

*Журнал «Научное обозрение. Биологические науки» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.  
Свидетельство ПИ № ФС77-57454  
ISSN 2500-3399*

**Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,396**  
**Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,289**

*Учредитель, издательство и редакция:  
ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

*Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47  
Адрес учредителя: 410056, Саратовская область,  
г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56  
Адрес редакции: 410035, Саратовская область,  
г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5*

**Founder, publisher and edition:  
LLC SPC Academy of Natural History**

**Post address: 105037, Moscow, p.o. box 47**  
**Founder's address: 410056, Saratov region,  
Saratov, 56 Chapaev V.I. str.**  
**Editorial address: 410035, Saratov region,  
Saratov, 5 Mamontovoi str.**

*Подписано в печать 30.06.2023  
Дата выхода номера 31.07.2023  
Формат 60×90 1/8*

*Типография  
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,  
410035, Саратовская область, г. Саратов,  
ул. Мамонтовой, д. 5*

**Signed in print 30.06.2023**  
**Release date 31.07.2023**  
**Format 60×90 8.1**

**Typography  
LLC SPC «Academy Of Natural History»  
410035, Russia, Saratov region,  
Saratov, 5 Mamontovoi str.**

*Технический редактор Доронкина Е.Н.  
Корректор Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.*

*Распространение по свободной цене  
Тираж 1000 экз. Заказ НО 2023/2  
Подписной индекс в электронном каталоге  
«Почта России»: ПА494  
© ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

Журнал «НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ» выходил с 1894 по 1903 год в издательстве П.П. Сойкина. Главным редактором журнала был Михаил Михайлович Филиппов. В журнале публиковались работы Ленина, Плеханова, Циолковского, Менделеева, Бехтерева, Лесгафта и др.

Journal «Scientific Review» published from 1894 to 1903. P.P. Soykin was the publisher. Mikhail Filippov was the Editor in Chief. The journal published works of Lenin, Plekhanov, Tsiolkovsky, Mendeleev, Bekhterev, Lesgaft etc.



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

С 2014 года издание журнала возобновлено  
Академией Естествознания

**From 2014 edition of the journal resumed  
by Academy of Natural History**

Главный редактор: Н.Ю. Стукова  
**Editor in Chief: N.Yu. Stukova**

---

**НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES**

***www.science-education.ru***

**2023 г.**

---



***В журнале представлены научные обзоры,  
статьи проблемного  
и научно-практического характера***

***The issue contains scientific reviews,  
problem and practical scientific articles***

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

д.б.н., проф. Абдуллаев Абдуманон (Душамбе), д.т.н., к.ф.-м.н., проф. Айдосов Аллаярбек (Алматы), д.м.н., проф. Аксенова В.А. (Москва), д.м.н., проф. Аллахвердиев А.Р. (Баку), д.б.н., проф. Аллахвердиев С.Р. (Москва), д.м.н., проф. Ананьев В.Н. (Москва), д.т.н., проф. Артюхова С.И. (Пушино), д.м.н., доцент Барышева Е.С. (Оренбург), д.б.н., к.с.-х.н., доцент Белоус О.Г. (Сочи), д.б.н., проф. Белых О.А. (Иркутск), д.м.н., проф. Бриль Г.Е. (Саратов), д.б.н., проф. Буданцев А.Ю. (Пушино), д.б.н., проф. Бударков В.А. (Вольгинский), д.б.н., проф. Ворсанова С.Г. (Москва), д.м.н. Гансбургский А.Н. (Ярославль), д.б.н. Гемеджиева Н.Г. (Алматы), д.м.н., проф. Герасимова Л.И. (Чебоксары), д.б.н., доцент Годин В.Н. (Москва), д.б.н., проф. Гречитаева М.В. (Белгород), д.с.-х.н., к.б.н., проф. Дементьев М.С. (Ставрополь), д.м.н., доцент Евстропов В.М. (Ростов-на-Дону), д.м.н. Извин А.И. (Тюмень), д.б.н. Кавцевич Н.Н. (Мурманск), д.б.н., проф. Калаев В.Н. (Воронеж), д.м.н., к.т.н., проф. Кику П.Ф. (Владивосток), д.б.н., доцент Князева О.А. (Уфа), д.м.н. Косарева П.В. (Пермь), д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов), д.б.н. Лебедева С.Н. (Улан-Удэ), д.б.н., д.м.н. Медведев И.Н. (Москва), д.б.н. Мосягин В.В. (Курск), д.б.н. Околелова А.А. (Волгоград), д.с.-х.н., проф. Партоев Курбонали (Душамбе), д.б.н. Петраш В.В. (Санкт-Петербург), д.т.н. Похиленко В.Д. (Оболенск), д.м.н., проф. Пучиньян Д.М. (Саратов), д.б.н. Романова Е.Б. (Нижний Новгород), д.м.н. Самигуллина А.Э. (Бишкек), д.б.н., проф. Сафонов М.А. (Оренбург), д.м.н., проф. Сентюрова Л.Г. (Астрахань), д.б.н. Симонович Е.И. (Ростов-на-Дону), д.б.н. Смирнов А.А. (Магадан), д.б.н., проф. Соловых Г.Н. (Оренбург), д.м.н., проф. Сомова Л.М. (Владивосток), д.б.н., проф. Тамбовцева Р.В. (Москва), д.б.н., доцент Хацаева Р.М. (Москва), д.м.н., доцент Хворостухина Н.Ф. (Саратов), д.б.н. Хованский И.Е. (Хабаровск), д.б.н. Шабдарбаева Г.С. (Алматы), д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек), д.б.н., проф. Юров И.Ю. (Москва)

## СОДЕРЖАНИЕ

### Биологические науки

#### СТАТЬИ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАЗЕМНЫХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ <i>Ганджаева Л.А., Бобожонова Х.М.</i> .....	5
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ <i>VACCINIUM ULIGINOSUM</i> L. И <i>OXYSOCCUS PALUSTRIS</i> PERS. В ПРЕДЕЛАХ ПРИГОРОДНОГО БОЛОТНОГО ФИТОЦЕНОЗА <i>Гребенева Д.М., Амосова И.Б.</i> .....	12
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГОРНЫХ РЕК (РЕКА ДЖУБГА, РЕКА МЗЫМТА, РЕКА ШЕПСИ, РЕКА ТУАПСЕ, РЕКА ШАПСУХО) ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ ИХ РАСЧИСТКЕ <i>Денисенко О.С., Добрица К.В., Добрица М.О.</i> .....	17
ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ В СОСТАВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОЧВЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЛИЯНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ <i>Жаббаров З.А., Атоева Г.Р., Сайитов С.С.</i> .....	28
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МЕСТНЫХ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЕРМИКОМПОСТА <i>Эргашева Х.И., Исмаилов З.Ф.</i> .....	34
<b>НАУЧНЫЙ ОБЗОР</b>	
БИОКОНСЕРВАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРОБИОТИКАМИ И ПОЛЕЗНЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ <i>Бурак Л.Ч., Завалей А.П.</i> .....	40
<b>СТАТЬЯ</b>	
СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ ЛУГОВО-САЗОВЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЫ <i>Абдурахмонов Н.Ю., Собитов У.Т., Юлдашев И.К.</i> .....	51

---

## CONTENTS

### Biological sciences

#### ARTICLES

##### ECOLOGICAL FEATURES OF TERRESTRIAL TRUE BUGS

*Gandzhaeva L.A., Bobozhonova Kh.M.* ..... 5

##### RESULTS OF THE STUDY OF THE YIELD OF *VACCINIUM ULIGINOSUM* L. AND *OXYCOCCUS PALUSTRIS* PERS. WITHIN THE SUBURBAN SWAMP PHYTOCENOSIS

*Grebeneva D.M., Amosova I.B.* ..... 12

##### HYDROBIOLOGICAL MONITORING OF MOUNTAIN RIVERS (DZHUBGA RIVER, MZYMTA RIVER, SHEPSI RIVER, TUAPSE RIVER, SHAPSUKHO RIVER) OF THE BLACK SEA COAST OF KRASNODAR KRAI AND COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE DURING THEIR CLEARING

*Denisenko O.S., Dobritsa K.V., Dobritsa M.O.* ..... 17

##### CHANGES IN VOLATILE COMPOUNDS IN THE COMPOSITION OF SOIL ORGANIC COMPONENTS AS A RESULT OF THE INFLUENCE OF HOUSEHOLD WASTE

*Zhabbarov Z.A., Atoeva G.R., Sayitov S.S.* ..... 28

##### BIOTECHNOLOGICAL INDICATORS OF SOME NATIVE EARTHWORMS IN VERMICOMPOST PRODUCTION

*Ergasheva Kh.I., Ismailov Z.F.* ..... 34

#### REVIEW

##### BIOCONSERVATION OF PLANT RAW MATERIALS WITH PROBIOTICS AND BENEFICIAL MICROORGANISMS

*Burak L.Ch., Zavaley A.P.* ..... 40

#### ARTICLE

##### PROPERTIES OF IRRIGATED MEADOW-SAZ SOILS OF CENTRAL FERGANA

*Abdurakhmonov N.Yu., Sobitov U.T., Yuldoshev I.K.* ..... 51

СТАТЬИ

УДК 595.754

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
НАЗЕМНЫХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ**

<sup>1,2</sup>Ганджаева Л.А., <sup>2</sup>Бобожонова Х.М.

<sup>1</sup>Хорезмская академия Маъмуна, Хива, e-mail: tulipa\_83@mail.ru;

<sup>2</sup>Ургенчский государственный университет, Ургенч, e-mail: xulkar@mail.ru

Данная исследовательская работа была проведена с целью определения экологических групп у наземных клопов на различных местах Хорезма. Исследования выполнялись в течение 2017–2021 гг. По нашим данным, мезофильные группы составляют 72 вида, которые относятся к 12 семействам, и в процентном отношении они составляют около 48,32%. В мезофильных группах самыми доминантными являются сем. Miridae и сем. Pentatomidae. В мезоксерофильных группах отмечено 43 вида, 14 семейств, что составляет 28,86%. В мезоксерофильных группах самыми доминантными являются сем. Geocoridae, Rhopalidae и Pentatomidae. А что касается ксерофильных групп, всего в районе исследования зарегистрировано 34 вида, которые относятся к 10 семействам, и в процентном отношении они составляют около 22,82%. В ксерофильных группах доминантными являются сем. Reduviidae, Pentatomidae и Cydnidae. Полученные данные позволяют сделать вывод, что засушливость климата, влажность и температура влияют на группу видов, подвергаемых экологическому анализу. Эти три переменные контролируют среду обитания различных видов в экосистемах.

**Ключевые слова:** экология, мезофилы, мезоксерофилы, ксерофилы, Heteroptera

**ECOLOGICAL FEATURES OF TERRESTRIAL TRUE BUGS**

<sup>1,2</sup>Gandzhaeva L.A., <sup>2</sup>Bobozhonova Kh.M.

<sup>1</sup>Khorezm Mamun Academy, Khiva, e-mail: tulipa\_83@mail.ru;

<sup>2</sup>Urgench State University, Urgench, e-mail: xulkar@mail.ru

The current research work was carried out in order to determine the ecological groups of true bugs at different places in the Khorezm region. The research was carried out during 2017–2021. According to our data, the largest number of species of all the studied species, more precisely mesophilic groups is 72 species, which belong to 12 families and as a percentage they are about 48.32%. In the mesophilic groups, the most dominant is the family Miridae and Pentatomidae. In the meso-xerophilic groups, 43 species belonging to 14 families were observed, which constitutes 28.86%. In meso-xerophilic groups the most dominant is the family Geocoridae, Rhopalidae and Pentatomidae. And xerophilic groups in total 34 species were registered in the study area, which belong to 10 families and as a percentage they constitute about 22.82%. In the xerophilic groups, the most dominant is the family Reduviidae and Pentatomidae and Cydnidae. The data lead to the conclusion that the aridity of the climate, humidity, and temperature affect the group of species under ecological analysis. These three variables control the habitat of various species in ecosystems.

**Keywords:** ecological, mesophyll, meso-xerophilic, xerophilic, Heteroptera

Изучение экологических форм видов наземных клопов представляет собой исторические уникальные комплексы с точки зрения их биологических, физиологических, а также морфологических особенностей. Эти сведения определяют реакцию клопов на воздействие факторов окружающей среды [1–3].

Распространение видов в разных экологических группах анализируется путем тщательного изучения фаунистических исследований [4–6], более подробной информации из литературных источников [7–9], на основании собственных наблюдений [10–12] и литературных данных [13–15].

**Материалы и методы исследования**

Нами были использованы общепринятые методы исследований [16–18].

Учет проводился с марта до ноября. Изучение экологических групп клопов нами проводилось в полевых условиях [19–21]. Полевые исследования выполнялись в 2017–

2021 гг. на различных агроценозах [22–24] и природных ландшафтах [25] на территории Хорезма, например в ф/х «Одилбек», «Амир Темур», «Гулрухбегим», «Олтин Кальа», расположенных в Ургенском районе, в ф/х «Дилдора Божимон» и в ф/х «Буз Ос Еп», а также на учебно-опытной станции Учхоз УрГУ Янгибазарского района, в ф/х «Зират-21» Кушкупирского района, в ф/х «Рахимберган Хожи Анбар» Хивинского района, в ф/х «Отабек гарчак» и «Гулканд Истикболли боги» Хонкинского района и в естественных ландшафтах Хорезмской области.

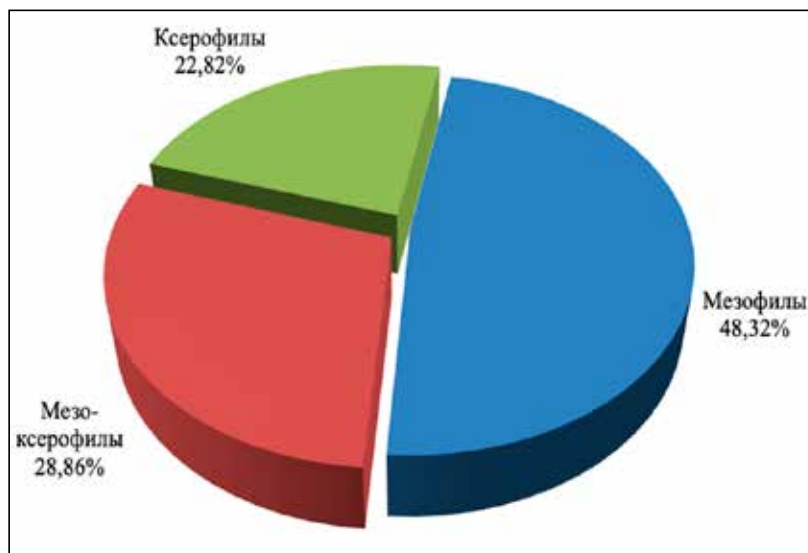
**Результаты исследования  
и их обсуждение**

Виды наземных полужесткокрылых для различных биотопов Нижней Амударьи были распределены на нижеуказанные экологические группы. Группы разделены в соответствии с их предпочтениями к местообитаниям с разной степенью влажности (табл. 1. и 2, рисунок).

Таблица 1

## Экологические группы наземных полужесткокрылых

№	Экологические группы видов	Количество видов	В %
1.	Мезофил	72	48,32
2.	Мезоксерофил	43	28,86
3.	Ксерофил	34	22,82
Общее количество видов		149	100



Распределение спектра по экологическим группам видов наземных полужесткокрылых

Таблица 2

## Распределение видов наземных полужесткокрылых по экологическим группам на территории Нижней Амударьи

Семейства и виды	Мезофил	Мезоксерофил	Ксерофил
1	2	3	4
<b>Сем. ANTHOCORIDAE Fieber, 1837</b>	3		1
1. <i>Anthocoris pilosus</i> (Jakovlev, 1877)	+		
2. <i>Orius niger</i> (Wolff, 1811)	+		
3. <i>Orius ribauti</i> (Wagner, 1952)	+		
4. <i>Orius albidipennis</i> (Reuter, 1884)			+
<b>Сем. NABIDAE Costa, 1852</b>	4	1	2
5. <i>Nabis ferus</i> (Linnaeus, 1758)	+		
6. <i>Nabis palifer</i> (Seidenstücker, 1954)			+
7. <i>Nabis viridis</i> (Brullé, 1839)	+		
8. <i>Nabis rugosus</i> (Linnaeus, 1758)	+		
9. <i>Nabis remanei</i> (Kerzhner, 1962)	+		
10. <i>Nabis sareptanus</i> (Dohrn, 1862)		+	
11. <i>Prostemma sanguineum</i> (Rossi, 1790)			+
<b>Сем. MIRIDAE Hahn, 1833</b>	33	1	3
12. <i>Deraeocoris punctulatus</i> (Fallén, 1807)	+		
13. <i>Deraeocoris serenus</i> (Douglas & Scott, 1868)	+		
14. <i>Adelphocoris lineolatus</i> (Coeze, 1778)	+		

Продолжение табл. 2

15. <i>Adelphocoris seticornis</i> (Fabricius, 1775)	+		
16. <i>Agnocoris rubicundus</i> (Fallen, 1807)	+		
17. <i>Brachycoleus decolor</i> (Reuter, 1887)	+		
18. <i>Lygus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)	+		
19. <i>Lygus gemellatus</i> (Herrich-Schaeffer, 1835)	+		
20. <i>Lygus pachynemus</i> (Reuter, 1879)	+		
21. <i>Lygus rugulipennis</i> (Poppius, 1911)	+		
22. <i>Lygus punctatus</i> (Zetterstedt, 1838)	+		
23. <i>Megacoelum brevirostre</i> (Reuter, 1879)	+		
24. <i>Orthops basalis</i> (A.Costa, 1853)		+	
25. <i>Orthops kalmi</i> (Linnaeus, 1758)	+		
26. <i>Polymerus vulneratus</i> (Panzer, 1806)	+		
27. <i>Polymerus cognatus</i> (Fieber, 1858)	+		
28. <i>Notostira elongata</i> (Geoffroy, 1785)	+		
29. <i>Megaloceroea recticornis</i> (Geoffroy, 1785)	+		
30. <i>Stenodema calcaratum</i> (Fallen, 1807)	+		
31. <i>Stenodema tripsinosa</i> (Reuter, 1904)	+		
32. <i>Stenodema laevigata</i> (Linnaeus, 1758)	+		
33. <i>Stenodema turanica</i> (Reuter, 1904)			+
34. <i>Trigonotylus ruficornis</i> (Geoffroy, 1785)	+		
35. <i>Trigonotylus pulchellus</i> (Hahn, 1834)	+		
36. <i>Orthotylus eleagni</i> (Jakovlev, 1881)	+		
37. <i>Orthotylus flavosparsus</i> (C.Sahlberg, 1841)	+		
38. <i>Campylomma annulicorne</i> (Signoret, 1865)	+		
39. <i>Campylomma diversicornis</i> (Reuter, 1878)	+		
40. <i>Campylomma verbasci</i> (Meyer-Dur, 1843)	+		
41. <i>Camptotylidea alba</i> (Reuter, 1879)			+
42. <i>Camptotylus meyeri</i> (Frey-Gessner, 1863)			+
43. <i>Europiella alpina</i> (Reuter, 1875)	+		
44. <i>Heterocapillus tigrisipes</i> (Meyer & Dur, 1852)	+		
45. <i>Macrotylus herrichi</i> (Reuter, 1873)	+		
46. <i>Tuponia elegans</i> (Jakovlev, 1867)	+		
47. <i>Tuponia pallida</i> (Jakovlev, 1867)	+		
48. <i>Tuponia roseipennis</i> (Reuter, 1889)	+		
<b>Сем. TINGIDAE Laporte, 1832</b>	<b>3</b>		
49. <i>Monosteira discoidalis</i> (Jakovlev, 1883)	+		
50. <i>Stephanitis pyri</i> (Fabricius, 1775)	+		
51. <i>Tingis leptochila</i> (Horvath, 1906)	+		
<b>Сем. REDUVIIDAE Latreille, 1807</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
52. <i>Stenolemus bogdanovi</i> (Oshanin, 1896)	+		
53. <i>Coranus aegyptius</i> (Fabricius, 1775)		+	
54. <i>Coranus subapterus</i> (De Geer, 1773)		+	
55. <i>Rhynocoris monticola</i> (Oshanin, 1870)			+
56. <i>Rhynocoris nigronitens</i> Reuter, 1881			+
57. <i>Vachiria deserta</i> (Becker, 1867)			+
58. <i>Ectomocoris ululans</i> (Rossi, 1807)	+		
59. <i>Reduvius testaceus</i> (Herrich-Schaeffer, 1845)		+	
60. <i>Reduvius disciger</i> (Horváth, 1896)			+
61. <i>Reduvius christophi</i> (Jakovlev, 1874)			+
62. <i>Reduvius fedtschenkianus</i> (Oshanin, 1871)			+

Продолжение табл. 2

63. <i>Reduvius semenovi</i> (Jakovlev, 1885)			+
64. <i>Reduvius elegans</i> (Jakovlev, 1885)			+
65. <i>Oncocephalus brachymerus</i> (Reuter, 1882)		+	
66. <i>Oncocephalus termezanus</i> (Kiritshenko, 1914)			+
<b>Сем. ALYDIDAE Amyot and Serville, 1843</b>	1		1
67. <i>Camptopus lateralis</i> (German, 1817)	+		
68. <i>Megalotomus ornaticeps</i> (Stal, 1858)			+
<b>Сем. COREIDAE Leach, 1815</b>	3	1	2
69. <i>Centrocoris volxemi</i> (Puton, 1878)			+
70. <i>Coreus marginatus</i> (Linnaeus, 1758)	+		
71. <i>Enoplops evermanni</i> (Jakovlev, 1881)	+		
72. <i>Bathysolen nubilus</i> (Fallen, 1807)	+		
73. <i>Bothrostethus annulipes</i> (Herrich-Schaeffer, 1835)			+
74. <i>Coriomeris vitticollis</i> (Reuter, 1900)		+	
<b>Сем. RHOPALIDAE Amyot &amp; Serville, 1843</b>	3	6	1
75. <i>Brachycarenum tigrinus</i> (Schilling, 1829)		+	
76. <i>Chorosoma schillingi</i> (Schilling, 1829)			+
77. <i>Corizus limbatus</i> (Rey, 1887)		+	
78. <i>Corizus tetraspilus</i> (Horvath, 1917)	+		
79. <i>Corizus hyoscyami</i> (Linnaeus, 1758)	+		
80. <i>Maccevetthus persicus</i> (Jakovlev, 1882)		+	
81. <i>Liorhyssus hyalinus</i> (Fabricius, 1794)		+	
82. <i>Rhopalus parumpunctatus</i> (Schilling, 1829)	+		
83. <i>Rhopalus distinctus</i> (Signoret, 1859)		+	
84. <i>Stictopleurus unicolor</i> (Jakovlev, 1873)		+	
<b>Сем. STENOCEPHALIDAE Dallas, 1852</b>		2	
85. <i>Dicranocephalus marginatus</i> (Ferrari, 1874)		+	
86. <i>Dicranocephalus ferghanensis</i> (Horvath, 1887)		+	
<b>Сем. ARTHENEIDAE Stål 1872</b>		1	
87. <i>Artheneis alutacea</i> (Fieber, 1861)		+	
<b>Сем. GEOCORIDAE Baerensprung, 1860</b>		9	
88. <i>Geocoris ater</i> (Fabricius, 1787)		+	
89. <i>Geocoris arenarius</i> (Jakovlev, 1867)		+	
90. <i>Geocoris dispar</i> (Waga, 1839)		+	
91. <i>Geocoris lapponicus</i> (Zetterstedt, 1838)		+	
92. <i>Geocoris fedtschenkoi</i> (Reuter, 1885)		+	
93. <i>Geocoris scutellatus</i> (Montandon, 1907)		+	
94. <i>Engistus salinus</i> (Jakovlev, 1874)		+	
95. <i>Engistus exsanguis</i> (Stål, 1872)		+	
96. <i>Henestaris halophilus</i> (Burmeister, 1835)		+	
<b>Сем. LYGAEIDAE Schilling, 1829</b>	2	4	
97. <i>Lygaeus equestris</i> (Linnaeus, 1758)		+	
98. <i>Spilostethus rubriceps</i> (Horvath, 1899)	+		
99. <i>Spilostethus pandurus</i> (Scopoli, 1763)	+		
100. <i>Nysius graminicola</i> (Kolenati, F.A., 1845)		+	
101. <i>Oxycarenum pallens</i> (Herrich-Schäffer, 1850)		+	
102. <i>Ortholomus punctipennis</i> (Herrich-Schäffer, 1850)		+	
<b>Сем. RHYPAROCHROMIDAE Amyot and Serville, 1843</b>	2	4	2
103. <i>Beosus quadripunctatus</i> (Muller, 1766)	+		
104. <i>Bleteogonus beckeri</i> (Frey-Gessner, 1863)			+



Окончание табл. 2

105. <i>Emblethis griseus</i> (Wolff, 1802)	+		
106. <i>Emblethis verbasci</i> (Fabricius, 1803)		+	
107. <i>Emblethis ciliatus</i> (Horváth, 1875)		+	
108. <i>Emblethis denticollis</i> (Horváth, 1878)		+	
109. <i>Hyalocoris pilicornis</i> (Jakovlev, 1874)			+
110. <i>Lamprodema maura</i> (Fabricius, 1803)		+	
<b>Сем. CYDNIDAE Billberg, 1820</b>		1	5
111. <i>Aethus pilosulus</i> (Klug, 1845)			+
112. <i>Byrsinus fossor</i> (Mulsant & Rey, 1866)			+
113. <i>Microporus nigrita</i> (Fabricius, 1794)			+
114. <i>Stibaropus hohlbecki</i> (Kiritshenko, 1912)			+
115. <i>Sehirus morio</i> (Linnaeus, 1761)		+	
116. <i>Amaurocoris candidus</i> (Horvath, 1889)			+
<b>Сем. PENTATOMIDAE Leach, 1815</b>	15	6	7
117. <i>Aelia acuminata</i> (Linnaeus, 1758)		+	
118. <i>Aelia furcula</i> (Fieber, 1868)		+	
119. <i>Aelia melanota</i> (Fieber, 1868)		+	
120. <i>Brachynema germari</i> (Kalenati, 1846)			+
121. <i>Carpocoris pudicus</i> (Poda, 1761)	+		
122. <i>Carpocoris fuscispinus</i> (Boheman, 1851)		+	
123. <i>Palomena prasina</i> (Linnaeus, 1761)	+		
124. <i>Dolycoris penicillatus</i> (Horvath, 1904)	+		
125. <i>Desertomenida quadrimaculata</i> (Horváth, 1892)			+
126. <i>Desertomenida albula</i> (Kiritshenko, 1914)		+	
127. <i>Derula longipennis</i> (Oshanin, 1871)	+		
128. <i>Apodiphus integriceps</i> (Horvath, 1888)	+		
129. <i>Cellobius abdominalis</i> (Jakovlev, 1885)	+		
130. <i>Codophila varia</i> (Fabricius, 1787)		+	
131. <i>Holcostethus nitidus</i> (Kiritshenko, 1914)	+		
132. <i>Holcostethus strictus vernalis</i> (Wolff, 1804)	+		
133. <i>Menaccarus deserticola</i> (Jakovlev, 1900)			+
134. <i>Eurydema ornata</i> (Linnaeus, 1758)	+		
135. <i>Eurydema oleracae</i> (Linnaeus, 1758)	+		
136. <i>Eurydema wilkinsi</i> (Distant, 1879)	+		
137. <i>Eurydema ventralis</i> (Kolenati, 1846)	+		
138. <i>Eurydema maracandica</i> (Oshanin, 1871)	+		
139. <i>Graphosoma lineatum</i> (Linnaeus, 1758)	+		
140. <i>Graphosoma consimile</i> (Horvath, 1903)	+		
141. <i>Tarisa elevata</i> (Reuter, 1901)			+
142. <i>Tarisa subspinosa</i> (Germar, 1839)			+
143. <i>Tarisa virescens</i> (Herrich-Schäffer, 1851)			+
144. <i>Tarisa pallescens</i> (Jakovlev, 1871)			+
<b>Сем. SCUTELLERIDAE Leach, 1815</b>		2	1
145. <i>Eurygaster integriceps</i> (Puton, 1881)		+	
146. <i>Odontotarsus impictus</i> (Jakovlev, 1886)		+	
147. <i>Odontotarsus angustatus</i> (Jakovlev 1883)			+
<b>Сем. PYRRHOCORIDAE Amyot &amp; Serville, 1843</b>	1	1	
148. <i>Scantius aegyptius</i> (Linnaeus, 1758)		+	
149. <i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)	+		
Всего: 149	72	43	34

Распределение по экологическим группам видов наземных полужесткокрылых

**1. Мезофильные группы** – обитают на открытых и затененных участках. Это группа по количеству видов является наибольшим количеством видов из всех изученных видов, точнее составляет 72 вида и в процентном отношении они составляют около 48,32%. К этой группе принадлежат следующие семейства: сем. Miridae (33 вида); сем. Pentatomidae (15 видов); сем. Nabidae (4 вида); сем. Anthocoridae (3 вида); сем. Tingidae (3 вида); сем. Coreidae (3 вида); сем. Rhopalidae (3 вида); сем. Reduviidae (2 вида); сем. Lygaeidae (2 вида); сем. Rhyparochromidae (2 вида). А у сем. Alydidae (*Camptopus lateralis*) и сем. Pyrrhocoridae (*Pyrrhocoris apterus*) есть только один вид, который входит в эту группу.

**2. Мезоксерофильные группы** – обитают в луговых степях и остепненных лугах, а также сухих лесных местообитаниях. В этих группах отмечено 43 вида, что составляет 28,86%. Здесь отмечены следующие виды: сем. Geocoridae (9 видов); сем. Rhopalidae (6 видов); сем. Pentatomidae (6 видов); сем. Reduviidae (4 вида); сем. Lygaeidae (4 вида); сем. Rhyparochromidae (4 вида); сем. Scutelleridae (2 вида); сем. Stenocerphalidae (2 вида); сем. Artheneidae (1 вид); и сем. Nabidae: *Nabis sareptanus*; сем. Miridae: *Orthops basalis*; Coreidae: *Coriomeris vitticollis*; сем. Cydnidae: *Sehirus morio*; сем. Pyrrhocoridae: *Scantius aegyptius*, у которых есть один вид в этих группах.

**3. Ксерофильные группы** – виды, входящие в эту группу, распространены на сухих открытых участках, например на песчаных, каменистых и засоленных почвах и в участках со склонами. Виды этих групп не переносят высокой влажности. Всего в районе исследования зарегистрировано 34 вида, и в процентном отношении они составляют около 22,82%. Отмеченные виды в этой группе включают следующие семейства: сем. Reduviidae (9 видов); сем. Pentatomidae (7 видов); сем. Cydnidae (5 видов); сем. Miridae (3 вида); сем. Nabidae (2 вида); сем. Coreidae (2 вида); сем. Rhyparochromidae (2 вида), а у следующих семейства: сем. Alydidae: *Megalotomus ornaticeps*; сем. Rhopalidae: *Chorosoma schillingi* и сем. Scutelleridae: *Odontotarsus angustatus* есть только один вид, который входит в эту группу.

### Заключение

Согласно полученным данным можно сделать вывод, что группа видов экологического анализа зависит от засушливости кли-

мата, влажности и температуры. Эти три фактора являются определяющими для обитания видов в экосистемах.

В нашем исследовании было установлено, что основная часть видов распространена во влажных районах, которые относятся к мезофильным группам. Наименьшее количество видов распространено в степной и полустепной зоне, где мало растений, которые относятся к ксерофильным группам.

По полученным данным было установлено, что основным фактором распространения клопов в экосистемах является среда обитания.

### Список литературы

1. Гребенников К.А. Изучение биоразнообразия заповедников России в цифровой эпохе: опыт и перспективы // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2016. № 1 (2). С. 1–10.
2. Tazakowski A., Kim J., Damken C., Wahab R.A., Herczek A., Jung S. Two new genera and species of the Gigantometopini (Hemiptera, Heteroptera, Miridae, Isometopinae) from Borneo with remarks on the distribution of the tribe // ZooKeys. 2020. Is. 941. P. 71–89.
3. Picker M.D., Griffiths C.L. Sycamore Tree Lace Bug (*Corythucha ciliata* Say) (Hemiptera: Tingidae) Reaches Africa // African Entomology, 2015. Is. 23 (1). P. 247–249.
4. Николаева А.М., Ручин А.Б., Трущицына О.С., Семишин Г.Б., Трапезникова И.В. Исследование фауны полужесткокрылых насекомых-дендробионтов (Insecta, Heteroptera) с использованием метода барьерных ловушек // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2019. Вып. 228. С. 120–134.
5. Махлин М.Д. Насекомые. М.: «А.В.К. Тимошка», 2018. 110 с.
6. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1971. 424 с.
7. Panizzi A.R., Grazia J. Introduction to True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. P. 3–20. In: Panizzi A., Grazia J. (eds) True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Entomology in Focus. Vol 2. Springer, Dordrecht. 2015. DOI: 10.1007/978-94-017-9861-7\_1.
8. Schuh R.T., Weirauch C. True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera): Classification and Natural History. 2nd edn. (Monographs Series, Vol. 8). Manchester. U.K.: Siri Scientific Press, 2020. 800 p.
9. Акимжанов Д., Есенбекова П.А. Биоразнообразие полужесткокрылых (Heteroptera: инфраотряд Pentatomomorpha I) ГНПП «Көлсай көлдері» // Experimental Biology. 2020. Is. 1 (82). С. 134–141. DOI: 10.26577/EB.2020.V82.I1.11.
10. Ганджаева Л.А., Абдуллаев И.И., Абдуллаева С.И. Анализ динамики численности популяций среднеазиатских клопов на сельскохозяйственных культурах на территории реки Нижней Амударьи (Heteroptera, Pentatomidae, Eurydema) // Научное обозрение. Биологические науки. 2020. № 3. С. 94–100. DOI: 10.17513/SRBS.1203.
11. Ганджаева Л.А., Абдуллаев И.И., Раззаков К.Б. Характеристика идентифицированных видов насекомых на капусте в условиях Хорезмской области // Научное обозрение. Биологические науки. 2020. № 4. С. 7–12. DOI: 10.17513/SRBS.1206.
12. Iskandarov A., Abdullaev I., Gandjaeva L., Musaev D., Mirzayeva G., Kholmatov B., Jumanazarov H., Jangabaeva A., Razzakov K., Abdullaev U. Updated Checklist of the Pentatomidae (Heteroptera: Pentatomomorpha) of Uzbekistan // WSEAS

- Transactions on Environment and Development. 2022. 18. P. 1283–1295. DOI: 10.37394/232015.2022.18.121.
13. Нейморовец В.В. Распространение видов рода *Eurygaster* (Heteroptera: Scutelleridae) на территории России // Вестник защиты растений. 2019. № 4 (102). С. 36–48. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-4-102-36-48.
14. Saulich A.Kh., Musolin D.L. Seasonal cycles of Pentatomoidea. In: J.E. McPherson (ed.). Invasive Stink Bugs and Related Species (Pentatomoidea): Biology, Higher Systematics, Semiochemistry, and Management. Boca Raton, FL, U.S.A., CRC Press, 2018. P. 565–607.
15. Дажоз Р. Экология. 7-е изд. Париж: Дюмон, 2000. 615 с.
16. Zaime A., Gautier J.Y. Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de *Gerbillidae* en milieu saharien au Maroc // Revue d'Ecologie (Terre et vie). 1989. Vol. 44, Is. 3. P. 263–278.
17. Кириченко А.Н. Методы сбора настоящих полужесткокрылых и изучения местных фаун. АН СССР, Зоол. ин-т. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 123 с.
18. Козлов М.А., Нинбург Е.М. Ваша коллекция. М.: Просвещение. 1971. 160 с.
19. Khashimova M.Kh., Akhmedova Z.Yu. Some Features Bioecological Miridae Bugs Tashkent Region // International Journal of Science and Research (IJSR). 2016. Vol. 5 (10). P. 264–267. DOI: 10.21275/ART20162075.
20. Mansour R., Grissa-Lebdi K., Suma P., Mazzeo G., Russo A. Key scale insects (Hemiptera: Coccoidea) of high economic importance in a Mediterranean area: host plants, bio-ecological characteristics, natural enemies and pest management strategies – a review // Plant Protect. Sci. 2017. Is. 53. P. 1–14. DOI: 10.17221/53/2016-PPS.
21. Кожанчиков И.В. Методы исследования экологии насекомых. М.: Мысль, 1961. 284 с.
22. Юсупова С.К., Ганджаева Л.А., Досчанов Ж.С. Полужесткокрылые в агроценозах тритикале // Научное обозрение. Биологические науки. 2022. № 3. С. 57–62. DOI: 10.17513/SRBS.1285.
23. Аллабергенова К.С., Ганджаева Л.А. Спаривание, плодовитость и развитие яиц у клопов (Heteroptera, Pentatomidae) // Научное обозрение. Биологические науки. 2022. № 4. С. 5–10. DOI: 10.17513/SRBS.1288.
24. Gandjaeva L.A., Hudaiberdieva M.O., Abdullaev I.I., Mirzayeva G.S., Yusupboev E.K. First record of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) from Uzbekistan // Zoosystematica Rossica. 2022. Is. 31 (2). P. 329–331. DOI: 10.31610/ZSR/2022.31.2.329.
25. Ганджаева Л.А., Абдуллаев И.И., Бобождонова Х.М., Искандаров А.И. Встречаемость наземных полужесткокрылых (Heteroptera) в разнообразных биотопах // Научное обозрение. Биологические науки. 2022. № 3. С. 10–15. DOI: 10.17513/SRBS.1277.

УДК 581.6

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ *VACCINIUM ULIGINOSUM* L. И *OXYCOCCUS PALUSTRIS* PERS. В ПРЕДЕЛАХ ПРИГОРОДНОГО БОЛОТНОГО ФИТОЦЕНОЗА

Гребенева Д.М., Амосова И.Б.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск,  
e-mail: grebeneva.d@edu.narfu.ru, i.amosova@narfu.ru

В статье представлены результаты исследования урожайности двух наиболее широко распространенных видов болотных пищевых кустарничков – *Oxycoccus palustris* и *Vaccinium uliginosum*. Работа проводилась в пределах болотного фитоценоза в окрестностях города Новодвинска Архангельской области. Выполнено полное геоботаническое описание фитоценоза. В пределах описанного фитоценоза выделено 4 яруса: разреженный, единичный древостой, травяно-кустарничковый и моховой ярусы. Урожайность *O. palustris* и *V. uliginosum* определяли методом учетных площадок. Для определения урожайности клюквы закладывалось 15 учетных площадок, а для голубики – 25 учетных площадок размером 0,5×0,5 м. Все площадки закладывались через 5 шагов. Рассчитан биологический и эксплуатационный запас. Полученные результаты сравнивались с литературными данными урожайности по Архангельской области. В работе представлены данные по вариации веса исследуемых видов, которые в целом соответствуют биологическим особенностям вида. Биологический запас *O. palustris* равен 0,38 кг/га, а эксплуатационный – 0,32 кг/га. У *V. uliginosum* биологический запас равен 1,6 кг/га, а эксплуатационный – 1,2 кг/га, данные запасы ниже минимального значения по Архангельской области. Данные территории не подходят для того, чтобы рекомендовать их для проведения промышленной заготовки. Данный пригородный болотный фитоценоз является эффективной кормовой базой для местной фауны и местом рекреации для населения.

**Ключевые слова:** *Vaccinium uliginosum*, *Oxycoccus palustris*, урожайность, геоботаника, биологический запас, эксплуатационный запас

## RESULTS OF THE STUDY OF THE YIELD OF *VACCINIUM ULIGINOSUM* L. AND *OXYCOCCUS PALUSTRIS* PERS. WITHIN THE SUBURBAN SWAMP PHYTOCENOSIS

Grebeneva D.M., Amosova I.B.

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk,  
e-mail: grebeneva.d@edu.narfu.ru, i.amosova@narfu.ru

The article presents the results of a study of the yield of two of the most widespread species of marsh food shrubs – *Oxycoccus palustris* and *Vaccinium uliginosum*. The work was carried out within the limits of the marsh phytocenosis in the vicinity of the city of Novodvinsk, Arkhangelsk region. A complete geobotanical description of the phytocenosis has been performed. Within the described phytocenosis, 3 tiers are distinguished: sparse, single tree stand, grass-shrub and moss tiers. The yields of *O. palustris* and *V. uliginosum* were determined by the method of accounting sites. To determine the yield of cranberries, 15 accounting sites were laid, and for blueberries, 25 accounting sites measuring 0.5 × 0.5 m. All sites were laid in 5 steps. The biological and operational reserve is calculated. The results obtained were compared with the literature yield data for the Arkhangelsk region. The paper presents data on the variation of the weight of the studied species, which generally correspond to the biological characteristics of the species. The biological reserve of *O. palustris* is 0.38 kg/ha, and the operational reserve is 0.32 kg/ha. *V. uliginosum* has a biological reserve of 1.6 kg/ha, and an operational reserve of 1.2 kg/ha, these reserves are below the minimum value for the Arkhangelsk region. These territories are not suitable to recommend them for the use of industrial blanks. This suburban swamp phytocenosis is an effective food base for the local fauna and as a place of recreation for the population.

**Keywords:** *Vaccinium uliginosum*, *Oxycoccus palustris*, productivity, geobotany, biological reserve, operational reserve

Болота занимают значительную часть площади суши на Земле, в том числе на территории Архангельской области. Эта экосистема богата пищевыми ресурсами для животных и человека. В настоящее время интерес к болотам не только не утрачен, но и становится все более актуальным в связи с ростом спроса на натуральные органические продукты. Это наиболее актуально для северных территорий, так как неоднократно подтверждалось высокое содержание витаминов и микроэлементов в пищевых растениях северных территорий в сравнении с более южными регионами. На данный момент в России идет рост площадей,

отданных под плантации ягодных растений, в том числе произрастающих на болоте.

Цель исследования: определить биологический и эксплуатационный запас *Vaccinium uliginosum* и *Oxycoccus palustris* в пределах болотного фитоценоза, подверженного рекреационной нагрузке.

### Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в окрестностях города Новодвинска, в пределах верхового типа болота, поросшего сосной (координаты 64.389362, 40.736068) – наиболее типичного и распространенного болотного фитоценоза для Северо-Западного региона (рис. 1).

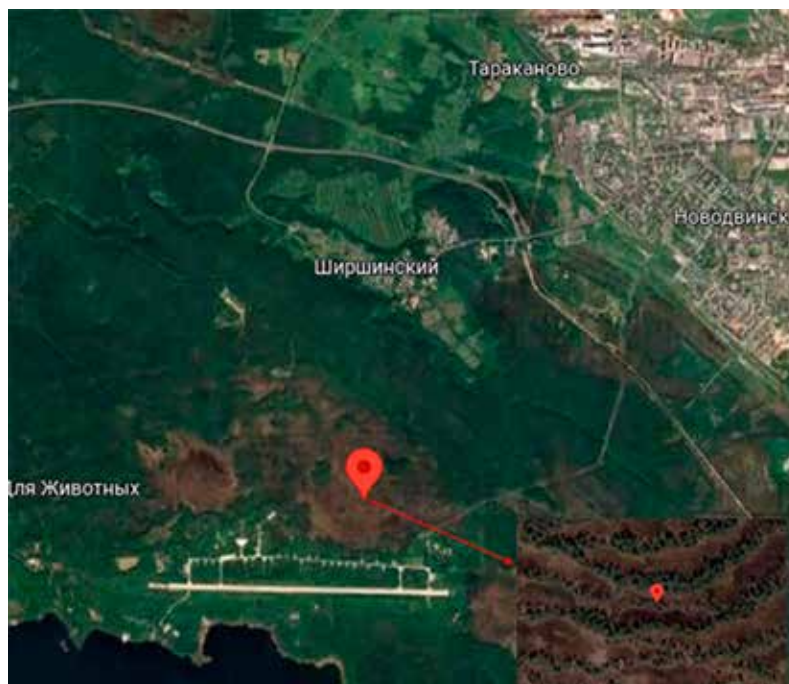


Рис. 1. Территория исследования



А – фитоценоз



Б – учетная площадка

Рис. 2. Общий вид территории исследования

Анализ территории болота свидетельствует о том, что на него оказывается постоянная незначительная рекреационная нагрузка как на непосредственное место отдыха и сбора ягод.

Геоботаническое обследование растительности в пределах района исследования выполнили с использованием традиционных методик [1]. Полевые исследования включали выполнение геоботанических описаний на пробных площадях. Латинские названия таксонов приведены по С.К. Черпанову (1995) (1995), с уточнениями (по отдельным видам) согласно сайту <https://www.plantarium.ru>.

Для исследования были выбраны два растения как наиболее широко распространенные виды – *O. palustris* и *V. uliginosum*, используемые для промышленной заготовки. У данных видов определялась урожайность. Информация о методике определения запаса сырья была взята из источников [1].

Для геоботанического описания фитоценоза и для определения урожайности ресурсных видов закладывалась временная пробная площадь размером 15×15 м (S – площадь массива, 225 м<sup>2</sup>), а в ней по 15 учетных площадок *O. palustris*, а для *V. uliginosum* – 25 учетных площадок размером 0,5×0,5 м (рис. 2).

Урожайность и запас сырья *O. palustris* и *V. uliginosum* определяли методом учетных площадок. Данный метод наиболее эффективен для *O. palustris*, *V. uliginosum*, имеющих довольно высокое проективное покрытие в пределах верховых болотных фитоценозов.

Учетные площадки закладывались по диагонали с расстоянием между ними 5 шагов. В каждой учетной площадке, прежде чем собрать с нее сырье, определяли процент проективного покрытия вида [1].

На каждой из учетных площадок собирали все сырье и сразу же взвешивали с точностью  $\pm 5$  г.

Сбор производился в сухую погоду. Результат по каждой площадке записывали отдельно. В дальнейшем проводили камеральную обработку результатов. Расчет биологического и эксплуатационного запаса производили по следующим формулам:

Биологический запас:

$$(M_{\text{ср}} + 2 \times m) \times S$$

Эксплуатационный запас сырья:

$$(M_{\text{ср}} - 2 \times m) \times S$$

### Результаты исследований и их обсуждение

Геоботаническое описание показано следующее.

Рельеф области равнинный, мезорельеф на участке не выражен. Микрорельеф выражен приствольными повышениями, кочками до 20 см и микропонижениями, которые занимают примерно 20% территории участка.

Следов деятельности человека и животных не зафиксировано. Данная территория служит местом сбора ягод у местного населения. Рекреационная нагрузка незначительная, в пределах самого фитоценоза отсутствуют тропинки.

В пределах описанного фитоценоза выделено 4 яруса: разреженный, единичный древостой, травяно-кустарничковый и моховой ярусы (табл. 1) [2].

Название ассоциации: *Pinus sylvestris* – *Calluna vulgaris* + *Vaccinium uliginosum* – *Sphagnum capillifolium*.

Для данных видов, приуроченных к болотным фитоценозам, была составлена эколого-биологическая характеристика выбранных объектов исследования.

*Vaccinium uliginosum* – симподиально ветвящийся кустарничек. Листья очередные, обратнойцевидные или продолговатые, плотные, темно-зеленые, блестящие. Осенью листья краснеют и опадают, ягода может не опадать и оставаться на голых ветках до заморозков. Цветковые почки закладываются за год до плодоношения в июле-августе. Цветет голубика в мае. Плод – округлая ягода. Окраска ягод голубая, с сизым налетом [3]. Растет на олиготрофных болотах, т.е. приспособлена к обитанию на бедных минеральных почвах, а также на почвах, образованных торфом слабой степени разложения. Голубика приурочена к местобитанию с умеренным увлажнением. По шкале Л.Г. Раменского наибольшая численность голубики достигает при 80–89 ступеней влажности (от сырлугового до болотно-лугового). *V. uliginosum* – вид светолубивый, растет на открытых или слабо затененных местах, значительно лучше плодоносит на хорошо освещенных местах, чем на затененных. В отношении температурных условий более холодостойкое растение.

Данный вид относится к пациентам S – неконкурентоспособный вид, содоминант при благоприятных условиях [4].

*Oxycoccus palustris* – вечнозеленый, симподиально ветвящийся стелющийся кустарничек с тонким лежащим стеблем. Листочки кожистые, яйцевидные или продолговато-яйцевидные, сверху лилово-зеленые, с внутренней стороны покрыты воском.

Таблица 1

Геоботаническая характеристика болотного фитоценоза

Признак	Древесный ярус	Подрост	Кустарничковый ярус	Травяно-кустарничковый ярус	Мохово-лишайниковый ярус
Количество видов	2	2	1	9	4
Доминирующие виды	<i>Pinus sylvestris</i> + <i>Betula pubescens</i>	<i>Pinus sylvestris</i> + <i>Betula pubescens</i>	<i>Betula nana</i>	<i>Calluna vulgaris</i> + <i>Empetrum nigrum</i> + <i>Vaccinium uliginosum</i>	<i>Sphagnum capillifolium</i>
Высота, м	2,5–3	0,37	0,5	0,25	–
Форму древостоя	6С4Б	6С4Б	–	–	–

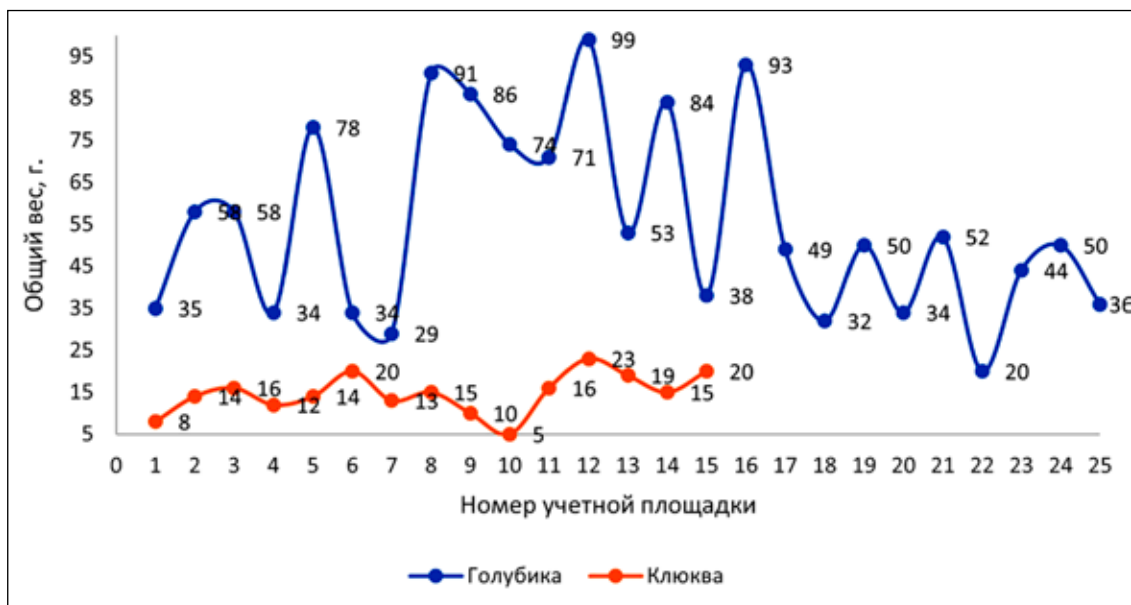


Рис. 3. Вариации веса плодов в пределах учетных площадок

Мелкие розовые цветки одиночные или сборные по два-шесть в зонтиковидную кисть. Начало цветения приходится на первые числа июля, созревание плодов происходит до ноября-декабря. Плод – шаровидная, эллипсоидальная или яйцевидная ягода красного цвета [3].

*O. palustris* встречается на местообитаниях как с умеренным увлажнением, так и на сильнообводненных топях. По шкале Л.Г. Раменского увлажнение от 86–96 (от сыролугового увлажнения до болотного). Клюква – светолюбивый вид. По шкале Элленберга она занимает восьмую ступень светолюбивых. Также он отметил, что клюква безразлична к температурным условиям. В отношении минерального питания почвы олиготроф [5].

Клюква имеет промежуточный тип стратегии по Раменскому–Грайму (1977) – С – конкурент-патент.

Исходя из эколого-биологических характеристик видов, это типичные обитатели переходных и верховых болот. Проведенная геоботаника болотного фитоценоза подтверждает характерные особенности структуры сложения и благоприятность условий для произрастания этих видов.

Для определения урожайности на каждой учетной площадке собирали все плоды определенного вида. Затем проводили взвешивание. Данные заносили в таблицу. Вариации веса плодов и в пределах учетных площадок представлены на рисунке 3.

Вариация плодов клюквы: минимальный вес 5 г, максимальный вес 20 г, для го-

лубики минимальный вес 20 г, максимальный вес 99 г.

Коэффициент вариации веса плодов голубики равен 42%, что превышает 30%, следовательно, наблюдается значительный разброс по этому показателю. Это может быть связано с неравномерным распределением растений в пределах фитоценоза и созреванием плодов, что, скорее всего, связано с микрорельефом. Голубика предпочитает микроповышения, которые в большей степени дренируются. Коэффициент вариации веса плодов клюквы 33%, что незначительно превышает 30%. В этом случае вариация плодов выражена незначительно. Возможно, это связано с тем, что клюква предпочитает микропонижения, которые хорошо выражены на участке и более равномерно представлены по всему фитоценозу.

Неравномерное распределение растений в пределах фитоценоза и их различия в количестве и размере плодов также могут быть связаны с неблагоприятными погодными условиями или антропогенными факторами, такими как места отдыха людей, места кормежки диких животных и птиц.

Подсчитали среднюю арифметическую урожайности *Oxycoccus palustris* ( $M_{cp}$ ) и ошибку средней арифметической ( $m$ ) по следующим формулам [1]:

Урожайность клюквы равна

$$M_{cp} \pm m = 14,7 \pm 1,2 \text{ г.}$$

Урожайность голубики равна

$$M_{cp} \pm m = 55,28 \pm 4,6 \text{ г.}$$



Таблица 2

## Биологический и эксплуатационный запас

Название вида	Биологический запас, кг/га	Эксплуатационный запас, кг/га
<i>Oxycoccus palustris</i>	0,38	0,32
<i>Vaccinium uliginosum</i>	1,6	1,2

Ошибка в обоих случаях меньше 10%. Согласно выбранной методике, считается, что было выбрано достаточное количество площадок для клюквы и голубики. Небольшая ошибка говорит о достаточности учетных площадок для определения урожайности и запаса сырья.

Затем производился расчет биологического и эксплуатационного запаса (табл. 2):

По данным расчетам, биологический и эксплуатационный запас *клюквы* очень низкий. Биологический запас *Oxycoccus palustris* в Архангельской области – 435 кг/га, а эксплуатационный – 720 кг/га [6]. В сравнении с данными наш биологический запас составляет 0,08%, а эксплуатационный – 0,04%.

Биологический и эксплуатационный запас плодов *Vaccinium uliginosum* в Архангельской области – около 300 кг/га. Урожайность в Архангельской области составляет  $117,1 \pm 3,1$  кг/га [7].

По данным расчетам, количество биологического запаса – 0,05%, эксплуатационного – 0,04%.

### Заключение

При сравнении с литературными источниками биологический и эксплуатационный запас *O. palustris* и *V. uliginosum* на данном болоте является невысоким – меньше 0,1% в сравнении с запасами сырья Архангель-

ской области. Данное болото нельзя рекомендовать для промышленного сбора ягод, но оно является хорошей кормовой базой для животных, птиц и местом сбора пищевых ресурсов для местного населения.

### Список литературы

1. Демина М.И., Соловьева А.В., Четчина Н.В. Геоботаника с основами экологии и географии растений. // Российский государственный аграрный заочный университет. 2013. [Электронный ресурс]. URL: [http://ebs.rgazu.ru/db/5\\_27\\_05\\_13\\_8/2/2.pdf](http://ebs.rgazu.ru/db/5_27_05_13_8/2/2.pdf) (дата обращения: 19.04.2023).
2. Тиходеева М.Ю., Лебедева В.Х. Практическая геоботаника (анализ состава растительных сообществ). СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2015. 166 с.
3. Даньков В.В., Скрипниченко М.М., Логинова С.Ф., Горбачева Н.Н., Щербакова Г.В., Долженко Т.В. Ягодные культуры: учебное пособие. СПб.: Лань, 2022. 197 с.
4. Баландин Т.П. Голубика обыкновенная // Биологическая флора Московской области. 1983. № 7. С. 177-187.
5. Баландин Т.П. Клюква четырехлепестная // Биологическая флора Московской области. 1993. № 9-2. С. 78-87.
6. Егорова Н.Ю., Егошина Т.Л. Характеристика компонентов продуктивности клюквы болотной в болотных сообществах средней тайги // Международная научно-практическая конференция. Состояние и перспективы использования недревесных ресурсов леса (Кострома, 10 сентября 2013 г.). Пушкино: Издательство Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2014. С. 49–54.
7. Лугинина Е.А., Егошина Т.Л., Капустина Н.В. Ресурсная характеристика голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) в таежной зоне России // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Том 19, № 2 (3). С. 468-472.



УДК 574.58

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГОРНЫХ РЕК  
(РЕКА ДЖУБГА, РЕКА МЗЫМТА, РЕКА ШЕПСИ, РЕКА ТУАПСЕ,  
РЕКА ШАПСУХО) ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ ИХ РАСЧИСТКЕ**

**Денисенко О.С., Добрица К.В., Добрица М.О.**

*ООО «Азово-Черноморский научный центр рыбохозяйственных исследований», Краснодар,  
e-mail: rosfishcenter@mail.ru*

В статье были проанализированы, структурированы и представлены результаты собственных гидробиологических исследований, а также научных данных по икhtiофауне рассматриваемых водотоков, проанализированы используемые при проектировании и планировании работ практические подходы и технические решения, представлены результаты оценки влияния работ по расчистке русел горных рек черноморского побережья Краснодарского края от древесно-кустарниковой растительности, карчей, упавших деревьев и донных отложений с последующим формированием паводочного русла на состояние водных биоресурсов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе и Шапсухо. На основании действующих ведомственных нормативных правовых актов Российской Федерации нами были произведены работы по расчету направлений и основных составляющих негативного воздействия на все компоненты гидро- и икhtiоценозов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе и Шапсухо. Проведены многокомпонентные расчеты на имитационной модели ИМРВ «Поток» 1.0, предназначенной для определения параметров и показателей возможного распространения и осадения взвесей и загрязнений в водотоках, водоемах и морских акваториях на основе двумерной математической модели. В процессе проведения исследований на водотоках и дальнейших расчетов нами были выявлены все виды и направления негативного воздействия на компоненты гидро- и икhtiоценозов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе и Шапсухо, а также проработаны наиболее эффективные и целесообразные виды компенсационных мероприятий.

**Ключевые слова:** черноморские реки, гидробиологический мониторинг, экологический ущерб, расчистка, гидробионты, математическое моделирование, искусственное воспроизводство, компенсационные мероприятия

**HYDROBIOLOGICAL MONITORING OF MOUNTAIN RIVERS  
(DZHUBGA RIVER, MZYMTA RIVER, SHEPSI RIVER, TUAPSE RIVER,  
SHAPSUKHO RIVER) OF THE BLACK SEA COAST OF KRASNODAR KRAI  
AND COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE  
DURING THEIR CLEARING**

**Denisenko O.S., Dobritsa K.V., Dobritsa M.O.**

*LLC "Azov-Black Sea Scientific Center for Fisheries Research", Krasnodar,  
e-mail: rosfishcenter@mail.ru*

The article analyzed, structured and presented the results of their own hydrobiological studies, as well as scientific data on the ichthyofauna of the watercourses under consideration, analyzed the practical approaches and technical solutions used in the design and planning of works, presented the results of assessing the impact of work on clearing the channels of mountain rivers of the Black Sea coast of the Krasnodar Territory from tree and shrub vegetation, karches, fallen trees and bottom sediments with subsequent formation of a flood channel on the state of aquatic bioresources of the rivers Dzhubga, Mzymta, Shepsi, Tuapse and Shapsuho. Based on the existing departmental regulatory legal acts of the Russian Federation, we have carried out work on the calculation of the directions and main components of the negative impact on all components of the hydro- and ichthyocenoses of the Dzhubga, Mzymta, Shepsi, Tuapse and Shapsukho rivers. Multicomponent calculations were carried out on the IMRV "Stream" 1.0 simulation model, designed to determine the parameters and indicators of the possible spread and deposition of suspensions and pollutants in watercourses, reservoirs and marine areas based on a two-dimensional mathematical model. In the process of conducting research on watercourses and further calculations, we identified all types and directions of negative impact on the components of the hydro- and ichthyocenoses of the Dzhubga, Mzymta, Shepsi, Tuapse and Shapsuho rivers, and also worked out the most effective and appropriate types of compensation measures.

**Keywords:** Black Sea rivers, hydrobiological monitoring, environmental damage, clearing, hydrobionts, mathematical modeling, artificial reproduction, compensatory measures

В результате выпадения осадков уровень воды в горных реках регулярно в течение последних лет превышает опасные отметки с образованием паводков, в результате которых происходит подтопление селитебных

территорий многочисленных населенных пунктов. Одной из причин, по которой русла рек не справляются с паводковыми водами, является их занесение наносами и зарастание древесно-кустарниковой растительностью.

В целях предупреждения возникновения негативных воздействий природных факторов на горных реках, а также для безаварийного пропуска паводковых вод и увеличения пропускной способности русел рек, в целях защиты от затопления и подтопления селитебных территорий паводковыми водами, администрациями муниципальных образований проводятся работы по расчистке и дноуглублению отдельных участков русел рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо с привлечением специализированной организации.

Осуществление предлагаемых мероприятий позволит упорядочить русловой процесс на проблемных участках указанных водотоков, увеличить пропускную способность русел, снизить динамическую нагрузку на берега рек, улучшить условия прохождения объектов инфраструктуры и прилегающих территорий санаторно-курортной зоны Черноморского побережья Краснодарского края. Стратегической целью расчистки русел рек является улучшение состояния водных экосистем, сохранение биоразнообразия и биоресурсов в целом, повышение качества водных ресурсов.

Цель исследования – оценка комплексного экологического ущерба при работах по расчистке горных рек (Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо) Черноморского побережья Краснодарского края от древесно-кустарниковой растительности, карчей, упавших деревьев и донных отложений с последующим формированием паводочного русла, оценка воздействия дноуглубительных работ на окружающую среду, планирование и реализация комплекса мероприятий по снижению и предотвращению антропогенного воздействия на экосистемы водотоков.

#### Материалы и методы исследования

В качестве основных методических основ и подходов при проведении исследований нами были использованы основополагающие законодательные акты и научные подходы [1–3].

Исходные сведения и показатели по гидробиологическим и ихтиологическим параметрам рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо были получены прежде всего из собственных материалов и фондовых данных, зарегистрированных Федеральной службой по интеллектуальной собственности в виде базы данных, охраняемой авторскими правами: «База данных показателей современного состояния гидробиологических сообществ фитопланктона, зоопланктона и зообентоса водных объектов Азо-

во-Черноморского и Волжско-Каспийского рыбохозяйственных бассейнов» [4] и «База данных современного видового состава ихтиофауны и пространственного распределения ихтиопланктона, молоди и взрослых особей рыб в пресноводных водных объектах Азово-Черноморского и Волжско-Каспийского рыбохозяйственных бассейнов» [5].

Проведены многокомпонентные расчеты на имитационной модели ИМРВ «Поток» 1.0, предназначенной для определения параметров и показателей возможного распространения и осадения технологических взвесей и загрязнений в водотоках, водоемах и морских акваториях на основе двумерной математической модели. Подробное описание основных возможностей модели, на основе которой разработана программа ИМРВ «Поток» 1.0, можно найти в работах [6, 7].

При планировании и осуществлении исследований нами были использованы методики и определители [8–10]. Отметки уровней воды 5% и 1% обеспеченности приняты по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий и расчетов. Параметры проектируемых русел рек для увеличения пропускной способности рассчитаны на основании кривой расходов воды гидравлическим методом по формуле Шези – Железнякова, справедливой в большом диапазоне глубин потока и коэффициентов шероховатости.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Исследования гидробиологических параметров рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо проводились нами в период подготовки проектных материалов с целью максимально объективной оценки актуального состояния естественной кормовой базы рыб и оценки антропогенного влияния на состояние и динамику развития всех компонентов гидро- и ихтиоценозов рассматриваемых водотоков [11–13].

Фитопланктонное сообщество горных рек из-за малых глубин и достаточно высоких скоростей течения отличается невысокой степенью разнообразия и включает четыре отдела водорослей – синезеленые (*Cyanophyta*), зеленые (*Chlorophyta*), золотистые (*Chrysophyta*) и диатомовые (*Bacillariophyta*).

Обычно в водотоках по количеству доминируют диатомовые водоросли – до 80%, по биомассе – диатомовые (до 50%) и золотистые (40%). Субдоминирующее положение в фитопланктонном сообществе рек по количеству занимают зеленые водо-

росли, что свидетельствует о поступлении в нее с суши достаточно большого количества биогенов.

Для сезонной динамики развития фитопланктона рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо характерно увеличение его численности и биомассы от весеннего периода к осеннему. Описанный характер сезонной динамики развития планктонных микроводорослей связан с прогревом воды и накоплением к сентябрю-октябрю в реке биогенов из-за некоторого уменьшения водности и проточности, а также увеличения рекреационной нагрузки.

В целом по показателям развития фитопланктона реки Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо, как и большинство других рек черноморского побережья Северо-Западного Кавказа, могут быть отнесены к олиготрофным (малокормным) водным объектам (табл. 1).

**Таблица 1**

Показатели развития фитопланктонного сообщества рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

Водоток	Численность, млн кл./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>
Река Джубга	8,15	25,0
Река Мзымта	276,4	182,3
Рек Шепси	25,48	32,07
Река Туапсе	9,02	30,1
Река Шапсухо	10,01	130,7

Зоопланктонное сообщество горных рек в плане структурной организации включает две группы беспозвоночных: формы, проводящие весь свой активный период жизненного цикла в толще воды, а также формы, находящиеся в толще воды на одном из этапов развития (табл. 2).

**Таблица 2**

Показатели развития зоопланктонного сообщества рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

Водоток	Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>
Река Джубга	17,52	530,00
Река Мзымта	10,70	380,00
Рек Шепси	2,12	189,70
Река Туапсе	1,56	17,90
Река Шапсухо	1,90	3,30

Облигатные представители зоопланктона включают коловраток (*Rotatoria*), ветви-

стоусых (*Cladocera*) и веслоногих (*Copepoda*) ракообразных.

Факультативный компонент (группа «Прочие») более разнообразен. Он включает молодь двустворчатых ракообразных – остракод (*Ostracoda*), пелагических личинок комаров (*Nematocera*) из семейства кровососущие комары *Culicidae*, молодь малощетинковых червей – олигохет (*Oligochaeta*), личинок амфибиотических насекомых (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*, *Diptera*). Доминирующей группой в реках Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо по численности являются коловратки, по биомассе – ветвистоусые ракообразные.

Временная динамика развития зоопланктона в рассматриваемых водотоках заключается в возрастании от весеннего (май) к осеннему (сентябрь) периоду и численности, и биомассы организмов.

Зообентосное сообщество рассматриваемых водотоков характеризуется развитием и существованием на протяжении всего жизненного цикла в условиях высоких скоростей течения, сезонного колебаний уровня воды, а также большого количества аллохтонного органического вещества, приносимого с суши, что способствует развитию в реках различных видов биотопов, приспособленных для обитания зообентосных сообществ (табл. 3).

Поэтому зообентосное сообщество рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо достаточно разнообразно. Этот факт связан с наличием в водотоке течения, обеспечивающего хорошую перемешиваемость вод и насыщаемость их кислородом. На участках с каменистым грунтом развиваются литофильные донные биоценозы, песчаным – псаммофильные.

**Таблица 3**

Показатели развития зообентосного сообщества рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

Группа	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
Река Джубга	442	8,78
Река Мзымта	128	2,07
Рек Шепси	137	1,81
Река Туапсе	157	3,72
Река Шапсухо	419,8	14,30

В ней обитают представители пяти типов зообентоса – плоские, круглые и кольчатые черви, моллюски и членистоногие. Общее разнообразие зообентоса в отдельных водотоках составляет свыше 28 видов донных беспозвоночных.

По мере продвижения от верхнего течения рек к нижнему исчезают некоторые реофильные виды и появляются лимнофильные, менее требовательные к качеству воды. Так, в нижнем течении рек отсутствуют веснянки, ряд видов ручейников, плоские черви, но в заметном количестве развиваются нематоды, олигохеты и пиявки.

Наиболее массового развития в реках Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо по численности достигают личинки двукрылых. Субдоминируют личинки ручейников и поденок. По биомассе доминируют личинки ручейников и поденок. Личинки двукрылых, несмотря на высокую численность, из-за малых индивидуальных размеров характеризуются низкими значениями биомассы.

#### *Рыбохозяйственная категория водных объектов*

Реки Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо согласно Постановлению Правительства РФ от 28 февраля 2019 г. № 206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения» и Приказу Министерства сельского хозяйства России от 23.10.2019 № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биологических ресурсов» отнесены к водным объектам высшей категории рыбохозяйственного значения [14, 15].

Собственная ихтиофауна в реках Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо представлена в основном типичными видами для горных рек: это усач кубанский *Barbus tauricus kubanicus*, подуст колхидский *Chondrostoma colchicum*, голавль *Leuciscus cephalus* и др. В верховьях рек отмечено наличие жилой формы черноморской кумжи – ручьевой форели (*Salmo trutta labrax*). Из малоценных, непромысловых видов встречаются длинноусый пескарь, бычки двух видов, кубанская быстрянка, щиповка.

В целом ядро видового состава ихтиофауны рек представлено основными 12 видами рыб:

Сем. карповые (Cyprinidae): кубанская быстрянка (*Alburnoides kubanicus*), елец афипский (*Leuciscus aphipsi*), северокавказский пескарь (*Romanogobio pentatrichus*), рыбец обыкновенный (*Vimba vimba vimba*), шемая черноморско-азовская (*Chalcaburnus chalcoides mento*), голавль (*Leuciscus cephalus*), подуст колхидский (*Chondrostoma colchicum*), усач кубанский (*Barbus tauricus kubanicus*).

Сем. вьюновые (Cobitidae): щиповка переднеазиатская (*Cobitis aurata*)

Сем. бычковые (Gobiidae) – бычок-песочник (*N. fluviatilis*), бычок-пущик (*Proterorhinus marmoratus*).

Сем. лососевые – жилая форма черноморской кумжи – ручьевая форель (*Salmo trutta labrax*).

По характеру откладывания икры (местам нереста) в ихтиофауне рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо выделяют несколько групп: фитофилы, остракофилы, литофилы, пелагофилы, псаммофилы. Фитофилы нерестятся на растительный субстрат, остракофилы – в раковины живых двустворчатых моллюсков, литофилы – на каменистый грунт, пелагофилы – в толщу воды, псаммофилы – на песок.

#### *Технологические особенности производства работ*

При рекогносцировочном обследовании и в результате технических проработок был определен участок первоочередных мероприятий по расчистке рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо. Выделение указанных участков обуславливалось тем, что отложение больших объемов наносов значительно снижает сечение русла реки, ведет к уменьшению его пропускной способности, что может послужить причиной подтопления прилегающих территорий, на которых находятся объекты инфраструктуры прилегающих населенных пунктов.

Исходя из возможности беспрепятственно пропускать возможные паводки, работы по расчистке русел рек целесообразно выполнять с конца участка, поднимаясь вверх по течению. При выполнении работ целесообразно выделить следующие этапы:

I этап. Очистка русел рек на каждом участке расчистки от древесно-кустарниковой растительности, карчей, упавших деревьев.

II этап. Разработка донных отложений и выполнение паводочных русел рек с заложением откосов 1:2 или 1:3.

Основные работы по расчистке русел необходимо выполнять в меженный период при низких горизонтах воды. Поскольку работы в русле реки не допускаются выполнять в период нереста рыбы, в это время необходимо выполнить все подготовительные работы с тем, чтобы с окончанием периода нереста рыбы приступить к работам в русле рек при меженных расходах воды.

Разработка грунта под проектные русла производится экскаватором с погрузкой в автосамосвалы и дальнейшей транспортировкой к месту складирования. После разгрузки автосамосвалов отвал грунта разравнивается бульдозером.

Таблица 4

Основные характеристики при расчистке рек  
Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Река Джубга	Река Шепси	Река Туапсе	Река Шапсухо	Река Мзымта
1	Общая протяженность участков расчистки реки	км	0,85	3,65	1,1	1,15	2,0
2	Пропускная способность русла реки после расчистки						
	– при паводках 1% обеспеченности	м <sup>3</sup> /с	809	748	2269	748	728
	– при паводках 5% обеспеченности	м <sup>3</sup> /с	603	582	1885	558	594
3	Ширина по дну	м	от 14 до 24	от 30 до 40	от 30 до 81	от 16 до 44	90,0
4	Заложение откосов		1:2	1:3	1:3	1:3	1:3
5	Объем выемки						
	– сухой грунт	м <sup>3</sup>	15 885,0	122571,0	35 943,0	18 475,0	68 761,0
	– влажный грунт	м <sup>3</sup>	6 550,0	9 225,0	29 922,0	14 009,0	221 700,0
	Общий объем земляных работ	м <sup>3</sup>	22 435,0	131796,0	65 865,0	32 484,0	290 461,0
6	Продолжительность производства работ	мес.	4,1	14,0	6,3	4,6	19,5

Грунт, вынутый при расчистке русел рек, в полном объеме вывозится на площадку складирования по согласованию с местной администрацией, которая размещается за пределами прибрежной защитной полосы водного объекта.

Перед проведением работ в руслах рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо подрядной организации необходимо заключить договор с ФГБУ «Специализированный центр гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды Черного и Азовского морей» (ФГБУ «СЦГМС ЧАМ»), для получения информации, касающейся погодных условий, так как на горных реках ливневые паводки формируются очень быстро, и при появлении признаков надвигающегося дождя или получения информации о неблагоприятной метеобстановке необходимо в кратчайшие сроки покинуть участок производства работ в русле реки, вывести технику из русла, обеспечить максимально быстрый выход людей из зоны возможного затопления.

Дноуглубительные работы, связанные с изменением дна и берегов поверхностных водных объектов, за исключением случаев, предусмотренных частью 2 статьи 47 Водного кодекса Российской Федерации (п. 7 ст. 11 Водного кодекса Российской Федерации) должны проводиться на основании решения о предоставлении водного объекта в пользование.

Основные характеристики при расчистке рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо приведены в табл. 4.

Сформированное паводковое русло рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо должно плавно стыковаться с выше и ниже лежащими участками русла, а по всей длине участка необходимо провести комплекс работ по ликвидации скоплений карчей, поваленных деревьев, осередов и побочней.

После окончания работ по расчистке русла участков рек демонтируется производственная площадка, твердые бытовые отходы вывозятся на полигон ТБО, проводятся эколого-восстановительные работы (посев травы) на используемой производственной площадке и площадке для складирования изымаемого грунта.

В процессе работ нами были проведены многокомпонентные расчеты на имитационной модели ИМРВ «Поток» 1.0, предназначенной для определения параметров и показателей возможного распространения и осаждения взвесей и загрязнений в водотоках, водоемах и морских акваториях на основе двумерной математической модели. Для расчетов используется двумерная (усредненная по глубине) модель, полученная из трехмерного уравнения конвекции-диффузии плотности взвеси  $\phi$ , так как в данном случае использование трехмерного численного моделирования для решения задач переноса взвеси неоправданно

в связи с тем, что размер ареала распространения взвеси существенно превышает глубину и отсутствует детальная информация о вертикальных распределениях параметров водного потока. При проведении расчетов накапливаются данные для вычисления интегральных параметров.

Поступившая в воду взвесь при проведении работ на водотоках непременно будет переноситься течением по направлению русла сверху вниз и одновременно под воздействием силы тяжести с различной степенью интенсивности опускаться на дно. В дальней зоне концентрация взвеси уменьшается за счет процесса турбулентного перемешивания и в результате осаждения твердых фракций. При этом взвешенные вещества рассматриваются как не влияющая на фоновое поле скорости жидкости примесь, перенос которой определяется лишь заданной величиной скорости течения и интенсивностью турбулентной диффузии. В дальней зоне применим принцип суперпозиции. Последнее означает, что распространение взвеси можно представить в виде движения совокупности отдельных не взаимодействующих облаков взвеси, образованных частицами разных размеров. Эти облака движутся сквозь водную толщу под воздействием местных течений и осаждаются на дно. В процессе движения они увеличиваются в размере за счет горизонтальной турбулентной диффузии, а концентрация взвешенных веществ в них падает. Концентрацию взвеси в произвольной точке при этом будем определять в виде суммы концентраций пассивной примеси в отдельных облаках, включающих данную точку в рассматриваемый момент времени. Для проведения разработки грунта в руслах рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо используется экскаватор с объемом ковша  $1,5 \text{ м}^3$  производительностью  $0,015 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Восстановление донных сообществ после проведения работ и выпадения на дно мелкодисперсной взвеси происходит достаточно медленно с обязательным изменением трофической структуры биоценозов, прежде всего связанной с уменьшением видового состава, биомассы, сменой доминирующих и субдоминирующих групп зообентоса. При этом, в соответствии с научными данными, восстановление донного биоценоза происходит не ранее чем через три года после прекращения негативного воздействия.

Превышение над фоновыми показателями концентраций привнесенных извне взвешенных веществ также крайне опасно для планктонных сообществ, под воздей-

ствием которых происходят аналогичные описанным выше изменения в структуре биоценозов.

Гранулометрический состав разрабатываемых естественных грунтов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо по результатам инженерно-геологических изысканий показывает, что для всех водотоков плотность разрабатываемых в руслах рек грунтов составляет от  $1,85$  до  $2,16 \text{ кг}/\text{м}^3$ , преобладающей фракцией является размерная группа от  $5$  до  $20 \text{ мм}$ .

Количественные характеристики можно получить лишь с помощью численной математической модели русловых процессов. Для такой модели, реализованной в программе ИМРВ «Поток» 1.0, в качестве исходных данных задаются меженные расходы и глубины, а также параметры продольного и поперечного профиля русла и распределения скоростей потока по ширине и длине рек. Для расчета скоростей потока используется зависимость скорости основного потока от глубины и перепадов глубин. В результате имеются все морфометрические и гидрологические характеристики водотоков, необходимые для последующего моделирования с помощью программы ИМРВ «Поток» 1.0.

Анализ отображаемых в процессе моделирования числовых значений, карт и графиков позволяет заключить, что при принятых для моделирования исходных данных о морфометрических характеристиках и гидрологическом режиме рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо, гранулометрическом составе и источниках поступления взвеси, подтверждено наличие повышенной (по сравнению с фоновыми концентрациями) технологической мутности, параметры которой приведены на рисунке и в табл. 5.

Разработка грунта из-под воды экскаваторами приведет также к негативному воздействию на водные биоресурсы в части повреждения площадей для нагула рыб и русловых площадей нереста литофильных видов рыб.

На поврежденных в период работ участках русла рек произойдет  $100\%$  гибель бентосных кормовых организмов. Восстановление бентосных организмов русла рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо произойдет в течение трех лет.

Учитывая гидрологические характеристики рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо, отсутствие субстрата для нереста рыб, а также отсутствие в составе ихтиофауны рек фитофильных видов рыб, в месте производства работ отсутствуют пойменные и русловые нерестилища.

ИМРВ "Поток" 1.0	
<b>Расчет гидравлических параметров водотока</b>	
Коэффициент Шези (C), $m^{1/2}/c$	17,72
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	18,40
Безразмерный коэффициент N	33,24
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком ( $d_m$ ), мм	0,18361619911
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц ( $u_{max}$ ), м/с	0,167
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц ( $u_c$ ), м/с	0,40766
Безразмерный параметр G	1,274
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0001346
Гидромеханический параметр (Г)	0,00033
<b>Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток</b>	
Действующий фронт работ (Вд), м	0,20
Расход воды, $m^3/c$ :	
- через фронт работ (Qд)	0,0218
- средний в створе работ (Qв)	1,741
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	1,5018
- начальная (в створе работ) (Sн)	2160,00
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,000495610
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	1450,0

ИМРВ "Поток" 1.0	
<b>Расчет гидравлических параметров водотока</b>	
Коэффициент Шези (C), $m^{1/2}/c$	18,72
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	19,10
Безразмерный коэффициент N	36,47
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком ( $d_m$ ), мм	0,197531
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц ( $u_{max}$ ), м/с	0,119
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц ( $u_c$ ), м/с	0,00692
Безразмерный параметр G	0,029
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0024
Гидромеханический параметр (Г)	0,254
<b>Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток</b>	
Действующий фронт работ (Вд), м	3,00
Расход воды, $m^3/c$ :	
- через фронт работ (Qд)	0,0720
- средний в створе работ (Qв)	0,120
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	3,151
- начальная (в створе работ) (Sн)	366,30
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,800
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	5000,0

Данные расчетов по моделированию в рамках проводимых работ

ИМПВ "Поток" 1.0	
<b>Расчет гидравлических параметров водотока</b>	
Коэффициент Шези (C), м <sup>1/2</sup> /с	26,25
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	24,38
Безразмерный коэффициент N	65,25
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d <sub>м</sub> ), мм	0,12240423124
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (u <sub>мх</sub> ), м/с	0,186
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u <sub>с</sub> ), м/с	0,33974
Безразмерный параметр G	0,679
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0001121
Гидромеханический параметр (Г)	0,00033
<b>Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток</b>	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, м <sup>3</sup> /с:	
- через фронт работ (Qд)	1,5200
- средний в створе работ (Qв)	50,768
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвз)	0,8048
- начальная (в створе работ) (Sн)	219,95
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,000265598
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	1006428,6

ИМПВ "Поток" 1.0	
<b>Расчет гидравлических параметров водотока</b>	
Коэффициент Шези (C), м <sup>1/2</sup> /с	18,94
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	19,26
Безразмерный коэффициент N	37,19
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d <sub>м</sub> ), мм	155,17951722298
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (u <sub>мх</sub> ), м/с	0,935
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u <sub>с</sub> ), м/с	0,35283
Безразмерный параметр G	0,186
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0001165
Гидромеханический параметр (Г)	0,00033
<b>Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток</b>	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, м <sup>3</sup> /с:	
- через фронт работ (Qд)	0,9500
- средний в створе работ (Qв)	19,000
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвз)	40,2716
- начальная (в створе работ) (Sн)	368,53
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,013289639
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	1994800,0

Данные расчетов по моделированию в рамках проводимых работ



ИМРВ "Поток" 1.0	
<b>Расчет гидравлических параметров водотока</b>	
Коэффициент Шези (C), м <sup>1/2</sup> /с	18,94
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	19,26
Безразмерный коэффициент N	37,19
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d <sub>м</sub> ), мм	155,17951722298
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (u <sub>пгв</sub> ), м/с	0,935
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u <sub>с</sub> ), м/с	0,35283
Безразмерный параметр G	0,186
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0001165
Гидромеханический параметр (Г)	0,00033
<b>Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток</b>	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, м <sup>3</sup> /с:	
- через фронт работ (Qд)	0,9500
- средний в створе работ (Qв)	19,000
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	40,2716
- начальная (в створе работ) (Sн)	368,53
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,013289639
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	1994800,0

ИМРВ "Поток" 1.0	
<b>Расчет гидравлических параметров водотока</b>	
Коэффициент Шези (C), м <sup>1/2</sup> /с	24,31
Безразмерный параметр M (функция коэф. Шези)	23,02
Безразмерный коэффициент N	57,08
Максимальный диаметр частиц грунта, уносимых потоком (d <sub>м</sub> ), мм	20,455378
Предельная гидравлическая крупность взвешиваемых частиц (u <sub>пгв</sub> ), м/с	0,615
Средняя гидравлическая крупность транспортируемых взвешенных частиц (u <sub>с</sub> ), м/с	0,31386
Безразмерный параметр G	0,202
Коэффициент, зависящий от средней скорости водотока и гидравлической крупности взвешенных частиц (E)	0,0006
Гидромеханический параметр (Г)	0,002
<b>Расчет стартовой мутности и продолжительности ее воздействия на водоток</b>	
Действующий фронт работ (Вд), м	1,00
Расход воды, м <sup>3</sup> /с:	
- через фронт работ (Qд)	2,6040
- средний в створе работ (Qв)	96,687
Дополнительная мутность, г/л:	
- взмыва (Sвзм)	12,243
- начальная (в створе работ) (Sн)	134,79
Концентрация взвеси, соответствующая транспортной способности потока (St), г/л	0,024
Среднее время воздействия повышенной мутности на водоток (t), сек.	596000,0

Данные расчетов по моделированию в рамках проводимых работ

Таблица 5

Результаты расчетов по моделированию в рамках проводимых работ

Вид воздействия	Объемы шлейфов взвеси с повышенной концентрацией, м <sup>3</sup>		Площади переотложения шлейфов взвеси, м <sup>2</sup>		Время существования областей шлейфа, с	
	> 100 мг/л	100–20 мг/л	> 10 мм	5–10 мм	> 100 мг/л	100–20 мг/л
Расчистка русла реки Джубга	1288,0	8846,0	0,0	126,5	1254800	1445278
Расчистка русла реки Мзымта	8842,6	12258,2	0,0	1884,2	1824022	2101002
Расчистка русла реки Шепси	2244,8	3202,0	0,0	222,3	1125456	1298006
Расчистка русла реки Туапсе	4404,1	6988,4	0,0	1088,8	1456800	1822236
Расчистка русла реки Шапсухо	1882,6	2996,3	0,0	322,4	1022588	1188526

Таблица 6

Результаты расчета вреда водным биоресурсам рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо

Водоток	Общий вред, кг		Величина вреда, кг	Количество сеглеток черноморской кумжи (черноморского лосося) средней навеской не менее 3,0 г, необходимых для компенсации нанесенного вреда, шт.
	Косвенный характер наносимого вреда (кормовая база)	Прямой характер наносимого вреда (ихтиофауна)		
Река Джубга	84,67	147,45	232,12	13264
Река Мзымта	791,84	733,41	1525,25	87158
Река Шепси	43,28	202,99	246,27	9910
Река Туапсе	180,25	235,11	415,36	23735
Река Шапсухо	169,14	454,85	623,99	35657
Итого	1269,18	1773,81	3042,99	169724

Литофильные виды рыб на пойменных участках в соответствии с их биологическими особенностями никогда не нерестятся, соответственно вред водным биоресурсам от повреждения пойменных и русловых нерестилищ литофильных видов рыб не рассчитывается.

При этом на расчищаемых участках рек присутствуют русловые нерестилища для литофильных видов рыб, что связано со сложившимся гидрологическим режимом и морфологией русла рек, незначительными глубинами и наличием плесов. Рыбопродуктивность русловых нерестилищ рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо оценивается на уровне 0,005 т/га.

Разработку грунта из-под воды предусматривается производить в посленерестовый период, когда в водотоках отсутствуют икра, личинки и ранняя молодь рыб. Взрослые особи рыб стараются избегать зон повышенной мутности и покидают этот район до восстановления в нем фоновых значений.

Кроме того, шум при работе строительной техники отпугнет рыб из района работ. Таким образом, расчет вреда от гибели икры, личинок и ранней молоди рыб, а также взрослых особей рыб не производится.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в ходе намечаемой хозяйственной деятельности, несмотря на предусмотренный разработчиками проектной документации комплекс технологических и природоохранных решений, наблюдается косвенное (гибель и снижение продуктивности кормовых организмов) негативное воздействие на водные биоресурсы рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо.

Общий вред от проводимых в рамках проекта работ будет складываться из следующих видов негативного воздействия:

– механическое воздействие на участке расчистки русла, сопровождаемое уничтожением донных биоценозов (зообентоса) рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо;

– механическое воздействие на участке расчистки русла, сопровождаемое уничтожением площадей русловых нерестилищ литофильных видов рыб рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо;

– угнетение и гибель гидробионтов (планктонных организмов) в шлейфах взвеси при работах в русле рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо;

– угнетение и гибель гидробионтов (планктонных организмов) в водогрунтовой смеси при извлечении грунта из-под воды ковшом экскаватора;

– повреждение поверхности водосборного бассейна рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо, приводящее к снижению рыбопродуктивности в результате сокращения (перераспределения) стока.

Общий вред гидробионтам рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо от проводимых работ приведен в табл. 6.

### Заключение

К мерам по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания отнесен производственный экологический контроль влияния осуществляемой деятельности на состояние водных биоресурсов и среды их обитания. Непосредственному исполнителю работ в рамках проектной документации рекомендуется разработка и утверждение Программы производственного экологического контроля влияния осуществляемой деятельности на состояние водных биоресурсов рек Джубга, Мзымта, Шепси, Туапсе, Шапсухо и среды их обитания в месте осуществления деятельности с последующей реализацией запланированных мероприятий.

Проектной документацией предусмотрено введение ограничений на проведение работ во время нереста общей продолжительностью 4 месяца, в том числе запрет на проведение работ в период нереста как весенне-нерестующих видов рыб (2 месяца), так и осенне-нерестующих видов рыб (2 месяца).

### Список литературы

1. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 06 мая 2020 года № 238 «Об утверждении Методики определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/400411500/> (дата обращения: 19.03.2023).

2. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 31 марта 2020 года № 167 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам»

[Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74543552/> (дата обращения: 19.03.2023).

3. Белоусов А.Н., Яковлев С.В. Система требований к организации и осуществлению мероприятий по сохранению биологического разнообразия, водных биоресурсов и среды их обитания в целях возмещения вреда при реализации плановой хозяйственной деятельности // Грани познания. 2015. № 4 (38). С. 52–57.

4. Денисенко О.С., Добрица К.В. База данных показателей современного состояния гидробиологических сообществ фитопланктона, зоопланктона и зообентоса водных объектов Азово-Черноморского и Волжско-Каспийского рыбохозяйственных бассейнов. Свидетельство о регистрации базы данных. Номер регистрации (свидетельства): 2022623382. Дата регистрации: 12.12.2022.

5. Денисенко О.С., Добрица К.В., Добрица М.О. База данных современного видового состава ихтиофауны и пространственного распределения ихтиопланктона, молоди и взрослых особей рыб в пресноводных водных объектах Азово-Черноморского и Волжско-Каспийского рыбохозяйственных бассейнов. Свидетельство о регистрации базы данных. 2022. Номер регистрации (свидетельства): 2022623888. Дата регистрации: 29.01.2023.

6. Денисенко О.С., Живчиков В.Г. ИМПВ «Поток» 1.0 – имитационная математическая модель для расчета распространения и седиментации технологических наносов в водотоках при определении вреда водным биологическим ресурсам // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 129. С. 563–588.

7. Денисенко О.С. Использование математического моделирования в расчетах распространения и седиментации технологических наносов в водотоках при определении вреда водным биологическим ресурсам и среде их обитания // В сборнике: Полевые и экспериментальные исследования биологических систем: материалы V Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых исследователей. 2019. С. 66–69.

8. Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания в Азово-Кубанском рыбохозяйственном районе: материалы учебно-методической конференции для ФГБУ «Азчеррыбвод». Ростов-на-Дону, 2015. 48 с.

9. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. 1. 420 с.

10. Цалолихин С.Я., Пржиборо А.А., Кияшко П.В., Циценкина И.Г., Березина Н.А., Иванова Л.В., Гонтарь В.И., Туманов Д.В., Курашов Е.А., Степаньянц С.Д., Богатов В.В., Солдагенко Е.В., Винарский М.В. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод европейской России. Москва, СПб., 2016. Т. 2. Зообентос. 510 с.

11. Карнаухов Г.И. Биоценозы малых рек Краснодарского края // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 10–1 (100). С. 71–79.

12. Карнаухов Г.И. Биоценозы некоторых черноморских рек // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 4–1 (82). С. 82–85.

13. Карнаухов Г.И. Оценка биоразнообразия ихтиофауны некоторых водоемов юга России // В сборнике: Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 175–182.

14. Постановление Правительства РФ от 28.02.2019 № 206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/72190046/> (дата обращения: 19.03.2023).

15. Приказ Министерства сельского хозяйства России от 23.10.2019 № 596 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биологических ресурсов» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/73223799/> (дата обращения: 19.03.2023).

УДК 579.64:631.46(575.1)

## ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ В СОСТАВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОЧВЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЛИЯНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

<sup>1</sup>Жаббаров З.А., <sup>1</sup>Атоева Г.Р., <sup>2</sup>Сайитов С.С.

<sup>1</sup>Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент;

<sup>2</sup>Институт минеральных ресурсов, Ташкент, e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com

В настоящее время загрязнение почв бытовыми отходами становится одной из самых актуальных проблем, как и другие виды загрязнения. К этой проблеме приводят рост населения мира и усиление урбанизации. Хвостохранилище бытовых отходов города Ташкента расположено в Ахангаранском районе Ташкентской области. Для изучения изменения летучих соединений в составе органических составляющих почвы в результате влияния бытовых отходов были отобраны почвенные пробы и проанализированы в лабораторных условиях с помощью спектрофотокалориметра, а количество летучих соединений в органическом веществе почвы – с помощью газовой хроматографии (Agilent 8890 GC da SIM, SCAN va Electron Impact (EI), методом режима ионизации (Agilent 5977B Series GC / MSDc). В почвенных пробах, загрязненных бытовыми отходами, установлено повышенное содержание органических соединений, таких как алканы, простые эфиры, опасные для жизни человека различные органические кислоты, бензол, амиды и полиамиды, которые практически не присутствуют в фоновом образце почвы, отобранном на удалении от полигона бытовых отходов. Увеличение содержания этих органических соединений в почве усложняет биологические, химические, физические и агрохимические процессы, происходящие в почве, что приводит к снижению плодородия почвы.

**Ключевые слова:** почва, бытовые отходы, органическое соединение, летучие соединения, бензоприн, нафталин

## CHANGES IN VOLATILE COMPOUNDS IN THE COMPOSITION OF SOIL ORGANIC COMPONENTS AS A RESULT OF THE INFLUENCE OF HOUSEHOLD WASTE

<sup>1</sup>Zhabbarov Z.A., <sup>1</sup>Atoeva G.R., <sup>2</sup>Sayitov S.S.

<sup>1</sup>National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent;

<sup>2</sup>Institute of Mineral Resources, Tashkent, e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com

Currently, soil pollution with household waste is becoming one of the most urgent problems, like other types of pollution. This problem is caused by the growth of the world population and increasing urbanization. The tailing dump for domestic waste in the city of Tashkent is located in the Akhangaran district of the Tashkent region. To study the change in volatile compounds in the composition of soil organic constituents as a result of the influence of household waste, soil samples were taken and analyzed in the laboratory using a spectrophotocalorimeter, and the amount of volatile compounds in soil organic matter using gas chromatography (Agilent 8890 GC da SIM, SCAN va Electron Impact (EI), ionization mode method (Agilent 5977B Series GC / MSDc). In soil samples contaminated with household waste, elevated levels of organic compounds, such as alkanes, ethers, various organic acids hazardous to human life, benzene, amides and polyamides, which are practically not present in the background soil sample taken at a distance from the landfill. An increase in the content of these organic compounds in the soil complicates the biological, chemical, physical and agrochemical processes occurring in the soil, which leads to a decrease in soil fertility.

**Keywords:** soil, household waste, organic compounds, volatile compounds, benzoprine, naphthalene

Бытовые отходы, поступавшие в почвенный покров, претерпевают различные изменения, при этом вместе с полезными компонентами в почве образуются различные вредные соединения, которые участвуют в биологических, химических и физических процессах в почве. Это приводит к ухудшению свойств почвы, в том числе плодородности почвенного покрова. В результате накопления, переработки и сжигания отходов сельскохозяйственных поля и плодородные почвы становятся непригодными для использования. В результате сжигания отходов в составе почв территорий, прилегающих к полигонам твердых бытовых отходов, обнаружены органические углеводородные

соединения, такие как нафталин, тетрафен, хризен, флуорен, а также невысокие содержания пирена и пиримидина [1, 2]. Средняя концентрация полициклических ароматических углеводородов в торфяных почвах северо-востока Европы составляет 150–3700 нг/г [3].

Повышение содержания полициклических ароматических углеводородных соединений, таких как бензантрацен, 3,4-бензо(а)пирен, 7,12-диметилбензантрацен, входящих в состав газов, вызывает развитие опасных опухолей в организме человека. Эти соединения накапливаются не только в воздухе, но и в почве, сельскохозяйственных продуктах и попадают в организм человека, поражая его [4, 5].



Рис. 1. Накопление органических загрязнителей в почве

Различные органические соединения, полициклические ароматические углеводородные соединения, свободные углеводородные газы в больших количествах содержатся в почвах, расположенных вокруг полигонов бытовых отходов и различных промышленных зон. В почвах зон, удаленных от промышленных предприятий, количество этих соединений уменьшается [6, 7]. Накопление бытовых отходов на сельскохозяйственных землях и их сжигание приводят к накоплению в почве различных органических загрязнителей, в результате чего сельскохозяйственные земли начинают приходить в негодность (рис. 1) [8].

N-тридекан, гексан оксилон обладают токсичными свойствами и при попадании в почву нарушают ее структуру, отрицательно влияют на ее биологическую активность. Загрязнение почв этими веществами приводит к фитотоксическому воздействию на рост и биомассу растений; внесение аммиачных удобрений в почву и накопление отходов также приводят к более сильному загрязнению почв вышеуказанными веществами [5].

Полициклические ароматические углеводороды – эти высокомолекулярные органические соединения бензольного ряда, обладающие способностью диспергироваться в биосфере, образуются в результате естественного и техногенного загрязнения [9]. Исследование городских почв Москвы выявило шестикратное увеличение количества бенз(а)пирена, содержание которого в фоновых почвах составляет 10–740 мкг/кг. В почвах европейских стран этот показатель в 2–6 раз выше [10]. Из-за различных органических летучих соединений и водных отходов, образующихся в процессе разложения бытовых отходов, создается благоприятная среда для развития

различных вредных насекомых, грызунов, переносчиков инфекционных заболеваний и патогенов. Это представляет серьезную угрозу для здоровья человека [11].

Полициклические ароматические углеводороды в почвах тесно связаны с сельскохозяйственной, жилищной, транспортной и промышленной деятельностью [12]. Ученые считают, что почвы, загрязненные летучими органическими соединениями, можно очистить до 70,8% с помощью окислителя  $Fe^{2+}$ , активированного оксидом кальция ( $CaO_2$ ) и персульфат оксалат кислотой ( $S_2O_8^{2-}$ ) [13].

Результаты изучения почв, находящихся вокруг полигона твердых бытовых отходов города Ташкента, показали загрязнения этих почв тяжелыми металлами и изменение их агрохимических свойств [14, 15].

Исходя из вышеизложенного, были проведены лабораторные исследования проб почв, находящихся вокруг полигона твердых бытовых отходов города Ташкента, с целью изучения изменения летучих соединений в составе органических составляющих почвы в результате влияния бытовых отходов.

#### Материалы и методы исследования

Район исследования представляет собой типичные орошаемые серые почвы, распространенные вокруг полигона бытовых отходов г. Ташкента в Ахангаранском районе Ташкентской области. Этот полигон работает с 1968 года. В 2012 году к полигону добавлено еще 30 га в соответствии с решением Кабинета Министров Республики Узбекистан. Образцы почвы для исследования были отобраны по следующим координатам (рис. 2):  $41^{\circ}05'32.5''N$   $69^{\circ}28'48.8''E$ ,  $41^{\circ}08'15.0''N$   $69^{\circ}26'35.0''E$ .



Рис. 2. Снимок с высоты 200 м исследуемой территории

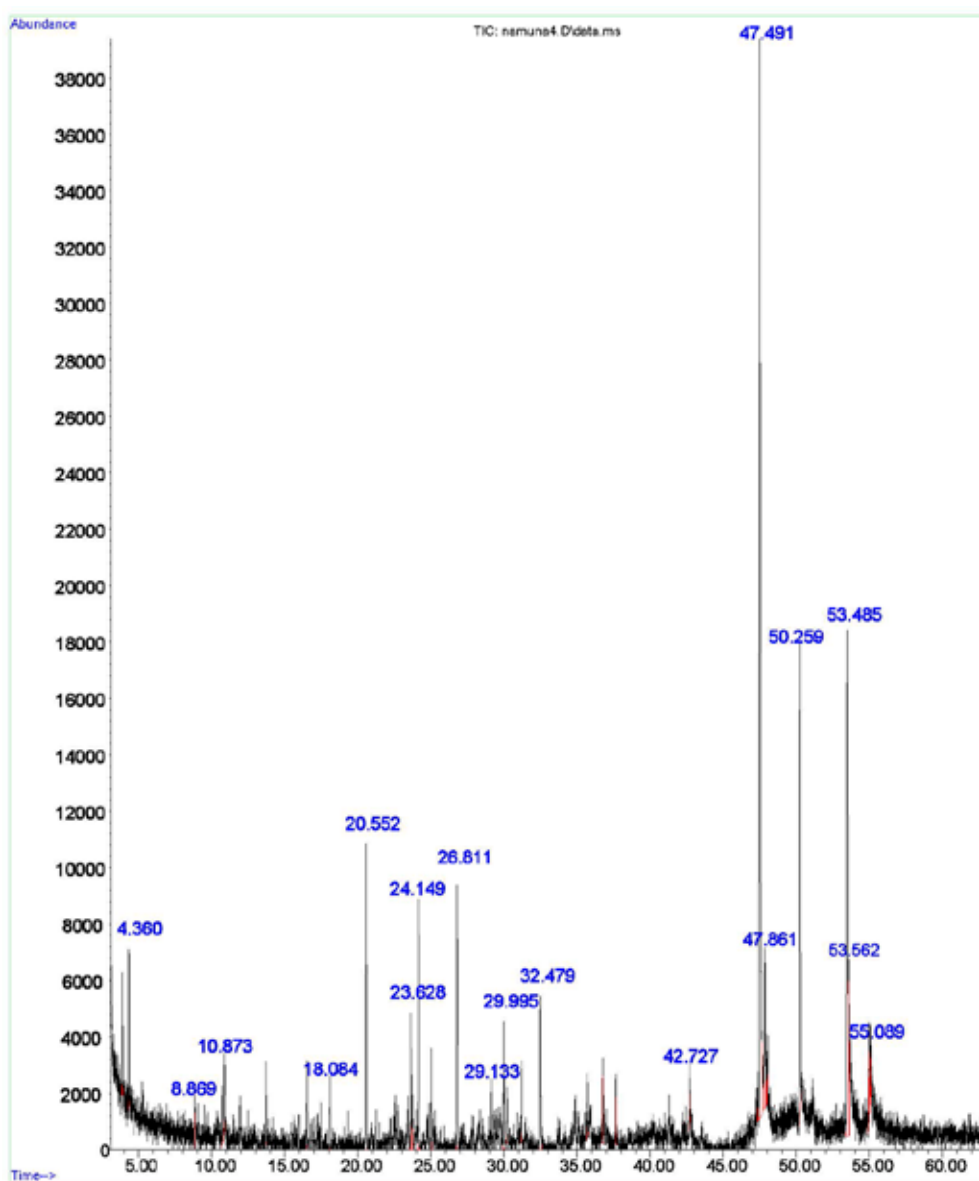


Рис. 3. Хроматограмма летучих органических соединений в органическом веществе почвенной пробы № 1, отобранной с полигона бытовых отходов

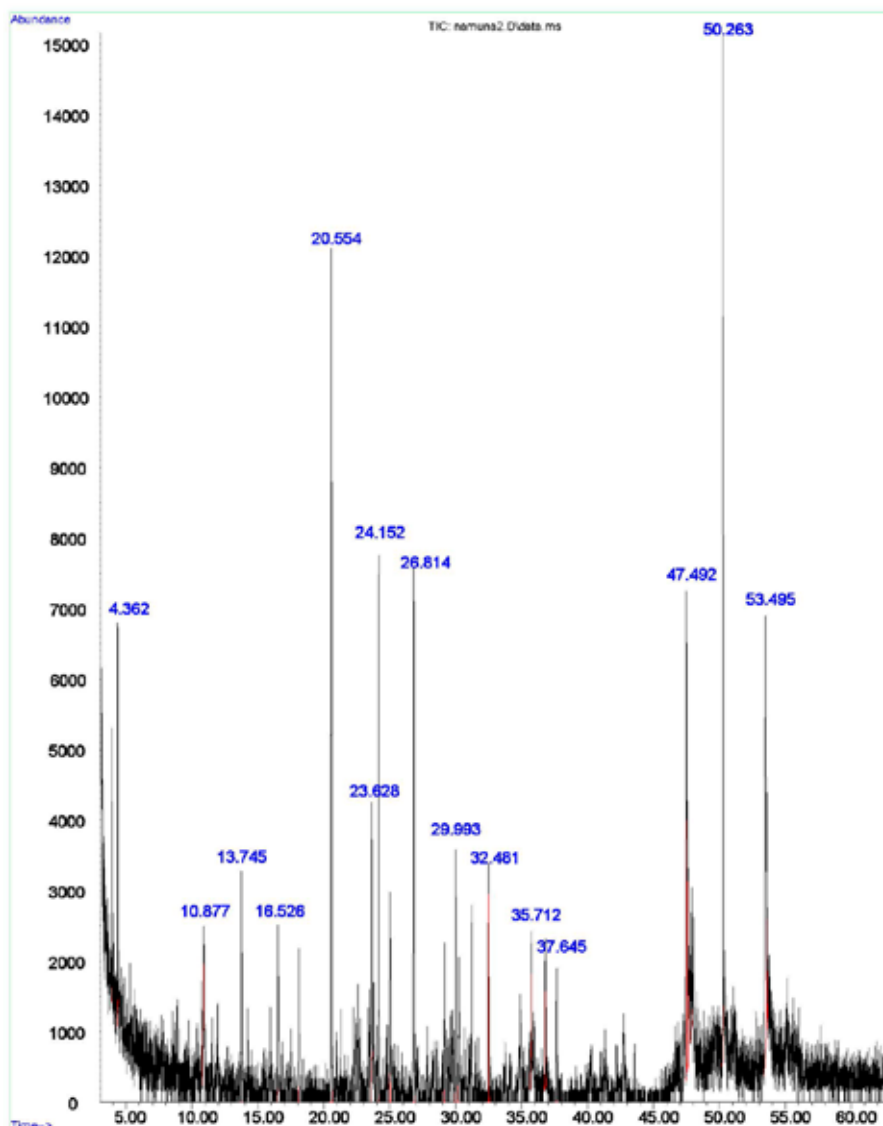


Рис. 4. Хроматограмма летучих органических соединений в органическом веществе фонового образца почвы (Проба № 2)

Отбор и хранение почвенных образцов для изучения органических свойств почв, загрязненных бытовыми отходами, осуществлялись в соответствии с Межгосударственным стандартом (ГОСТ: 17.4.4.02-84). Первая проба была отобрана с поверхности (0–20 см) полигона бытовых отходов в Ахангаранском районе Ташкентской области, вторая проба – на расстоянии 9 км (фон) от полигона с глубины 0–20 см. Общее количество органического вещества в пробах определено по ГОСТ-26213-91 с помощью спектрофотокалориметра, а количество летучих соединений в органическом веществе почвы – с помощью газовой хроматографии (Agilent 8890 GC da SIM, SCAN va Electron Impact (EI), методом режима ионизации (Agilent 5977B Series GC / MSDc).

### Результаты исследования и их обсуждение

Плодородие почвы напрямую связано с ее физико-химическими свойствами, гумусовым покровом, содержащимися в ней органическими и минеральными веществами и особенно с количеством различных полезных микроорганизмов в них и их биологической активностью.

Воздействие загрязнителей почвы на азотобактерии очень невелико, и увеличение их количества приводит к снижению уровня загрязнения почвы. Другая группа микроорганизмов, функция которых заключается в поддержании и восстановлении плодородия почвы в почве, очень чувствительна к загрязнению бытовыми отхода-



ми. Помимо микроорганизмов, органический состав почвы также является одним из важных показателей почвы. Увеличение и уменьшение содержания органических веществ также негативно сказываются на растениях, на активности микроорганизмов,

обитающих в почве. При изучении органических загрязнителей почв исследуемой территории было обнаружено, что отходы почвы содержат алкановые углеводороды, различные эфирные вещества и кислоты (рис. 3–5).

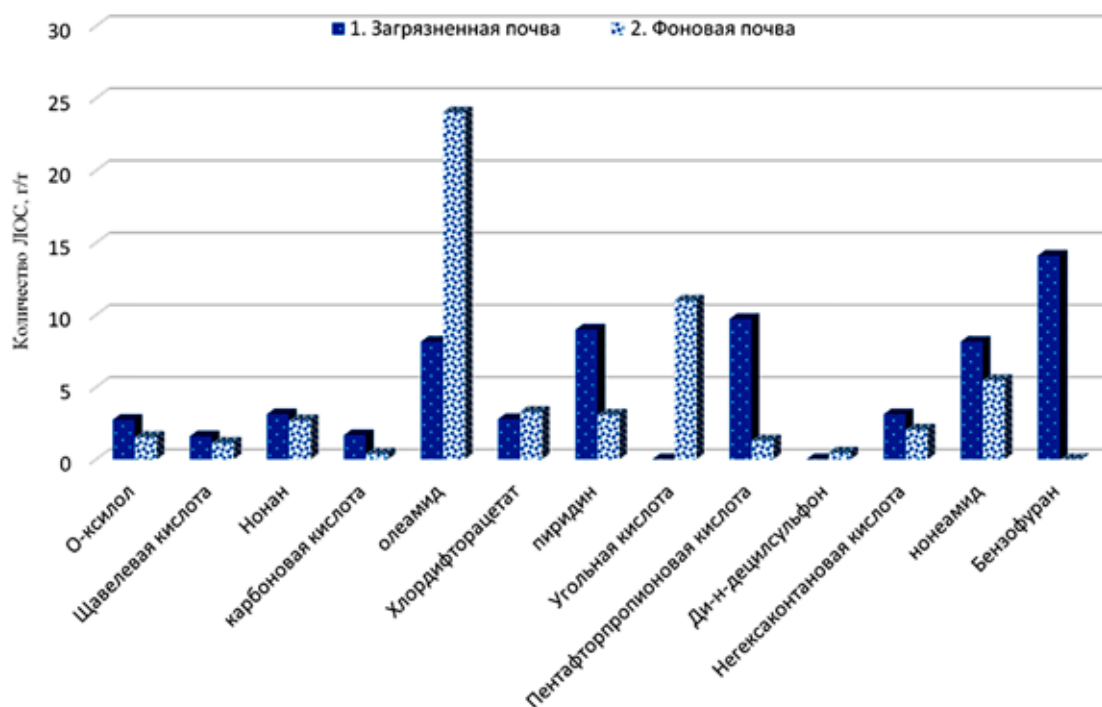


Рис. 5. Количество летучих органических соединений в почвах: пробы № 1 (загрязненная почва) и пробы № 2 (фоновая почва)

Количество летучих соединений органических веществ в почвах, загрязненных бытовыми отходами (проба № 1)

№	Название веществ	%	№	Название веществ	%
1	1,3-Cyclopentadiene, 5-(1-methylethylidene)	0,88	16	trans-2,3-Epoxydecane	0,52
2	1-Hexanol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)	0,20	17	N-Hexadecylpyridinium bromide	0,72
3	Bicyclo[3.2.1]oct-2-ene, 3-methyl-4-methylene-	0,78	18	Citronellol epoxide (R or S)	0,85
4	1,4-Cyclohexadiene, 3-ethenyl-1,2-dimethyl	1,19	19	2-Octyn-1-ol	0,16
5	Oxalic acid, 6-ethyloct-3-yl ethyl ester	1,16	20	2-Butyl-3-methylcyclopent-2-en-1-one	0,7
6	Decane, 3-methyl	1,18	21	3-Heptyne, 7-chloro-	0,49
7	Oxalic acid, cyclobutyl tetradecyl ester	2,15	22	Bicyclo[10.1.0]trideca-4,8-diene-1,3-carboxamide, N-(4-fluorophenyl)	0,35
8	2,4,6,8-Tetramethyl-1-undecene	1,12	23	Aspidofractinine-3-methanol, pha.,3.beta.,5.alpha.)	8,89
9	4-Allyloxyimino-2-carene	4,37	24	7-Octenal, 3,7-dimethyl	14,26
10	Oxalic acid, allyl undecyl ester	1,81	25	Carbonic acid, but-3-yn-1-yl undecyl ester	2,4
11	1,2-dibromo-Dodecane	4,53	26	Tricyclo[6.3.3.0]tetradec-4-ene,10,13-dioxo	0,94
12	Carbonic acid, but-3-yn-1-yl dodecyl ester	1,06	27	cis-9,10-Epoxyoctadecan-1-ol	1,04
13	8-Methyl-6-nonenoic acid	1,33	28	Oxirane, (7-octenyl)	1,05
14	Sulfurous acid, octadecyl 2-propyl ester	0,89	29	1H-3a,7-Methanoazulene, octahydro-1,4,9,9-tetramethyl	0,62
15	1-(Cyclopropyl-nitro-methyl)-cyclopentanol	0,91			



Результаты анализов показали, что почвы пробы № 1, распространенные вокруг территории полигона бытовых отходов, содержали о-ксилол, оксаликовую кислоту, алканы, олеамид, пиредин, карбоновую, карбонатную кислоту и др. Исследование показало, что количество почти всех органических соединений в загрязненных почвах было выше, чем в образце фоновой почвы. Летучие органические соединения различными путями попадают в почву и загрязняют ее. Олеамид и Di-n-Десилсульфон, карбонатная кислота в фоновом образце (проба № 2) накапливаются за счет выброса этих веществ в атмосферу при сжигании отходов. Кроме того, в образцах почвы, отобранных вблизи полигона, определено наличие таких органических соединений, как пентафторпропионовая кислота (9,71%) и бензофуран (14,1%), которые не были обнаружены в фоновом образце почвы.

Также результаты анализов показали, что органические соединения, обнаруженные в пробах почвы, загрязненных бытовыми отходами, отсутствовали во 2-й пробе почвы (таблица).

### Заключение

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод о том, что обнаруженные органические соединения состоят в основном из алканов, сложных эфиров, полициклических ароматических углеводородов, которые образовывались в результате сжигания бытовых отходов в течение многих лет. В сравнении с фоновыми почвами установлены повышенные содержания следующих летучих органических соединений в составе почв, распространенных вокруг полигона бытовых отходов г. Ташкента: О-ксилол, щавелевая кислота, нонан, карбоновая кислота, пиридин, негексаконтановая кислота, нонеамид, бензофуран и др. Установлено повышенное содержание некоторых органических летучих компонентов, таких как олеамид, Di-n-Десилсульфон, угольная кислота, в фоновом образце, что вызвано выбросом этих веществ в атмосферу при сжигании отходов.

### Список литературы

1. Цибарт А.С. Полициклические ароматические углеводороды в пироженных почвах заповедных территорий

(Хакасский заповедник) // География и природные ресурсы. 2012. № 2. С. 50-55.

2. Цибарт А.С., Геннадиев А.Н. Ассоциации полициклических ароматических углеводородов в пройденных пожарами почвах // Вестник Московского Университета. География. 2011. Сер. 5. № 3. С. 13-19.

3. Пастухов А.В., Каверин Д.А., Габов Д.Н. Полициклические ароматические углеводороды в мерзлотных бурхристых торфяниках на европейском северо-востоке // Почвоведение. 2017. № 7. С. 814-823.

4. Филатов В.В., Кайргалиев Д.В., Васильев Д.В., Мельников И.Н., Пичхидзе С.Я. Возможности жидкостной хроматографии в определении полициклических ароматических углеводородов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19108> (дата обращения: 21.02.2023).

5. Денисова А.П. Роль природных материалов и минеральных удобрений в связывании и биодegradации топливных углеводородов в почвах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2009. 23 с.

6. Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Пиковский Ю.И., Ковач Р.Г., Кошовский Т.С., Хлынина Н.И. Углеводородное состояние почв в условиях загрязнения атмосферы локализованным промышленным источником // Почвоведение. 2016. № 9. С. 1-11.

7. Агапкина Г.И., Чиков П.А., Шелепчиков А.А., Бродский Е.С., Фешин Д.Б., Буханько Н.Г., Балашова С.П. Полициклические ароматические углеводороды в почвах Москвы // Вестник Московского университета. Серия: Почвоведение. 2007. № 17. С. 38-47.

8. Максимова Е.Ю., Цибарт А.С. Абакумов Е.В. Полициклические ароматические углеводороды в почвах, пройденных верховым и низовым пожаром // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3. С. 63-68.

9. Абакумов Е.В., Парникова И.Ю., Лупачев А.В., Лодыгин Е.Д., Габов Д.Н., Кунах В.А. Содержание полициклических ароматических углеводородов в почвах окрестностей Антарктических станций // Гигиена и санитария. 2015. № 7. С. 20-25.

10. Белинская Е.А., Зыкова Г.В., Семёнов С.Ю., Финаков Г.Г. Полициклические ароматические углеводороды в почвах г. Москвы // Почвоведение. 2015. № 6. С. 668-674.

11. Зомарев А.М. Санитарно-гигиенический мониторинг полигонов захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) на этапах жизненного цикла: автореф. дис. ... докт. мед. наук, Пермь, 2010. 50 с.

12. Jomolca Parra Y., Oyebayo O.O., Guilherme M.P., Henrique P.A., Lima A., Ellenda S., Caumo S., Olajumoke A.M., Perolade C.V. Polycyclic aromatic hydrocarbons in soils and sediments in Southwest Nigeria // Environmental Pollution. 2020. Vol. 259. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.113732.

13. Jian Wang., Xiaofang Zhang., Xian Zhou., Michael Gatheru Waigi., Fredrick Owino Gudda., Chaolan Zhang., Wanting Ling. Promoted oxidation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils by dual persulfate calcium peroxide system // Science of The Total Environment. 2021. Vol. 758.

14. Жаббаров З.А., Атоева Г.Р., Сайитов С.С. Загрязнение почв тяжелыми металлами вокруг полигона твердых бытовых отходов города Ташкента // Научное обозрение. Биологические науки. 2021. № 2. С. 17-23.

15. Жаббаров З.А., Атоева Г.Р. Изменение агрохимических свойств почв, загрязненных бытовыми отходами // Научное обозрение. Биологические науки. 2020. № 4. С. 22-26.

УДК 631.468.514.239

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МЕСТНЫХ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЕРМИКОМПОСТА

**Эргашева Х.И., Исмаилов З.Ф.**

*Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, Самарканд,  
e-mail: ergashevahafza1990@gmail.com, 02040608@mail.ru*

В настоящее время использование органических удобрений и выращивание экопродукции являются актуальными вопросами в аграрной отрасли. В основе решения этой проблемы лежит биотехнология вермикультуры и приготовления биогуруса. В наших исследованиях мы изучаем биотехнологические процессы получения биогуруса, очень богатого минералами и витаминами, с использованием местных видов дождевых червей: *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta* и *Aporrectodea caliginosa*, а также дождевого червя *Eisenia anderyi*. В результате наших исследований будет разработана эффективная технология использования экологически чистого биоудобрения – биогуруса, полученного в результате биотехнологического процесса в сельском хозяйстве. На основе использования местных дождевых червей за счет ограничения завоза закупаемых из-за рубежа калифорнийских червей, а также за счет локализации технологии получения биогуруса с низкой себестоимостью возможно повысить эффективность сельскохозяйственного производства в нашей республике. Биотехнологические процессы зачастую не только безотходны, но и дают возможность решить проблемы переработки промышленных, бытовых и сельскохозяйственных органических отходов и получения из них обладающих ценными свойствами полезных продуктов. В настоящее время в большинстве стран, в том числе и в Узбекистане, в сфере сельскохозяйственного производства продуктивность сельскохозяйственных культур обеспечивается за счет применения минеральных удобрений. Регулярное внесение минеральных удобрений в больших количествах может изменить физико-химические свойства почвы и привести к накоплению в ней вредных веществ. Именно поэтому использование органических удобрений в сельском хозяйстве является актуальным вопросом. В наших экспериментах мы изучали оптимальные условия жизни местных дождевых червей и использовали их в биотехнологических процессах. Используя эпигейные виды дождевых червей, можно из органических отходов получить высокоэффективное органическое удобрение, которое можно использовать в качестве источника питательных веществ для растений с большим коммерческим потенциалом. Работа над проектами вермикомпостирования и промышленного вермикомпостирования является основной целью нашего исследования.

**Ключевые слова:** *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta*, *Aporrectodea caliginosa*, *Eisenia anderyi*, вермикультура, биогурус, органическое удобрение

## BIOTECHNOLOGICAL INDICATORS OF SOME NATIVE EARTHWORMS IN VERMICOMPOST PRODUCTION

**Ergasheva Kh.I., Ismailov Z.F.**

*Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand,  
e-mail: ergashevahafza1990@gmail.com, 02040608@mail.ru*

Currently, the use of organic fertilizers and the cultivation of eco-products are a topical issue in the agricultural industry. The solution to this problem is based on the biotechnology of vermiculture and biohumus preparation. In our research, we study biotechnological processes for obtaining biohumus, very rich in minerals and vitamins, using local species of earthworms: *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta* and *Aporrectodea caliginosa*, as well as the earthworm *Eisenia anderyi*. As a result of our research, an effective technology for the use of environmentally friendly bio-fertilizer – biohumus, obtained as a result of a biotechnological process in agriculture, will be developed. Based on the use of local dermatomycosis, it is possible to increase the efficiency of agricultural production by limiting the import of Californian worms at the expense of foreign currency, localizing the technology for obtaining biohumus at low costs in our republic. Biotechnological processes are often not only waste-free, but also provide an opportunity to solve the problems of organic processing of industrial, domestic and agricultural waste and obtain useful products with valuable properties from such products. At present, in most countries, including Uzbekistan, the productivity of crops in the field of agricultural production is ensured by the use of mineral fertilizers. Regular application of mineral fertilizers in large quantities can change the physical and chemical properties of the soil and lead to the accumulation of harmful substances in it. That is why the use of organic fertilizers in agriculture is an urgent issue. In our experiments, we studied the optimal living conditions of local earthworms and used them in biotechnological processes. Using above-ground species of earthworms, it is possible to make a highly effective organic fertilizer from organic waste. It can be used as a plant nutrient source with great commercial potential. Working on vermicomposting and industrial vermicomposting projects is the main goal of our research.

**Keywords:** *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta*, *Aporrectodea caliginosa*, *Eisenia anderyi*, vermiculture, biohumus, organic fertilizer

Почва является основным объектом земледелия и основным средством производства в сельском хозяйстве. Большое значение в минерализации почвы азоти-

стыми соединениями имеют живущие в почве кольчатые черви [1]. В сельском хозяйстве реакцию «убегания» дождевых червей на химические вещества использо-

вали для определения степени загрязнения почвы гербицидами, инсектицидами и другими химическими веществами [2]. Местные виды, встречающиеся в Узбекистане: *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta* и *Aporrectodea caliginosa*, встречаются в больших количествах в перегное под листовой подстилкой [3]. На основании изучения их адаптации к различным питательным субстратам органических отходов выбрана оптимальная среда для их биодеградационной активности. Разработана эффективная технология использования биоудобрения – биогумуса, полученного в результате биодеградации. В результате наших исследований можно повысить эффективность сельскохозяйственного производства за счет ограничения ввоза калифорнийских червей, закупаемых за иностранную валюту, на основе использования местных кольчатых червей, а также за счет локализации низкочастотной технологии производства биогумуса в нашей республике [4, 5]. Использование в сельском хозяйстве дождевых червей для переработки органических отходов, получения ценных и чистых органических удобрений с целью повышения урожайности сельскохозяйственных растений вызвало большой интерес у людей. Это новшество стало одним из первых шагов, предпринятых для благополучия человечества в обществе [3]. Биологические процессы зачастую не только безотходны, но и позволяют решать проблемы переработки органических промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов, придавая им ценные потребительские свойства [6]. Вермикомпост – экологически чистое органическое удобрение, оказывающее многогранное воздействие на почву и растения. Он не содержит семена сорняков, болезнетворные микроорганизмы и более безопасен по сравнению с обычным компостом [7].

Актуальность исследования заключается в том, что в современных условиях в сельскохозяйственном производстве в большинстве стран, в том числе и в Узбекистане, повышается урожайность сельскохозяйственных культур – благодаря применению минеральных удобрений. Регулярное внесение в почву больших количеств минеральных удобрений изменяет физико-химические свойства почвы (поглотительную способность, содержание поглощенных оснований и степень насыщения ими почвы, кислотность и pH почвенного раствора) и может привести к высокому накоплению вредных веществ в почве. Именно поэтому использование органических удобрений в сельском хозяйстве является актуальным вопросом.

## Материалы и методы исследования

В ходе наших исследований мы отобрали местных дождевых червей для реализации технологии биодеградации органических отходов с использованием местных видов кольчатых червей в лабораторных условиях, теплице и открытом грунте. Для сбора и фиксации дождевых червей был выбран участок площадью 1 м<sup>2</sup>. Сначала в выбранном месте выкапывается вертикальная траншея глубиной 50 см. Затем из каждого 10 см слоя с каждой стороны траншеи берут пробы почвы и там собирают дождевых червей. Собранных червей фиксируют для определения их вида. Перед фиксацией дождевых червей сначала очищают от частиц почвы и всевозможной грязи, а затем промывают чистой водой в специальной емкости (ванне). Очищенных дождевых червей помещают в чашку Петри и убивают в 2% растворе формалина. Черви становятся круглыми под действием формалина. Поэтому червей нужно собрать в ванночку и накрыть марлей, смоченной формалином. Формалиновая марля не позволяет червям нагреваться или портиться в жаркую погоду. После того, как черви немного затвердеют (2–3 часа), их для длительного сохранения закупоривают и этикеткируют в стеклянные бутылки емкостью 0,5 л, содержащие 5% формалина. В лаборатории собранные дождевые черви будут подготовлены для определения вида, биомассы и других характеристик. При выращивании вермиккультуры и приготовления вермикомпоста применялись общепринятые методы вермикопостирования. Согласно им приготовление вермикомпоста включает 4 этапа. 1. Подготовка субстрата. 2. Инкубация дождевых червей. 3. Культивирование дождевых червей в новой питательной среде. 4. Отделение дождевых червей от вермикомпоста [8]. В соответствии с этими методами можно использовать различные богатые азотом органические отходы. Необходимо обеспечить оптимальную температуру среды обитания дождевых червей 15–22 °С, влажность субстрата 60–70%, pH 7,3–7,6 [9]. Для определения химического состава полученных продуктов использовали следующие методы: количество гумуса в продукте определяли по методу И.В. Тюрина, количество NPK в биогумусе рассчитывали по методу Йодля – Бауэра.

## Результаты исследования и их обсуждение

Особое значение в процессе вермиккультуры дождевых червей имеет температура субстрата. Поскольку мы проводили наши исследования в лабораторных условиях,

у нас была возможность контролировать температуру субстрата. Результаты показали, что прироста биомассы в вермикультуре при +5 °С и ниже не происходит. Мы наблюдали, что количество биомассы увеличивалось параллельно с повышением температуры выше +5 °С. Наиболее оптимальная температура составляет +25 °С. Нам установлено, что местные дождевые черви, при температуре +25 °С, не производили биомассу высокими темпами, при температуре 35–40 °С они уходили в диапаузу (когда наблюдаем вермикультуру на примере четырех взрослых особей) (рис. 1). Видно, что количество коконов больше формируется у взрослых особей при 15–20 °С (когда наблюдаем вермикультуру на примере четырех взрослых особей) (рис. 1).

В результате экспериментов некоторые химические показатели продуктов, полученных в лабораторных условиях, сравнивали с составом предыдущего испытанного субстрата. При анализе содержания общих питательных веществ в образцах стандартного кормового навоза крупного рогатого скота, отобранного для вермикультуры дождевых червей, содержание гумуса составило 7,47%. Также анализировали общее количество азота, фосфора и калия в об-

разце. По ней установлено, что количество общего азота (N) составляет 0,42%, количество фосфора (P) – 0,21%, количество общего калия (K<sub>2</sub>O) – 0,58%, pH среды составлял 7,71. В образце биогуруса контрольного варианта (продукт, полученный от *Eisenia andrium*) количество гумуса составило 19,59%. Также анализировали общее количество азота, фосфора и калия в образце. По ней установлено, что общий азот (N) составляет 2,03%, фосфор (P) – 1,59%, общий калий (K<sub>2</sub>O) – 1,34%.

Было установлено, что pH среды составляет 7,48. Количество гумуса в образце биогуруса, полученного из *Eisenia fetida*, составило 31,44%. Установлено, что удобрение имеет удовлетворительный показатель содержания гумуса. Самыми необходимыми элементами питания для растения считались азот, фосфор и калий. По нему было замечено, что содержание общего азота (N) составляет 2,24%. Этот показатель в составе удобрений соответствует группе с обеспечением выше среднего. Обнаружено, что количество фосфора (P) в этом удобрении составляет 1,94%. Установлено, что по степени содержания количество общего фосфора более высоким. Установлено, что общее количество калия (K<sub>2</sub>O) составило 1,53%.

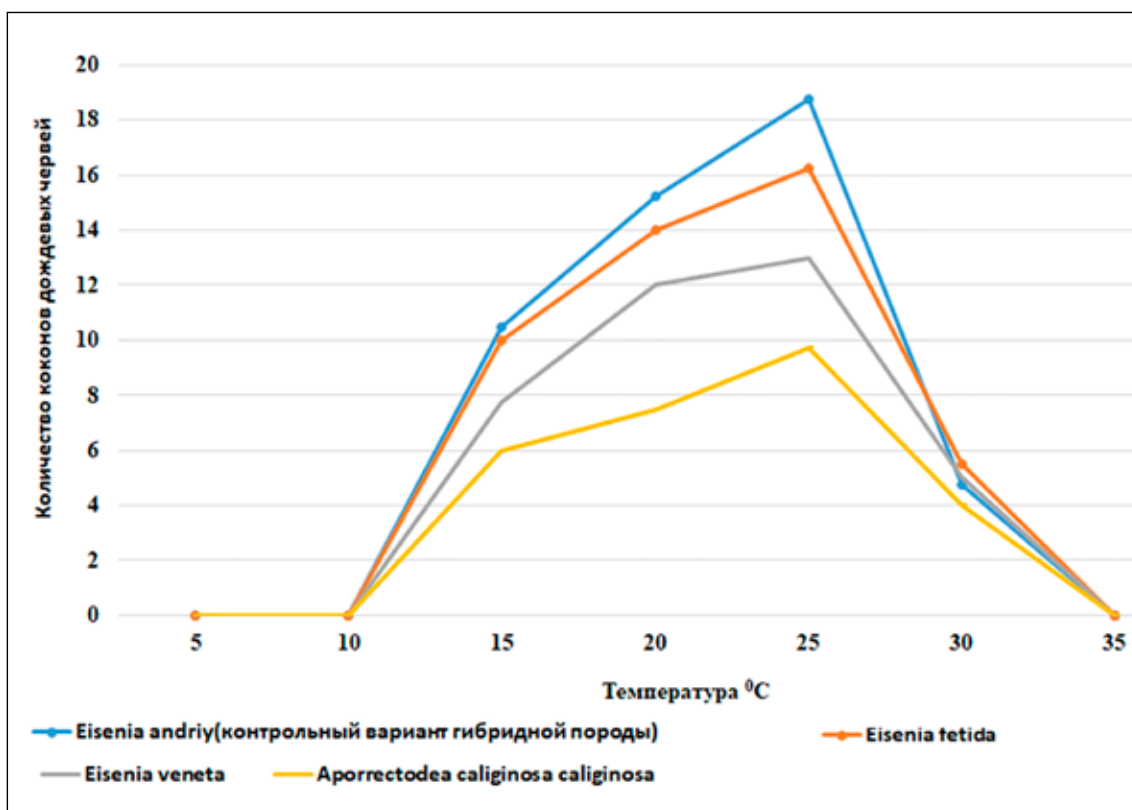


Рис. 1. Влияние температуры на размножение дождевых червей

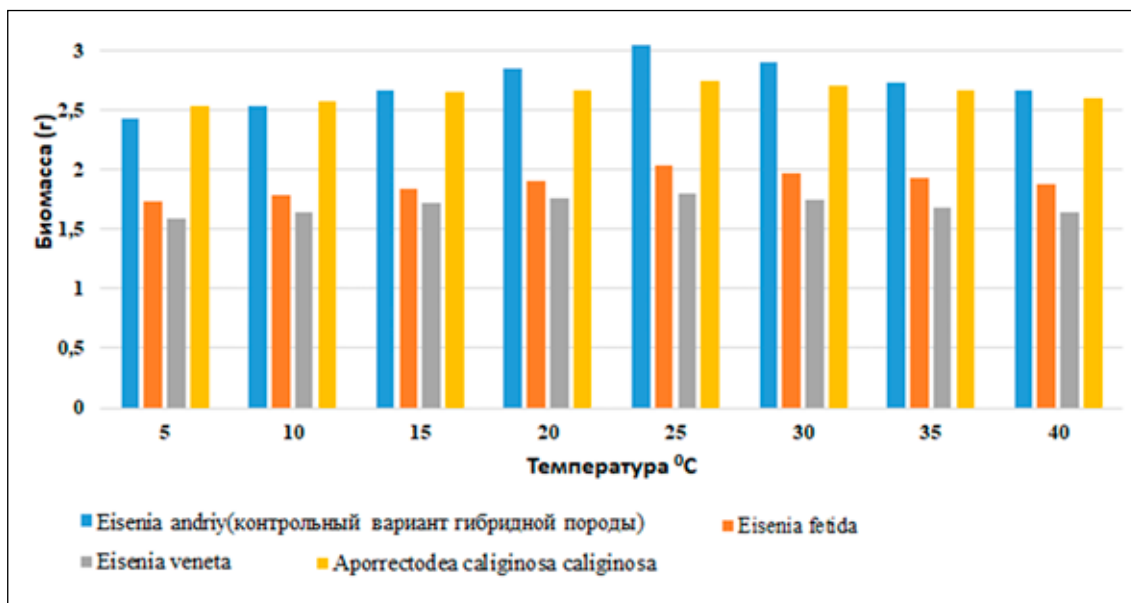


Рис. 2. Влияние температуры на развитие (производство биомассы) дождевых червей

Результаты анализа показали, что показатель рН-среды составил 6,9. Согласно данным показателям, можно сказать, что даже при выборе одинакового субстрата в результате биодegradации получены два образца биогумуса, в составе одного, полученного на основе использования местных видов, содержание органики в биогумусе было выше. Более отчетливо это видно на сравнительной гистограмме (рис. 2).

Образцы почвы полностью очищены от различных семян сорных растений. Отсутствуют инородные частицы растений, камней. Процесс полностью завершен. Степень разложения составляет 100%. Неразложившихся или частично разложившихся растительных и животных остатков нет. Цвет образца состоит из темноокрашенных веществ, диспергируемость отличная, что не влияет на качественный показатель удобрения. Количество влаги составило 21,7%. Определено, что этот показатель соответствует количеству влаги, поступающей в удобрение.

В научной литературе недостаточно сведений о видах и жизнедеятельности дождевых червей. Такая информация собирается в основном на основе исследований, проведенных в конце XIX – начале XX в. [10]. Но проведение экспериментов с использованием формалина может нанести вред человеку. Рекомендуется использовать горчицу, поскольку она оказывает минимальное влияние на здоровье человека [11]. Метод, который мы использовали в нашем экспе-

рименте, заключался в основном в механическом сборе видов без нанесения им повреждений. В наблюдениях многих ученых можно увидеть сегментарную кривую роста в постэмбриональный период дождевых червей. При этом масса тела увеличивается до полового созревания, а прирост массы тела снижается после полового акта [12]. Дождевые черви – беспозвоночные с тонкой кожей, которая не защищает их от различных воздействий. Поэтому изменение температуры среды, в которой они обитают, оказывает прямое влияние на их физиологические процессы [13, 14]. Дождевые черви погибают при температуре ниже +5 °C. Процессы развития наблюдались при температурах выше +10 °C [15–17]. Однако было отмечено, что коконы некоторых видов дождевых червей выживают при -20 °C [18]. В наших экспериментах установлено, что местные виды дождевых червей живут в состоянии, адаптированном к этой среде. Используя наземные виды дождевых червей, можно приготовить высокоэффективный компост из органических отходов. Этот гумус можно использовать как богатый источник питательных веществ для растений с большим коммерческим потенциалом. Исследования по вермикомпостированию и коммерческие проекты вермикомпостирования доступны во многих странах, включая Англию, Францию, Голландию, Германию, Италию, Испанию, Польшу, США, Кубу, Мексику, Японию и Филиппины, Индию, Южную Корею и другие страны

Юго-Восточной Азии, Австралии, Новой Зеландии, Кубы, Багамских островов и многих стран Южной Америки. Исследования, проводимые в Нью-Йоркском университете, были направлены на использование дождевых червей в первоначальном разложении органических отходов, для производства вермикомпостов из сточных вод и твердых веществ [19]. Ценный биоуголь был получен путем добавления различных видов пластиковых отходов в навоз крупного рогатого скота в качестве корма для дождевых червей [20]. Другое исследование показало хорошие результаты при использовании фруктовых и овощных отходов в качестве корма для дождевых червей [21]. При приготовлении биогуруса патогенные микроорганизмы теряются при прохождении органических отходов через кишечник дождевых червей [22].

Полученные на основе проведенных нами экспериментов органические удобрения, а также влияние органических удобрений на растения будут изучены на следующих этапах наших исследований.

### Заключение

При наблюдении за ответной реакцией организма местных видов дождевых червей *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta*, *Aporrectodea caliginosa* на изменения температуры окружающей среды и на некоторые биологические процессы установлено, что они при температуре +25 °С не продуцировали высокой биомассы. Половозрелые особи при температуре 15–20 °С образовывали небольшое количество коконов.

При отборе до опыта субстратов с одинаковым составом (общий азот 0,42%, общий фосфор 0,21%, общий калий 0,58%) нами установлено, что в образце, полученном в результате биодegradации, с использованием дождевого червя вида *Eisenia andarium* (общий азот 2,03%, фосфор общий 1,59%, калий общий 1,34%) по сравнению с содержанием биогуруса, полученного на основе использования местного вида *Eisenia fetida* (азот общий 2,24%, фосфор общий 1,94%, калий общий 1,53%), показатели органического содержимого более высокие.

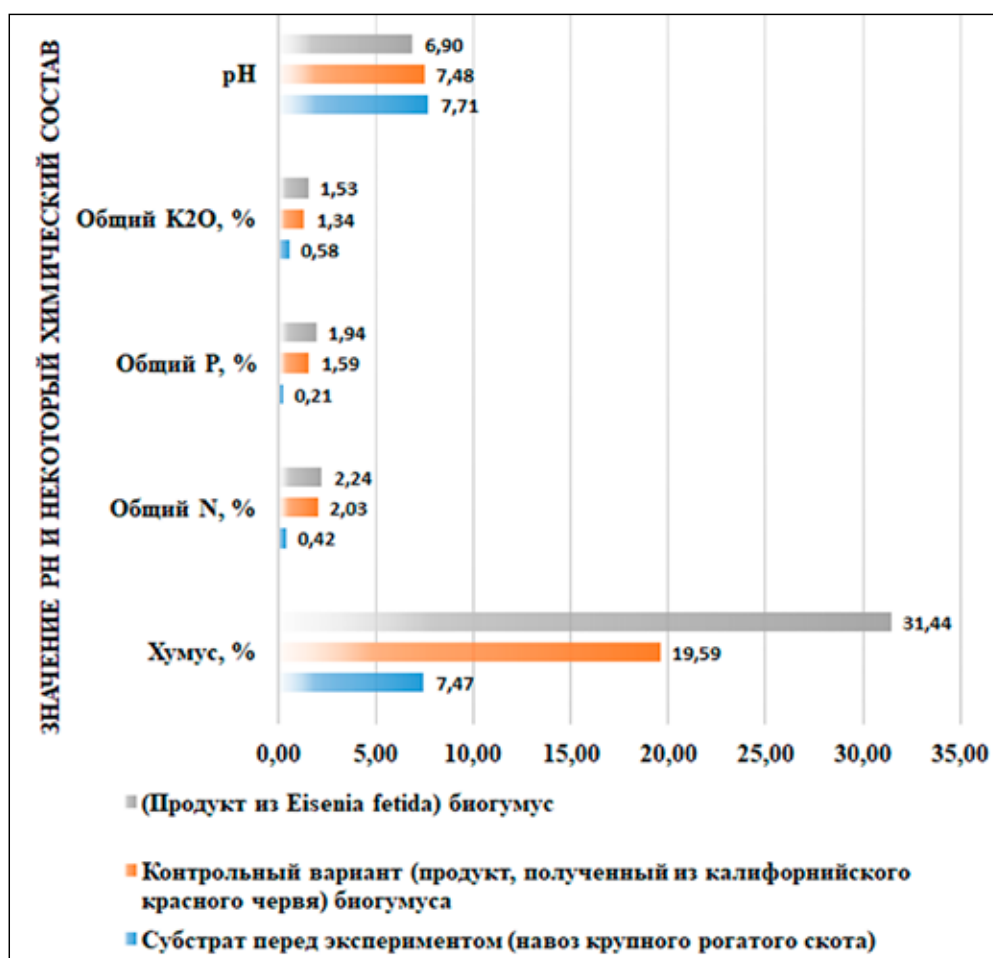


Рис. 3. Некоторые химические параметры полученных образцов

На основании полученных результатов возможно использование рекомендуемых местных видов дождевых червей при переработке органических отходов на территории животноводческих ферм нашей республики, а также их использование в качестве одной из отраслей животноводческого кластера.

### Список литературы

1. Abail Z., Whalen J.K. Earthworm contributions to soil nitrogen supply in corn-soybean agroecosystems in Quebec, Canada // *Pedosphere*. 2021. Vol. 31, Is. 3. P. 405–412.
2. Datta S., Singh J., Singh J., Singh S., Singh S. Avoidance behavior of *Eisenia fetida* and *Metaphire posthuma* towards two different pesticides, acephate and atrazine // *Chemosphere*. 2021. Is. 278. P. 130.
3. Гафурова Л.А., Набиева Г.М., Кучкарова Л.С., Аскарходжаев Н.А., Рахматуллаев А.Ю., Махкамова Д.Ю., Эргашева О.Х. Внедрение в сельском хозяйстве экологически чистых ресурсосберегающих технологий в повышении плодородия деградированных почв. О научно-исследовательской работе – инновационный проект ИОТ-2013-5-33 (НУУЗ им. М. Улугбека). Ташкент, 2022. С. 90–130.
4. Эргашева Х.И. Биотехнологические основы получения биогаза // *Бюллетень науки и практики*. 2021. № 11. С. 127–130.
5. Ergasheva X.I. Biotexnologik yondashuvlar asosida texnogen tuproqlar holatini yaxshilashning dolzarbligi // *Хоразмъямун академияси ахборотномаси*. 2022. № 9-3. P. 11–15.
6. Битюцкий Н.П., Соловьева А.Н., Лукина Е.И., Олейник А.С., Завгородняя Ю.А., Демин В.В., Бызов Б.А. Экскреты дождевых червей – стимулятор минерализации соединений азота в почве // *Почвоведение*. 2007. № 4. С. 468–473.
7. Бабенко А.С., Ван Джа Нин. Перспективы использования вермикомпоста в защите растений // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2010. № 1 (9). С. 105–110.
8. Игонин А.М. Дождевые черви. Руководство по вермиккультуре в двух частях. Ч. 1: компостные черви. М.: ООО «МФК Точка Опоры», 2012. 284 с.
9. Graff O. Gewinnung von Biomasse aus Abfallstoffen durch Kultur des Kompostregenerwurm *Eiseniu foetida* // *Landbauforschung colkenrode*. 1974. № 24. P. 137–142.
10. Clive A., Edwards N., Arancon Q. *Biology and Ecology of Earthworms*. М.: Книга по Требованию, 2022. С. 81–98.
11. Yan X., Wang J., Zhu L., Wang J., Li S., & Kim Y.M. Oxidative stress, growth inhibition, and DNA damage in earthworms induced by the combined pollution of typical neonicotinoid insecticides and heavy metals // *Science of the Total Environment*. 2021. Is. 754. P. 141873.
12. Da Silva E., De Lima O.D., De Andrad D.P., Brown G.G. Earthworm populations in forestry plantations (*Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii*) and native Atlantic forest in Southern Brazil compared using two sampling methods // *Pedobiologia*. 2019. Is. 72. P. 1–7.
13. Lévêque T., Capowicz Y., Schreck E., Mombo S., Mazzia C., Foucault Y., Dumat C. Effects of historic metal (loid) pollution on earthworm communities // *Science of the Total Environment*. 2015. Is. 511. P. 738–746.
14. Rutgers M., Orgiazzi A., Gardi C., Römcke J., Jänsch S., Keith A.M., De Zwart D. Mapping earthworm communities in Europe // *Applied Soil Ecology*. 2016. P. 97–111.
15. Görres J.H., Bellitürk K., Melnichuk R.D. Temperature and moisture variables affecting the earthworms of genus *Amyntas* Kinberg, 1867 (Oligochaeta: Megascolecidae) in a hardwood forest in the Champlain Valley, Vermont, USA // *Applied Soil Ecology*. 2016. Is. 2268. P. 111–115.
16. Richardson D.R., Snyder B.A., Hendrix P.F. Soil moisture and temperature: Tolerances and optima for a non-native earthworm species, *Amyntas agrestis* (Oligochaeta: Opisthoptora: Megascolecidae) // *Southeastern Naturalist*. 2009. Is. 8 (2). P. 325–334.
17. Blackmon IV J.H. The use of fire in the control of invasive, epigeic earthworm species in the southeastern United States. Doctoral dissertation. uga. 2009. 210 с.
18. Görres J.H., Bellitürk K., Melnichuk R.D. Temperature and moisture variables affecting the earthworms of genus *Amyntas* Kinberg, 1867 (Oligochaeta: Megascolecidae) in a hardwood forest in the Champlain Valley, Vermont, USA // *Applied Soil Ecology*. 2016. Is. 2294. P. 104.
19. Nadana G.R.V., Selvaraj K., Sivakumar P., Palanichelvam K. Coelomic fluid of earthworms extruded by cold stress method has commercially significant compounds and trigger seed germination in *Vigna radiata* L. // *Environmental Technology and Innovation*. 2020. Is. 19. P. 100814.
20. Sanchez-Hernandez J.C., Ro K.S., Szogi A.A., Chan S., Park B. Earthworms increase the potential for enzymatic bio-activation of biochars made from co-pyrolyzing animal manures and plastic wastes // *Journal of Hazardous Materials*. 2021. Is. 408. P. 124405.
21. Tedesco D.E., Conti C., Lovarelli D., Biazzi E., & Bacenetti J. Bioconversion of fruit and vegetable waste into earthworms as a new protein source: The environmental impact of earthworm meal production // *Science of the Total Environment*. 2019. P. 683, 690–698.
22. Soobhany N., Mohee R., Garg V.K. Inactivation of bacterial pathogenic load in compost against vermicompost of organic solid waste aiming to achieve sanitation goals: A review // *Waste Management*. 2017. P. 64, 51–62.

## НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 664.8

**БИОКОНСЕРВАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРОБИОТИКАМИ И ПОЛЕЗНЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ****<sup>1</sup>Бурак Л.Ч., <sup>2</sup>Завалей А.П.**<sup>1</sup>ООО «БЕЛРОСАКВА», Минск, e-mail: leonidburak@gmail.com<sup>2</sup>Совместное Общество с ограниченной ответственностью «Ароматик», Дзержинск, e-mail: zavaley@gmail.com

Сохранение качества и увеличение срока годности продуктов питания и напитков из растительного сырья – одна из основных задач предприятий пищевой промышленности. Цель данной статьи – обзор научных публикаций, направленных на изучение необходимости биоконсервации и роли пробиотиков в пищевой промышленности. Поиск зарубежной научной литературы на английском языке по данной теме проводили в библиографических базах Google Scholar, Scopus, Web of Science, Elsevier, ResearchGate. Для отбора научных статей на русском языке провели поиск по ключевым словам в «Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU». Обзор научных публикаций показал: результаты многочисленных исследований подтверждают, что такой метод, как биоконсервация, имеет потенциал использования для повышения безопасности пищевых продуктов, одновременно содействуя повышению качества, оригинальности и натуральности пищевых продуктов. Тенденция здорового питания, веганство, возрастающий спрос со стороны потребителей на свежие, минимально обработанные продукты побуждают к использованию современных технологий обработки и способов консервирования продуктов питания. Применение пробиотических микроорганизмов в пищевых продуктах и напитках влияет на увеличение срока хранения, микробиологической стабильности и безопасности пищевых продуктов. Такие продукты благотворно влияют на здоровье человека и могут использоваться в качестве продуктов профилактического и функционального назначения. Эффективное антимикробное действие, которое оказывают пробиотики и потенциальные пробиотические штаммы, способствует существенному увеличению срока годности продуктов питания из растительного сырья.

**Ключевые слова:** биоконсервация, пробиотики, штаммы, растительное сырье, овощи, фрукты, напитки, порча, патогены

**BIOCONSERVATION OF PLANT RAW MATERIALS WITH PROBIOTICS AND BENEFICIAL MICROORGANISMS****<sup>1</sup>Burak L.Ch., <sup>2</sup>Zavaley A.P.**<sup>1</sup>BELROSAKVA Limited Liability Company, Minsk, e-mail: leonidburak@gmail.com<sup>2</sup>JLLC “Aromatic”, Dzherzhinsk, e-mail: zavaley@gmail.com

Preserving the quality and increasing the shelf life of food and beverages from vegetable raw materials is one of the main tasks of the food industry. The purpose of this article is to review scientific publications aimed at studying the need for biopreservation and the role of probiotics in the food industry. The search for foreign scientific literature in English on this topic was carried out in the bibliographic databases “Google Scholar”, “Scopus”, “Web of Science”, “Elsevier”. Researchgate. To select scientific articles in Russian, a keyword search was conducted in the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU. A review of scientific publications has shown that the results of numerous studies confirm that a method such as biopreservation has the potential to be used to improve food safety, while contributing to food quality, originality and naturalness. The trend of healthy eating, veganism, and increasing consumer demand for fresh, minimally processed foods is driving the use of modern food processing technologies and food preservation methods. The use of probiotic micro-organisms in foods and beverages improves shelf life, microbiological stability and food safety. Such products have a beneficial effect on human health and can be used as preventive and functional products. The effective antimicrobial activity of probiotics and potential probiotic strains contributes to a significant increase in the shelf life of plant-based foods.

**Keywords:** biopreservation, probiotics, strains, plant materials, vegetables, fruits, drinks, spoilage, pathogens

Биоконсервация представляет собой использование микроорганизмов и/или продуктов их метаболизма для продления срока хранения и повышения безопасности пищевых товаров. Пробиотики представляют собой живые микроорганизмы, которые при введении в оптимальных количествах оказывают благотворное влияние на организм хозяина [1]. Пробиотики способствуют нормализации пищеварительного процесса в организме и укреплению иммунной системы, а также инициируют выработку β-дефензина и иммуноглобулина А (IgA)

в организме хозяина для подавления роста патогенов [2]. Потенциальная антимикробная активность и способность пробиотиков приносить пользу здоровью создали необходимость для изучения вариантов источников пробиотиков, составов и методов доставки в пищевые продукты. В условиях промышленного производства для разработки пищевых продуктов с участием пробиотических бактерий подбираются подходящие штаммы. Пробиотические составы должны содержать достаточное количество жизнеспособных микроорганизмов



(>10<sup>6</sup>КОЕ/см<sup>3</sup> или г пищи) в момент потребления для обеспечения любой заявленной пользы для здоровья [3]. Многие подходы, такие как инкапсуляция, обеспечивают доставку необходимого количества пробиотиков. Пробиотики являются одним из наиболее широко используемых ингредиентов в функциональных продуктах питания, где были привлечены значительные инвестиции для разработки новых технологий и пищевых составов. Новые стратегии доставки пробиотиков включают производство капсул, порошков, жидкостей и обычных пищевых форм, включенных в молочные продукты, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия и напитки. В настоящее время использование пробиотиков существенно возросло, с недавним акцентом на немолочные источники [3].

Порча продуктов питания приводит к образованию ненужных отходов и негативно влияет на экономику и репутацию бренда производителей продуктов. Между тем увеличенный срок годности может быть показателем микробиологической безопасности и стабильного качества пищевого продукта. Таким образом, предприятия пищевой промышленности постоянно ищут способы максимального сохранения пищевой ценности, внешнего вида, органолептических показателей и микробиологической безопасности пищевых продуктов на протяжении всей цепочки поставок. Важнейшими аспектами безопасности и качества пищевых продуктов можно эффективно управлять с помощью различных методов сохранения, среди которых большой интерес представляет биоконсервация. Предприятия пищевой отрасли особое внимание сконцентрировали на разработке здоровых и безопасных пищевых продуктов, которые могут быть достигнуты с помощью пробиотических микроорганизмов [4]. Замена искусственно синтезированных химических консервантов биоконсервантами приносит пользу как здоровью потребителей, так и окружающей среде. Среди различных средств, доступных для биоконсервации, пробиотики являются перспективными кандидатами в качестве биоконсервантов для растительных продуктов, в дополнение к их известным многочисленным преимуществам для здоровья. Использование пробиотиков способствует сохранению баланса между полезными и вредными бактериями, что делает их эффективными биоконсервантами. Консервирующее действие пробиотиков дает возможность использовать их в качестве биоконсервантов с целью предотвращения порчи различных пищевых продуктов из растительного сырья, в том числе

тех, основу которых составляют фрукты и овощи [5]. Таким образом, цель настоящего обзора состоит в том, чтобы обобщить биоконсервирующие свойства пробиотиков и потенциальных пробиотиков/полезных микроорганизмов, используемых в пищевых матрицах из растительного сырья.

#### **Биоконсервация как альтернативный способ консервирования**

Патогены, которые могут находиться в пищевых продуктах, являются биологическими агентами, которые способны вызывать болезни пищевого происхождения. Болезни возникают, когда патоген попадает в организм и размножается там, или когда токсичный патоген находится в пищевом продукте и производит токсины, которые затем употребляются человеком [6]. Выявлено более 200 заболеваний пищевого происхождения, причем наиболее тяжелые случаи происходят у пациентов с нарушенной функцией иммунной системы, например у пожилых людей или очень маленьких, у которых еще не сформирована иммунная система. *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Cronobacter sakazaki*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Vibrio* spp. и *Yersinia enterocolitica* являются одними из наиболее распространенных пищевых патогенов, которые чаще всего способны вызывать пищевые отравления [7].

Во многих научных источниках содержится информация о подавлении патогенов пищевого происхождения в продуктах пробиотиками, а также подавлении патогенов пробиотиками *in vivo* в организме человека [8]. Точный пробиотический механизм подавления патогенов в пищевых продуктах во время обработки и хранения, по видимому, отличается от такового в организме человека. Например, выработка короткоцепочечных жирных кислот пробиотиками снижает pH продукта в ферментированных молочных продуктах и создает неблагоприятную среду для некоторых патогенных микроорганизмов. Кроме того, некоторые пробиотики могут продуцировать бактериоцины при попадании в пищевые продукты. Они полезны, поскольку предотвращают попадание с пищевыми продуктами в организм большего количества патогенов. Когда пробиотические микробы находятся в организме человека после приема внутрь, механизмы могут быть связаны с предотвращением присоединения эпителия кишечника патогенными микроорганизмами, с конкурентным преимуществом для питательных веществ и с высвобождением бактериоци-

нов или других противомикробных агентов, активных против патогенных микроорганизмов [9-11]. Тем не менее синергетический характер подавления патогенов пробиотиками в пищевых продуктах после приема внутрь в организме человека достаточно не изучен, поэтому необходимо продолжать исследования в этом направлении.

Биоконсервация определяется как использование непатогенных микроорганизмов или их метаболитов для увеличения срока годности и повышения безопасности пищевых продуктов путем уничтожения или ингибирования нежелательных микроорганизмов, присутствующих в пищевых продуктах [11]. Ферментация является одной из наиболее распространенных форм биоконсервации пищевых продуктов. Естественно, присутствующие или добавленные живые микроорганизмы участвуют в расщеплении сложных пищевых соединений наряду с образованием спиртов, органических кислот и различных соединений. Ферментация приводит к образованию ароматических и вкусовых компонентов, процесс, который улучшает органолептические свойства пищи [12]. Вместе с тем одной из основных проблем при обогащении пищевых продуктов пробиотиками является восприятие этих продуктов потребителями, так как некоторые пробиотические штаммы существенно меняют вкус продуктов. По этой причине изменения органолептических свойств в некоторых группах сырья или продуктов не целесообразны, например в продуктах с более высоким содержанием жира.

Наиболее широко промышленно используемыми биоконсервантами являются лизоцимы, бактериофаги, молочнокислые бактерии и их бактериоцины. Лизоцимы являются естественными ферментами класса гидролаз, разрушающими клеточную стенку бактерий. Бактериофаги – это вирусы, которые заражают бактерии, а их антибактериальные свойства делают их эффективным биоконсервантом. Бактериоцины представляют собой биологически активные сложные белки или пептиды, которые проявляют антимикробное действие против близкородственных видов бактерий [13]. Молочнокислые бактерии (LAB) вызвали особый интерес из-за их динамических характеристик и бактериоцин-продуцирующей способности. Среди различных пробиотических штаммов некоторые способны продуцировать бактериоцины, которые обладают антимикробными свойствами против определенных патогенных и вызывающих порчу пищевых микроорганизмов. Бактериоцин-продуцирующая способность пробиотиков, наряду с их другими антагани-

стическими / антимикробными свойствами, дает перспективы использования в качестве естественных биоконсервантов продуктов питания. Прогресс в области безопасности пищевых продуктов выявил преимущества использования бактериофагов и эндолизиннов в качестве пищевых биоконсервантов. Он направлен на изучение различных применений пробиотических микроорганизмов и бактериоцинов с потенциальной антимикробной активностью, для сохранения продуктов питания [14].

Традиционными способами консервирования пищевых продуктов являются нагревание, сушка, замораживание, концентрирование, внесение консервантов, пищевое покрытие и обработка под высоким давлением [15]. Эти способы включают инактивацию и/или ингибирование патогенных микроорганизмов посредством различных обработок или добавок. Пастеризация и другие высокотемпературные способы обработки приводят к потере питательных веществ и изменению органолептических показателей. Кроме того, методы нетермической обработки, такие как облучение пищевых продуктов, связаны с проблемами безопасности, а также с социальными и этическими вопросами. Эти недостатки в существующих системах сохранения пищевых продуктов создают потребность в альтернативных методах сохранения пищевых продуктов, которые могут эффективно и устойчиво решать современные проблемы безопасности и качества пищевых продуктов [16]. Споробразующие бактерии представляют собой серьезную угрозу в термически обработанных пищевых продуктах, поскольку эти споры демонстрируют типичную устойчивость к физической обработке, включая термическую обработку. Эти споры могут прорастать и расти в продукте при появлении приемлемых для них условий. Патогены пищевого происхождения, такие как *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus subtilis* и *Bacillus cereus*, являются типичными представителями споробразующих бактерий, тогда как *Staphylococcus aureus* и *Clostridium botulinum* способны производить термоустойчивые токсины. Большинство патогенов пищевого происхождения являются мезофильными (оптимальные температуры роста колеблются в пределах 20-45 °C), а некоторые способны расти в охлажденных условиях или при температуре менее 10 °C (психротрофы), такие как *Listeria monocytogenes* и *Yersinia enterocolitica*. В связи с этим антагонистические эффекты и антимикробные свойства пробиотических микроорганизмов могут быть полезны для ингибирования и по-

давления роста патогенов пищевого происхождения во время обработки пищевых продуктов, а также в условиях охлажденно-го хранения.

В отличие от искусственно синтезированных химических консервантов, которые оказывают токсическое воздействие при длительном использовании, биоконсерванты практически не оказывают вредного воздействия на здоровье [17-18]. Этот экологически чистый метод консервирования используется в качестве альтернативы химическим добавкам для продления срока годности различных растительных продуктов питания и напитков.

Изменения в образе жизни привели к глобализации продовольственного рынка. В последние годы потребители готовы выбирать минимально обработанные и функциональные продукты. Сложные и более длинные пищевые цепи участвуют в переработке этих пищевых продуктов, что увеличивает риск микробного загрязнения и, таким образом, вызывает проблемы безопасности. Новые методы сохранения исследуются для удовлетворения ожиданий потребителей в отношении естественного и высокого общего качества пищевых продуктов. Биоконсервация, являясь альтернативным способом консервирования пищевых продуктов, поддерживает микробиологическую стабильность, увеличивает срок годности продукта, минимизирует влияние питательных и органолептических свойств различных скоропортящихся пищевых продуктов. Различия в рационе питания потребителей и переход к потреблению веганских и органических продуктов создали спрос на методы биоконсервации и их внедрение в плодоовощную пищевую промышленность и производство напитков.

#### **Роль пробиотиков в пищевой промышленности**

Пищевая аллергия, непереносимость лактозы, вегетарианство и веганство создали спрос на немолочные пробиотические продукты [19]. Доставка пробиотиков в организм человека традиционно связана с ферментированными молочными продуктами, такими как йогурт, сыр и различные виды ферментированных напитков, таких как кефир. Доставка пробиотиков также может быть достигнута с помощью немолочных пробиотических продуктов, в основном напитков. Как ферментированные, так и не ферментированные немолочные продукты играют важную роль в доставке пробиотиков. Пробиотические овощные и фруктовые соки и напитки в основном производятся без применения ферментации

[20]. Научные эксперименты доказали возможную пользу для здоровья от включения пробиотиков в пищевые продукты. Расширение осведомленности потребителей привело к популярности пробиотиков на рынках функциональных продуктов питания в некоторых странах. Органолептическим свойствам придается большое значение для определения и подтверждения потребительского восприятия пробиотических пищевых продуктов. В будущем использование пробиотиков будет в основном распространено в медицине и питании. Необходимо рассматривать применение пробиотиков в профилактике и лечении различных заболеваний под руководством медицинских работников. В дальнейшем это может быть широко развито и рекомендовано пищевой промышленностью [21].

В последние годы потенциальное применение бактериоцинов, продуцируемых антагонистическими микроорганизмами, включая пробиотики, в качестве природных консервантов привлекает внимание предприятий пищевой промышленности. Пробиотики имеют широкий спектр применения в пищевой и молочной промышленности. Пробиотические напитки и продукты, основанные на молочных продуктах, широко распространены на современном рынке. Причина популярности пробиотических напитков заключается в том, что потребители считают их надежным источником биологически активных веществ [22]. Пробиотические бактерии обычно инкапсулируются для производства функциональных продуктов питания, например йогурта, сыра, мороженого, а также немолочных продуктов, таких как злаки, шоколад, различные кондитерские изделия и обработанные мясные продукты [23-24]. Несколько компаний разработали пробиотики в виде таблеток или капсул, но тем не менее еще очень мало инкапсулированных пробиотических продуктов производится. Кроме того, понимание клеточной биологии и технологии инкапсуляции, несомненно, поможет разработать различные новые виды промышленных пробиотических продуктов питания. В молочной промышленности штаммы родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* являются наиболее часто используемыми пробиотиками. Другие виды штаммов, таких как *Propionibacterium*, *Peptostreptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Saccharomyces* и *Streptococcus*, медленно набирают популярность в области пробиотических продуктов и напитков [25-26]. В недавнем исследовании *Lactobacillus acidophilus* LA-5 был использован для разработки пробиотического напитка, обогащен-

ного соком манго. Добавление сока манго повысило пробиотическую жизнеспособность. В результате этой комбинации пробиотическая толерантность была улучшена при воздействии *in vitro* желудочно-кишечного пищеварения. Органолептический анализ сока манго в том же исследовании показал, что сенсорная оценка напитков увеличивалась с увеличением концентрации сока манго [27].

На стабильность пробиотических микроорганизмов могут влиять особенности пищевой матрицы, условия хранения и прохождение через желудочно-кишечный тракт. Долговечность и активность микроорганизмов во многом поддерживаются особенностями пищевой матрицы. Способ производства определенного пищевого продукта способствует в основном безопасности, консистенции и эффективности пищевого продукта. Традиционно доставка пробиотиков осуществляется за счет использования ферментированных и неферментированных продуктов. Современная пищевая промышленность стремится включить пробиотические микроорганизмы в неферментированные продукты в микроинкапсулированной форме. Пробиотические микробные штаммы могут быть введены в организм человека в трех основных формах. Кроме того, пробиотики вводят через традиционные ферментированные продукты либо в качестве функциональных продуктов питания, либо фармацевтических продуктов [4].

#### **Антимикробные свойства пробиотиков**

Антимикробные свойства являются одним из основных преимуществ, связанных с пробиотиками. Ряд используемых пробиотиков и полезных микроорганизмов в промышленности продемонстрировал различные ингибирующие действия против различных патогенных и болезнетворных микроорганизмов в пищевых продуктах. Изучение механизмов пробиотического действия выявляет новые функции пробиотических микроорганизмов. Четкое понимание способа действия позволяет выбирать подходящие пробиотические штаммы для конкретных применений. Антагонистическое воздействие пробиотиков на другие микроорганизмы может быть связано с рядом механизмов, включая модификацию микробиоты кишечника, усиление эпителиального барьера кишечника, повышенную приверженность эпителию и слизистой оболочке кишечника, а также модуляцию иммунной системы, чтобы предложить преимущества для хозяина. Однако не все из этих механизмов важны своими биоактивными свойствами [28].

Производство антимикробных веществ, по-видимому, является основным фактором, способствующим биоактивным свойствам пробиотиков. Механизм антимикробной активности пробиотиков в значительной степени связан с образованием органических кислот, этанола и бактериоцинов и, следовательно, с ингибированием микроорганизмов пищевого происхождения и порчи, присутствующих в пищевом материале [29]. Следовательно, выработку бактериоцинов пробиотическими микроорганизмами можно рассматривать как неотъемлемую часть их антагонистической способности к биоактивации, но это предположение требует дальнейших исследований. Исследования, посвященные изучению антимикробных свойств пробиотиков, а также потенциальных пробиотических штаммов, дают основания для возможного применения потенциальных кандидатов, которые могут быть использованы в качестве биоактивных в растительных продуктах питания. Так, например, ученые Likotrafti et al. [30] сообщили об антимикробных свойствах *Lactobacillus kefir*, который является мощным пробиотическим штаммом, выделенным из кефирных зерен. Совместное культивирование *Bifidobacterium longum* IPLA20022 и *Bifidobacterium breve* IPLA20006 в присутствии короткоцепочечных фруктоолигосахаридов в качестве источника углерода значительно снижает рост патогенного *Clostridium difficile*. Среди них потенциальные пробиотические штаммы, выделенные из пищевых источников, имеют большое преимущество использования в качестве биоактивных в другой пищевой матрице [31-32].

#### **Применение пробиотиков для улучшения срока хранения овощей, фруктов и других продуктов растительного происхождения**

С точки зрения доставки пробиотиков, овощи и фрукты, обогащенные пробиотиками, считаются идеальной альтернативой пробиотическим молочным продуктам. Это связано с тем, что такие составы пищевых продуктов могут лучше удовлетворять потребности веганов / вегетарианцев, населения с непереносимостью лактозы и людей, предпочитающих низкое потребление холестерина, или тех, у кого аллергия на животные белки. Наблюдается постоянный рост спроса на готовые к употреблению свежие овощные и фруктовые продукты, во многом благодаря интересу потребителей к свежим и здоровым продуктам, подверженным незначительной обработке [33-34].

Будучи низкокислотными продуктами с более высоким содержанием влаги и имея большое количество срезанных поверхностей, разрезанные фрукты и овощи являются идеальной средой для роста микробов, вызывающих порчу, а также патогенных микроорганизмов, таких как *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa*. Для обеспечения сохранности готовых к употреблению свежесрезанных фруктов и овощей необходимы безопасные методы производства и надлежащие способы дезинфекции.

Микробиологическая обсемененность, присутствующая на продуктах, является идеальным источником для выделения потенциальных пробиотических штаммов, проявляющих ингибирующее действие против загрязняющих пищевых патогенов. Эти микроорганизмы имеют преимущество, так как являются частью естественного микробного сообщества, уже образовавшегося на продукте, что может облегчить их колонизацию и выживание на продукте. Ученые Trias R. et al [34] установили, что микробиологическая обсемененность на свежих овощах и фруктах составляла от  $10^2$  до  $10^6$  КОЕ г<sup>-1</sup>, где наиболее распространенными были виды *Lactobacillus* и *Leuconostoc*, и в меньшей степени *Weissella*, *Enterococcus* и *Lactococcus*. Хотя существует большое разнообразие LAB, присутствующих в свежих фруктах и овощах, только несколько бактерий были идентифицированы как обладающие антагонистическими способностями против патогенов пищевого происхождения. Данные исследований свидетельствуют о том, что естественная микробиота, присутствующая на свежих фруктах и овощах, конкурирует с патогенами за физическое пространство и питательные вещества и/или продуцирует антагонистические соединения, которые негативно влияют на жизнеспособность патогенных микроорганизмов [35].

#### Фрукты

Пробиотики и природные микробиомы фруктов использовались для повышения безопасности и качества свежих фруктов или минимально обработанных фруктовых продуктов, таких как свежесрезанные фрукты.

#### Яблоко

Потенциальный пробиотический штамм *Lactiplantibacillus plantarum* CIT3, выделенный из яблока, показал значительный ингибирующий эффект в отношении *E. Coli* и *L. Monocytogenes* в нарезанных яблоках. Продукты, привитые *Lb. plantarum* CIT3, показали значительное ускорение гибели

кишечной палочки, снижая количество патогенов до неопределяемых уровней в течение 7 дней хранения при 6 °С. Кроме того, *Lb. plantarum* CIT3 ингибировал рост *L. Monocytogenes* до конца периода хранения. *Lacticaseibacillus paracasei* (*Lb. paracasei*) M3B6 также показал ингибирующую активность против *E. Coli* и *L. monocytogenes*, хотя и в меньшей степени. Эти два потенциальных биоконсерванта оказались эффективными, когда они присутствовали в концентрации выше 1,5 log КОЕ/г. Результаты исследований показывают, что эти агенты биоконтроля создают эффективное препятствие против *L. Monocytogenes* в течение по крайней мере 16 дней охлажденного хранения, одновременно повышая безопасность против *E. coli*. Кроме того, эти пробиотики смогли значительно ингибировать рост дрожжей, хотя органолептические показатели и свойства этих продуктов ухудшались, за счет потемнения продукта, хотя цвет оставался приемлемым в течение 7 дней хранения при 6 °С [36].

Rößle et al. [37] изучили применимость *Lacticaseibacillus rhamnosus* (*Lb. rhamnosus*) GG (LGG) к свежесрезанным яблочным долькам и их влияние на качественные и органолептические показатели. Образцы яблок разрезали на дольки и опускали в пищевой буферный раствор, содержащий примерно  $10^{10}$  КОЕ/мл LGG. Жизнеспособное количество LGG в конце 10-дневного периода хранения (при 2–4 °С) было выше  $10^8$  КОЕ/г. Не наблюдалось существенной разницы в значениях цвета, текстуре, содержании сухих веществ, титруемой кислотности, pH и общей приемлемости между пробиотическими яблочными дольками и контролем, который не содержал пробиотиков [37]. Другое исследование показало, что LGG выживали при концентрациях выше  $10^6$  КОЕ/г на минимально обработанных яблочных дольках в течение более 28 дней хранения при 5 и 10 °С без ухудшения качества. В присутствии LGG, *L. L. monocytogenes* было снижено на 1-логарифмическую единицу, однако на *сальмонеллу* влияние не оказало. Это показало штаммовую специфичность способности пробиотиков к ингибированию патогенов. Кроме того, жизнеспособные показатели LGG после имитации желудочно-кишечного пищеварения были удовлетворительными и в пределах рекомендуемых уровней ( $10^6$  КОЕ/г) только в течение первых 14 дней хранения. Это указывает на дополнительные пробиотические преимущества продукта в дополнение к эффекту биоконсервирования в первые дни срока годности продукта [38].

Не только LAB, но и некоторые другие бактериальные штаммы, которые, как установлено, обладают пробиотическими свойствами, также оказывают антагонистическое действие против патогенов пищевого происхождения. *Gluconobacter asaii*, выделенный из яблочных поверхностей, проявлял эффективность в отношении *Listeria monocytogenes* и *Salmonella enterica* Serovar Poona на разрезанных яблоках во время хранения. *G. asaii* смог вырасти на срезах яблока и значительно сократил популяции *L. Monocytogenes* после 2 дней хранения при 25 °С. При 10 °С, хотя снижение патогенных популяций не было значительным, *G. asaii* уменьшал популяцию *L. Monocytogenes* на ~2,1-2,8 log после 5 дней хранения. При высоких уровнях вакцинации патогена *G. asaii* все еще способен уменьшать популяции в течение 7 дней хранения при обеих температурах. Кроме того, *G. asaii* уменьшал популяции *S. Enterica* Serovar Poona в течение 5 дней хранения при 25 °С. И что не менее важно, *G. asaii* не вызвал никакого потемнения в яблоках.

Таким образом, эти исследования показывают, что пробиотические штаммы *Lactiplantibacillus plantarum* CIT3, *Lactocaseibacillus paracasei* M3B6, *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG и *Gluconobacter asaii* обладают значительным антагонистическим действием против распространенных патогенов пищевого происхождения и тем самым продлевают срок хранения свежесрезанных яблок.

#### Груши

Авторы Iglesias, Abadias et al. изучали эффективность пробиотиков *Lactobacillus acidophilus* LA-5 и *Lb. rhamnosus* GG (LGG) против *сальмонелл* и *L. monocytogenes* на свежесрезанной груше при разных температурах хранения (5, 10 и 20 °С). LGG уменьшал популяции *сальмонеллы* *L. monocytogenes* на 2- и 3-логарифмические единицы соответственно при 10 и 20 °С. Напротив, *Lb. Acidophilus* не оказывает антагонистического действия на патогенные штаммы. В течение 10 дней хранения популяции пробиотиков поддерживались на уровне  $10^7$ – $10^8$  КОЕ/г независимо от температуры хранения. Эти результаты свидетельствуют о том, что LGG может быть использован для контроля роста *сальмонеллы* и *L. monocytogenes* в свежесрезанных долек груш [39]. В другом исследовании Iglesias, Echeverria et al. [40] оценивали антагонистическую способность пробиотического штамма *Lb. rhamnosus* GG (LGG) против смеси из 5 биотипов *сальмонеллы* и 5 *L. monocytogenes*. Их анализировали на свежесрезанной груше в условиях, имитирую-

щих производственные условия, в течение 9 дней хранения в холодильнике (5 °С). Во время хранения LGG контролировал рост *L. monocytogenes* (популяция патогенов сократилась на ~1,8 логарифмических единиц) и выживал при хранении в модифицированной среде. Однако никакого влияния на *сальмонеллу* не наблюдалось. Применение LGG существенно не повлияло на качественные характеристики (титруемая кислотность и содержание растворимых твердых веществ). Тем не менее летучие соединения, обнаруженные в свежесрезанной груше, обработанной LGG, по-видимому, положительно влияют на вкусовое восприятие продукта. Другое исследование показало, что LGG вызывает снижение выживаемости *L. monocytogenes* в желудочно-кишечном тракте, а также адгезию и инвазию в клетки Caco-2 [41]. Эти результаты показывают, что LGG модифицирует патогенный потенциал *L. monocytogenes*.

#### Овоцы

Послеуборочная порча томатов, вызванная грибами, приводит к большим экономическим потерям для пищевой промышленности. Luz et al. [42] провели скрининг 9 штаммов LAB, выделенных из томатов, на противогрибковую активность против 33 грибковых штаммов, а затем использовали в качестве биоконсервантов томатов, привитых *Penicillium expansum* и *Aspergillus flavus*. Наибольшая противогрибковая активность наблюдалась у бесклеточных экстрактов *Lactiplantibacillus plantarum* TR7 и *Lb. plantarum* TR71. Установлено, что противогрибковую активность оказывали органические кислоты, фенольные кислоты и летучие органические соединения. Биоконсервирование томатов бесклеточными экстрактами двумя вышеуказанными штаммами LAB снизило количество микробов на 1,98–3,89 log и 10 спор/г по сравнению с теми, которые не ферментировались [42].

Применение бесклеточного супернатанта *Pediococcus* spp. (15 мл/г) показало повышенную сохранность клубники, кукурузы, помидоров и шампиньонов. Так, например, необработанные образцы томатов и кукурузы оставались свежими только в течение 6 дней, а обработанные образцы томатов и кукурузы оставались свежими в течение 13 и 20 дней соответственно. Более того, это исследование показало, что 100 г/л бесклеточного супернатанта *Pediococcus* spp. показало антимикробный потенциал против *E. Coli* и *Shigella* spp. Следует также отметить, что обработка *Pediococcus* spp. способствовала более эффективной сохранности этих продуктов по сравнению с хими-

ческими консервантами сульфатом натрия и бензоатом натрия. Микробное качество образцов пищевых продуктов, обработанных *Pediococcus* spp., показало значительно более низкое общее количество бактерий по сравнению с химическими консервантами. Эти результаты свидетельствуют о том, что бактериоцин-продуцирующие виды *Pediococcus* обеспечивают увеличенный срок годности для определенных сортов пищевых продуктов и могут быть использованы в качестве биоконсервантов [43-44].

#### Прочие продукты питания

Современные потребители заинтересованы в здоровом питании и минимально обработанных продуктах питания. Содержание холестерина в молочных продуктах и аллергические реакции на молочные белки способствуют развитию немолочных пробиотических продуктов. Множество вариантов для разработки пробиотических продуктов предлагается из растительного сырья, такого как бобовые, зерновые, овощи, фрукты и их комбинации. Растет спрос на использование природных противомикробных веществ для защиты пищевых продуктов и замены синтетических добавок в пищевых продуктах. Различные пробиотические микроорганизмы, в частности молочнокислые бактерии, могут способствовать удовлетворению запросов потребителей. Метаболитами, продуцируемыми пробиотиками, являются перекись водорода, диацетиловые соединения, ацетон, ацетальдегид, этанол, реутерициклин, реутерин, углекислый газ и, самое главное, природные кислоты и бактериоцины. Способность использовать метаболит бактериоцин, продуцируемый пробиотиками, показывает его эффективность в качестве биоконсерванта. Эта антибактериальная методология может стать потенциальным решением для поднятия опасений по поводу патогенных бактерий и устойчивых к антибиотикам штаммов в растительных продуктах питания. Рекомбинантные пробиотики с хорошими антимикробными характеристиками могут быть разработаны с использованием пробиотических микроорганизмов [45].

*Lactiplantibacillus plantarum* является одним из видов LAB, который используется в качестве основного источника процесса ферментации, используемого в пробиотических ферментированных пищевых продуктах. *Lb. plantarum* производит экзополисахариды, молочную кислоту и биологически активные соединения, которые носят антибактериальный характер. Они показывают потенциальную активность в отношении патогенов пищевого происхождения, при-

сутствующих внутри кишечника человека [46]. Продление срока годности может быть достигнуто либо за счет включения пробиотиков в состав продукта, либо путем их включения в активную упаковку в виде антимикробных пленок [47]. Альтернативы йогурту на растительной основе преимущественно производятся с использованием сои или кокоса (с низким содержанием белка и высоким содержанием насыщенных жиров).

*Lactobacillus xylosus* проявляет пробиотическую, а также бактериоциногенную активность. Эти виды продуцировали бактериоцины, которые ингибировали *S. aureus* и *E. coli*. Было установлено, что антибактериальная активность сохраняется в широком диапазоне pH и температурных обработок. Снижение бактериальной нагрузки наблюдалось за счет наличия бактериоцинов. Это исследование показывает возможность применения штамма *L. xylosus* в качестве потенциальных пробиотиков и использования их бактериоцинов в качестве биоконсервантов [48].

Изоляты молочнокислых бактерий, полученные из нектара кокосовой пальмы, который ферментируется естественным путем, были проанализированы на чувствительность к антибиотикам, антимикробную и антиоксидантную активность. Изоляты показали эффективные пробиотические свойства, наряду с противогрибковой и антибактериальной активностью. Это показывает, что молочнокислые бактерии, выделенные из нектара кокосовой пальмы, благоприятны для использования в качестве консервантов в функциональных ферментированных продуктах [49]. Синергетическое действие молочнокислых бактерий, которые являются пробиотиком, может быть использовано для биосохранения эмульгированных продуктов и косметических продуктов. Помимо непосредственного добавления биомолекул, обладающих антимикробными свойствами, добавление живых бактерий с биозащитной природой является перспективным подходом к производству более безопасных пищевых продуктов [50-51].

#### Заключение

Пробиотики играют важную роль в снижении восприимчивости человека к патогенам. Проводить сравнение имеющихся научных данных было бы не совсем правильно, так как многие авторы использовали различные пробиотические штаммы, продолжительность обработки, дозировку. Кроме того, на сегодняшний день количество проведенных исследований ограничено. Все пробиотики показывают раз-

личное действие в продуктах и разную реакцию на виды и штаммы микроорганизмов. В связи с этим необходимо проводить дальнейшие исследования для определения оптимальных видов, доз и составов при использовании пробиотиков в растительном пищевом сырье.

Биоконсервация может быть объединена с другими методами обработки для решения проблем безопасности пищевых продуктов. В качестве примера этого можно привести исследование свежесрезанной груши сорта «Конференция». Сочетание обработки кальцием в послеуборочной фазе, погружения в антиоксидантный раствор и биоконсервации с пробиотиками было применено для повышения безопасности и общего качества свежесрезанных груш. Пробиотический микроорганизм *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG использовали для оценки антиоксидантной активности и общего фенольного содержания в свежесрезанных фруктах [52].

Растительные пищевые продукты, дополненные пробиотическими микроорганизмами, обеспечивают желаемые преимущества для здоровья потребителей, используя свои биоконсервативные свойства для увеличения срока годности пищевых продуктов. Новые тенденции, такие как замена молока животного происхождения пробиотическим молоком растительного происхождения, показывают эффективное использование пробиотиков в немолочных продуктах [53]. Современная пищевая промышленность работает в направлении использования безопасных и эффективных методов консервирования. Экологические проблемы, токсичность и побочные эффекты, вызванные длительным применением химических консервантов, обуславливают необходимость использования пробиотических микроорганизмов в области сохранения пищевых продуктов. Биоконсервация, как известно, является будущим сохранения пищевых продуктов. Как метод консервирования, она показывает высокую эффективность по сравнению с другими методами за счет снижения вредного воздействия на окружающую среду и положительно влияет на здоровье потребителей [54-55]. При этом нельзя забывать и не учитывать, что снижение микробного загрязнения при переработке, хранении и реализации является ключевым фактором обеспечения безопасности как растительных, так и животных продуктов питания и напитков.

В настоящее время потребители отдают предпочтение продуктам питания, которые минимально обработаны, более натуральны и безопасны для употребления. Пробиотики имеют широкий спектр применения

в молочной промышленности. Таким образом, изучение их применения в немолочном растительном пищевом секторе необходимо в связи с растущим спросом на растительные пищевые продукты. Кроме того, новые применения пробиотиков в растительном источнике сырья становятся очень популярными. Как известно, на сегодняшний день многие патогены проявляют устойчивость к антибиотикам, поэтому способ биоконсервирования имеет большое значение. Применение пробиотиков является перспективным методом для увеличения срока годности и обеспечения качества продуктов питания и напитков из растительного сырья. Необходимо проводить дальнейшие исследования по изучению характеристики и способа доставки пробиотиков с целью определения подходящих штаммов, дозы и условий проведения ферментации, с целью обеспечения качества продукта и его безопасности. Следует отметить, что данная область мало изучена. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на замене методологий сохранения химических веществ биоконсервированием для обеспечения безопасности продуктов питания и охраны окружающей среды. Особо следует отметить, что использование пробиотиков в качестве биоконсервантов будет достойной альтернативой химическим консервантам в продуктах питания. Продукты с пробиотиками могут использоваться потребителем в качестве продуктов профилактического и функционального назначения.

#### Список литературы

1. Hill C. et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic // *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*. 2014. V. 11. P. 506–514. DOI: 10.1038/nrgastro.2014.66.
2. Hemarajata P., Versalovic J. Effects of probiotics on gut microbiota: mechanisms of intestinal immunomodulation and neuromodulation // *Therapeutic advances in gastroenterology*. 2013. V. 6. P. 39–51. DOI: 10.1177/1756283X12459294.
3. Cunningham M., Vinderola G., Charalampopoulos D., Lebeer S., Sanders M.E., Grimaldi R. Applying probiotics and prebiotics in new delivery formats—Is the clinical evidence transferable // *Trends Food Sci. Technol.* 2021. V. 112. P. 495–506. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.04.009.
4. Neffe-Skocińska K., Rzepkowska A., Szydłowska A., Kołozyn-Krajewska D. Trends and Possibilities of the Use of Probiotics in Food Production // *In Alternative and Replacement Foods*; Elsevier: Amsterdam. 2018. V. 17. P. 65–94.
5. Dhundale V. et al. Evaluation and exploration of lactic acid bacteria for preservation and extending the shelf life of fruit // *International Journal of Fruit Science*. 2018. V. 18. No. 4. P. 355–368. DOI: 10.1080/15538362.2018.1435331.
6. Bintsis T. Foodborne pathogens // *AIMS Microbiol.* 2017. V. 3. P. 529–563. DOI: 10.3934/microbiol.2017.3.529.
7. CDC. What Is a Foodborne Disease Outbreak and Why Do They Occur. URL: <http://www.cdc.gov/foodsafety/facts.htm#whatisanoutbreak> (accessed on 19.04.2023).



8. McFarland L.V. From yaks to yogurt: the history, development, and current use of probiotics // *Clinical Infectious Diseases*. 2015. V. 60. No. 2. P. S85-S90. DOI: 10.1093/cid/civ054.
9. Kok C.R., Hutkins R. Yogurt and other fermented foods as sources of health-promoting bacteria // *Nutrition reviews*. 2018. V. 76. No. 1. P. 4-15. DOI: 10.1093/nutrit/nuy056.
10. Umair M. et al. Probiotic-Based bacteriocin: Immunity supplementation against viruses. An updated review // *Frontiers in Microbiology*. 2022. V. 13. P. Art. 876058.
11. Nath S., Chowdhury S., Dora K.C., Sarkar S. Role of biopreservation in improving food safety and storage // *Int. J. Eng. Res. Appl.* 2014. V. 4. P. 26–32.
12. Bourdichon F et al. The forgotten role of food cultures // *FEMS Microbiol. Lett.* 2021. V. 368. P. fnab085. DOI: 10.1093/femsle/fnab085.
13. Oluk C.A., Karaca O.B. The Current Approaches and Challenges of Biopreservation // *In Food Safety and Preservation*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. 2018. P. 565–597.
14. García P., Rodríguez L., Rodríguez A., Martínez B. Food biopreservation: Promising strategies using bacteriocins, bacteriophages and endolysins // *Trends Food Sci. Technol.* 2010. V. 21. P. 373–382. DOI: 10.1016/j.tifs.2010.04.010.
15. Sharif Z.I.M. et al. Review on methods for preservation and natural preservatives for extending the food longevity // *Chemical Engineering Research Bulletin*. 2017. V. 19. P. 145. DOI: 10.3329/ceerb.v19i0.33809.
16. Campêlo M.C.S., Medeiros J.M.S., Silva J.B.A. Natural products in food preservation // *International Food Research Journal*. 2019. V. 26. P. 41–46.
17. Dwivedi S., Prajapati P., Vyas N., Malviya S., Kharia A. A Review on Food Preservation: Methods, harmful effects and better alternatives // *Asian J. Pharm. Pharmacol.* 2017. V. 3. P. 193–199.
18. Silva M.M., Lidon F. Food preservatives—An overview on applications and side effects // *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2016, V. 28. P. 366–373. DOI: 10.9755/ejfa.2016-04-351.
19. Mariotti F. (ed.). Vegetarian and plant-based diets in health and disease prevention. // Academic Press. 2017. 25 p.
20. Ranadheera C.S., Vidanarachchi J.K., Rocha R.S., Cruz A.G., Ajlouni S. Probiotic delivery through fermentation: Dairy vs. non-dairy beverages // *Fermentation*. 2017. V. 3. P. 67. DOI: 10.3390/fermentation3040067.
21. Žuntar I., Petric Z., Kovacević D.B., Putnik P. Safety of probiotics: Functional fruit beverages and nutraceuticals // *Foods*. 2020. V. 9. P. 947. DOI: 10.3390/foods9070947.
22. Bimbo F., Bonanno A., Nocella G., Viscecchia R., Nardone G., De Devitiis B., Carlucci D. Consumers' acceptance and preferences for nutrition-modified and functional dairy products: A systematic review // *Appetite*. 2017. V. 113. P. 141–154. DOI: 10.1016/j.appet.2017.02.031.
23. Afzaal M., Saeed F., Arshad M.U., Nadeem M.T., Saeed M., Tufail T. The Effect of Encapsulation on The Stability of Probiotic Bacteria in Ice Cream and Simulated Gastrointestinal Conditions. *Probiotics Antimicrob* // *Proteins*. 2019. V. 11. P. 1348–1354.
24. Afzaal M. et al. Encapsulation of *Bifidobacterium bifidum* by internal gelation method to access the viability in cheddar cheese and under simulated gastrointestinal conditions // *Food Science & Nutrition*. 2020. V. 8. P. 2739–2747. DOI: 10.1002/fsn3.1562.
25. Zendeboodi F. et al. Probiotic: conceptualization from a new approach // *Current Opinion in Food Science*. 2020. V. 32. P. 103-123. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.03.009.
26. Sarao L.K., Arora M. Probiotics, prebiotics, and microencapsulation: A review // *Critical reviews in food science and nutrition*. 2017. V. 57. No. 2. P. 344-371. DOI: 10.1080/10408398.2014.887055.
27. Ryan J. et al. Microbial, physico-chemical and sensory characteristics of mango juice-enriched probiotic dairy drinks // *International Journal of Dairy Technology*. 2020.V. 73. P. 182–190. DOI: 10.1111/1471-0307.12630.
28. Plaza-Diaz J. et al. Mechanisms of action of probiotics // *Advances in nutrition*. 2019. V. 10. P. S49–S66. DOI: 10.1093/advances/nmaa042.
29. Mitra S., Ghosh B.C. Quality characteristics of kefir as a carrier for probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG // *International Journal of Dairy Technology*. 2020. V. 73. P. 384–391. DOI: 10.1111/1471-0307.12664.
30. Likotrafiti E. et al. In vitro evaluation of potential antimicrobial synbiotics using *Lactobacillus kefir* isolated from kefir grains // *International Dairy Journal*. 2015. V. 45. P. 23-30. DOI: 10.1016/j.idairyj.2015.01.013.
31. Hu D. et al. Evaluation of *Pediococcus pentosaceus* strains as probiotic adjunct cultures for soybean milk post-fermentation // *Food Research International*. 2021. V. 148. P. 110570. DOI: 10.1016/j.foodres.2021.110570.
32. Xu Y., Zhao H., Yan X., Zhao S. Preparation of a probiotic rice tablet: Sensory evaluation and antioxidant activity during gastrointestinal digestion // *LWT*. 2020. V. 124. P.108911. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108911.
33. Russo P. et al. Probiotic lactic acid bacteria for the production of multifunctional fresh-cut cantaloupe // *Food Research International*. 2015. V. 77. P. 762–772. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.08.033.
34. Trias R. et al. Bioprotection of Golden Delicious apples and Iceberg lettuce against foodborne bacterial pathogens by lactic acid bacteria // *International journal of food microbiology*. 2008. V. 123. P.50–60. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.065.
35. Leverentz B. et al. Biocontrol of the food-borne pathogens *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* serovar Poona on fresh-cut apples with naturally occurring bacterial and yeast antagonists // *Applied and environmental microbiology*. 2006. V. 72. No. 2. P. 1135-1140.
36. Siroli L., Patrignani F., Serrazanetti D.I., Tabanelli G., Montanari C., Gardini F., Lanciotti R. Lactic acid bacteria and natural antimicrobials to improve the safety and shelf-life of minimally processed sliced apples and lamb's lettuce // *Food Microbiol.* 2015. V. 47. P. 74–84. DOI: 10.1016/j.fm.2014.11.008.
37. Röbke C. et al. Evaluation of fresh-cut apple slices enriched with probiotic bacteria // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2010. V. 11. P. 203–209. DOI: 10.1016/j.ifset.2009.08.016.
38. Alegre I., Viñas I., Usall J., Anguera M., Abadias M. Microbiological and physicochemical quality of fresh-cut apple enriched with the probiotic strain *Lactobacillus rhamnosus* GG // *Food Microbiol.* 2011. V. 28. P. 59–66. DOI: 10.1016/j.fm.2010.08.006.
39. Iglesias M.B. et al. Antagonistic effect of probiotic bacteria against foodborne pathogens on fresh-cut pear // *LWT-Food Science and Technology*. 2017. V. 81. P. 243–249. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.03.057.
40. Iglesias M.B., Echeverría G., Viñas I., López M.L., Abadias M. Biopreservation of fresh-cut pear using *Lactobacillus rhamnosus* GG and effect on quality and volatile compounds // *LWT-Food Science and Technology*. 2018. V. 87. P. 581–588. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.09.025.
41. Iglesias M.B. et al. Adhesion and invasion of *Listeria monocytogenes* and interaction with *Lactobacillus rhamnosus* GG after habituation on fresh-cut pear // *Journal of Functional Foods*. 2017. V. 34. P. 453-460. DOI: 10.1016/j.jff.2017.05.011.
42. Luz C. et al. Biopreservation of tomatoes using fermented media by lactic acid bacteria // *LWT*. 2020. V. 130. P. 109618. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109618.
43. Skariyachan S., Govindarajan S. Biopreservation potential of antimicrobial protein producing *Pediococcus* spp. towards selected food samples in comparison with chemical preservatives // *International journal of food microbiology*. 2019. V. 291. P. 189-196. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.12.002.

44. Paz P.C., Janny R.J., Håkansson Å. Safeguarding of quinoa beverage production by fermentation with *Lactobacillus plantarum* DSM 9843 // *International journal of food microbiology*. 2020. V. 324. P. 108630. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108630.
45. Monika K. et al. Antimicrobial Property of Probiotics // *Environment Conservation Journal*. 2021.V. 22. P. 33–48. DOI: 10.36953/ECJ.2021.SE.2204.
46. Al-Tawaha R., Meng C. Potential benefits of *Lactobacillus plantarum* as probiotic and its advantages in human health and industrial applications: A review // *Adv. Environ. Biol*. 2018.V. 12. P. 16–27.
47. Axel C., Zannini E., Arendt E.K. Mold spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf life extension // *Critical Reviews in food science and nutrition*. 2017. V. 57. P. 3528–3542. DOI: 10.1080/10408398.2016.1147417.
48. Rahman M.A. et al. *Lactobacillus xyloso* isolated from butter showed potentiality to be used as probiotic and biopreservative // *Asian Journal of Medical and Biological Research*. 2020. V. 6. P. 27–37. DOI: 10.3329/ajmbr.v6i1.46476.
49. Somashekaraiah R., Shruthi B., Deepthi B.V., Sreenivasa M.Y. Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from neera: A naturally fermenting coconut palm nectar // *Front. Microbiol*. 2019.V. 10. P. 1382. DOI: 10.3389/fmicb.2019.01382.
50. Kostov G. et al. Biopreservation of emulsified food and cosmetic products by synergistic action of probiotics and plant extracts: A Franco-Bulgarian perspective // *Food Science and Applied Biotechnology*. 2020. V. 3. P. 167. DOI: 10.30721/fsab2020.v3.i2.93.
51. Paredes-Toledo J. Roasted chickpeas as a probiotic carrier to improve *L. plantarum* 299v survival during storage // *LWT-Food Science and Technol*. 2021. V. 146. P. 111471. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111471.
52. Zudaire L. et al. Evaluation of postharvest calcium treatment and biopreservation with *Lactobacillus rhamnosus* GG on the quality of fresh-cut 'Conference' pears // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018. V. 98. No. 13. P. 4978–4987. DOI: 10.1002/jsfa.9031.
53. Rasika D.M.D. et al. Plant-based milk substitutes as emerging probiotic carriers // *Current Opinion in Food Science*. 2021. V. 38. P. 8–20. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.10.025.
54. Chugh B., Kamal-Eldin A. Bioactive compounds produced by probiotics in food products // *Current Opinion in Food Science*. 2020. V. 32. P. 76–82. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.02.003.
55. More A.S. et al. Biomarkers associated with quality and safety of fresh-cut produce // *Food Bioscience*. 2020. V. 34. P. 100524. DOI: 10.1016/j.fbio.2019.100524.

СТАТЬЯ

УДК 631.8

**СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ ЛУГОВО-САЗОВЫХ ПОЧВ  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЫ**

**Абдурахмонов Н.Ю., Собитов У.Т., Юлдашев И.К.**

*Институт почвоведения и агрохимических исследований, Ташкент,  
e-mail: ulmasbek.sobitov@gmail.com*

В данной статье представлены результаты исследований, проведенных на орошаемых землях Центральной Ферганы, в частности проанализированы механический состав почвы, уровень засоления, валовые и подвижные формы гумуса, количество питательных веществ в орошаемой лугово-болотной почве, почвы, а также количество гипса в почве. Дана информация о разных видах. Приведена краткая характеристика механического состава орошаемых лугово-болотных почв. Эти почвы в основном состоят из тяжелых и средних песков, а в некоторых случаях они сменяются легкими песками в нижних слоях. Песок составляет 53,5–74,4%. Количество элементов питания меняется в зависимости от механического состава почвы. Отмечено, что содержание элементов питания относительно выше в почвах с тяжелым гранулометрическим составом, чем в почвах с легким составом. В частности, механическое строение и свойства почвы, такие как пористость, капиллярное впитывание влаги, количество питательных веществ, влагоемкость, водопроницаемость, напрямую связаны с количеством частиц разного размера в почве, а почва приведены мелиоративно-агрохимические условия изучаемой территории, приведены научные рекомендации по восстановлению и повышению урожайности.

**Ключевые слова:** орошаемые лугово-сазовые почвы, гумус и питательные элементы, их общие и подвижные формы, степень гипсованности

**PROPERTIES OF IRRIGATED MEADOW-SAZ SOILS  
OF CENTRAL FERGANA**

**Abdurakhmonov N.Yu., Sobitov U.T., Yuldoshev I.K.**

*Institute of Soil Science and Agrochemical Research, Tashkent, e-mail: ulmasbek.sobitov@gmail.com*

This article presents the results of studies conducted on the irrigated lands of Central Fergana, in particular, the mechanical composition of the soil, salinity level, gross and mobile forms of humus, the amount of nutrients in the irrigated meadow-marsh soil, soil, as well as the amount of gypsum in the soil. Information is given on different types. A brief description of the mechanical composition of irrigated meadow-marsh soils is given. These soils are mainly composed of heavy and medium sands, and in some cases they are replaced by light sands in the lower layers. sand is 53.5–74.4%. The number of nutrients varies depending on the mechanical composition of the soil. It is noted that the content of nutrients in soils with a heavy granulometric composition is relatively higher in soils with a heavy granulometric composition than in soils with a light content. In particular, the mechanical structure and properties of the soil, such as porosity, capillary absorption of moisture, the amount of nutrients, moisture capacity, water permeability, are directly related to the number of particles of different sizes in the soil, and the soil reclamation and agrochemical conditions of the study area are given, scientific recommendations for restoration are given. and increasing productivity.

**Keywords:** irrigated meadow-saz soils, humus and nutrients, their general and mobile forms, degree of gypsum content

По данным всемирной организации «Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций» (ФАО), в мире гипсованные почвы занимают площадь 66 560 км<sup>2</sup>, из них 16616 км<sup>2</sup>, или почти 25,0%, приходится на территорию Центральной Азии. На сегодняшний день во всем мире, в частности в Республике Узбекистан, вопросы получения запланированного урожая и обеспечения продовольственной безопасности путем эффективного использования трудномелиорируемых земель, в частности гипсованных почв, остаются одними из самых актуальных. Также сложность мелиорации гипсованных почв, недостаток научных исследований и разработок в этом направлении становятся причиной вывода данных

земель из сельскохозяйственного оборота или невосполнения расходов.

Эффективное использование земельных и водных ресурсов в Республике Узбекистан способствует сохранению и восстановлению мелиоративного состояния и плодородия сельскохозяйственных угодий. Однако и по сей день остаются нерешенными вопросы, связанные с сохранением и восстановлением плодородия, улучшением мелиорации трудномелиорируемых, в частности гипсованных, земель.

Целью исследования: на основе характеристик лугово-сазовых почв с разной степенью загипсованности оценить состояние загипсованных почв и разработать комплекс научно обоснованных агро-мелиоративных мероприятий, направленных на их улучшение.

### Материалы и методы исследования

Основу методики исследования составляют анализ данных почвенных карт изучаемых территорий, обобщение результатов сравнительно-географических, почвенно-картографических, лабораторно-камерально-аналитических исследований, а также методы оценки качества орошаемых почв массива. Подготовительные, полевые, камеральные и картографические работы исследования проводились на основе общепринятых инструкций [1], а лабораторно-аналитические работы осуществлялись на основе общепринятых методик [2]. Исследование проводилось на почвах территории Центральной Ферганы Республики Узбекистан.

А. Максудов [3] всесторонне изучал различные свойства основных почв Центральной Ферганы, а В. Исаков [4] подробно анализировал процесс образования гипса, шохов и арзыков в гидроморфных почвах Центральной Ферганы, их влияние на сельскохозяйственные культуры в орошаемом земледелии.

У. Мирзаев в своих исследованиях сравнил почвенно-геохимические характеристики Центральной Ферганы с почвенно-геохимическими характеристиками Зеравшанского и Мирзачульского регионов. У. Мирзаевым установлено, что процесс рассоления на арзычных луговых почвах протекает медленнее относительно лугово-сазовых почв. Под влиянием орошения гипс из верхних слоев арзычно-го разреза вымывается в нижние слои, и формируется слой, состоящий из гипса и почвенной массы. Отмечено увеличение количества общего и подвижных форм фосфора в арзычных почвах. В составе общего фосфора фосфаты II группы накапливаются интенсивнее и больше относительно лугово-сазовых почв. Процентная доля фосфатов II группы увеличилась на 6–8% относительно общего фосфора. Установлено, что в условиях многолетней общей агротехники плодородие арзычных почв и урожайность выращиваемого на них хлопчатника увеличиваются медленно [5].

А.Т. Турдалиев в результате исследований генезиса, физико-химических и биогеохимических свойств арзычно-шоховых, шохово-арзычных горизонтов почв Центральной Ферганы пришел к следующим выводам. По мере повышения уровня окультуренности почв с арзычно-шоховыми и шохово-арзычными горизонтами усиливается их деградация, а именно происходит разрушение горизонта, что в данном случае считается положительным процессом. В данных горизонтах отмечено умень-

шение количества Кларка изученных элементов (Na, Mg, K, Ca, Fe, Rb, Sr, Ba, Sc, Cr, Co, Ni, As, Br, Cd, Sb, Cs, Hf, Ta, W, Au, Hg, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Th, U) по мере усложнения и утяжеления их атомного ядра [6]. Арзычно-шоховые и шохово-арзычные горизонты являются генетическими слоями орошаемых лугово-сазовых почв и называются педолитами. Они образуются при формировании данных почв, а в результате длительного использования в сельском хозяйстве, то есть в результате воздействия антропогенных факторов, теряют свои свойства.

С.Х. Зокирова обосновала, что под влиянием освоения и орошения почв северной части Центральной Ферганы за последние 40–45 лет в результате ускорения гидроморфного режима почвенного покрова изменилось эколого-мелиоративное состояние почв, а также что под влиянием процессов засоления-рассоления орошаемых гидроморфных почв территории и в результате агрохимических и химических изменений свойств почв под влиянием антропогенных факторов сформировались новые генетические почвенные группы. Исследователем проведена качественная оценка (бонитировка) орошаемых гидроморфных почв опорных массивов северной части Центральной Ферганы и определен балл бонитета для каждого типа почв [7].

Ученые проводили исследования по изучению свойств шоховых, гипсовых почв, широко распространенных в северных частях Центральной Ферганы Шахмардонско-Исфайрамсойского выноса. Ими отмечено, что на участках с уровнем залегания грунтовых вод ниже 2,5–3,0 м, в нижних частях почвенного профиля, гипс аккумулируется с карбонатами кальция и магния в виде арзыков, а в средних частях – часто с карбонатами [3, 4]. Есть мнение, что образование гипса и арзыков связано с осаждением и накоплением карбонатов и легкорастворимых солей на впадинах со слабым течением грунтовых вод, а на территориях с близким залеганием грунтовых вод обусловлено поднятием легкорастворимых солей с подземными водами. Также отмечено, что в верхних слоях почвы мелкие частицы гипса могут накапливаться (осаждаться) и образовывать твердые слои с сульфатом натрия и карбонатами кальция, а также что количество гипса может достигать 30–50%. Такие трудномелиорируемые (лугово-сазовые, лугово-аллювиальные) почвы широко распространены в отдаленных частях Центральной Ферганы и Шахмардонско-Исфайрамсойского выноса.

В ходе своих научных исследований по изучению научных основ генезиса, агрофизических и агрохимических свойств, повышению производительной способности песков Центральной Ферганы С.Х. Зокирова отметила, что образование искусственного экрана путем обработки песчаных почв с илистыми отходами дренажей (мелкоземом) с первых лет оказало положительное влияние на увеличение объемных масс пахотного и подпахотного слоев почв (0–30 и 30–40 см соответственно). Был сделан вывод, что в опытах при обработке почв с внесением 1000 т мелкозема на 1 га объемная масса 0–30-сантиметрового слоя почв составила 1,43 г/см<sup>3</sup> относительно контрольного варианта, а в 30–40-сантиметровом слое этот показатель достигал в среднем 1,42 г/см<sup>3</sup> [7].

С точки зрения мелиоративного почвоведения эти земли относятся к низкоплодородным, трудномелиорируемым, нуждающимся в дополнительной подкормке элементами питания. Из научных трудов вышеназванных ученых стало известно, что проводились исследования по изучению агрохимических свойств орошаемых лугово-сазовых почв, распространенных на территории Центральной Ферганы.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Механический состав почвы играет решающую роль в проявлении ряда ее свойств. В частности, от количества частиц разного размера в почве напрямую зависят такие свойства, как механическая структура и пористость почвы, поглощение влаги через капилляры, количество питательных веществ, влагоемкость, водопроницаемость. Существует также некоторая корреляция между механическим составом и количеством подвижных питательных веществ.

По механическому составу широкоорошаемые пастбищные сазовые почвы Центрально-Ферганской области, где проводились исследования, состоят из тяжелых, средних, легких песков и суглинков. По данным анализа механического состава описанных нештукатуренных орошаемых лугово-осоковых почв эти почвы состоят в основном из тяжелых и средних песков, а в некоторых случаях в нижних слоях чередуются с легкими песками. Доля физической глины (частицы мельче 0,01 мм) составляет 25,1–46,4% почвенного профиля, физического песка – 53,5–74,4%. Данные почвы состоят из супесей, в отдельных случаях среднесуглинистые почвы чередуются с легкосуглинистыми почвами. нижние слои. Доля частиц физической глины

по профилю почвы составляет 14,1–36,4%, доля частиц физического песка в этих почвах – 63,6–85,9%, по механическому составу среднештукатуренные орошаемые лугово-осоковые почвы, тяжелые, средние, легкие состоят из песков, а в ряде случаев чередуются с почвами легкого механического состава и супесями в нижних слоях почвенного профиля. Доля физической глины (частиц размером менее 0,01 мм) составляет 18,8–47,5%, частиц физического песка – 52,5–81,2% по генетическим слоям почвы. По химизму засоления негипсованные ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0–10%) и среднегипсованные ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  20–40%) лугово-осоковые почвы во всех случаях (слоях) относятся к сульфатным типам засоления, а по степени засоления средnezасоленные, слабозагипсованные ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  10–20%) почвы по степени засоления образуют группу слабозасоленных (разрез 1) и средnezасоленных (разрез 20).

В процессе развития почвы формируются ее плодородные свойства, представляющие собой сумму ее основных свойств. Процесс обмена веществ между почвой и присутствующими в ее составе в разном количестве микроорганизмами приводит к накоплению азота, зольных элементов (фосфора, серы и др.) в верхних слоях почвы. Эти вещества накапливаются преимущественно в верхних горизонтах почвы, и в этой зоне располагаются растительные остатки, где происходят разложение органического вещества и формирование почвенного плодородия.

Данные о содержании гумуса, общего и подвижного азота, фосфора и обменного калия в исследованных почвах приведены в таблице. Авторами установлено, что содержание гумуса в негипсованных лугово-сазовых почвах, распространенных на территории исследований, несколько выше относительно слабо- и среднегипсованных и уменьшается в среднем и нижнем горизонтах почвенного разреза.

Доля гумуса в пахотном горизонте негипсованных почв составляет 1,034–1,298%, в подпахотном горизонте – 0,990–1,078%, причем наблюдается его уменьшение к нижним горизонтам. В слабых и среднегипсованных почвах доля гумуса в верхнем пахотном слое почв составляет 1,08–1,186%, в подпахотном слое – 0,946–1,188% и снижается до 0,473–0,748% вниз по профилю. По количеству гумуса в верхнем пахотном слое данные гипсованные почвы относятся к группам со средним (0,8–1,20%) и высоким (1,21–1,6%) уровнем содержания гумуса (таблица).

Механический состав, засоление, содержание гумуса и питательных веществ в почвах исследуемой территории

№ разреза	Глубина, см	Механический состав почвы		Гумус, %	Общий азот %	C:N	Питательные элементы				CO <sub>2</sub> карбонаты, %	CaSO <sub>4</sub> *2H <sub>2</sub> O, %	Засоление
		Физический песок	Физическая глина				валовые, %	подвижные, мг/кг	фосфор	калий			
Негипсованные почвы													
41	0-26	65,9	34,1	22,99	0,087	8,7	0,34	1,082	30,2	184	12,30	5,07	Средне
	26-43	69,3	30,7	16,32	0,071	8,8	0,26	0,770	25,5	110	13,57	9,42	Средне
	43-70	74,9	25,1	20,81	0,076	7,7	0,19	0,662	19,3	99	13,20	3,12	Средне
	70-112	73,5	26,5	20,13	0,065	7,7	0,15	0,552	15,0	60	14,15	6,66	Средне
	112-140	74,4	25,6	17,37	0,063	8,1	0,13	0,425	10,2	56	14,00	6,13	Средне
	0-25	53,6	46,4	1,034	0,072	8,3	0,33	1,001	30,4	197	14,29	7,16	Средне
78	25-48	53,5	46,5	0,990	0,058	9,9	0,20	0,915	25,3	110	13,20	8,77	Средне
	48-76	60,0	40,0	0,946	0,061	9,0	0,16	0,716	17,6	97	17,20	5,33	Средне
	76-110	66,2	33,8	0,814	0,054	8,7	0,10	0,621	10,2	65	14,10	7,45	Средне
Слабгипсованные почвы													
1	0-27	63,6	36,4	1,186	0,071	9,7	0,28	0,987	20,2	170	14,36	3,28	Слабо
	27-37	63,8	36,2	1,078	0,073	8,6	0,19	0,825	15,7	144	11,67	3,57	Слабо
	37-60	65,2	34,8	0,968	0,066	8,5	0,15	0,774	10,6	132	12,25	12,64	Слабо
	60-89	67,1	32,9	0,968	0,069	8,1	0,11	0,625	9,3	92	14,04	17,22	Слабо
	89-119	71,4	28,6	0,850	0,064	7,7	0,08	0,425	5,8	60	14,42	11,41	Средне
	0-29	79,7	20,3	1,188	0,069	10,0	0,20	0,975	16,3	162	11,19	11,60	Средне
20	29-42	82,8	17,2	1,078	0,074	8,4	0,16	0,815	10,9	110	10,70	12,36	Средне
	42-65	83,1	16,9	0,858	0,059	8,4	0,13	0,725	9,0	97	10,66	8,40	Средне
	65-101	85,9	14,1	0,748	0,060	7,2	0,10	0,457	5,4	60	12,67	9,31	Средне
Среднегипсованные почвы													
65	0-25	52,5	47,5	1,018	0,052	11,4	0,36	0,992	33,3	198	11,51	31,06	Средне
	25-47	63,2	36,8	0,968	0,045	12,5	0,28	0,882	20,5	120	10,51	21,09	Средне
	47-60	79,3	20,7	0,638	0,035	10,6	0,20	0,772	10,6	90	12,25	28,94	Средне
	60-91	80,6	19,4	0,858	0,039	12,8	0,10	0,615	8,3	77	12,88	26,51	Средне
	91-130	80,9	19,1	0,748	0,044	9,9	0,09	0,425	4,5	60	10,93	11,45	Средне
	0-35	72,8	27,2	1,034	0,051	11,8	0,32	1,117	29,1	185	15,14	27,92	Средне
71	35-51	71,3	28,7	0,946	0,046	11,9	0,30	0,910	20,2	110	14,15	26,16	Средне
	51-69	73,9	26,1	0,572	0,029	11,4	0,20	0,717	18,6	93	13,36	30,16	Средне
	69-110	81,2	18,8	0,528	0,029	10,6	0,10	0,415	10,2	61	17,55	29,81	Средне

Установлено, что количество азота в исследованных негипсованных и гипсованных почвах по всему почвенному профилю невелико и колеблется в количественном диапазоне от 0,029 до 0,087%. Соотношение углерода к азоту (C:N) несколько высокое, и, в свою очередь, эти лугово-сазовые почвы богаты гумусом, но бедны азотом.

Количество подвижного фосфора в верхнем слое негипсованных лугово-сазовых почв составляет 30,2–30,4 мг/кг, почвы относятся к группе среднеобеспеченных (30–45 мг/кг) почв. Этот показатель снижается до 10,2 мг/кг вниз по профилю почв. Содержание обменного калия в пахотном слое почв составляет 184–197 мг/кг, отмечено снижение его количества до 60 мг/кг вниз по профилю. Данные почвы по содержанию обменного калия относятся к группе низкообеспеченных почв. Количество подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) в пахотном слое слабогипсованных лугово-сазовых почв составляет 16,3–20,2 мг/кг, данные почвы относятся к группе низкообеспеченных почв.

Отмечено снижение этого показателя до 5,4–5,8 мг/кг к нижним слоям разреза, что свидетельствует об очень низкой обеспеченности подвижным фосфором нижних слоев почвенного профиля. Содержание обменного калия в пахотных горизонтах почв составляет 162–170 мг/кг, отмечено снижение его количества до 60 мг/кг к нижним слоям. По содержанию обменного калия в пахотном слое эти почвы относятся к низкообеспеченной группе. Количество подвижного фосфора в пахотном горизонте среднегипсованных лугово-сазовых почв варьирует в пределах 29,1–33,3 мг/кг, что дает основание отнести данные почвы к низко- (15–30 мг/кг) и среднеобеспеченным (30–45 мг/кг) фосфором группам почв. Вниз по профилю разреза этот показатель снижался до 8,3–9,3 мг/кг, и нижние горизонты почвенного профиля были очень мало обеспечены подвижным фосфором. В результате химического анализа авторами установлено, что количество обменного калия в пахотном слое изучаемых почв составляет 185–198 мг/кг и уменьшается до 60–72 мг/кг вниз по профилю. Эти почвы по количеству обменного калия в пахотном слое относятся к низкообеспеченным почвам (таблица).

Основной формой питания в фосфорном питании растений являются подвижные формы фосфора, и количество подвижного фосфора в верхних горизонтах исследуемых орошаемых почв колеблется в пределах 20,2–30,4 мг/кг; также отмечено, что количество подвижного фосфора в орошаемых слабогипсованных почвах

меньше, чем в орошаемых негипсованных почвах.

По результатам химического анализа определено, что в слоях исследованных лугово-сазовых почв в зависимости от количества гумуса общее количество азота низкое, а также что гумус и азот в основном аккумулируются в верхних горизонтах почвы, и их количество постепенно уменьшается вниз по профилю. В пахотном слое орошаемых лугово-сазовых негипсованных почв (разрез 41) содержание общего азота составляет 0,087%, а в подпахотном слое его содержание уменьшается до 0,071%. Доля общего фосфора составляет 0,34%, а калия – 1,082%, и отмечено, что содержание общего фосфора к нижним горизонтам уменьшилось до 0,10%, а калия – до 0,425%. Содержание общего азота в пахотном слое слабогипсованных орошаемых лугово-сазовых почв (разрез 1) составляет 0,071%, и отмечено снижение его содержание к нижним слоям до 0,064%. Количество общего фосфора составляет 0,28%, калия – 0,987%, и установлено снижение содержания фосфора к нижним горизонтам до 0,08%, а калия – до 0,425%. В пахотном слое орошаемых лугово-сазовых слабогипсованных почв содержание общего азота в среднем составляет 0,052%, а в подпахотном слое его доля снижается до 0,045%. Доля общего фосфора составляет 0,36%, а калия – 0,992%, и содержание фосфора уменьшается вниз по профилю почв до 0,09%, а калия – до 0,415% (таблица).

### Заключение

Содержание питательных элементов меняется в зависимости от механического состава почвы. При сравнении элементов питания в почвах тяжелого механического состава с почвами легкого механического состава установлено относительно высокое содержание питательных элементов в почвах с тяжелым механическим составом. Относительно низкую обеспеченность данных почв гумусом и питательными веществами можно объяснить недостаточным развитием корневой системы растений в результате недостаточного запаса остатков корней растений, очень сильным уплотнением гипсованных почв, низкой водопроницаемостью.

Отмечено уменьшение количества гумуса и питательных веществ по мере повышения степени засоления почв. На основании полученных данных можно сделать вывод, что содержание гумуса и питательных элементов высоко в негипсованных почвах относительно почв с различным уровнем гипсованности, распространенных на территории исследования.

**Список литературы**

1. Инструкция проведения почвенных исследований и составления почвенных карт для ведения Государственного земельного кадастра. Нормативный акты по землепользованию, землеустройству и земельному кадастру. Ташкент, 2013. 52 с.
2. Методические указания по бонитировке орошаемых почв Республики Узбекистан (коллектив авторов). Нормативный акты по землепользованию, землеустройству и земельному кадастру. Ташкент, 2015. 24 с.
3. Мақсудов А. Почвы Центральной Ферганы и их изменения в связи с орошением. Ташкент: Фан, 1979. 120 с.
4. Исаков В.Ю. Гипсоносные, арзыковые и шоховые почвы Ферганской долины условия их формирования и пути рационального использования: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 1993. 40 с.
5. Мирзаев У.Б. Динамика легкорастворимых солей в разрезах лугово-сазовых почв Центральной Ферганы // Почвоведение на службе экологической и продовольственной безопасности страны: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. Ташкент, 2017. С. 106-109.
6. Турдалиев А.Т. Генезис, физико-химические и биогеохимические свойства арзычно-шоховых, шохово-арзычных горизонтов почв Центральной Ферганы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент, 2016. 25 с.
7. Зокирова С.Х. Научные основы генезиса, агрофизических и агрохимических свойств, повышения производительности песков Центральной Ферганы: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Ташкент, 2017. 25 с.