в 15 % – экстратрениально.

Ампулярный вариант строения почечной лоханки встречается у плодов и новорожденных в 5 % случаев, у детей грудного возраста ампулярная форма встречается в 13 % случаев, в 37,5 % – у людей зрелого возраста, в 20 % в инволютивном периоде, в старческом возрасте – в 19 %. В 45,83 % случаев они располагались интратрениально, в 54,16% – экстратрениально.

Смешанный тип строения почечной лоханки (рис.) встречается у плодов и новорожденных в 5 % случаев, у детей грудного возраста – в 17 %, в 12,5 % случаев – у людей зрелого возраста, в 24,7 % – у лиц инволютивного возраста, в 12 % – в старческом возрасте. В 63,3 % случаев они располагались интратрениально, в 36,6 % – экстратрениально.

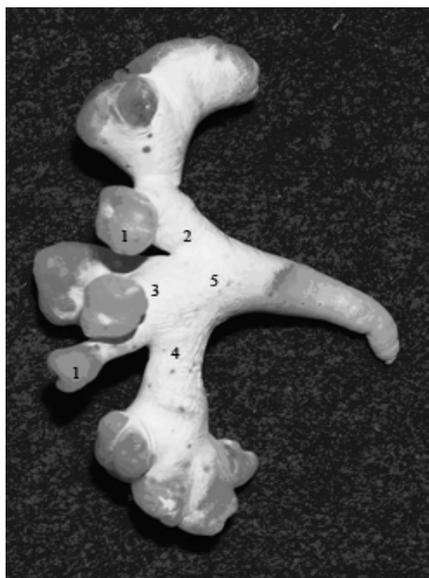


Рис. Коррозионный препарат чашечно-лоханочной системы почки мальчика 9 месяцев. Смешанный тип ветвления. 1 – малые почечные чашечки; 2 – верхний мочевой проток; 3 – средний мочевой проток; 4 – нижний мочевой проток; 5 – почечная лоханка

В 32,5 % случаев в почечную лоханку впадали 2 мочевых протока (верхний и нижний). В 16,25 % случаев в лоханку впадали 2 мочевых протока и 1 малая чашечка (чаще из верхнего или нижнего передних сегментов). В 12,5 % случаев в почечную лоханку впадали 2 мочевых протока и 2 малые чашечки (одна из переднего верхнего, другая из заднего сегментов). В 2,5 % случаев в почечную лоханку впадали 2 мочевых протока и 3 малые почечные чашечки. В 21,25 % случаев в почечную лоханку впадали 3 мочевых протока (верхний, средний и нижний). В 8,75 % случаев в лоханку впадали 3 мочевых протока и 1 малая почечная чашечка. В 5 % случаев в лоханку впадали 3 мочевых протока и 2 малые почечные чашечки. В 1,25 % случаев мочевые протоки отсутствовали, а малые чашечки непосредственно впадали в ампулярную почечную лоханку.

Нами был выявлен вариант с добавочным мочеточником. При этом в общую лоханку впадали 3 мочевых протока, в каждый из которых впадали по 3 малые почечные чашечки. В свою очередь, 3 малые почечные чашечки из верхнего сегмента почки сливались, образуя верхний мочевой проток, а тот переходил в добавочный мочеточник.

В мочевой проток может впадать от 2 до 6 малых почечных чашечек (чаще 3–4). В верхнем сегменте может находиться 1 почечная чашечка (18,09 % случаев), 2 почечные чашечки (35,23 %), 3 почечные чашечки (31,42 %), 4 почечные чашечки (13,33 %), 5 почечных чашечек (1,9 %). В 2 передних сегментах может находиться 1 почечная чашечка

(27,61 % случаев), 2 почечные чашечки (49,52 %), 3 почечные чашечки (15,2 %), 4 почечные чашечки (2,85 %), 5 почечных чашечек (0,95 %), 6 почечных чашечек (1,9 %). В заднем сегменте может находиться 1 почечная чашечка (33,33 % случаев), 2 почечные чашечки (46,66 %), 3 почечные чашечки (14,28 %), 4 почечные чашечки (3,8 %), 5 почечных чашечек (1,9 %). В нижнем сегменте почки может находиться 1 почечная чашечка (14,28 % случаев), 2 почечные чашечки (37,14 %), 3 почечные чашечки (36,19 %), 4 почечные чашечки (9,52 %), 5 почечных чашечек (2,85 %).

В почке может находиться от 4 до 18 малых почечных чашечек. В 1,96 % случаев в почке обнаружено 4 малые почечные чашечки, 5 – в 2,94 %, 6 – в 6,86 %, 7 – в 16,66 %, 8 – в 24,5 %, 9 – в 19,6 %, 10 – в 12,74 %, 11 – в 4,9 %, 12 – в 2,94 %, 13 – в 1,96 %, 15 – в 0,98 %, 17 – в 1,96 %, 18 – в 0,98 %. В 1,96 % случаев лоханка отсутствует и малые чашечки переходят непосредственно в мочеточник.

Выявлено, что форма ветвления чашечно-лоханочной системы у новорожденных и детей соответствует таковой у людей зрелого и инволютивного возрастов, т.е., варианты впадения малых и больших почечных чашечек в лоханку одинаково часто встречаются у лиц различного возраста, так как остаются неизменными в течение всего онтогенеза человека. Некоторое увеличение числа случаев ампулярных видов почечной лоханки наблюдается в грудном и инволютивном периодах. Возможно, это связано с ускоренным ростом чашечно-лоханочной системы почки в грудном возрасте и с некоторым растяжением почечной лоханки в инволютивном периоде.

Количество, расположение, размер и форма почечных чашечек чрезвычайно разнообразны.

Библиографический список

1. ***Бурых, М. П.*** Анатомия чашечно-лоханочного комплекса почки человека в постнатальном онтогенезе / М. П. Бурых. – Харьков : Знание, 2000. – 85 с.
2. ***Макухина, Л. П.*** Состояние почек у детей, перенесших операцию на мочевых путях в раннем возрасте / Л. П. Макухина, Б. Я. Виноградов, Н. И. Воеводина, Р. А. Такташев, А. А. Устинова, О. П. Каменева // Актуальные вопросы современной медицины : сборник научных трудов АГМА. – Астрахань : Изд-во АГМА, 2008. – Т. 37. – С. 119–120.
3. ***Смолкин, Э. А.*** Рентгенологическая анатомия почечных лоханок и мочеточника при различных положениях тела человека : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Э. А. Смолкин. – Чимкент ; Ташкент, 1972. – 22 с.
4. ***Bagdassarian, O.*** Roentgen evaluation of renal size in pediatric age groups / O. Bagdassarian, M. Gatewood / Am. J. Dis. Childh. – 1965. – Vol. 110, № 2. – P. 162.
5. ***Hanley, H. G.*** The pelvi-uretheric function: cinepyelographic study / H. G. Hanley // Brit. J. Urology. – 1959. – Vol. 31, № 1. – P. 377–384.
6. ***Kaye, K. W.*** Detailed calyceal anatomy for endourology / K. W. Kaye, D. B. Reinke // Brit. J. Urology. – 1984. – Vol. 132, № 6. – P. 1085–1088.

БОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. РЕГИОНАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

УДК 582.24

ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Левченко Александр Владимирович, магистрант кафедры биологии и экологии растений Астраханского государственного университета

Закутнова Вера Ивановна, профессор, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и экологии растений Астраханского государственного университета, e-mail: veraza-kutnova@rambler.ru

Проведены исследования Волго-Ахтубинской поймы: парков и садово-дачных участков г. Ахтубинска, окрестностей сел Пироговка, Барановка, Тулугановка, Новониколаевка, правого берега р. Ахтубы. Собрано более 20 образцов дереворазрушающих грибов. Изучены биология, строение грибов, характер субстрата (комлевая часть, подкороновая зона, крона, пни, почва, валежник). Исследован тип гнили.

Микобиота Волго-Ахтубинской поймы носит выраженный ксерофильный характер дереворазрушающих грибов. В настоящее время впервые для Волго-Ахтубинской поймы отмечено 13 видов дереворазрушающих грибов.

Ключевые слова: Волго-Ахтубинская пойма, микобиота, дереворазрушающие грибы, субстрат, плодовые тела.

The researches of Volga-Akhtubinsk floodplain: parks and garden-country sites of Akhtubinsk, vicinities of villages Pirogovka, Baranovka, Tuluganovka, Novonikolaevka, the right coast of the river Akhtuba are carried out. It is collected more than 20 samples of tree destroy mushrooms. Biology, structure of mushrooms, character of a substratum (butt part, subcrown zone, crown, stubs, soil, fallen tree) are studied. The type of rot is researched.

Micobiota of Volga-Akhtubinsk floodplain has an expressed xerophile character of tree destroy mushrooms. Now for the first time for Volga-Akhtubinsk floodplain 13 species of tree destroy mushrooms are marked.

Key words: Volga-Akhtubinsk floodplain, micobiota, tree destroy mushrooms, substratum, fruit bodies.

Одной из важнейших проблем современности является изучение и сохранение биологического разнообразия в планетарном масштабе. Изучение видового состава флоры любой территории земного шара – основа для осуществления всей совокупности ботанических и экологических исследований.

Одним из способов выявления видового состава микобиоты является мониторинг и изучение видового разнообразия дереворазрушающих грибов Астраханской области [5].

Астраханская область расположена на крайнем юго-востоке европейской части России в южной части Восточно-Европейской долины между 45–49° с.ш., включает Волго-Ахтубинскую пойму, дельту р. Волги и прилегающие к ним полупустыни Прикаспийской низменности, на юге омывается водами Каспийского моря.

Волго-Ахтубинская пойма является уникальным природно-территориальным образованием. Она расположена в южной половине умеренного пояса среди типичной полупустыни. Как крупная пойма с дугово-аллювиальными почвами, с промывным типом водного режима, со значительными общими водными ресурсами, Волго-Ахтубинская пойма обладает своеобразными почвенно-гидрологическими условиями. Эти характерные условия способствовали формированию зеленого оазиса среди опустыненных ландшафтов водораздельных пространств Прикаспийской низменности.

Рельеф поймы определяется руслоформирующими процессами рек Волги, Ахтубы и менее значительных водотоков. Своеобразие рельефа обусловлено сложной комбинацией морфоструктурных и морфоскульптурных элементов земной поверхности [1].

Постоянное влияние 2-х крупных водных потоков (Волги и Ахтубы), ограничивающих территорию Волго-Ахтубинской поймы, создает ежегодное половодье и значительную общую обводненность территории.

Сравнительно высокий уровень грунтовых вод обеспечивает более высокую увлажненность почвогрунтов и богатый разнообразный растительный покров. Флора Волго-Ахтубинской поймы насчитывает около 800 видов. В ее составе преобладают представители семейства сложноцветных, злаковых, осоковых и др. [6].

Ахтубинский район удален от областного центра на 292 км. Связь с областным центром осуществляется автомобильным, водным и дорожным транспортом. Из транспортных узлов имеются железнодорожные станции «Владимировка» и «Ахтуба» на линии Волгоград – Астрахань, речная пристань, автомобильные дороги Москва – Астрахань (по правому берегу Волги) и Волгоград – Астрахань (по левому берегу Волги) [1].

Ранее проводились исследования дельты Волги, в результате установлено, что микобиота базидиомицетов насчитывает 64 вида, относящихся к 43 родам, 26 семействам, 18 порядкам [5].

Во время исследования Волго-Ахтубинской поймы были найдены интересные образцы дереворазрушающих грибов, определен их видовой состав [2, 3, 4].

Coprinus comatus (O.F. Müll.: Fr.) S. F. Gray, *Tent. disp. meth. Fung.*: 62 (1797). Шляпка 1–2 см в диаметре (иногда меньше), округло-колокольчатая, сначала беловатая, затем светло-пепельно-серая, складчато-полосатая. Ножка 2,5–6 см высотой, 0,2 см шириной, нежная, ломкая, внизу с белым хлопьевидным опушением. Один из самых мелких навозников.

Растет большими скученными группами на пнях или около них, повсеместно.

Однолетний. Октябрь, 2008. Гниль белая.

Coprinus atramentarius (Bull.: Fr.) Fr., *Epicrasis systematis mycologici (Uppsala)*: 243 (1838). Шляпка 5–10 см в диаметре, сначала яйцевидная, затем широко-колокольчатая, серая, на вершине коричневатая, с бурыми мелкими чешуйками. Край шляпки растрескиваются. Пластинки широкие, сначала белые, затем краснеющие, при полном созревании черные. Ножка длинная, 10–20 см высотой, 1–2 см шириной, полая, белая, гладкая, у основания слегка буроватая, с белым, быстро исчезающим кольцом.

Растет на выгонах, в садах, огородах, на разложившейся древесине, на пнях, повсеместно.

Однолетний. Октябрь, 2008. Гниль белая.

Hypholoma fasciculare (Huds.) Quél., *Führer für Pilzfreunde (Zwickau)*: 21, 72 (1871); *Hypholoma fasciculare* (Huds.: Fr.) Kumm. Шляпка 1,5–3 (7) см в диаметре, тонкомясистая, полусферическая, затем выпукло- или плоскораспростертая, в центре часто с бугорком, голая, желтоватая с красноватым или оранжевым оттенком, в центре более темная, по краю обычно с остатками покрывала. Пластинки узкие, густые, приросшие к ножке, частые, вначале серно-желтые, зеленовато-коричневые, со временем буровато-зеленоватые. Споровая масса коричневая. Мякоть серно-желтая, к ножке более темная, с неприятным запахом. Ножка – 5–10 × 0,3–0,6 см, центральная, тонкая, часто изогнутая, полая, цилиндрическая, к основанию коричневатая, гладкая или темноволокнистая, в верхней части с остатками паутинного светло-желтого кольца.

Растет на старых пнях лиственных деревьев или старых засохших деревьях плотными группами, часто со сросшимися вместе ножками, повсеместно.

Однолетний. Октябрь, 2008. Гниль белая.

Hypholoma sublateritium (Schaeff.: Fr.) Schroet.; *Hypholoma sublateritium* (Schaeff.) Quél., *Mém. Soc. Émul. Montbéliard, Sér. 2* 5: 113 (1873) [1872].

Шляпка 3–10 см, плотномясистая, сначала округло-выпуклая, позднее полураспростертая, с подогнутым, затем опущенным краем, красно-бурая, кирпично-красная или светло-красновато-коричневая. В центре шляпки оттенки темнее. Наружный

край шляпки более светлый, с белыми повислыми хлопьями – остатками частного покрывала. Пластинки приросшие, выемчатые, сначала грязно-желтые, потом оливково-бурые, широкие. Ножка – 3–10 (12) × 0,8–1,5 см, цилиндрическая, книзу часто суженная, плотная, часто с корневым выростом, желтоватая, внизу буроватая, сплошная, затем с каналом. Мякоть в шляпке и в верхней части ножки кремовая, желтоватая, в нижней части – желто- или оранжево-коричневая.

Растет в Ахтубинской пойме на коре лиственных пород, на старых пнях, гнилых ветках, большими группами практически во всех районах исследования.

Однолетний. Октябрь, 2008. Гниль белая.

Pholiota squarrosa (Weigel: Fr.) P. Kumm., *Führer Pilzk.*: 22, 83 (1871). Шляпка 5–10 (15) см в диаметре, мясистая, полушаровидная, выпукло-округлая, позже полу-распростертая, шафранно-ржаво-желтая или желто-буро-охряная, по краю бледно-желтая, с многочисленными бурыми угловатыми, заостренными более темными, отстающими чешуйками, с подогнутым, позже опущенным краем. Пластинки узкие, частые, приросшие или немного нисходящие по ножке, зеленовато-коричневые, при созревании темно-коричневые. Мякоть плотная, белая, желтоватая или грязно-бурая. Ножка – 5–6 (12) × 1–2 (3) см, цилиндрическая, к основанию суженная, плотная, с хлопьевидным кольцом, одного цвета со шляпкой, над кольцом гладкая, ниже кольца густо покрыта отстающими, темными, щетинистыми, концентрически расположенными чешуйками. Споровый порошок охристый.

Растет большими группами на отмершей древесине, реже на живых стволах, в основном, лиственных деревьев, на валежниках в окрестностях г. Ахтубинска, с. Черный Яр.

Однолетний. Ноябрь, 2008. Гниль белая.

Pholiota cylindracea (DC. ex Fr.) Gillet, *Champignons de France*, *Discom.*: 439 (1874). Шляпка 5–10 (14) см в диаметре, выпукло-распростертая, светло-рыжая, позже светло-коричневая, с беловатым краем, более или менее складчатая, шелковистая, часто трещиноватая, голая. Пластинки широкие, густые, беловатые, затем коричнево-черноватые. Споровая масса грязно-темно-коричневая. Ножка иногда книзу утончена, плотная, охряная, белая, около основания с возрастом темнее, с широким пленчатым, стойким белым кольцом.

Отмечен на пнях в окрестностях с. Пироговка Ахтубинского района.

Однолетний. Октябрь, 2008. Гниль белая.

Collybia acervata (Fr.) P. Kumm., *Führer Pilzk.*: 114 (1871). Шляпка – 2–4 см, колокольчиковидная, затем выпукло-распростертая, неравномерно окрашенная, беловато-красновато-рыжая, рыжеватого-коричневая, к краю светлее, голая. Пластинки узкие, кремовато-беловатые, со временем рыжеватые. Ножка до 9 см длиной, до 0,4 см толщиной, красная, красно-коричневая, затем оранжевая, голая, около основания рыжеватого-волокнисто-шерстистая, пустотелая, с корневидным выростом. Мякоть беловатая, без особого запаха.

Растет на стволах лиственных деревьев и около них, на пнях плотными группами. В Астраханской области встречается крайне редко (в Волго-Ахтубинской пойме, в окрестностях с. Новониколаевка).

Однолетний. Август – ноябрь, 2008.

Pseudoclitocybe cyathiformis (Bull: Fr.) Sing., *Mycologia* 48: 725 (1956); *Agaricus cyathiformis* Bull. (1792) – *Agaricus ectypus sensu Cooke* (1870 & 1882) – *Agaricus tardus* Pers. (1801) – *Cantharellula cyathiformis* (Bull.) Singer (1936) – *Clitocybe cinerescens* Batsch – *Clitocybe cyathiformis* (Bull.) P. Kumm (1871) – *Clitocybe cyathiformis* var. *cinerascens* (Batsch) P. Karst. (1879) – *Omphalia cyathiformis* (Bull.) Quéf. – *Omphalia tarda* (Pers.) Gray, (1821). Шляпка 3–8 (10) см в диаметре, выпукло- или плоскораспростертая, в центре с ямкой, затем вогнуто-воронковидная, сначала с завернутым вниз, затем опущенным, иногда короткотрубчатым краем, темно-пепельно-серая или коричнево-палевая, при подсыхании светлеет, голая, блестящая, шелковистая. Пластинки, приросшие или нисходящие по ножке, около края шляпки сростаются, светло-бурые или серовато-коричневые, редкие, иногда разветвленные. Ножка – 3–11 × 0,5–1,2 см, волокнистая, около основания расши-

ренная, пушистая, полая, одного цвета со шляпкой или немного светлее, упругая. Мякоть тонкая, водянистая, грязно-белая, буроватая, слегка пахнет горьким миндалем. Споровый порошок белый.

В Астраханской области встречается на гнилой древесине, редко в пойменных сообществах Ахтубинского района.

Однолетний. Август – октябрь, 2008. Гниль белая.

Fomes fomentarius (L.: Fr.) Fr. – *Polyporus fomentarius* L.: Fr. Плодовые тела до 40 см шириной и до 20 см толщиной, копытообразные, с широким основанием. Поверхность покрыта серой, реже буроватой толстой коркой, концентрически бороздчатая. Ткань желто-коричневая, замшевидная. Гименофор коричневый, с мелкими округлыми трубочками. Споры продолговато-эллипсоидальные, бесцветные, в массе белые.

Растет на поваленных (поломаных ветром) деревьях, на пнях, сухостое.

Местонахождение – Волго-Ахтубинская пойма (окрестности с. Черный Яр, о. Осинский, окрестности с. Пироговка). Ранее был отмечен в 1,5 км вниз по течению от с. Барановка (Красноярский район). В Володарском районе в окрестностях с. Тулугановка был обнаружен по всему стволу на *Salix alba* [5].

Октябрь, 2008. Гниль белая.

Fomitopsis annosa (Fr.) Karst. Плодовые тела тонкие, кожисто-пробковые, развивающиеся у корневой шейки деревьев и часто имеющие неправильную форму, от раковинообразных до полностью распростертых. Поверхность шляпки концентрически бороздчатая, неровная, нежно-опушенная с возрастом голая, покрытая толстой беловатой, позднее коричнево-бурой коркой. Гименофор слоистый.

Поверхность гименофора белая. Поры – 2–3 на 1 мм, с цельными толстыми, затем более тонкими стенками.

Питающие растения – пни и корни хвойных, реже лиственных пород, *Salix alba*. Местонахождение – Волго-Ахтубинская пойма, окрестности г. Ахтубинска, на правом берегу р. Ахтубы на коре ивы белой.

Октябрь, 2008.

Fomitopsis pinicola (Fr.) Karst. Плодовые тела сидячие, распростерто отогнутые, иногда распростертые, копытообразные, консолевидные или подушкообразные, сильно варьирующие по форме и по размерам. Поверхность покрыта толстой коркой, часто блестящей от смолистых веществ, разнообразной окраски – от ярко-желтой и красно-оранжевой до бурой и почти черной. Характерно, что широкая зона по краю плодового тела, как правило, отличается по окраске от остальной поверхности. Ткань белая, бледно-древесинного цвета или желтовато-кремовая. Край толстый, тупой. Поверхность гименофора белая или желтоватая, поры толстостенные, 3–4 на 1 мм.

Один из самых распространенных грибов на хвойных и лиственных породах. На живых стволах редок, обычен на пнях и сухостое. Вызывает бурую гниль. Отмечен на лиственных породах в окрестностях г. Ахтубинска, с. Ботаевка и на правом берегу р. Ахтубы.

Октябрь, 2008.

Phellinus igniarius (Fr.) Quel. Плодовые тела сидячие, копытообразные, с закругленным или суженным краем, покрытые толстой черной, слабо блестящей или матовой, с возрастом растрескивающейся коркой. Ткань деревянистая, очень твердая, рыжевато-бурая или каштаново-бурая. Трубочки слоистые, одного цвета с тканью, с годами зарастающие белыми гифами. Поры правильные с цельными краями, 4–6 на 1 мм. Поверхность гименофора ржаво-коричневая до каштановой. Отмечен на коре лиственных пород окрестностей г. Ахтубинска, на правом берегу р. Ахтубы, в окрестностях с. Михайловка, на коре ивы белой.

Ноябрь, 2008.

Oxyporus obducens (Pers.) Donk. Плодовые тела распростертые, в молодом возрасте мягкие, в старости – сухие, пробковатые, с тонким, шириной 0,5–2 мм, беловатым, затем кремовым, грязно-желтоватым тонко-опушенным краем. Подстилка толщиной 0,5–1 мм, белая, кремовая, при высыхании желтоватая, волокнисто-пластинчатая,

ломкая. Гименофор трубчатый, однослойный (иногда с двумя – тремя слоями трубочек), белый, затем кремовый, грязно-желтоватый. Трубочки 2–5 мм длиной, часто с разорванными стенками. Поры округло-угловатые, в большинстве 0,1–0,25 мм в диаметре, с веерообразным, затем тонкопильчатым краем. Споры бесцветные.

Растет на отмерших стволах *Salix alba*, на пнях в окрестностях с. Пироговка, с. Рассвет Ахтубинского района. Встречается редко. Ксерофил.

Многолетний. Ноябрь, 2008. Гниль белая.

Выводы

Проведены исследования Волго-Ахтубинской поймы: окрестностей и садово-дачных участков г. Ахтубинска, окрестностей сел Черный Яр, Пироговка, Михайловка, Новониколаевка, Батаевка, Рассвет, правого берега р. Ахтубы. Собрано более 20 образцов дереворазрушающих грибов с описанием мест обитания и с последующим определением видового состава, с указанием времени сбора, с исследованием гнили. В настоящее время впервые для Волго-Ахтубинской поймы отмечено 13 видов дереворазрушающих грибов.

Библиографический список

1. *Атлас Астраханской области*. Федеральная служба геодезии и картографии России. – М., 1997.
2. *Бондарцев, А. С.* Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа / А. С. Бондарцев. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 1107 с.
3. *Бондарцев, А. С.* Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые / А. С. Бондарцев. – СПб.: Наука, 1996. – Вып. 1. – 300 с.
4. *Бондарцев, А. С.* Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые / А. С. Бондарцев. – СПб.: Наука, 1998. – Вып. 2. – 391 с.
5. *Закутнова, В. И.* Особенности трутовых грибов Астраханской области / В. И. Закутнова, Г. И. Бердиева // Известия Высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. (Сер. Естественные науки). – Ростов н/Д., 2005. – С. 24–30, приложение № 6.
6. *Пилипенко, В. Н.* Современная флора Дельты Волги / В. Н. Пилипенко, А. Л. Сальников, С. Н. Первалов. – Астрахань: Изд-во АГУ, 2002. – 150 с.

УДК 581.55

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Русакова Елена Геннадьевна, доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры природопользования и землеустройства Астраханского государственного университета, e-mail: elenarusakova@rambler.ru

Формирование растительности на территории поймы тесно связано с ее гидрологическим режимом, который в свою очередь обусловлен рядом естественных и антропогенных факторов. В 1958 г. после строительства Волгоградской ГЭС сток р. Волги был окончательно зарегулирован. Развитие растительности в пойме происходило на фоне уменьшения водного стока Волги. Наблюдалось развитие процессов ксерофитизации и галофитизации растительного покрова. С 1978 г. наблюдается увеличение водного стока р. Волги, которое прервало сложившиеся тенденции развития растительности.

Исследовано современное состояние растительных сообществ северной части Волго-Ахтубинской поймы. Травяные фитоценозы широко используются под пастбища и сенокосы. Естественная растительность испытывает сильнейшую антропогенную нагрузку, в результате которой происходит ее деградация. Это приводит к замене естественных сообществ сообществами с большим участием рудеральных, ядовитых или вредных растений.

Ключевые слова: растительные сообщества, луга, растительность, деградация, перевыпас, Астраханская область, Волго-Ахтубинская пойма.

The formation of vegetation on the territory of floodplain is closely connected with hydrological regime, which is conditioned by a number of the natural and anthropogenous factors. The flow of the Volga was finally regulated in 1958 after construction of the Volgograd hydroelectric power station. The development of vegetation in the floodplain occurred on the background of reduction of the Volga water flow. The development of processes of xerophytisation and halophytisation of vegetative cover was observed. Since 1978 the increase of the water flow of the Volga is observed, which has interrupted the usual tendencies of development of vegetation.

Modern state of vegetation of the northern part of Volga-Akhtuba floodplain was studied. Floodplain grasslands are widely used under pastures and haymakings. The natural vegetation tests a high anthropogenous loading as a result of which the degradation of vegetation occurs. It results in replacement of natural plant communities by communities with the large participation of ruderal, poisonous or harmful plants.

Key words: *plant communities, grasslands, vegetation, degradation, over-grassing, Astrakhan region, Volga-Akhtuba floodplain.*

Важными компонентами охраны окружающей среды являются оценка состояния и прогнозирование возможных изменений растительных сообществ под влиянием различных факторов. Знание особенностей динамики флоры и растительности важно для оценки экологического потенциала территории, сохранения ее биоразнообразия и рационального ведения хозяйства.

Территория Астраханской области крайне неоднородна, большую ее часть занимают пустыни и опустыненные степи. Волго-Ахтубинская пойма и дельта Волги вносят разнообразие в пустынные ландшафты. Травяные фитоценозы широко используются под пастбища и сенокосы. Естественная растительность испытывает сильнейшую антропогенную нагрузку, в результате которой происходит ее деградация.

Деградация растительности в пустынных районах в основном связана с перевыпасом овец и бесконтрольной хозяйственной деятельностью, в результате уничтожения растительного покрова увеличивается площадь барханных песков, развиваются дефляционные процессы. В пойме и дельте основными причинами деградации являются перевыпас крупного и мелкого рогатого скота и хозяйственная деятельность. Это приводит к замене естественных сообществ сообществами с большим участием рудеральных, ядовитых или вредных растений [3]. Местами усиливаются процессы засоления.

Протяженность Волго-Ахтубинской поймы составляет более 400 км [4]. Большая часть поймы расположена на территории Астраханской области. В геоморфологическом отношении пойма представляет современную аллювиальную равнину, с обеих сторон она ограничена морской аккумулятивной равниной, а в самой южной части – современной золовой [1].

Климатические условия в северной части поймы существенно отличаются от южной части. В теплый период (апрель – сентябрь) количество осадков в северной части составляет более 160 мм, в холодный период (октябрь – март) – более 130 мм [1]. Среднегодовая температура воздуха на севере поймы (с. Черный Яр) составляет 8 °С.

Формирование растительности на территории поймы тесно связано с ее гидрологическим режимом, который в свою очередь обусловлен рядом естественных и антропогенных факторов. В 1958 г. после строительства Волгоградской ГЭС сток р. Волги был окончательно зарегулирован. Развитие растительности в пойме и дельте происходило на фоне уменьшения водного стока Волги и понижения уровня Каспийского моря. Наблюдалось развитие процессов ксерофитизации и галофитизации растительного покрова [2]. Более существенные изменения связаны с сенокосением, пастбищными нагрузками и превращением лугов в орошаемую пашню [5].

В результате экономической ситуации, сложившейся в стране после распада СССР, произошли существенные изменения в масштабе и характере хозяйственного использования пойменных земель. Большие территории, использовавшиеся ранее под поля орошения, в настоящее время заброшены и на них происходит восстановление растительного покрова.

Изучение растительности проводилось в августе 2008 г. в Ахтубинском районе Астраханской области в окрестностях с. Садового.

Основным фактором, оказывающим влияние на формирование растительного покрова поймы, является положение экотопа над межнным уровнем воды в протоках и ериках, от которого зависит периодичность и длительность затопления. В пределах поймы выделяют высокий, средний и низкий уровень [8]. В северной части поймы экотопы высокого уровня заняты сухими остепненными лугами. Они затопляются 1–3 раза в 10 лет, а некоторые еще реже.

Повышенные участки рельефа испытывают сильное воздействие скота, который концентрируется здесь во время половодий. В результате на этой территории велико участие сорных и ядовитых видов растений. Местами повышенные участки использовались под пашни, которые затем были заброшены, а сейчас используются под пастбища. В настоящее время растительный покров на этих участках представлен сообществами *Artemisia austriaca* и *Artemisia pontica*. Общее проективное покрытие этих сообществ составляет 30–40 %, видовое разнообразие невелико (6–17 видов), большое участие принимают сорные виды, такие как *Xantium albinum*, *Lactuca tatarica* и др. Видовой состав этих сообществ представлен в таблице 1.

Таблица 1

**Растительность остепненных лугов высокого уровня поймы
в северной части Астраханской области**

Виды	Сообщество <i>Artemisia austriaca</i> . Проективное покрытие, %	Сообщество <i>Artemisia austriaca</i> . Проективное покрытие, %	Сообщество <i>Artemisia pontica</i> . Проективное покрытие, %
<i>Artemisia austriaca</i>	40	15	
<i>Poaceae sp.</i>	1	10	+
<i>Achillea millefolium</i>	+	+	
<i>Alyssum turcestanicum</i>		+	
<i>Artemisia pontica</i>	+	+	30
<i>Artemisia santonica</i>		5	
<i>Atriplex albinum</i>	+		
<i>Bromus squarrosus</i>		+	
<i>Cannabis ruderalis</i>	+		
<i>Ceratocephala incurva</i>	+	+	
<i>Equisetum arvense</i>	+		
<i>Eremopyron triticeum</i>	+	+	
<i>Eryngium planum</i>			+
<i>Euphorbia uralensis</i>	+		+
<i>Glycirhiza echinata</i>		+	
<i>Holosteum glutinosum</i>	+		
<i>Lactuca tatarica</i>	+	+	
<i>Polygonum novoascanicum</i>	+	+	+
<i>Potentilla reptans</i>	+		
<i>Rumex stenophyllus</i>	+		
<i>Sonchus arvensis</i>			+
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	+		
<i>Xantium albinum</i>	+	+	

На пойме среднего уровня формируются сухие и свежие луга, которые используются под пастбища и сенокосы. Растительный покров представлен злаковыми сообществами (*Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*, *Beckmannia eruciformis*). Проективное покрытие сообществ составляет 80–100 %, видовое разнообразие – 15–17 видов. Повсеместно в этих сообществах принимают участие сорные виды, такие как *Cirsium arvense* и *Xantium strumarium*. В наиболее сбитых сообществах доля злаков уменьшается, а доля разнотравья увеличивается, как и видовое разнообразие, за счет внедрения рудеральных, ядовитых и плохо поедаемых видов.

Сообщества *Elytrigia repens* формируются на повышенных, достаточно сухих участках. Проективное покрытие этих сообществ достигает 80–90 % (табл. 2). Данные

сообщества не очень широко распространены в северной части поймы, зато в южной части они занимают значительные площади.

Таблица 2

Видовой состав сообщества *Elytrigia repens* в северной части Волго-Ахтубинской поймы

Виды	Проективное покрытие, %
<i>Elytrigia repens</i>	75
<i>Bromopsis inermis</i>	5
<i>Potentilla bifurca</i>	3
<i>Cirsium arvense</i>	+
<i>Convolvulus arvensis</i>	+
<i>Eryngium planum</i>	+
<i>Euphorbia uralensis</i>	+
<i>Glycyrrhiza echinata</i>	+
<i>Gratiola officinalis</i>	+
<i>Lycopus exaltatus</i>	+
<i>Lythrum salicarium</i>	+
<i>Potentilla reptans</i>	+
<i>Rumex confertus</i>	+
<i>Tragopogon podolicus</i>	+
<i>Xanthium albinum</i>	+

Сообщества *Bromopsis inermis* формируются на достаточно увлажненных участках, их проективное покрытие достигает 100 % (табл. 3). Это лучшие сообщества по качеству сена и кормовой ценности [8].

Таблица 3

Видовой состав сообщества *Bromopsis inermis* в северной части Волго-Ахтубинской поймы

Виды	Проективное покрытие, %
<i>Bromopsis inermis</i>	100
<i>Galium verum</i>	3
<i>Artemisia pontica</i>	1
<i>Althae officinalis</i>	+
<i>Cirsium arvense</i>	+
<i>Convolvulus arvensis</i>	+
<i>Eryngium planum</i>	+
<i>Potentilla reptans</i>	+
<i>Vicia cracca</i>	+
<i>Xanthium albinum</i>	+

На более влажных участках формируются сообщества *Beckmannia eruciformis*. Проективное покрытие данных сообществ составляет 100 %. В результате перевыпаса в них появляется большое количество рудеральных и малоценных в кормовом отношении видов (табл. 4). Большое участие в составе сообществ начинает принимать *Hierochloa odorata*.

Таблица 4

Видовой состав сообщества *Beckmannia eruciformis* (А) и сообщества *Beckmannia eruciformis* – *Hierochloa odorata* (Б), сформировавшегося в результате перевыпаса

Виды	А	Б
	Проективное покрытие, %	Проективное покрытие, %
<i>Beckmannia eruciformis</i>	90	40
<i>Lythrum salicaria</i>	5	5
<i>Alisma plantago-major</i>	+	
<i>Althae officinalis</i>	+	+
<i>Asparagus officinalis</i>	+	
<i>Cirsium arvense</i>	1	5

<i>Convolvulus arvensis</i>	+	+
<i>Cuscuta europea</i>		+
<i>Eringium planum</i>	+	
<i>Gratiola officinalis</i>		5
<i>Hierochloe odorata</i>		30
<i>Inula britannica</i>	3	+
<i>Lotus zhegulensis</i>	1	
<i>Lycopus exaltatus</i>		5
<i>Lysimachia vulgaris</i>		+
<i>Menta arvensis</i>	+	+
<i>Polygonum amphibium</i>		+
<i>Potentilla reptans</i>	+	5
<i>Ptarmica vulgaris</i>	+	+
<i>Rubia tatarica</i>		3
<i>Rumex confertus</i>	+	
<i>Stachys palustris</i>	+	
<i>Thalictrum flavum</i>		+
<i>Vicia cracca</i>	+	+
<i>Xanthium albinum</i>	+	5

Низкие участки поймы заняты мокрыми лугами с участием земноводных видов. Проективное покрытие сообществ поймы низкого уровня составляет 100 %. Типичными являются сообщества *Carex gracilis* (табл. 5). Видовое разнообразие достигает 16 видов. Эти сообщества располагаются вдоль русел рек и ериков.

Таблица 5

Видовой состав сообщества *Carex gracilis*

Виды	Проективное покрытие, %
<i>Carex gracilis</i>	80
<i>Polygonum hydropiper</i>	20
<i>Agrostis stolonifera</i>	10
<i>Polygonum amphibium</i>	5
<i>Sium latifolium</i>	3
<i>Oenanthe aquatica</i>	1
<i>Alisma plantago-major</i>	+
<i>Artemisia abrotanum</i>	+
<i>Butomus umbellatus</i>	+
<i>Cirsium arvensis</i>	+
<i>Inula britannica</i>	+
<i>Lycopus exaltatus</i>	+
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+
<i>Mentha arvensis</i>	+
<i>Stachys palustris</i>	+
<i>Xanthium albinum</i>	+

На низких участках формируются сообщества *Scirpus lacustris* – *Typha angustifolia* (табл. 6). Такие сообщества могут встречаться как возле водоемов, так и в локальных блюдцеобразных понижениях, площадь которых составляет 600–2 000 м².

В северной части на участках поймы высокого уровня, использовавшихся под орошаемые поля, в настоящее время формируются разреженные полынные (*Artemisia austriaca*, *A. pontica*) сообщества с низким проективным покрытием и большим участием многолетних и однолетних рудеральных видов. Повсеместно во всех типах сообществ отмечаются сорные, ядовитые и плохо поедаемые виды, что связано с высокой пастбищной нагрузкой. В этой части поймы доля рудеральных растений существенно выше, чем на юге [6, 7], что, на наш взгляд, определяется характером поемного режима. Очевидно, что длительность и периодичность затопления поймы высо-

кого и среднего уровня в северной части меньше, чем в южной. Длительность затопления является лимитирующим фактором для распространения многих видов.

Таблица 6

Видовой состав сообщества *Scirpus lacustris* – *Typha angustifolia*

Виды	Проективное покрытие, %
<i>Scirpus lacustris</i>	25
<i>Polygonum hydropiper</i>	50
<i>Polygonum amphibia</i>	5
<i>Typha angustifolia</i>	3
<i>Alisma plantago-major</i>	1
<i>Lythrum salicaria</i>	1
<i>Xanthium albinum</i>	1
<i>Althae officinalis</i>	+
<i>Artemisia abrotanum</i>	+
<i>Butomus umbellatus</i>	+
<i>Convolvulus arvensis</i>	+
<i>Hierochloe odorata</i>	+
<i>Inula britannica</i>	+
<i>Phragmites australis</i>	+

В настоящее время большая часть растительного покрова поймы антропогенно изменена. Наибольшее воздействие оказывают пастбищные нагрузки, а также нарушение пойменного режима вследствие обвалования. Потенциал самовосстановления пойменной растительности достаточно высок, что подтверждают наблюдения за сообществами, где сохранен нормальный режим затопления и нет чрезмерного выпаса скота. Такие сообщества имеют высокое проективное покрытие, стабильный состав с характерным для данных экотопов набором видов и практически полностью лишены рудеральных видов.

Проведенные исследования охватывают лишь некоторые типы луговых сообществ Волго-Ахтубинской поймы. Большая территория, разнообразие рельефа и, как следствие, большое разнообразие сообществ требуют длительного изучения.

Работа выполнена при поддержке аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2006–2008 годы)».

Библиографический список

1. *Атлас Астраханской области*. – М. : Роскартография, 1997. – 48 с.
2. **Голуб, В. Б.** Опыт флористической классификации травяных сообществ Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги / В. Б. Голуб // Бюллетень МОИП. – Отд. биологии. – 1983. – Т. 88, вып. 2. – С. 83–94.
3. **Дымова, Т. В.** Хозяйственно-вредные и ядовитые растения лугов и пастбищ Астраханской области : монография / Т. В. Дымова, Е. Г. Русакова ; под общ. ред. канд. биол. наук Е. Г. Русаковой. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 125, [3] с.
4. **Николаев, В. А.** Геологическая история, рельеф и аллювиальные отложения / В. А. Николаев // Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги. – М. : Изд-во МГУ, 1962. – С. 11–56.
5. **Новикова, Н. М.** О картографировании пойменной растительности нижней Волги / Н. М. Новикова, И. С. Ильина, И. Н. Сафронова // Геоботаническое картографирование 1998–2000. – СПб., 2000. – С. 62–77.
6. **Русакова, Е. Г.** Луговая растительность южной части Волго-Ахтубинской поймы / Е. Г. Русакова // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря и водоемов внутреннего стока Евразии (г. Астрахань, 25–30 апреля 2008 г.) : материалы X Международной научной конференции, посвященной 450-летию Астрахани / сост. В. Н. Пилипенко, С. Р. Кособокова. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2008. – С. 291–292.
7. **Русакова, Е. Г.** Луговые фитоценозы южной части Волго-Ахтубинской поймы / Е. Г. Русакова // Естественные науки. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2004. – № 8. – С. 33–39.
8. **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.

УДК 581.55

СУКЦЕССИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛЕСОПОЛОСАХ ЕРГЕНЕЙ

Бакташева Надежда Мацаковна, доктор биологических наук, профессор Калмыцкого государственного университета

Дорджиева Светлана Григорьевна, старший преподаватель Калмыцкого государственного университета, e-mail: dordgieva_sveta@mail.ru

В аридных условиях Ергенинской возвышенности лесные полосы выполняют важную средообразующую функцию, являясь местом обитания редких и исчезающих видов растений и животных. В то же время засушливый климат и высокая засоленность почвогрунтов лимитируют рост и развитие лесных культур. При этом происходит заселение лесополос естественной степной растительностью. В данной работе выявлены особенности сукцессионного процесса в лесных полосах Ергеней, проведен анализ современного их состояния. Видовой состав флоры лесополос включает 271 вид из 181 рода и 52 семейств. Проведен анализ и выявлены спектры семейств, ведущих по числу родов и видов. Для сохранения и повышения эффективности лесных полос необходимо вводить в их состав наиболее адаптированные к аридным условиям породы.

Ключевые слова: почвы, лесные экосистемы, флора, сукцессия, флористический состав, аридизация, мезофит, ксерофит, ксеромезофит, псаммофит.

While being inhabitation of rare and disappearing species of plants and animals forest plantations perform an important environment-forming function in arid conditions of Yergeny hill. At the same time arid climate and considerable soil salinization limit to growth and development of forest cultures. For all this occupation of forest plantations by natural steppe vegetation happen there. Successional process' peculiarities in forest plantations of Yergeny are revealed and their present situation's analysis is carried out in the given work. Species composition of forest plantations' flora includes 271 species from 181 genus and 52 families. The analysis is carried out and spectrum of the families leading by the number of genus and species is revealed. Species of the most adapted to arid conditions must be a part of forest plantations' for the purpose of their effectiveness of presentation and improvement.

Key words: soils, forest ecological systems, flora, succession, floristic structure, aridization, mesophyte, xerophyte, xeromesophyte, psammophyte.

Ергенинская возвышенность расположена в зоне пустынных степей с комплексным почвенным покровом, главные компоненты которого – светло-каштановые, в различной степени солонцеватые почвы и солонцы [5]. Эти почвы сменяют друг друга через каждые 10–15 м. Северный район характеризуется дендритовидной долинно-балочной сетью, сформированной в дораннехвалынское время, и комплексом светло-каштановых, лугово-каштановых западинных почв [1]. Светло-каштановые почвы Ергеней содержат в перегнойно-аккумулятивном горизонте А₁ 2,5–3 % перегноя. В солевом составе верхних горизонтов преобладают бикарбонаты кальция и отчасти сульфаты. В нижних горизонтах количество легкорастворимых солей постепенно возрастает, и в солевом растворе начинают играть заметную роль хлориды и сульфаты натрия. Светло-каштановые солонцеватые почвы на Ергенях занимают в среднем 35–40 % комплекса. Корковые и средние солонцы – 40–45 % комплекса, большей частью преобладают средние солонцы. Степень участия лугово-каштановых почв в почвенном покрове Ергеней в среднем составляет от 5–10 до 15 %. Пестрые комплексы и сочетания варьируют в зависимости от местоположения по рельефу, крутизне склона, его экспозиции [4].

Своеобразные эдафические факторы вкуче с аридизацией климата создают неблагоприятный фон для роста лесных культур. Первые опыты были предложены К.С. Веселовским в 1854 г. для пространственной защиты степей от суховеев, которые, как считали, зарождались на Прикаспийской низменности [6]. Основной целью этих работ было коренное изменение атмосферного влагопереноса. Последующие лесомелиоративные работы предпринимались для повышения продуктивности сельскохозяйственных земель и создания рекреационных зон.

В данной работе предпринята цель – выявить особенности сукцессионного процесса в лесных полосах Ергеней и проанализировать их современное состояние, установить видовой состав их флоры.

О механизмах функционирования искусственных лесных экосистем на Ергенях, их способности к саморегуляции и проявлении сукцессионных процессов говорилось еще Г.Н. Высоцким (1915), обобщившим результаты облесительных работ. Уже тогда отмечались «массовые усыхания» насаждений и указывалось, что главным препятствием для успешного лесоразведения является недостаток влаги, иссушение, засоление почвы из-за подтягивания соленых грунтовых вод, зацелинивание, заселение лесополос видами естественной степной растительности. Но до сих пор естественные смены растительности при усыхании, гибели и распаде лесных культур на Ергенях слабо изучены [2].

Процессы сукцессии в лесных культурах на Ергенях проходят в двух вариантах распада древостоя. В основном происходит постепенное выпадение древесных растений из состава растительности и зацелинивание, внедрение видов травянистых растений. Такой путь сукцессии лесных культур наблюдается почти повсеместно.

Второй путь сукцессии связан с внедрением самосево видов кустарников: смородины золотой (*Ribes aureum Pursh.*), бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare L.*), скумпии кожанной (*Cotinus coggygria Scop.*) и др. Эти преобразования довольно редки, так как значительная сухость весенне-летнего периода регламентирует прорастание семян и рост проростков.

Отличительной особенностью лесных полос на Ергенях является их естественная конкуренция с травянистой растительностью. Наблюдения показывают, что длительные многолетние засушливые периоды приводят к усыханию основной культуры – вяза приземистого (*Ulmus pumila L.*) и сопутствующих: белой акации (*Robinia pseudoacacia L.*), абрикоса обыкновенного (*Armeniaca vulgaris Lam.*), боярышника однопестичного (*Crataegus monogyna Jacq.*) и др. Усыхание вяза начинается с суховершинивания, затем, с усилением засухи, происходит гибель 2/3 боковых побегов и всего растения. Эти процессы приводят к изреживанию древостоя и заселению освободившихся площадей видами естественной травянистой растительности. В случае если в подлеске растут полосы кустарников: смородины, бирючины и др., процессы зацелинивания идут медленнее. Наиболее активно этот процесс идет при внедрении корневищных и корнеотпрысковых растений: пырея ползучего, остреца, льнянки обыкновенной, вьюнка, горчачка, полыни австрийской, прорастающих между сорнолесными видами: белокудренником черным, геранью растопыренной, незабудкой редкоцветковой, подмаренником цепким. Со временем увеличивается число сорных видов: гулявника Лоезеля, якорцев стелющихся, воробейника обыкновенного, клоповника мусорного, щетинника сизого, молочана татарского и др. Зацелинивание лесополос ускоряется при отсутствии ухода (вспашки междурядий, выкорчевывания отмерших деревьев, рубок ухода). В настоящее время во многих местах демутация как собственно изменение состояния растительного покрова при оставлении в покое приближена к самобытному покрову целины. Еще Г.Н. Высоцкий в 1915 г. писал, что «заключительной формацией этой демутации является травяной покров, по своему составу близкий к целинному покрову, одевавшего ранее данную территорию».

Случаи смены древесных культур представителями кустарниковой, полукустарничковой жизненной формы отмечены по западинам, оврагам, вблизи водохранилищ. Так, вблизи пос. Кегульта в составе лесополос наблюдается преобладание терна, свидины, жимолости татарской, спиреи. Иногда кое-где встречается белая акация, боярышник, лох серебристый, дички яблони и груши. Но кустарниковые заросли через 5–6 лет подвергаются активному внедрению травянистой растительности, не допускающей их самосев.

Флористический состав лесных полос достаточно разнообразен. Всего по материалам инвентаризации учтено 13 видов деревьев, 15 видов кустарников, 1 кустарничек, 5 полукустарничков и 231 вид травянистых растений (табл. 1). Состав экологи-

ческих групп также различен. Отмечается преобладание видов с признаками мезофитов – 147 видов. Число растений с приспособлениями к засухе – 103 вида, псаммофитов – 6, галофитов – 15.

Таблица 1

Состав экологических групп видов флоры лесных полос Ергеней

Жизненные формы	Мезофит		Ксеромезофит		Ксерофит		Мезоксерофит		Псаммофит		Галофит	
	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%
Деревья	10	13,4	2	2,8	1	3,4	–	–	–	–	–	–
Кустарники	7	9,3	4	5,6	–	–	2	2,7	–	–	2	13,3
Кустарнички	–	–	–	–	1	3,4	–	–	–	–	–	–
Полукустарники	1	1,3	–	–	–	–	1	1,4	1	16,7	–	–
Полукустарнички	–	–	–	–	3	10,3	2	2,7	–	–	–	–
Многолетники	43	57,3	26	36,1	17	58,7	38	51,4	3	50	7	46,7
Многолетники, двулетники	–	–	1	1,4	–	–	2	2,7	–	–	–	–
Двулетники	3	4	8	11,1	1	3,4	5	6,7	–	–	1	6,7
Двулетники, однолетники	1	1,3	4	5,6	–	–	3	4,1	–	–	–	–
Однолетники	10	13,4	27	37,4	6	20,8	21	28,3	2	33,3	5	33,3
Итого	75	100	72	100	29	100	74	100	6	100	15	100

Анализ систематической структуры флоры лесных полос Ергеней показал наличие 271 вида в 181 роде и 52 семействах. Спектр семейств, ведущих по числу родов, показан в таблице 2.

Таблица 2

Семейства, ведущие по числу родов

Семейства	Количество родов	% родов	Ранг
<i>Asteraceae</i>	23	12,7	1
<i>Poaceae</i>	20	11	2
<i>Brassicaceae</i>	14	7,7	3
<i>Boraginaceae</i>	10	5,5	4
<i>Lamiaceae</i>	10	5,5	5
<i>Rosaceae</i>	9	5	6
<i>Fabaceae</i>	9	5	7
<i>Caryophyllaceae</i>	8	4,4	8
<i>Apiaceae</i>	8	4,4	9
<i>Ranunculaceae</i>	7	4	10

Отмечается заметное преобладание 3-х семейств – *Asteraceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae*, включающих 57 родов, что составляет 31,4 % от общего числа родов. Эти же семейства преобладают в спектре семейств, ведущих по числу видов (табл. 3).

Таблица 3

Семейства, ведущие по числу видов

Семейства	Количество видов	% видов	Ранг
<i>Asteraceae</i>	35	12,9	1
<i>Poaceae</i>	32	11,8	2
<i>Brassicaceae</i>	20	7,4	3
<i>Fabaceae</i>	19	7,0	4
<i>Lamiaceae</i>	14	5,2	5
<i>Rosaceae</i>	14	5,2	6
<i>Caryophyllaceae</i>	11	4,0	7
<i>Liliaceae</i>	11	4,0	8
<i>Boraginaceae</i>	10	3,7	9
<i>Ranunculaceae</i> , <i>Scrophulariaceae</i> , <i>Chenopodiaceae</i>	9	3,3	10, 11, 12

На их долю приходится 87 родов, что составляет 32,1 %. Отмечается, что в этом перечне меняется ранг остальных семейств. На 9-м месте в 1-м спектре располагается семейство *Ariaceae*, а во 2-м на 8-м месте – *Liliaceae*. Семейство *Fabaceae* имеет 9 родов, включающих 19 видов, поэтому велика роль этого семейства (4-е место) в перечне семейств, преобладающих по числу видов, по сравнению с 7-м местом среди семейств, преобладающих по числу родов. В целом 32 семейства однородных, 5 семейств с 2-мя родами, 1 семейство с 3-мя родами и по 2 семейства с 4-мя и 5-ю родами. Среди семейств, преобладающих по числу видов, 10, 11, 12 места занимают 3 семейства: *Ranunculaceae*, *Chenopodiaceae* и *Scrophulariaceae*. Среди видов этих семейств отмечены сорные растения и растения, входящие в состав разнотравья степных ценозов. В распределении видов по оставшимся семействам отмечается 22 одновидовых семейства, 8 двувидовых, 4 тривидовых, 5 четырехвидовых, 1 семейство с 8-ю видами.

В современном функционировании лесомелиоративных систем на Ергенинской возвышенности отмечается период возврата к исконным фитоценозам вследствие гибели средообразующей доминанты – лесных культур. Проблему сохранения их эффективности следует решать комплексно: улучшать состояние сохранившихся участков, создавать новые лесополосы из устойчивых пород – вязов, клена татарского, негундо, гледичии, лоха, акации, софоры, тополя серебристого, образующих первый ярус, и кустарников во втором ярусе.

Библиографический список

1. **Бакташева, Н. М.** Флора Калмыкии и ее анализ / Н. М. Бакташева. – Элиста : АПП «Джангар», 2000. – 136 с.
2. **Богун, П. Ф.** Зависимость роста и состояния вяза приземистого от площади питания в полезатитных лесных полосах на юге Ергеней / П. Ф. Богун, А. П. Богун // Современные вопросы полезатитного лесоразведения. – Волгоград, 1988. – Вып. 3 (95). – С. 14–22.
3. **Высоцкий, Г. Н.** Ергени : культурно-фитологический очерк / Г. Н. Высоцкий // Труды Бюро по прикл. бот. – Петроград, 1915. – Т. 8, № 10–11. – С. 1113–1436.
4. **Зонн, С. В.** Почвенная влага и лесные насаждения / С. В. Зонн. – М. : Изд-во АН СССР, 1959. – 198 с.
5. **Ковда, В. А.** Почвы Прикаспийской низменности / В. А. Ковда. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1950. – 255 с.
6. **Сапанов, М. К.** Экология лесных насаждений в аридных регионах / М. К. Сапанов. – Тула : Гриф и К, 2003. – 248 с.

УДК 581.167:636.082.11

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ И ЭФФЕКТЫ ГЕТЕРОЗИСА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДОВ *CUCURBITA*, СОЗДАННЫХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИНСКИХ РАСТЕНИЙ ФОРМ С ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТЬЮ

Хуссейн Ахмед Мохаммед Махмуд, аспирант кафедры молекулярной биологии, генетики и биохимии Астраханского государственного университета

Козак Маргарита Федоровна, профессор, доктор биологических наук, профессор кафедры молекулярной биологии, генетики и биохимии Астраханского государственного университета, e-mail: mkozak@yandex.ru

Соколов Сергей Дмитриевич, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции бахчевых культур Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства (ВНИИОБ)

Исследовалось проявление гетерозиса у гибридов F₁ по продуктивности, количественным признакам, непосредственно влияющим на формирование элементов структуры продуктивности растений для оценки комбинационной способности исходных форм гибридов Cucurbita, созданных с использованием материнской формы с функциональной мужской стерильностью.

Анализ показал, что наиболее продуктивными оказались гибриды F_1 , у которых плоды завязываются на расстоянии 50–60 см от основания стебля. Формирование этого признака определяется высотой закладки на главном стебле первых женских цветков. Растения гибридных комбинаций, проявляющих наиболее высокий эффект гетерозиса по продуктивности, характеризуются невысокой степенью ветвления главного стебля. Количество ветвей первого порядка в период начала цветения не превышает 6–8.

Ключевые слова: гибриды F_1 , комбинационная способность, гетерозис, функциональная мужская стерильность, *Cucurbita maxima*.

Displaying of efficiency of hybrids heterosis (F_1) on the quantitative characters directly influencing elements formation of efficiency structure of plants for estimating combinational ability of initial forms of hybrids Cucurbita, created with using the parent form with functional man's sterility was investigated. The analysis has shown, that hybrids F_1 appeared to be the most productive which fruits are fastened at the distance of 50–60 cm from the stalk's basis. Formation of this attribute is defined by laying's height on the main stalk of the first pistillate flowers. Plants of hybrid combinations showing the highest effect of heterosis on efficiency are characterized by a low degree of branching of the main stalk. The quantity of branches of the first order during the beginning of flowering does not exceed 6–8.

Key words: hybrids F_1 , combinational ability, heterosis, functional male sterility, *Cucurbita maxima*.

Создание и использование гетерозисных гибридов F_1 позволяет быстро реагировать на изменения потребительского спроса; создавать гибриды F_1 , обладающие признаками, подчас трудносочетаемыми у обычных сортов (скороспелость, продуктивность и высокие потребительские качества); снижать отрицательное воздействие новых возникающих патогенов путем оперативного подбора устойчивых комбинаций. Проявление гетерозисного эффекта у бахчевых культур отмечено многими отечественными и зарубежными исследователями. За последние годы селекционерами Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства Российской Академии сельскохозяйственных наук (ВНИИОБ) проведена успешная работа [2, 7] по выделению и закреплению носителей оригинальных, генетически обусловленных признаков, способствующих переопылению исходных форм – это формы с различными типами мужской стерильности, позволяющие организовать эффективное гибридное семеноводство. Ранее в исследованиях, выполнявшихся с целью подбора гетерозисных гибридных комбинаций бахчевых культур, отмечалось отчетливое проявление гетерозиса по продуктивности у всех бахчевых, особенно у дыни и тыквы. В ряде работ описано проявление у бахчевых гетерозиса по продуктивности, транспортабельности, содержанию сухих растворимых веществ, вкусовым качествам, скороспелости, устойчивости к некоторым заболеваниям, пластичности по отношению к внешним стрессовым факторам среды. При гибридизации в F_1 могут быть улучшены технологические качества (консистенция мякоти, прочность коры) и потребительские качества (окраска коры плода, цвет мякоти и семян, вкусовые качества). До настоящего времени не исследовано проявление у гибридов F_1 иных количественных признаков морфологического характера на более ранних этапах онтогенеза растений до наступления товарной спелости плодов с целью исследования возможности ранней диагностики высокого эффекта гетерозиса. В гетерозисной селекции познание закономерностей изменчивости и наследуемости важнейших признаков и свойств растений рассматривается как один из центральных вопросов. У тыквы среди признаков, определяющих формирование элементов продуктивности, наиболее сложную генетическую структуру имеет длина главного стебля растений и связанные с нею другие количественные признаки. К ним относятся: количество ветвей первого порядка, количество узлов на главном стебле, высота закладки первого женского цветка и плода, количество цветков и плодов на главном стебле, их общее количество и другие. Характер формирования длины главного стебля растений *Cucurbita* и связанных непосредственно с ним других количественных признаков у различных типов межсортовых и межлинейных гибридов не изучен достаточно глубоко.

Задачей исследования является изучение комбинационной способности исходных форм и эффекта гетерозиса у гибридов тыквы (*Cucurbita maxima*), созданных на основе использования в качестве материнских растений форм с функциональной мужской стерильностью.

Материалы и методика исследования

Опыты были заложены на полях ГУСП «Наука» в соответствии с планом лаборатории селекции бахчевых культур Государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства Российской Академии сельскохозяйственных наук».

Посев проведен 24–25 мая вручную, по схеме $1,4 \times 1$ м. 26 мая проведен полив дождевальным агрегатом ДДА (100 м). В течение вегетационного периода проводились обработки междурадий (3), прополки ручные (3), прореживание, сортовые прополки, поливы (7).

Гетерозис и комбинационная способность гибридов первого поколения изучались в 2008 г. в 11 гибридных комбинациях в сравнении со стандартным сортом «Крошка». В качестве материнской формы в гибридных комбинациях использовался сорт «Крошка рл. fms» (разрезнолистная с функциональной мужской стерильностью: ФМС). Растения среднелетистые, листья почковидные, зеленые. Плоды массой от 2 до 6 кг, светло-серой окраски, гладкие, сплюснутые. Мякоть ярко-оранжевая, плотная, толщиной 3–5,5 см. Содержание сухих веществ составляет 12–14 %. Вкусовые качества оцениваются на 4–5 баллов. Семена среднего размера или крупные, светло-коричневой окраски. В качестве отцовских форм – сорта крупноплодной тыквы отечественной и зарубежной селекции.

Динамику формирования высоты растений, длину междоузлий и биометрические показатели других количественных признаков исследовали в течение вегетационного периода 2008 г. в 3 срока: 15 июля (фаза цветения), 15 августа (фаза плодообразования) и 15 сентября (начало созревания плодов) на растениях конкурсного сортоиспытания.

Статистическими характеристиками количественной изменчивости служили дисперсия, стандартное отклонение (σ), варианса (σ^2), коэффициент вариации, ошибка репрезентативности и другие [1, 3, 4, 6, 9]. Анализ элементов описательной статистики, исследование корреляции признаков проводили с использованием лицензированных компьютерных программ.

Результаты и обсуждение

В 1999 г. в лаборатории селекции бахчевых культур ГНУ ВНИИОБ в селекционных посевах тыквы сорта «Крошка» было отмечено спонтанное появление растений с невскрывающимися при созревании пыльниками [7].

В 2007 г. по комплексу хозяйственно-ценных признаков для конкурсного испытания как наиболее перспективные были отобраны гибриды F_1 (Крошка рл. fms \times Сахарная), F_1 (Крошка рл. fms \times Россиянка), F_1 (Крошка рл. fms \times Лечебная) (Научный отчет лаборатории селекции, семеноводства и иммунитета бахчевых культур ВНИИОБ за 2007 г.) Наиболее продуктивными оказались гибриды первого поколения тыквы крупноплодной, такие как F_1 (Крошка рл. fms \times Россиянка), F_1 (Крошка рл. fms \times Стелла), F_1 (Крошка рл. fms \times Фигурная), F_1 (Крошка рл. fms \times Желтая из Парижа) и F_1 (Крошка рл. fms \times Голиаф). У этих гибридов первого поколения средний вес одного плода оказался выше, чем у остальных гибридов. По содержанию сухих веществ, которые определяли полевым рефрактометром, выделялись гибриды F_1 (Крошка рл. fms \times Лечебная) – 15,3 %, F_1 (Крошка рл. fms \times Марфа), F_1 (Крошка рл. fms \times Сахарная), F_1 (Крошка рл. fms \times Зимняя сладкая), F_1 (Крошка рл. fms \times Тенгри), F_1 (Крошка рл. fms \times Тамара). У этих образцов обнаружены высокие вкусовые качества [8].

Цветение «условно стерильных» растений проходит нормально. Андроец мужских цветков с функциональной мужской стерильностью (рис. 2) внешне мало отличается от андроеца обычных фертильных цветков (рис. 1). Размеры цветка мутантных растений не были уменьшены, пыльники нормально развиты, светло-желтые, но не вскрывались. Покровы пыльника плотные. Для вскрытия их требуется воздействие

острого пинцета, которым необходимо провести по желобу пыльника. Рыльце пестика, весь пестик цветка растений с *fms* были нормально развиты (рис. 3, 4). Завязь цветка растений с *fms* нормально сформирована и ничем не отличается от завязи обычных «нормальных» растений тыквы (рис. 6).



Рис. 1. Андроцей нормального фертильного цветка



Рис. 2. Андроцей условно стерильного цветка (с *fms*)



Рис. 3. Гинецей женского цветка растений с *fms* (вид сверху)



Рис. 4. Зрелое рыльце пестика цветка растения с *fms*

На основе выделенных форм с генетически обусловленной мужской стерильностью стало возможно создавать константные специализированные материнские линии с мужской стерильностью и маркерными признаками; определять и отбирать наиболее ценные гибридные комбинации; обосновывать технологические особенности ведения гибридного семеноводства на основе использования материнских линий с мужской стерильностью; проводить всестороннюю оценку селекционного материала. Посещение цветков насекомыми (рис. 2) не вызывает открытия пыльников. Оценка жизнеспособности пыльцы методом окрашивания ацетокармином показало высокую фертильность пыльцы. Это позволило классифицировать [1, 7] полученную форму стерильности как морфологическую (невскрывающиеся пыльники), или функциональную мужскую стерильность (*fms*). При посеве чередующимися рядами отцовской формы и материнской линии с ФМС возможно получение более 90 % гибридных семян.

В 2008 г. эффект гетерозиса по продуктивности растений гибридов F_1 проявился в разной степени почти по большинству гибридных комбинаций. Эффект гетерозиса по продуктивности (2008 г.) и доле в урожае стандартных плодов представлен в таблице 1. Наиболее высокая комбинационная способность в 2008 г. проявилась по 4-м гибридным комбинациям: F_1 (Крошка рл. *fms* × Сахарная), F_1 (Крошка рл. *fms* × Зимняя сладкая); F_1 (Крошка рл. *fms* × Россиянка), F_1 (Крошка рл. *fms* × Валок).

Таблица 1

Продуктивность растений (урожай плодов и семян тыквы с деланки) гибридов F₁ различных комбинаций 2008 г.

Гибридная комбинация	Количество плодов, шт			Вес плодов / на деланку				
	Стандартных		Нестанд.	Стандартных		Ранг	Нестанд., кг	Доля станд. плодов, %
	Шт.	% станд.		Кг	% к станд.			
«Крошка» стандарт	13	62	8	29	100	4	11	72
F ₁ Крошка × Голден Тюрбан	21	75	7	44	151,7	4	5,6	48
F ₁ Крошка рл. fms × Тамара	13	65	7	20	69	5	8	71
F₁ Крошка рл. fms × Россиянка	12	57	9	51,5	177,5	3	7,2	86
F₁ Крошка рл. fms × Сахарная	43	90	5	150	517,2	1	6	96
F ₁ Крошка рл. fms × Лечебная	14	74	5	36	124,1	4	7	84
F₁ Крошка рл. fms × Зимняя сладкая	38	73	10	73	251,7	2	11	87
F ₁ Крошка × С. maxima из ФРГ	27	71	11	62	213,7	3	15	80
F ₁ Крошка рл. fms × Зеленев	16	53	14	31	106,9	4	17	65
F₁ Крошка рл. fms × Валок	20	61	13	65	224,1	3	24	73
F ₁ Крошка рл. fms × Стелла	10	50	10	22	75,8	5	15	59
F ₁ (Крошка рл. fms × Тенгри)	14	47	16	35	120,7	4	17	67

Примечание: жирным шрифтом выделены гибридные комбинации с максимальной продуктивностью.

Кроме того, высокая продуктивность обнаружилась по гибридной комбинации от межвидового скрещивания F₁ Крошка × С. maxima из ФРГ.

Продуктивность гибридов F₁ и доля стандартных плодов в урожае 2008 г. составила по отношению к стандартному сорту 120–500 %.

Лишь по 3-м гибридным комбинациям гетерозис не проявился: F₁ Крошка рл. fms × Тамара; F₁ Крошка рл. fms × Зеленев; Крошка рл. fms × Стелла. По комбинации Крошка × Голден Тюрбан, несмотря на наличие гетерозиса по весу стандартных плодов, доля в урожае стандартных плодов была меньше, чем в других комбинациях скрещивания (табл. 1).

При создании специализированных материнских линий для ведения гибридного семеноводства при свободном опылении используется сигнальный (маркерный) признак для проведения в производственных посевах выбраковки негибридных растений. Для этой цели используют хорошо заметный морфологический признак, закрепляют у материнской формы. В качестве генетического маркера использована пальчатолопастная форма листа (рис. 5) материнских растений (хотя большинство сортов тыквы имеет цельную листовую пластинку).

При селекции можно добиться проявления высокой комбинационной способности (К. с.) по хозяйственно ценным признакам. Этому способствует существование положительной корреляции между величиной признака у линии, и ее комбинационной способностью по этому признаку у гибрида. Комбинационная способность (нем. Kombinationsleistung; англ. combining ability) – взаимное поведение 2-х партнеров по скрещиванию, определяемое по продуктивным возможностям их потомков по сравнению с другими партнерами скрещивания или со свободно опыляемыми разновидностями. К. с. [5] является всегда относительной мерой, абсолютной меры не существует. По Хейсу и Джонсону (1939) [5], К. с. является генетическим свойством, зависящим от большого количества генов со слабым индивидуальным действием (Lonnquist, 1950) [5]. Каждая линия содержит специфический комплекс благоприятных для К. с. генов, однако выявить их благоприятное сочетание в гибридах можно лишь организованными эмпирическими испытаниями.



Рис. 5. Сигнальная пальчатолопастная форма листа материнских растений – «Крошка разрезнолистная с fms»



Рис. 6. Завязь женского цветка растения тыквы с морфологической мужской стерильностью (fms)

Теоретический и практический интерес представляет проведение анализа взаимосвязи продуктивности гибридов F_1 и других количественных признаков растений, связанных непосредственно с формированием элементов продуктивности: длина главного стебля гибридных растений, количество узлов на главном стебле, высота закладки первого женского цветка (и плода), количество ветвей первого порядка, площадь листовой пластинки и другие признаки (табл. 2).

Таблица 2

Длина стебля растений у различных типов гибридов тыквы (15.07.08 г., фаза начала цветения)

Гибриды, их родительские формы	Длина главного стебля растений			Количество узлов на главном стебле		Корреляция 1 и 2.
	Среднее, X см	Размах варьирования min – max, см	Коефф. вариации, %	Среднее, X	Размах варьирования min – max	
Крошка стандарт	187,6*	94–240	24,4	17,7	14–20	0,91
F_1 Крошка × Голден Турбан	91,4	65–139	21,4	13,1	10–17	0,84
F_1 Крошка рл. fms × Тамара	119,1*	75–153	20,6	14,9	13–18	0,43
F_1 (Крошка рл. fms × Россиянка)	141*	113–185	14,9	16,7	13–19	0,80
F_1 Крошка рл. fms × Сахарная	183,7*	130–294	11,7	18	15–21	0,87
F_1 Крошка рл. fms × Лечебная	142,4	77–197	8,2	15,8	13–18	0,77
F_1 Крошка рл. fms × Зимняя сладкая	205,8*	157–246	6,7	18,3	16–20	0,43
F_1 Крошка × С. maxima из ФРГ	179,3*	138–215	13,9	16,9	13–20	0,71
F_1 Крошка рл. fms × Зеленов	170	110–242	22,9	17,5	15–19	0,62
F_1 Крошка рл. fms × Валок	119,3	65–160	26	16,1	14–19	0,76
F_1 Крошка рл. fms × Стелла	91,7*	66–118	19,3	10	14–18	0,18
F_1 (Крошка рл. fms × Тенгри)	187,6	114–290	26,2	15,8	15–18	-0,11

Примечание: 1)* – уровень значимости ($p < 0,05$); 2) жирным шрифтом выделены гибридные комбинации с максимальной продуктивностью.

У гибридов возвратного и сложного скрещивания на степень детерминации признака существенное влияние оказывает отцовский родитель, поэтому гибриды в ряде случаев уклоняются в сторону мужской линии. Гетерозис у гибридов F_1 проявляется по многим морфологическим признакам, в том числе по размерам листа (рис. 7). Вы-

сокая степень развития ассимиляционного аппарата в значительной степени определяет проявление гетерозиса по продуктивности гибридов первого поколения.

Не меньший интерес представляет анализ проявления гетерозиса у гибридов количественных признаков, в том числе признаков, непосредственно связанных с длиной стебля растений, в большой степени влияющих на структуру продуктивности растений.



Рис. 7. Эффект гетерозиса у гибридов F₁ по размеру листа: Крошка (стандарт) и межсортовой гибрид

Межсортовые гибриды можно разделить на 3 группы: приближающиеся по длине стебля растений к материнскому сорту; занимающие промежуточное положение между родителями; приближающиеся к отцовской форме. Если скрещиваемые пары близки по фенотипическому проявлению признака, то гибрид первого поколения по длине стебля растений может превысить обоих своих родителей; наоборот, если скрещиваемые формы резко отличаются между собой (высокорослая × низкорослая, низкорослая × высокорослая), то гибрид имеет промежуточную высоту, но с уклоном в сторону высокорослого родителя. У межсортовых гибридов в зависимости от подбора пар высокорослость является доминантным или неполно доминантным признаком. Проявление доминирования не зависит от того, к материнской или отцовской форме относится высокорослый компонент комбинации, уступающий по длине стебля растений обоим родительским сортам вдвое (отрицательная трансгрессия). Такие комбинации также имеются, например, F₁ Крошка × Голден Тюрбан, Крошка рл. с fms × Стелла (табл. 3).

Таблица 3

Высота закладки первого плода и количество ветвей 1 порядка в фазу начала плодообразования у гибридов F₁ тыквы (август 2008 г., фаза начала плодообразования)

Гибриды и их родительские формы	Высота закладки первого плода		Количество ветвей первого порядка	
	Среднее, X см	Размах варьирования min – max, см	Среднее, X см	Размах варьирования min – max, см
Крошка стандарт	140*	125–150	7,7*	7–8
F ₁ Крошка × Голден Тюрбан	17*	10–21	7,7*	7–8
F ₁ Крошка рл. fms × Тамара	50*	50–151	9,7*	7–12
F₁ (Крошка рл. fms × Россиянка)	62*	55–70	6,3*	5–8
F₁ Крошка рл. fms × Сахарная	75,3*	43–103	6,3*	5–8
F ₁ Крошка рл. fms × Лечебная	72*	20–125	8,7*	7–11
F₁ Крошка рл. fms × Зимняя сладкая	98*	70–125	7*	6–8
F ₁ Крошка × С. maxima (ФРГ)	103	93–117	9,7*	9–10
F ₁ Крошка рл. fms × Зеленов	51*	40–60	6*	5–7
F₁ Крошка рл. fms × Валок	68*	60–80	12,3*	12–13
F ₁ Крошка рл. fms × Стелла	124	112–130	7,7	7–8
F ₁ (Крошка рл. fms × Тенгри)	89*	80–103	5,3*	5–6

Примечание: 1)* – уровень значимости ($p < 0.05$); 2) жирным шрифтом выделены гибридные комбинации с максимальной продуктивностью.

Исследования показали, что размах вариационного ряда межсортовых гибридов тыквы зависит как от типа скрещивания, так и генотипа родительских форм.

Анализ взаимосвязи высоты закладки первого плода (рис. 8) с продуктивностью гибридов показал, что наиболее продуктивными оказались гибриды F_1 , у которых плоды завязываются на расстоянии 50–60 см от основания стебля: F_1 (Крошка рл. fms × Россиянка) – 62 см, F_1 Крошка рл. fms × Сахарная – 75, F_1 Крошка рл. fms × Зимняя сладкая – 53 см. Формирование этого признака определяется высотой закладки на главном стебле первых женских цветков.

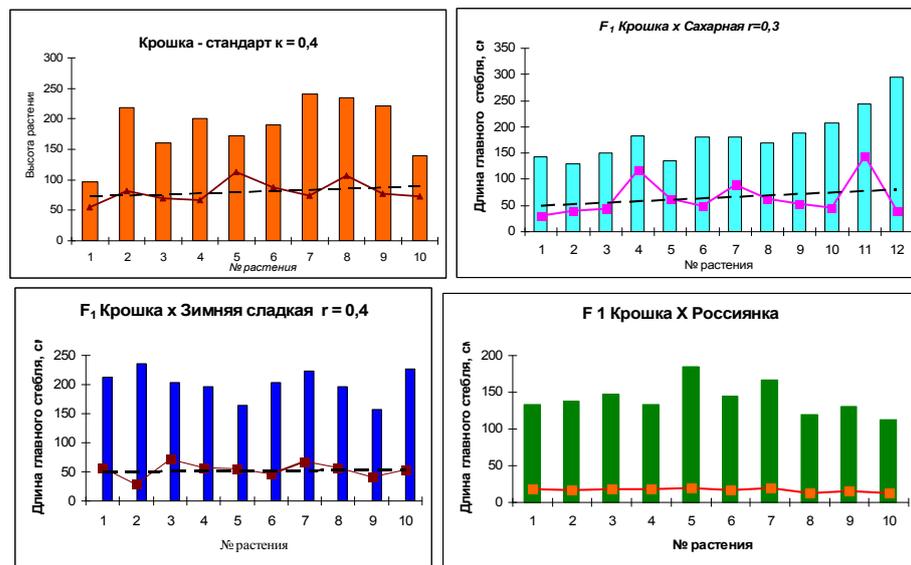


Рис. 8. Высота закладки первого женского цветка на главном стебле у наиболее продуктивных гетерозисных гибридов F_1

Растения гибридных комбинаций, проявляющих наиболее высоким эффектом гетерозиса по продуктивности, характеризуются невысокой степенью ветвления главного стебля. Количество ветвей первого порядка в период начала цветения не превышает 6–8. В дальнейшем к моменту начала плодообразования отдельные ветви приостанавливают свое развитие, в результате чего количество ветвей может уменьшиться.

Исследование комбинационной способности исходных родительских форм по продуктивности и иным количественным признакам, определяющим формирование элементов продуктивности, является одним из основных инструментов для эффективного повышения производства ценных в пищевом и биологическом отношении плодов гетерозисных гибридов (F_1) тыквы. Исследование закономерностей проявления гетерозиса может быть основанием для производственного применения ценных гибридных комбинаций и их коммерческого использования в будущих программах размножения.

Библиографический список

1. Брюбейкер, Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика / Дж. Л. Брюбейкер ; перевод с англ. Е. Н. Болотова ; под ред. Б. Н. Сидорова. – М. : Колос, 1966. – 228 с.
2. Дютин, К. Е. Генетика и селекция бахчевых культур : монография / К. Е. Дютин. – М. : Россельхозакадемия, 2000. – 231 с.
3. Лакин, Г. Ф. Биометрия : учебное пособие для биологических специальностей вузов / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
4. Плохинский, Н. А. Математические методы в биологии / Н. А. Плохинский. – М. : Изд-во МГУ, 1978. – 285 с.
5. Ригер, Р. Генетический и цитогенетический словарь / Р. Ригер, А. Михаэлис ; перевод с нем. Н. П. Бочкова ; под ред. П. Ф. Рокицкого. – М. : Колос, 1967. – С. 187.

6. **Рокицкий, П. Ф.** Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. –3-е изд. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.

7. **Соколов, С. Д.** Использование оригинальных форм мужской стерильности в гибридном семеноводстве бахчевых культур / С. Д. Соколов // Генофонд бахчевых культур, пути его использования в решении селекционных и технологических проблем : материалы Международной научно-практической конференции в рамках V фестиваля «Российский арбуз» (23–26 августа 2006 г.). – Астрахань, 2008. – С. 29–38.

8. **Соколов, С. Д.** Научный отчет лаборатории селекции, семеноводства и иммунитета бахчевых культур ВНИИОБ за 2007 г. / С. Д. Соколов, К. Е. Дютин, С. М. Богоявленская, Ж. Р. Исеналиева [и др.]. – Камызяк, 2007.

9. **Khan, N. U.** Combining ability analysis to identify suitable parents for heterosis in seed cotton yield, its components and lint % in upland cotton / Naqib Ullah Khan, Gul Hassan, Moula Bux Kumhhar, Khan Bahadar Marwat, Muhammad Azim Khan, Aisha Parveen, Umm-e-Aiman, Muhammad Saeed. – Режим доступа: <http://www.elsevier.com>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.

УДК. 631.587 631.67

THE PERSPECTIVES AND EVALUATION OF IMPLEMENTING VARIOUS FORMS OF GREEN MANURING ON THE ALLUVIAL SOILS OF THE DELTA OF RIVER VOLGA

Rezk Mahmoud Yahya, PhD, assistant professor, Department of Plant Biology and Ecology of Astrakhan State University

Abd El-Aal Khaled Abd El-Daiem Abd El-Aziz, PhD student, Department of Plant Biology and Ecology of Astrakhan State University, e-mail: khaled_elhaies@yahoo.com

*Зеленое удобрение – это превращение в почву зеленых тканей растений. Функция зеленого удобрения заключается в добавлении органических веществ в почву. Применение сидератов на орошаемых землях дельты Волги экологически обосновано. На орошаемых аллювиально-луговых почвах дельты Волги испытаны различные виды однолетних бобовых культур (*Trifolium alexandrinum*, *Trifolium incarnatum*, *Vicia sativa*) на сидераты, пропашных и зерновых – на зернофураж и зеленый корм. Комплексно изучены их биологические особенности, фотосинтетическая деятельность, продуктивность, питательная ценность и влияние на плодородие почвы.*

Ключевые слова: зеленое удобрение, сидераты, азот.

*Green manuring is the practice of turning green plant tissues into the soil. The function of green manure crop is to add organic substances to the soil. The ecological aspects of implementing green manuring on irrigated lands of the delta of the Volga are proved. On irrigated alluvial-meadow soils of the delta of the river Volga the various sorts of annual legume crops (*Trifolium alexandrinum*, *Trifolium incarnatum*, *Vicia sativa*) were tested for green manuring, furrowing, seeding for forage and green feed. Their biological characteristics, photosynthetic activities, productivity, nutritional values and their effect on soil fertility are underwent a complex study.*

Key words: green manuring, siderative crops, nitrogen.

Green manuring is the practice of turning into the soil undecomposed green plant tissue. The function of a green manure crop is to add organic matter to the soil. As a result of the addition, the nitrogen supply of the soil may be increased and certain nutrients made more readily available, thereby increasing the productivity of soil.

The practice of green manuring is very ancient. The Egyptians and Greeks turned under broad beans around 500–300 B.C., and the planting of beans and lupines for soil improvement was a common practice in the early years of Roman Empire. The Chinese wrote about the fertilizing values of grass and weeds and the early colonists in North America used rye and oats to add organic matter to the soil. The use of green manures peaked worldwide since the 1940 s, with a notable decline in planted acreage since that time. With the current trend toward the use of organic fertilizers, many people are again looking at manuring as an economical, practical and even aesthetically pleasing method of restoring productivity to idle or overworked land.

Benefits of green manure. The major benefits to the use of green manures in a crop rotation system include:

- 1) organic matter and nitrogen addition;
- 2) nutrient conservation;
- 3) protection of the soil surface during erosion periods of the year.

Organic matter and nitrogen addition. The amount of organic matter that may accumulate through the decay of plant material by the addition of green manures may be considerable. 2,5–5 tones of dry matter per hectare (25–50 kgs /100 sq meters) is not an unusual amount to be added noticing that wet weight of green manure crops are 4–10 tones the dry weight.

Nutrient conservation. The organic matter added when young succulent plant tissue is incorporated into the soil encourages the microbial action of not only the heterotrophic microorganisms responsible for general organic matter decomposition but also the “free living” organisms (e.g. Azotobacter and Clostridium) which are able to fix atmospheric nitrogen (P. Warman 2008). The organic residues from green manures also help to stabilize the soil structure, increase the water holding capacity of infiltration of moisture into the soil as well as percolation through the soil.

Protection of the soil surface. Green manuring increase the humus content or the supply of available nitrogen in the soil, but rarely both at the same time. The humus content is only increased appreciably if material fairly resistant to decomposition is added to the soil (i.e. with a high C: N ratio), this type of plant material is typically low in nitrogen (less than 1,5 % on a dry-weight basis). The available nitrogen supply is only increased if readily decomposable material high in nitrogen, such as immature green plants, is incorporated into the soil. The amount of organic matter that may accumulate will vary with the soil, climatic conditions, and the age and type of crop.

Crops used for green manuring. Many crops were tested for green manuring, the choice in each case depending on climatic conditions, the cropping system practiced, availability of seed and other factors including local habits and prejudices. As a rule, legume crops are used more commonly than non-legumes, since besides the other benefits to be derived from growing a green manure the legume will add nitrogen to the soil.

Five main siderative crops are tested according to their importance: berseem, shabdar, vica, trigonella and Green manuring is allocated mainly under forage crops including corn, sorghum and sudan grass.

Modern technological knowledge and techniques of implementing green manuring are found under constant re-evaluation. The main task of research in this field of eco-agriculture is detained to the determination of the conditions and facts, depending on which, green manuring can be capable of giving increasing amounts of macro elements, especially nitrogen, as well as other macro- and microelements in its constant competition with other forms of fertilizing. All of this but before itself the final task of increasing yield of various agricultural groups.

For the study of the effect of green manuring on the soil structure as well as the productivity of forage groups. Field experiments were carried out starting from 1996 and up till the amount. Many varieties and forms of siderative groups were tested including berseem or Alexandrian clover (*Trifolium alexandrinum*), shabdar or Iranian clover (*Trifolium incarnatum*), Vica (*Vicia sativa*), Trigonella and Melilotus. The field experiments of the new phase of research was begun in summer 2007, where green fertilizers were seeded in five experimental plots of 200 sq meters each on three stages on the 10th of August, 25th of August and the 5th of September consecutively, one plot was left for control analysis without any manuring and six plots were fertilized with organic fertilizers (tree various dozes of fertilizing equivalent to 20, 30, 40 tonnes per hectare consecutively) as well as tree plots fertilized with tree increasing dozes of phosphorus on the 15th of October and with tree increasing levels of NPK in April 2008 at the account of 80, 100, 120 kgs per hectare consecutively.

The previously mentioned corn, sorghum and sudan grass practical field experiments are to be laid in Autumn of 2008 to be finally ended in 2010 (September – October).

The aim of research is to study the biological characteristic and the productivity of siderative crops, their effect on increasing and enhancing soil fertility and yield of seed-forage crops. For this, it was necessary to solve the following problems:

- 1) a complex study and evaluation of the agroclimatic condition of the region, especially regarding its buffer zones;
- 2) a study of the biological characteristics and comparative productivity of various siderative crops;
- 3) a determination of dependence of yields of after various siderative crops;
- 4) determination of the effect of green manuring on soil fertility;
- 5) an energetic evaluation of planting green manures, corn, sorghum and sudan grass on irrigated lands in the delta of river Volga.

The effect of using intensive methods of agriculture on irrigated lands will be revealed on the increase of forage yield as a main source and reason for raising up the regions competitive capabilities in the field of meat production for the biggest amount of organic fertilizing that goes under vegetable crops. This is the main factor standing as an obstacle in face of increasing forage grown areas. Vegetable growing in Astrakhan region solves many social problems as it is considered to be a family intensive labour work forming up the social family budget of about 15–20 % of the regions population, meanwhile, the use of chemical fertilizers resulted in the loss of many previously cultivated areas.

The practical importance of research lies in its ability to constitute the change of productivity and chemical constitution of both green manures and forage crops and their effect on soil fertility which is of big importance on planting schemes on irrigated lands and optimizing the cost accounts of irrigated lands use.

The implementation of perspective siderative crops in agriculture allows us to increase the productivity and yield of forage crops. The results of research are periodically discussed on seminars at the department of biology and plant ecology, faculty of biology, Astrakhan State University. Field research is carried out on the irrigated lands of the All Russia Scientific research institute of agriculture on irrigated lands under the supervision of the Russian Academy of Agricultural Sciences.

Analysis of the results of the first year (Autumn 2007 – Spring, Summer 2008) have shown that.

1. Biological characteristics and productivity of green manures. In a semi-arid, drastically continental climate with unstable humidity levels for growing and gaining high yields of green mass, green manures, after gathering of three forage crops (corn, sorghum and sudan grass) show the abundance of heat resources, quantity of total solar radiation, falling on this territory as well as the duration of vegetative period in three phases (10th Aug., 25th Aug. and 5th Sept.) for the growth and accumulation of green mass for all of the five, previously mentioned, green manures.

2. Effect of siderative crops on soil fertility. Upon the evaluation of green fertilizers we should take into consideration not only the yield of green mass furrowed into soil, but the amount of organic matter, which remains in soil in the form of root remains containing a vast amount of nitrogen fixing bacteria as well.

3. The effect of green manuring on the productivity of forage crops. Field research carried out on various types and sorts of field forage crops during the Spring-Summer period (1st decade of May – 1st decade of June) after furrowing green fertilizers (late September – 1st decade of October 2007) has shown that the best sorts are Corn VIR – 156 TV and sorghum Yubileinoe (samples driven every 10 days periodically after germination). Sudan grass, due to the fact of improper irrigation scheme has not grown up to the desired standards and results were annulated. The above mentioned cultures, due to the presence of a highly effective photosynthetic apparatus more effectively use solar energy and in combination with green fertilizers apparently raise forage crop productivity.

Fertilizing the green manure crop. One of the most important considerations in growing a green manure crop is to get a large yield. A thick stand and luxuriant growth will not only yield a greater amount of green matter to turn under for forage crop but will also increase the amount of nitrogen taken from the air and added to the soil. It will also shade the ground more, which in an autumn green-manure crop is important, not only because weeds are thus suppressed, but because a well-shaded soil remains in better physical condition than a baked one. The green manure should be therefore given a combination of somewhat low amounts of organic and mineral fertilizers mainly containing NPK components as unfortunately there is an idea that a soil-improving crop can take care of itself. The amount of nitrogen that green-manures are able to take from the air will depend to a large extent on how abundant is the supply of minerals available to them in soil.

Crops used for green manuring. The choice of crops for green manuring on the irrigated alluvial soils of the delta of river Volga depend on:

- 1) climatic conditions especially in the late summer, autumn season;
- 2) the cropping system practical for both forage crops and green manures;

3) the availability and, most important, cost of seeds and agricultural mechanisms in the above mentioned period;

4) habits and prejudices of local farmers.

As it is well known, whenever possible, a legume should be used since besides the previously mentioned benefits to be derived from growing a green manure the legume will all add nitrogen to the soil. In the approximate order of their importance as green manures the following crops are used: Berseeme (*Trifolium alexandrinum*), Shabdar (*Trifolium incarnatum*), Vica (*Vicia sativa*).

The following table shows the amount of organic matter and of nitrogen added in those three sorts of green manure.

Table

Type of green manure and Weight of green matter turned under Tons/hectare and Nitrogen buried Kilograms/hectare

Type of green manure	Weight of green matter turned under Tons/hectare	Nitrogen buried Kilograms/hectare
(1) Egyptian clover	10,2	350
(2) Iranian clover	14,3	425
(3) Vica	9,8	465

(1) Berseem (*Trifolium alexandrinum*).

This ancient type of forage and green manure, also known as Egyptian clover is considered to be an important forage crop in the Nile Valley, Egypt and in India. In the conditions of early autumn period on irrigated lands of northern Caspian region it appears to do quite well only under conditions of irrigation, at least at the early phases of growth, (end of August till end of 2nd decade of September). The plant has a slender weak stem and white flowers borne in heads much like Iranian clover but longer.

At an average temperature of up to 15–20 °C. It grows rapidly and produces a large mass of succulent material for turning under. It withstands moderate cold (up to -3, -5 °C) but does not thrive in temperatures above 25 °C. It is considered to be an ideal green manure for local climate especially in its autumn section.

(2) Crimson clover (*Trifolium incarnatum*).

Also known as Iranian clover is widely cultivated in Europe as a forage and green-manuring crop in Italy, Germany, France, Austria and Great Britain. The plant is a rosette of basal leaves where many stems arise from the crown and each stem is terminated by a long head of scarlet or crimson flowers.

The peculiar value of Crimson clover as a green manure lies in its ability to make a rapid growth in autumn where it attains maximum development by the time it must be turned under.

(3) Vica (*Vicia sativa*).

Also known as English vetch. As a green manure it appealed itself but only in sections where temperature did not fall below 4 °C.

References

1. **Adrian, J. P.** Green manuring, principles and practice / J. P. Adrian. – N.Y. : John Wiley and sons, 2006.
2. **Alexeyev, A. A.** Green manuring / A. A. Alexeyev. – M. : Selkhozizdat, 1974.
3. **Brady, N. C.** The Nature and Property of soils / N. C. Brady. – N.Y. : MacMilla. Publ, 1974.
4. **Jordan, D. C.** Legume Seed Inoculation / D. C. Jordan // Ont. Min. of Agr. and Food. Publ. – 1975. – № 212.
5. **Russel, E. W.** Soil Conditions and Plant Growth / E. W. Russel. – N.Y., 1973.
6. **Warman, P.** Soil and land resources, Department of Renewable Resources / P. Warman. – California Agricultural University, 2008.

УДК 576.895.1

ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ ЖЕЛТОЙ ЦАПЛИ В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ

Калмыков Александр Павлович, доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии Астраханского государственного университета, e-mail: loza65@mail.ru

Федорович Владимир Васильевич, доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии Астраханского государственного университета

Семенова Надежда Николаевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Астраханского государственного биосферного природного заповедника, E-mail: abnr@astranet.ru

Иванов Виктор Михайлович, доктор биологических наук, старший научный сотрудник Астраханского государственного биосферного природного заповедника

Приводится систематический список гельминтов желтой цапли (*Ardeola ralloides* (Scopoli, 1769)). Он насчитывает 19 видов гельминтов (10 – трематод, 4 – цестод, 5 – нематод). Максимальная экстенсивность инвазии характерна для *Posthodiplostomum cuticola* (70,97 %), *Contracaecum microcephalum* (58,04 %), *Porrocaecum ardea* (45,16 %), *Gryporhynchus pusillus* (25,8 %). Максимальная интенсивность инвазии отмечена у *Gryporhynchus pusillus* (18–224 экз.), *Dendrouterina masco* (131 экз.), *Posthodiplostomum cuticola* (1–100 экз.), *Diplostomum spathaceum* (8–46 экз.), *Strigea falconis* (6–32 экз.), *Apharyngostrigea cornu* (2–28 экз.), *Ophiosoma patagiatum* (73 экз.), *Porrocaecum ardea* (32 экз.). Максимальный индекс обилия наблюдали у *Posthodiplostomum cuticola* (17 экз.), *Gryporhynchus pusillus* (16,16 экз.), *Choanotaenia mutabilis* (12,98 экз.), *Contracaecum microcephalum* (11,06 экз.), *Porrocaecum ardea* (6,42 экз.). Дается краткий экологический анализ гельминтофауны желтой цапли в дельте Волги.

Ключевые слова: гельминты, трематоды, цестоды, нематоды, желтая цапля.

The systematic list of helminthes of the yellow heron (*Ardeola ralloides* (Scopoli, 1769)) is given. It consists of 19 species of helminthes (10 – trematodes, 4 – cestodes, 5 – nematodes). Maximum extensiveness of invasion is characteristic for *Posthodiplostomum cuticola* (70,97 %), *Contracaecum microcephalum* (58,04 %), *Porrocaecum ardea* (45,16 %), *Gryporhynchus pusillus* (25,8 %). Maximum intensiveness of invasion is registered in *Gryporhynchus pusillus* (18–224 specimens), *Dendrouterina masco* (131 specimens), *Posthodiplostomum cuticola* (1–100 specimens), *Diplostomum spathaceum* (8–46 specimens), *Strigea falconis* (6–32 specimens), *Apharyngostrigea cornu* (2–28 specimens), *Ophiosoma patagiatum* (73 specimens), *Porrocaecum ardea* (32 specimens). Maximum index of abundance was observed in *Posthodiplostomum cuticola* (17 specimens), *Gryporhynchus pusillus* (16,16 specimens), *Choanotaenia mutabilis* (12,98 specimens), *Contracaecum microcephalum* (11,06 specimens), *Porrocaecum ardea* (6,42 specimens). Brief ecological analysis of helminthofauna of yellow heron in the delta of the Volga is given.

Key words: helminthes, trematodes, cestodes, nematodes, yellow heron.

Дельта Волги – один из интереснейших в паразитологическом отношении регионов России. Учитывая огромное количество видов паразитов, составляющее более половины всех видов живых существ, а также значительную роль паразитов в экосистемах, изучение паразитофауны, в частности, гельминтофауны, является актуальной задачей паразитологов.

Желтая цапля (*Ardeola ralloides* Scopoli, 1769) – гнездящийся в дельте Волги вид, численность которого колебалась в различные годы в значительных пределах и в настоящее время имеет тенденцию к сокращению. В 2004 г. этот вид занесен в Красную книгу Астраханской области.

Сведения о гельминтах желтой цапли содержатся в ряде работ [1, 2, 4, 5, 6, 7]. Наш материал получен от гельминтологических вскрытий 31 экз. желтой цапли в дельте Волги в 1976–1997 гг. Сбор и обработка материала проведены согласно традиционным методам [3, 8, 9]. В анализе зараженности гельминтами мы приводим данные экстенсивности инвазии (ЭИ, %), интенсивности инвазии (ИИ, экз.), индекса обилия (ИО, экз.).

В результате наших исследований выявлен видовой состав гельминтов желтой цапли:

Тип *Plathelminthes*
Класс *Trematoda* (Rudolphi, 1808)
Отряд *Clinostomida* Odening, 1963
Семейство *Clinostomidae* Lühe, 1901

Clinostomum complanatum (Rudolphi, 1819) Braun, 1899 – в кишечнике желтой цапли (ЭИ – 19,35 %, ИИ – 1–6 экз., ИО – 5,5 экз.). Отмечен впервые в регионе у желтой цапли.

Отряд *Strigeidida* La Rue, 1926

Семейство *Diplostomidae* Poirier, 1886

Diplostomum spathaceum (Rudolphi, 1819) Braun, 1893 – sensu lato – в кишечнике желтой цапли (ЭИ – 12,9 %, ИИ – 8–46 экз., ИО – 3,16 экз.). Желтая цапля отмечена впервые как хозяин этого вида.

Codoncephalus urnigerus (Rudolphi, 1819) – в кишечнике (ЭИ – 6,45 %, ИИ – 4–6 экз., ИО – 0,32 экз.), личинки этого вида встречаются, по нашим данным, в большом количестве у лягушек.

Posthodiplostomum cuticola (Nordmann, 1832) Dubois, 1936 – в кишечнике желтой цапли (ЭИ – 70,97 %, ИИ – 1–108 экз., ИО – 17 экз.).

Семейство *Echinochasmidae* Odhner, 1911

**Episthmium bursicola* (Creplin, 1835) Lühe, 1909¹ – ранее был отмечен у желтых цапель [6].

Echinostoma sudanense Odhner, 1911 – в кишечнике (ЭИ – 12,9 %, ИИ – 1–4 экз., ИО – 0,39 экз.).

Echinoparyphium cinctum (Rudolphi, 1802) – в кишечнике (ЭИ – 12,9 %, ИИ – 1–6 экз., ИО – 0,39 экз.). Желтая цапля как хозяин этого вида отмечена впервые в регионе.

Семейство *Opisthorchiidae* Braun, 1901

Metorchis xanthosomus (Creplin, 1846) Braun, 1902 – в кишечнике (ЭИ – 12,9 %, ИИ – 2–10 экз., ИО – 1,94 экз.).

Семейство *Strigeidae* Railliet, 1919

Strigea falconis Szidat, 1928 – в кишечнике (ЭИ – 12,9 %, ИИ – 6–32 экз., ИО – 2,39 экз.). Вид был отмечен и ранее [4].

Apharyngostrigea cornu (Zeder, 1800) Ciurea, 1927 – в кишечнике (ЭИ – 12,9 %, ИИ – 2–28 экз., ИО – 2,19 экз.).

Ophiosoma patagiatum (Creplin, 1846) Szidat, 1928 – в кишечнике (ЭИ – 3,22 %, ИИ – 73 экз., ИО – 2,35 экз.). Желтая цапля как хозяин этого вида отмечена впервые в регионе.

Класс *Cestoda* Rudolphi, 1808

Отряд *Pseudophyllidea* Carus, 1900

Семейство *Ligulidae* Claus, 1868

**Ligula intestinalis* (Linnaeus, 1768) – были найдены в кишечнике желтой цапли ранее [6].

Отряд *Cyclophyllidea* Ben in Braun, 1900

Семейство *Dilepididae* Fuhrmann, 1907

Ophiovalipora ardeolae (Singh, 1952) Spassky, 1965 – в кишечнике (ЭИ – 6,45 %, ИИ – 3–4 экз., ИО – 0,23 экз.). У желтой цапли обнаружен впервые в регионе.

Ophiovalipora unilateralis (Rudolphi, 1819) Spassky, 1965 – в кишечнике (ЭИ – 6,45 %, ИИ – 1–4 экз., ИО – 0,16 экз.). Желтая цапля как хозяин этого вида отмечена впервые в регионе.

Gryporhynchus pusillus Nordmann, 1832 – в кишечнике (ЭИ – 25,80 %, ИИ – 18–224 экз., ИО – 16,16 экз.). Ранее был отмечен как *G. cheilancristrotus* [2].

Dendrouterina macko Mathevossian, 1963 – в кишечнике (ЭИ – 6,45 %, ИИ – 6–131 экз., ИО – 4,42 экз.). Вид впервые отмечен в изучаемом регионе.

Семейство *Choanotaeniidae* Mathevossian, 1953

Choanotaenia mutabilis (Linton, 1927) Meggitt, 1933 – в кишечнике (ЭИ – 19,35 %, ИИ – 21–197 экз., ИО – 12,98 экз.). Вид был отмечен ранее [2].

¹ Знаком «*» здесь и далее обозначены виды, отмеченные другими авторами, но не обнаруженные нами.

Тип *Nemathelminthes Schneider*, 1873

Класс *Nematoda* (Rudolphi, 1808)

Отряд *Trichocephalida Skrzjabin et Schulz*, 1928

Семейство *Capillariidae Neveu-Lemaire*, 1936

**Capillaria carbonis* (Rudolphi, 1819) Travassos, 1915 – был обнаружен у желтой цапли ранее [2].

Отряд *Dioctophymida Railliet*, 1916

Семейство *Anisakidae* (Railliet et Henry, 1912, subfam.) Skrzjabin et Karokhin, 1945

Contracaecum microcephalum (Rudolphi, 1819) Baylis, 1920 – у желтой цапли (ЭИ – 58,04 %, ИИ – 1–31 экз., ИО – 11,06 экз.). Был найден и ранее [2].

Contracaecum rudolphi Hartwich, 1964 – у желтой цапли (ЭИ – 6,45 %, ИИ – 1–2 экз., ИО – 0,1 экз.). Как хозяин этого вида желтая цапля отмечена впервые в регионе.

Porrocaecum ardea (Fröhlich, 1802) Baylis, 1936 – у желтой цапли (ЭИ – 45,16 %, ИИ – 1–32 экз., ИО – 6,42 экз.). Регистрируется впервые в дельте Волги.

Porrocaecum reticulatum Baylis et Daubney, 1922 – у желтой цапли (ЭИ – 19,35 %, ИИ – 1–6 экз., ИО – 0,74 экз.). Желтая цапля как хозяин этого вида отмечена впервые в регионе.

Отряд *Spirurida Chitwood*, 1933

Семейство *Desmidocercidae Cram*, 1927

Desmidocercella skrzjabini Guschanskaja, 1919 – у желтой цапли (ЭИ – 6,45 %, ИИ – 1–2 экз., ИО – 0,1 экз.). Как хозяин этого вида желтая цапля зарегистрирована впервые в регионе.

**Desmidocercella numidica* (Seurat, 1920) Yorke et Maplestone, 1926 – вид был обнаружен ранее [2].

Семейство *Tetrameridae Travassos*, 1914

* *Tetrameres fissispina* (Diesing, 1861) Travassos, 1914 – вид был обнаружен у желтой цапли ранее [2].

Таким образом, в гельминтофауне желтой цапли за все время исследований было найдено 24 вида гельминтов (10 – трематод, 6 – цестод, 8 – нематод), в том числе нами обнаружено 19 видов (9 – трематод, 5 – цестод, 5 – нематод). Желтая цапля впервые как хозяин отмечена нами для 10 видов гельминтов.

Максимальную экстенсивность инвазии обнаружили *P. cuticola* (70,97 %), *C. microcephalum* (58,06 %) и *P. ardea* (45,16 %), максимальную интенсивность инвазии – *G. pusillus* (до 224 экз.), *Ch. mutabilis* (до 197 экз.), *P. cuticola* (до 108 экз.), максимальный индекс обилия – из цестод – *G. pusillus* (16,16 экз.), *Ch. mutabilis* (12,98 экз.), из трематод – *P. cuticola* (17,0 экз.), из нематод – *C. microcephalum* (11,06 экз.), *P. ardea* (6,42 экз.) и др.

Таким образом, в качестве фоновых видов гельминтофауны желтой цапли в дельте Волги выступают *P. cuticola*, *C. microcephalum*, *P. ardea*, *G. pusillus*, *Ch. mutabilis*.

Одной из существенных особенностей паразитов при рассмотрении их места и роли в биоценозах К.И. Скрябин (1924) называл их способность соединять «в одну экологическую цепь различные, зачастую экологически и систематически далекие друг от друга, виды животных», что находит подтверждение в том, что подавляющее число видов гельминтов птиц дельты Волги является биогельминтами, причем заражение птиц происходит преимущественно через поедание промежуточных хозяев.

В пищу желтой цапли входят беспозвоночные животные (в основном личинки и имаго насекомых), земноводные и рыбы. Если судить по остаткам пищи в содержимом желудков, рыбы встречаются в 30,8 % случаев, остатки головастиков и взрослых лягушек – в 53,8 %, насекомые – в 78,9 %. Из насекомых в желудках желтых цапель мы чаще всего находили стрекоз и их личинок, водных жуков, плавтов, гладышей, личинок львинок и др. Из рыб чаще всего попадались остатки карповых (вобла, густера, укляя), а также молодь судака и щуки. В содержимом желудков нередко растения, но, по всей видимости, их нельзя отнести к компонентам корма, так как веточки ивы, главным образом, мы находили у нелетных птенцов, а они, будучи голодными, склевывают все, что могут достать из гнезда.

Изучая питание желтых цапель в дельте Волги, к аналогичным выводам пришел В.П. Доброхотов [1], который в составе ее кормов находил 34 вида животных, в том числе 4 вида рыб, 1 вид земноводных, 20 видов водных насекомых (личинки плавунца, большого водолюба, стрекозы, радужницы), 5 видов наземных насекомых (жужелицы, уховертки, божьи коровки, ивовая слюнница и долгоносики).

Соотношение компонентов корма в питании желтых цапель меняется по сезонам года: доля рыб очень существенно снижается (примерно в 4 раза), несколько снижается доля насекомых и очень существенно возрастает доля амфибий от весны к осени.

Сезонная динамика в питании коррелирует с сезонной динамикой зараженности желтых цапель отдельными группами и видами гельминтов. Так, от весны к лету снижается экстенсивность инвазии трематодами (суммарно), цестодами (осенью они совсем исчезают), теми гельминтами, в развитии которых, наряду с рыбами, участвуют амфибии. К осени возрастает экстенсивность инвазии птиц трематодами *Apharyngostrigea cornu* и *Ophiosoma patagiatum* и снижается – трематодой *Clinostomum complanatum*.

Таким образом, один из главных факторов формирования паразитофауны животных – питание – оказывает существенное влияние на зараженность гельминтами желтых цапель.

Библиографический список

1. Доброхотов, Б. П. К экологии желтой цапли (*Ardeola galloides* Scop.) в дельте Волги / Б. П. Доброхотов // Труды Астраханского государственного заповедника. – Астрахань, 1961. – Вып. 5. – С. 250–262.
2. Дубинин, В. Б. Паразитофауна колониальных птиц Астраханского заповедника / В. Б. Дубинин, М. Н. Дубинина // Труды АГЗ. – Астрахань, 1940. – Вып. 3. – С. 190–229.
3. Дубинина, М. Н. Паразитологические исследования птиц / М. Н. Дубинина // Известия АН СССР. – М., 1955. – 56 с.
4. Илюшина, Т. Л. К фауне трематод птиц Астраханского заповедника / Т. Л. Илюшина // Сборник гельминтологических работ / Труды АГЗ. – Астрахань, 1968. – Вып. 11. – С. 129–141.
5. Курочкин, Ю. В. Гельминтофауна чайковых птиц Каспийского моря / Ю. В. Курочкин, В. И. Заблоцкий // Труды АГЗ. – Астрахань, 1961. – Вып. 5. – С. 290–318.
6. Курочкин, Ю. В. Научные итоги 315-й Союзной гельминтологической экспедиции / Ю. В. Курочкин // Труды АГЗ. – Астрахань, 1964. – Вып. 9. – С. 8–31.
7. Семенова, Н. Н. Гельминтофауна чайковых птиц дельты Волги и Северного Каспия / Н. Н. Семенова // Паразитологические исследования в заповедниках. – М., 1983. – С. 23–40.
8. Скрябин, К. И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека / К. И. Скрябин. – М., 1928. – С. 5.
9. Судариков, В. Е. К методике работы с метацеркариями трематод отряда Strigeidida / В. Е. Судариков, А. А. Шигин // Труды ГЕЛАН СССР. – М., 1965. – Т. 15. – С. 158–167.

УДК 631.46

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ БИОГЕННОСТИ ПОЧВ ПОД ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ СУБТРОПИЧЕСКИХ ЗОН АЗЕРБАЙДЖАНА

Оруджева Наиля Идаят кызы, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана, e-mail: naila.56@mail.ru

Была изучена биогенность почв субтропических зон в овоще-кормовом и овоще-бобовом севооборотах сравнительно с бессменным выращиванием этих культур. Результаты анализов показали, что характер изменения численности основных физиологических групп микроорганизмов (бактерий, спорообразующих бактерий, актиномицетов, микроскопических грибов) зависит не только от почвенно-экологических условий, но и от вида и биологических особенностей возделываемых культур. В почвах субтропических зон наибольшая численность организмов, использующих в пищу органический азот, наблюдалась на аллювиально-лугово-лесных и желтоземно-глеевых почвах. Высокая интенсивность процессов минерализации отмечалась в

лугово-сероземных почвах, наименьшая – в аллювиально-лугово-лесных почвах и в желтоземно-глеевых почвах. Под бессменными культурами количество микроорганизмов было меньше, а коэффициент минерализации – выше, чем в севообороте.

Ключевые слова: севооборот, бессменно, овощные культуры, биогенность почв субтропических зон, количество микроорганизмов, интенсивность процессов минерализации.

Biogenity of soils of subtropic zones in a vegetable-fodder and a vegetable-bean crop rotations compared with permanent cultivation of these cultures has been studied. The results of the analyses have shown that character of change of number of the basic physiological groups of microorganisms (a bacteria, sporeforming bacteria, actinomisetes and microscopic fungies) depends not only on soil-ecological conditions but also on the kind and biological features of cultivated cultures. In soils of subtropical zones the greatest number of organisms using organic nitrogen in food was observed on meadow-forestry soils and yellowish-glasy soils. High intensity of processes of mineralization was marked in meadow-serozem soils, the least – in meadow-forestry and yellowish-glasy soils. Under permanent cultures the quantity of microorganisms was less, and factor of mineralization is higher above, than in crop rotation.

Key words: a crop rotation, permanent cultivation, vegetable cultures, biogenity of soils of subtropic zones, quantity of microorganisms, intensity of processes of mineralization.

Микроорганизмы играют важную роль в плодородии и питании растений. Основными представителями почвенной микрофлоры являются бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы. Они принимают участие в процессах разложения минералов [8, 9]. Бактерии очень быстро размножаются при поступлении свежего органического вещества. Неспорогенные формы бактерий размножаются быстрее, чем бациллярные, поэтому бациллы встречаются на более поздних этапах сукцессии, они обладают более мощным ферментативным аппаратом и могут питаться веществами, недоступными неспороносным бактериям [8]. Актиномицеты – особая собирательная группа бактерий [6], они широко распространены в природе. Широкое распределение актиномицетов в почвах, где они выделяются в наибольшем количестве и качественном составе, определяется их устойчивостью к высушиванию, дефициту источника питания в среде обитания и эффективностью расселения их спор [9, 7]. Сапрофитные грибы – главные редуценты в экосистемах суши [8]. Они являются эукариотными организмами и разлагают такие стойкие соединения, как лигнин, хитин, дубильные вещества, целлюлоза, гумус [3, 7]. Основными факторами, определяющими численность и состав микроорганизмов в почвах, являются содержание органического вещества, реакция почвы, влажность, температура и др. [4].

В работе «Изменение состава микробной биомассы в почве при окультуривании» [18] отмечается, что обогащение почвы органическим веществом в виде гумуса и растительных остатков активизирует деятельность микрофлоры, в результате чего стимулируется протекание в почве биологических процессов, а внесение навоза повышает общее содержание микроорганизмов. В каждой почве, обладающей конкретными физико-химическими свойствами, развиваются определенное количество и группа микроорганизмов и устанавливается биологическое равновесие, характерное для данных условий и сезона. Изменение водного, воздушного и питательного режимов почвы существенным образом сказывается на микрофлоре: меняется количество отдельных групп микроорганизмов, динамика и интенсивность микробиологических процессов. В агроэкосистемах растительные пожнивно-корневые остатки служат субстратом и главным источником энергии для почвенной микрофлоры. От их количества и качества зависит характер и интенсивность протекающих в почве микробиологических процессов.

Целью исследования является характер изменения количества основных физиологических групп микроорганизмов (бактерий, спорообразующих бактерий, актиномицетов, микроскопических грибов), участвующих в трансформации органического вещества в почвах субтропических зон.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются серо-бурые (in WRB – Irragic gypsic calisols) и лугово-сероземные почвы (in WRB – Irragic calisols) сухих субтропиков, аллювиально-лугово-лесные почвы (in WRB – Irragic mollic luvisols) полузасушливых субтропиков и желтоземные-глеевые почвы (in WRB – Irragic gleyic luvisols) умеренно-влажных субтропиков. В орошаемых серо-бурых почвах содержание гумуса составляет 1,5–1,9 %, реакция почвенной среды слабощелочная (8,3–8,5). В морфологическом профиле лугово-сероземных орошаемых почв часто встречаются признаки засоления и оглеения, пахотный горизонт содержит 1,3–2,8 % гумуса с закономерным увеличением от слабокультуренных к высококультуренным. В орошаемых аллювиально лугово-лесных почвах содержание гумуса составляет 3–3,5 %, карбонатность наблюдается по всему профилю, реакция почвенной среды слабощелочная, почва незасоленная. В орошаемых желтоземно-глеевых почвах содержание гумуса составляет в верхних горизонтах 2,5–5 %, реакция почвенной среды кислая (водный pH – 5,5–6,5, солевой pH – 5–5,5), почва бескарбонатная.

Для изучения влияния отдельных сельскохозяйственных культур на активность микрофлоры были использованы следующие схемы севооборотов:

- в орошаемых серо-бурых почвах – шестипольный овоще-кормовой севооборот: 1) люцерна первого года пользования + ячмень; 2) люцерна второго года пользования; 3) арбуз; 4) картофель; 5) чеснок; 6) белокочанная капуста + томат; пятипольный овоще-бобовый севооборот: 1) томат; 2) фасоль; 3) арбуз; 4) картофель; 5) фасоль; для сравнения бесменно возделывали томат, репчатый лук, огурцы, белокочанную капусту.

- в лугово-сероземных почвах – четырехпольный овоще-кормовой севооборот: 1) люцерна первого года пользования; 2) люцерна второго года пользования; 3) огурцы; 4) томат; для сравнения бесменно возделывали огурец и томат.

- в аллювиально-лугово-лесных почвах – шестипольный овоще-кормовой севооборот: 1) люцерна первого года пользования + ячмень; 2) люцерна второго года пользования; 3) репчатый лук; 4) огурцы; 5) белокочанная капуста; 6) зеленая трава + томат; для сравнения бесменно возделывали томат, репчатый лук, огурцы, белокочанную капусту;

- в орошаемых желтоземно-глеевых почвах – пятипольный овоще-бобовый севооборот: 1) томат; 2) белокочанная капуста + кукуруза на силос; 3) репчатый лук; 4) фасоль; 5) фасоль; при бесменном – томат, белокочанная капуста, кукуруза на силос, репчатый лук, фасоль.

В качестве основного метода исследования использовали сравнительно-географический анализ и проводили сравнение разных типов орошаемых почв субтропических зон. Количественный учет микроорганизмов проводили методом посева на стандартных питательных средах в соответствии с методикой: на мясо-пептонном агаре (МПА) учитывали общее количество бактерий, использующих органический азот, на крахмало-аммиачном агаре (КАА) – численность бактерий, утилизирующих минеральные формы азота, на среде Чапека – почвенные микроскопические грибы. Посев проводили в трехкратной повторности. Инкубации проводили при температуре 20–24 °С в течение недели. Далее подсчитывали общее число колоний, выросших на данной среде и определяли общую численность микроорганизмов определенной физиологической группы. Все наблюдения проводили в пахотном и подпахотном горизонтах.

Результаты и их обсуждение

В экологических системах вследствие сочетания различных факторов в почве устанавливается биологическое равновесие, которое наиболее сильно нарушается антропогенным воздействием. Микробиологическая характеристика почв необходима, поскольку она позволяет выявить влияние агротехнических приемов возделывания культур на биологические свойства длительно обрабатываемых почв. Микрофлору можно использовать в качестве показателя для определения направления течения различных процессов в почве [4, 10].

Антропогенное влияние на почву особенно возрастает в интенсивном земледелии, когда изменяются питательный, воздушный и водный режимы. При вспашке почвы улучшается ее водно-воздушный режим и поверхность растительных остатков обильно заселяется микроорганизмами. Необходимость изучения этих изменений связана с вопросами сохранения и повышения почвенного плодородия. К нежелательным явлениям в агроценозе относится возможная конкуренция между корнями растений и микроорганизмами за питательные вещества, обусловленная главным образом потребностью в минеральном азоте [19]. Агротехнические приемы оказывают значительное воздействие на микрофлору и почвенно-биологические свойства, в связи с чем необходимо проводить изучение биогенности орошаемых почв субтропических зон. Численность микроорганизмов в почве меняется, и динамика ее развития зависит от различных факторов, поэтому нами была изучена активность микрофлоры в динамике в севообороте и при бессменном выращивании овощных культур. Результаты исследования, проводимого в динамике (март – октябрь) показали, что происходят значительные колебания численности микроорганизмов под возделываемыми культурами. Ризосфера каждого растения – система динамичная, микроорганизмы во многом определяют почвенное плодородие [3]. От них зависит питание растений минеральными веществами, продуктивность сельскохозяйственных культур. На современном этапе развития сельскохозяйственного производства особый интерес приобретают программы комплексного изучения плодородия почв с учетом агрохимических и биологических свойств почв.

Численность аммонифицирующих бактерий и бактерий, использующих минеральный азот, менялась в зависимости от состава и количества органических остатков в почве. В зависимости от вида растения, фазы его развития, почвенных условий и агротехнических приемов складываются взаимоотношения микроорганизмов с растениями. Такие изменения – результат взаимодействия растений и микроорганизмов – определяют степень развития и питания культур. В связи с этим необходимо проводить изучение микрофлоры ризосферы для разработки приемов, благоприятно влияющих на ее развитие и состав и, следовательно, на улучшение питания растений и получения высоких урожаев. Правильное возделывание культур имеет решающее значение для создания позитивных взаимоотношений между растениями и почвенной микрофлорой. Так, в севообороте предшественник служит средством целенаправленного изменения ризосферной микрофлоры и улучшения питания растений.

В серо-бурых почвах в шестипольном овоще-кормовом и пятитипольном овоще-бобовом севооборотах было изучено изменение количества микроорганизмов в зависимости от биологии растений, вида почвенно-экологических условий. Данные общей численности основных микроорганизмов в исследуемых серо-бурых почвах представлены на рисунке 1.

В весенне-осенние периоды в варианте «люцерна первого года пользования + ячмень» общая численность микроорганизмов колебалась в пределах 1 607–2 042, бактерий – 1 094–1 529, спорообразующих бактерий – 112–1 059, актиномицетов – 264–397 и микроскопических грибов – 2,2–3,1 тыс./г сухой почвы. Под люцерной второго года пользования общая численность микроорганизмов была наиболее высокой и составляла 2 580–3 047 тыс./г сухой почвы, а спорообразующих бактерий – наименьшей. Корни растений, улучшая химические и физические условия в почве, способствуют значительному повышению численности микрофлоры в этой зоне. Активное размножение микрофлоры ризосферы, состоящей в основном из бактерий, обусловлено наличием веществ, выделяемых корнями растений в течение вегетационного периода.

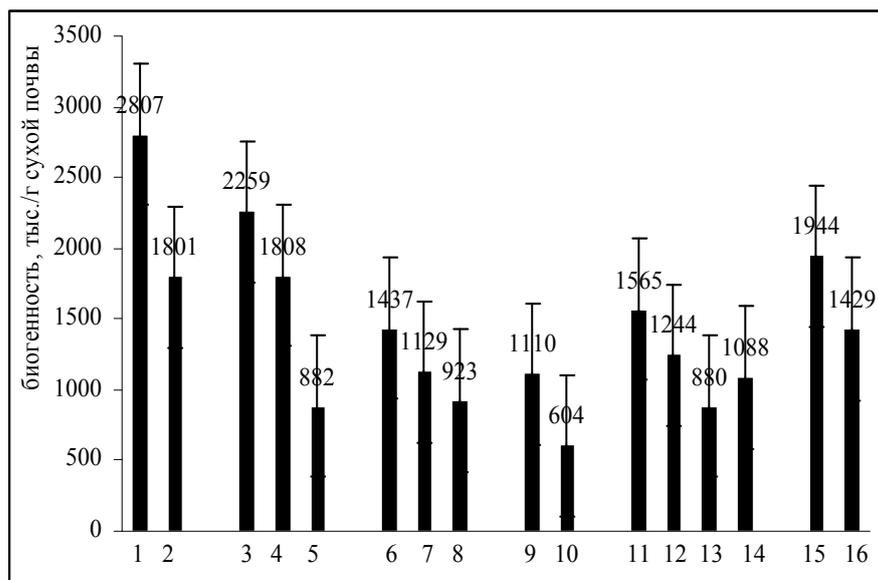


Рис. 1. Биогенность орошаемых серо-бурых почв, тыс./г сухой почвы (в слое 0–50 см)
 Условные обозначения: 1, 2, 3, 6, 9, 11 – шестипольный овоще-кормовой севооборот;
 4, 7, 12, 15 – пятипольный овоще-бобовый севооборот; 5, 8, 10, 13, 14, 16 – бессменно;
 1 – люцерна первого года пользования + ячмень; 2 – люцерна второго года пользования;
 3, 4, 5 – арбуз; 6, 7, 8 – картофель; 9, 10 – чеснок; 11, 12, 13 – белокочанная капуста + томат;
 15, 16 – фасоль

В I схеме под арбузом в пахотном и подпахотном слоях во время вегетации количество бактерий колебалось в пределах 1 259–1 934, актиномицетов – 463–608, микроскопических грибов – 1,5–3,1 тыс./г сухой почвы. Под арбузом численность микроорганизмов была наибольшей, что можно объяснить влиянием люцерны как предшественника. Во время вегетации происходило изменение как количества, так и качества микроорганизмов. Летом в составе микроорганизмов превосходило количество актиномицетов. Во II схеме под арбузом количество микроорганизмов по сравнению с I схемой было на 901 тыс./г почвы меньше. При бессменном выращивании арбуза средняя численность микроорганизмов в пахотном горизонте составила 1 192 тыс./г, а в подпахотном – 572 тыс./г почвы и была на 1 327 тыс./г меньше, чем при выращивании по II схеме.

По II схеме под картофелем за июнь – октябрь количество микроорганизмов в слое 0–50 см колебалось в пределах 1 007–1 576 тыс./г почвы, что по сравнению с I схемой было на 308 тыс./г почвы меньше. При бессменном выращивании картофеля активность микрофлоры в пахотном и подпахотном горизонтах (в слое 0–50 см) колебалась в пределах 759–1 090 тыс./г почвы.

По мнению О.М. Паринкиной и Н.В. Ключевой [16], основная биологическая активность и наибольшая биогенность присуща верхним слоям почвенного профиля, максимально обогащенным органическим веществом с наиболее благоприятным для микрофлоры гидротермическим режимом.

Под чесноком в пахотном горизонте общая численность микроорганизмов составила 1 067–1 127 и была на 195 тыс./г почвы больше, чем в подпахотном. В составе общей численности микроорганизмов бактерии составили 65,1 %, актиномицеты – 25,2 %. При бессменном возделывании чеснока преимущество составляли актиномицеты, а количество микроорганизмов было меньше по сравнению с севооборотом.

В варианте «белокочанная капуста + помидор» в июне количество микроорганизмов в слое 0–25 см составило 1 662 тыс./г, летом уменьшилось на 208 тыс./г, а осенью прибавка составила 127 тыс./г почвы. Максимальное количество актиномицетов

наблюдалось летом – 531 тыс./г почвы. Во II схеме под помидором во время вегетации активность микрофлоры в слое 0–25 см составила 1 402–1 764 тыс./г, а в слое 25–50 см – 881–1 046 тыс./г почвы. В общей численности микроорганизмов бактерии составили 67,5 %, актиномицеты – 23,4 %, спорообразующие бактерии – 8,9 % и микроскопические грибы – 0,14 %. При бессменном выращивании помидора во время вегетации количество микроорганизмов в пахотном горизонте составило 1 063–1 331, в подпахотном – 422–829 тыс./г почвы, а белокачанной капусты – 996–1 488 и 687–1 008 тыс./г почвы соответственно.

Под фасолью количество микроорганизмов в слое 0–50 см при севообороте изменялось в пределах 1 469–2 607 тыс./г почвы, от общей численности микроорганизмов при севообороте бактерии составили 68,1–70,3 %, актиномицеты – 23,6–26,2 %, а при бессменном выращивании – в пределах 1 130–1 902 тыс./г почвы, 71,6 % и 21,7 % соответственно.

В орошаемых лугово-сероземных почвах количество микроорганизмов под разными культурами было изучено многими исследователями [1, 2, 12, 13, 14, 15]. Количество микроорганизмов под выращиваемыми культурами изменилось в динамике, общая численность микроорганизмов под люцерной первого года пользования в слое 0–50 см составила 1 642–1 969, бактерий – 873–1 282, спорообразующих бактерий – 269–342, актиномицетов – 415–548, микроскопических грибов – 2,7–5,4 тыс./г почвы (рис. 2).

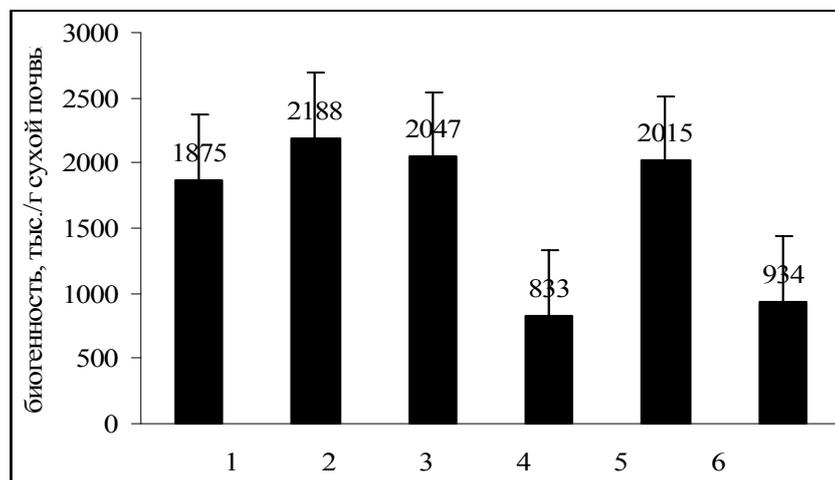


Рис. 2. Биогенность орошаемых лугово-сероземных почв, тыс./г сухой почвы (в слое 0–50 см)
 Условные обозначения: 1, 2, 3, 5 – четырехпольный овоще-кормовой севооборот;
 4, 6 – бессменно; 1 – люцерна первого года пользования; 2 – люцерна второго года пользования;
 3, 4 – томат; 5, 6 – огурцы

Под люцерной второго года пользования общая численность микроорганизмов была на 313 тыс./г больше по сравнению с люцерной первого года пользования, в составе общей численности микроорганизмов бактерии составили 57,6–60,6 %, спорообразующие бактерии – 15,6–17,1 %, актиномицеты – 23,2–26,3 %. Под огурцами численность микроорганизмов в слое 0–25 см изменялась в пределах 2 145–2 490, в слое 25–50 см – в пределах 1 618–1 840 тыс./г, а в слое 0–50 см бактерии составили 50,2 %, спорообразующие бактерии – 19,3 %, актиномицеты – 30,3 %, микроскопические грибы – 0,17 %. При бессменном выращивании огурца численность микроорганизмов была на 1 217 тыс./г (59,3 %) меньше, чем под огурцами, выращиваемыми в севообороте.

Под помидором средняя величина микроорганизмов составила в пахотном горизонте 2 358, в подпахотном – 1 671 тыс./г почвы, из них на долю бактерий приходи-

лось 19,5 %, актиномицетов – 28,4 %, микроскопических грибов – 0,2 %. При бес-
сменном выращивании помидора общая численность микроорганизмов в пахотном
горизонте составила 1 181, в подпахотном – 687 тыс./г почвы, из них количество бак-
терий составило 43 %, спорообразующих бактерий – 21,6 %, актиномицетов – 35,2 %
и микроскопических грибов – 0,2 %. В севообороте под огурцами и помидорами наи-
более высокая биогенность определяется действием люцерны, как предшественника.

Таким образом, в орошаемых лугово-сероземных почвах в сравнительно неблаго-
приятных условиях (в условиях засоления) выживание микроорганизмов сопровож-
дается повышением удельного веса бактерий и актиномицетов. Результаты анализов
показывают, что лугово-сероземные почвы характеризуются наиболее слабой био-
генностью среди изучаемых почв.

Орошаемая аллювиально лугово-лесная почва характеризовалась большей чис-
ленностью бактерий, усваивающих органический азот (рост на МПА). Их количество
в севообороте было почти в 1,7 раза выше, чем при бессменном, и колебалось от
2 709 до 4 787 тыс./г почвы в зависимости от условий года и возделываемой культу-
ры. В орошаемых аллювиально лугово-лесных почвах среди изученных вариантов
люцерна отличалась наиболее высокой биогенностью, так как в варианте «люцерна
первого года пользования + ячмень» и «люцерна второго года пользования» измене-
ние общей численности микроорганизмов в пахотном слое составило 3 529–4 702,
бактерий – 2 827–4 205 тыс./г сухой почвы (рис. 3).

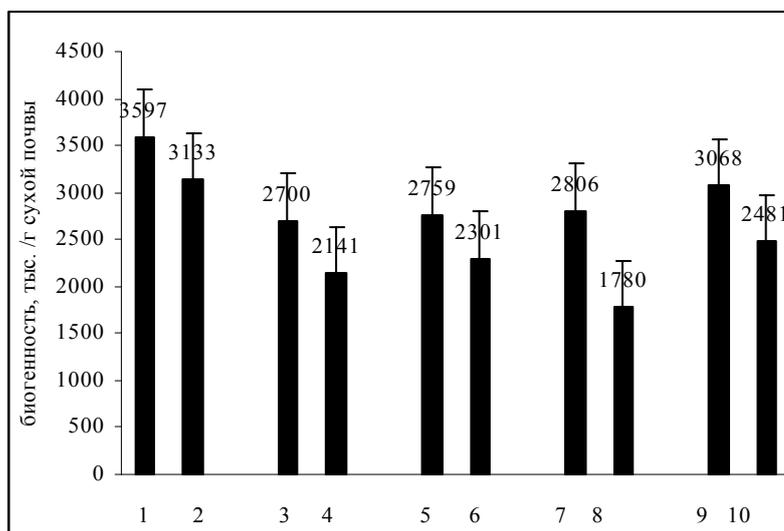


Рис. 3. Биогенность орошаемых аллювиально лугово-лесных почв, тыс./г сухой почвы
(в слое 0–50 см).

Условные обозначения: 1, 3, 5, 7, 9 – шестипольный овоще-кормовой севооборот;
2, 4, 6, 8, 10 – бессменно; 1 – люцерна первого года пользования + ячмень;
2 – люцерна второго года пользования, 3, 4 – репчатый лук; 5, 6 – огурцы;
7, 8 – белокочанная капуста; 9, 10 – зеленая трава + томат

В варианте «люцерна + ячмень» сравнительно с люцерной второго года пользова-
ния количество микроорганизмов в пахотном горизонте было меньше на 416, а в
подпахотном – на 480 тыс./г почвы. В севообороте возделывание люцерны второго
года пользования повышало численность аммонификаторов, за годы исследований их
численность в среднем составила 4 274 тыс./г почвы с колебаниями по годам от 3 761
до 4 787 тыс./г почвы.

Несмотря на то что растительные остатки после репчатого лука поступают в поч-
ву в малом количестве, активность микрофлоры сохранялась на достаточно высоком

уровне, благодаря последствию люцерны. В весенне-осенние периоды общая численность микроорганизмов колебалась в пределах 3 152–3 725, бактерий – 2 375–3 033, спорообразующих бактерий – 93–118 и актиномицетов – 383–669 тыс./г почвы. Количество микроорганизмов в подпахотном горизонте было на 40,9 % (389 тыс./г почвы) меньше, чем в пахотном. При бессменном выращивании репчатого лука количество микроорганизмов по сравнению с севооборотом уменьшалось за годы исследований и колебалось в слое 0–50 см в пределах 1 402–2 898 тыс./г сухой почвы.

Под огурцами общее количество микроорганизмов за годы исследований в пахотном горизонте (AI_a^1) изменилось в интервале 2 865–3 577, а в подпахотном – 2 004–2 547 тыс./г, а при бессменном – соответственно 2 043–3 077 и 1 357–2 075 тыс./г почвы, и численность их была на 457 тыс./г почвы меньше, чем под огурцами, выращиваемыми в севообороте.

Под белокочанной капустой в весенне-осенние периоды количество микроорганизмов в слое 0–25 см (AI_a^1) колебалось в пределах 1 812–3 906, в подпахотном (API_a^1) – 1 812–2 484, актиномицетов – 281–815, спорообразующих бактерий – 72–109 тыс./г почвы соответственно. При бессменном возделывании белокочанной капусты численность микроорганизмов изменялась в интервале 1 480–2 119 тыс./г почвы, в севообороте из общей численности микроорганизмов на долю бактерий приходилось 80,2 %, спорообразующих бактерий – 3,6 %, актиномицетов – 1,05 %, микроскопических грибов – 1,1 %, при бессменном – 73,6 %, 4,4 %, 20,7 % и 1,24 % соответственно. В варианте «зеленая трава + томат» количество микроорганизмов в пахотном горизонте было выше на 32 % (1 169 тыс./г почвы) по сравнению с подпахотным горизонтом. Во время вегетации количество микроорганизмов в слое 0–50 см изменилось в пределах 2 279–3 968, бактерий – 2 542–3 303, спорообразующих бактерий – 92–131, актиномицетов – 499–642 тыс./г почвы. При бессменном выращивании томата активность микрофлоры была меньше по сравнению с севооборотом и количество микроорганизмов колебалось в интервале 1 786–3 303, а наиболее низкая активность наблюдалась летом.

В орошаемых аллювиально лугово-лесных почвах наиболее высокая активность микрофлоры отмечена под люцерной, под репчатым луком (предшественником была двухлетняя люцерна), наименьшая – под огурцами. При бессменном возделывании культур одностороннее использование питательных веществ уменьшило количество микроорганизмов. В орошаемых аллювиально лугово-лесных почвах от общей численности микроорганизмов преимущество составляли бактерии и актиномицеты, количество же спорообразующих и микроскопических грибов было сравнительно меньше.

Орошаемые желтоземно-глеевые почвы, в основном, состоят из неспорообразующих бактерий (65,7–82,7 %) и актиномицетов (13,4–23,5 %) [10].

В орошаемых желтоземно-глеевых почвах количество микроорганизмов было изучено в овоще-бобовом севообороте. Под томатом в годы исследований в слое 0–25 см численность микроорганизмов колебалась в пределах 2 440–3 742, спорообразующих бактерий – 242–315, актиномицетов – 472–732, микроскопических грибов – 31–41, в подпахотном горизонте их численность была наименьшей (рис. 4).

В варианте белокочанной капусты за годы исследований в слое 0–50 см численность микроорганизмов изменилась в пределах 1 838–3 208, бактерий – 1 146–2 341, актиномицетов – 414–574, спорообразующих бактерий – 236–291 и микроскопических грибов – 42–51 тыс./г почвы. Доля бактерий составила 69,7 %, спорообразующих бактерий – 9,8 %, актиномицетов – 18,8 % и микроскопических грибов – 1,72 % от общей численности микроорганизмов. При бессменном выращивании белокочанной капусты количество микроорганизмов в слое 0–50 см изменялось в пределах 1 570–2 988 тыс./г и по сравнению с севооборотом активность микрофлоры в пахотном горизонте была на 446, в подпахотном – на 335 тыс./г почвы ниже. Под кукурузой на силос количество микроорганизмов в слое 0–25 см колебалось в пределах 2 432–3 207, в подпахотном – 1 598–2 371 тыс./г сухой почвы.

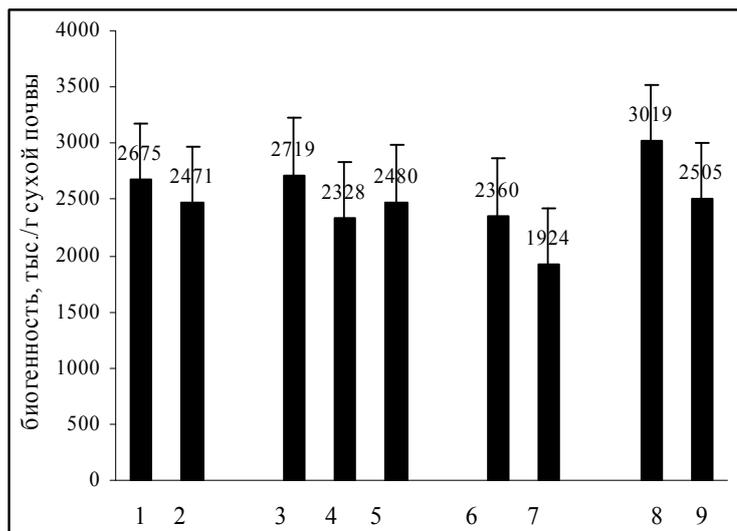


Рис. 4. Биогенность орошаемых желтоземно-глиевых почв, тыс./г сухой почвы (в слое 0–50 см)
 Условные обозначения: 1, 3, 6, 8 – пятипольный овоще-бобовый севооборот;
 2, 5, 7, 9 – бессменно; 1, 2 – томат; 3 – белокочанная капуста + кукуруза на силос;
 4 – белокочанная капуста; 5 – кукуруза на силос; 6, 7 – репчатый лук; 8, 9 – фасоль

Под репчатым луком в весенне-осенние периоды в слое 0–25 см количество микроорганизмов колебалось в пределах 2 047–3 259, спорообразующих бактерий – 269–304, актиномицетов – 365–564 и микроскопических грибов – 23–32, в подпахотном горизонте соответственно – 1 497–2 411, 190–271, 286–454 и 14–323 тыс./г сухой почвы. При бессменном выращивании лука количество микроорганизмов изменялось в пределах 1 313–2 672 тыс./г, а максимальное количество было отмечено весной. Количество микрофлоры под луком в севообороте по сравнению с бессменным выращиванием в слое 0–25 см было на 20,7 % (561 тыс./г), а в подпахотном – на 15,6 % (313 тыс./г) больше. Под фасолью в слое 0–25 см численность микроорганизмов колебалось в пределах 2 773–4 152, спорообразующих бактерий – 292–380, актиномицетов – 470–792, микроскопических грибов – 38–69 тыс./г сухой почвы. В подпахотном горизонте эти показатели несколько уменьшились, составив 1 792–2 894 тыс./г почвы. В севообороте доля бактерий составила 69,6 %, спорообразующих бактерий – 9,6 %, актиномицетов – 18,8 %, микроскопических грибов – 1,2 % от общей численности микроорганизмов. При бессменном выращивании фасоли количество микроорганизмов в слое 0–50 см составило 1 576–3 327 тыс./г почвы. При возделывании пшеницы в монокультуре значительно возрастает численность бактерий, использующих минеральные формы азота, достигая 70–80 % общего количества микроорганизмов. Возрастает также количество актиномицетов и спорообразующих бактерий, переводящих усваиваемый азот в сложные и трудноминерализуемые органические соединения. В ризосфере кукурузы, возделываемой в севообороте, увеличивается численность аммонифицирующих микроорганизмов по сравнению с монокультурой [3, 11, 12, 13, 14, 15].

Почвы полусухих и умеренно-влажных субтропиков существенно отличались от почв сухих субтропиков по содержанию изучаемых микроорганизмов. Сезонная динамика численности аммонификаторов в изучаемых почвах имела свои особенности. В почвах под выращиваемыми культурами также менялся и состав микрофлоры. Первый максимум их численности отмечен в июне, так как погодные условия были благоприятными. Положительная температура и оптимальная влажность обеспечили активизацию почвенной микрофлоры. В дальнейшем численность бактерий постепенно уменьшалась к концу лета и вновь повышалась к осени, не достигая весеннего максимума. Данные по изучению микрофлоры орошаемых серобурых, лугово-сероземных, аллювиально-лугово-лесных и желтоземно-глиевых почв

показывают, что в июне в пахотном горизонте возрастает численность бактерий, в оптимальном температурном и влажном режиме микрофлора представлена, в основном, аммонифицирующими бактериями. В почвах субтропических зон наибольшая численность организмов, использующих в пищу органический азот, наблюдалась на аллювиально лугово-лесных и желтоземно-глеевых почвах. Это можно объяснить тем, что эти почвы обладают более высокой активностью микрофлоры, так как поступление свежего органического вещества с растительными остатками здесь было выше, чем в серо-бурых и лугово-сероземных почвах. Среди выращиваемых культур наиболее высокая численность микроорганизмов наблюдалась под люцерной, фасолью, наименьшая – под репчатым луком и чесноком.

Динамика численности микроорганизмов и изменение соотношения между бактериями и актиномицетами по сезонам года в орошаемых серо-бурых, лугово-сероземных, аллювиально-лугово-лесных и желтоземно-глеевых почвах в значительной степени зависит от состава и количества органического вещества и определяется условиями влажности и температуры. В изучаемых почвах доля бактерий и актиномицетов превосходила, количество же микроскопических грибов было наименьшим. Летом численность актиномицетов возрастала, а бактерий – снижалась. Осенью увеличивалась численность бактерий. В общем количестве бактерий количество спорообразующих в орошаемых аллювиально-лугово-лесных почвах гораздо ниже, чем в других изучаемых почвах. Серо-бурые почвы по сравнению с аллювиально лугово-лесными почвами богаче заселены актиномицетами, а лугово-сероземные – бациллярными формами. Относительно устойчивые органические вещества почвы подвергаются минерализации спорообразующими бактериями. Наименьшая активность этой специфической группировки микроорганизмов в почве приходилась на середину лета, когда в почве в севообороте под выращиваемыми культурами в пахотном горизонте их обнаружилось в пределах 89–162 тыс./г сухой почвы против 114–226 тыс./г почвы в весенний период. К осени происходило повышение активности спорообразующих бактерий в почве. В среднем за период исследований в почве в севообороте их содержалось от 89 до 226 тыс./г почвы. Более благоприятные условия складывались в севообороте в лугово-сероземных и желтоземно-глеевых почвах, где численность бацилл в среднем составляла 365–475 и 84–135 тыс./г сухой почвы соответственно. Актиномицеты, подобно спорообразующим бактериям, начинают свою активную жизнедеятельность, когда в почве становится мало легкодоступных органических соединений. Эта группа микроорганизмов по своей численности превосходит спорообразующие бактерии и хорошо размножается в условиях нейтральной и щелочной реакции почвенного раствора [5]. Численность актиномицетов определяется не только почвенными условиями (влажностью, температурой), количеством гумуса, но и биологическими особенностями культур в севообороте [5]. В зависимости от условий года и возделываемой культуры численность актиномицетов в серо-бурой почве в севообороте в среднем за вегетацию колебалась от 115 до 233, в лугово-сероземных почвах – от 339 до 475, в аллювиально-лугово-лесных – от 95 до 124 и желтоземно-глеевых почвах – от 282 до 333 тыс./г сухой почвы. Среди изучаемых почв наиболее высокая численность актиномицетов наблюдалась в лугово-сероземных и желтоземно-глеевых почвах. Таким образом, численность актиномицетов в изучаемых почвах от весны к лету постепенно возрастала и вновь убывала осенью.

Биогенность изучаемых почв характеризуется наибольшей численностью бактерий, актиномицетов и малым количеством микроскопических грибов. Отмечается, что сельскохозяйственное использование и особенно окультивание почв приводит к существенному уменьшению количества микроскопических грибов [18]. По мнению авторов, уменьшение численности микроскопических грибов в почвах пашни является одним из наиболее серьезных нарушений в составе почвенной биоты, возникающих при вовлечении почв в сельскохозяйственное производство [16, 18]. Численность микромицетов максимальна в желтоземно-глеевых почвах; вниз по профилю их численность резко снижается, и на глубине 50 см она на порядок ниже, чем в верхних горизонтах. Эта группа микроорганизмов, несмотря на свою малочислен-

ность, во многом определяет плодородие почв, участвуя в разложении растительных и животных остатков, в создании водопрочной структуры почвы [3]. Как правило, в серо-бурых и лугово-сероземных почвах количество микроскопических грибов меньше, нежели в аллювиально-лугово-лесных и желтоземно-глеевых почвах. Это объясняется тем, что они активнее развиваются под окисляющим действием почвенного раствора. В среднем за вегетационный период численность микроскопических грибов в севообороте в серо-бурых почвах составляла 1,7–4,8, в лугово-сероземных почвах – 4,2–5,9, в аллювиально-лугово-лесных почвах – 21,48 и в желтоземно-глеевых почвах – 28–60 тыс./г сухой почвы. Что касается сезонной динамики численности грибов, то она была максимальной весной, постепенно уменьшалась к концу лета и несколько восстанавливалась к концу вегетации растений. Эта закономерность прослеживалась во всех изучаемых почвах.

В пахотной почве с ростом интенсивности антропогенного воздействия происходило увеличение численности аминотрофов, что усиливало происходящие в почве процессы минерализации органических соединений. Об интенсивности процессов минерализации можно судить по коэффициенту минерализации и иммобилизации [17].

В серо-бурых почвах под выращиваемыми культурами интенсивность процессов минерализации колебалась в пределах 0,26–0,38, при бессменном – 0,33–0,45, в лугово-сероземных почвах – 0,41–0,57 и 0,67–0,82 соответственно, в аллювиально-лугово-лесных почвах – 0,11–0,2 и 0,21–0,28, в желтоземно-глеевых почвах – 0,25–0,29 и 0,28–0,32. Из приведенных данных видно, что высокая минерализация наблюдалась в лугово-сероземных почвах. В лугово-сероземной почве численность бактерий, усваивающих минеральные формы азота, гораздо выше. Наименьшая интенсивность процессов минерализации отмечалась в аллювиально-лугово-лесных почвах и в желтоземно-глеевых почвах. В среднем за годы исследований их численность в севообороте составляла до 3 661 тыс./г почвы. Причиной этого служит то, что ежегодная вспашка, внесение удобрений, приводят к увеличению поступления органического вещества в почву, благодаря чему повышается численность бактерий, использующих в пищу органический азот (выращиваемые на МПА). Это снижает КАА/МПА, тем самым замедляя процессы минерализации. Соотношение бактерий, усваивающих минеральный и органический азот в почве, в севообороте составило 2,3:1 (в выщелоченном черноземе – 1,5:1), что свидетельствовало о высокой интенсивности минерализационных процессов, приводящих к снижению гумуса в почве [5]. В почве широко представлены бактерии, источником питания которых служит минеральный азот. Причина их столь широкого распространения заключается в том, что почвы бедны азотом в растительных остатках. Основываясь на данных о составе микрофлоры, можно заключить, что процессы минерализации растительных и животных остатков на изучаемых почвах происходят довольно активно.

Под бессменными культурами коэффициент минерализации был выше, чем в севообороте. Таким образом, культуры, возделываемые много лет в одном том же поле, а также одностороннее использование питательных веществ усиливают минерализацию. При бессменном выращивании овощных культур поступление органического вещества в почву составило низкое количество, в результате численность бактерий, культивируемых на МПА, возрастала, поэтому степень минерализации органического вещества почвы была достаточно высокой по сравнению с севооборотом.

Биогенность орошаемых серо-бурых, лугово-сероземных почв по сравнению с биогенностью аллювиально-лугово-лесных и желтоземно-глеевых почв была низкой.

Активность актиномицетов в орошаемых серо-бурых и желтоземно-глеевых почвах гораздо выше, чем в аллювиально лугово-лесных почвах.

Полученные результаты показывают, что тип почвы незначительно влияет на ризосферную микрофлору, тогда как растения оказывают существенное влияние на ее численность и состав.

Библиографический список

1. **Абдуев, И. М.** Биологическая активность тяжелоглинистых сероземно-луговых засоленных почв Ширванской степи при различных способах мелиорации и сельскохозяйственном освоении : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И. М. Абдуев ; АН Аз ССР Институт поведению и агрохимии. – Баку, 1987. – 21 с.
2. **Агабекова, Р. А.** Биохимические процессы и их регулирование на мелиорируемых сероземно-луговых почвах : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Р. А. Агабекова ; АН Аз ССР Институт поведению и агрохимии. – Баку, 1984. – 27 с.
3. **Бабьева, И. П.** Биология почв : учебник для студентов, обучающихся по спец. «Агрохимия и почвоведение» / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. ; под ред. Д. Г. Звягинцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 1989. – 336 с.
4. **Войнова-Ройкова, Ж.** Микроорганизмы и плодородие / Ж. Войнова-Ройкова, В. Ранков, Г. Ампова ; перевод с болг. и предисл. З. К. Благовещенской ; под ред. И. В. Плотниковой. – М. : Агропромиздат, 1986. – 120 с. – ISBN 5-211-00459-0.
5. **Джанаев, Г. Г.** Влияние систематического применения удобрений на агрохимические и биологические свойства каштановой почвы и продуктивность севооборота / Г. Г. Джанаев, А. Т. Фарниев, З. Г. Джанаев // Агрохимия. – 2007. – № 10. – С. 32–38. – ISSN 0002-1881.
6. **Звягинцев, Д. Г.** Развитие представлений о структуре микробных сообществ почв / Д. Г. Звягинцев, Т. Г. Добровольская, И. П. Бабьева, И. Ю. Чернов // Почвоведение. – 1996. – № 1. – С. 134–144. – ISSN 0032-180X.
7. **Зенова, Г. М.** Актиномицеты в наземных экосистемах : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Г. М. Зенова. – М., 1998. – 56 с.
8. **Казеев, К. Ш.** Биология почв России / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д : Изд-во ЦБВР, 2004. – 350 с. – ISBN 5-94153-080-3.
9. **Касимова, Г. С.** Основы микробиологии и вирусологии : учебное пособие для вузов / Г. С. Касимова. – Баку : Маариф, 1985. – 320 с.
10. **Мамедзаде, В. Т.** Биологическая активность желтоземно-подзолистых и желтоземно-глебовых почв Ленкоранской зоны / В. Т. Мамедзаде // Известия НАНА. – 2004. – № 3–4. – С. 63–71. – (Сер. Биологии).
11. **Оруджева, Н. И.** Биогенность орошаемых почв субтропических зон под овощными и кормовыми культурами / Н. И. Оруджева // Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем : материалы Международной конференции. – Ростов н/Д., 2006. – С. 304–306.
12. **Оруджева, Н. И.** Влияние биотических факторов на активность ферментов и микрофлоры / Н. И. Оруджева // Аграрная наука Азербайджана. – 2006. – № 4–6. – С. 21–26. – ISSN 76419.
13. **Оруджева, Н. И.** Динамика биохимических процессов в севообороте в орошаемых почвах субтропических зон / Н. И. Оруджева // Труды почвоведов и агрохимиков. – Баку : Элм, 2004. – Т. 16. – С. 439–461. – ISBN 5-8066-1678-9.
14. **Оруджева, Н. И.** Эколого-биологическое состояние орошаемых почв субтропических зон Азербайджана / Н. И. Оруджева // Экология и биология почв: проблемы, диагностики и индикации : материалы Международной научной конференции. – Ростов н/Д. : Росиздат, 2005. – С. 375–379. – ISBN 5-7509-0080-0.
15. **Оруджева, Н. И.** Эколого-биологическая оценка орошаемых почв субтропических зон Азербайджана под овощными культурами / Н. И. Оруджева // Экология и биология почв: проблемы, диагностики и индикации : материалы Международной научной конференции. – Ростов н/Д. : Росиздат, 2006. – С. 366–367. – ISBN 5-7509-1201-9.
16. **Паринкина, О. М.** Микробиологические аспекты уменьшения естественного плодородия почв при их сельскохоззяйственном использовании / О. М. Паринкина, Н. В. Ключева // Почвоведение. – 1995. – № 5. – С. 573–581. – ISSN 0032-180X.
17. **Польякова, Н. В.** Изменение некоторых микробиологических параметров почв лесостепи при сельскохозяйственном использовании / Н. В. Польякова, Н. В. Редькина // Агрохимия. – 2007. – № 8. – С. 71–75. – ISSN 0002-1881.
18. **Полянская, Л. М.** Изменение состава микробной биомассы в почве при окультуривании / Л. М. Полянская, С. М. Лукин, Д. Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1997. – № 2. – С. 206–212. – ISSN 0032-180X.
19. **Селиверстова, О. М.** Изменение микробного сообщества серой лесной почвы под посевом злаковых культур при применении органических и минеральных удобрений / О. М. Селиверстова, Н. В. Верховцева, А. Л. Степанов, А. А. Корчагин // Агрохимия. – 2008. – № 8. – С. 46–54. – ISSN 0002-1881.

УДК. 582.29

МОНИТОРИНГ ЛИХЕНОБИОТЫ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Стариков Алексей Александрович, аспирант кафедры биологии и экологии растений Астраханского государственного университета

Закутнова Вера Ивановна, профессор, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и экологии растений Астраханского государственного университета, e-mail: verazakutnova@rambler.ru

Пилипенко Татьяна Алексеевна, ассистент кафедры биологии и экологии растений Астраханского государственного университета

В 2006–2008 гг. нами проведено исследование Волго-Ахтубинской поймы на территории Астраханской области для выявления видового разнообразия лишайнобиоты. Изучена приуроченность лишайников к различным субстратам, определена чувствительность видов к атмосферному загрязнению. Лишайнобиота Волго-Ахтубинской поймы включает 34 вида лишайников, относящихся к 21 роду, 9 семействам и 3 порядкам. Из них 11 видов лишайников являются новыми для исследуемого региона.

Ключевые слова: лишайнобиота, лишайники, мониторинг, Волго-Ахтубинская пойма, эпифитный, эпилитный, эпигейный.

In 2006–2008 we carried out the research of Volga-Akhtubinsk floodplain on the territory of Astrakhan region for revealing a specific variety of lichenobiota. The appoint of lichens to various substrata is studied, definition of sensitivity of species to atmospheric pollution is defined. Lichenobiota of Volga-Akhtubinsk floodplain includes 34 species of lichens, concerning to 21 genus, 9 families and 3 orders. 11 species of lichens are new for the researched region.

Key words: lichenobiota, lichens, monitoring, Volga-Akhtubinsk floodplain, epiphyte, epilite, epigenist.

Волго-Ахтубинская пойма обладает своеобразными почвенно-гидрологическими условиями. Рельеф поймы определяется водотоками, но в основном руслоформирующими процессами рек Волги и Ахтубы [1].

В составе флоры Волго-Ахтубинской поймы насчитывается около 800 видов. Видовой состав семейств, видовое богатство родов отражают своеобразие тех мест обитаний, которые можно встретить в Волго-Ахтубинской пойме [5].

Для проведения мониторинга было необходимо выявить видовой состав лишайников Волго-Ахтубинской поймы, провести экобиоморфологический и географический анализ лишайнобиоты [2].

Методы исследования

Исследование лишайнобиоты проводилось на основе оригинальных материалов, собранных в 2005–2008 гг., в рамках основной тематики исследования кафедры биологии и экологии растений Астраханского государственного университета.

Вначале было предпринято планомерное изучение Волго-Ахтубинской поймы маршрутно-стационарным методом. За время исследования были охвачены все основные типы ландшафтов поймы. На пробных площадях, помимо состава лишайнобиоты, изучалось распространение и приуроченность различных групп лишайников к основным типам растительных сообществ и субстратов. В пределах изучаемой территории обследовались различные экотопы.

За период исследования было собрано более 40 образцов лишайников.

Обработка, анализ и определение видов лишайников проводились на кафедре биологии и экологии растений Астраханского государственного университета по «Определителям» [3, 4, 6].

Аннотированный список лишайников Волго-Ахтубинской поймы

Для каждого вида даны краткие сведения о субстрате, указаны места нахождения, отмечен географический элемент, тип ареала, чувствительность к загрязнению при-

нительно к местным условиям, которая является региональной. Звездочкой отмечены новые виды лишайников Волго-Ахтубинской поймы.

**Aspicilia aspera* (Mereschk.) Tomin. Эпигейный лишайник с накипным талломом. Отмечен в окрестностях с. Ступино на почве. Редкий вид. Аридный, голарктический. Среднечувствительный к нарушению почвы вид.

**Caloplaca saxicola* (Hoffm.) Nordin. Встречается как эпифитный и эпилитный вид. Отмечен на коре лиственных пород в окрестностях г. Ахтубинска, часто. Мультизональный, мультирегиональный. Очень устойчивый к загрязнению вид.

Candelariella aurella (Hoffm.) A. Zahlbr. Эпифитный и эпилитный вид. Таллом мелкозернистый без апотециев. Отмечен на коре плодовых деревьев в виде пятен, на бетоне, заборах в г. Ахтубинске, редко. Мультизональный, мультирегиональный. Очень устойчивый к загрязнению вид.

**Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm. Эпигейный лишайник. Отмечен в Волго-Ахтубинской пойме, в окрестностях г. Ахтубинска на песчаных почвах в небольшом количестве, редко. Мультизональный, широко распространен по всей Голарктике. Чувствительный к нарушению почвы вид.

Cladonia pocillum (Ach.) Grognot. Эпигейный лишайник. Отмечен в окрестностях г. Ахтубинска, редко; найдены редкие экземпляры в виде первичного таллома. Мультизональный, за пределами Голарктики растет в Центральной и Южной Америке. Чувствительный к нарушению почвы вид.

**Cladonia fimbriata* (L.) Fr. Эпигейный лишайник. Отмечен в Орловском лесу, в окрестностях г. Ахтубинска, редко. Мультизональный, голарктический. Среднечувствительный к загрязнению вид.

Evernia prunastri (L.) Ach. Эпифитный лишайник. Отмечен в Орловском лесу, в окрестностях г. Харабали и г. Ахтубинска на коре лиственных и плодовых деревьев. Редкий вид. Неморальный, голарктический. Среднечувствительный вид.

**Fulgensia bracteata* (Hoffm.) Rasanen. Эпигейный лишайник. Отмечен в окрестностях г. Ахтубинска и на правом берегу р. Ахтубы, редко. Аридный, мультирегиональный. Чувствительный к нарушению почвы вид.

Fulgensia fulgens (Sw.) Elenkin. Эпигейный лишайник. Встречается в Орловском лесу, на почве, редко. Аридный, мультирегиональный. Чувствительный к нарушению почвы вид.

**Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Эпифитный лишайник. Отмечен в окрестностях г. Ахтубинска на коре деревьев, на обнаженной древесине, редко. Омнибореальный, мультирегиональный. Устойчивый к загрязнению вид.

Tephromela atra (Hudson) Hafellner. Встречается как эпилитный и эпифитный лишайник. Отмечен на коре *Populus nigra* в Орловском лесу, в окрестностях г. Харабали. Редко встречаемый вид. Мультизональный, мультирегиональный. Среднечувствительный к загрязнению вид.

Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf. Эпилитный лишайник. Отмечен на камнях в окрестностях г. Харабали, в Орловском лесу, редко. Мультизональный, за пределами Голарктики известен в Австралии. Чувствительный к загрязнению вид.

**Lecanora pachycheila* Hue. Эпифитный лишайник. Отмечен на коре лиственных пород на левом берегу р. Ахтубы, часто. Неморальный, голарктический. Среднечувствительный вид.

Lecanora hagenii (Ach.) Ach. Эврибионтный лишайник, таллом зеленовато-серый с мелкими многочисленными апотециями. Отмечен на различных субстратах: на коре, на обработанной древесине, камнях, искусственном субстрате. На коре *Ulmus pumila* – в парках, на садово-дачных участках; на искусственном субстрате – в промышленной зоне, автодорогах г. Ахтубинска, часто. Мультизональный, мультирегиональный. Очень устойчивый к загрязнению вид.

Lepraria incana (L.) Ach. Лепрозная беловато-зеленая, порошистая соредиозная корочка до 3,5 см в диаметре. Отмечен на коре *Populus alba*, *Acer negundo*, *Tilia cordata*, на коре плодовых и на щебенистом субстрате, на валунах в садово-дачных посадках г. Ахтубинска; в посадках акаций больницы г. Харабали, часто. Мультизональный, голарктический. Среднечувствительный вид.

Melanelia exasperata (De Not.) Essl. (= *Parmelia exasperata* (Ach. De Not). Эпифитный лишайник. Отмечен в окрестностях с. Кочковатка на стволах искусственных насаждений: *Robinia pseudacacia*, *Ulmus laevis*, *U. minor*, *Populus nigra*, *P. alba*, на коре плодовых деревьев. Редкий вид. Неморальный, голарктический. Устойчивый к загрязнению вид.

Parmelia sulcata Taylor. Эпифитный лишайник с листоватым талломом. Отмечен на коре *Quercus robur* в Орловском лесу; на коре лиственных пород – в окрестностях г. Ахтубинска; на коре вишен – в с. Новониколаевка, в небольшом количестве. Мультизональный, мультирегиональный. Чувствительный к загрязнению вид.

Peltigera canina (L.) Willd. Эпигейный лишайник. Отмечен на влажной почве в окрестностях г. Ахтубинска. Редкий вид. Мультизональный, широко распространен за пределами Голарктики. Чувствительный к нарушению почвы вид.

**Physcia aipolia* (Ehrh ex Humb.) Furg. Эпифитный лишайник. Отмечен на коре лиственных пород в Волго-Ахтубинской пойме, в окрестностях г. Ахтубинска, редко. Неморальный, голарктический. Среднечувствительный вид.

Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier. Эпифитный лишайник. Встречается на коре *Ulmus laevis*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Populus alba*, *P. nigra* в Орловском лесу, окрестности г. Харабали; в г. Ахтубинске, в садово-дачных посадках – на коре *P. alba*, *P. nigra*, редко. Неморальный, мультирегиональный. Устойчивый к загрязнению вид.

Physconia distorta (With.) J.R. Laundon (= *Physcia pulverulenta* (Hoffm.) Poelt). Эпифитный лишайник. Отмечен на коре *Elaeagnus angustifolia* в г. Ахтубинске. Часто встречаемый вид. Неморальный, мультирегиональный. Устойчивый к загрязнению вид.

Ramalina farinacea (L.) Ach. Эпифитный лишайник с кустистым талломом. Отмечен на коре *Ulmus laevis* в Орловском лесу, в окрестности г. Харабали; на коре плодовых деревьев – в окрестностях г. Ахтубинска, редко. Неморальный, мультирегиональный. Чувствительный к загрязнению вид.

Ramalina fraxinea (L.) Ach. Эпифитный лишайник с кустистым талломом. Отмечен на коре *Ulmus laevis* в Орловском лесу, в окрестностях г. Харабали, в Волго-Ахтубинской пойме, в лесопосадках окрестностей г. Ахтубинска, редко. Неморальный, голарктический. Чувствительный к загрязнению вид.

**Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach. Эпифитный лишайник с кустистым талломом. Отмечен на вязах в Волго-Ахтубинской пойме, в лесопосадках, в окрестностях г. Ахтубинска, редко. Мультизональный, мультирегиональный. Чувствительный к загрязнению вид.

Teloschistes lacunosus (Ruprecht) Savicz. Эпигейный лишайник с кустистым талломом. Отмечен на почве в окрестностях г. Ахтубинска. Редкий вид. Аридный, древне-средиземноморский. Чувствительный к нарушению почвы вид.

Xanthoparmelia camtschadalis (Ash.) Hale (= *Parmelia vagans* (Nyl.) Nyl.). Эпигейный лишайник, встречается свободно и прикреплен к почве. Отмечен в Северной части Волго-Ахтубинской поймы. Аридный, мультирегиональный. Средне чувствительный вид.

Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr. (= *Teloschistes candelaris* (L.) Fink). Эпифитный лишайник с листоватым талломом. Отмечен на коре *Populus nigra*, *P. alba* в Орловском лесу, в окрестностях г. Харабали; на коре плодовых деревьев садово-дачных участков – в окрестностях г. Ахтубинска, на *Populus nigra* – в парках г. Ахтубинска, редко. Монтанный, голарктический. Устойчивый к загрязнению вид.

**Xanthoria ulophyllodes* Rasanen. Эпифитный лишайник с листоватым талломом. Отмечен на коре *Quercus robur* в Орловском лесу, на правом берегу р. Ахтубы, редко. Мультизональный, голарктический. Устойчивый к загрязнению вид.

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. (= *Teloschistes parietinus* (L.) Norman). Эврибионтный вид. Встречается на разнообразных субстратах: на коре плодовых деревьев и кустарников, на коре лиственных пород деревьев, на обнаженной и обработанной древесине, на растительных остатках, на бетоне, щебенчатом субстрате, силикатных камнях. Отмечен во всех исследуемых ландшафтах Волго-Ахтубинской поймы. Часто встречаемый вид. Мультизональный, мультирегиональный. Очень устойчивый к загрязнению вид.

Xanthoria polycarpa (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber (= *Teloschistes polycarpus* (Hoffm.) Tuck). Эврибионтный лишайник, с листоватым талломом, с мелкими ярко-желтыми розетками,

до 1–1,5 см в диаметре. Встречается на различных субстратах в Волго-Ахтубинской пойме: на коре плодовых, лиственных пород деревьев, на стеблях, на щебенчатом субстрате, камнях, обработанной древесине, мешковине и др. На коре *Quercus robur*, *Populus alba*, *P. nigra* – в Орловском, Пойменном лесах; на коре *P. nigra*, на щебенчатом субстрате и на валунах (под тополями) – в окрестностях с. Селитренного. Часто встречаемый вид. Монтанный, голарктический. Устойчивый к загрязнению вид.

**Xanthoria elegans* (Link) Th. Fr. Эврибионтный лишайник, встречается на различных субстратах. Отмечен на коре деревьев, мелких кустиках, камнях, на искусственном субстрате, на крышах в окрестностях г. Ахтубинска. Монтанный, с рассеянным распространением в Голарктике. Среднечувствительный к загрязнению вид.

Xanthoria fallax (Hepp) Arnold. Эпифитный лишайник с листоватым талломом. Отмечен на коре *Quercus robur*, стоящих отдельно на опушке Орловского леса; на коре *Populus alba*, *P. nigra*, *Salix alba* – на правом берегу р. Ахтубы на открытой местности, редко. Неморальный, голарктический. Среднечувствительный к загрязнению вид.

Xanthoria substellaris (Ach.) Vainio. Эпифитный лишайник. Отмечен на *Quercus robur* в Орловском лесу, в роще, в окрестностях г. Харабали, редко. Мультизональный, широко распространен в Голарктике. Чувствительный к загрязнению вид.

Xanthoparmelia subdiffluens Hale Эпигейный лишайник с листоватым талломом. Отмечен на влажной почве в окрестностях г. Ахтубинска. Редкий вид. Аридный, мультирегиональный. Чувствительный к нарушению почвы вид.

Лишениобиота Волго-Ахтубинской поймы включает 34 вида лишайников, относящихся к 21 роду, 9 семействам и 3 порядкам. Ведущим семейством является *Teloschistaceae*, объединяющее 13 видов (*Caloplaca saxicola*, *Fulgensia bracteata*, *Fulgensia fulgens*, *Teloschistes lacunosus*, *Xanthoparmelia camtschadalis*, *Xanthoria candelaria*, *Xanthoria ulophyllodes*, *Xanthoria parietina*, *Xanthoria polycarpa*, *Xanthoria elegans*, *Xanthoria fallax*, *Xanthoria substellaris*, *Xanthoparmelia subdiffluens*) Для Волго-Ахтубинской поймы 11 видов лишайников приводятся впервые.

Библиографический список

1. *Атлас Астраханской области* // Федеральная служба геодезии и картографии России. – М., 1997.
2. *Закутнова, В. И.* Лишайники в экологическом мониторинге Астраханского региона / В. И. Закутнова // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, 2004. – № 4. – С. 100–107.
3. *Определитель лишайников СССР.* – Л., 1977. – Т. 4. – 344 с.
4. *Определитель лишайников России.* – СПб., 1998. – № 7. – 166 с.; 2003. – № 8. – 278 с.; 2004. – № 9. – 340 с.; 2008. – № 10. – 516 с.
5. *Пилипенко, В. Н.* Современная флора Дельты Волги / В. Н. Пилипенко, А. Л. Сальников, С. Н. Первалов. – Астрахань, 2002.
6. *Poelt, J.* Bestimmung Schlüssel europaischer Flechten / J. Poelt, Vaduz, J. Cramer, 1969. – 757 s.

УДК 598.2/9-19

ОРНИТОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В РАЙОНЕ АСТРАХАНСКОГО АЭРОПОРТА

Федорович Владимир Васильевич, доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии Астраханского государственного университета

Калмыков Александр Павлович, доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии Астраханского государственного университета

Лозовская Марина Вячеславовна, профессор, доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии Астраханского государственного университета, E-mail: loza65@mail.ru

В 2007–2008 гг. собран материал по орнитофауне в районе Астраханского аэропорта. Показано, что территория аэропорта привлекательна для птиц в течение всего года. Из 35 видов птиц, отмеченных на рассматриваемой территории, 12 видов здесь гнездились, 22 вида посещали территорию аэропорта для добывания корма, а 1 вид использовал взлетно-посадочную полосу исклю-

чительно для отдыха. Приведены сведения о численности и характере пребывания птиц на территории аэропорта. Выделены виды птиц, представляющие особую опасность для самолетов. Указываются виды птиц (из рассматриваемых), занесенные в Красную книгу Астраханской области.

Ключевые слова: птицы, авиация, Астраханский аэропорт.

In 2007–2008 the material of the ornitofauna in the area of Astrakhan airport was collected. It is shown that the airport territory is attractive for birds during the whole year. From 35 species of birds which were registered on the given territory, 12 species of them nested here, 22 species visited the airport area for getting a birdseed, and one species used the flighting-landing stripe only for the rest. The information about the quantity and the character of the birds' staying in the airport area is listed. The species of birds which represent a special danger to planes are picked. The species of birds (from the considered ones) entered in the Red Book of Astrakhan region are pointed out.

Key words: birds, aviation, Astrakhan airport.

Проблема «птицы и авиация» из-за ее остроты в последнее время привлекает внимание все большего числа исследователей. Одним из путей решения этой проблемы (в плане защиты самолетов от повреждений их птицами) является уменьшение численности птиц непосредственно на аэродромах. Однако ввиду особого значения птиц в природе и для человека их истребление недопустимо. Поэтому встает вопрос об управлении поведением птиц [4, 5, 6, 10, 12].

Для эффективного управления поведением птиц на конкретном аэродроме необходимо знание видового состава регистрируемых здесь птиц во все сезоны года, высоты их полета, мест гнездования, ночевки, кормежки, отдыха и т.п.

С целью решения вышеобозначенных вопросов в 2007–2008 гг. нами было проведено комплексное орнитологическое обследование территории Астраханского аэропорта.

Природные условия региона, в котором находится аэропорт г. Астрахани, довольно специфичны. Астрахань расположена в дельте Волги, в 100 км от побережья Каспия, в аридной зоне. Более 38 % центральной части дельты Волги в пределах Астрахани составляют природные комплексы, полностью преобразованные человеком [3]. Сложившиеся условия оказались благоприятными для целого ряда оседлых и мигрирующих видов птиц [2, 9, 11]. Значительное число видов освоило также территорию аэродрома, что, несомненно, повышает вероятность столкновений воздушных судов (ВС) с птицами.

Материалы и методы исследования

Работа проводилась на территории Астраханского аэропорта в 2007–2008 гг. Используются также материалы наблюдений за экологией птиц, собранные авторами в 2005–2006 гг. в различных районах Астрахани и Астраханской области. Исследования проводились, в основном, по общепринятой методике полевых зоологических исследований [7]. При орнитологическом обследовании территории аэродрома применялся маршрутный метод учета птиц [8]. Наблюдения за птицами проводились визуально с использованием восьмикратного бинокля. Высота полета птиц определялась глазомерно и по дальномерной сетке бинокля.

Результаты исследований

В результате проведенных исследований на территории аэродрома нами было учтено 35 видов птиц (табл. 1). Подавляющее большинство (18 видов) учтенных птиц относилось к отряду воробьинообразных. 12 видов птиц (34,3 %) гнездились на территории аэродрома, а остальные 22 вида (62,9 %) посещали территорию аэродрома, в основном, для добычи корма на грунтовой части летного поля или в воздушном пространстве аэродрома. 1 вид (2,8 %) использовал взлетно-посадочную полосу (ВПП) исключительно для отдыха.

Ниже дана эколого-биологическая характеристика птиц, представляющих наибольшую опасность для судов [1].

Таблица 1

**Характер пребывания птиц на территории Астраханского аэродрома
(октябрь – декабрь 2007 г., январь – сентябрь 2008 г.)**

Отряды и виды птиц	Характер пребывания и численность
Отряд Воробьинообразные (Passeriformes)	
Деревенская ласточка (<i>Hirundo rustica</i>)	м, к, об.
Воронок (<i>Delichon urbica</i>)	м, к, мн.
Хохлатый жаворонок (<i>Galerida cristata</i>)	о, к, гн, ед.
Белая трясогузка (<i>Motacilla alba</i>)	м, к, гн, ед.
Обыкновенный скворец (<i>Sturnus vulgaris</i>)	м, к, мн.
Сорока (<i>Pica pica</i>)	о, к, ед.
Галка (<i>Corvus monedula</i>)	м, к, ред.
Грач (<i>Corvus frugilegus</i>)	о, м, к, мн.
Серая ворона (<i>Corvus cornix</i>)	о, к, об.
Чернолобый сорокопуд (<i>Lanius minor</i>)	м, к, ед.
Обыкновенная каменка (<i>Oenanthe oenanthe</i>)	м, к, гн, ед.
Рябинник (<i>Turdus pilaris</i>)	з, к, мн.
Большая синица (<i>Parus major</i>)	о, к, ед.
Домовый воробей (<i>Passer domesticus</i>)	о, к, гн, об.
Полевой воробей (<i>Passer montanus</i>)	о, к, гн, мн.
Зяблик (<i>Fringilla coelebs</i>)	з, к, ред.
Обыкновенная зеленушка (<i>Chloris chloris</i>)	м, к, гн (?), ед.
Чиж (<i>Spinus spinus</i>)	з, к, ред.
Отряд Гусеобразные (Anseriformes)	
Огарь (<i>Tadorna ferruginea</i>)	м, к, гн, ед.
Отряд Соколообразные (Falconiformes)	
Полевой лунь (<i>Circus cyaneus</i>)	м, к, ед.
Болотный лунь (<i>Circus aeruginosus</i>)	м, к, ед.
Кобчик (<i>Falco vespertinus</i>)	м, к, ед.
Пустельга (<i>Falco tinnunculus</i>)	м, к, ед.
Отряд СOVOобразные (Strigiformes)	
Ушастая сова (<i>Asio otus</i>)	о, к, ед.
Отряд Журавлеобразные (Gruiformes)	
*Журавль-красавка (<i>Anthropoides virgo</i>)	м, к, гн, ед.
*Стрепет (<i>Tetrax tetrax</i>)	м, к, ред.
Отряд Ржанкообразные (Charadriiformes)	
Хохотунья (<i>Larus cachinnans</i>)	м, отд., об.
*Авдотка (<i>Burhinus oedicephalus</i>)	м, к, гн, об.
Отряд Голубеобразные (Columbiformes)	
Кольчатая горлица (<i>Streptopelia decaocto</i>)	о, к, ед.
Сизый голубь (<i>Columba livia</i>)	о, к, гн, об.
Отряд Ракшеобразные (Coraciiformes)	
Сизоворонка (<i>Coracias garrulous</i>)	м, к, гн, об.
Золотистая шурка (<i>Merops apiaster</i>)	м, к, гн, об.
Удод (<i>Upupa epops</i>)	м, к, гн, ед.
Отряд Дятлообразные (Piciformes)	
Большой пестрый дятел (<i>Dendrocopos major</i>)	о, к, ед.
Отряд Курообразные (Galliformes)	
Фазан (<i>Phasianus colchicus</i>)	о, к, ед.

Примечания: * – вид занесен в Красную книгу Астраханской области; м – мигрирующий вид; о – оседлый вид; з – зимующий вид; гн – вид, гнездящийся на территории аэродрома; ? – гнездование достоверно не установлено; к – вид, кормящийся на территории аэродрома; ед – встречается единично; ред. – редкий вид; отд. – вид, использующий территорию аэродрома для отдыха.

Грач (*Corvus frugilegus*). Самый многочисленный вид из врановых птиц, отмеченных на территории аэропорта (рис. 1).

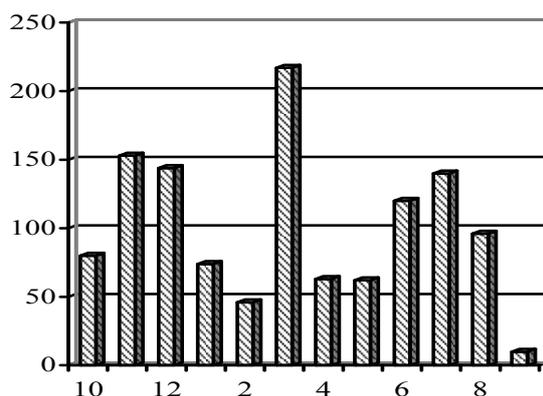


Рис. 1. Число грачей на территории Астраханского аэродрома в период с октября 2007 г. по сентябрь 2008 г. (10–9 – номера месяцев года, по вертикали – число особей)

В дельте Волги грач – пролетный, гнездящийся и зимующий вид. Летное поле аэродрома привлекательно в течение всего года как для птиц, гнездящихся на приаэродромной территории, так и для обитающих на более удаленных территориях.

К постройке гнезд грачи приступают в марте, в начале апреля появляются яйца.

Суточные перелеты стай грачей начинают формироваться в августе, когда птицы в массе начинают посещать сельхозугодья, дачи, поля и возвращаются к местам своих ночевок в гнездовых колониях, парках и других лесных насаждениях, в том числе ленточных лесах вдоль водотоков. В начале месяца численность особей в стаях относительно невелика и обычно не превышает нескольких десятков экземпляров.

В октябре численность грачей в дельте Волги существенно возрастает, по-видимому, за счет прилета птиц из северной части их ареала. В этот период, после ночевки, стаи грачей, уже достигающие многих сотен особей, летят кормиться на поля, территорию города и особенно на многочисленные свалки. Одно из направлений утреннего пролета грачей (юго-восточное), четко выраженное с октября до середины марта, проходит в районе Астраханского аэропорта. Отмеченная нами высокая численность грачей на аэродроме в марте совпадает с весенними пролетами мигрирующих стай этих птиц через дельту Волги.

В гнездовой период (апрель – май) численность кормящихся на аэродроме грачей невелика, но в июне – июле она существенно возрастает за счет появления на летном поле вылетевших из гнезд молодых особей. Необходимо обратить особое внимание на период июнь – август, являющийся наиболее опасным для ВС, так как многочисленные особи грачей, не имеющие опыта и знаний особенностей движения ВС, могут сталкиваться с ними. Взрослые же грачи хорошо распознают и заблаговременно реагируют на факторы, представляющие для них опасность. Так, по нашим наблюдениям, стаи взрослых грачей обычно не пересекают курс движущегося лайнера, а летят вдоль полосы или улетают в противоположную сторону.

Полевой воробей (Passer montanus). Обычный оседлый вид, гнездящийся на территории аэропорта и в его окрестностях. Скорость полета чаще всего не превышает 60 км/ч, высота полета – 100 м. Летает только днем. Гнездится полевой воробей в нишах зданий, в щелях строений, а также в норах-гнездах на склонах бэровского бугра, образуя смешанную колонию совместно с золотистыми щурками и сизоворонками. Птенцов полевой воробей выкармливает насекомыми. Основу питания взрослых особей составляют семена растений, в том числе и произрастающих на территории аэродрома. Численность птиц в гнездовой период в районе аэропорта составляет 30–50 пар. После размножения она повышается в несколько раз. В июне – августе стайки кормящихся воробьев наблюдались на плодовых деревьях и виноградниках дачных районов. Осенью полевые воро-

бы собираются в стаи и кочуют по полям, садам, дачам, а также по территории аэропорта. Несколько ниже численность полевого воробья в близко расположенном от аэропорта районе многоэтажных построек. В центральной части г. Астрахани полевой воробей редок и замещается здесь домовым воробьем. В зимний период численность полевых воробьев на территории аэропорта невелика. В 2008 г. численность птиц не превышала 50–100 особей. Полевые воробьи зимой часто концентрируются у зарослей древесной растительности, а также вокруг различных построек аэропорта.

Дрозд-рябинник (Turdus pilaris). В регионе рябинник – одна из самых многочисленных пролетных и зимующих стайных птиц. Осенью дрозд-рябинник в дельте Волги появляется в конце сентября – октябре. В районе аэропорта нами отмечен в ноябре – марте. Подолгу на одном месте дрозды не задерживаются, кочуя по дачам, лоховым рощам и лесопосадкам, питаются семенами и плодами. Считается, что зимующий в нашем регионе дрозд-рябинник является одним из основных распространителей семян лоха по территории области [10]. Стаи дроздов в осенний период относительно невелики и насчитывают от 20 до 50 особей. В районе аэродрома дрозды питаются плодами лоха, шиповника, винограда, калины. В поисках корма стаи этих птиц совершают частые перелеты на дачные участки через территорию аэродрома и обратно. Иногда дрозды присаживаются на края дорог, а также открытые участки летного поля. Перелеты дроздов через аэродром осуществляются на высоте 10–70 м. В зимний период на территории аэродрома дрозд-рябинник встречается нерегулярно. Нами отмечено появление этих птиц в районе аэропорта в туманные дни, во время резких похолоданий и во время выпадения осадков в виде дождя и снега (птицы скапливались в кустарниках и на деревьях). В конце февраля – начале марта у дроздов наблюдается предполетное беспокойство, они становятся более активными, чаще перелетают с места на место и усиленно питаются. В это время наблюдается укрупнение стай дрозда-рябинника. Отдельные крупные скопления этих птиц перед их отлетом в места гнездования насчитывают свыше тысячи особей. В районе аэропорта пролет такого крупного скопления дроздов нами наблюдался 7 марта 2008 г. на высоте 40–50 м.

Скворец (Sturnus vulgaris). Перелетная птица. На аэродроме появляется в конце февраля. Кормится на грунтовой части летного поля. Скворцы гнездятся на прилегающих к аэродрому территориях в скворечниках, дуплах, карнизах домов, пустотах зданий. В гнездовой период (апрель – май) на летном поле обычно держалось 10–20 скворцов. Пища, состоящая из насекомых, собиралась скворцами на земле практически на всей территории летного поля. В связи с вылетом из гнезд молодых скворцов их численность в стаях стала достигать 80–120 особей. Садовые участки, окружающие аэродром служат кормовой базой для скворцов, поэтому птицы постоянно перемещаются между ними, пересекая взлетно-посадочную полосу.

Со второй половины июня скворцы в поисках корма совершают кочевки по приаэродромной территории – полям, лугам, садам, огородам и т.д. Полет скворцов быстрый – 60–80 км/час. Летают скворцы в светлое время суток. Высота их полета обычно не превышает 100 м.

Ласточка городская (Delichon urbica). В районе аэропорта городская ласточка, или воронок, появляется в конце апреля – начале мая. Гнезда она устраивает чаще всего под карнизами городских построек. Питается воронок исключительно летающими насекомыми (комарами, мелкими жуками, мухами, равнокрылыми и др.). Полет быстрый – до 100 км/час. Высота полета редко достигает 100 м. Перемещение ласточек в воздушном пространстве аэродрома зависит от погодных условий. В утренние часы и тихую погоду птицы чаще всего летают в нижних слоях воздуха, а в середине дня перемещаются в более высокие слои. В июне – июле, в связи с вылетом молодняка, численность ласточек повышается. В это время начинают образовываться стаи. К местам зимовки городская ласточка отлетает к концу августа – началу сентября. Деревенская ласточка, или касатка, является видом, близким по экологии и численности с воронком, поэтому отдельно в данной работе нами не рассмотрена.

Пустельга обыкновенная (Falco tinnunculus), кобчик (Falco vespertinus). На территории аэродрома нами отмечены пустельга и кобчик. Кобчик обычно появляется на летном поле в апреле, а пустельга отмечена и в зимний период. В течение весны и первой половине лета эти птицы держатся в воздушном пространстве аэродрома и на приаэродромной территории обычно одиночно. Полет этих птиц быстрый – 60–80 км/час и выше. Совершается на высоте до 150 м, но в основном не выше 60 м. Над летным полем появляются не ежедневно. В летний период пустельга и кобчик используют искусственное покрытие, в том числе и ВПП, для охоты за насекомыми, ящерицами и грызунами. Эти птицы представляют серьезную опасность для ВС, особенно при зависании в воздухе.

Авдотка (Burhinus oedicnemus). Перелетная птица, обитатель степей и полупустынь. Питается насекомыми, ящерицами и грызунами. Авдотка гнездится на территории Астраханского аэродрома, где встречается с середины апреля. В 2008 г. нами обнаружено 2 гнезда авдотки. Гнезда представляют собой ямки в почве. Одно гнездо было обнаружено на бугре Бэра (Алаучук), а другое южнее от ВПП. Для авдоток, обитающих на территории аэродрома, характерны элементы синантропизации, что, по-видимому, свидетельствует о том, что этот вид на территории аэродрома гнездился неоднократно. Стайка авдоток в количестве 8 особей обитала на территории аэродрома до 5 сентября. При перемещении в дневное время по территории аэродрома высота перелета авдоток составляла 10–15 м.

Стрепет (Tetrax tetrax). В пустынях юга Нижнего Поволжья обитает значительная часть нижеволжской популяции стрепета. Стации стрепета – злаково-пустынное разнотравье. Для птиц данного вида это богатые кормовые угодья. В результате многолетних наблюдений нами установлены основные места обитания стрепета в Астраханской области, а также пути его осенних миграций (рис. 2).



Рис. 2. Осенние миграции стрепета в Астраханской области

Осенний пролет стрепета через Астраханскую область начинается в первой декаде октября и продолжается до первой декады ноября, растягиваясь при постепенном наступлении холодов до начала декабря. Мигрирующие птицы представляют особую опасность для воздушных судов. Высота полета стрепетов достигает 300 м, но, как правило, не превышает 25–50 м. Размер стай на пролете обычно насчитывает 8–100 особей. Стрепеты держатся обособленно от других видов, совершая полет рыхлыми, скученными стаями. Общая численность стрепета, мигрирующего из Казахстана и правобережья Волги, в последние годы насчитывает несколько десятков тысяч особей. В период осенних миграций (первой декаде октября – начале декабря) возможны посадки стрепета на отдых и кормежку на территории аэродрома. В 2007 г. 20 октября нами была отмечена стая стрепетов из 8 особей на южной стороне летного поля.

Красавка (Anthropoides virgo). Перелетная птица. В пределах Астраханской области – обычный гнездящийся вид. Занесен в Красную книгу Астраханской области. В 2008 г. нами отмечено гнездование журавля-красавки на территории южной части аэродрома. Гнездо красавки было построено на земле, в нем находилось два буровато-оливковых яйца (рис. 3).



Рис. 3. Гнездо журавля-красавки (фото 3 мая 2008 г.)

Из яиц благополучно вывелись 2 журавленка. Птенцы некоторое время кормились вместе с родителями на территории аэродрома, затем покинули ее. Полеты красавок нами наблюдались над приаэродромной территории. Полет красавки не очень быстрый (до 50 км/час), легкий, спокойный и прямолинейный, с редкими взмахами крыльев и планированием, без движения по инерции со сложенными крыльями и синхронизации движений, редко с парением.

Красавки группами и небольшими стайками в 4–12 птиц мигрируют и днем и ночью. Высота полета обычно колеблется от 70–100 до 1 000 м, но может достигать и больших высот. Красавки, гнездящиеся на территории аэродрома могут представлять реальную опасность для самолетов и вертолетов, особенно при неожиданном взлете перед воздушным судном.

Золотистая шурка (Merops apiaster). Пролетный и гнездящийся в Астраханской области вид. Величиной со скворца. Полет птиц быстрый (до 60 км/час), легкий, с частой сменой направлений и высоты. Высота полета шурок над аэродромом составляет от 5 до 50 м. На территории аэродрома обитает колония золотистых шурок в норах на западном склоне бэровского бугра Алаучук. В 2008 г. эта колония насчитывала 12–15 жилых гнезд. После прилета в апреле золотистые шурки летают над дачами, постройками и восточной территорией аэродрома, концентрируясь в районе своих гнезд, добывая корм (крупных насекомых: жуков, ос, шершней, пчел, бабочек и др.) в воздухе. В 2008 г. максимальное количество птиц в стае составляло около 50 особей. В августе – сентябре золотистые шурки кочуют по полям, садам, паркам и изредка залетают на летное поле в поисках пищи. В сентябре эти насекомоядные птицы постепенно отлетают на юг к местам зимовок.

Сизоворонка (Coracias garrulous). Пролетный и гнездящийся на территории региона вид. Питается насекомыми, которых чаще добывает на земле, реже ящерицами и грызунами. На территории аэродрома гнездится в норах, образуя совместную колонию с золотистыми шурками и полевыми воробьями. На прилегающей к аэропорту территории гнездится в дуплах деревьев, иногда в скворечниках. На территории аэродрома отмечена в первой декаде мая. Со второй половины мая эти птицы начинают откладывать яйца, которые насиживают 18–19 дней. Птенцы сидят в гнезде 26–28 дней. Вылет птенцов наблюдался со второй декады июля. С конца июля и в августе сизоворонка держится на расположенных вблизи аэропорта дачах, полях, добывая корм. В это время небольшие группы из 2–3 птиц нередко отмечались также на территории аэродрома. С конца августа по сентябрь наблюдается отлет сизоворонок в места их зимовки. Высота полета сизоворонки над аэродромом не превышала 60 м.

Сизый голубь (Columba livia). Оседлый, синантропный вид. Обитает в районе аэродрома круглый год. Многочисленен в жилых кварталах с многоэтажной застройкой и на территориях предприятий. Гнездятся голуби в различных нишах и на чердаках построек, в том числе и жилых домов. На летном поле аэродрома сизый голубь встречается в течение всего года. Кормится семенами растений, в том числе культурных злаков, поедает пищевые отходы. Держатся стаями по 5–20 особей. Кормежка обычно происходит в 10–12 и 14–15 часов. Скорость полета голубей в районе аэропорта составляла 40–60 км/час, а высота полета находилась в пределах 15–80 м.

Ушастая сова (Asio otus). Оседлая и кочующая птица. Населяет лесонасаждения, лоховые рощи, окружающие Астраханский аэропорт. Поселяются совы в гнездах сорок и серых ворон. На садовых участках, прилегающих к аэродрому, редки. На территории аэродрома встречаются в ночное время в количестве 1–2 особей, охотятся на мышевидных грызунов и крупных насекомых. Высота полета над аэродромом не превышала 40–50 м.

Хохотунья (Larus cachinnans). Пролетный и гнездящийся вид в дельте Волги. Первые летные птенцы появляются в начале июня. В послегнездовой период хохотуньи совершают кормовые кочевки по территории региона.

В июле – августе на ВПП неоднократно отмечалась посадка групп молодых особей хохотуньи, насчитывающих от 3 до 25 птиц. По-видимому, расширенная в 2008 г. взлетно-посадочная полоса стала привлекательной для отдыха чаек в дневное время, кормящихся на городских свалках (до 2008 г. взлетно-посадочная полоса местом остановок и отдыха чаек не являлась).

Огарь (Tadorna ferruginea). В 2008 г. 2 пары огарей гнездились на территории аэродрома в старых лисьих норах у подножия бэровского бугра. Птенцы появились в начале июня, затем родители перевели их на водоемы, находящиеся за территорией аэродрома. Чаще всего огари летали низко над землей со скоростью 40–50 км/час, достигая высоты не более 60–80 м.

Хотя численность огарей в районе аэродрома невелика (в 2008 г. – 2 пары), но из-за крупных размеров они представляют потенциальную опасность для воздушных судов на взлете и посадке.

Фазан (Phasianus colchicus). Основное местообитание фазана в районе аэродрома – заросшие тростником берега отстойников, располагающиеся с восточной стороны от аэродрома. Здесь на площади 3–5 га в зимний период насчитывалось 7–10 особей фазана. В воздух фазан обычно поднимается «свечой» на высоту 3–10 м, затем летит прямо на расстояние до 200 м. В течение года отмечены одиночные залеты фазана на территорию летного поля аэродрома.

1. На территории аэродрома отмечено 35 видов птиц, из которых 12 видов гнездятся, 22 вида посещают территорию аэродрома для добывания корма и 1 вид использует твердое покрытие аэродрома для отдыха.

2. Видовой состав и численность птиц изменяются в зависимости от сезонов года.

3. Расширенная в 2008 г. взлетно-посадочная полоса стала использоваться чайками-хохотуньями для отдыха, что представляет опасность для воздушных судов.

4. Грач является одним из наиболее многочисленных видов птиц, регистрируемых на территории аэропорта в течении всего года. Взрослые особи грачей обычно избегают столкновений с самолетами, однако молодняк, еще слабо адаптированный к окружающей среде, представляет определенную опасность для ВС.

5. Серьезную опасность для ВС представляют гнездящиеся на территории аэродрома журавль-красавка, авдотка, золотистая щурка, сизоворонка, огарь.

6. Применяемые в настоящее время аэродромной службой аэропорта меры по отпугиванию птиц с помощью биоакустических установок и ракетниц должны быть дополнены мероприятиями по недопущению гнездования таких крупных птиц, как авдотка, огарь и журавль-красавка.

Библиографический список

1. **Атлас-определитель** видовой принадлежности птиц по их макро- и микроструктурным фрагментам. – М. : Военное издательство, 1995. – 112 с.
2. **Бондарев, Д. В.** Птицы г. Астрахани и ее окрестностей / Д. В. Бондарев. – Астрахань, 2000. – 58 с.
3. **Занозин, В. В.** Природные условия г. Астрахани, их антропогенные изменения и современное состояние : автореф. ... дис. канд. геогр. наук / В. В. Занозин. – М., 1998. – 16 с.
4. **Ильичев, В. Д.** Управление поведением как экологическая проблема (на примере птиц) / В. Д. Ильичев // Успехи современной биологии. – 1982. – Т. 94, № 1 (4). – С. 142–154.
5. **Ильичев, В. Д.** Управление поведением птиц / В. Д. Ильичев. – М. : Наука, 1984. – 304 с.
6. **Молодовский, А. В.** Орнитологическая обстановка и безопасность полетов воздушных судов в районе Нижегородского международного аэропорта / А. В. Молодовский, Д. В. Залозных // Вестник ННГУ. – Нижний Новгород, 1999. – Вып. 1. – С. 39–47. – (Сер. биологии.)
7. **Новиков, Г. А.** Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных / Г. А. Новиков. – Л. : Советская наука, 1949. – 602 с.
8. **Равкин, Е. С.** Методические рекомендации по маршрутному учету населения птиц в заповедниках / Е. С. Равкин, Н. Г. Челинцев // Организация научных исследований в заповедниках и национальных парках : сборник докладов семинара-совещания (г. Пущино-на-Оке, 18–26 декабря 1999 г.). – М. : Всемирный фонд дикой природы. – 1999. – С. 143–145.
9. **Русанов, Г. М.** Птицы дельты Волги и окружающих ее территорий / Г. М. Русанов. – Астрахань, 2002. – 67 с.
10. **Тихонов, А. В.** Групповое поведение птиц и эффективность акустических репеллентов / А. В. Тихонов // Экологические основы управления поведением животных. – М. : Наука, 1980. – С. 113–126.
11. **Федорович, В. В.** Позвоночные животные Астраханского края (систематика, экология, хозяйственное значение) / В. В. Федорович. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский государственный университет», 2005. – 116 с.
12. **Якоби, В. Э.** Биологические основы предотвращения столкновения самолетов с птицами / В. Э. Якоби. – М., 1974. – 167 с.

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ

Автор представляет в редакцию рукопись, оформленную в соответствии с «Правилами для авторов».

Представленная автором рукопись направляется по профилю научного исследования или по тематике рассматриваемых в рукописи вопросов на рецензию членам редколлегии соответствующей области научного издания, курирующим данную тематику, или экспертам – ученым и специалистам в данной области (докторам, кандидатам наук).

Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии рукописей для своих нужд.

Рецензирование проводится конфиденциально. Рецензия носит закрытый характер и предоставляется автору рукописи по его письменному запросу, без подписи и указания фамилии, должности, места работы рецензента. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в рукописи.

Рецензия может быть предоставлена по соответствующему запросу экспертных советов в ВАК РФ.

В случае положительной рецензии и рекомендации рецензентом материала к публикации рукопись и текст рецензии рассматриваются на заседании редколлегии. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Решение о целесообразности публикации принимается редколлегией и фиксируется в протоколе заседания.

Если рецензент указывает на необходимость доработки материала, рукопись возвращается автору. В таком случае датой поступления в редакцию считается дата возвращения доработанной рукописи. Разъяснение нуждающихся в улучшении аспектов производится редакторами журнала на основании полученной рецензии.

Редколлегия информирует автора о принятом решении. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Оригиналы рецензий хранятся в редколлегии в течение трех лет.

Не рецензируются:

- рецензии на научную литературу, опубликованные в разделе «Рецензии»;
- тексты выступлений на круглых столах;
- материалы, публикующиеся в разделе «Хроника»

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.

Все рукописи проходят независимое рецензирование согласно утвержденному Порядку.

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. Плата за публикацию статей аспирантов не взимается. 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@gambler.ru.

Ответственному секретарю Русаковой Елене Геннадьевне.

Примечание. Статьи, присылаемые без соблюдения указанных правил, приниматься не будут.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

**ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**№ 1 (26)
2009**

*Редактор Е.А. Завьялова
Компьютерная правка, верстка Т.Н. Юсуповой*

Заказ № 1681. Тираж 500 экз. (первый завод 75 экз.).
Уч.-изд. л. 8,1. Усл. печ. л. 11,3.

Издательский дом «Астраханский университет»
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20
тел./факс (8512) 54-01-87, тел. (8512) 54-01-89
E-mail: asupress@yandex.ru