

*Журнал «Научное обозрение. Биологические науки» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС77-57454 выдано 27.03.2014
ISSN 2500-3399*

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,400
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,240

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

*Почтовый адрес: 101000, г. Москва, а/я 47
Адрес учредителя, издателя: 410056, г. Саратов,
ул. им. Чапаева В.И., д. 56
Адрес редакции: 410035, г. Саратов,
ул. Мамонтовой, д. 5*

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

Post address: 101000, Moscow, p.o. box 47
Founder's, publisher's address: 410056, Saratov,
56 Chapayev V.I. str.
Editorial address: 410035, Saratov,
5 Mamontovoi str.

*Подписано в печать 28.12.2024
Дата выхода номера 31.01.2025
Формат 60×90 1/8*

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

Signed in print 28.12.2024
Release date 31.01.2025
Format 60×90 8.1

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

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

*Распространяется по свободной цене
Тираж 1000 экз. Заказ НО 2024/4
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

2024 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. Кичу 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. Самигуллиева 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

ФАУНА И ТРОФИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕЛЬМИНТОВ
СУХОПУТНЫХ ПТИЦ (AVES: GALLIFORMES, PASSERIFORMES) УЗБЕКИСТАНА
Акрамова Ф.Д., Арепбаев И.М., Ёркулов Ж.М., Саидова Ш.О., Мирзаева А.У., Азимов Д.А. 5

К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССА ОКУКЛИВАНИЯ ОЗИМОЙ СОВКИ
(*AGROTIS SEGETUM*)
Ёкубов А.А., Зокиров И.И. 15

ПОЧВЫ ПУСТЫННОГО РЕГИОНА УЗБЕКИСТАНА, ИХ ГУМУСНОЕ
И ПИТАТЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ
Парпиев Г.Т., Киличова Н.А., Мамарахимов Б.И. 20

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА CORAL 10% В.Р.
ПРОТИВ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ В ЯБЛОНЕВЫХ САДАХ
Хашимова М.Х., Ахмедова З.Ю., Рустамов К.Ж., Ганиева З.А., Зухритдинова Н.Ю. 26

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЕЗАКТИВАЦИИ АФЛАТОКСИНОВ
В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ
Бурак Л.Ч., Сапач А.Н., Саманкова Н.В. 31

СТАТЬИ

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНВАЗИВНЫХ
ВИДОВ РЫБ В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ СЫРДАРЬИ
Гайратова Г.И., Мукумов М.А., Назаров М.Ш. 41

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВОЙ ВОДЫ
Овсянникова А.В., Чередникова М.К., Протасова М.В. 47

ФАУНА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЕЩЕЙ СЕМЕЙСТВА IXODIDAE СРЕДИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТИ
Эсонбоев Ж.Р., Азимов Д.А., Мирзаева А.У., Акрамова Ф.Д. 52

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ВОЛОСАХ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ,
ПРОЖИВАЮЩИХ В САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ, В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ВОЗРАСТА И ПОЛА
Турамкулов Ш.Н., Расулов С.К., Аминжонов Ш.А. 58

ФАУНА КЛЕЩЕЙ РОДА RHIPICEPHALUS КОСН., 1844 СЕВЕРО-
ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА УЗБЕКИСТАНА И ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ИХ ОНТОГЕНЕЗ
Шапаатов Р.К., Мирзаева А.У. 67

CONTENTS

Biological sciences

ARTICLES

FAUNA AND TROPHIC-ECOLOGICAL FEATURES OF HELMINTHS OF LAND BIRDS (AVES: *GALLIFORMES*, *PASSERIFORMES*) OF UZBEKISTAN
Akramova F.D., Arepbaev I.M., Erkulov Zh.M., Saidova Sh.O., Mirzaeva A.U., Azimov D.A. 5

ON THE QUESTION OF STUDYING THE PUPPING PROCESS OF THE TURNIP MOTH (*AGROTIS SEGETUM*)
Yoqubov A.A., Zokirov I.I. 15

SOILS OF THE DESERT REGION OF UZBEKISTAN, THEIR HUMUS AND NUTRIENT STATE
Parpiev G.T., Kilichova N.A., Mamarakhimov B.I. 20

BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF CORAL 10% AGAINST INSECT PESTS IN APPLE TREE ORCHARDS
Khashimova M.Kh., Akhmedova Z.Yu., Rustamov K.Zh., Ganieva Z.A., Zukhritdinova N.Yu. 26

REVIEW

MODERN METHODS OF DEACTIVATION OF AFLATOXINS IN FOOD PRODUCTS
Burak L.Ch., Sapach A.N., Samankova N.V. 31

ARTICLES

FEATURES OF MORPHOECOLOGICAL INDICATORS OF INVASIVE FISH SPECIES IN THE UPPER STREAM OF THE SYRDARYA RIVER
Gayratova G.I., Mukimov M.A., Nazarov M.Sh. 41

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE STATE OF SPRING WATER
Ovsyannikova A.V., Cherednikova M.K., Protasova M.V. 47

FAUNA AND DISTRIBUTION OF TICKS OF THE FAMILY IXODIDAE OF FARM ANIMALS OF THE JIZZAKH REGION
Esonboev J.R., Azimov D.A., Mirzaeva A.U., Akramova F.D. 52

MACRO-AND MICROELEMENTS IN THE HAIR OF PRIMARY SCHOOLCHILDREN LIVING IN THE SAMARKAND REGION, DEPENDING ON AGE AND GENDER
Turamkulov Sh.N., Rasulov S.K., Aminzhonov S.A. 58

FAUNA OF TICKS OF THE GENUS *RHIPICEPHALUS* KOCH., 1844 OF THE NORTH-EASTERN REGION OF UZBEKISTAN AND THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THEIR ONTOGENESIS
Shapaotov R.K., Mirzaeva A.U. 67

СТАТЬИ

УДК 595.132:598.2(575.1)

**ФАУНА И ТРОФИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ГЕЛЬМИНТОВ СУХОПУТНЫХ ПТИЦ
(AVES: GALLIFORMES, PASSERIFORMES) УЗБЕКИСТАНА**

¹Акрамова Ф.Д., ²Арепчаев И.М., ¹Ёркулов Ж.М.,
¹Саидова Ш.О., ¹Мирзаева А.У., ^{1,3}Азимов Д.А.

¹Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент,
e-mail: f.akramova1976@mail.ru;

²Каракалпакский государственный университет, Нукус;

³Национальный университет Узбекистана, Ташкент

Целью настоящей работы является исследование фауны гельминтов курообразных и воробьинообразных Узбекистана, выяснение распределения и трофико-экологических особенностей доминирующих групп в биогеоценозах Узбекистана. Основным материалом послужили качественные и количественные сборы гельминтов от сухопутных птиц – курообразных и воробьинообразных, которые были добыты из различных биотопов Центрального, Северо-Западного и Северо-Восточного Узбекистана и исследованы известными методами вскрытия в разные сезоны в течение 2018–2024 гг. Всего исследовано методом полных гельминтологических вскрытий 2311 особей птиц, принадлежащих к 15 видам и 2 отрядам. Проведен анализ видового и таксономического разнообразия гельминтов сухопутных птиц Узбекистана. Интенсивность инвазии от единичных до десятков экземпляров. Идентифицированные гельминты оказались представителями классов *Cestoda*, *Trematoda* и *Nematoda*. Отмеченные гельминты оказались представителями следующих семейств из цестод – *Davainaeidae*, *Dilepididae*, *Hymenolepididae*, из трематод: *Brachylaimidae*, *Collyriclidae*, *Eucotylidae*, *Plagiorchidae*, *Prosthogonimidae*, *Echinostomatidae*, *Notocolylidae*, из нематод – *Capillariidae*, *Ascaridiidae*, *Heterakidae*, *Subuluriidae*, *Acuariidae*, *Thelaziidae*, *Tetrameridae*, *Aproctidae*, *Diplotriaeidae* и *Splendidofilaridae*. Из общего числа видов подавляющими оказались гетероксенные формы гельминтов, развитие которых протекает с участием промежуточных и резервуарных хозяев. Полученные данные по фауне гельминтов исследованных птиц Узбекистана частично подтверждают результаты предшествующих данных литературы. В авторских сборах отсутствовал целый ряд видов гельминтов. Вместе с тем выявлены виды, которые ранее не были отмечены у сухопутных птиц Узбекистана. Результаты исследования современной фауны гельминтов птиц чрезвычайно важны для разработки оптимальных методов профилактики гельминтозов домашних и промысловых курообразных в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: гельминты, цестоды, трематоды, нематоды, паразиты сухопутных птиц, Узбекистан

Работа выполнена по теме (2020–2024 гг.): «Пути формирования гельминтофауны позвоночных животных, таксономия и совершенствование мер борьбы» при поддержке бюджетного финансирования Академии наук Республики Узбекистан.

**FAUNA AND TROPHIC-ECOLOGICAL FEATURES
OF HELMINTHS OF LAND BIRDS
(AVES: GALLIFORMES, PASSERIFORMES) OF UZBEKISTAN**

¹Akramova F.D., ²Arepchaev I.M., ¹Erkulov Zh.M.,
¹Saidova Sh.O., ¹Mirzaeva A.U., ^{1,3}Azimov D.A.

¹Institute of Zoology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, e-mail: f.akramova1976@mail.ru;

²Karakalpak State University, Nukus;

³National University of Uzbekistan, Tashkent

The aim of this study is to investigate the helminth fauna of ptarmigan and passerine species of Uzbekistan, to clarify the distribution and trophic-ecological features of the dominant groups in the biogeocenoses of Uzbekistan. The main material was qualitative and quantitative collections of helminths from land birds – ptarmigan and passerine species, which were examined by known methods of post-mortem examination in different seasons and during 2018-2024, extracted from different types of biotopes of Central, North-Western and North-Eastern Uzbekistan. A total of 2311 individuals of birds belonging to 15 species and 2 detachments were examined by complete helminthological autopsies. The species and taxonomic diversity of helminths of land birds in Uzbekistan was analysed. The intensity of infestation ranged from single to dozens of specimens. The identified helminths were representatives of *Cestoda*, *Trematoda* and *Nematoda* classes. The identified helminths were representatives of the following families of cestodes – *Davainaeidae*, *Dilepididae*, *Hymenolepididae*, trematodes: *Brachylaimidae*, *Collyriclidae*, *Eucotylidae*, *Plagiorchidae*, *Prosthogonimidae*, *Echinostomatidae*, *Notocolylidae*, from nematodes – *Capillariidae*, *Ascaridiidae*, *Heterakidae*, *Subuluriidae*, *Acuariidae*, *Thelaziidae*, *Tetrameridae*, *Aproctidae*, *Diplotriaeidae* and *Splendidofilaridae*. Of the total number of species, heteroxenic forms of helminths, whose development proceeded with the participation of intermediate and reservoir hosts, were overwhelming. The obtained data on the helminth fauna of the studied birds of Uzbekistan partially confirm the results of previous literature data. A number of helminth species were absent in the author's collections. At the same time, species that had not been

previously recorded in land birds of Uzbekistan were identified. The results of the study of the current helminth fauna of birds are extremely important for the development of optimal methods of prevention of helminthic diseases of domestic and commercial ptarmigan in Uzbekistan.

Keywords: helminths, cestodes, trematodes, nematodes, parasites of land birds, Uzbekistan

The work was carried out on the topic (2020–2024): “Ways of formation of helminth fauna of vertebrates, taxonomy and improvement of control measures” with the support of budgetary funding from the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

Введение

Познание гельминтофауны и ее паразитирования в организме определенных видов и групп хозяев представляет не только глубокий теоретический интерес, но имеет огромное практическое значение. Выявление видового разнообразия паразитов служит основой для разработки мероприятий по борьбе с многочисленными гельминтозами, подрывающими здоровье человека и резко снижающими продуктивность отраслей животноводства и птицеводства.

Птицы Узбекистана долгое время оставались менее изученными в гельминтологическом отношении, если учесть, что орнитофауна биогеоценозов Узбекистана отличается большим разнообразием. К настоящему времени число видов птиц достигает 478 видов, большую часть которых составляют сухопутные, имеющие большое значение в природных процессах и развитии секторов птицеводства Узбекистана.

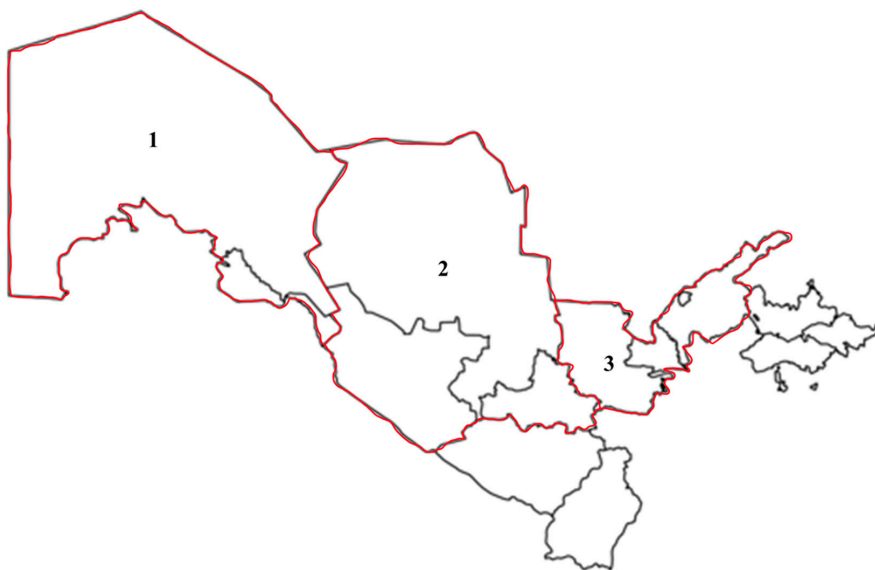
В этом отношении наибольшего внимания заслуживает изучение гельминтофауны представителей курообразных и воробьинообразных птиц, наиболее опасных в отношении заноса и распространения гельминтозов в птицеводческие хозяйства. Известные данные гельминтофауны

курообразных и частично воробьинообразных относятся к 1950-м гг. [1, с. 401–406]. Эти данные достаточно устарели и не могут характеризовать видовое разнообразие паразитов домашних и диких курообразных и воробьинообразных в биогеоценозах Узбекистана. Об этом свидетельствуют результаты исследования фауны гельминтов курообразных, проведенных в отдельных регионах Узбекистана [2–4]. Однако комплексные исследования гельминтов сухопутных птиц, особенностей распространения и экологии доминирующих видов паразитов на всей территории Узбекистана не проводились.

Целью настоящей работы является исследование фауны гельминтов курообразных и воробьинообразных Узбекистана, выяснение распределения и трофико-экологических особенностей доминирующих групп в биогеоценозах Узбекистана.

Материалы и методы исследования

Основным материалом послужили качественные и количественные сборы гельминтов от сухопутных птиц – курообразных и воробьинообразных известными методами вскрытия птиц [5, с. 54–99] в разные сезоны в течение 2018–2024 гг. (рисунок).



Место сбора материала: 1 – Северо-Западный Узбекистан; 2 – Центральный Узбекистан; 3 – Северо-Восточный Узбекистан

Таблица 1

Видовой состав и количество исследованных сухопутных птиц Узбекистана

№	Вид	Исследовано, экз.	Заражено	
			Экз.	%
1.	Курица – <i>Gallus gallus dom.</i>	865	750	86.7
2.	Индейка – <i>Meleagris gallopavo</i>	388	195	50.2
3.	Цесарка – <i>Numida maleagris</i>	81	35	43.2
4.	Кеклик – <i>Alectoris chukar</i>	311	96	30.8
5.	Серая куропатка – <i>Perdix perdix</i>	29	3	10.3
6.	Перепел – <i>Coturnix coturnix</i>	244	26	10.7
7.	Фазан – <i>Phasianus colchicus</i>	163	82	50.3
8.	Фазан зарафшанский – <i>spp. zerafschanicus</i>	25	12	48.0
9.	Обыкновенный скворец – <i>Sturnus vulgaris</i>	23	15	65.2
10.	Розовый скворец – <i>Sturnus roseus</i>	24	16	66.7
11.	Майна – <i>Acridothores tristis</i>	36	30	83.3
12.	Сорока – <i>Pica pica</i>	29	16	55.2
13.	Серая ворона – <i>Corvus cornix</i>	32	12	37.5
14.	Черная ворона – <i>Corvus corone</i>	34	13	38.2
15.	Ворон – <i>Corvus corax</i>	27	9	33.3
Всего		2311	1310	56.7

Методом паразитологического вскрытия были исследованы сухопутные птицы отрядов курообразных и воробьинообразных (табл. 1). Исследование сухопутных птиц, добытых из разнотипных биотопов Центрального, Северо-Западного и Северо-Восточного Узбекистана, проводилось паразитологическим методом. Всего исследовано методом полных гельминтологических вскрытий 2311 особей птиц, принадлежащих к 15 видам и 2 отрядам.

Вскрытие птиц, поиск, извлечение гельминтов, их обработка, изготовление временных и постоянных препаратов проводилось по стандартным паразитологическим методикам [5, с. 54–99]. Изучение, измерение цестод, трематод и нематод были сделаны с помощью современной микроскопической техники (микроскоп инвентированный Olympus SK2-TR, исследовательский Lomo, бинокляр – ML-2200, тринокулярный микроскоп N-300 и Ningo Yongkin Optics). Видовое определение цестод, трематод и нематод проводилось по публикациям и руководствам отечественных и зарубежных авторов [6; 7, с. 10–499]. Систематика птиц приведена по Коблику и Архипову [8, с. 31–79].

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что из исследованных 2311 особей сухопутных птиц Узбекистана, принадлежащих 15 видам отрядов ку-

рообразных и воробьинообразных оказались зараженными гельминтами 1310 особей. Общая зараженность составила около 56,7%. Исследованные птицы были хозяевами гельминтов, классов *Cestoda*, *Trematoda* и *Nematoda*. Идентифицировано 57 видов паразитов.

В сборах представители класса *Cestoda* представлены 18 обычными и распространенными видами, принадлежащими к 11 родам, 3 семействам – *Davaineidae* (5 видов), *Dilepididae* (6 видов) и *Hymenolepididae* (7 видов). Класс *Trematoda* представлен на изученной территории 13 видами, которые объединены в составе 9 родов и 7 семейств. Наибольшим видовым разнообразием гельминтов характеризуется класс *Nematoda* – отмечено 26 видов. Они распределены между 13 родами 10 семействами (табл. 2).

Наибольшее разнообразие гельминтов выявлено у курообразных – 40 видов. Фауна гельминтов исследованных воробьинообразных слагается из 17 видов (табл. 3).

Гельминтофауна домашних и диких курообразных характеризуется значительным сходством, что может быть объяснено общностью образа жизни и экологии этих групп птиц.

Общими для домашних и диких курообразных оказались несколько видов цестод семейств – *Davaineidae*, *Dilepididae*, *Hymenolepididae* и трематод – *Brachylaemidae*, *Plagiorchidae*, *Prosthogonimidae*, *Echinostomatidae*, *Notocotylidae*.

Видовой состав гельминтов сухопутных птиц Узбекистана

Класс	Семейство	Вид
Cestoda	Davaineidae	<i>Davainea proglottina</i> (Davaine, 1860)
		<i>Raillietina tetragona</i> (Molin, 1858)
		<i>Raillietina penetrans</i> (Baczynska, 1914)
		<i>Raillietina echinobothrida</i> (Megnin, 1881)
		<i>Skrjabinia cestocillus</i> (Molin, 1858)
	Dilepididae	<i>Dilepis undula</i> Schrank, 1788
		<i>Dilepis lanii</i> Spassky and Konovalov, 1972
		<i>Amoebotaenia cuneata</i> (Linstow, 1872)
		<i>Rhabdometra dogieli</i> Gvosdev, 1954
		<i>Choanotaenia infundibulum</i> (Bloch, 1779)
		<i>Choanotaenia constricta</i> (Molin, 1858)
	Hymenolepididae	<i>Passerilepis passeris</i> (Gmelin, 1790)
		<i>Passerilepis crenata</i> (Goeze, 1782)
		<i>Passerilepis stylosa</i> (Rudolphi, 1809)
		<i>Variolepis farciminosa</i> (Goeze, 1782)
		<i>Hispanolepis villosa</i> (Bloch, 1872)
		<i>Hymenolepis clerci</i> (Fhurmann, 1924)
<i>Echinolepis carioca</i> (Magalhaes, 1898)		
Nematoda	Capillariidae	<i>Capillaria phasianina</i> Kotlan, 1940
		<i>Aonchotheca caudinflata</i> (Molin, 1858)
		<i>Aonchotheca bursata</i> (Freitas et Almeida, 1934)
		<i>Baruscapillaria obsignata</i> (Madsen, 1945)
	Ascaridiidae	<i>Ascaridia galli</i> (Schrank, 1788)
		<i>Ascaridia numidae</i> (Leiper, 1908)
	Heterakidae	<i>Heterakis gallinarum</i> (Schrank, 1788)
		<i>Heterakis macroura</i> (Linstow, 1883)
	Subuluriidae	<i>Subulura skrjabini</i> (Semenov, 1926)
		<i>Subulura brumpti</i> (Lopez-Negra, 1922)
		<i>Subulura curvata</i> (Linstow, 1883)
	Acuariidae	<i>Acuaria alii</i> Rasheed, 1960
		<i>Acuaria brevispicula</i> (Mapl., 1932)
		<i>Acuaria gruveli</i> (Gendre, 1913)
		<i>Acuaria hamulosa</i> (Diesing, 1851)
		<i>Dispharynx emberizae</i> Yamaguti, 1935
		<i>Dispharynx nasuta</i> (Rudolphi, 1819)
	Thelaziidae	<i>Oxyspirura pici</i> Borgarenko, 1984
		<i>Oxyspirura schulzi</i> (Skrjabin, 1929)
	Tetrameridae	<i>Tetrameres timopheevi</i> Petrow et Tschertkova, 1950
		<i>Tetrameres ihullieri</i> (Seurat, 1918)
	Aproctidae	<i>Pseudoprocta decorate</i> Li, 1933
	Diplotriaeidae	<i>Diplotriaeana graculi</i> (Mapl., 1931)
<i>Diplotriaeana perdicis</i> Sonin et Spassky, 1958		
<i>Diplotriaeana tricuspis</i> (Fedtch. 1874)		
Splendidofilaridae	<i>Splendidofilaria papillocerca</i> (Lubimov, 1946)	

Окончание табл. 2

Класс	Семейство	Вид
Trematoda	Brachylaemidae	<i>Brachylaema fuscatus</i> (Rud., 1819)
		<i>Corrigia corrigia</i> (Braun, 1901)
	Collyriclidae	<i>Collyriclum faba</i> (Bremser, 1831)
	Eucotylidae	<i>Tamerlania zarudnyi</i> Skrjabin, 1924
	Plagiorchidae	<i>Plagiorchis arcuatus</i> Strom, 1924
		<i>Plagiorchis elegans</i> (Rudolphi, 1802)
	Prosthogonimidae	<i>Prosthogonimus ovatus</i> (Rudolphi, 1803)
		<i>Prosthogonimus cuneatus</i> (Rudolphi, 1803)
	Echinostomatidae	<i>Echinostoma revolutum</i> (Fröhlich, 1802)
		<i>Echinostoma miyagawai</i> Ishii, 1932
		<i>Echinoparyiphium recurvatum</i> (Linstow, 1873)
		<i>Echinoparyiphium syrdariense</i> Burdelev, 1937
	Notocotylidae	<i>Notocotylus attenuatus</i> (Rudolphi, 1809)

Таблица 3

Распределение гельминтов по отрядам сухопутных птиц Узбекистана

Семейство	Число видов гельминтов		
	Курообразные		Воробьинообразные
	домашние	дикие	
Davaineidae	5	2	–
Dilepididae	2	2	4
Hymenolepididae	2	1	2
Brachylaemidae	2	2	–
Collyriclidae	1	–	–
Eucotylidae	1	–	–
Plagiorchidae	1	1	–
Prosthogonimidae	2	1	–
Echinostomatidae	5	2	–
Notocotylidae	2	1	–
Capillariidae	4	2	1
Ascaridiidae	2	1	–
Heterakidae	2	1	1
Subuluriidae	2	1	1
Acuariidae	2	1	3
Thelaziidae	2	1	2
Tetrameridae	2	1	1
Aproctidae	–	1	1
Diplotriaeidae	2	2	1
Splendidofilaridae	–	1	–
Всего	40	25	17

В этом отношении довольно сходную картину можно наблюдать по встречаемости нематод – *Aproctidae* и *Splendidofilaridae*, представители которых были отмечены

только у диких птиц (табл. 3). Фауна гельминтов курообразных своим видовым разнообразием четко отражает особенности наземного образа жизни и рациона питания

хозяев. Наряду с этими факторами значительное влияние на гельминтофауну также оказывает и одомашнивание исследуемых птиц, которые способствует качественному и количественному обогащению.

При сравнении фауны паразитов сухопутных птиц двух отрядов (*Galliformes* и *Passeriformes*) выявлены значительные различия видовой состава гельминтов. Как упоминалось, видовой состав гельминтов (17) воробьинообразных обиден, у них совершенно отсутствуют представители класса *Trematoda* и зарегистрировано меньшее число видов цестод. Эти и другие особенности фауны гельминтов отдельных видов сухопутных птиц приводим ниже.

Гельминтофауна курообразных

Гельминты домашних кур представлены цестодами, трематодами и нематодами. Общее число состоит из 31 вида: *Davainea proglottina*, *Raillietina tetragona*, *R. penetrans*, *R. echinobothrida*, *Skrjabinia cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum*, *Amoebotaenia cuneata*, *Echinolepis carioca*, *Echinostoma miyagawai*, *E. revolutum*, *Echinoparyphium recurvatum*, *E. syrdariense*, *Plagiorchis arcuatus*, *P. elegans*, *Prosthogonimus ovatus*, *Notocotylus attenuatus*, *Capillaria phasianina*, *Aonchotheca caudinflata*, *A. bursata*, *Baruscapillaria obsignata*, *Ascaridia galli*, *A. numidae*, *Heterakis gallinarum*, *Subulura skrjabini*, *S. brumpti*, *Acuaria gruvelli*, *A. hamulosa*, *Dispharynx nasuta*, *Oxyspirura schulzi*, *Tetrameres timopheevi*, *T. ihuillieri*.

В целом фауна гельминтов домашних кур отличается разнообразием видов, представленных цестодами, трематодами и нематодами. Многие из них относятся к широко распространенным видам, имеющим эпизоотологическое значение.

Гельминтофауна индейки состоит из 18 видов: *Davainea proglottina*, *Raillietina tetragona*, *R. penetrans*, *Skrjabinia cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum*, *Collyriclum faba*, *Echinostoma revolutum*, *Echinoparyphium recurvatum*, *Plagiorchis arcuatus*, *Prosthogonimus cuneatus*, *Notocotylus attenuatus*, *Aonchotheca caudinflata*, *Baruscapillaria obsignata*, *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Subulura skrjabini*, *Acuaria hamulosa*, *Dispharynx nasuta*.

Гельминтофауна цесарки. При исследовании популяций цесарок, разводимых в фермерских и частных подсобных хозяйствах Узбекистана, зарегистрировано 10 видов паразитических червей, состоящих из классов *Cestoda* (2 вида), *Trematoda* (2 вида) и *Nematoda* (6 видов): *Skrjabinia cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum*, *Prost-*

hogonimus cuneatus, *Notocotylus attenuatus*, *Aonchotheca caudinflata*, *Baruscapillaria obsignata*, *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Ascaridia numidae*, *Dispharynx nasuta*.

Гельминтофауна кеклика. Исследованные кеклики оказались зараженными 9 видами гельминтов: *Davainea proglottina*, *Raillietina penetrans*, *Skrjabinia cesticillus*, *Echinostoma miyagawai*, *Plagiorchis arcuatus*, *Prosthogonimus cuneatus*, *Heterakis gallinarum*, *Tetrameres timopheevi*, *Splendidofilaria papillocerca*.

Гельминтофауна серой куропатки. У исследованных куропаток зарегистрировано 7 видов гельминтов, которые представлены цестодами, трематодами и нематодами: *Davainea proglottina*, *Skrjabinia cesticillus*, *Plagiorchis arcuatus*, *Aonchotheca caudinflata*, *Heterakis gallinarum*, *Acuaria hamulosa*, *Splendidofilaria papillocerca*.

Серая куропатка впервые установлена в качестве хозяина нематоды *Splendidofilaria papillocerca*.

Гельминтофауна перепела состоит из 6 видов гельминтов, состоящих из 1 вида цестоды, 1 вида трематоды и 4 видов нематод: *Choanotaenia infundibulum*, *Plagiorchis arcuatus*, *Aonchotheca caudinflata*, *Heterakis gallinarum*, *Tetrameres ihuillieri*, *Diplotriaeana perdicis*.

Гельминтофауна обыкновенного фазана складывается из 10 видов паразитических червей, из которых были идентифицированы: цестоды (3 вида), трематоды (3 вида) и нематоды (4 вида): *Davainea proglottina*, *Skrjabinia cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum*, *Echinostoma revolutum*, *Plagiorchis arcuatus*, *Prosthogonimus cuneatus*, *Capillaria phasianina*, *Aonchotheca caudinflata*, *Ascaridia galli*, *Heterakis macroura*.

Гельминтофауна зарафшанского фазана представлена 6 видами цестод и нематод: *Raillietina penetrans*, *Skrjabinia cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum*, *Heterakis gallinarum*, *Subulura brumpti*, *Dispharynx nasuta*. В наших сборах отсутствовали нематоды *Gangyleterakis isalanche*, *Seurocyrnea euryceria* и *Gongylonema mesasiatica*, отмеченные Султановым (1963) у зарафшанского фазана.

Анализ распределения гельминтов у отдельных курообразных Узбекистана показывает, что видовое разнообразие паразитов наиболее богато представлено у домашних птиц (табл. 3). Общими для курообразных оказались виды цестод родов *Davainea*, *Raillietina*, *Choanotaenia*, трематод – *Echinostoma*, *Plagiorchis*, *Capillaria*, *Prosthogonimus* и большинства нематод. Несколько видов гельминтов отмечено только у диких курообразных – *Acuaria gruvelli*,

Tetrameres timopheevi, *Diplotriaena perdicis*, *Splendidofilaria papillocerca*.

В целом фауна гельминтов курообразных Узбекистана отличается своеобразием, вследствие природно-экологических условий регионов Узбекистана, накладывающих свои отпечатки на гельминтофауну и функционирование отношений паразита и хозяина.

Гельминтофауна отряда воробьинообразных. В состав фауны воробьинообразных птиц Узбекистана входит более 200 видов. В большинстве воробьинообразные связаны с древесной и кустарниковой растительностью лесов, парков, садов. По характеру питания отряд делится на преимущественно растительноядные и насекомоядные. Немногие виды почти всеядны. Сюда можно отнести представителей семейств вороновых (*Corvidae*), скворцовых (*Sturnidae*), которые имеют широкое распространение на территории Узбекистана.

При исследовании 7 видов птиц семейств *Sturnidae* и *Corvidae* на территории Узбекистана зарегистрировано 17 видов гельминтов, принадлежащих к классам *Cestoda*, *Trematoda* и *Nematoda* (табл. 4).

Класс *Cestoda* у исследованных воробьинообразных представлен 5 видами трех

родов – *Passerilepis*, *Variolepis* и *Hymenolepis* (по 1 виду), принадлежащих к семейству *Hymenolepididae*. Класс *Trematoda* представлен двумя видами родов – *Plagiorchis* и *Tamerlania*. Нематоды представлены 10 видами. Они оказались представителями семейств *Acuariidae*, *Thelaziidae*, *Aproctidae* и *Diplotriaenidae*.

Видовой состав гельминтов, обнаруженных у воробьинообразных, в зависимости от вида птиц составил от 4 до 10 видов паразитов. Экстенсивность заражения достаточно высокая – от 70,5 до 83,5%. Интенсивность инвазии колебалась от единичных до нескольких десятков экземпляров.

Гельминтофауна обыкновенного скворца состояла из 9 видов: *Passerilepis passeris*, *P. stylosa*, *Variolepis farciminoso*, *Plagiorchis elegans*, *Tamerlania zarudnyi*, *Acuaria alii*, *Dispharynx nasuta*, *Diplotriaena tricuspis*, *D. graculi*. Отмеченные виды гельминтов относятся к гетероксенным формам, развитие которых связано с соответствующими промежуточными хозяевами.

Гельминтофауна розового скворца состояла из 7 видов: *Passerilepis passeris*, *Variolepis farciminoso*, *Hymenolepis clerci*, *Plagiorchis elegans*, *Tamerlania zarudnyi*, *Acuaria alii*, *Dispharynx nasuta*.

Таблица 4

Видовой состав гельминтов воробьинообразных птиц Узбекистана

Вид	Хозяин						Ворон
	Скворец обик.	Скворец роз.	Майна	Сорока	Ворона сер.	Ворона чер.	
<i>Passerilepis passeris</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Passerilepis crenata</i>	-	-	-	+	+	+	-
<i>Passerilepis stylosa</i>	+	-	+	+	-	-	-
<i>Variolepis farciminoso</i>	+	+	+	-	-	-	-
<i>Hymenolepis clerci</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>Plagiorchis elegans</i>	+	+	+	+	+	+	-
<i>Tamerlania zarudnyi</i>	+	+	-	+	+	-	-
<i>Acuaria alii</i>	+	+	+	+	+	-	-
<i>Acuaria anthumis</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Acuaria brevispicula</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>Dispharynx nasuta</i>	+	+	-	+	-	+	-
<i>Dispharynx emberizae</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>Oxyspirura pici</i>	-	-	-	+	+	+	+
<i>Oxyspirura sygmoidea</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Pseudoprocta decorate</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Diplotriaena tricuspis</i>	+	-	-	-	+	-	+
<i>Diplotriaena graculi</i>	+	-	-	-	-	-	-
Всего	9	7	7	10	6	4	4

Гельминтофауна майны также складывается из 7 видов: *Passerilepis stylosa*, *Variolepis farciminoso*, *Hymenolepis clerci*, *Plagiorchis elegans*, *Acuaria alii*, *Acuaria brevispicula*, *Dispharynx emberizae*, – которые относятся к гетероксенным формам гельминтов.

Гельминтофауна сороки. У исследованных птиц зарегистрировано наибольшее число – 10 видов паразитов: *Passerilepis crenata*, *P. stylosa*, *Plagiorchis elegans*, *Tamerlania zarudnyi*, *Acuaria alii*, *A. brevispicula*, *Dispharynx nasuta*, *D. emberizae*, *Oxyspirura pici*, *Pseudoprocta decorate*.

Гельминтофауна серой вороны состоит из 6 видов: *Passerilepis crenata*, *Plagiorchis elegans*, *Tamerlania zarudnyi*, *Acuaria alii*, *Oxyspirura pici*, *Diplotriaeana tricuspis*.

Гельминтофауна черной вороны складывается всего из 4 видов, состоящих из цестод, трематод и нематод, практически сходна с фауной гельминтов серой вороны: *Passerilepis crenata*, *Plagiorchis elegans*, *Dispharynx nasuta*, *Oxyspirura pici*.

Гельминтофауна ворона состоит из 4 видов *Acuaria anthumis*, *Oxyspirura pici*, *O. sygmoidea* и *Diplotriaeana tricuspis*

Отмеченные виды гельминтов, за исключением *Plagiorchis elegans*, *Pseudoprocta decorate*, *Diplotriaeana graculi*, оказались свойственными воробьинообразным птицам.

Анализ представленных материалов по фауне гельминтов сухопутных птиц (курообразные и воробьинообразные) Узбекистана свидетельствует о том, что видовое разнообразие паразитов наиболее богато представлено у курообразных (40 видов) и значительно меньше (17 видов) у исследованных воробьинообразных. Общими для обеих групп птиц оказались *Plagiorchis elegans* и *Dispharynx nasuta*, которые встречаются у большого круга птиц-хозяев.

Характеризуя гельминтофауну сухопутных птиц Узбекистана, нужно отметить, что обнаруженные паразиты освоили практически все органы и системы, где часто обнаруживаются смешанные формы инвазий.

По характеру жизненного цикла все отмеченные цестоды и трематоды, как известно, протекают со сменой хозяев, они принадлежат к группе гетероксенных паразитов. В этом отношении нематоды отличаются большим разнообразием. Среди них имеются виды или группы, развивающиеся с участием промежуточного хозяина (гетероксенные формы), виды, жизненные циклы которых протекают без участия промежуточных хозяев (моноксенные формы).

Кроме того, имеются виды нематод, развитие которых может протекать двояко – либо прямым путем, либо с участием резервуарных хозяев. Последнее известно лишь в отношении видов рода *Capillaria* [4].

В этом отношении значительный интерес представляет определение путей проникновения гельминтов в организм птиц-хозяев сухопутного образа жизни. Механизмы проникновения гельминтов в организм позвоночных детально рассмотрены в [9, с. 357–363].

Исходя из общей концепции, авторы попытаются в общих чертах проанализировать механизмы проникновения инвазионных элементов (яиц и личинок) гельминтов птиц сухопутного образа жизни в природных условиях Узбекистана.

Из общего числа видов гельминтов (57 видов) исследуемых птиц большинство (51 вид) развиваются с участием промежуточных хозяев и только 6 прямым путем. В ходе исторического развития гельминты выработали конкретные способы попадания в организм окончательного хозяина, данные материалы представлены в табл. 5.

Как показывают данные табл. 5, к паразитам, связанным с хозяином трофически, относятся гельминты, заражение которыми происходит по первому типу: все отмеченные цестоды, трематоды и 21 вид нематод, то есть при поедании промежуточных или резервуарных хозяев. К паразитам, инвазирующим хозяев по второму и четвертому типам, относятся топические (8,8%).

Таблица 5

Пути проникновения гельминтов сухопутных птиц по способу заражения хозяина

№	Характер ценотической связи	Способ заражения хозяина	Число видов			
			Всего	цестод	трематод	нематод
1	Трофическая	Поедание животных – промежуточных хозяев	52 (91,2%)	18 (100%)	13 (100%)	21 (80,7%)
2	Топическая	Случайное заглывание яиц или личинок	4 (7%)	–	–	4 (15,4%)
3	Топическая	Активное внедрение личинок через кожу	–	–	–	–
4	Топическая	Передача насекомыми (двукрылыми) через укусы	1 (1,8%)	–	–	1 (3,9%)

В гельминтофауне курообразных и воробьинообразных резко преобладают паразиты, сопряженные с хозяевами трофическими связями (91,2%) от общего числа видов. Сюда относятся все цестоды (100%), трематоды (100%) и нематоды – 80,7%.

В любом случае заражение сухопутных птиц гельминтами происходит главным образом на суше и разными путями, в зависимости от экологических особенностей и состава потребляемой пищи соответствующих групп хозяев. Это обычно происходит в конце весны, летом и в начале осени.

Таким образом, биоценотические связи исследуемых птиц и их гельминтов в большой степени определяют гельминтофауну в конкретных территориях и приводят к формированию отношений «паразит – хозяин», которые, в свою очередь, способствуют циркуляции инвазий [4].

Приведенный таксономический состав современной фауны гельминтов сухопутных птиц (курообразных и воробьинообразных) Узбекистана позволяет обратить внимание на некоторые особенности. Следует отметить, что паразиты сухопутных птиц Узбекистана изучены еще недостаточно, исследованию подвергалось небольшое число видов птиц. По известным данным литературы, к настоящему времени на территории Узбекистана зарегистрировано 478 видов птиц, из которых более половины составляют сухопутные. Причем достаточно большой паразитологический материал имеется по отряду курообразных (домашних и диких). В этой связи авторы считают возможным проведение сравнительного анализа видового разнообразия паразитов курообразных с результатами ранее проведенных исследований (Султанов, 1963). Автором зарегистрировано 72 вида паразитов у курообразных. Из них у кур (42 вида), индеек (9 видов), перепела (14 видов), серой куропатки (7 видов), кеклика (30 видов), обыкновенного фазана (10 видов), зарафшанского фазана (4 вида), хивинского (7 видов), гималайского улар (3 вида). Наибольшее число видов гельминтов выявлено у кур (42) и кеклика (30), а у остальных видов эти показатели колебались от 4 до 14 видов паразитов.

В результате обработки собранных материалов из трех регионов – Центрального, Северо-Восточного и Северо-Западного Узбекистана – у домашних и диких курообразных зарегистрировано 40 видов паразитов, принадлежащих к трем классам – *Cestoda*, *Trematoda* и *Nematoda*. Заметим, что результаты наших исследований в целом подтверждают данные литературы о структуре фауны гельминтов рассматриваемых птиц

Узбекистана. Вместе с тем наблюдаются некоторые различия видового разнообразия паразитов за истекший (61 год) период. В наших сборах отсутствовал ряд видов гельминтов, отмеченных Султановым [1] у домашних и диких курообразных Узбекистана, из цестод – *Sobolevicanthus gracilis* (Zeder, 1803), *S. collaris* (Botsch, 1786), *Fimbraria fasciolaris* (Pallas, 1771), *Amoebotaenia sphenoides* (Railliet, 1892), *Tetrathyridium variable* (Diesing, 1850), *Raillietina circumvallata* (Krabbe, 1869), *Rhabdometra nigropunctata* (Crety, 1890), *Rh. nigromaculata* (M. Dubinina, 1950), *Staphylepis contaniana* (Palonio, 1860), *Metroliaesthes lucida* Ransom, 1900; из трематод – *Echinostoma dietzi* (Skrjabin, 1923), *E. paraulum* Dietz, 1909, *E. robustum* (Yamaguti, 1935), *Echinoparyphium cinctum* (Rudolphi, 1802), *Ech. vesttsibiricum* (Yssaitschicov, 1924), *Paryphistomum skrjabini* (Sultonov, 1961), *Hypoderaeum conoideum* (Bloch, 1782), *Postharmostomum galinum* (Witenberg, 1923), *P. fleuryi* (Fonseca, 1939), *Brachylecithum papabejani* (Skrjabin et Udinzev, 1930), *Corrigia plesiosomum* (Linstow, 1883), *C. petrovi* (Sultanov, 1961), *Liperosomum schikhobalovi* (Kasimov, 1952); из нематод – *Trichostrongylus tenius* (Mehlis, 1946), *Ascaridia alectoris* (Gagarin, 1954), *Ascaridia compar* (Semenov, 1790), *Heterakis candebrevis* (Popova, 1949), *Subulura suctorica* (Molin, 1860), *Cheilaspurira gallinae* (Sultonov, 1961), *Dispharinx spiralis* (Molin, 1858), *Capillaria uzbekistanica* (Sultonov, 1961), *Eucolens annulata* (Molin, 1858), *Thominx collaris* (Linstow, 1873), *Senrocyrnea eurycerca* (Seurat, 1914), *Cheilospurira coturnicola* (Semenov, 1926), *Ganguleterakis altaicus* (Spanl, 1929), *G. isolenche* (Linstow, 1906), *G. macroura* (Linstow, 1883), *G. tenuicauda* (Linstow, 1883), *Oxyspurira petrowi* (Skrjabin, 1929), *Gangylonema mesasiatica* (Sultonov, 1961).

Весьма важным для изменения фауны гельминтов, в частности, курообразных является пищевой фактор, который в основном и определяет динамику фауны паразитов.

В гельминтофауне курообразных и воробьинообразных резко преобладают паразиты, сопряженные с хозяевами трофическими связями (91,2% от общего числа видов).

В целом результаты исследования современной фауны гельминтов птиц чрезвычайно важны для разработки оптимальных методов профилактики гельминтозов домашних и промысловых курообразных в условиях Узбекистана.

Заключение

Исследования показали, что фауна гельминтов сухопутных птиц Узбекистана представлена цестодами, трематодами и немато-

дами. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются представители класса *Nematoda* – 26 видов, несколько меньше *Cestoda* – 18 видов, а гельминтофауна *Trematoda* заметно обеднена – 13 видов. Всего зарегистрировано 57 видов паразитов у курообразных и воробьинообразных.

Полученные данные по фауне гельминтов исследованных птиц Узбекистана частично подтверждают результаты предшествующих данных литературы. В сборах авторов отсутствовал целый ряд видов гельминтов. Вместе с тем выявленные виды ранее не были отмечены у сухопутных птиц Узбекистана. Все это наводит на мысль, что за прошедший период, произошли изменения видового и таксономического разнообразия гельминтов на исследованной территории вследствие экологических и антропогенных трансформаций территорий.

В целом представленные материалы по фауне гельминтов сухопутных птиц Узбекистана отражаются трофико-экологическими связями курообразных и воробьинообразных.

Список литературы

1. Султанов М.А. Гельминты птиц Узбекистана. Ташкент, 1963. 468 с.
2. Тангилова Н.Х. Фауна и экология гельминтов курообразных (Galliformes) юга Узбекистана: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Нукус, 2021. 40 с.
3. Жангабаев А.С. Фауна и экология паразитов птиц отряда курообразных (Aves: Galliformes) Каракалпакстана: автореф. дис. ... докт. философии (PhD). Ташкент, 2021. 45 с.
4. Акрамова Ф.Д., Шакарбаев У.А., Жангабаев А.С., Арепчаев И.М., Раббимов С.Ш., Азимов Д.А. Гельминты птиц домашних и диких курообразных (Aves: Galliformes) Узбекистана // Российский паразитологический журнал. 2021. № 15 (2). С. 11–16.
5. Дубинина Н.М. Паразитологическое исследование птиц. Л.: Наука, 1971. 139 с.
6. Rabbimov S., Yorkulov J., Akramova F., Shakarbaev U., Mirzaeva A., Saidova Sh., Arepbaev I., Xamrokulova Z. Helminths of Galliformes in Uzbekistan: Fauna, Distribution and Ecology // Central Asian journal of theoretical and applied sciences. 2021. Vol. 02, Is. 12. P. 271–277.
7. Хрусталева А.В., Моквин А.С. Аннотированный каталог типовой коллекции гельминтов. М.: Наука, 2021. 520 с.
8. Коблик Е.А., Архипов В.Ю. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР // Зоологические исследования. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. № 14. 171 с.
9. Контримавчус В.Л. Гельминтофауна куных и пути ее формирования. М., 1969. 432 с.

УДК 595.782

К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССА ОКУКЛИВАНИЯ ОЗИМОЙ СОВКИ (*AGROTIS SEGETUM*)

Ёкубов А.А., Зокиров И.И.

Ферганский государственный университет, Фергана,
e-mail: abutolibyoqubov@gmail.com

Цель исследования – изучение морфологических характеристик, морфометрической изменчивости, полового диморфизма и продолжительности кукольного периода куколок *Agrotis segetum* в лабораторных условиях. Процесс окукливания происходил скрытым образом под кожей гусеницы, и к моменту линьки гусеницы появилась полностью сформировавшаяся куколка (очередной этап развития бабочки). Вначале куколка бывает немного зеленоватого оттенка, затем полностью белого цвета. С задней стороны и на кремастере появляется легкое покраснение, при этом сами отростки на кремастере бывают буровато-красноватые и полностью затвердевшие. Покраснение куколки продолжается от 15 до 30 часов, после чего её цвет постепенно становится полностью красным. После покраснения цвет тела куколки становится желтовато-красным, затем красновато-бурый и, наконец, перед выходом бабочки – коричневатокрасным, и приобретает почти черноватый оттенок. Выявлено, что гусеницы из числа проб, собранных и развивавшихся в агроценозах моркови, отличаются низким уровнем показателя вариабельности размеров длины и ширины тела, более ранним выходом самцов по сравнению с самками. Главное отличие в половом диморфизме куколок состоит в расположении отверстий относительно друг друга в метамере тела куколок. Данное исследование может послужить расширению диапазона научных познаний об особенностях окукливания вида *Agrotis segetum*, а также разработке стратегии борьбы против указанного вредителя.

Ключевые слова: *Agrotis segetum*, куколка, кремастер, изменение цвета, проницаемость, вариабельность

ON THE QUESTION OF STUDYING THE PUPPING PROCESS OF THE TURNIP MOTH (*AGROTIS SEGETUM*)

Yoqubov A.A., Zokirov I.I.

Fergana state university, Fergana, e-mail: abutolibyoqubov@gmail.com

The purpose of the work is to study the morphological characteristics, morphometric variability, sexual dimorphism and duration of the pupal period of *Agrotis segetum* pupae in laboratory conditions. The pupation process took place hidden under the skin of the caterpillar, and by the time the caterpillar molted, a fully formed pupa (the next stage of butterfly development) appeared. At first, the pupa is slightly greenish in color, then completely white. A slight reddening appears on the back side and on the cremaster, while the shoots themselves on the cremaster are brownish-reddish and completely hardened. The reddening of the pupa continues from 15 to 30 hours, after which its color gradually becomes completely red. After reddening, the color of the pupa's body becomes yellowish-red, then reddish-brown, and finally, before the butterfly emerges, it becomes brownish-red, and acquires an almost blackish tint. It was found that the caterpillars from the samples collected and developed in carrot agroecosystems are characterized by a low level of variability in the size of the length and width of the body, an earlier emergence of males compared to females, and also that the main difference in the sexual dimorphism of the pupae is the location of the openings relative to each other in the metamer of the body of the pupae. This study may serve to expand the range of scientific knowledge about the pupation characteristics of the *Agrotis segetum* species and to develop a strategy for combating this pest.

Keywords: *Agrotis segetum*, pupa, cremaster, colour change, pronymph, variability

Введение

Совки (Noctuidae) по количеству видов и уровню особенностей нанесения ущерба урожаю занимают среди насекомых ведущее место. В частности, озимая совка – *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775) питающаяся 34 семействами растений, является серьёзным вредителем сельскохозяйственных посевов. Её личинки повреждают корневую систему молодых ростков и полностью выедают надземную часть растений. Они зимуют в слое почвы в форме личинок [1; 2].

Этот вид стал одним из наиболее серьёзных вредителей сельскохозяйственных посевов, широко распространённых в Европе, Азии и Африке [3; 4]. Гусеницы вида *A. segetum*,

зимующие в почве, грызут основу корня, корневой стержень, корневые узлы и корнеплоды растений, наносят серьёзный вред растениям. Выявлено, что этим вредителем повреждены многочисленные сельскохозяйственные растения, такие как капуста, сахарная свёкла, морковь, пшеница, кукуруза, картофель, горох, хлопок и джугара [5, с. 123].

В научной литературе изложены особенности распространения озимой совки в условиях Ферганской долины и отмечен наиболее высокий уровень её популяции на территории Кызылтепа [6]. В условиях Центральной Ферганы вред, наносимый озимой совкой, отмечается на более чем 50 видах растений (из которых 13 видов являются овощно-огородными культурами) [7; 8].

Хотя работы некоторых авторов и относятся к деятельности окукливания личинок бабочки [9-11] и в них содержатся сведения о внешних признаках 1-2-летних личинок озимой совки [1; 12], тем не менее изменения, происходящие в период окукливания вида *A. segetum*, предметом отдельного исследования всё же не являлись.

Цель исследования – изучение морфологических характеристик, морфометрической изменчивости, полового диморфизма и продолжительности кукольного периода куколок *A. segetum* в лабораторных условиях.

Материалы и методы исследования

Для изучения процесса окукливания *A. segetum* были проведены опыты в научной лаборатории Ферганского государственного университета. Пробы гусениц были собраны в почвах агроценозов Кызылтепа Алтыарыкского района (40°30'10"N 71°29'07"E), Акбуйра (40°24'52"N 71°32'37"E), Хамзинской (40°25'40"N 71°31'46"E) территорий.

Пробы гусениц содержались до начала процесса окукливания в специальной полиэтиленовой посуде (диаметром = 12 см, высотой = 25 см), в которую был помещен 10-сантиметровый слой почвы, при кормлении их корнеплодами моркови. Для поддержания влажности в горшке на нормальном уровне (65%) вату увлажняли и помещали в почву каждые два дня. Влажность почвы измеряли с помощью датчика влажности почвы Blumat (A-6410). По завершении процесса окукливания с целью предотвращения гибели гусениц был использован относительно безопасный метод [13] – гусеницы были помещены в посуду с влажной бумагой без почвы.

Морфологические и половые особенности диморфизма куколок изучали с помощью стереомикроскопа SZM-45T.

Измерения длины и ширины тела были проведены у 105 куколок *Agrotis segetum* и у 115 куколок с целью определения разницы морфометрических размеров куколок самцов и самок. Промеры гусениц производились, как показано на рисунке 1. Результаты промеров статистически анализировались с помощью программы Ms.Excel.

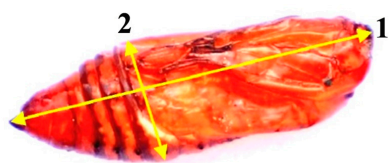


Рис. 1. Измерение длины и ширины тела гусеницы озимой совки

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе развития озимой совки на предкукольной стадии (пронимфы) в метаморфозе, являющемся продуктом происходящего процесса гистолиза, органы тела гусеницы подвергаются изменению, вместе с тем в самой куколке происходит формирование её органов.

Процесс образования куколки из гусеницы проходит скрытым образом под оболочкой гусеницы, и при линьке гусеницы образуется полностью сформированная куколка. «Выползание» из тела гусеницы происходит благодаря действиям куколки.

Куколка, опираясь на свой задний конец (кремастер), стремится вытянуться вдоль своего тела. Если разрыв кожи гусеницы происходит ниже передней половины тела куколки (между четвертой и пятой парами ног гусеницы), то куколка становится неполноценной (рис. 2). После разрыва кожи куколка, наклоняя брюшко, в полусогнутом состоянии и цепляясь одним или двумя отростками на кремастере, постепенно стягивает кожу с себя. Своими отростками цепляющаяся гусеница старается вытянуться вдоль всего тела и стремится направиться вперед. Вслед за тем, имея возможность оттянуть брюшко, куколка получает возможность снова изменить точку опоры. Действуя таким образом, куколки в природных гнездышках находятся всегда с приподнятой вверх головой, слегка нагнувшись, и точнее опираются на одну из стенок гнездышка.



Рис. 2. Неполноценная куколка озимой совки

После линьки кожа гусеничной стадии становится слегка зеленоватой и полностью белого цвета, только на задней стороне и на кремастере наблюдается небольшое покраснение. При этом сами отростки на кремастере затвердевают при буровато-красноватом оттенке. Покраснение куколки продолжалось от 15 до 30 часов, после чего её цвет постепенно приобрёл темный оттенок. После покраснения тело бабочки стало желтовато-красным, затем красновато-бурым, и наконец перед её выходом оно стало темно-коричнево-красного, почти черного оттенка (рис. 3).



Рис. 3. Изменения цвета тела куколки озимой совки

Таблица 1

Соотношение длины и ширины тела куколок озимой совки

№	Длина (мм)	Кол-во (шт.)	Ширина (мм)	Кол-во (шт.)
1	17-18	24	5	10
2	19-20	43	6	47
3	21-22	27	7	36
4	23-24	11	8	12
Mean±SD	19,98±0,1		6,48±0,4	
CV (%)	9,46		12,69	

После линьки куколки озимой совки вначале её тело бывает в голем виде, и даже если все её внешние органы и бывают плотно прижатыми к телу, они все же не прилипают друг к другу и не покрыты общим покровом. Впоследствии (перед покраснением тела куколки) усики, ножки и крылья бабочки в результате затвердевания выделяемой крыльями жидкости линьки покрываются появляемой на свет общей оболочкой – плотной кутикулой, и превращаются в закрытую куколку.

На задней стороне куколки отчётливо видны 9, а в абдоминальной части только 4 сегмента. С боковой стороны тела куколки, на каждом сегменте начиная с 3-го на голове расположены по одному тёмного цве-

та и овальной формы дыхательному отверстию. На куколке имеется всего 7 пар дыхательных отверстий, из которых последняя седьмая пара слабо развита.

Произведено 105 измерений длины и ширины тела куколок озимой совки. Результаты измерений выявили небольшой показатель вариабельности длины (19,98±0,1 мм) и ширины тела (6,48±0,4 мм) (табл. 1).

Половой диморфизм куколок

Произведены промеры длины и ширины тела 57 самок и 58 самцов *A. segetum*. Выявлено, что средняя длина тела самки куколок составляет 18,89±0,1 мм, а ширина 6,58±0,2 мм, тогда как аналогичные показатели самцов равны 19,88±0,3 и 6,65±0,4 мм.

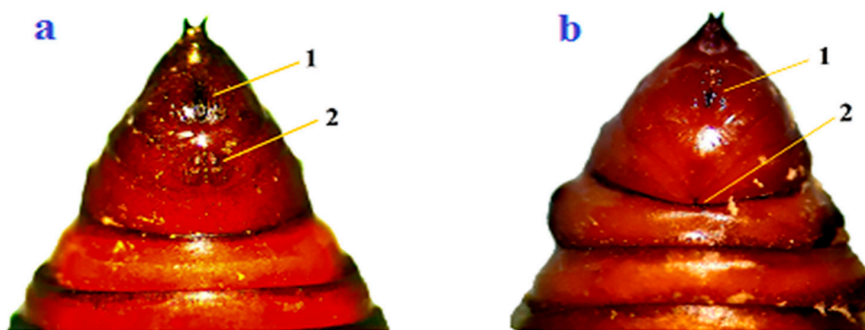


Рис. 4. Половой диморфизм: а – куколка, из которой вылупится самец, б – куколка, из которой вылупится самка (1-я и 2-я половые щели)

Таблица 2

Время выхода бабочек – самцов и самок

	Самцы			Самки		
	Время окукливания	Время выхода бабочки	Продолжительность периода окукливания	Время окукливания	Время выхода бабочки	Продолжительность периода окукливания
1	19.05	15.06	28	21.05	18.06	28
2	20.05	17.06	27	22.05	23.06	30
3	21.05	16.06	26	22.05	20.06	29
4	21.05	15.06	25	23.05	22.06	28
5	22.05	20.06	29	24.05	22.06	29
6	22.05	18.06	27	25.05	23.06	29
7	25.05	24.06	30	25.05	25.06	31
8	25.05	22.06	28	26.05	24.06	29
9	26.05	20.06	25	26.05	22.06	27
10	27.05	23.06	27	27.05	24.06	28
	Среднее		27,2	Среднее		28,8
	t_f	2,55841				
	Параметр Р	0,009875				
	p < 0,01					

Продолжительность стадии куколки

Полученные результаты показывают, что различия между самцами и самками куколок *A. segetum* по размерам и цвету тела не могут быть основанием для прогноза пола появляемой будущей бабочки, т.к. существенных отличий не наблюдается.

На последних трех сегментах куколки выпячиваются будущие половые органы бабочки. На куколке, из которой вылупится самец, на последних трех сегментах имеются по 2 длинных отверстия, близко расположенных друг к другу у самцов, что отчетливо видно (рис. 4а). В то же время у самок такие отверстия располагаются относительно далеко друг от друга и второе отверстие почти не заметно (рис. 4б).

В результате 10 опытных наблюдений, проведенных с целью выявить время выхода бабочек – самцов и самок выяснилось, что продолжительность выхода бабочек-самцов составила 27,2 дня, а время выхода самок составило 28,8 дня, т.е. на 1,6 суток дольше (табл. 2).

Исследования показали, что куколки, производимые гусеницами, имеют коричневый цвет, а затем меняют цвет на красновато-коричневый, прежде чем вылетит бабочка [14]. В наших исследованиях установлено, что куколка, образуемая гусеницами, сначала белая, затем от светло-желтой до коричневой, а перед вылетом бабочки чернеют.

Выявление морфологических различий куколок *A. segetum* важно для изучения это-

го вида. Куколки самок и самцов *A. segetum* по размерам, форме и окраске тела не идентифицировались. Расположение расщелины, наличие или отсутствие гребневидных разрастаний у куколки обнаруживают некоторые сходства и различия, причем их внешний вид может варьировать у разных видов чешуекрылых [15]. Авторы отметили, что морфологические различия половых отверстий куколок *Hyphantria cunea* расположены в восьмом сегменте у самок и девятом сегменте у самцов [16]. В ходе наших исследований выяснилось, что щелевидные половые отверстия расположены в 8-9 сегментах брюшка, как и у куколок *Hyphantria cunea*.

Заключение

В развитии озимой совки стадия окукливания является важным этапом и служит для сохранения целостности вида в природе и обеспечения продолжительности его популяции.

Различий по размерам и цвету между куколками, из которых вылупляются бабочки – самцы и самки, не имеется. Выявлены отличия, имеющие место в последних сегментах тела. Явно бросаются в глаза различия в расположении отверстий на последних трех сегментах на живых или погибших куколках. Это в свою очередь даёт возможность определения пола и осуществления мониторинга точного соотношения полов до выхода бабочек из куколок.

Продолжительность стадии окукливания имеет практическое значение. Зная сроки окукливания, в частности время наиболее массового окукливания, и кроме того продолжительность окукливания, можно заранее рассчитать, когда наступит время массового вылета бабочек, и разработать рекомендации по борьбе против озимой совки.

Список литературы

1. Esbjerg P., Lauritzen A. Oviposition response of the Turnip moth to soil moisture // Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science. 2010. № 1. P. 89-94.
2. Esbjerg P. Integrated pest management in Danish carrot fields: Monitoring of the turnip moth (*Agrotis segetum* Schiff., Lepidoptera: Noctuidae) // Progress on Pest Management in Field Vegetables. CRC Press, 2020. P. 177-186.
3. Esbjerg P., Sigsgaard L. Phenology and pest status of *Agrotis segetum* in a changing climate // Crop Protection. 2014. № 62. P. 64-71.
4. Manjula K. N., Kotikal Y. K. Biology of turnip moth, *Agrotis segetum* (Denis and Schifferrmüller) on palak, *Beta vulgaris* var. *bengalensis* Hor // Journal of entomology and zoology study. 2018. № 6. P. 1183-1186.
5. Ходжаев Ш.Т. Основы интегрированной защиты растений от вредителей и агротоксикологии. Ташкент, 2014. 540 с. (на узбекском языке).
6. Ёкубов А. Сведения о распространении и вредных особенностях Озимая совка (*Agrotis segetum* (Den & Schiff, 1775) в агропенозах моркови в разных районах Ферганской области // Центральноазиатский журнал образования и инноваций. 2024. № 5. С. 72-75. (на узбекском языке). DOI: 10.5281/zenodo.11198715.
7. Зокиров И., Юсупова Ш., Якубов А. Эколого-фаунистический анализ энтомофагов овощебахчевых культур в центральной Ферганы // Научный вестник. ФерГУ. 2022. № 1. С. 32-37 (на узбекском языке).
8. Зокиров И. Фауна и экология насекомых овощебахчевых культур Центральной Ферганы: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 2019. 60 с. (на узбекском языке).
9. Ma T., Vang H., Liang S., Xiao Q., Cao P., Chen X., Niu Y., Xe Y., Sun Ch., Ven S., Vang C. Effects of soil-treatment with fungal biopesticides on pupation behaviors, emergence success and fitness of tea geometrid, *Ectropis grisescens* (Lepidoptera: Geometridae) // Journal of Asia-Pacific Entomology. 2019. Vol. 22. No. 1. P. 208-214.
10. Zheng X., Wang P., Lei Ch., Lu W., Xian Z., Wang X. Effect of soil moisture on overwintering pupae in *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) // Applied entomology and zoology. 2013. № 48. P. 365-371.
11. Mansour M., Dimetry N. Effect of crowding on larvae and pupae of the greasy cutworm *Agrotis ipsilon* Hfn.(Lepid.: Noctuidae) // Zeitschrift für Angewandte Entomologie. 1972. № 1. P. 220-223.
12. Yoqubov A. Age dependent characteristics of 1-2 age larvae of turnip moth (*Agrotis segetum* Denis & Schifferrmüller, 1775) // Science and innovation in the education system. 2024. № 6. P. 98-101.
13. Bainbridge P., Bownes M. Staging the metamorphosis of *Drosophila melanogaster* // Journal of embryology and experimental morphology. Great Britain. 1981. № 1. P. 57-80.
14. Manjula K., Kotikal Y. Biology of turnip moth, *Agrotis segetum* (Denis and Schifferrmüller) on palak, *Beta vulgaris* var. *bengalensis* Hort // Journal of Entomology and Zoology Studies. 2018. № 6. P. 1183-1186.
15. Genc H. The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): pupal key characters for sexing individuals // Turkish Journal of Zoology. 2016. № 5. P. 801-805.
16. Tuncer C., Aker O. Sexual dimorphism in the pupal stage of *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Erebidae) // Entomological News. 2017. № 2. P. 112-116.

УДК 631.417.2

ПОЧВЫ ПУСТЫННОГО РЕГИОНА УЗБЕКИСТАНА, ИХ ГУМУСНОЕ И ПИТАТЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ

¹Парпиев Г.Т., ²Киличова Н.А., ¹Мамаракхимов Б.И.

¹Национальный центр знаний и инноваций в сельском хозяйстве, Ташкент,
e-mail: parpiyev.77@mail.ru, bunyodmamaraximov77@gmail.com;

²Институт почвоведения и агрохимических исследований, Ташкент,
e-mail: q.nazokat0401@gmail.com

Цель исследования – изучение морфогенетической характеристики почв региона и изменений интенсивности плодородия почв со сравнительной точки зрения. Известно, что уровень гумуса и питательных веществ почвы определяет ее плодородие. Именно по этому поводу авторы статьи провели научные исследования на автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных бурых почвах в Конимехском районе Навоийской области Республики Узбекистан. Авторы сделали в общей сложности 24 разреза до глубины 2,0 м, в каждом из них были взяты образцы почвы. Было проведено сравнение морфогенетических свойств изученных почв. В статье научно обосновано, что процесс накопления гумуса протекает более активно в орошаемых почвах по сравнению с изученными в данных исследованиях песчаными пустынными почвами, и оценено экологическое состояние биогеохимических показателей почв. Доказано, что формирование плодородного пахотного слоя почв пустынного региона Республики Узбекистан и обеспеченность его питательными веществами на том или ином уровне находится в прямой зависимости от культуры земледелия, то есть от человеческих факторов и экономических условий. Полевые работы и лабораторные анализы в исследованиях проводились по общепринятым методикам: «Руководство к проведению химических и агрофизических анализов почвы при мониторинге земель» и «Пособие и инструкции по проведению почвенных изысканий и составлению почвенных карт». В целом степень обеспеченности гумусом в песчаных пустынных почвах – 0,279–0,290%, в серо-бурых почвах – 0,475–1,353%, в серо-буро-луговых – 0,518–1,386% и в луговых почвах – 0,526–1,420%. Отчетливо прослеживается закономерность увеличения от автоморфных почв к гидроморфным. На данных изучаемых почвах требуется применение агротехнических мероприятий, направленных на обогащение подвижным азотом. Кроме того, сохранение выращиваемых на территории сельскохозяйственных культур и повышение продуктивности требует более широкого применения фосфорных удобрений.

Ключевые слова: почвы пустынного региона Республики Узбекистан, гумус, питательные вещества, мощность почвенного слоя, уровень обеспеченности, плодородие

SOILS OF THE DESERT REGION OF UZBEKISTAN, THEIR HUMUS AND NUTRIENT STATE

¹Parpiev G.T., ²Kilichova N.A., ¹Mamarakhimov B.I.

¹National Centre for Knowledge and Innovation in Agriculture, Tashkent,
e-mail: parpiyev.77@mail.ru;

²Institute of Soil Science and Agrochemical Research, Tashkent,
e-mail: q.nazokat0401@gmail.com

The purpose of this article is to study the morphogenetic characteristics of the soils of the region and changes, directions and intensity of soil fertility from a comparative point of view. It is known that the level of humus and nutrients in the soil determines its fertility. It is for this reason that the authors of the article conducted scientific research on automorphic, semi-hydromorphic and hydromorphic brown soils developed in the Konimekh district of the Navoi region of the Republic of Uzbekistan. Based on this, the authors excavated a total of 24 sections to a depth of 2.0 m, and soil samples were taken from each of them. A comparative comparison of the morphogenetic properties of the studied soils was carried out. This article scientifically substantiates that the process of humus accumulation occurs more actively in irrigated soils compared to the sandy desert soils studied in these studies, and the ecological state of the biogeochemical indicators of soils is assessed. It has been proven that the formation of the fertile arable soil layer in the desert region of the Republic of Uzbekistan and its provision with nutrients at one level or another directly depends on the culture of agriculture, that is, on human factors and economic conditions. Field work and laboratory-analytical analyzes in the studies were carried out according to generally accepted methods: “Guide to conducting chemical and agrophysical soil analyzes when monitoring lands” and “Manual and instructions for conducting soil surveys and compiling soil maps”. In general, the degree of humus supply in sandy desert soils is 0.279-0.290%, in gray-brown soils – 0.475-1.353%, in gray-brown-meadow soils – 0.518-1.386% and in meadow soils – 0.526-1.420%. A pattern of increase from automorphic soils to hydromorphic soils is clearly visible. The soils under study require the use of agrotechnical measures aimed at enriching the amount of mobile nitrogen. In addition, the preservation of agricultural crops grown on the territory and the increase in productivity require a wider use of phosphorus fertilizers.

Keywords: soils of the desert region of the Republic of Uzbekistan, humus, nutrients, soil layer thickness, provision level, fertility

Введение

В результате орошения почв сильно изменились морфология, агрофизические, водно-физические, физико-химические, химико-биологические и ряд других свойств орошаемых почв Центральной Азии, обрабатываемых на протяжении нескольких столетий [1, с. 548–552]. Профессор Л.Т. Турсунов [2, с. 248] на примере серо-луговых почв Каршинской пустыни Республики Узбекистан доказал, что морфология этих почв под влиянием освоения претерпела следующие изменения: прежде всего, пахотный слой образуется за счет вспашки. В этом слое естественные морфологические особенности, характерные для дернового, поддернового и переходного слоев, объединяются, образуя новые типы морфологических признаков. Процесс орошения ускоряет образование гумуса в этом слое, меняет цвет почвенной массы.

В последние годы рядом ученых-исследователей проведены комплексные научные исследования по агрохимическим свойствам почв пустынного региона Республики Узбекистан, включая уровень обеспеченности гумусом и питательными веществами, его направленность и активность. Например, Д.С. Комилова [3, с. 26], исследуя почвы пустынной зоны Узбекистана, определила зависимость количества и качества гумуса от агротехнического состояния. В ходе исследований установлено, что количественные и качественные показатели гумуса в монокультуре хлопчатника резко снизились, а при возделывании люцерны он достиг исходного количества, при этом наблюдалось увеличение свободных гуминовых кислот.

Р.К. Кузиев, В.Е. Сектименко [4, с. 251], Р.К. Кузиев и Н.Ю. Абдурахманов [5, с. 120] установили, что для восстановления и повышения плодородия почв, улучшения экологического состояния окружающей среды и почв необходимо внедрение новой системы земледелия, защищающей почву. Эта система предусматривает образование в почве гумуса и обработку, активирующую биологические процессы, послойное орошение, внесение органических удобрений, использование природных минералов. Также одним из основных элементов этой системы является севооборот, совмещение культур, обогащающее почву активным органическим веществом, и другие подобные методы.

Р.К. Кузиев [6, с. 138] изучал закономерности постепенного развития серооазисных почв, сформировавшихся на верхних террасах рек Зарафшан и Ангрэн, и оценил их продуктивность. По мнению автора, как только

естественные почвы орошаются и обрабатываются, они начинают иметь определенную морфологическую структуру в зависимости от почвенно-климатической зоны, и этот процесс заканчивается образованием серооазисных почв. Другой общей морфологической характеристикой этих почв является мощность гумусового слоя, за исключением слоя, образовавшегося за счет агроорошения. В частности, мощность этого слоя в серооазисных почвах соответствует мощности агроорошения. В орошаемых сероземах она достигает 40–50 см.

Исходя из вышеизложенного, научно-практические исследования проводились на автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных почвах пустынного региона Республики Узбекистан.

Цель исследования – изучение в сравнительном порядке морфогенетических особенностей почв, развитых в автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных условиях, а также изменения направления и интенсивности плодородия почв Конимехского естественно-географического района Республики Узбекистан, а также научных исследований.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования в административном отношении служат массивы «Маданият» и имени Х. Олимджана Конимехского района Навоийской области Республики Узбекистан, с географической точки зрения используется пустынно-песчаная в автоморфных условиях, полугидроморфные орошаемые серо-бурые, серо-буро-луговые и луговые почвы в гидроморфных условиях. Полевые работы и лабораторные анализы в исследованиях проводились по общепринятым методикам: «Руководство к проведению химических и агрофизических анализов почвы при мониторинге земель» [7, с. 260] и «Пособие и инструкции по проведению почвенных изысканий и составлению почвенных карт» [8, с. 48]. В период полевых почвенных исследований была определена морфологическая структура почв. При лабораторном и химическом анализе были выявлены общие и подвижные формы гумуса и питательных веществ (азота, фосфора и калия), в том числе реакция почв (рН) в исследуемых почвах.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследований сравнивался морфологический состав почв естественно-географического региона Конимех, сформировавшихся на тех же отложениях в пустынной зоне Республики Узбекистан (таблица).

Сравнительная морфогенетическая характеристика изученных почв

П/н	Показатели	Пустынные песчаные	Серо-бурые почвы	Серо-бурые луговые почвы	Луговые
1	Толщина гумусного слоя, см	1–2	28–35	28–40	30–42
2	Глубина цвета гумуса, см	20–25	35–45	40–53	42–58
3	Количество гумуса в гумусовом слое, %	0,250–0,290	0,475–1,353	0,518–1,386	0,526–1,420
4	Запас гумуса в метровом слое	35,03–36,77	50,71–155,39	45,33–152,77	63,00–174,90

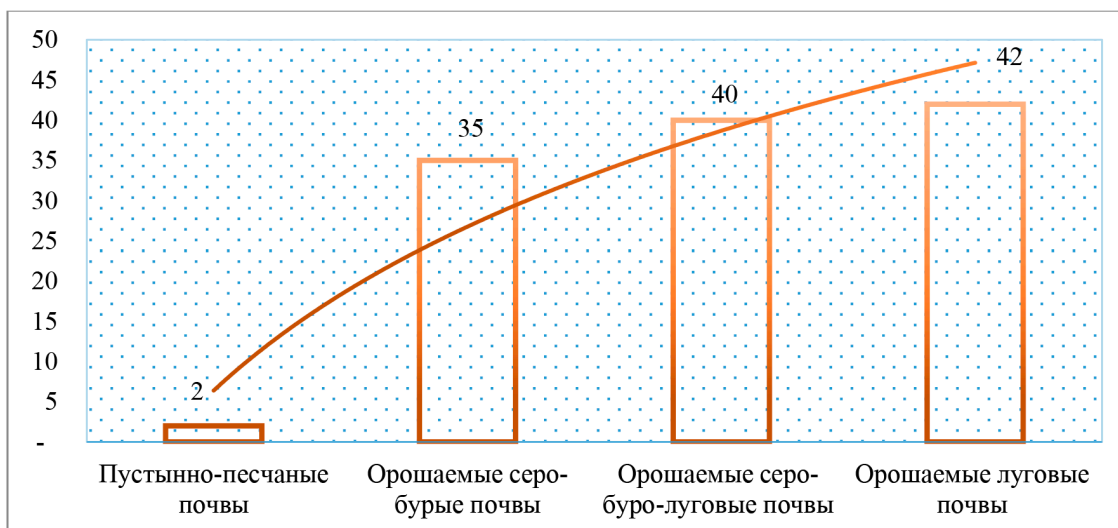


Рис. 1. Мощность аккумулятивного гумусового слоя в изученных почвах (А), см

Толщина накопительного гумусового слоя (А), образующегося в орошаемых почвах, также напрямую связана с проводимыми в регионах агротехническими мероприятиями. Это также свидетельствует о развитии земледельческой культуры на участках, где рассеяны луговые почвы, так что мощность этого слоя (А) достигает 42 см.

Толщина слоя А+В:

в песчаных пустынных почвах (А+А₁+В) – 20–25 см;
на орошаемых бурых почвах с бурой окраской – 35–45 см;
на орошаемых буро-луговых почвах – 40–53 см;
на орошаемых луговых почвах достигает 42–58 см.

Мощность этого слоя А+В показывает, насколько образовались «антропогенно измененные» слои в разных почвах, и, конечно, это состояние определяет и примерный относительный возраст почв. Установлено, что изученные орошаемые серо-бурые почвы относятся преимущественно к «тонким» (35–50 см), а серо-буро-луговые и луговые почвы относятся к группе «тонких» (35–50 см) и «средних» (70–80 см) (рис. 1).

В связи с этим следует сказать, что расчет запасов гумуса позволил выявить некоторые общие закономерности. Например, в слое А (0–2 см) и А₁ (2–20 см) пустынно-песчаных почв в автоморфных условиях количество гумуса составляет 0,279–0,290%, а также В (20–50 см) и ВС (50–120 см) 0,199–0,263 очень мало (< 0,5%) относятся к малообеспеченной группе (рис. 2).

Орошаемые серо-бурые почвы массива «Маданият» Конимехского района Навоийской области Республики Узбекистан содержат в пахотном слое (0–30 см) 0,537–0,550%, в подпахотном (30–50 см) 0,132–0,351% (50 см) и нижних слоев (185 см) наблюдается уменьшение к слоям (рис. 2).

Количество гумуса в пахотном слое орошаемых серо-бурых почв Олимджанского массива изучаемого района составляет 0,475–1,353%, в подпахотном (30–50 см) и нижних слоях оно колеблется в пределах 0,178–1,039%, а нижняя (~170 см) сторона слоев подчиняется закону убывания.

Содержание гумуса в пахотном (0–30 см) слое орошаемых серо-буро-луговых почв массива «Маданият» Конимехского района составляет 0,518–0,589%, а в подпахотном

(30–50 см) и нижних слоях она колеблется в пределах 0,135–0,273%, наблюдается уменьшение нижних (~170 см) слоев. В орошаемых буро-луговых почвах массива им. Х. Олимджана колеблется в пределах 0,541–1,386% в пахотном слое, 0,219–0,739% в подпахотном (30–50 см) и нижних слоях и снижается в нижних (~200 см) слоях.

В орошаемых луговых почвах массива им. Х. Олимджана Конимехского района она колеблется в пределах 0,526–1,420% в пахотном (0–30 см) слое, 0,219–0,911% в подпахотном (30–50 см) и нижних слоях и ниже (200 см). Установлено, что количество гумуса в нижних слоев уменьшается.

В целом по степени обеспеченности гумусом песчаных пустынных почв – 0,279–0,290%, в серо-бурых почвах – 0,475–1,353%, в серо-буро-луговых – 0,518–1,386% и в луговых почвах – 0,526–1,420%. Отчетливо прослеживается закономерность увеличения от автоморфных почв к гидроморфным.

В доказательство этого также были подсчитаны запасы гумуса в слое 0–1 м исследуемых почв. В песчаных пустынных почвах она составляет 35,03–36,77 т/га, в серо-бурых – 50,70–155,39 т/га, в серо-буро-луговых – 45,33–152,77 т/га, а в почвах находится в пределах 63,00–174,90 т/га (рис. 2).

Известно, что 90% содержания азота в почве приходится на органические соединения, поэтому количество азота находится в органической зависимости от количества гумуса в серо-буро-луговых почвах – 0,034–0,084% и в луговых – 0,038–0,087%, она снижается до 0,021–0,084% в зависимости от нижних слоев.

Соотношение углерода к азоту составляет 3,54–5,40 соответственно; 6,77–9,57; 6,68–9,92. Он равен 8,03–10,18 и наблюда-

ется в районе 7,24–11,91 в нижних слоях (рис. 1).

На основании этого оценено экологическое состояние биогеохимических показателей исследуемых почв. Соотношение углерода и азота (C:N) песчаных почв в основном классифицируется как «экологическая катастрофа» (< 4) и «экологическая чрезвычайная ситуация» (4–8).

Пахотный и подпахотный слои орошаемых серо-буро-луговых и серо-буро-луговых орошаемых почв находятся на уровне «экологической деструкции» (4–8) и «относительно удовлетворительного состояния» (8–20), а также «относительно удовлетворительного состояния» (8–20) в луговых почвах (8–20).

Эти условия непосредственно подтверждают тем, что соотношение углерода и азота в сельскохозяйственных угодьях Конимехского района увеличивается в сторону автоморфных > полугидроморфных > гидроморфных почв и улучшается экологическое состояние почв.

Общее количество фосфора зависит от химического состава материнской почвы и количества удобрений, приведенных в определенных нормативах. Минеральный фосфор составляет 90–95% фосфора в почвах орошаемых территорий нашей республики.

Общий фосфор колеблется в широком диапазоне: в песчано-пустынной почве A–A₁ генетического слоя – 0,061–0,092%, из этого в серо-бурых почвах – 0,061–0,275%, в серо-буро-луговых – 0,075–0,276% и в луговых наблюдалось 0,130–0,285%, а в нижних слоях оно фиксировалось в диапазоне 0,061–0,254%. При этом видно, что в гидроморфных условиях увеличилось количество общего фосфора.

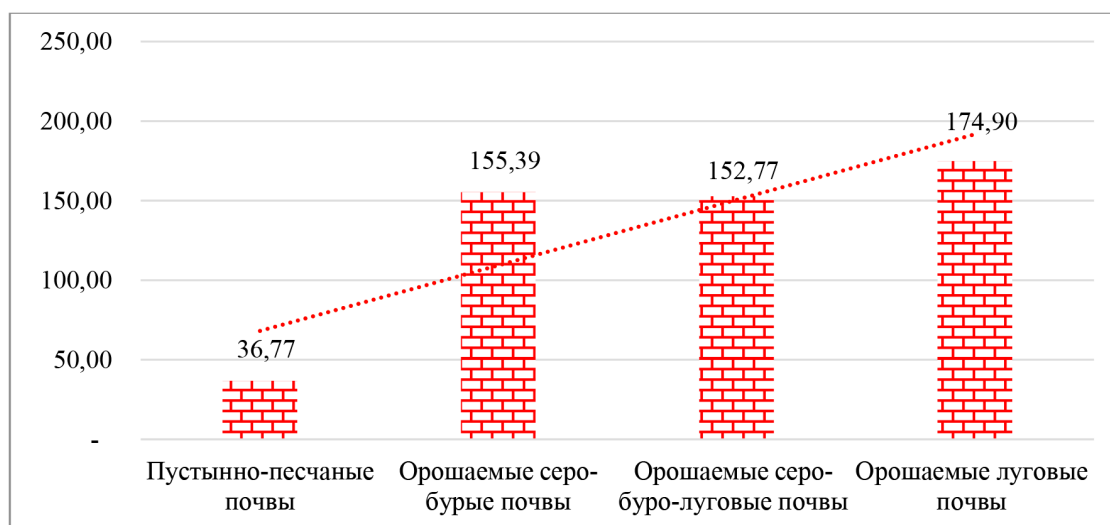


Рис. 2. Запасы гумуса в изученных почвах, т/га

В качестве доказательства этого уместно привести следующее. Известно, что при наличии базоидов в почве ионы дифосфатов поглощаются почвой, в результате чего их концентрация в почвенном растворе снижается [9, с. 26]. Растения поглощают подвижные соединения фосфатов в почве, поэтому концентрация этих соединений снижается. Нитрификация и сульфуризация увеличивают количество фосфора в растворимой форме. Кроме того, количество анионов в воде варьируется в зависимости от реакции почвы. По мере увеличения реакции почвы (рН) количество HCO_3^- , CO_3^{2-} , HPO_4^{2-} и PO_4^{3-} в воде увеличивается, а количество H_2PO_4^- , наоборот, уменьшается. В целом лучше всего изучено поглощение фосфора почвой [10, с. 148].

Общее количество калия также колеблется в больших пределах: в песчаных пустынных почвах А–А₁-генетического слоя – 0,476–0,860%, в серо-бурых почвах – 0,488–0,932%, в серо-буро-луговых – 0,718–1,286% и в луговых почвах – 0,661–1,876%. Так, за счет процессов гидроморфизма установлено, что общее количество калия увеличивается в направлении песчаная пустыня – орошаемые серо-бурые почвы – орошаемые серо-буро-луговые почвы – орошаемые луговые почвы.

Калий – один из наиболее распространенных элементов в почве, его общее количество составляет от 0,5 до 3% или 15–90 т/га, в зависимости от гранулометрического состава почвы [11, с. 30]. Однако общий калий, наряду с другими элементами, не принимает активного участия в биохимических круговоротах в системе почва – растение, где основная (98–99%) часть общего калия находится в нерастворимом и плохо усваиваемом растениями состоянии [12].

Общее количество калия в дерново-подзолистых почвах – 0,6–1,5%, в глинистых – 1,5–2,5%, в каштановых и серо-бурых почвах – 1–2%, в серых лесных и черноземах – 1–3% встречается вокруг. Обычно его количество значительно наблюдается в почвах тяжелого гранулометрического состава по сравнению с легкими. Именно поэтому песчаные и тяжелые глинистые почвы богаче калием, чем супесчаные и песчаные почвы. Кроме того, калий существенно влияет на гранулометрический состав почвы, ее поглощательную способность, влажность, содержание гумуса, почвенную среду, биологическую активность, а также нормы и формы внесения минеральных удобрений. По этой причине калий в почве делят на 4 группы: а) калий в почвенном растворе; б) обменный калий; в) необменный калий и г) выделенный в минеральный (скелетный) калий [13].

Обычно уровень обеспеченности почвы питательными веществами определяют не по их общему количеству, а по показателям их подвижных форм. Мобильные формы питательных веществ обычно очень немногочисленны и постоянно меняются [14, с. 307].

В связи с этим количество подвижного азота (N-NO₃) в верхнем пахотном слое изученных авторов почв составляет 4,25–7,75 мг/кг, в А–А₁-генетическом слое песчаных пустынных почв – 4,00 в орошаемых серо-бурых почвах – 8,00 мг/кг, в буро-луговых почвах – 4,75–6,75 мг/кг и в луговых почвах – 3,75–6,75 мг/кг, причем этого элемента в большинстве случаев «очень мало». Установлено, что он относится к представленной группе, на уровне (0–15 мг/кг).

Установлено, что подвижный фосфор (P₂O₅) в верхнем пахотном слое исследованных почв (в том числе в слое А–А₁ песчаных пустынных почв) колеблется в широких пределах по уровню обеспеченности. Например: в генетическом слое в песчаных пустынных почвах А–А₁ – 5,85–8,77 мг/кг, в серо-бурых – 4,46–30,00 мг/кг, в серо-буро-луговых – 4,62–28,81 мг/кг, в луговых – 6,12–30,40 мг/кг, а также «очень низкую» (0–15 мг/кг), «низкую» (15–30 мг/кг) и «умеренную» (30–45 мг/кг) обеспеченность подвижным фосфором.

По количеству подвижного калия (K₂O) в верхнем пахотном слое почвы в исследованных песчано-пустынных почвах генетического слоя А–А₁ – 114–174 мг/кг, в серо-бурых – 118–256 мг/кг, в серо-буро-луговых почвах – 144–270 мг/кг, в луговых почвах – 105–285 мг/кг, а также в нижних слоях в пределах 60–254 мг/кг, с количеством подвижного калий «очень низкий» (0–100 мг/кг). Установлено, что предусмотрены «низкий» (100–200 мг/кг) и «умеренный» (200–300 мг/кг).

Региональная концепция плодородного почвообразования показывает, что постепенное развитие почв под влиянием природных и антропогенных факторов находится в прямой зависимости от биогеохимических процессов, и даже в определенном регионе почвы, образовавшиеся на разных месторождениях, проявляют особые морфогенетические свойства [15, с. 56].

Поэтому формирование плодородного пахотного слоя почв пустынного региона Узбекистана и обеспеченность питательными веществами на том или ином уровне напрямую зависит от культуры земледелия, то есть от человеческих и экономических условий. То есть для сохранения и повышения продуктивности сельскохозяйственных

культур, выращиваемых на орошаемых серо-бурых, серо-буро-луговых и луговых почвах, требуется более широкое применение фосфорных удобрений [16, с. 28].

По количеству подвижного калия (K_2O) в верхнем пахотном слое почвы в исследованных песчано-пустынных почвах генетического слоя $A-A_1$ – 114–174 мг/кг, в серо-бурые – 118–256 мг/кг, в серо-буро-луговых почвах – 144–270 мг/кг, в луговых почвах – 105–285 мг/кг, а также в нижних слоях в пределах 60–254 мг/кг, с количеством подвижного калия «очень низкий» (0–100 мг/кг), «низкий» (100–200 мг/кг) и «умеренный» (200–300 мг/кг) обеспечен (рис. 1).

Выводы

1. Пустынно-песчаная почва в автоморфных условиях, полугидроморфные орошаемые серо-бурые и серо-буро-луговые и луговые почвы в гидроморфных условиях Конимехского естественно-географического района пустынной области Республики Узбекистан также определяют приблизительный относительный возраст почв. Установлено, что изученные орошаемые серо-бурые почвы относятся преимущественно к «тонким» (35–50 см), а серо-буро-луговые и луговые почвы относятся к группе «тонких» (35–50 см) и «средних» (70–80 см) по толщине.

2. По количеству гумуса изученные орошаемые серо-бурые, орошаемые серо-буро-луговые и луговые почвы относятся преимущественно к малообеспеченным (0,5–1,0%) и среднеобеспеченным (1,0–1,5%), причем эти условия также показывают, что это напрямую связано с гуманитарно-экономическими условиями.

3. Пахотный и подпахотный слой орошаемых серо-бурых, серо-буро-луговых и луговых орошаемых почв находятся на уровне «экологической деструкции» (4–8) и «относительно удовлетворительного состояния» (8–20), а также к группам отнесены «относительно удовлетворительное состояние» на пастбищных почвах (8–20). Таким образом, соотношение углерода и азота в сельскохозяйственных угодьях Конимехского естественно-географического района пустынной области Республики Узбекистан подчиняется закономерности возрастания в сторону автоморфных > полугидроморфных > гидроморфных почв и прямо доказывает, что экологическое состояние почв улучшается.

4. На данных изучаемых почвах (за исключением пустынно-песчаных) требуется применение агротехнических мероприятий, направленных на обогащение подвижным азотом ($N-NO_3$). Кроме того, сохранение вы-

ращиваемых на территории сельскохозяйственных культур и повышение продуктивности требует более широкого применения фосфорных удобрений.

Список литературы

1. Нургалиев Н.А. Влияние ирригационной эрозии на морфологию и мощность слоя почвы (на примере Каршинского района) // Управление земельными ресурсами и их оценка: Новые подходы и инновационные решения. Сборник статей: в 1 кн. Республиканская научно-практическая конференция (Москва, 22–24 апреля 2019 г.). Ташкент: Национальный университет Узбекистана, 2019. С. 548–552.
2. Турсунов Л., Бобонов Р., Вакилов А., Юсупов С. Почвы Кашкадарьинского оазиса. Ташкент: Турон-Икбал, 2018. 248 с.
3. Камилова Д.С. Изменение химических свойств почв сероземной и пустынной зоны под длительным воздействием агротехнических факторов: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук. Ташкент, 1991. 26 с.
4. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. Ташкент: EXTREMUM PRESS, 2018. 251 с.
5. Кузиев Р.К., Абдурахманов Н.Ю. Теоретические основы плодородия почв и управления им: монография. Ташкент: Навруз, 2017. 120 с.
6. Кузиев Р.К. Почвы оазиса, их эволюция и плодородие. Ташкент: Институт почвоведения УзАН, 1991. 138 с.
7. Руководство к проведению химических и агрофизических анализов почв при мониторинге земель / Под ред. А.Ж. Байрова, М.М. Ташкузиева и др. Ташкент: ГосНИИПА, 2014. 260 с.
8. Кузиев Р.К., Абдурахманов Н.Ю., Исманов А.Ж., Омонов А.С., Менглигулов Э.Э. Методические указания по проведению почвенных изысканий и составлению почвенных карт для ведения государственного земельного кадастра // Ведомственный нормативный документ (ИМХ-27-002-13). 2018. 48 с.
9. Адель Абдель Рахмат Шиха. Физико-химические свойства аллювиальных засоленных почв долины: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2016. 26 с.
10. Тошбеков У., Намозов Х., Холбоев Б. Почвоведение и агрохимия: учебное пособие для сельскохозяйственных профессиональных колледжей. Гулистан, 2015. 148 с.
11. Артикова Х.Т. Эволюция, экологическое состояние и плодородие почв Бухары: автореф. дис. ... докт. сельхоз. наук. Ташкент, 2019. 30 с.
12. Ziin Y.L., Lal R., Resck D.V.S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil / Soil and Tillage Research. 2005. № 84 (1). P. 28–40. DOI: 10.1016/j.still.2004.08.007.
13. Rusan M.J., Hinnawi S., Rousan L. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters // Desalination. 2015. Vol. 215. P. 143–152.
14. Парпиев Г.Т. Региональные особенности сероземно-оазисных почв и их роль в формировании плодородия почв: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент: НИИПА, 2021. 307 с.
15. Чуян О.Г., Караулова Л.Н. Взаимосвязь климатических факторов почвообразования с формированием химических и физико-химических свойств почвенного покрова в агроландшафтах Центрального Черноземья // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16, № 2. С. 75–87. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-2-75-87.
16. Титова Т.В. Трансформация физических и физико-химических свойств почв Каменной степи в условиях сезонного переувлажнения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Каменная Степь, 2018. 28 с.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА CORAL 10% В.Р. ПРОТИВ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ В ЯБЛОНЕВЫХ САДАХ

**Хашимова М.Х., Ахмедова З.Ю., Рустамов К.Ж.,
Ганиева З.А., Зухритдинова Н.Ю.**

*Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан,
Республиканский научно-производственный центр по борьбе с термитами,
Ташкент, e-mail: m_khashimova@mail.ru*

Основной целью данного исследования является изучение видового состава вредителей садоводческих районов республики, выявление их географического распространения и биологических особенностей, определение последствий массового размножения и вредоносности основных видов, а также биологической эффективности препарата CORAL 10% в.р. как средства борьбы с сосущими вредителями – тлями и обыкновенным паутинным клещом на яблонях. Впоследствии в фермерском хозяйстве «Курбанали Агро» Уртачирчикского района Ташкентской области провели обработку яблоневых садов. При обработке препаратом CORAL 10% в.р. в норме 0,3 л/га против тли биологическая эффективность составила 78,0% на 3-й день опыта, 89,3% на 7-й день учета и 97,2% на 14-й день опыта. При обработке препаратом против клещей эффективность составила 81,8 – 92,8 – 97,4% соответственно. По результатам вышеперечисленных исследований зафиксировано, что препарат CORAL 10% в.р., при применении против тлей и клещей при норме расхода 0,3 л/га, обладает высокой токсичностью в отношении тлей и паутинного клеща, отмечена биологическая эффективность 97,2-97,4%, что способствует разработке эффективных методов борьбы с данными вредителями.

Ключевые слова: яблоня, вредители, препараты, тля, *Aphis pomi*, паутинный клещ, биологическая эффективность, *Tetranychus urticae*, инсектицид

BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF CORAL 10% AGAINST INSECT PESTS IN APPLE TREE ORCHARDS

**Khashimova M.Kh., Akhmedova Z. Yu., Rustamov K.Zh.,
Ganieva Z.A., Zukhritdinova N. Yu.**

*Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republican Scientific and Production Center for Termite Control,
Tashkent, e-mail: m_khashimova@mail.ru*

The main objective of this study is to study the species composition of pests in horticultural areas of the republic, identify their geographic distribution and biological characteristics, determine the consequences of mass reproduction and harmfulness of the main species, as well as the biological efficiency of the drug CORAL 10% w.r., as a means of controlling sucking pests – aphids and common spider mites on apple trees. Subsequently, in the apple orchards of the Kurbonali Agro farm in the Urtachirchik district of the Tashkent region, apple orchards were treated. When treating with CORAL 10% w.r. at a rate of 0.3 l/ha against aphids, the biological efficiency was 78.0% on the 3rd day of the experiment, 89.3% on the 7th day of accounting and 97.2% on the 14th day of the experiment. When treating with the drug against ticks, the efficiency was 81.8 – 92.8 – 97.4%, respectively. Based on the results of the above studies, it was recorded that the CORAL 10% w.r. preparation, when used against aphids and mites at a consumption rate of 0.3 l/ha, has high toxicity against aphids and spider mites, where biological efficiency of 97.2-97.4% was noted, which contributes to the development of effective methods of combating them.

Keywords: apple tree, pests, drugs, aphids, *Aphis pomi*, spider mite, *Tetranychus urticae*, biological effectiveness, insecticide

Введение

В республике реализуются масштабные реформы по увеличению производства садоводческой продукции, созданию новых местных и интенсивных садов. В частности, приняты: Закон РУз «О защите сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков» от 31 августа 2000 года, Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и ее реализация, Государственные программы, Указ Пре-

зидента Республики Узбекистан от 23 октября 2019 года № ПФ-5853 «Об утверждении стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы» под руководством Президента РУз Ш.М. Мирзиёева. 31 января 2020 года начата реализация задач, поставленных на совещании, посвященном развитию науки, программы по развитию садоводства послужат обеспечению населения продуктами питания, созданию новых рабочих мест, повышению экспортного потенциала страны. На основе этих задач создана специальная база данных для комплексного

изучения видового состава вредителей садоводческих районов республики, выявления их биологических особенностей основных видов, а также организован мониторинг разработки эффективных методов борьбы с ними, являющейся одной из актуальных задач современности. [1; 2].

Как отмечается, в сельском хозяйстве для более тщательной защиты растений от вредителей и болезней расходуется в среднем 75,0 млрд долларов. Известно, что в среднем 13,8% урожая может пропасть из-за вредителей, 11,6% – по причине болезней, 9,5% – за счет сорняков.

В последние годы в садоводстве Узбекистана появились значительные трудности, касающиеся системы защиты плодовых культур от вредных организмов. Многие виды вредителей и болезней, ранее не имевшие хозяйственного значения, стали серьезно повреждать сады. Среди них: яблоневый червь, тля, щитовка, растительный клещ, яблоневая листовая галлица [3, с. 4592]. Поэтому важно использовать инсектициды нового поколения для организованной борьбы с видами, которые сегодня наносят ущерб семенным садам.

В то время, когда на Земле наблюдаются глобальные изменения климата, быстрый рост населения и ускорение производственного процесса, в пищевой промышленности, как и во всех отраслях промышленности, возрастает ряд проблем. Решить эти проблемы можно только за счет ресурсов, полученных в результате создания новых инновационных технологий, основанных на науке, и их внедрения. По данным Всемирной продовольственной организации (ФАО), в среднем 35 процентов сельскохозяйственных культур в мире погибает из-за вредителей, болезней и сорняков [4, с. 14; 5, с. 20].

Несмотря на большие успехи, достигнутые в области защиты сельскохозяйственных культур, большая часть посевов по-прежнему погибает из-за воздействия вредителей и болезней. По данным мировой литературы, в сельскохозяйственных культурах насчитывается более 70 000 видов вредителей, относящихся к семейству насекомых и клещей [6, с. 65].

Основной целью исследования является изучение видового состава вредителей садоводческих районов республики, выявление их географического распространения и биологических особенностей, определение последствий массового размножения и вредоносности основных видов, а также биологической эффективности препарата CORAL 10% в.р. как средства борьбы с сосущими вредителями – тлями и обыкновенным паутинным клещом на яблонях.

В результате наблюдений, проведенных в яблоневых, айвовых и грушевых садах хозяйств Ташкентской области, выявлена тля из семейства Aphididae, зеленая яблоневая тля (*Aphis pomi*) и Arachnida клещей семейства Tetranychidae – паутинный клещ *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) [7, с. 203-208].

Задачей данного эксперимента было исследование биологической эффективности препарата CORAL 10% в.р. ООО «АГРО РИФ», Узбекистан, как средства защиты от сосущих вредителей (яблоневая тля и паутинный клещ) на яблонях.

Материалы и методы исследования

Исходя из вышеперечисленного, в яблоневых садах фермерского хозяйства «Курбанаги Агро» Уртачирчикского района Ташкентской области был осуществлен полевой эксперимент на яблони сорта Симиренко. Зараженные вредителями деревья обрабатывали ручным опрыскивателем КА-90 в естественных условиях.

Подсчет эффективности препарата для вредителей осуществлен по формуле Аббота [8, с. 19], преобразованной Хендерсоном и Тилтоном:

$$\mathcal{E} = 100 \times \frac{(A_v - B_a)}{A_v},$$

где \mathcal{E} – биологическая эффективность, которая выражена в % снижения численности вредителя, с поправкой на контроль;

A – число живых особей перед обработкой;

a – число живых особей после обработки в опыте;

B – число живых особей в контроле в предварительном учете;

b – число живых особей в контроле в последующие учеты.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследований установлено, что часто встречаются зеленая яблоневая тля (*Aphis pomi*), паутинный клещ (*Tetranychus urticae*).

Яблонная тля зеленая, иногда желто-зеленая. Средняя и задняя часть груди и половина передней груди у крылатых пород черные, длина взрослой тли около 2 мм, кончик брюшка черный, трубки черные. Форма яблонной тли – грушевидная. Больше повреждаются сорта яблок Розмарин, Кандил синап, Симиренко. Самки тли откладывают яйца на молодые ветки (1-5 яиц). Осенью, после того как листья дерева опадают, хорошо видны черные яйца тли.

Обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* наносит большой ущерб садам Узбекистана при наличии благоприятных условий для его развития. В листьях, зараженных паутинным клещом, уничтожается хлорофилл, при этом сильно поврежденные листья опадают. У определенных сортов яблонь пораженные листья обычно желтеют или становятся красно-коричневыми. Для борьбы с паутинным клещом большое значение придается выращиванию устойчивых сортов яблони.

Полезный температурный предел для формирования клещей 10,2-12,0°C. Длительность развития поколения вредителей от 15 до 40 дней. Данные паукообразные вредители располагаются под корой деревьев и в ее расщелинах, в местах опадания листьев либо на газонах недалеко от этого дерева. В зимующих колониях иногда обнаруживаются до нескольких сотен тысяч особей. Образцы, которые попадают в сельскую местность, устойчивы к кратковременным морозам. Морозной зимой погибает до 70% особей клещей, в то время как выживают только экземпляры под снежным покровом. Самки сначала захватывают листья нижнего яруса, а затем поднимаются потихоньку вверх. Через некоторое время после того, как самки начинают питаться, цвет их тела становится зеленым, и в скором времени они начинают откладывать яйца. В первой половине мая отмечается массовое откладывание яиц паутинными клещами. Яйца откладываются на нижней стороне листьев, покрытых паутиной [5].

Вредитель: тля и паутинный клещ. Они существуют преимущественно в стадиях личинок и имаго. Экспериментальная совокупность состоит из испытуемого препарата, эталона и контроля. В качестве эталона был взят препарат, используемый в производстве и близкий по химическому составу к испытуемому препарату.

Инсектицид применяли в современных опрыскивателях в количестве, указанном в кратком описании препаратов. Расход рабочей жидкости 1000-2000 литров на гектар, 20 литров на одно дерево. Инсектициды использовали в соответствии с целью их испытания и биологией насекомого. Если численность тли резко увеличивается, проводят повторную обработку до приобретения цвета плодами. Для расчета эффекта эксперимента из 4-5 затронутых деревьев в каждом варианте выбирают модельное дерево и отмечают по 4 ветви с 1-й по 4-ю стороны каждого дерева. Количество тли на 10 см указанной ветки подсчитывают до опрыскивания и после опрыскивания. Меры борьбы с паутинным клещом анало-

гичны. Опытные поля: численность клещей в садах не должна быть ниже уровня, наносящего экономический ущерб (3-4 клеща на 1 лист) [7].

Наблюдения проводятся каждые 5-10 дней для выявления вредителя в садах, где тестируется препарат. С помощью лупы подсчитывают количество клещей на 40 листьях с 4 сторон 20 деревьев, расположенных в шахматном порядке. Когда численность клещей достигает количества экономического критерия (ИММ), необходимо провести защитные меры борьбы.

Расчет численности вредителей на опытных делянках проводился в соответствии с требованиями «Методических указаний...» до обработки растений рабочими растворами препаратов (предварительная регистрация), а затем на 3, 7 и 14-е сутки после опрыскивания необходимым защитным средством [8].

Агроклиматические показатели территории. Хозяйство, которое расположено на территории Ташкентской области вышеуказанного административного района, относится к Чирчикскому агроклиматическому району, занимающему верхнюю часть Чирчикской долины Ташкентской области. Граница области проходит по водоразделу Угамского хребта на северо-западе, по водоразделу Пскемского хребта на востоке и пересекает Ангренское плато, на юге по водоразделу Чаткальского хребта, западная граница совпадает с р. Граница Ташкентского агроклиматического района проходит на высоте около 600 м и является границей распространения сероземов. Безморозный период длится от 191 до 218 дней. Лето умеренно жаркое. Абсолютный максимум температуры воздуха составляет 44 °C.

Тип опыта. Применение препарата проводилось в процессе крупноделяночного полевого опыта. Опытные площади делили на участки 1,0 га для каждого опыта в трехкратной повторности.

1. CORAL 10% в.р. – 0,3 л/га.
2. Багира 20% в.р.к. эталон – 0,3 л/га.
3. Контроль – без обработки.

Норма расхода химического препарата 1000 л/га.

Правила и условия применения препаратов. Опрыскивание проводили утром при температуре 22-25°C. Погода ясная, осадков нет.

Информация о результатах расчета биологической эффективности препарата представлена в таблице ниже. Анализ полученных значений для определения биологической эффективности химического препарата CORAL 10% в.р. привел к следующим результатам.

Таблица 1

Биологическая эффективность препарата Sogal 10% в.р. в борьбе с тлей в яблоневых садах фермерского хозяйства «Курбанали Агро» Ургачирчикского района Ташкентской области.
Крупноделяночный полевой опыт

№	Вариант опыта	Норма расхода, л/га		Средняя численность вредителя на один лист, экз.				Биологическая эффективность, по дням учета				
		препарата	рабоч. жидк.	до обработки			после обработки, по дням учета					
				3	7	14	3	7	14			
1	Sogal 10% в.р.	0,3	300	55,6	7,9	1,9	12,4	7,9	1,9	78,0	85,8	96,5
2	Багира 20% в.р.к. эталон	0,3	300	58,3	6,2	1,6	11,6	6,2	1,6	80,3	89,4	97,2
3	Контроль		без/обр.	55,8	55,9	53,8	56,5	55,9	53,8	-		

Таблица 2

Биологическая эффективность препарата Sogal 10% в.р. в борьбе с паутинным клещом в яблоневых садах фермерского хозяйства «Курбанали Агро» Ургачирчикского района Ташкентской области.
Крупноделяночный полевой опыт

№	Вариант опыта	Норма расхода, л/га		Средняя численность вредителя на один лист, экз.				Биологическая эффективность, по дням учета				
		препарата	рабоч. жидк.	до обработки			после обработки, по дням учета					
				3	7	14	3	7	14			
1	Sogal 10% в.р.	0,15	300	24,6	4,9	3,1	7,7	4,9	3,1	68,8	89,6	96,6
2	Багира 20% в.р.к. эталон	0,4	300	23,9	2,3	0,9	6,5	2,3	0,9	72,9	90,2	96,1
3	Контроль		без/обр.	27,5	26,4	25,3	26,8	26,4	25,3			

При обработке препаратом CORAL 10% в.р. в норме 0,3 л/га против тли биологическая эффективность составила 78,0% на третий день опыта, 89,3% на седьмой день учета и 97,2% на четырнадцатый день опыта. От эталона Багира 20% в.р.к. по дням учета эффективность составила 80,3, 89,4 и 98,0% соответственно (табл. 1).

При обработке препаратом CORAL 10% в.р. при норме расхода 0,3 л/га против клещей эффективность на 3-й день исследования составила 81,8%, на 7-й день учета достигла 92,8%, а на 14-й день отмечена смертность вредителя до 97,4%. От стандартного препарата Багира 20% в.р.к. результативность по дням учета составил 81,8, 92,8 и 97,4% соответственно (табл. 2).

Заклучение

В заключение следует отметить, что, по результатам проведенных экспериментов по определению биологической эффективности препаратов против основных сосущих насекомых-вредителей семенных садов, установлено, что препарат CORAL 10% в.р. в дозе расхода 0,3 л/га обладает высокой токсичностью в отношении тли и паутинного клеща, отмечена его биологическая эффективность 97,2-97,4%, что соответствует

критериям, принятым для положительной оценки данного препарата на яблонях.

Список литературы

1. Мирзиёев Ш.М. Вместе мы построим свободную и процветающую демократическую страну Узбекистан. Ташкент: Узбекистан, 2017. 56 с.
2. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»: Сборник правовых документов Республики Узбекистан. 2017. № 6. Ст. 70.
3. Ganieva Z.A., Mansurkhudjaeva M.U., Akhmedova Z.Yu., Ganiev K., Sobirov O.T. Study of Main Pests of Seed Orchards of Tashkent Region in the Fall Season // Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry (TOJQI) 2021. Vol. 12, Is. 8. P. 4591-4598.
4. Синадский Ю.В., Корнеева И.Т., Добровичская И.Б. Вредители и болезни цветочно-декоративных растений. М.: Наука, 1987. С. 13-17.
5. Васильев В.П., Лившиц И.З. Вредители плодовых культур. М.: Колос (Изд. П.), 1984. 398 с.
6. Ахмедова З.Ю., Ганиева З.А., Ахмедов В.Н., Яхёев Ж.Н., Кимёназаров С.К. Распространение и вредоносность основных вредителей садов Ташкентской области // Вестник Хорезмской академии Маъмуна. Хива. 2023. №(103). С. 64.
7. Ш.Т. Ходжаев Основы общей и сельскохозяйственной энтомологии и комплексной системы защиты. Энциклопедия Ташкент: ООО «Издательство «Янги Нашр», 2019. 576 с.
8. Методические указания по проведению регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов (под ред. Ходжаева). Ташкент, 2023. 103 с.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 664.8

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЕЗАКТИВАЦИИ
АФЛАТОКСИНОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ**

¹Бурак Л.Ч., ¹Сапач А.Н., ²Саманкова Н.В.

¹ООО «БЕЛПРОСАКВА», Минск, e-mail: leonidburak@gmail.com, alexander@belrosakva.by;

²Белорусский государственный экономический университет, Минск, e-mail: samankova@list.ru

Афлатоксины, токсичные вторичные метаболиты, вырабатываемые видами *Aspergillus spp.*, представляют значительный риск для здоровья из-за их канцерогенных, тератогенных и мутагенных свойств. Цель исследования – обзор и анализ современных физических, химических и биологических методов обработки пищевых продуктов, с целью дезактивации афлатоксинов. В обзор включены статьи на английском и русском языках. Поиск зарубежной научной литературы на английском языке по данной теме проводили в библиографических базах Scopus, Web of Science и PubMed. Для отбора научных статей на русском языке провели поиск по ключевым словам в «Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU». В качестве временных рамок для обзора научных публикаций был принят период с 2014 по 2024 г. Физические методы, такие как микроволновое нагревание, гамма- и электронно-лучевое облучение, импульсный свет и ультрафиолетовая обработка, показали свою эффективность по снижению уровня загрязнения афлатоксинами продуктов питания, однако точные механизмы действия и их влияние на различные пищевые матрицы требуют дальнейшего изучения. Химические методы, включая использование озона, натуральных растительных экстрактов и органических кислот, также эффективны за счет реактивных свойств этих агентов для нейтрализации афлатоксинов. Однако медленное проникновение этих агентов в более глубокие слои загрязненных пищевых продуктов создает ограничение по их использованию. Пробиотические бактерии и дрожжи продемонстрировали потенциал в связывании и снижении биодоступности афлатоксинов, особенно афлатоксина В₁, как в исследованиях *in vitro*, так и *in vivo*. Важнейшим аспектом развития этих технологий является интеграция интеллектуальной упаковки и искусственного интеллекта. Несмотря на значительный прогресс в разработке методов инактивации афлатоксинов, остаются проблемы в оптимизации этих методов для различных видов пищевого сырья, продуктов питания и обеспечения их безопасности и эффективности.

Ключевые слова: афлатоксины, дезактивация, эффективность, микроволновой нагрев, облучение, импульсный свет, озон, растительный экстракт, органические кислоты, атоксигенные штаммы

**MODERN METHODS OF DEACTIVATION
OF AFLATOXINS IN FOOD PRODUCTS**

¹Burak L.Ch., ¹Sapach A.N., ²Samankova N.V.

¹LLC Belrosakva, Minsk, e-mail: leonidburak@gmail.com, alexander@belrosakva.by;

²Belarusian State Economic University, Minsk, e-mail: samankova@list.ru

Aflatoxins, toxic secondary metabolites produced by *Aspergillus spp.*, pose a significant health risk due to their carcinogenic, teratogenic and mutagenic properties. The aim of the study was to review and analyze modern physical, chemical and biological methods of food processing for the deactivation of aflatoxins. The review included articles in English and Russian. A search for foreign scientific literature in English on this topic was conducted in the bibliographic databases Scopus, Web of Science and PubMed. To select scientific articles in Russian, a keyword search was conducted in the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU. The period 2014–2024 was adopted as the time frame for the review of scientific publications. Physical methods such as microwave heating, gamma and electron beam irradiation, pulsed light and ultraviolet treatment have been shown to be effective in reducing aflatoxin contamination in foods, however, the exact mechanisms of action and their effects on different food matrices require further investigation. Chemical methods including the use of ozone, natural plant extracts and organic acids are also effective due to the reactive properties of these agents in neutralizing aflatoxins. However, the slow penetration of these agents into the deeper layers of contaminated food products limits their use. Probiotic bacteria and yeasts have shown potential in binding and reducing the bioavailability of aflatoxins, especially aflatoxin B₁, in both *in vitro* and *in vivo* studies. A critical aspect of the development of these technologies is the integration of smart packaging and artificial intelligence. Despite significant progress in the development of aflatoxin inactivation methods, challenges remain in optimizing these methods for different types of food raw materials, food products and ensuring their safety and efficacy.

Keywords: aflatoxins, deactivation, efficiency, microwave heating, irradiation, pulsed light, ozone, plant extract, organic acids, atoxigenic strains

Введение

За последнее десятилетие продукты питания, загрязненные микотоксинами, стали критической проблемой для глобальной безопасности пищевых продуктов. Афлатоксины – вторичные метаболиты, вы-

рабатываемые грибами видов *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasticus*. Эти грибы могут загрязнять пищевые продукты в цепочке сельскохозяйственного производства при наличии благоприятных условий для их роста. Афлатоксины существуют в четырех

различных формах: B_1 (AFB₁), B_2 (AFB₂), G_1 (AFG₁) и G_2 (AFG₂) [1]. Афлатоксины (AF) загрязняют различные пищевые продукты, такие как злаки, орехи и специи, нанося вред здоровью человека и животных. Международное агентство по изучению рака (IARC) классифицировало афлатоксин B_1 как канцерогенное вещество группы 1 [2]. Как правило, воздействие афлатоксинов может иметь несколько симптомов, которые зависят от концентрации, продолжительности воздействия, возраста, пола и состояния здоровья человека. Так, например, отмечено, что мужчины более восприимчивы, чем женщины [3]. Афлатоксины, присутствующие в пищевой цепи, вызывают значительные экономические потери, особенно в развивающихся странах, и эти потери являются бременем для всех заинтересованных сторон по всей пищевой цепи. Глобальные потери, вызванные афлатоксинами, оцениваются приблизительно в 1,2 млрд долларов США. Экономические потери и медицинские последствия афлатоксинов требуют действенных и эффективных методов дезактивации, которые снизили бы содержание афлатоксинов в пищевых продуктах до приемлемого уровня. Снижение содержания или максимальная деградация афлатоксинов в пищевых продуктах является основной задачей для предотвращения негативного влияния на здоровье потребителей. В цепочке переработки пищевых продуктов доступны различные способы обеззараживания афлатоксинов, такие как физические, химические и биологические методы. Физические методы обеззараживания включают подходы, основанные на передовых технологиях окисления, таких как микроволны [4], импульсное электрическое поле [5] и холодная плазма [6], которые позволяют быстро обезвреживать афлатоксины и сортировку, практикуемую в случае сильно загрязненного зерна [7]. Химический метод включает использование органических кислот, озона, адсорбентов, электролизованной окисленной воды и натуральных растительных экстрактов, которые во многих регионах приняты в качестве безопасных и допущенных к применению [8]. Биологическая дезактивация основана на использовании микроорганизмов и ферментов для дезактивации и преобразования афлатоксинов в нетоксичные или менее токсичные метаболиты, пример *Trichoderma* spp., который реагирует в форме микопаразитизма, конкуренции и антибиоза [9]. Атоксигенные штаммы *Aspergillus* реагируют конкурентно против токсигенных штаммов, а также использования бактерий и дрожжей. **Цель исследования** – обзор и анализ современ-

ных физических, химических и биологических методов обработки пищевых продуктов, с целью деконтаминации афлатоксинов в пищевых продуктах и их влияния на контроль концентрации афлатоксинов в пищевых продуктах.

Материалы и методы исследования

В обзор включены статьи на английском и русском языках. Поиск зарубежной научной литературы на английском языке по данной теме проводили в библиографических базах Scopus, Web of Science и PubMed. Для отбора научных статей на русском языке провели поиск по ключевым словам в «Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU». Также выполнили обзор научных журналов по тематике исследования. При отборе публикаций для обзора приоритет отдавали высокоцитируемому источникам. Были просмотрены списки литературы отобранных статей для выявления дополнительных релевантных источников информации. В качестве временных рамок для обзора научных публикаций был принят период с 2014 по 2024 г. Более ранние научные статьи изучали только при отсутствии новых публикаций по конкретным аспектам исследуемой темы. Для поисковых запросов в зарубежных базах данных Scopus, Web of Science, PubMed были использованы следующие ключевые слова и словосочетания: aflatoxins, deactivation, efficiency, microwave heating, irradiation, pulsed light, ozone, plant extract, organic acids, atoxigenic strains.

Критерии включения:

(1) Статья написана в период с 2014 по 2024 год.

(2) Статья соответствует теме исследования.

(3) Типы анализируемых статей – оригинальные исследовательские статьи и обзорные статьи.

Критерии исключения:

(1) Статья не соответствует теме данного обзора: не касается тематики современных физических, химических и биологических методов обработки и их влияния на снижение или деградацию афлатоксинов в пищевых продуктах.

(2) Содержание статьи дублируется. Если из разных баз данных или разных электронных библиотечных систем были извлечены повторяющиеся источники, их классифицировали только один раз.

Результаты анализа были представлены в виде таблиц и диаграмм для визуализации данных. Для обзора предметного поля проведенного исследования использовали алгоритм в соответствии с протоколом PRIZMA.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

**1. Физические способы дезактивации
афлатоксинов в пищевых продуктах**

Многие из традиционных методов, используемых для борьбы с загрязнением афлатоксинами, включают в себя основные физические процессы, такие как сортировка, просеивание, веяние и термическая обработка [10]. Чувствительность афлатоксинов к теплу зависит от условий окружающей среды и влажности продукта. Влага в пище вызывает гидролиз лактонного кольца, что приводит к его раскрытию и превращению афлатоксинов в нетоксичные соединения [11]. Афлатоксины разлагаются при высоких температурах (237–306 °С), которые обычно достигаются на этапе дезодорации пищевых масел. Низкое содержание влаги

в растительном масле на данном этапе препятствует полной дезактивации афлатоксинов [12]. Для снижения негативного влияния на здоровье потребителей необходимо разрабатывать и внедрять новые методы дезактивации. Новые технологии могут дезактивировать пищевые продукты от афлатоксинов при условии, что они устойчивы, эффективны и оказывают минимальное влияние на питательную ценность и качество пищевого продукта. Для повышения эффективности дезактивации иногда также целесообразно комбинировать два или более методов.

*1.1. Дезактивация афлатоксинов
методом микроволнового нагрева*

Микроволны представляют собой электромагнитное излучение с частотой от 0,3 до 300 ГГц с длинами волн от 1 мм до 1 м.

Таблица 1

Результаты эффективности микроволнового воздействия по дезактивации афлатоксинов в пищевых продуктах

Продукт	Параметры обработки	Эффективность дезактивации	Основные результаты / влияние на качество продукта	Источник
Вода	Микроволновое облучение, температура: 100, 120, 130 и 140 °С, мощность: 500 Вт	50-21,6%	Начальная концентрация АФБ ₁ влияет на эффективность дезактивации. Эффективность дезактивации снижалась с увеличением концентрации афлатоксинов, а расстояние между молекулами реагентов уменьшалось	[17]
Кукурузная мука	Высокая частота выходного сигнала 2450 МГц при 50% и 100% для временных интервалов 2, 4, 5, 6, 8 и 10 мин.	Обеззараживание является функцией времени экспозиции и настройки мощности	Наблюдались некоторые изменения внешнего вида муки	[13]
Искусственно заражённый арахис	Маломощный нагрев 360, 480 и 600 Вт	59–67%	Качественные показатели: влажность, твердость, цвет, перекисное число и свободные жирные кислоты не изменились	[4]
Зёрна кукурузы	300 Вт/50, 55 и 60 мин. при постоянной температуре 60 °С	85%	Физико-химические свойства сохраняются, при увеличении мощности до 700 Вт <i>Aspergillus flavus</i> и <i>Aspergillus parasiticus</i> дезактивируются	[15] [18]
Фисташки	100% выходной мощности частоты 2450 МГц и 1,0 кВт/время 6 и 10 мин.	72,5 ± 2,5%	Физико-химические свойства не были затронуты, искусственно загрязненный образец показал более высокую степень дезактивации по сравнению с естественно загрязненными образцами из-за ассоциации или связывания афлатоксинов с компонентами пищи, такими как белки, углеводы и жиры	[19]
Различные пищевые продукты (кукуруза, арахис) и модельная система	Микроволны, индуцированные на разных уровнях при 60 МГц, мощность 1650 Вт, в течение 5,5 мин.	Скорость разрушения афлатоксина увеличивалась с увеличением мощности микроволновой печи и времени	Было отмечено, что воздействие микроволн высокой интенсивности приводит к незначительной потере питательных веществ в арахисе и кукурузе	[20]

Микроволновая технология имеет множество применений, таких как связь, навигация, радиолокация и отопление. О возможности использования микроволнового нагрева пищевых продуктов стало известно с 1945 г., когда американский инженер П. Спенсер изобрел первую микроволновую печь. Микроволновая обработка позволяет значительно интенсифицировать технологические процессы производства пищевых производств, связанные с нагревом и сушкой продукции. Микроволны функционируют, взаимодействуя с полярными молекулами воды и заряженными ионами. Трение возникает за счет выравнивания полярных молекул и движения заряженных ионов в быстром переменном магнитном поле, которое является результатом этого взаимодействия. Эти производимые объемные нагревания отличаются микроволновый нагрев от других методов поверхностной сушки. Это дало преимущества с точки зрения быстрого нагрева и относительно высокой эффективности сушки. Результаты некоторых научных исследований эффективности микроволнового нагрева для снижения афлатоксинов представлены в таблице 1. В исследовании модельной системы, когда афлатоксины были нанесены на силикагель, в кукурузу и арахис, обработанные в микроволновой печи, было установлено, что снижение содержания афлатоксинов с помощью микроволн зависит от мощности микроволн, времени обработки и температуры нагрева [13]. Комбинированная обработка облучением 5 кГр и 2 мин. микроволнами оказалась эффективной при дезактивации афлатоксинов в фисташках, а органолептические показатели качества продукта не проявили существенной разницы между контролем и обработанными образцами [14]. Основным недостатком термического метода дезактивации афлатоксинов является негативное влияние на пищевую ценность обрабатываемых продуктов и ухудшение их качественных показателей [15; 16].

1.2. Дезактивация афлатоксинов с помощью радиации

Радиацию можно классифицировать как ионизирующую в случае рентгеновских лучей, ультрафиолетовых лучей, гамма-лучей и электронных пучков, и неионизирующую в случае микроволновых лучей, видимых лучей, радиоволн и инфракрасного излучения. В ходе исследований установлена эффективность использования ультрафиолетовых лучей и гамма-излучения для дезактивации афлатоксинов. С целью потенциального применения для дезактивации токсинов в настоящее время научное сообщество ак-

тивно изучает использование новых технологий, таких как импульсный свет и облучение электронным пучком [21]. Обеззараживание афлатоксина B_1 с помощью гамма-облучения вызывает такие процессы, как реакция свободных радикалов из-за радиолитического распада воды и других компонентов, поэтому афлатоксин B_1 можно рассматривать как устойчивый к гамма-облучению. В исследовании, проведенном на образцах кукурузы, были протестированы дозы облучения 2, 6 и 10 кГр, при этом доза 6 кГр была выбрана как наилучшая, поскольку она эффективно снижала афлатоксина в среднем на 89,58% [22]. Хотя гамма-облучение может полностью обеззараживать афлатоксины в пище, себестоимость гамма-облученных продуктов питания по-прежнему остается высокой. Кроме того, время облучения довольно велико; образец должен подвергаться воздействию радиации в течение примерно 23 часов, чтобы достичь максимальной дезактивации.

Ввиду недостатков гамма-лучей вместо них использовалось облучение электронным пучком (ЕВЛ). ЕВЛ – это передовая и новая технология, в которой электронный пучок генерируется машиной с использованием линейных ускорителей. Применение ЕВЛ для дезактивации афлатоксинов показало свою эффективность за счет короткого времени обработки, незначительного расхода теплоэнергии, низкой стоимости оборудования и возможности контролировать дозу облучения [23]. Ультрафиолетовые (УФ) лучи имеют длину волны от 10 до 4000 нм. Их подразделяют на три категории: УФ-А (315–400 нм), УФ-В (280–315 нм) и УФ-С (100–280 нм). Как правило, афлатоксины поглощают УФ-излучение при 222, 265 и 362 нм, причем наибольшее поглощение происходит при 362 нм из-за двойной связи C8–C9 на терминальном фурановом кольце [24]. Было обнаружено, что длина волны светодиодного УФ-излучения 278 нм, энергия облучения 100% в течение 10 минут снижает афлатоксины более чем на 80%, механизм, лежащий в основе, включает разрушение структуры ненасыщенного кетона в AFB_1 , B_2 и G_1 [25]. В ходе проведения дальнейших исследований целесообразно идентифицировать изменения и механизм их действия, которые дополнительно проясняют потенциальные продукты реакции для афлатоксина B_1 . Короткая длина волны, слабая проникающая способность и неспособность дезактивировать афлатоксины из загрязненных продуктов питания являются некоторыми из недостатков использования УФ-обработки. Поэтому необходимо проведение дальнейших исследований, в ходе которых необходимо

установить наиболее приемлемый диапазон длин волн, с целью максимальной дезактивации афлатоксинов.

Технология импульсного света, как современная нетермическая технология, также продемонстрировала свою эффективность при дезактивации афлатоксинов [17; 26]. Было установлено, что интенсивные кратковременные вспышки, высокая пиковая мощность и возможность регулировать как длительность импульса, так и частоту выходного сигнала ламп-вспышек увеличивают скорость дезактивации афлатоксинов. При этом рис, обработанный в течение 80 с импульсным светом $0,52 \text{ Дж} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{импульс}^{-1}$, показал снижение содержания афлатоксинов на 75%, в то время как в рисовых отрубях, обработанных в течение 15 с, снижение AFB₁ составило 90,3% и 86,7% соответственно [27]. Для повышения эффективности использования технологии импульсного света необходимо проведение дальнейших исследований для различных пищевых продуктов и растительного сырья с целью оптимизации параметров обработки.

2. Химические методы дезактивации афлатоксинов

2.1. Озонирование

Озон – это трехатомный кислород, образующийся при высоком энергетическом воздействии на кислород. В природе источ-

ником энергии служат ультрафиолетовое излучение и разряд молнии, но в промышленном производстве для генерации озона обычно используются ультрафиолетовое облучение и коронный разряд. Многочисленные исследования подтверждают, что озон, или озонирование, является эффективным методом дезактивации афлатоксинов в пищевой промышленности, при этом применяются три способа озонирования: сухой газообразный озон, влажный газообразный озон, иногда называемый туманным озоном, и озонированная вода [28]. Озон является эффективным способом дезактивации афлатоксинов из-за его способности электрофильно атаковать двойную связь C8–C9 фуранового кольца. Эта атака приводит к образованию первичных озонидных соединений, которые затем перегруппировываются в менее токсичные производные монозонида, такие как альдегид, кетон и органические кислоты.

Основные последствия, которые произошли с качеством пищевых продуктов после применения озона, остаются проблемой для многих исследователей пищевых продуктов, поскольку озонирование может влиять на качество продуктов многими способами, такими как содействие окислению или деградации потенциальных химических компонентов, таких как модификация крахмала и белка, наблюдавшаяся в нескольких исследованиях [28].

Таблица 2

Результаты научных исследований дезактивация AFB₁ в различных пищевых продуктах озонированием

Наименование продукта	Параметры обработки	Результаты обработки и выводы	Источник
Кукурузная мука	90 мг*л ⁻¹ в течение 20 и 40 мин.	78–88%. Способность афлатоксинов вызывать апоптоз снижена	[18]
Кукурузная крупа	60 мг*л ⁻¹ в течение 480 мин.	57,0%. Площадь поверхности была большой, что требовало высокой концентрации озона для повышения эффективности дезактивации	[29]
Арахис	3, 5 и 7 мг*л ⁻¹ в течение 10, 20, 30 и 60 мин.	67,24 и 79,01% при максимальной концентрации и времени. При использовании УФ-излучения питательная ценность арахиса остается неизменной	[30]
Молоко	6,0 мг*л ⁻¹ в течение 30 мин.	Полная дезактивация производных в молоке. При использовании УФ-излучения и импульсного электрического поля синергетические эффекты не приводят к значительному снижению количества <i>Lactobacillus acidophilus</i> в конечном продукте	[31]
Мясные фрикадельки (Ланча и Кофта) Египет	20–40 частей на миллион	11,6–55,2% для ланча и кофты соответственно, но при высокой концентрации 54,6–85,7% и 61,4–78,4%. Обработанное сырое и готовое к употреблению мясо с незначительными изменениями физико-химических свойств	[32]
Кукурузная крупа	20–60 мг*л ⁻¹ за интервал времени от 120 до 480 мин.	30–57%. Необходимо провести определения потенциального взаимодействия соединения, образующегося при дезактивации афлатоксинов, с пищевой матрицей с точки зрения безопасности	[33]

Кроме того, температура, относительная влажность, содержание влаги в пищевых продуктах, концентрация озона и продолжительность воздействия влияют на процесс озонирования. Также в научном сообществе высказываются опасения по поводу безопасности озонированных пищевых продуктов [28]. Результаты некоторых исследований дезактивации афлатоксинов методом озонирования представлены в таблице 2.

2.2. Органические кислоты и натуральные растительные экстракты

Для дезактивации афлатоксинов в различных пищевых продуктах обычно используются три пищевые органические кислоты: лимонная, молочная и пропионовая. Механизм дезактивации включает концентрацию органических кислот, которые преобразуют афлатоксины, присутствующие в пище, в менее токсичное соединение, такое как афлатоксин D₁ (AFD₁), посредством восстановления двойной связи лактонного кольца в кумариновом фрагменте с последующим гидролизом сложноэфирной связи и, наконец, дезкарбоксилацией, которое дает AFD₁ [7]. Лимонная кислота в настоящее время считается безопасной пищевой добавкой, которая эффективно удаляет афлатоксины из пищи. Так, например, она снижала афлатоксины в сильно загрязненной кукурузе на 96,7% [21]. Исследования также показали, что пропионовая кислота в концентрации 0,25–1% дезактивирует афлатоксины в искусственно загрязненной кукурузе и арахисе [21]. Было обнаружено, что молочная кислота гидролизует двойную связь дифуранового кольца в AFB₁, что приводит к образованию AFB₁-8-гидрокси из-за электронного дефицита в карбонильном атоме углерода, благоприятствующего нуклеофильной атаке, которая обеспечивает движущую силу для гидролиза лактонной части AFB₁ до менее токсичного соединения [34]. Хотя большинство из отмеченных органических кислот не оказывают отрицательного воздействия на качество и пищевую ценность продукта, необходимы дальнейшие исследования, чтобы максимально подтвердить эффективность и отсутствие ограничений.

Исследования показали, что лекарственные растения с антимикробным потенциалом также могут оказывать дезактивирующее действие на продукты питания, загрязненные афлатоксинами [35]. Было установлено, что несколько биоактивных соединений, обнаруженных в травянистых растениях *Hybanthus emespermus*, *Eclipta Prostrata* и *Centella Asiatica*, обладают способностью дезактивировать афлатоксины

[8]. Механизм дезактивации включает в себя возможность биоактивных соединений, таких как линалоол и борнилацетат, реагировать с лактонным кольцом афлатоксинов, что приводит к образованию менее токсичных соединений [7; 8]. Исследование также показало, что использование экстракта листьев *Vosaka (Adhatodavastica Nees)* дезактивирует AFB₁ примерно на ≥98% после инкубации в течение 24 часов при температуре 37 °C [36]. Согласно исследованию, эфирные масла *Lippia javanica*, *Ocimum gratissimum*, *Satureja punctata* и *Toddalia asiatica* являются действенными фунгицидами для подавления роста *A. flavus* и *A. parasiticus* и контроля выработки афлатоксинов. Анализ биоактивного потенциала растительного экстракта *Diospyros Capricornuta F* показал, что 2-4-дигидробутилфенол был распространенным соединением в экстрактах, которое показало значительный потенциал при концентрации 62,5, 125,0 и 250,0 мкг*мл⁻¹, способный ограничить более 99 и 94% выработки афлатоксинов *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus* [37]. Поскольку растительные экстракты ингибируют афлатоксины в низких концентрациях, их дальнейшее использование для дезактивации афлатоксинов, по-видимому, безопасно как для человека, так и для окружающей среды. Однако необходимы дополнительные исследования, чтобы определить сложность составов растительных экстрактов и приемлемость продуктов для потребителей.

3. Биологическая дезактивация

Значительные достижения в области бактериальной генетики, кодирования белков и биоинформатики сформировали наше современное понимание того, как различные факторы взаимодействуют для борьбы с афлатоксинами [7; 38]. Биологический контроль считается одним из наиболее перспективных решений для борьбы с ростом *Aspergillus spp.* в процессе роста и созревания. Антибиоз включает в себя выработку ингибирующих метаболитов и ферментов, которые подавляют пролиферацию *Aspergillus spp.* В этом методе использовались различные виды, такие как атоксигенные штаммы и *Trichoderma spp.*, бактерии и дрожжи также показали антагонистическую и снижающую афлатоксины активность [39]. Микробные летучие органические соединения (ЛОС), выделяемые бактериями, дрожжами и нитчатными грибами, использовались для дезактивации афлатоксинов. В ходе исследований неоднократно установлено, что ЛОС являются эффективной альтернативой синтетическим фунгицидам, кроме того, ЛОС просты в приме-

нении и оказывают незначительное воздействие на окружающую среду [40].

3.1. *Trichoderma spp*

Trichoderma spp. являются одними из наиболее распространенных агентов биологического контроля, используемых во всем мире. Они присутствуют в почвенной и корневой экосистеме и проявляют свою активность биологического контроля в отношении широкого спектра патогенов растений посредством микопаразитизма, конкуренции и антибиоза [9]. Механизм его действия заключается в снижении роста *Aspergillus*, в то время как впоследствии может происходить выработка афлатоксинов или, возможно, дегградация афлатоксинов, а не ингибирование их синтеза [9]. Установлено, что фермент, продуцируемый *Trichoderma spp.*, является пероксидазой, которая разрушает внеклеточную клеточную стенку и ингибирует рост гиф, в то время как второй фермент протеаза Р6281 проявила ингибирующую активность в отношении прорастания конидий и роста мицелия [41]. В настоящее время триходерма продается как активный ингредиент во многих продуктах по всему миру, включая биоудобрения, стимуляторы естественной резистентности и биопестициды. Было установлено, что *Trichoderma harzianum* и *T. viridae* эффективны в обеззараживании афлатоксинов, причем первый способен удалить более 80% афлатоксинов из пищевых продуктов, в то время как последние два вида, *T. longibrachiatum* и *T. auroviride*, способны удалять только 50% афлатоксинов из пищевых продуктов, выращенных в теплице [42]. Результаты исследования показали, что *Trichoderma spp.* может обеззараживать афлатоксины в арахисе и сладкой кукурузе до 57% и 65% соответственно.

3.2. Атоксигенные штаммы *Aspergillus*

Атоксигенные штаммы *Aspergillus* способны подавлять рост токсигенных грибов посредством конкурентного исключения и снижать выработку афлатоксинов. Атоксигенные *Aspergillus* не способны вырабатывать афлатоксины из-за частичной или полной делеции в кластере генов биосинтеза афлатоксинов или отсутствия генов поликетидсинтазы или генетической мутации. Поэтому, когда атоксигенные штаммы *Aspergillus* применяются в полевых условиях, они могут вытеснить токсигенные штаммы и значительно снизить как уровень заражения, так и выработку афлатоксинов *Aspergillus*, которые содержатся в продукте. На сегодняшний день на мировом рынке присутствуют некоторые продукты на ос-

нове одного или комбинации атоксигенных штаммов, таких как *Aspergillus flavus* AF 36, произведенный в США, который был разработан USDA-ARS, и Afla Guard (*A. flavus* NRRL21882, 18543 и 30797), разработанный Syngenta. Еще один эффективный продукт – Aflasafe, разработанный USDA-ARS, ИТА и M&B Gates Foundation. Он состоит из четырех атоксигенных изолятов, принадлежащих к различным вегетативно совместимым группам [43]. Следует отметить, что, несмотря на высокий уровень эффективности, доказанный в нескольких полевых испытаниях, существуют опасения относительно использования данных агентов биологического контроля. Отсутствуют данные по нескольким аспектам, таким как жизнеспособность и динамика популяции в воде, отложениях, их стойкость и размножение в естественной среде. Несколько исследований указывают, что атоксигенные штаммы могут сохраняться из года в год и снижать загрязнение афлатоксинами, даже если они не применяются. Этот вопрос требует дополнительных исследований для проверки безопасности применения атоксигенных штаммов *Aspergillus*.

3.3. Бактерии и дрожжи

Было доказано, что некоторые бактерии и дрожжи посредством конкуренции и антибиоза обладают ингибирующей активностью в отношении *Aspergillus spp.* Бактерии и дрожжи подавляют рост мицелия, прорастание конидий и выработку афлатоксинов. В настоящее время идентифицирован широкий спектр ингибирующих соединений, таких как ферменты (протеаза, глюканыазы и хитиназа), пептиды, органические кислоты (молочная кислота и жирные кислоты) и различные алициловые и ароматические соединения [44]. Различные роды дрожжей *Saccharomyces* и не *Saccharomyces*, такие как *Saccharomyces*, *Aureobasidium*, *Pichia*, *Metschnikovia*, *Dakkeria* и *Rhodotorula*, были изучены в биоконтроле, особенно в контроле афлатоксинов в винограде [44]. Бактериальные виды, такие как *Lactobacilli*, *Streptomyces*, *Bacillus*, *Stenotrophomonas*, *Burkholderia*, *Ralstonia* и *Pseudomonas*, продемонстрировали хороший деконтаминационный потенциал. Полезность бактерий и дрожжей в разных странах все еще нуждается в дальнейшем исследовании.

Основными проблемами биологического метода являются штаммы, используемые в процессе, и их воздействие на экосистему, а также правовые нормы, которые необходимо соблюдать, прежде чем метод может быть одобрен для использования в производстве продуктов питания.

4. Умная упаковка для борьбы с грибами и афлатоксинами в продуктах питания

Быстрорастущее потребление упакованных продуктов питания и напитков привело к инновационным системам упаковки из-за увеличения сложности продукта, глобализации рынка продуктов питания и потребностей потребителей в экологически чистой упаковке [45]. В результате на мировом рынке появились умная упаковка, активная упаковка и интеллектуальная упаковка со своими приложениями. Умные упаковочные системы широко используются в продуктах питания и напитках, товарах медицинского назначения, средствах личной гигиены и т.д. Они могут отслеживать физико-химические воздействия, такие как условия окружающей среды, а также предотвращать микробиологические изменения. Характеристики упаковки диктуются продуктом, который необходимо сохранить. Такие материалы, как картон, бумага, пластик, стекло, металл и другие материалы, были синергически объединены с технологией активной упаковки, чтобы обеспечить полезное взаимодействие между упаковкой и внутренней средой, контролируя образование афлатоксинов в пищевых продуктах и обеспечивая активную защиту [46]. Улучшенные механические, термические и барьерные свойства биоразлагаемых покрытий и пленок были применены к возобновляемому содержимому биомассы для снижения потерь и загрязнения продуктов питания. Они обеспечивают хорошие барьерные свойства против грибов, продуцирующих афлатоксины. Эта технология (сообщение об изменении продуктов питания внутри упаковки) недавно была внедрена и применена в зерновых культурах, фруктах, хлебобулочных изделиях, орехах и молочных продуктах для контроля афлатоксинов [46]. Все это произошло в результате интеллектуальной, пассивной и экологически чистой природы традиционных упаковочных систем [47]. Включение биополимерных пленок и антимикробных агентов в покрытия показало большой потенциал в борьбе с распространенными грибами и афлатоксинами, в конечном итоге улучшило качество продуктов питания [47]. Благодаря своей повышенной эффективности против роста плесени и обеззараживания афлатоксинов, эфирные масла и органические кислоты получили больше научного внимания в индустрии умной упаковки в дополнение к полипептидам, хитозану и натамицину [46; 47]. Герметичные пакеты создают измененную атмосферу, которая подавляет рост

грибов и, следовательно, контролирует выработку афлатоксинов. С другой стороны, пакеты Purdue Improved Crop Storage (PICS) продемонстрировали сопоставимую эффективность в снижении афлатоксинов при хранении кукурузы в Гане; количество афлатоксинов было ниже рекомендуемого безопасного порогового значения 15 ppb [48]. Кроме того, афлатоксины были снижены до $3 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$ при применении умной упаковки в хлебопекарной промышленности. Когда концентрация, pH и время инкубации интеллектуального электрохимического иммуносенсора AFB₁ в вине были оптимизированы, VN действовал как электроактивный материал, который увеличивал электропроводность иммуносенсора. Иммуносенсор показал более широкий линейный диапазон $1\text{--}10 \text{ нг ML}^{-1}$, низкий предел обнаружения ($0,834 \text{ ML}^{-1}$) и был стабилен в течение 3 недель при обнаружении AFB₁ в упакованном вине [49].

Хотя достижения нанотехнологий в области противогрибковой упаковки и методов дезактивации афлатоксинов являются эффективными, вопросы безопасности и регулирования остаются нерешенными. Основная проблема с некоторыми активными упаковочными материалами, такими как антиоксиданты, заключается в том, что они чувствительны к теплу, воздуху и свету. На процесс их экстракции и технологию производства упаковки влияет их температурная чувствительность. В результате могут использоваться нетрадиционные методы экстракции, такие как экстракция без растворителя, экстракция жидкостью под давлением, экстракция под высоким давлением и температурой, экстракция с помощью импульсного электрического поля, экстракция с помощью ультразвука и экстракция с помощью сверхкритического углерода.

В последние годы пищевая промышленность использовала небольшую автоматизированную систему машинного обучения (МО) для создания портативных устройств, которые можно использовать неразрушающим образом и в режиме реального времени для выявления пищевых продуктов, загрязненных афлатоксинами на ранних стадиях сбора и переработки, что упрощает обеззараживание афлатоксинов [7; 16]. С учетом оценки потенциальных рисков в Нидерландах была создана программа мониторинга афлатоксинов на основе алгоритма машинного обучения (подмножество ИИ) для пищевой промышленности, которая использовала данные около 5605 зарегистрированных случаев афлатоксинов в 2005–2018 годах [50]. Ин-

струмент искусственного интеллекта для обнаружения штаммов и ферментов, которые дезактивируют афлатоксины в пищевых продуктах, был исследован на основе биологических организмов путем обнаружения важных клеточных процессов, которые способствуют дезактивации афлатоксинов в пищевых продуктах [7; 21].

Заключение

Афлатоксины, токсичные вторичные метаболиты, вырабатываемые видами *Aspergillus spp*, представляют значительный риск для здоровья из-за их канцерогенных, тератогенных и мутагенных свойств. Идентификация и количественное определение афлатоксинов в пищевых продуктах является серьезной проблемой для обеспечения безопасности пищевых продуктов. К сожалению, полностью предотвратить загрязнение пищевых продуктов афлатоксинами, даже при принятии необходимых программ и процедур на основе систем управления продуктами питания на надлежащих этапах до и после сбора урожая и обработки, не представляется возможным. Низкая эффективность отдельных традиционных, химических и биологических методов дезактивации требует исследования проактивных решений для быстрого контроля, снижения и удаления афлатоксинов в пищевых продуктах. Поэтому крайне важно создать новые, высокоэффективные методы идентификации, измерения и контроля производства афлатоксинов в пищевых продуктах. Важнейшим аспектом развития этих технологий является интеграция интеллектуальной упаковки и искусственного интеллекта. Умная упаковка может обеспечить мониторинг в реальном времени и индикаторы присутствия афлатоксина, в то время как искусственный интеллект способен повысить точность обнаружения и оптимизацию процесса, что приведет к более эффективным и адаптируемым стратегиям дезактивации. Несмотря на значительный прогресс в разработке методов инактивации афлатоксинов, остаются проблемы в оптимизации этих методов для различных видов пищевого сырья, продуктов питания и обеспечении их безопасности и эффективности.

Список литературы

1. Abdolmaleki K., Javanmardi F., Gavahian M., Phimolsiripol Y., Ruksiriwanich W., Mir S.A. Emerging technologies in combination with probiotics for aflatoxins removal: An updated review // *International Journal of Food Science & Technology*. 2022. Vol. 57. No. 9. P. 5712-5721. DOI: 10.1111/ijfs.15926.
2. Bhardwaj K., Meneely J.P., Haughey S.A. Risk assessments for the dietary intake aflatoxins in food: A systematic review (2016-2022) // *Food Control*. 2023. Vol. 149. P. 109687. DOI: 10.1016/j.foodcont.2023.109687.
3. Kinyenje E., Kishimba R., Mohamed M., Mwafulango A., Eliakimu E., Kwasigabo G. Aflatoxicosis outbreak and its associated factors in Kiteto, Chemba and Kondoa districts, Tanzania // *PLOS Global Public Health*. 2023. Vol. 3. P. e0002191. DOI: 10.1371/journal.pgph.0002191.
4. Patil H., Shah N.G., Hajare S.N., Gautam S., Kumar G. Combination of microwave and gamma irradiation for reduction of aflatoxin B1 and microbiological contamination in peanuts (*Arachis hypogaea L.*) // *World Mycotoxin Journal*. 2019. Vol. 12. P. 269-280. DOI: 10.3920/WMJ2018.2384.
5. Bulut N., Atmaca B., Akdemir Evrendilek G., Uzuner S. Potential of pulsed electric field to control *Aspergillus parasiticus*, aflatoxin and mutagenicity levels: sesame seed quality // *Journal of Food Safety*. 2020. Vol. 40. P. e12855. DOI: 10.1111/jfs.12855.
6. Бурак Л. Ч., Сапач А.Н., Завалей А.П. Влияние обработки холодной плазмой на качество и пищевую ценность растительного сырья. Обзор предметного поля // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2024. Т. 14, № 2(49). С. 173-183. DOI: 10.21285/achb.914.
7. Бурак Л.Ч. Влияние современных способов обработки и стерилизации на качество плодовоовощного сырья и соковой продукции. М.: ИНФРА-М, 2025. 236 с. DOI: 10.12737/0.12737/2154991.
8. Al-Owaisi A., Al-Sadi A.M., Al-Sabahi J.N. In vitro detoxification of aflatoxin B1 by aqueous extracts of medicinal herbs // *All Life*. 2022. Vol. 15. P. 314-324. DOI: 10.1080/26895293.2022.2049900.
9. Guzmán-Guzmán P., Kumar A., De los Santos-Villalobos S. *Trichoderma* species: our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases – a review // *Plants*. 2023. Vol. 12. P. 1-35. DOI: 10.3390/plants12030432.
10. Mshanga J.P., Makule E.E., Ngure F.M. Physical methods for reduction of aflatoxins exposure in groundnuts in some low-income countries: A review // *Current Research in Nutrition and Food Science*. 2023. Vol. 11. P. 504-518. DOI: 10.12944/CRNFSJ.11.2.04.
11. Kaale L.D., Kimanya M.E., Macha I.J., Mlalila N. Aflatoxin contamination and recommendations to improve its control: A review // *World Mycotoxin Journal*. 2021. Vol. 14. P. 27-40. DOI: 10.3920/WMJ2020.2599.
12. Javanmardi F., Khodaei D., Sheidaei Z. Decontamination of aflatoxins in edible oils: a comprehensive review // *Food Reviews International*. 2022. Vol. 38. P. 1410-1426. DOI: 10.1080/87559129.2020.1812635.
13. Alkadi H., Altal J. Effect of microwave oven processing treatments on reduction of Aflatoxin B1 and Ochratoxin A in maize flour // *European Journal of Chemistry*. 2019. Vol. 10. P. 224-227.
14. Sadeghi E., Solaimanimehr S., Mirzazadeh M., Jamshidpoor S. The effect of gamma irradiation, microwaves, and roasting on aflatoxin levels in pistachio kernels // *World Mycotoxin Journal*. 2022. Vol. 16. P. 75-84. DOI: 10.3920/WMJ2021.2755.
15. Hassan A.B., Pawelzik E., von Hoersten D. Effect of microwave heating on the physicochemical characteristics, colour and pasting properties of corn (*Zea mays L.*) grain // *LWT*. 2021. Vol. 138. P. 110703. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110703.
16. Бурак Л.Ч., Завалей А.П. Эффективность комбинированного воздействия ультразвука и микроволн при обработке пищевых продуктов // *Техника и технология пищевых производств*. 2024. Т. 54, № 2. С. 342-357. DOI: 10.21603/2074-9414-2024-2-2510.
17. Zhang Y., Li M., Liu Y., Guan E., Bian K. Degradation of aflatoxin B1 by water-assisted microwave irradiation: Kinetics, products, and pathways // *LWT*. 2021. Vol. 152. P. 112310. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112310.
18. Chandravarman P., Agyei D., Ali A. Green and sustainable technologies for the decontamination of fungi and mycotoxins in rice: A review // *Trends in Food Science and Technology*. 2022. Vol. 124. P. 278-295. DOI: 10.1016/j.tifs.2022.04.020.
19. Jalili M., Selamat J. & Rashidi L. Effect of thermal processing and traditional flavouring mixture on mycotoxin reduc-

- tion in Pistachio // *World Mycotoxin Journal*. 2020. Vol. 13. P. 381–389. DOI: 10.3920/WMJ2019.2486.
20. Guo Y., Zhao L., Ma Q., Ji C. Novel strategies for degradation of aflatoxins in food and feed. A review // *Food Research International*. 2021. Vol. 140. P. 109878. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109878.
21. Бурак Л. Ч. Ограничения и возможности современных технологий обеспечения микробиологической безопасности пищевых продуктов // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2024. № 2-3(396). С. 6-13. DOI: 10.26297/0579-3009.2024.2-3.1.
22. Serra M.S., Pulles M.B., Mayanquer F.T. et al. Evaluation of the use of gamma radiation for reduction of aflatoxin B1 in corn (*Zea mays*) used in the production of feed for broiler chickens // *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*. 2018. Vol. 7. P. 21–33. DOI: 10.4236/jacen.2018.71003.
23. Wang Y., Zhou A., Yu B., Sun X. Recent Advances in Non-Contact Food Decontamination Technologies for Removing Mycotoxins and Fungal Contaminants // *Foods*. 2024. Vol. 13. P. 2244. DOI: 10.3390/foods13142244.
24. Peng Z., Zhang Y., Ai Z. et al. Current physical techniques for the degradation of aflatoxins in food and feed: safety evaluation methods, degradation mechanisms and products // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2023. Vol. 22. P. 4030–4052. DOI: 10.1111/1541-4337.13197.
25. Zou L., Sun Z., Li Q. et al. UV light treatment (278 nm) for detoxification of aflatoxins and application in edible and medicinal herb coix seed // *International Journal of Food Science and Technology*. 2024. Vol. 59. P. 3723–3734. DOI: 10.1111/ijfs.17114.
26. Abuagela M.O., Iqdam B.M., Mostafa H., Gu L., Smith M.E., Sarnoski P.J. Assessing pulsed light treatment on the reduction of aflatoxins in peanuts with and without skin // *International Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 53. P. 2567–2575. DOI: 10.1111/ijfs.13851.
27. Mostashari P., Amiri S., Rezazad Bari L., Hashemi Moosavi M., Mousavi Khaneghah A. Physical Decontamination and Degradation of Aflatoxins BT – Aflatoxins in Food: A Recent Perspective // Springer International Publishing. 2021. P. 207–232. DOI: 10.1007/978-3-030-85762-2_10.
28. Бурак Л.Ч. Использование озоновой технологии в пищевой промышленности. Минск: Государственное предприятие «СтройМедиаПроект», 2022. 144 с. DOI: 10.12731/978-985-7172-84-9.
29. Porto Y.D., Trombete F.M., Freitas-Silva O., de Castro I.M., Direito G.M., Ascheri J.L.R. Gaseous ozonation to reduce aflatoxins levels and microbial contamination in corn grits // *Microorganisms*. 2019. Vol. 7. P. 220. DOI: 10.3390/microorganisms7080220.
30. Li H., Xiong Z., Gui D. et al. Effect of ozonation and UV irradiation on aflatoxin degradation of peanuts // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2019. Vol. 43. P. 1–9. DOI: 10.1111/jfpp.13914.
31. Khoori E., Hakimzadeh V., Mohammadi Sani A., Rashid H. Effect of ozonation, UV light radiation, and pulsed electric field processes on the reduction of total aflatoxin and aflatoxin M1 in acidophilus milk // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2020. Vol. 44. P. 1–8. DOI: 10.1111/jfpp.14729.
32. Mohamed M.H., Mohamed Ammar M.A., Zaki Z.M. & Youssef A.E.K. Ozone as a solution for eliminating the risk of anatoxins detected in some meat products // *Current Research in Nutrition and Food Science*. 2022. Vol. 10. No. 1. P. 334–348. DOI: 10.12944/CRNFSJ.10.1.28.
33. Nunes V.M., Moosavi M., Mousavi Khaneghah A., Oliveira C.A. Innovative modifications in food processing to reduce the levels of mycotoxins // *Current Opinion in Food Science*. 2021. Vol. 38. P. 155–161. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.11.010.
34. Martínez J., Hernández-Rodríguez M., Méndez-Albores A. et al. Computational Studies of Aflatoxin B1 (AFB1): a review // *Toxins*. 2023. Vol. 15. P. 135. DOI: 10.3390/toxins15020135.
35. Kaale L.D. Comparing the effects of essential oils and methanolic extracts on the inhibition of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflatoxins // *Mycotoxin Research*. 2023. Vol. 39. P. 233–245. DOI: 10.1007/s12550-023-00490-6.
36. Chelaghema A., Strub C., de la Noue A.C., Schorr-Galindo S., Fontana A. Plants for plants: Would the solution against mycotoxins be the use of plants extracts? In: *Mycotoxins in food and beverages*. 2021. P. 154–174. DOI: 10.1201/9781003176046-6.
37. Ngowi P.W., Mmongoyo J.A. & Kaale L.D. Chemical composition and bioactive potential of extracts from *Diospyros capricornuta* F. White against *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* // *Tanzania Journal of Science*. 2022. Vol. 48. P. 623–632. DOI: 10.4314/tjs.v48i3.9.
38. Nešić K., Habschied K., Mastanjević K. Possibilities for the biological control of mycotoxins in food and feed // *Toxins*. 2021. Vol. 13. P. 198. DOI: 10.3390/toxins13030198.
39. Hassan Z.U., Oufensou S., Zeidan R., Migheli Q., Jaoua S. Microbial volatolome in food safety. Current status and perspectives in the biocontrol of mycotoxigenic fungi and their metabolites // *Biocontrol Science and Technology*. 2023. Vol. 33. P. 499–538. DOI: 10.1080/09583157.2023.2205616.
40. Siva Prasad B.M.V., Bhattiprolu S.L., Prasanna Kumari V., Anil Kumar P. Study of antagonistic capabilities of *Trichoderma* spp. against *Alternaria macrospora* Zimm. causing leaf spot in cotton // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018. Vol. 7. P. 1146–1154. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.706.136.
41. Shabeer S., Asad S., Jamal A. Aflatoxin contamination, its impact and management strategies: an updated review // *Toxins*. 2022. Vol. 14. P. 1–24. DOI: 10.3390/toxins14050307.
42. Loi M., Logrieco A.F., Pusztahelyi T., Leiter É., Hornok L., Pócsi I. Advanced mycotoxin control and decontamination techniques in view of an increased aflatoxin risk in Europe due to climate change // *Frontiers in Microbiology*. 2023, Vol. 13. P. 1–18. DOI: 10.3389/fmicb.2022.1085891.
43. Miljaković D., Marinković J., Balešević-Tubić S. The significance of *Bacillus* spp. in disease suppression and growth promotion of field and vegetable crops // *Microorganisms*. 2020. Vol. 8. P. 1–19. DOI: 10.3390/microorganisms8071037.
44. Møller C.O.D.A., Freire L., Rosim R.E. et al. Effect of lactic acid bacteria strains on the growth and aflatoxin production potential of *Aspergillus parasiticus*, and their ability to bind aflatoxin B1, ochratoxin A, and zearalenone in vitro // *Frontiers in Microbiology*. 2021. Vol. 12. P. 655386. DOI: 10.3389/fmicb.2021.655386.
45. Бурак Л.Ч., Сапач А.Н. Инновационная упаковка для пищевых продуктов // *Научное обозрение. Технические науки*. 2023. № 2. С. 50-57. DOI: 10.17513/srts.1434.
46. Бурак Л.Ч., Сапач А.Н., Пиарик М.И. Интеллектуальная упаковка для овощей и фруктов, классификация и перспективы использования: Обзор предметного поля // *Health, Food & Biotechnology*. 2023. Т. 5, № 1. С. 51-80. DOI: /10.17513/srts.1434.
47. Бурак Л. Ч. Обзор разработок биоразлагаемых упаковочных материалов для пищевой промышленности // *Ползуновский вестник*. 2023. № 1. С. 91-105. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.012.
48. Jafarzadeh S., Hadidi M., Forough M., Nafchi A.M., Mousavi Khaneghah A. The control of fungi and mycotoxins by food active packaging: a review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023. Vol. 63. P. 6393–6411. DOI: 10.1080/10408398.2022.2031099.
49. Opoku B., Osekre E.A., Obit G., Bosomtwe A., Bingham G.V. Evaluation of hermetic storage bags for the preservation of yellow maize in poultry farms in Dormaa Ahenkro // *Ghana. Insects*. 2023. Vol. 14. P. 141. DOI: 10.3390/insects14020141.
50. Kim Y.K., Qin J., Baek I. et al. Detection of aflatoxins in ground maize using a compact and automated Raman spectroscopy system with machine learning // *Current Research in Food Science*. 2023. Vol. 7. P. 100647. DOI: 10.1016/j.crfcs.2023.100647.

СТАТЬИ

УДК 597.2/.5:597.4/.5

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РЫБ В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ СЫРДАРЬИ

Гайратова Г.И., Мукимов М.А., Назаров М.Ш.

Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: guligayratova153@gmail.ru, muqimovmuhammadkarim7@gmail.com, nazarovmuhammadrasul04@gmail.com

Целью данной работы является изучение особенностей морфоэкологических показателей *Rhodeus ocellatus* и *Pseudorasbora parva* как инвазивных видов в верхнем течении реки Сырдарья. Изучены морфометрические показатели этих видов рыб, проведен сравнительный анализ по этим показателям с их сородичами из Амурского бассейна, и определена взаимозависимость массы и длины тела рыб. Полученные данные показывают, что меристические и пластические параметры из верхнего течения реки Сырдарья находятся в пределах нормы, что доказывается коэффициентами вариации. Проанализированы по коэффициенту вариации наиболее и наименее изменчивых пластических признаков к отношению длины тела рыб. Взаимозависимость между массой и длиной тела, т.е. линейный логарифмический показатель у рыб, позволяет оценить состояние популяции рыб в конкретном водоеме. Показатель был равен у *Pseudorasbora parva* 2.9, а у *Rhodeus ocellatus* 3.0. Это означает, что у данных видов рыб происходил изометрический рост, т.е. наблюдается прямая пропорция между накоплением массы тела и его линейным ростом, а популяция этих видов рыб в верхнем течении реки Сырдарья не подвергается прессу хищников.

Ключевые слова: морфометрический, меристический, пластический, ихтиофауна, взаимозависимость, линейный рост, инвазивный, акклиматизация

FEATURES OF MORPHOECOLOGICAL INDICATORS OF INVASIVE FISH SPECIES IN THE UPPER STREAM OF THE SYRDARYA RIVER

Gayratova G.I., Mukimov M.A., Nazarov M.Sh.

Fergana state university, Fergana, Uzbekistan, e-mail: guligayratova153@gmail.ru, muqimovmuhammadkarim7@gmail.com, nazarovmuhammadrasul04@gmail.com

The purpose of this work is to study the features of the morphoecological indicators of *Rhodeus ocellatus* and *Pseudorasbora parva* as invasive species in the upper reaches of the Syrdarya River. The morphometric indicators of these fish species were studied, a comparative analysis of these indicators was carried out with their relatives from the Amur basin, and the interdependence between the mass and body length of fish was determined. The data obtained shows that meristic and plastic parameters from the upper reaches of the Syrdarya River are within normal limits, which is proven by coefficients of variation. The relationship between mass and length of a body i.e. The linear logarithmic index for fish allows us to assess the state of the fish population in a particular reservoir, which was equal to 2.9 for *Pseudorasbora parva* and 3.0 for *Rhodeus ocellatus*. This means that these fish species experienced isometric growth, i.e. There is a direct proportion between the accumulation of body weight and its linear growth, and the stock of these fish species in the upper reaches of the Syrdarya River is not exposed to predator pressure.

Keywords: morphometric, meristic, plastic, ichthyofauna, interdependence, linear growth, invasive, acclimatization

Введение

Современная ихтиофауна Аральского бассейна сформировалась за счет местных, целенаправленно акклиматизированных и случайно интродуцированных видов рыб. После деградации Аральского моря многие виды рыб исчезли, в том числе и ценные промысловые. Для компенсации этих промысловых и для увеличения рыбопродуктивности прудовых хозяйств республики, а также для эффективного использования естественной кормовой базы водоемов началась акклиматизация некоторых промысловых видов рыб из рек Амурского бассейна в водоемы Узбекистана. Если до первой половины XX века ихтиофауна Аральского бассейна состояла в основном из местных видов, то сегодня одну третью часть его

составляют интродуцированные рыбы. Интродуцированные рыбы этого бассейна составляли всего 47 видов, из них 23 являются целенаправленными и 24 случайно завезенными или инвазивными. Из всех занесенных 22 вида не смогли войти в список ихтиофауны бассейна, т.е. не прижились в водоемах этого региона. Из остальных 25 видов 7 встречаются в малых количествах, а 18 видов встречаются в достаточно больших количествах [1]. При акклиматизационных работах молодь промысловых видов рыб отлавливали специальными сетями-ловушками и без должной сортировки отправляли непосредственно к месту интродукции. Например, в 60-х годах прошлого века акклиматизировали молодь белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*)

и белого амура (*Ctenopharyngodon idella*) из дальневосточных рек в прудах рыбхозов республики как новые объекты для выращивания. Вместе с акклиматизированными видами случайным образом привезены некоторые виды рыб, такие как *Hemiculter leucisculus*, *Rhodeus ocellatus*, *Pseudorasbora parva*, *Opsariichthys bidens*, *Abbotina rivularis*, *Micropercops cinctus*, *Channa argus* и *Rhinogobius sp.* Случайно завезенные виды вместе с акклиматизированными рыбами сначала попали в пруды рыбоводных хозяйств. Здесь эти инвазивные виды нашли подходящие условия для жизни и начали давать потомство. В дальнейшем они проникли и в естественные водоемы. Таким образом случайные виды распространились по многим водоемам Аральского бассейна. В водоемах инвазивные рыбы вступили в конкуренцию с местными видами за жизненные ресурсы. Основную часть случайно завезенных видов рыб составляют особи малых размеров, и поэтому они не имеют хозяйственного значения, т.е. относятся к непромысловым видам рыб. В условиях аквакультуры они считаются сорными рыбами и являются конкурентами для разводимых рыб в борьбе за жизненные ресурсы [1]. Обычно инвазивные виды после вселения в новые условия обитания размножаются интенсивно, а это отрицательно сказывается на состоянии местной ихтиофауны [2]. Когда в водоеме количество видов невысокое, тогда инвазивные виды приводят к нарушению равновесия экосистемы этого водоема [3]. Водоемы каждого региона имеют своеобразные экологические условия, которые отражаются на биологических и морфологических признаках рыб. *Pseudorasbora parva* и *Rhodeus ocellatus*, будучи инвазивными видами по верхнему течению реки Сырдарья, не получили морфологической и экологической характеристики, и это определяет актуальность исследования.

Целью исследования является изучение морфологических и некоторых экологических показателей глазчатого горчача (*Rhodeus ocellatus*) (Kner, 1866) и амурского чебачка (*Pseudorasbora parva*) (Temminck & Schlegel, 1846) как инвазивных видов рыб из верхнего течения реки Сырдарья.

Материалы и методы исследования

Материал собирали весной 2023 года из верхнего течения реки Сырдарья с помощью ставных сетей, рыболовных сачков, крючковой снасти. Были изучены также уловы рыбаков. Сначала анестезировали рыб, а потом их фиксировали в 10%-ном формалине. У рыб измеряли общую (TL) (до конца хвостового плавника) и стандарт-

ную (SL) (до конца чешуйного покрова) длину тела с точностью до 1 мм, общую (W) массу тела и массу тела без внутренностей (W1) с точностью до 0,01 г, просчитывали меристические признаки. Морфометрические измерения произведены по методике Kottelat & Freyhof [4, с. 299]. Для морфометрических промеров рыб использовали следующие обозначения: SL – длина рыб до конца чешуйного покрова; HL – длина головы; BDM – наибольшая высота тела рыб; BWM – наибольшая ширина тела; PRD – антидорсальное расстояние; PSD – постдорсальное расстояние; PRP – расстояние до грудного плавника; PRA – расстояние до анального плавника; DFL – длина спинного плавника; DFBL – длина основания спинного плавника; AFL – длина анального плавника; PFL – длина грудного плавника; VFL – длина брюшного плавника; CFL – длина хвостового плавника; PPD – расстояние между грудными и брюшными плавниками; PAD – расстояние между брюшными и анальными плавниками; HDN – высота головы у затылка; HDE – высота головы в области глаз; HW – наибольшая ширина головы; SNL – длина рыла; ED – диаметр глаз; IOW – расстояние между глаз; POL – посторбитальное расстояние [4, с. 299].

Обработку числового материала провели методами вариационной статистики, при этом вычисляли среднеарифметическое (M), ошибку среднеарифметического (SD), коэффициент вариации (CV, %), анализировали показатели регрессии и корреляции. Коэффициент вариации (CV) вычисляли по формуле:

$$CV = \sigma \times 100 / M,$$

где σ – среднеквадратическое отклонение, M – среднеарифметическое [5, с. 314-320].

Взаимозависимость между массой и длиной рыб (LWR) вычислена по следующей формуле:

$$W = aL^b,$$

где W – общая масса (г), L – общая длина тела (см), a – коэффициент пересечения, b – коэффициент регрессии. Коэффициенты a и b вычислены следующим линейным регрессионным логарифмом: $\log(W) = \log(a) + b \times \log(L)$ [6]. Все статистические вычисления произведены программой MS Excel 2019.

Результаты исследования и их обсуждение

Выборки *Rhodeus ocellatus* имели длину 33,4-66,7 (в среднем 43,2) мм, масса тела 1,1-5,3 (в среднем 2,3) г, особи *Pseudorasbora parva* имели длину 32,4-75,7 (в среднем 54,8) мм, масса тела 0,7-8,4 (в среднем 3,6) г.

Таблица 1

Морфометрические показатели глазчатого горчака (*Rhodeus ocellatus*) и амурского чебачка (*Pseudorasbora parva*) из верхнего течения реки Сырдарья

Rhodeus ocellatus (n=27)				Pseudorasbora parva (n=40)					
	min	max	M±SD	CV		min	max	M±SD	CV
TL	41,4	71,7	53,5±7,7		TL	39,4	90,8	66,6±11,4	
SL	33,4	66,7	43,2±8,0		SL	32,4	75,7	54,8±9,4	
B% от SL									
HL	18,0	25,0	23,4±1,5	18,42	HL	22,6	28,1	25,4±1,3	5,11
BDM	34,6	46,1	40,4±2,4	6,43	BDM	20,6	27,0	23,9±1,7	6,94
BWM	12,5	17,4	14,9±1,2	5,84	BWM	10,9	16,5	13,7±1,2	8,57
PRD	41,6	54,5	51,6±2,6	7,92	PRD	46,6	53,1	50,8±1,5	2,94
PSD	18,2	27,4	23,7±2,4	5,09	PSD	32,4	38,5	36,1±1,5	4,29
PRP	35,6	48,0	45,5±2,5	5,49	PRP	46,5	59,6	50,0±2,1	4,20
PRA	46,9	63,8	60,0±3,0	5,04	PRA	64,6	73,0	70,2±1,6	2,24
DFL	14,7	24,0	20,1±3,0	11,45	DFL	16,7	22,6	19,4±1,6	8,35
DFBL	25,0	34,3	28,2±2,1	7,51	DFBL	10,6	14,1	12,3±0,8	6,47
AFL	13,3	22,1	18,9±2,3	11,95	AFL	10,9	14,6	13,0±0,9	7,23
PFL	14,6	21,3	18,2±1,6	9,02	PFL	12,6	17,2	14,4±0,4	7,41
VFL	11,2	17,3	15,1±1,4	9,40	VFL	11,2	16,3	14,2±1,3	8,83
CFL	18,4	30,7	26,6±2,7	10,31	CFL	19,8	26,0	22,2±1,3	5,73
PPD	13,9	20,5	18,1±1,7	9,65	PPD	17,9	28,2	21,3±1,9	8,98
PAD	8,5	15,1	12,0±1,8	14,85	PAD	14,9	21,3	18,4±1,4	7,40
B% от HL									
HDN	80,8	97,6	89,6±4,6	5,10	HDN	59,4	70,7	64,4±3,0	4,70
HDE	61,5	79,3	70,0±4,0	5,71	HDE	45,6	58,4	50,7±2,7	5,40
HW	50,4	61,5	55,3±3,1	5,69	HW	46,9	60,1	53,1±3,0	5,63
SNL	21,9	29,9	26,3±2,4	9,12	SNL	28,1	38,3	33,9±2,5	7,36
ED	25,9	34,7	30,3±2,1	6,93	ED	20,0	28,3	23,6±1,7	7,38
IOW	34,2	43,2	38,7±2,6	6,60	IOW	26,6	42,8	35,4±3,5	9,90
POL	37,6	47,7	42,3±2,4	5,74	POL	38,7	50,0	44,0±2,7	6,10

Меристические признаки. У *Rhodeus ocellatus* неветвистых лучей в спинном плавнике III, ветвистых 9-12; в анальном плавнике неветвистых лучей III, ветвистых 9-12. У *Pseudorasbora parva* неветвистых лучей в спинном плавнике III, ветвистых 7; в анальном плавнике неветвистых лучей II-III, ветвистых 5-6.

Пластические признаки. Провели исследования по традиционной для карповых рыб схеме промеров по отношению к длине головы и к стандартной длине тела по основным морфометрическим признакам *Pseudorasbora parva* и *Rhodeus ocellatus*, результаты приведены в таблице 1.

Степень изменчивости определенного признака считается основным или среднеквадратическим отклонением. Коэффици-

ент вариации (CV) является мерой относительной степени изменчивости определенного признака. Так, относительно индексов промеров для карповых рыб отметим, что у *Rhodeus ocellatus* более изменчивыми были длина головы (CV – 18,4%), длина основания анального плавника (15,6%), расстояние между брюшными и анальными плавниками (14,8%), высота анального плавника (11,9%), длина спинного плавника (11,4%), длина хвостового плавника (10,3%). Наименее изменчивыми были индексы расстояния до анального плавника (5,0%), постдорсальная длина (5,1%), расстояние до грудного плавника (5,5%), наибольшая ширина тела (5,8%) и наибольшая высота тела рыб (6,4%).

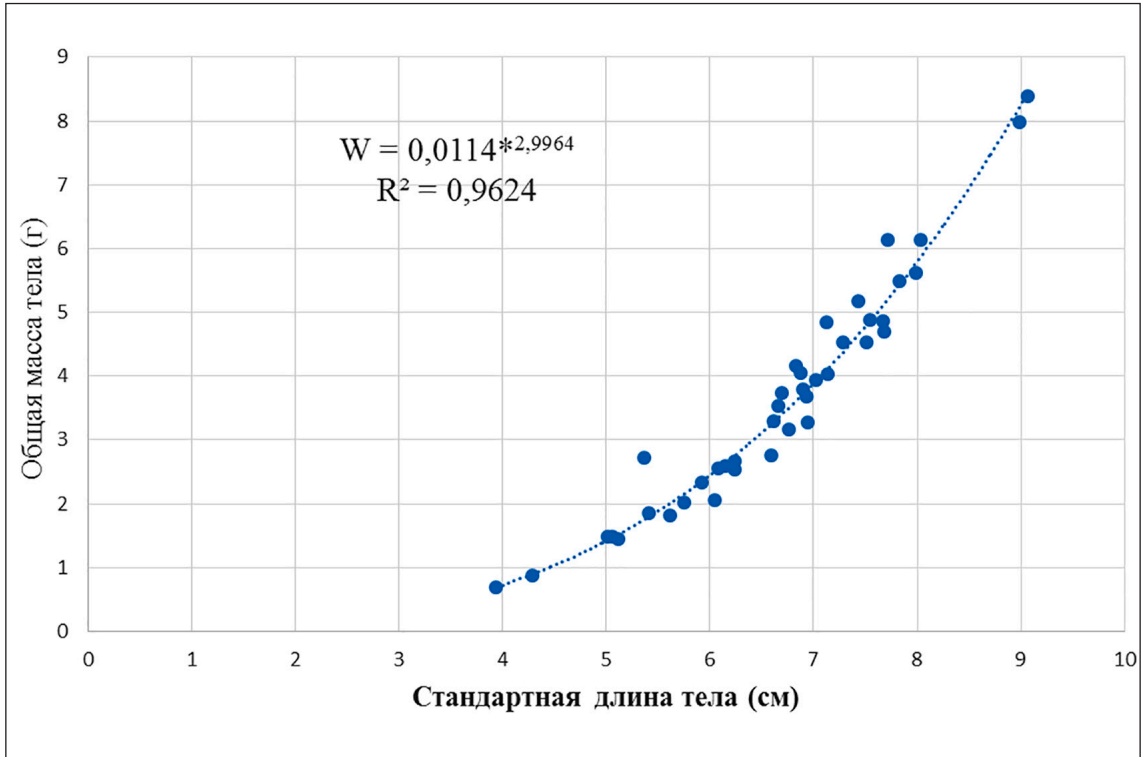


Рис. 1. Линейный логарифмический показатель между массой и длиной тела *Pseudorasbora parva* (R – коэффициент корреляции)

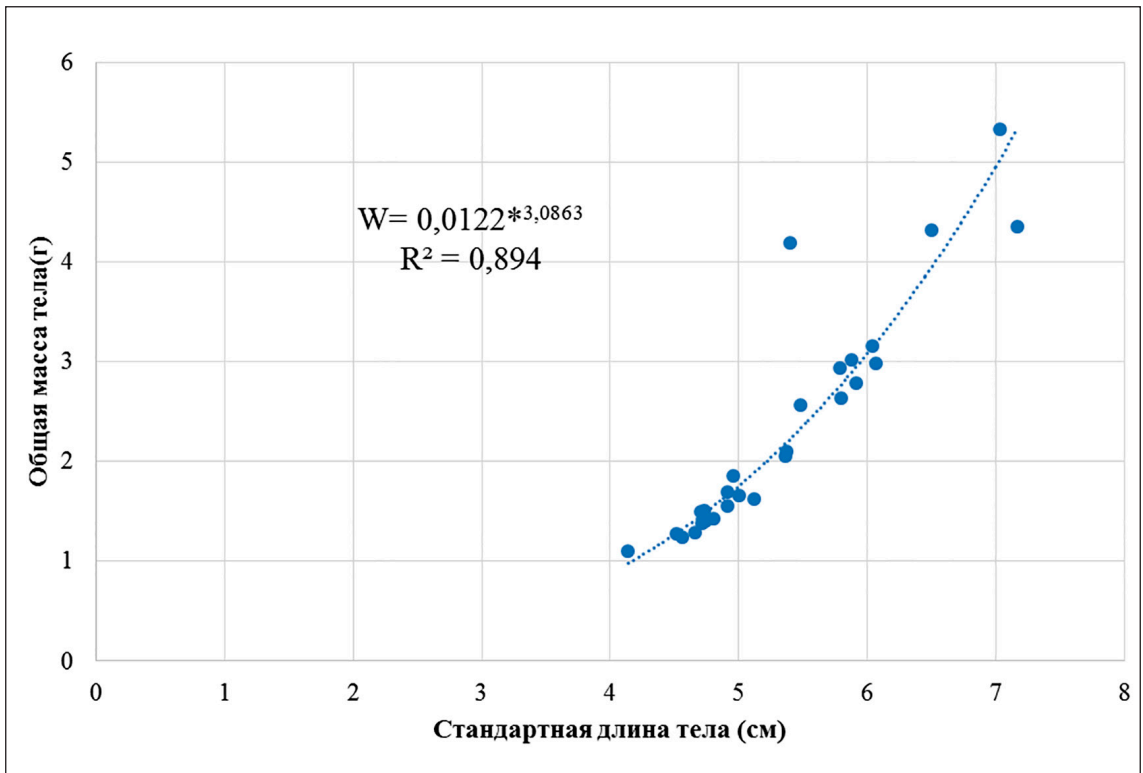


Рис. 2. Линейный логарифмический показатель между массой и длиной тела *Rhodeus ocellatus* (R – коэффициент корреляции)

У особей *Pseudorasbora parva* относительно изменчивыми были следующие индексы: расстояние между грудными и брюшными плавниками (8,9%), длина брюшного плавника (8,8%), наибольшая ширина тела (8,5%), длина спинного плавника (8,3%), наибольшая высота тела (6,9%). Наименее изменчивыми были индексы расстояния до анального плавника (2,2%), антидорсальная длина (2,9%), препельвическая длина (4,2%), постдорсальная длина (4,3%).

Рыбы, в отличие от других позвоночных животных, обитают в своеобразной экосистеме, к которой они адаптируются различными экологическими и морфологическими признаками. Разнообразие таких показателей у рыб особенно высоко проявляется тогда, когда их переселяют в другие регионы. Такие особенности рыб подчиняются биологической закономерности, т.е. организм, попав в новую среду обитания, проявляет адаптационные изменения в биологических признаках раньше, чем в морфологических. Можно предполагать, что именно такое случается и с инвазивными видами рыб Аральского бассейна, ихтиофауна которого перестроилась в последние 60-70 лет за счет интродукции новых видов. Например, взаимозависимость массы тела от стандартной длины у *Pseudorasbora parva* и *Rhodeus ocellatus* характеризуется линией регрессии в степенной функции (рис. 1, 2).

Изучение взаимозависимости между массой и длиной тела рыб (LWR) позволяет оценить состояние популяции каждого вида рыб, т.е. она характеризует один из важных экологических аспектов рыб в конкретных условиях обитания. Определение LWR дает важные сведения в рыбоводческих исследовательских работах, а также важно для охраны видов рыб. Показатель *b* отражает взаимозависимость между массой и длиной тела, который указывает, насколько больше рыба тратит энергии на прибавление веса, чем на линейный рост. Если показатель *b* выше трех, это означает, что рыба набирает в весе больше, чем в росте, т.е. здесь можно говорить о положительном аллометрическом росте. Когда показатель *b* ниже трех, то это означает, что рыба растет в длину быстрее, чем в весе, т.е. здесь отрицательный аллометрический рост, и это помогает рыбам избавиться от хищников [7]. В водоемах Узбекистана по показателю LWR исследовано несколько промысловых видов рыб [8].

Кроме этого, анализирован показатель LWR по 14 местным и эндемическим видам рыб Аральского бассейна, которые имеют значение для охраны последних [9]. Если показатель находится за пределами 2,5-3,5,

то это объясняется низкой температурой воды, не соответствующими условиями обитания, недостатком пищевых ресурсов, наличием хищников и другими факторами [10; 11].

У *Pseudorasbora parva* показатель *b* был равен 2,9, а у *Rhodeus ocellatus* 3,0, и коэффициент корреляции между линейным ростом и массой составлял 0,96 и 0,89 соответственно. Эти данные означают, что у вышеуказанных видов рыб происходил изометрический рост.

Заключение

Морфометрические признаки имеют интерес в сравнительном аспекте, особенно с материнском водоемом. Так, у популяции *Pseudorasbora parva* из реки Амур отношение длины головы к стандартной длине составляет в среднем 23,9%, а в реке Сырдарье оно составляло 25,4%; отношение максимальной высоты тела к стандартной длине составляет в реке Амуре 22,2%, в реке Сырдарье 23,9%; антидорсальное расстояние в Амуре составляет 48,3%, а в Сырдарье 50,8%. Показатели основных морфометрических признаков от длины тела у *Pseudorasbora parva* чуть выше в реке Сырдарье, чем в материнском водоеме. Тот факт, что индекс *b* (LWR) у видов рыб *Pseudorasbora parva* и *Rhodeus ocellatus* не превышает 3, свидетельствует о том, что накопление массы тела не происходит быстрее, чем его рост.

Изучены и проанализированы показатели морфометрических признаков *Pseudorasbora parva* и *Rhodeus ocellatus*, а также взаимозависимость между массой и длиной тела (LWR) как один из важных экологических аспектов рыб из верхнего течения реки Сырдарьи. Проведен сравнительный анализ по основным морфометрическим признакам *Pseudorasbora parva* и его сородичей из материнских водоемов. Определена взаимозависимость между массой и длиной (LWR) тела у *Pseudorasbora parva* и *Rhodeus ocellatus*, которая составляла около 3. По этому показателю оценивается состояние популяции рыб в конкретном водоеме, в частности в верхнем течении реки Сырдарьи; у *Pseudorasbora parva* и *Rhodeus ocellatus* наблюдается прямая пропорция между накоплением массы тела и его линейным ростом, и поголовье этих видов рыб сильно не подвергается прессу хищников.

Список литературы

1. Юлдашов М.А., Камиллов Б.Г. Результаты интродукций чужеродных видов рыб в водоемы Узбекистана // Научные труды Дальрыбвтуза. 2018. № 1 (44). С. 40-48.

2. Iannone B.V., Carnevale S., Main M.B., Hill J.E., McConnell J.B., Johnson S.A., Enloe S.F., Andreu M., Bell E.C., Cuda J.P., Baker S.M. Invasive species terminology: Standardizing for stakeholder education // *The Journal of Extension*. 2020. Vol. 58, №. 3. P. 27.
3. Johnson K.H., Vogt K.A., Clark H.J., Schmitz O.J., Vogt D.J. Biodiversity and the productivity and stability of ecosystems // *Trends in Ecology & Evolution*. 1996. Vol. 11, №. 9. P. 372-377.
4. Kottelat M., Freyhof J. *Handbook of European freshwater fishes*. Berlin, 2007. P. 660 p.
5. Правдин И.Ф. *Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность*. 1966. 376 с.
6. Wang J., Liu F., Gong Z., Lin P.C., Liu H.Z., Gao X. Length-weight relationships of five endemic fish species from the lower Yarlung Zangbo River, Tibet, China // *Journal of Applied Ichthyology*. 2016. Vol. 32(6). P. 1320-1321.
7. Sheraliev B., Komilova D., Kayumova Y. Length-weight relationship and relative condition factor of *Schizothorax eurystomus* Kessler, 1872 from Fergana Valley // *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2019. Vol. 7(6). P. 409-412.
8. Kamilov B., Mirzaev U., Mustafaeva Z. Age and growth of pike-perch (*Sander lucioperca* (L.)) in Tudakul reservoir, Uzbekistan // *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 2017. Vol. 5(3). P. 361-364.
9. Sheraliev B., Kayumova Y., Allayarov S., Rozimov A., Komilova D., Urmonova D., Peng Z. Length-weight relations of 14 endemic and indigenous freshwater fish species (Actinopterygii) from the Aral Sea basin, Uzbekistan // *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. 2022. Vol. 52(4). P. 239-243.
10. Chen J., Jayachandran M., Bai W., Xu B. A critical review on the health benefits of fish consumption and its bioactive constituents // *Food Chemistry*. 2022. Vol. 369. P. 1-9.
11. Díaz-Pérez L., Rodríguez-Zaragoza F.A., Ortiz M., Cupul-Magaña A.L., Carriquiry J.D. Coral reef health indices versus the biological, ecological and functional diversity of fish and coral assemblages in the Caribbean Sea // *PloS one*. 2016. № 8. P. 1-19.

УДК 574.6

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВОЙ ВОДЫ

Овсянникова А.В., Чередникова М.К., Протасова М.В.

*ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», Курск,
e-mail: marya.cherednikova@gmail.com*

В данной статье рассматривается экологическая характеристика родниковой воды. Проведена оценка качества родниковых вод по органолептическим и биохимическим показателям. Целью работы является изучение качества родниковых вод, анализ их состояния в соответствии с требованиями нормативных документов, регулирующих качество родниковых вод. Исследования проводились на двух участках города Курска Курской области. Источники – Святой источник преподобного Серафима Саровского, расположенный по адресу: Курская область, город Курск, Тускарный переулок, 8, находящийся в районе Боевой дачи; Святой источник Курской Коренной Знамения Божней Матери, расположенный по адресу: Курская область, город Курск, улица Жуковского. В качестве объекта были выбраны именно эти родниковые источники, так как они пользуются большой популярностью у местных жителей и, соответственно, имеют большую проходимость людей. В ходе работы изучается состояние проб воды на основании данных в соответствии с требованиями нормативных документов, которые регулируют качество вод родниковых источников. Были проведены органолептические и биохимические анализы родниковой воды исследуемых источников, отражающие наличие примесей в родниках и пригодность их для употребления людей.

Ключевые слова: родниковая вода, экологическая оценка, качество воды, нормативные документы, органолептические свойства

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE STATE OF SPRING WATER

Ovsyannikova A.V., Cherednikova M.K., Protasova M.V.

Kursk State University, Kursk, e-mail: marya.cherednikova@gmail.com

This article discusses the ecological characteristics of spring water. An assessment was carried out on the organoleptic and biochemical parameters of spring water. The purpose of the work is to study the water quality of spring waters by analyzing their condition in accordance with the requirements of regulatory documents regulating the quality of spring waters. The research was carried out at two sites in the city of Kursk, Kursk region. Sources – The Holy spring of St. Seraphim of Sarov, located at – the city of Kursk, Kursk region, 8 Tuskarny Lane Street, located in the area of the Military Cottage; The Holy spring of the Kursk Root Sign of the Mother of God, located at – the city of Kursk, Kursk region, Zhukovsky Street. These particular spring springs were chosen as the object, as they are very popular with local residents and, accordingly, have a high passability of people. In the course of the work, the condition of these water samples is studied in accordance with the requirements of regulatory documents that regulate the water quality of spring sources. Organoleptic and biochemical analyses of the spring water of the studied sources were carried out, reflecting the presence of impurities in the springs and their suitability for human consumption.

Keywords: spring water, environmental assessment, water quality, regulatory documents, organoleptic properties

Введение

Альтернативой чистой питьевой воде является родниковая вода. Даже в самой чистой и визуальнo прозрачной воде могут быть не видимые глазу вредные вещества. По данным ряда исследователей, пить родниковую воду полезно, однако не вся родниковая вода обладает полезными свойствами, как это принято считать. В некоторых случаях она даже может оказывать негативноe воздействие на здоровье, способствуя развитию серьезных патологий, опасных для жизни человека.

Высокий риск содержания вредных веществ присутствует тогда, когда источник находится вблизи промышленных предприятий, расположенных недалеко, которые активно используют стоки для того, чтобы избавиться от отходов производства, либо в близлежащий грунт регулярно сливают остатки и растворы средств бытовой химии.

Они также могут легко попасть в воду, если водоносный слой находится на малой глубине или подземная жила впитывает удобрения, растворенные в почве [1]. При обильных атмосферных осадках, паводках вредные вещества из удобрений опускаются в грунтовые воды. Большую опасность представляют нитраты. Появление солей азотной кислоты связано с использованием вредных удобрений в сельскохозяйственной деятельности. Нитраты не оказывают мгновенного воздействия на человеческий организм. Они имеют свойство накапливаться в нем, способствуя развитию различных проблем [2; 3, с. 169].

Качество воды родниковых источников изменяется из-за ряда причин, которые могут быть связаны как с хозяйственной деятельностью, так и с естественными факторами окружающей среды, поэтому конкретно сказать об исследовании данной проблемы достаточно сложно [3; 4].

Цель исследования – изучение качества воды родниковых вод, анализ их состояния в соответствии с требованиями нормативных документов, регулирующих качество родниковых вод.

Материалы и методы исследования

Материалы исследования: образец родниковой воды из Святого источника преподобного Серафима Саровского, образец родниковой воды из Святого источника Курской Коренной Знамения Божией Матери.

В данной работе использовалась методика отбора проб родниковой воды, проводился органолептический и биохимический анализ воды.

В качестве объектов исследования были выбраны источники родниковых вод г. Курска:

- Святой источник преподобного Серафима Саровского – Тускарный переулок, 8, находящийся на берегу реки Тускарь, недалеко от парка Боева дача. Родник находится у подножия горы, на которой расположен центр города Курска. Территория, на которой он расположен, плохо благоустроена и содержит большое количество бытового мусора;

- Святой источник Курской Коренной Знамения Божией Матери – ул. Жуковского, находящийся на территории частного сектора Железнодорожного округа. Территория, на которой расположен родник, хорошо благоустроена, так как это место посещает только местное население.

Предметом исследования являются органолептические и биохимические анализы родниковой воды.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе работы по выявлению показателей родниковых вод были получены данные, представленные в таблицах 1 и 2.

Из данных таблицы 1, установили:

1. Согласно нормам СанПин содержание хлоридов в воде не должно превышать 350 мг/дм³. По результатам анализа данная проба родниковой воды содержит 166,1 мг/дм³, что соответствует нормам.

2. Предельно допустимым значением содержания сульфатов в воде является 500 мг/дм³, данная проба родниковой воды содержит 170,7 мг/дм³, следовательно, соответствует нормам СанПиН. Это связано с работой очистных станций на территории города.

3. Количество нитратов согласно нормам СанПиН не должно превышать 45 мг/дм³. Данная проба воды содержит 283,2 мг/дм³ нитратов, что превышает предельно допустимое значение на 238,2 мг/дм³ и, следовательно, не соответствует нормам [5].

4. Жёсткость питьевой воды не должна превышать 9°Ж, проба родниковой воды имеет жесткость 17,0°Ж, что не соответствует нормам. Это связано с наличием в воде большого количества кальция и магния.

5. Согласно СанПиН водородный показатель питьевой воды не должен превышать 7 Ph. Данная проба родниковой воды имеет жесткость 6,9 Ph, что соответствует нормам.

6. К органолептическим свойствам относится запах, вкус и привкус. Согласно нормам СанПиН присутствие посторонних запахов – не более 2 баллов, по результатам запаха данной пробы оценивается в 1 балл, что соответствует норме. Наличие вкуса и привкуса допускается в пределах 2 баллов, данная проба оценивается в 3 балла, превышая норму на 1 балл, что не соответствует норме [6].

Графически представленные данные (рис. 1) наглядно отражают результаты биотических свойств воды. Из рисунка видно, что количество нитратов значительно превышает значения СанПиН. Другие показатели находятся в пределах нормы.

Таблица 1

Анализ родниковой воды – Святой источник преподобного Серафима Саровского, Тускарный переулок, 8

№, п/п	Наименование показателя, единица измерения	Нормативный документ на методы испытаний	Результаты испытаний	Погрешность результатов испытаний
1.	Хлорид-ион, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	166,1	±16,6
2.	Сульфат-ион, мг/дм ³		170,7	±1,7
3.	Нитрат-ион, мг/дм ³		283,2	±28,3
4.	Жесткость, общая, °Ж, ммоль/л	ГОСТ Р 31954-2012	17,0	±2,5
5.	рН (водородный показатель), ед. рН	ПНД Ф 14.1:2:3.121-97	6,9	±0,1
6.	Запах, балл	ГОСТ Р 57164-2016	1 слабый	-
7.	Вкус и привкус, балл		3 металлический вкус	-

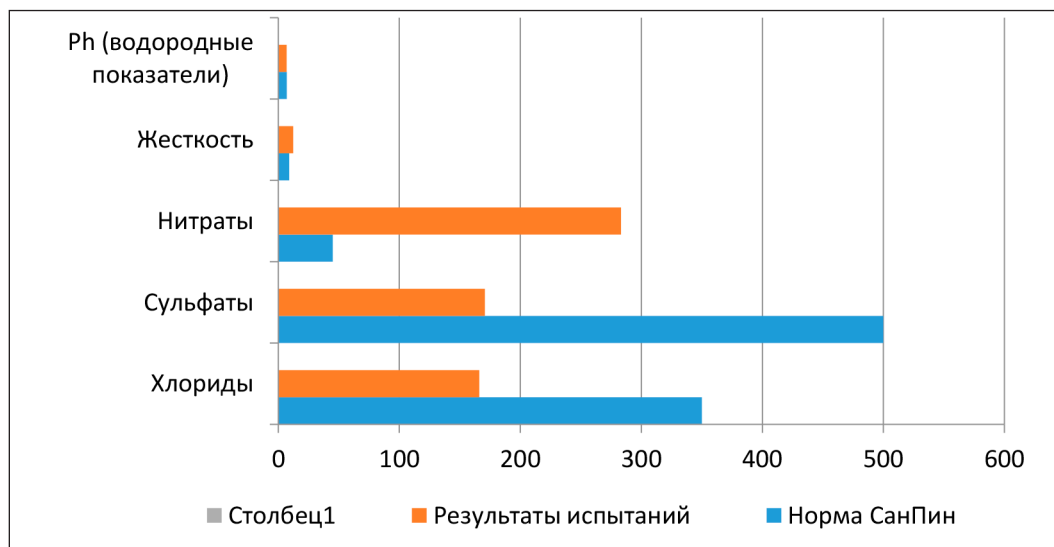


Рис. 1. Биохимические свойства родниковой воды – Святой источник преподобного Серафима Саровского, Тускарный переулок, 8

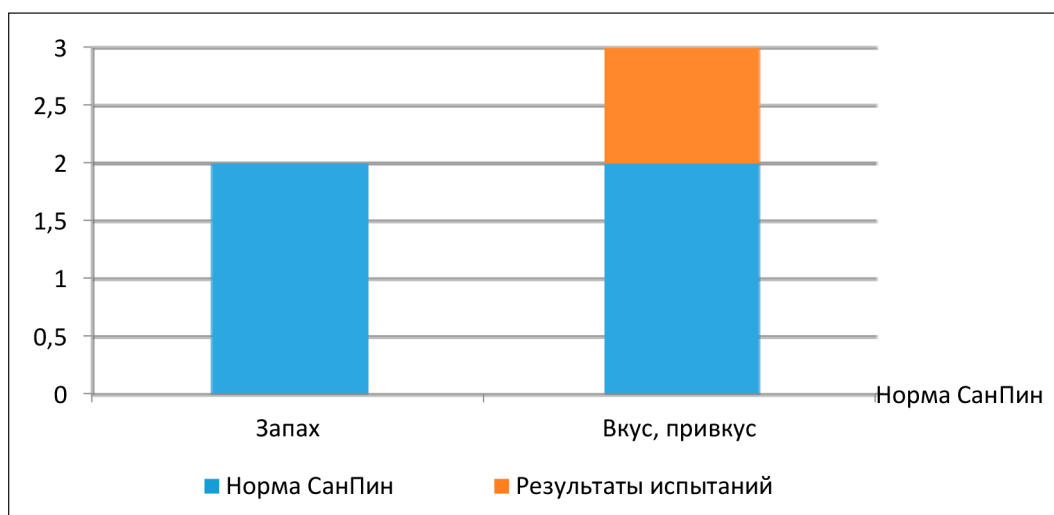


Рис. 2. Органолептические свойства родниковой воды – Святой источник преподобного Серафима Саровского, Тускарный переулок, 8

Таблица 2

Анализ родниковой воды – Святой источник
Курской Коренной Знамени Божией Матери, ул. Жуковского

№, п/п	Наименование показателя, единица измерения	Нормативный документ на методы испытаний	Результаты испытаний	Погрешность результатов испытаний
1.	Хлорид-ион, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99	83,3	±8,3
2.	Сульфат-ион, мг/дм ³		263,0	±2,6
3.	Нитрат-ион, мг/дм ³		128,6	±12,9
4.	Жесткость, общая, °Ж ммоль/л	ГОСТ Р 31954-2012	12,4	±1,9
5.	pH (водородный показатель), ед. pH	ПНД Ф 14.1:2:3.121-97	6,9	±0,1
6.	Запах, балл	ГОСТ Р 57164-2016	1 слабый	-
7.	Вкус и привкус, балл		3 металлич.	-

Данный график (рис. 2) отражает органолептические свойства родниковой воды. На рисунке видно, что показатель запаха находится в пределах нормы, а показатели вкуса и привкуса превышают норму на 1 балл.

Представленные данные таблицы 2 отражают:

1. В соответствии с нормами СанПиН содержание хлоридов в воде не должно превышать 350 мг/дм³. По результатам анализа данная проба родниковой воды содержит 83,3 мг/дм³, что отвечает нормам.

2. Предельно допустимым значением содержания сульфатов в воде является 500 мг/дм³, проба родниковой воды содержит 263 мг/дм³, что соответствует нормам. Это связано с незагрязненностью данного участка.

3. Количество нитратов в норме не должно превышать 45 мг/дм³. Данная проба воды содержит 128,6 мг/дм³ нитратов, что превышает предельно допустимое значение на 83,6 мг/дм³ и не входит в пределы нормы [5].

4. В норме жёсткость питьевой воды не должна превышать 9°Ж, данная проба родниковой воды имеет жёсткость 12,4°Ж, что на 3,4°Ж выше нормы. Это может быть связано с уровнем солей жесткости, растворенных в воде.

5. Согласно СанПиН водородный показатель питьевой воды не должен превышать 7 Ph, проба родниковой воды имеет жёсткость 6,9 Ph, что входит в допустимое значение. Это связано с концентрацией положительно заряженных ионов водорода и отрицательно заряженных гидроксид-ионов относительно друг друга.

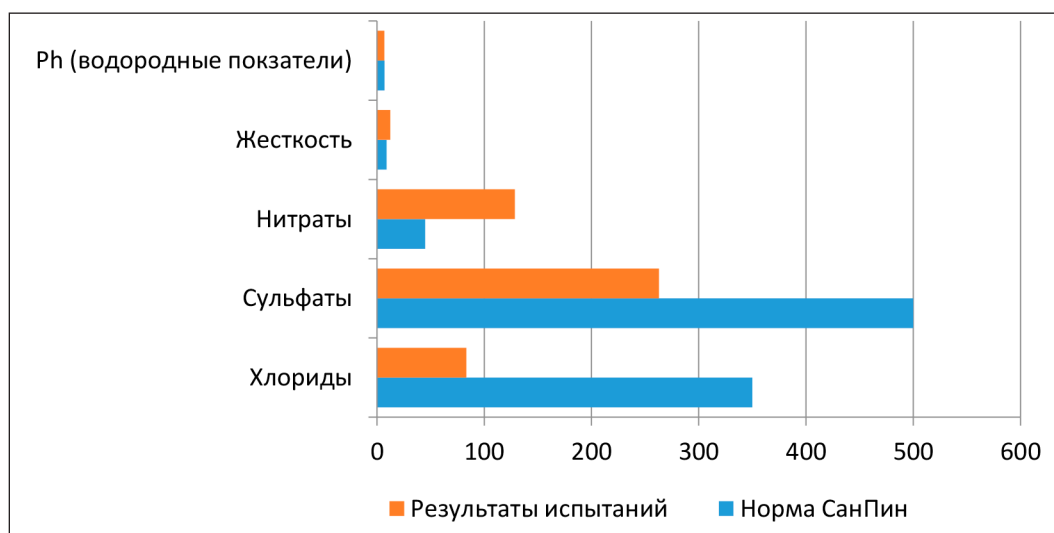


Рис. 3. Биохимические свойства родниковой воды – Святой источник Курской Коренной Знамения Божией Матери, ул. Жуковского

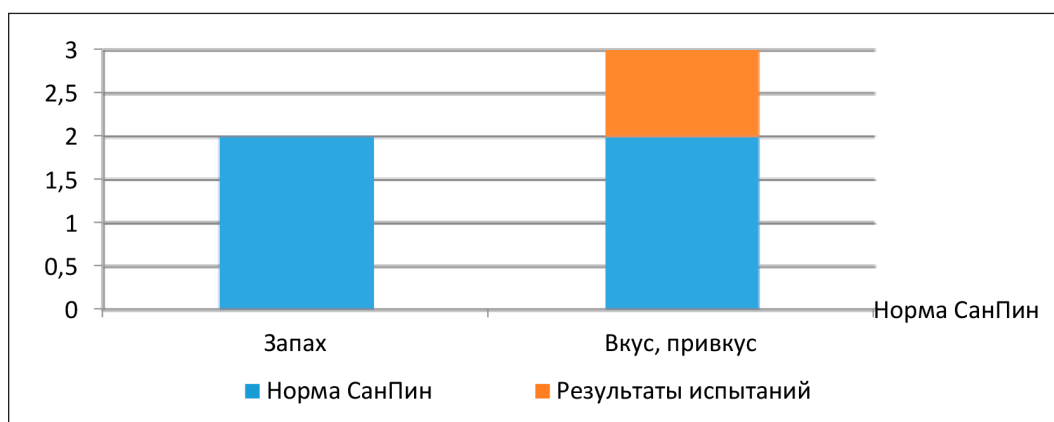


Рис. 4. Органолептические свойства – Святой источник Курской Коренной Знамения Божией Матери, ул. Жуковского

6. В соответствии с нормами присутствие посторонних запахов не должно превышать более 2 баллов, по результатам запаха данной пробы оценивается в 1 балл, что соответствует норме. Наличие вкуса и привкуса допускается в пределах 2 баллов, данная проба оценивается в 3 балла, превышая норму на 1 балл, что не соответствует норме [6].

Представленный график (рис. 3) отражает соотношение норм СанПиН и результатов исследования биохимических свойств родниковой воды. Исходя из данных графика, видим, что все показатели, кроме нитратов, которые на 83,6 мг/дм³ превышают предельно допустимое значение, находятся в пределах нормы.

Органолептические свойства воды, представленные на рисунке 4, отражают соотношение показаний норм СанПиН и результатов проведенного исследования. Можно увидеть, что показатель запаха находится в норме в отличие от показания вкуса и привкуса, который на 1 балл больше.

Заключение

Сравнив и проанализировав результаты исследования, авторы сделали вывод, что большая часть показателей проб родниковой воды соответствует нормам СанПиН. В ходе исследования были выяснены проблемы загрязнения источников родниковых

вод, проведены органолептические и биохимические анализы, в результате которых было выяснено, что не все источники, используемые жителями г. Курска, пригодны для употребления.

Список литературы

1. Соболева О.А., Анищенко Л.Н. Опыт ведения мониторинговой базы по состоянию городских родников (г. Брянск, Нечерноземье Российской Федерации) // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020): материалы XVI Международной научно-технической конференции: в 2 т. Т. 2. Уфа: РИК УГАТУ, 2020. С. 236-245.
2. МУК 4.2.1018-01 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. Методические указания: дата введения – 1 июля 2001 г.» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dokipedia.ru/document/5287171> (дата обращения: 19.10.2024).
3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2013 году. Курск, 2014. 169 с.
4. Каверина Н.В., Прожорина Т.И., Иванова Е.Ю., Клевцова М.А., Куролап С.А., Клепиков О.В., Муравьев А.Г., Никольская А.Н., Синегубова В.В. Методы экологических исследований: учебное пособие для вузов. Воронеж – СПб.: Научная книга, 2019. 355 с.
5. Буймова С.А., Бубнов А.Г. Комплексная оценка качества родниковых вод на примере Ивановской области / под ред. А.Г. Бубнова. Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, 2012. 463 с.
6. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2018. 16 с.

УДК 576.895.421

ФАУНА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЕЩЕЙ СЕМЕЙСТВА IXODIDAE СРЕДИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТИ

Эсонбоев Ж.Р., Азимов Д.А., Мирзаева А.У., Акрамова Ф.Д.

Институт зоологии АНРУз, Ташкент, e-mail: javohiresonboyev7274@gmail.com

Целью исследования является определение видового разнообразия, распределения клещей по прокормителям – сельскохозяйственным животным, их сезонной динамики в Джизакской области. Исследования проводились в 2023-2024 гг. Проведен анализ видового разнообразия клещей семейства Ixodidae – эктопаразитов сельскохозяйственных животных. Всего было собрано 1692 экз. клещей, включая 942 самцов, 499 самок и 251 нимфу, с 590 животных, включая крупный рогатый скот, коз, овец, верблюдов и лошадей. Идентифицировано 7 видов клещей, относящихся к двум родам: *Hyalomma*, *Rhipicephalus*. Доминирующими видами оказались *Hyalomma asiaticum*, *Rhipicephalus annulatus*, *Rhipicephalus turanicus*. Характеризуя сезонную динамику зараженности животных клещами в исследуемой области, можно отметить: максимальная зараженность зарегистрирована в весеннем сезоне, затем следует осень, на третьем месте летний период, и минимальная зараженность – зимой. Среди сельскохозяйственных животных по показателю относительной численности иксодовых клещей максимальная зараженность была у крупного рогатого скота, за ними следовали лошади и верблюды, минимальный показатель – у мелкого рогатого скота. Локализация паразитов оказалась различной, большее количество клещей было собрано с вымени и паха, затем под хвостом, затем с ушей, за ними следовали плечи, шея, грудь, а минимальное количество клещей обнаружено на других частях тела. Кроме того, самым специфичным видом с самой сильной приуроченностью к *Bos taurus* оказался *Rhipicephalus annulatus*, а *H. scupense* – к верблюдам.

Ключевые слова: фауна, Ixodidae, *Rhipicephalus*, *Hyalomma*, сельскохозяйственные животные, индекс обилия, индекс доминирования, индекс приуроченности

FAUNA AND DISTRIBUTION OF TICKS OF THE FAMILY IXODIDAE OF FARM ANIMALS OF THE JIZZAKH REGION

Esonboev J.R., Azimov D.A., Mirzaeva A.U., Akramova F.D.

*Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent,
e-mail: javohiresonboyev7274@gmail.com*

The aim of the study is to determine the species diversity, distribution of ticks among hosts – farm animals, their seasonal dynamics in the Jizzakh region. The studies were conducted in 2023-2024. The analysis of the species diversity of ticks of the Ixodidae family – ectoparasites of farm animals – was carried out. A total of 1692 tick specimens were collected, including 942 males, 499 females and 251 nymphs from 590 animals, including cattle, goats, sheep, camels and horses. Seven tick species belonging to two genera were identified: *Hyalomma*, *Rhipicephalus*. The dominant species were *Hyalomma asiaticum*, *Rhipicephalus annulatus*, *Rhipicephalus turanicus*. Characterizing the seasonal dynamics of animal infestation with ticks in the study area, it can be noted: the maximum infestation was recorded in the spring season, followed by autumn, summer in third place, and the minimum infestation was in winter. Among farm animals, in terms of the relative number of ixodid ticks, the maximum infestation was in cattle, followed by horses and camels, and the minimum in small cattle. The localization of parasites was different, the largest number of ticks were collected from the udder and groin, then under the tail, then from the ears, followed by the shoulders, neck, and chest, and the minimum number of ticks was found on other parts of the body. In addition, the most specific species with the strongest association with *Bos taurus* was *Rhipicephalus annulatus*, and *H. scupense* – with camels.

Keywords: fauna, Ixodidae, *Rhipicephalus*, *Hyalomma*, farm animals, abundance index, dominance index, confinement index

Введение

Общеизвестно, что спрос на продукты животного происхождения из года в год усиливается, практически, во многих странах мира. Это предполагает проведение разумной политики по использованию природных ресурсов и интенсификацию развития всех отраслей животноводства. В этом контексте одной из серьезных причин, сдерживающих развитие животноводства, без преувеличения являются различные болезни сельскохозяйственных животных.

Сельскохозяйственные животные, составляющие агробиоразнообразие Узбекистана, подвержены риску заражения многочисленными патогенами, переносчиками которых служат кровососущие клещи семейства Ixodidae – обширная группа эктопаразитов, достаточно широко распространенных в наземных ценозах, которые наносят ощутимый ущерб сектору животноводства и птицеводства – с одной стороны, и, являясь переносчиками возбудителей болезней человека (антропозоонозов), отрицательно влияют на здоро-

вые людей – с другой стороны [1]. В свою очередь, являясь облигатными эктопаразитами наземных позвоночных и на всех стадиях своего жизненного цикла питаются исключительно кровью, они тем самым наносят серьезный экономический ущерб [2]. Клеши переносят ряд инфекций, таких как простейшие, риккетсии, спирохеты и вирусы, и являются одними из наиболее важных переносчиков болезней животных и человека. К ним относятся возбудители тейлериоза, бабезиоза, сыпного тифа, анаплазмоза, конго-крымской геморрагической лихорадки, туляремии [3, с. 255; 4; 5]. В целом, эти вопросы относятся к числу серьезных проблем социально-экономического и экологического значения, более того, иксодовые клещи как эктопаразиты животных на территории Джизакской области не рассматривались.

Все это требует комплексного изучения клещей, паразито-хозяйственных связей с целью создания эффективных способов и средств профилактики паразитарных и других болезней животных и человека в конкретных регионах.

Цель исследования – определение видового разнообразия, распределения клещей

по прокормителям – сельскохозяйственным животным, их сезонной динамики в Джизакской области.

Материалы и методы исследования

Клеши были собраны с 590 животных (крупный рогатый скот, козы, овцы, верблюды и лошади) в 2023-2024 гг. в восьми стационарных точках Джизакской области (рис. 1). Клещей собирали со всех частей тела (уши, шея, грудь, плечи, под хвостом, с вымени и половых органов) и фиксировали в 70% спирте. Все образцы маркировали, включая хозяев, место положение хозяина, дату, количество экземпляров. Коллекция была собрана с сельскохозяйственных животных с использованием пинцета и резиновых перчаток. Время каждого сбора составляло 30 минут для каждой локации. Образцы были доставлены в лабораторию Общей паразитологии Института зоологии для идентификации. Для сбора и определения клещей пользовались паразитологическими методами и определителями [6, с. 61-65; 7, с. 8-9; 8, с. 24]. Для идентификации пользовались стереоскопическим микроскопом (NSZ-405(HDCE-X5N)).

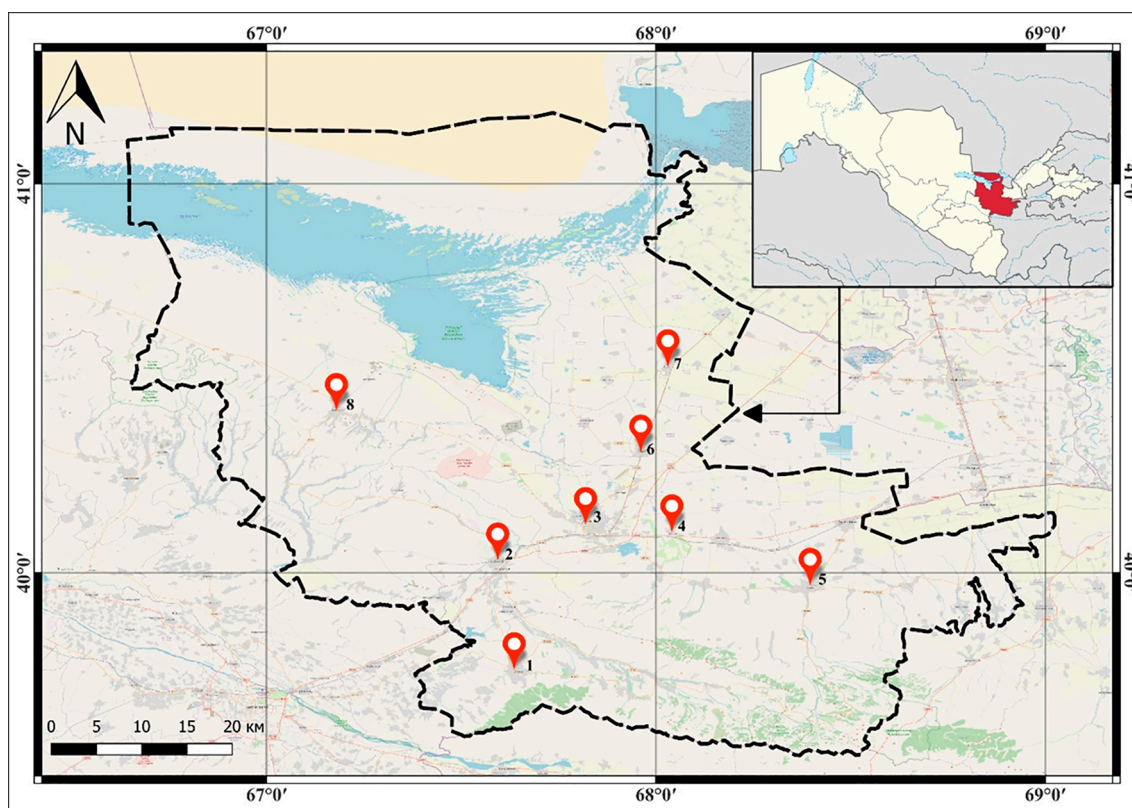


Рис. 1. Районы исследований в Джизакской области:
 1 – Бахмальский; 2 – Галляаральский; 3 – Шараф-Рашидовский; 4 – Зафарабадский;
 5 – Зааминский; 6 – Пахтакорский; 7 – Дустлик; 8 – Фариишский

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследований установлено, что с исследованных 590 сельскохозяйственных животных Джизакской области собрано 1692 экз. клещей семи видов, принадлежащих к двум родам – *Hyalomma* и *Rhiphicephalus* семейства Ixodidae.

Rhiphicephalus annulatus (Say, 1821) – однохозяинный, пастбищно-подстерегающий [9, с. 52; 10, с. 392]. Индекс доминирования – 20%. Этот вид клещей обнаружен в Пахтакорском, Дусликском и Фаришском районах Джизакской области. Встречался только на крупном рогатом скоте.

Rhiphicephalus sanguineus (Latr., 1806) – считается специфическим паразитом домашней собаки, имеющим широкое распространение от Южной Европы до Японии, Африки, Азии, Австралии, Америки. Трёххозяинный, пастбищно-подстерегающий [9, с. 49-50; 10, с. 314-319]. Индекс доминирования – 19%. Этот вид клеща распространён во всех районах Джизакской области. Круг хозяев: крупный рогатый скот, овцы и козы.

Rhiphicephalus turanicus (Pom., 1940) – трёххозяинный, пастбищно-подстерегающий [9, с. 49-50]. Индекс доминирования – 19,7%. Этот вид клеща тоже распространён по всей территории Джизакской области. Круг хозяев: крупный рогатый скот, овцы, козы и лошади.

Rhiphicephalus bursa (Can. et Fan., 1877) – двуххозяинный, пастбищно-подстерегающий [9, с. 49-50; 10, с. 314-319]. Индекс доминирования – 2,1%. Этот вид клеща встречался в Бахмальском и Заминском районах Джизакской области. Круг хозяев: крупный рогатый скот и овцы.

Hyalomma asiaticum (Schulze & Schlottke, 1929) – обитатель пустынь, обычно песчаных. Встречается даже в глубине пустынь, куда не проникают другие представители этого рода. Трёххозяинный, пастбищно-подстерегающий [9, с. 61-64; 10, с. 71-73]. Индекс доминирования – 21,9%. Этот вид клеща встречается во всех районах Джизакской области. Круг хозяев: крупный рогатый скот, овцы и лошади.

Hyalomma anatolicum (Koch, 1844) – широко распространенный, двуххозяинный, пастбищно-подстерегающий [9, с. 61-64; 10, с. 71-73]. Индекс доминирования – 13,4%. Встречается в Бахмальском, Галляаральском, Шараф-Рашидовском, Фаришском и Заминском районах Джизакской области. Круг хозяев: крупный рогатый скот и лошади.

Hyalomma scupense (Schulze, 1918) – однохозяинный, пастбищно-подстерегающий [10, с. 71-73]. Индекс доминирования – 3,6%. Этот вид клеща встречается в Зафарабадском, Галляаральском, Фаришском, Ша-

раф-Рашидовском и Дусликском районах Джизакской области. Круг хозяев: крупный рогатый скот и верблюды.

Характеризуя сезонную динамику зараженности животных клещами в исследуемой области, можно отметить: максимальная зараженность зарегистрирована в весеннем сезоне (54,96%), затем следует осень (25,82%), на третьем месте летний период (13,17%), и минимальная зараженность (6,02%) – зимой (рис. 2).

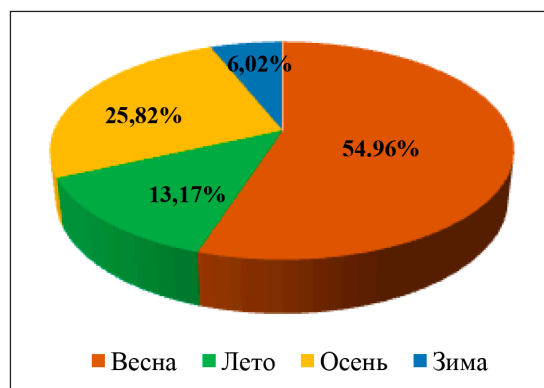


Рис. 2. Динамика зараженности сельскохозяйственных животных иксодовыми клещами по сезонам в Джизакской области

Исследованные сельскохозяйственные животные пяти видов: *Bos taurus*, *Ovis aries*, *Capra hircus*, *Camelus dromedarius*, *Equus ferus caballus*, из Бахмальского, Галляаральского, Шараф-Рашидовского, Зафарабадского, Зааминского, Пахтакорского, Фаришского и Дусликского районов оказались зараженными этим видом клещей (табл. 1). Индекс обилия рассчитан по формуле:

$$ИО = n / N,$$

где n – количество собранных клещей, N – число хозяев [6, с. 56-58] (табл. 1).

Максимальное количество клещей собрано от крупного рогатого скота (6,62), затем от лошадей (2,7), верблюдов (2,3), коз (2,08), и минимальное количество клещей обнаружено на овцах (1,24).

Обозначения доли особей каждого из семи видов клещей в общем объеме сборов и доминирующих видов паразитов сельскохозяйственных животных представлены в таблице 2.

Доминирующим видом оказался вид *Hyalomma asiaticum* (21,98%), за которым следовали *Rhiphicephalus annulatus* (20,03%), *Rhiphicephalus turanicus* (19,73%), *Rhiphicephalus sanguineus* (18,97%) и *Hyalomma anatolicum* (13,47%), *Hyalomma scupense* (3,66%), и редким видом – *Rhiphicephalus bursa* (2,12%).

Таблица 1

Относительная численность иксодовых клещей на сельскохозяйственных животных Джизакской области

Вид животных	Количество исследованных животных (N)	Количество собранных клещей (n)	ИО
Крупный рогатый скот	160	1059	6,62
Овца	340	421	1,24
Коза	37	77	2,08
Лошадь	33	89	2,7
Верблюд	20	46	2,3
Всего	590	1692	2,9

Таблица 2

Процентное соотношение доминирования иксодовых клещей Джизакской области

Виды клещей	Число клещей	%
<i>Rhipicephalus annulatus</i>	339	20
<i>Rhipicephalus turanicus</i>	334	19,7
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	321	19
<i>Rhipicephalus bursa</i>	36	2,1
<i>Hyalomma asiaticum</i>	372	21,9
<i>Hyalomma anatolicum</i>	228	13,4
<i>Hyalomma scupense</i>	62	3,6
Всего	1692	100

Таблица 3

Локализация иксодовых клещей на различных частях тела сельскохозяйственных животных в Джизакской области

Вид животных	Ухо	Грудь	Вымя и пах	Под хвостом	Плечи и шея	Другие части
Крупный рогатый скот	143 (13,54)	103 (9,80)	412 (38,90)	226 (21,33)	126 (11,82)	49 (4,61)
Овца	96 (22,92)	46 (10,95)	76 (18,05)	159 (37,73)	33 (7,71)	11 (2,64)
Коза	43 (55,71)	2 (2,19)	11 (14,04)	16 (20,17)	5 (7,89)	0 (0)
Лошадь	11 (12,35)	6 (6,74)	43 (48,31)	29 (32,58)	0	0
Верблюд	9 (19,56)	4 (8,69)	21 (46,65)	12 (26,08)	0	0
Всего	302	161	563	442	164	60

По характеру локализации исследованные клещи значительно различаются (табл. 3).

Большее количество клещей было собрано с вымени и паха (n=563, 33,27%), затем под хвостом (n=442, 26,12%), затем с ушей (n=302, 17,84%), за ними следовали плечи, шея (n=164, 9,69%), с груди (n=161, 9,51%), а минимальное количество клещей обнаружено на других частях тела (n=60, 3,54%).

Степень приуроченности клещей каждого из семи видов для каждого вида сель-

скохозяйственных животных представлена ниже (табл. 4). Индекс относительной приуроченности E_i – высчитывался по формуле [6, с. 56-58]:

$$IO_i = n'N - nN' / n'N + nN' - 2nN'$$

где n' – число особей данного вида на данном хозяине; n – число особей данного вида на всех видах хозяев; N' – число особей всех видов паразитов на данном хозяине; N – общее число особей всех видов паразитов на всех видах хозяев.

Степень приуроченности клещей к хозяевам

Виды клещей	Виды и число обследованных сельскохозяйственных животных				
	<i>Bos taurus</i> (160 гол.)	<i>Ovis aries</i> (340 гол.)	<i>Capra hircus</i> (37 гол.)	<i>Camelus dromedarius</i> (20 гол.)	<i>Equus ferus caballus</i> (33 гол.)
<i>Rhipicephalus (Bhoophilus) annulatus</i>	1	-	-	-	-
<i>Rhipicephalus turanicus</i>	-0,37	0,35	0,52	-	-0,28
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	-0,15	0,24	0,41	-	-
<i>Rhipicephalus bursa</i>	-0,35	0,58	-	-	-
<i>Hyalomma asiaticum</i>	-0,3	0,36	-	-	0,4
<i>Hyalomma anatolicum</i>	0,5	-	-	-	0,54
<i>Hyalomma scupense</i>	-0,65	-	-	0,98	-

Определены следующие индексы приуроченности: от -1 до +1; от -0,31 до -1,0 – приуроченность к данному биотопу (хозяину, гнезду) отсутствует; от -0,30 до +0,30 – вид к данному биотопу (хозяину, гнезду) безразличен; от +0,31 до +0,50 – приуроченность слабая; от +0,51 до +0,70 – приуроченность средняя; от +0,71 до +1,0 – приуроченность сильная (табл. 4).

За период работы при обследовании 590 особей сельскохозяйственных животных (в том числе 160 голов крупного рогатого скота, 340 овец, 37 коз, 33 лошади, 20 верблюдов). Установлена зараженность их иксодовыми клещами. Сильной приуроченностью к *Bos taurus* охарактеризован *Rhipicephalus annulatus*, где ИО_i равен 1. У вида *Rh. turanicus* к овцам приуроченность слабая (0,35), а к козам средняя – 0,52. В то же время этот вид не приурочен к крупному рогатому скоту. *Rh. sanguineus* безразличен к овцам и слабо приурочен к козам, с показателем 0,41. *Rh. bursa* средне приурочен к овцам, с показателем 0,58, и безразличен к крупному рогатому скоту. *Hyalomma asiaticum* по показателям слабо приурочен к лошадям (0,4) и в меньшей степени к овцам – 0,36. *H. anatolicum* из двух видов прокормителей обладает средней приуроченностью к лошадям (0,54) и слабо приурочен к крупному рогатому скоту с небольшой разницей 0,50. *H. scupense* сильно приурочен к верблюдам, с показателем – 0,98, а приуроченность к крупному рогатому скоту отсутствует (-0,65).

Как показывают данные таблицы 4, специфичными видами клещей из 7 представленных выше для конкретных сель-

скохозяйственных животных, состоящих из 5 видов, являются: *Rh. annulatus*, обладающий сильной приуроченностью к *Bos taurus*, а также *H. scupense* – к верблюдам. При этом у КРС не зарегистрированы 6 оставшихся видов клещей, что показывает строгую специфичность *Rh. annulatus* по отношению к крупному рогатому скоту. Второй вид специфичен для *Camelus dromedarius*, но он зарегистрирован и у *Bos Taurus*, при этом приуроченность отсутствует. *Rhipicephalus turanicus* зарегистрирован у 4 видов сельскохозяйственных животных, с различной степенью приуроченности к крупному рогатому скоту.

Все 7 видов клещей, зарегистрированных в исследованиях, относятся к группе пастбищных клещей, при этом голодные особи нападают на хозяев вне убежищ, подстерегая их среди растительности, и паразитируют на млекопитающих [9, с. 61-70]. Кроме того, одно-, двух- и треххозяинный жизненные циклы характерны для вышеуказанных клещей рода *Rhipicephalus* и *Hyalomma*.

Заключение

У исследованных животных были зарегистрированы 7 видов клещей, относящихся к семейству Ixodidae: *Rhipicephalus annulatus* (Say, 1821), *Rh. sanguineus* (Latr., 1806), *Rh. turanicus* (Pom., 1940), *Rh. bursa* (Can. et Fan., 1877), *Hyalomma asiaticum* (Schulze & Schlotke, 1929), *H. anatolicum* (Koch, 1844), *H. scupense* (Schulze, 1918). Однохозяинным жизненным циклом характеризуются два вида клещей – *Rh. annulatus* и *H. scupense*; двуххозяинный цикл развития характерен

для *Rh. bursa*, *H. anatolicum*, а треххозяиный – *Rh. sanguineus*, *Rh. turanicus* и *Hyalomma asiaticum*.

Максимальная зараженность сельскохозяйственных животных зарегистрирована весной (54,96%), затем следует осень (25,82%), лето (13,17%), и минимальная зимой – 6,02%.

Относительная численность иксодовых клещей была максимальной от крупного рогатого скота (6,62), затем от лошадей (2,7), верблюдов (2,3), коз (2,08), и минимальное количество клещей обнаружено на овцах (1,24). В свою очередь, доминирующим видом оказался вид *H. asiaticum* (21,98%). Предпочтительным местом локализации клещей оказались вымя и пах, со следующими процентными показателями – 33,27%.

Сильной приуроченностью к *Bos taurus* охарактеризован *Rhiphicephalus annulatus*, где ИОи равен 1. У вида *Rh. turanicus* к овцам приуроченность слабая (0,35), а к козам средняя (0,52). В то же время этот вид не приурочен к крупному рогатому скоту. *Rh. sanguineus* безразличен к овцам, и у него приуроченность слабая к козам, с показателем 0,41. *Rh. bursa* средне приурочен к овцам, с показателем 0,58, и безразличен к крупному рогатому скоту. *Hyalomma asiaticum* по показателям слабо приурочен к лошадям (0,4), и в меньшей степени к овцам (0,36). *H. anatolicum* из двух видов прокормителей обладает средней приуроченностью к лошадям (0,54) и слабо приурочен к крупному рогатому скоту с небольшой разницей 0,50. *H. scupense* сильно приуро-

чен к верблюдам, с показателем 0,98, а приуроченность к крупному рогатому скоту отсутствует (-0,65).

Список литературы

1. Мирзаева А.У., Ярмухамедова Н.А., Акрамова Ф.Д., Камолходжаев Д.А., Шапаатов Р.К., Эсонбоев Ж.Р. Значение иксодовых клещей в распространении инфекционных заболеваний // Проблемы биологии и медицины. 2023. № 145. С. 198–201.
2. Коренберг Э. И., Сироткин М. Б., Ковалевский Ю. В. Общая схема циркуляции возбудителей иксодовых клещевых боррелиозов в природных очагах Евразии // Зоологический журнал. 2016. № 3. С. 283–299.
3. Fedorov D., Hornok S. Checklist of hosts, illustrated geographical range, and ecology of tick species from the genus *Ixodes* (Acari, Ixodidae) in Russia and other post-Soviet countries. ZooKeys, 2024. 343 p.
4. Осмоловский А.А., Субботина И.А. Роль иксодовых клещей в распространении и циркуляции возбудителей клещевых инфекций и инвазий на территории Белорусского Поозерья // Ветеринария сегодня. 2024. № 13(1). С. 78–86.
5. Коренберг Э.И., Сироткин М.Б., Ковалевский Ю.В. Адаптивные черты биологии близких видов иксодовых клещей, определяющие их распространение (на примере таежного *Ixodes persulcatus* Sch. 1930 и Европейского лесного *Ixodes ricinus* L. 1758) // Успехи современной биологии. 2021. Т. 141, № 3. С. 271–286.
6. Гордейко Н.С. Клещи семейства Ixodidae юга приморья: типы населения, паразито-хозяинные связи, инфицированность патогенами: дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 2019. 166 с.
7. Филиппова Н.А. Иксодовые клещи подсемейства Ixodinae. Л.: Наука, 1977. 211 с.
8. Agustín Estrada-Peña, Andrei Daniel Mihalca, Trevor N. Petney Ticks of Europe and NorthAfrica. 2017. 404 p.
9. Колонин Г.В. Распространение иксодовых клещей. М.: Наука, 1984. 93 с.
10. Филиппова Н.А. Иксодовые клещи подсемейства Amblyomminae. СПб.: Наука, 1997. 244 с.

УДК 612.6:611.781

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ВОЛОСАХ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ПОЛА

¹Турамкулов Ш.Н., ²Расулов С.К., ¹Аминжонов Ш.А.

¹Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, Самарканд,
e-mail: shokirturamqulov@gmail.com, aminjanov@gmail.com

²Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд,
e-mail: rasulovsaydullo@mail.ru

В данном исследовании определялись макроэлементы (кальций, натрий, магний и калий), а также микроэлементы (железо, цинк, медь, марганец, кобальт и бром) в волосах детей младшего школьного возраста (7–11 лет), проживающих в Самаркандской области, в зависимости от возраста и пола. В исследовании приняли участие 200 обучающихся младших классов, проживающих в различных биогеохимических районах Самаркандской области, было проанализировано состояние макро- и микроэлементов в волосах 100 девочек и 100 мальчиков. По результатам исследований анализ макро- и микроэлементов показал, что некоторые макро- и микроэлементы различаются в зависимости от возраста и пола, в частности среди макроэлементов у детей 9 лет только содержание макроэлемента натрия отличалось убедительной разницей в волосах мальчиков и девочек ($789 \pm 24,5$ мкг/г и $637,8 \pm 141,1$ мкг/г; $p < 0,01$). Возрастные различия по микроэлементам обнаруживаются по марганцу, который у девочек 10 лет ниже ($p < 0,001$), и по хрому, у девочек 7 и 11 лет он выше ($p < 0,001$). Причина этого может быть связана с рационом и биогеохимическими особенностями места проживания. Указанные показатели имеют значение для правильного определения количества макро- и микроэлементов в рационе детей 7–11 лет, проживающих в данном регионе. Также следует отметить, что подобные исследования проводятся впервые в этом регионе и полученные результаты могут быть рекомендованы как нормативные данные.

Ключевые слова: макроэлементы, микроэлементы, волос, мальчик, девочка

MACRO-AND MICROELEMENTS IN THE HAIR OF PRIMARY SCHOOLCHILDREN LIVING IN THE SAMARKAND REGION, DEPENDING ON AGE AND GENDER

¹Turamkulov Sh.N., ²Rasulov S.K., ¹Aminzhonov S.A.

¹Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand,
e-mail: shokirturamqulov@gmail.com, aminjanov@gmail.com

²Samarkand State Medical University, Samarkand, e-mail: rasulovsaydullo@mail.ru

In this study, the macroelements calcium, sodium, magnesium and potassium, as well as the microelements iron, zinc, copper, manganese, cobalt and bromine were determined in the hair of children of primary school age (7-11 years old) living in the Samarkand region, depending on age and gender. The study involved 200 primary school students living in various biogeochemical regions of the Samarkand region; the state of macro- and microelements in the hair of 100 girls and 100 boys was analyzed. According to the results of research, the analysis of macro- and microelements showed that some macro- and microelements differ depending on age and gender, in particular, among macroelements in 9-year-old children, only the macroelement sodium was distinguished by a convincing difference in the hair of boys and girls (789 ± 24.5 $\mu\text{g/g}$ and 637.8 ± 141.1 $\mu\text{g/g}$, $p < 0.01$). Age differences in microelements are found in manganese, which is lower in girls aged 10 years than in boys ($p < 0.001$) and in chromium, which is higher in girls aged 7 and 11 years ($p < 0.001$). The reason for this may be related to diet and biogeochemical characteristics of the place of residence. These indicators are important for correctly determining the amount of macro- and microelements in the diet of children 7-11 years old living in a given region. It should also be noted that such studies are being conducted for the first time in this region and the results obtained can be recommended as normative data.

Keywords: macroelements, microelements, hair, boy, girl

Введение

Количество макро- и микроэлементов в детских волосах зависит от возраста и половых особенностей детей, а также их пищевых, экологических и геохимических особенностей [1]. Макро- и микроэлементы играют решающую роль в функционировании организма человека и прямо или косвенно участвуют в регуляции всех жизненных процессов [2, 3]. Соответственно, оценка метаболического состояния химических эле-

ментов в организме обеспечивает гораздо более высокую точность оценки эффективности его морфофизиологических систем и риска развития тех или иных патологических состояний, что позволяет использовать данную оценку в качестве предварительного диагностического инструмента [4]. В то же время нормальный метаболизм клеток человека сильно зависит от естественных физиологических параметров, таких как возраст и пол; это указывает на необходимость диф-

ференцированного подхода к оценке элементарного состояния [5]. Для гармоничного развития ребенка любого возраста его ежедневный рацион должен включать белки, жиры и углеводы, а также достаточное количество макро- и микроэлементов [6]. Микроэлементы необходимы для функционирования всех органов и систем, они входят в состав многих ферментов, гормонов и участвуют в деятельности иммунной системы [7]. Макро- и микроэлементы играют решающую роль в функционировании организма человека и прямо или косвенно участвуют в регуляции всех жизненных процессов [8]. Соответственно, оценка метаболического состояния химических элементов в организме обеспечивает гораздо более высокую точность оценки эффективности его морфофизиологических систем и риска развития тех или иных патологических состояний, что позволяет использовать данную оценку в качестве предварительного диагностического инструмента [9, 10]. В то же время нормальный метаболизм клеток человека сильно зависит от естественных физиологических параметров, таких как возраст и пол; что указывает на необходимость дифференцированного подхода к оценке элементарного состояния [11].

Целью исследования является определение содержания макро- и микроэлементов в волосах детей младшего школьного возраста в зависимости от возраста и пола.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования авторами проанализировано состояние макро- и микроэлементов в волосах 200 обучающихся начальных классов, проживающих в разных биогеохимических регионах Самаркандской области. Исследование волос является неинвазивным методом диагностики, у родителей получено устное разрешение. На проведение данного исследования есть разрешение № 619911 Областного управления народного образования, которое получено 28.12.2021. Протоколом № 5 от 26.05.2021 исследование было одобрено этическим комитетом кафедры физиологии человека и животных и биохимии Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова.

Исследования по определению макроэлементов (кальций, магний, натрий, калий) и микроэлементов (железо, медь, цинк, марганец, кобальт, хром) в образцах волос авторы провели с использованием метода нейтронно-активационного анализа (НАА).

Статистическая обработка и определение достоверности различий полученных результатов исследования осуществля-

лись по критерию Стьюдента в редакторе Microsoft Excel. Среднее арифметическое значение (M) и погрешность среднего арифметического значения (m) рассчитывали по статистическим показателям.

Результаты исследования и их обсуждение

В данной работе элементарные особенности строения волос изучались путем сравнения половозрастных особенностей детей 7–11 лет.

Макроэлементы в волосах детей 7–11 лет.

Половые характеристики макроэлементов у детей 7 лет представлены на рис. 1. Установлено, что количество кальция в волосах мальчиков 7 лет статистически значимо не отличалось от такового у девочек – $869,2 \pm 274,2$ мкг/г и $697,5 \pm 107,0$ мг ($p > 0,05$) соответственно. Концентрация натрия составила $749, \pm 177,3$ мкг/г у мальчиков и $1143 \pm 247,4$ мкг/г у девочек, разница была несколько выше ($p > 0,05$). Столь же неопределенная разница наблюдалась и для магния: $54,8 \pm 5,7$ мкг/г против $51,1 \pm 5,3$ мкг/г ($p > 0,05$). Количество калия – $431,5 \pm 114,4$ мкг/г у мальчиков и $649,8 \pm 256,0$ мкг/г у девочек, то есть разница между ними была недостоверной ($p > 0,05$).

Таким образом, разница между количеством макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 7 лет практически отсутствует. На рис. 2 авторами представлены сравнительные показатели количества макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 8 лет. Как видно на рисунке, данные по кальцию ($896,5 \pm 199,5$ мкг/г и $873,5 \pm 140,0$ мкг/г), натрию ($1233 \pm 125,2$ мкг/г и $975,3 \pm 150,0$ мкг/г), магнию ($66,1 \pm 19,4$ мкг/г и $61,3 \pm 10,7$ мкг/г), калию ($668,1 \pm 114,2$ мкг/г и $426,3 \pm 103,8$ мкг/г) разнятся незначительно и различия между ними статистически незначимы ($p > 0,05$).

Таким образом, концентрация кальция, натрия, магния и калия в волосах мальчиков и девочек 8 лет достоверно не различалась по полу, и эти показатели можно принять как нормативные для этого возраста.

Количество макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 9 лет наглядно представлено на рис. 3. Как видно из рис. 3, количество кальция ($1109,7 \pm 194,9$ мкг/г и $1069,5 \pm 99,3$ мкг/г), магния ($58,9 \pm 4,7$ мкг/г и $57,7 \pm 6,3$ мкг/г) несколько отличаются по количеству от калия ($356,5 \pm 34,2$ мкг/г и $433,3 \pm 94,2$ мкг/г), причем различия между ними статистически незначимы ($p > 0,05$). Лишь макронутриент натрия достоверно отличался в волосах мальчиков и девочек ($789 \pm 24,5$ мкг/г и $637,8 \pm 141,1$ мкг/г, $p < 0,01$), это объясняется тем, что дети едят много продуктов питания, богатых солью.

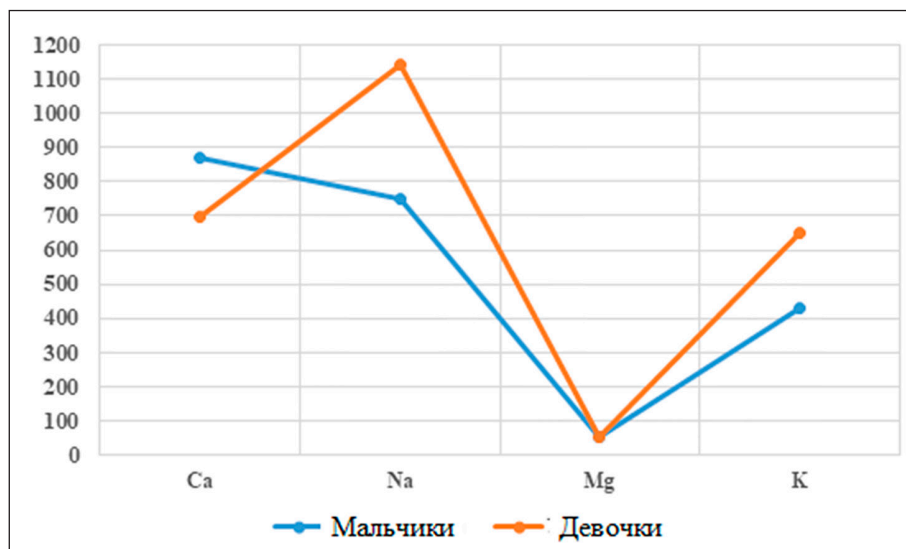


Рис. 1. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 7 лет ($\mu\text{г/г}$)

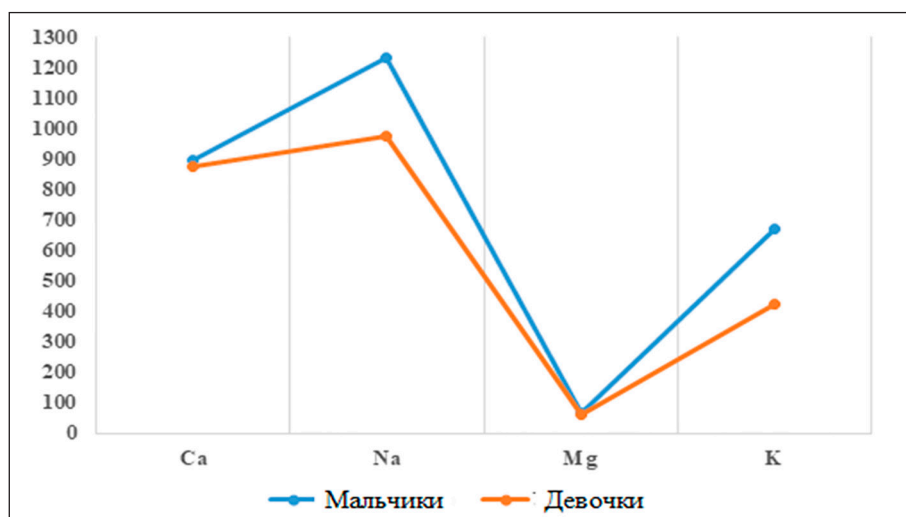


Рис. 2. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 8 лет ($\mu\text{г/г}$)

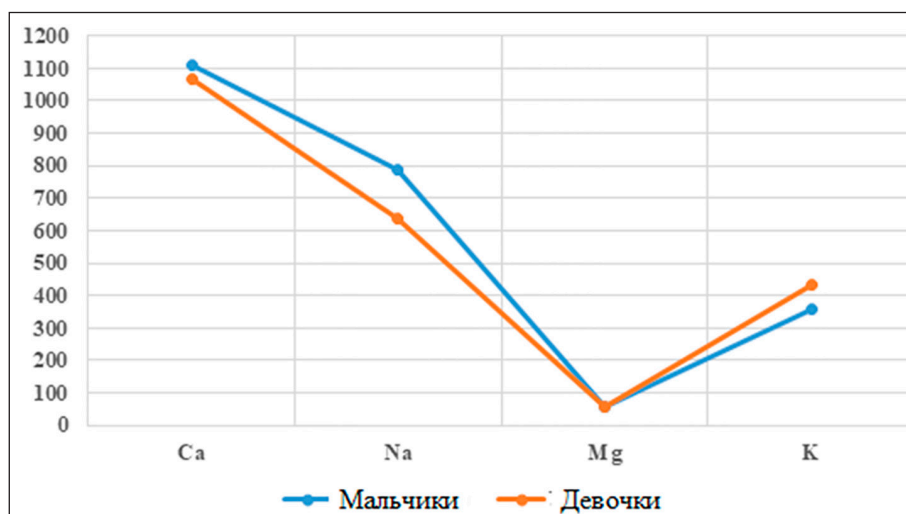


Рис. 3. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 9 лет ($\mu\text{г/г}$)

При анализе количества макроэлементов в волосах у мальчиков и девочек 10 лет (рис. 4) установлено, что кальций ($1204 \pm 321,6$ мкг/г и $821,3 \pm 122,9$ мкг/г), натрий (795 ± 795 мкг/г, $1082,2 \pm 260$ мкг/г), магний ($58,2 \pm 5,8$ мкг/г, $52,1 \pm 5,8$ мкг/г), калий ($372 \pm 117,9$ мкг/г, $441,9 \pm 155,3$ мкг/г) отличаются количественно, но различия между ними составляют статистически незначительную величину ($p > 0,05$)

При анализе количества макроэлементов у мальчиков и девочек 11 лет кальций (1192 ± 209 мкг/г и $812,9 \pm 133$ мкг/г), натрий

($939,2 \pm 289,3$ мкг/г, $1144,5 \pm 374$ мкг/г), магний ($51,2 \pm 5,7$ мкг/г, $73,3 \pm 7,3$ мкг/г) калий ($521,6 \pm 46,6$ мкг/г, $574,8 \pm 214,4$ мкг/г) имеют отличия, но различия между ними статистически недостоверны ($p > 0,05$), что наглядно представлено на рис. 5.

Микроэлементы в волосах детей 7–11 лет. Характеристика микроэлементов железа, меди и цинка у детей 7 лет по полу представлена на рис. 6.

Особенности состава микроэлементов марганца, кобальта, хрома у детей 8 лет показаны на рис. 7.

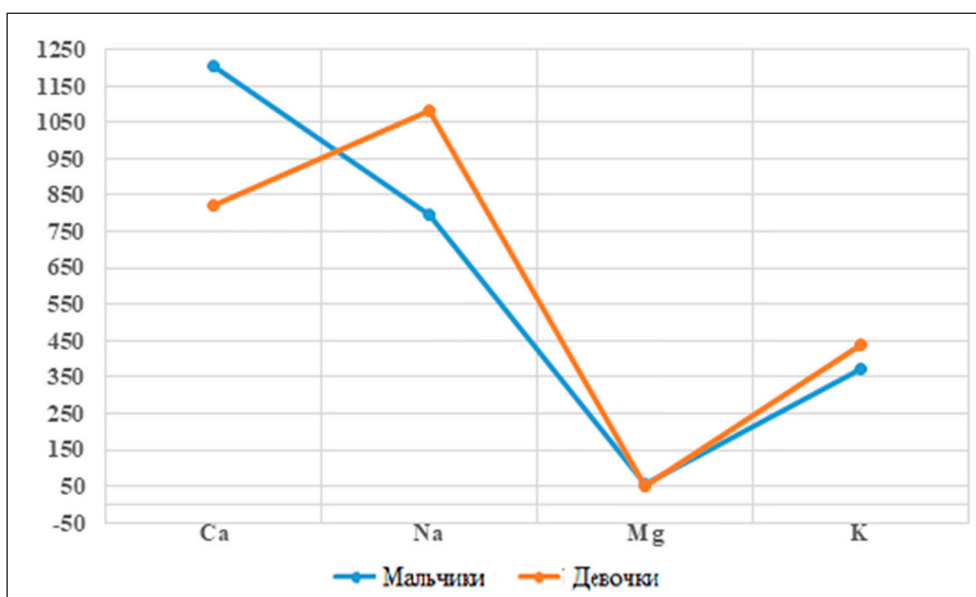


Рис. 4. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 10 лет (мкг/г)

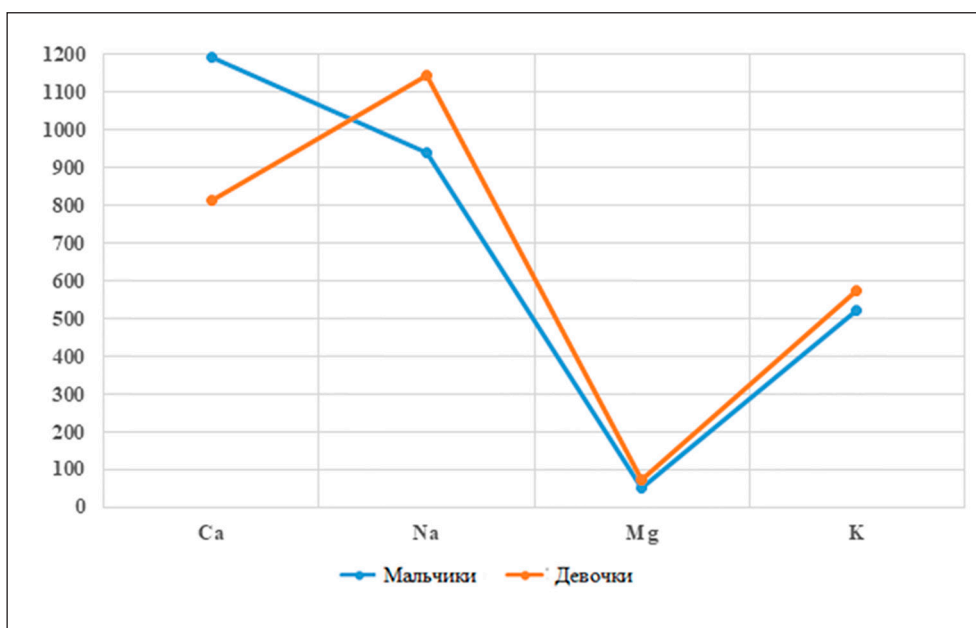


Рис. 5. Сравнительные показатели макроэлементов в волосах мальчиков и девочек 11 лет (мкг/г)

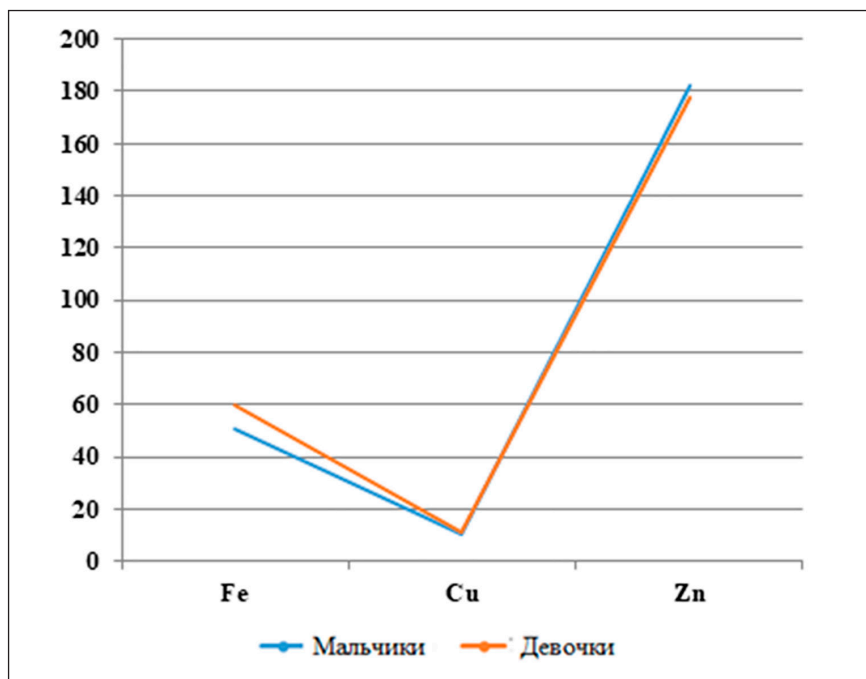


Рис. 6. Сравнительные показатели микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 7 лет (мкг/г)

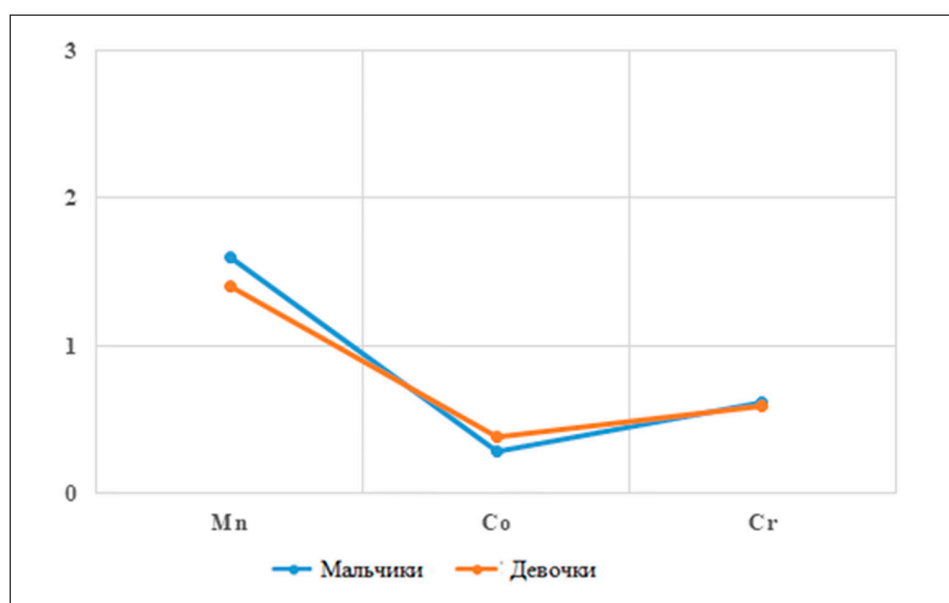


Рис. 7. Особенности состава микроэлементов марганца, кобальта, хрома у детей 8 лет (мкг/г)

Как видно из рис. 7, разница между содержанием марганца, кобальта и хрома в волосах мальчиков и девочек 8 лет статистически не определена ($1,6 \pm 0,21$ мкг/г, $1,4 \pm 0,1$ мкг/г; $0,28 \pm 0,09$ мкг/г, $0,38 \pm 0,09$ мкг/г; $0,62 \pm 0,15$ мкг/г и $0,079 \pm 0,076$, $p > 0,05$).

Количество железа в волосах мальчиков 9 лет статистически не отличалось от такового у девочек: $65,1 \pm 11,0$ мкг/г и $65,8 \pm 6,4$ мкг/г ($p > 0,05$ (рис. 8, а). Концентрация меди составила $12 \pm 1,3$ мкг/г у мальчиков и

$11,8 \pm 1,31$ мкг/г, что не было статистически значимым по сравнению с девочками ($p > 0,05$), разница между мальчиками и девочками элемент цинка недостоверна и равна $184,8 \pm 24,3$ мкг/г и $166,8 \pm 17,2$ мкг/г ($p > 0,05$).

Как видно из рис. 8, б, статистической разницы между содержанием марганца, кобальта и хрома в волосах мальчиков и девочек 9 лет нет ($1,9 \pm 0,35$ мкг/г, $2,1 \pm 0,25$ мкг/г; $0,31 \pm 0,2$ мкг/г, $0,42 \pm 0,25$ мкг/г; $0,8 \pm 0,22$ мкг/г, $0,81 \pm 0,115$ мкг/га, $p > 0,05$).

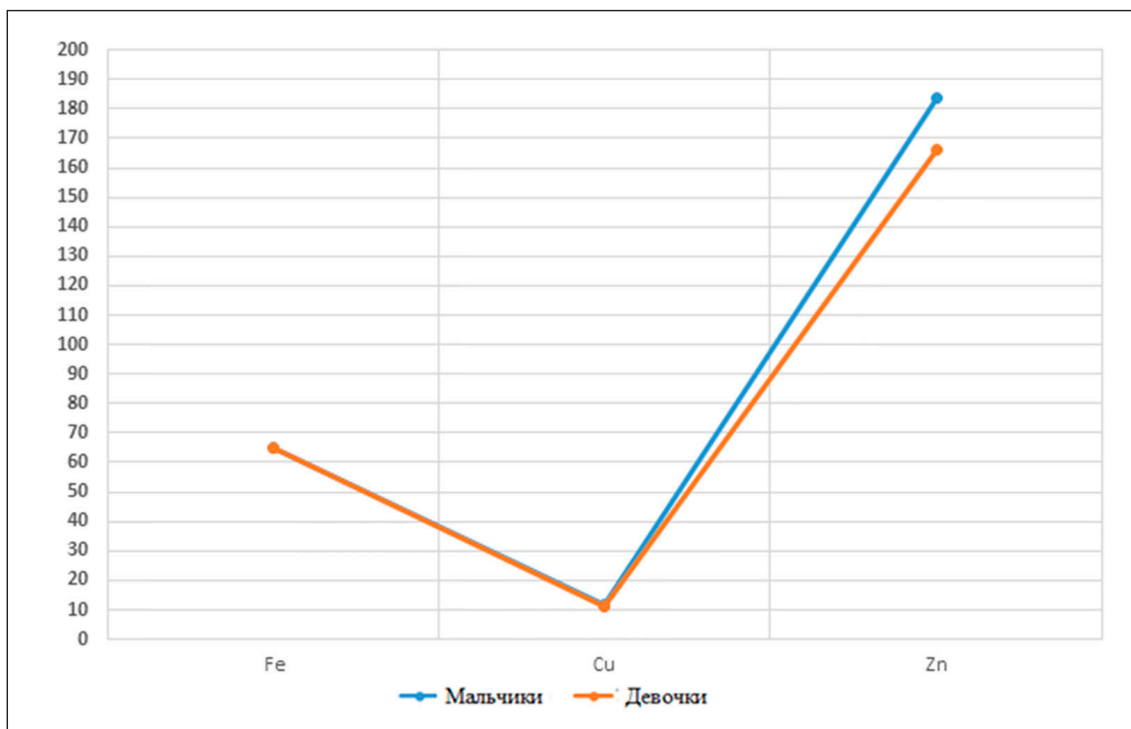


Рис. 8 (а). Структурная характеристика микроэлементов марганца, кобальта, хрома у детей 9 лет (мкг/г)

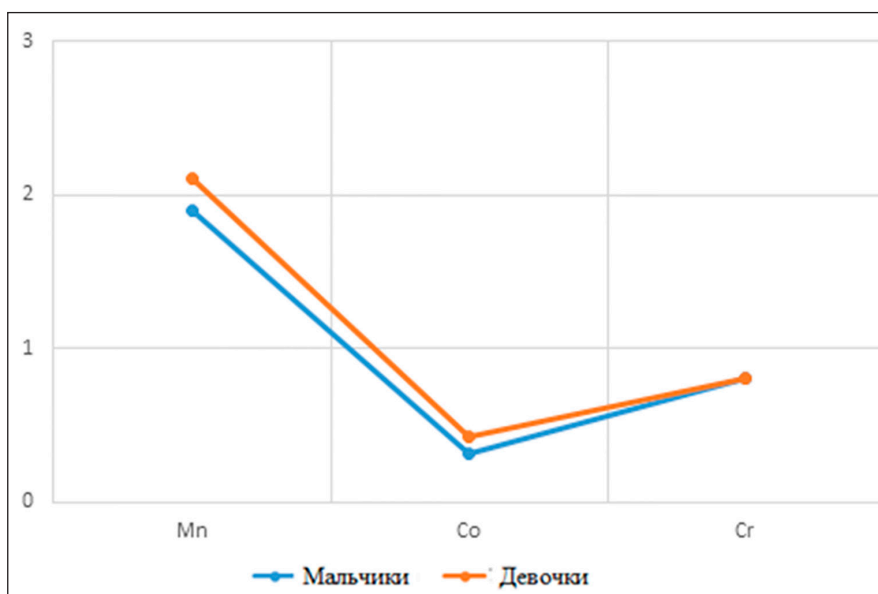


Рис. 8 (б). Сравнительные показатели марганца, кобальта, хрома в волосах мальчиков и девочек 9 лет (мкг/г)

Количество железа в волосах мальчиков 10 лет статистически не отличалось от такового у девочек: $62,4 \pm 13,3$ мкг/г и $60,5 \pm 19,3$ мкг/г ($p > 0,05$ (рис. 9, а). Концентрация меди составила $11,4 \pm 1,7$ мкг/г у мальчиков и $10 \pm 1,4$ мкг/г у девочек, что статистически не отличалось ($p > 0,05$),

в отношении элемента цинка разница между мальчиками и девочками недостоверна и равна $182,1 \pm 30,7$ мкг/г и $158,2 \pm 12,2$ мкг/г ($p > 0,05$).

Структурные свойства микроэлементов марганца, кобальта, хрома у мальчиков и девочек 10 лет показаны на рис. 9, б.

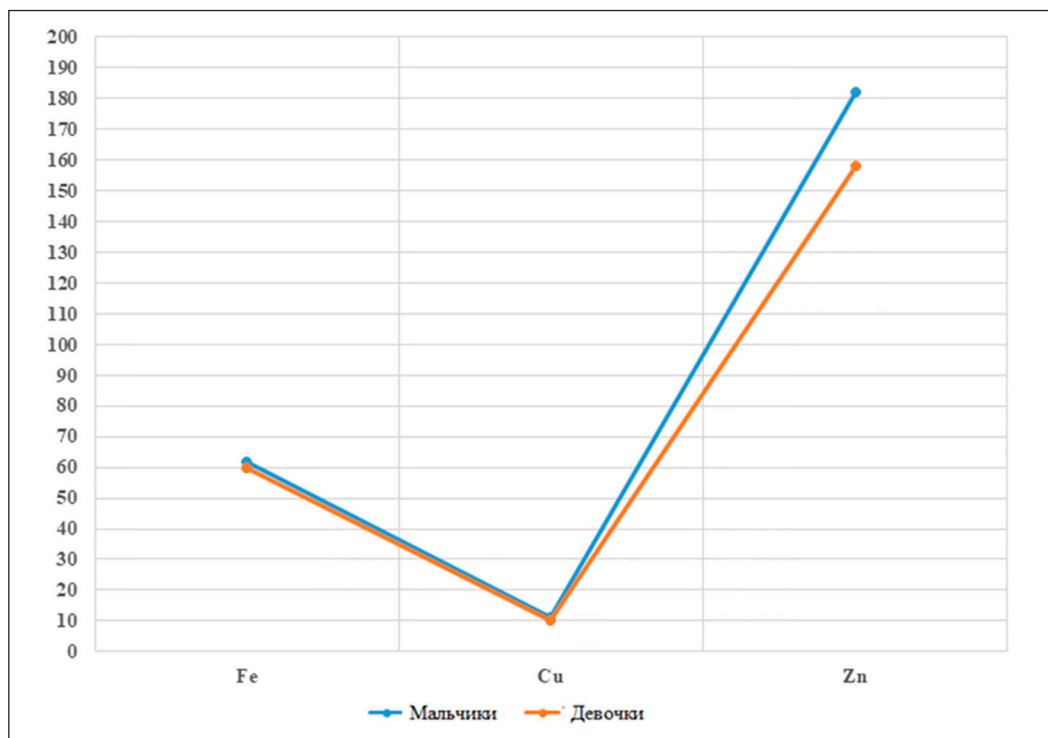


Рис. 9 (а). Сравнительные показатели микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 10 лет (мкг/г)

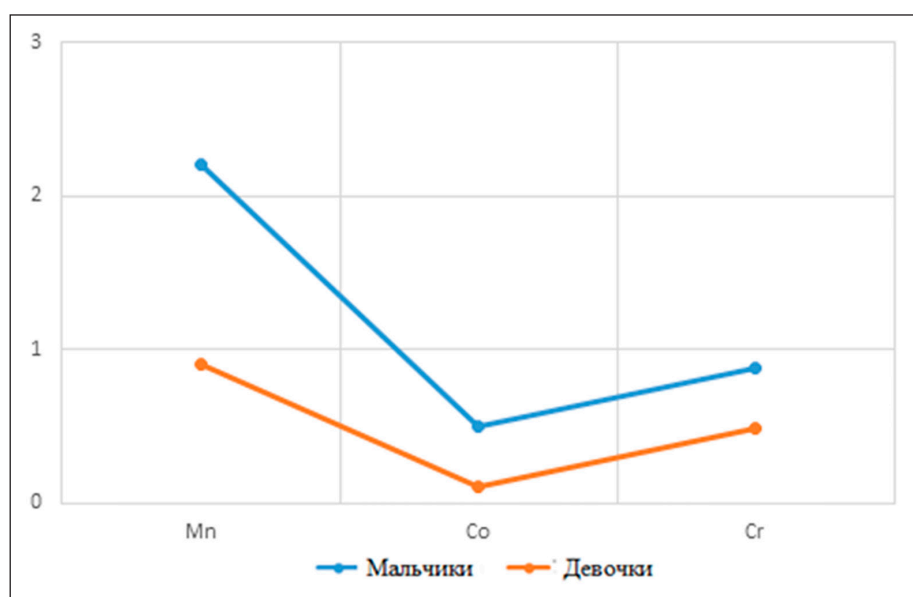


Рис. 9 (б). Структурные свойства микроэлементов марганца, кобальта, хрома из микроэлементов у мальчиков и девочек 10 лет (мкг/г)

Как видно из рис. 9, б, авторами установлена достоверная возрастная разница микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 10 лет: марганца у девочек 10 лет достоверно меньше по сравнению с мальчиками ($2,23 \pm 0,33$ мкг /г и $0,90 \pm 0,14$ мкг/г, $p < 0,001$). Статистической раз-

ницы между количествами кобальта и хрома нет ($0,50 \pm 0,21$ мкг/г, $0,099 \pm 0,038$ мкг/г; $0,88 \pm 0,2$ мкг/г и $0,49 \pm 0,086$ мкг/га, $p > 0,05$).

Количество железа в волосах мальчиков 11 лет статистически не отличалось от такового у девочек: $80,8 \pm 24,2$ мкг/г и $78,2 \pm 31,2$ мкг/г ($p > 0,05$ (рис. 10, а).

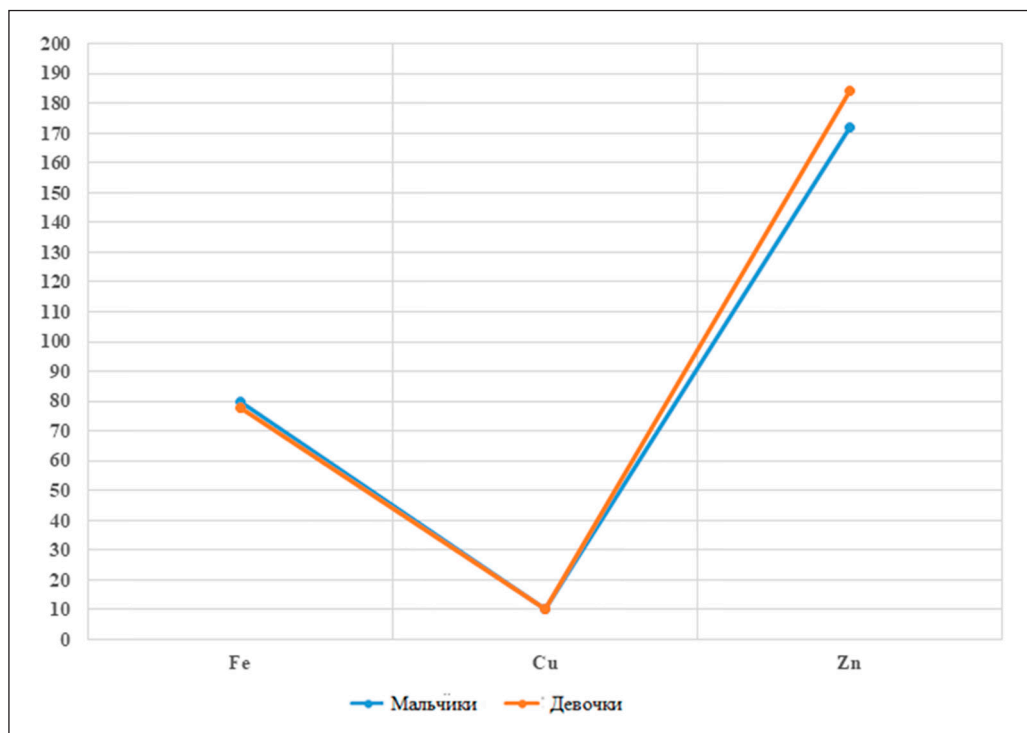


Рис. 10 (а). Сравнительные показатели микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 11 лет (мкг/г)

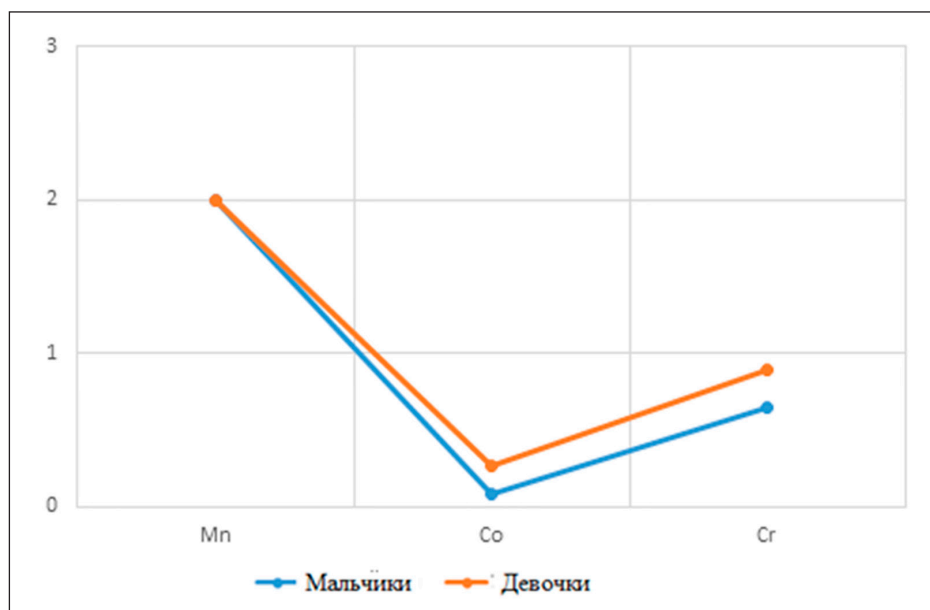


Рис. 10 (б). Сравнительные значения марганца, кобальта и хрома в волосах мальчиков и девочек 11 лет (мкг/г)

Концентрация меди составила у мальчиков $10,5 \pm 1,4$ мкг/г и $10,3 \pm 1,5$ мкг/г у девочек статистически не различалась ($p > 0,05$). В отношении элемента цинка, разница между мальчиками и девочками недостоверна – $177 \pm 19,7$ мкг/г и $184,5 \pm 20,9$ мкг/г ($p > 0,05$).

Структурные свойства микроэлементов марганца, кобальта, хрома у мальчиков и девочек 11 лет показаны на рис. 10, б.

Как видно из рис. 10, б, статистической разницы между марганцем и кобальтом в волосах мальчиков и девочек 11 лет

нет ($2,23 \pm 0,33$ мкг/г и $0,90 \pm 0,14$ мкг/г; $0,50 \pm 0,21$ мкг/г и $0,099 \pm 0,038$ мкг/г). Авторами установлено, что в 11 лет содержание хрома у девочек достоверно выше, чем у мальчиков ($0,65 \pm 0,028$ мкг/г против $0,89 \pm 0,26$ мкг/га, $p < 0,001$).

Заключение

Таким образом, анализ содержания макро- и микроэлементов в волосах мальчиков и девочек младшего школьного возраста, проживающих в Самаркандской области, показывает, что некоторые макроэлементы различаются в зависимости от возраста и пола. Среди макроэлементов имели достоверное различие только макроэлементы натрия в волосах мальчиков и девочек. Это объясняется потреблением ими меди через обогащенную пищу. Микроэлементы же имеют достоверную разницу у детей раннего возраста: марганца достоверно меньше у девочек по сравнению с мальчиками в 10 лет и хрома достоверно больше у девочек, чем у мальчиков в 7 и 11 лет. Эта разница может быть обусловлена пищевыми и биогеохимическими характеристиками. Данные показатели можно принять в качестве нормативных показателей количества макро- и микроэлементов в волосах мальчиков и девочек 7–11 лет, проживающих в этом регионе.

Список литературы

1. Бакаева Е.А., Еремейшвили А.В. Содержание некоторых микроэлементов в биосубстратах детей дошкольного возраста в условиях Европейского Севера России // Экология человека. 2016. № 4. С. 26–31.
2. Расулов С.К., Бобомуратов Т.А., Джураева З.А. Медико-социальная охрана материнства и детства с учетом дефицита микронутриентов: нутриционная поддержка и профилактика. Кишинев (Молдова): Lamdert academic Publishing, 2022. С. 198–199.
3. Rasulov S.Q., Turamkulov Sh.N., Rajabov A.E., Aminjonov Sh.A. Nutritional Support in the Prevention of Micronutrient Deficiency with Fruit and Fruit Products in Children // Bulletin of Pure and Applied Science Zoology (Animal Science). 2023. Vol. 42A, Is. 1. P. 29–36.
4. Луговая Е.А., Степанова Е.М. Референсные значения химических элементов в волосах у детей и подростков г. Магадана // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2016. № 2. С. 178–184.
5. Горбачев А.Л., Луговая Е.А., Степанова Е.М. Микроэлементный профиль людей старческого возраста европейского и азиатского Севера России // Гигиена и санитария. 2016. № 5. С. 432–439.
6. Данилова Е.А., Осинская Н.С., Хусниддинова С.Х., Ахмедов Я.А. Элементный состав волос – индикатор природно-техногенной обстановки Ташкентской области // Микроэлементы в медицине. 2021. № 3. С. 24–32.
7. Султанова Ф., Инакова В., Умарова М., Махсудова К. Микроэлементы и их физиологическое значение для организма детей и подростков // Международный журнал научной педиатрии. 2023. № 2 (6). С. 239–243.
8. Цикуниб А.Д., Алимханова А.Х., Шартан Р.Р., Езлю Ф.Н., Демченко Ю.А. Обеспеченность кальцием девочек-подростков и сахарозо-лактозный дисбаланс в питании // Вопросы питания. 2022. Т. 91, № 4. С. 64–72.
9. Вавилина Е.Д., Никитина Е.В., Макшанова Г.П., Федорова Ю.С. Влияние дефицита некоторых микроэлементов на детский организм / Интеграция теории и практики в медицине: достижения и перспективы: Сборник научных статей. Кемерово, 2024. С. 81–91.
10. Саидова Г.Т., Сайфуллаева С.Г., Борибоев У.Ф. Биологическое значение важных микроэлементов, таких как цинк, йод, железо, в организме человека // Журнал исследований травм и инвалидности. 2024. Т. 3, № 2. С. 433–435.
11. Щетинина С.Ю. Значение минеральных веществ для здоровья человека // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2024. Vol. 4–4 (91). С. 27–31.

УДК 576.895.421

**ФАУНА КЛЕЩЕЙ РОДА *RHIPICEPHALUS* KOCH., 1844
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА УЗБЕКИСТАНА И ВЛИЯНИЕ
ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ИХ ОНТОГЕНЕЗ**

Шапаотов Р.К., Мирзаева А.У.

*Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент,
e-mail: shapaotov1994@gmail.com, mirzaieva_a.u@mail.ru*

Целью исследования является определение видового состава клещей рода *Rhipicephalus* у сельскохозяйственных животных северо-восточного региона Узбекистана. Исследовательские работы проводились в весенний, летний и осенний сезоны 2021–2023 гг. в фермерских и личных подсобных хозяйствах. Всего исследовано 6023 особи сельскохозяйственных животных, с них собрано 16108 экземпляров клещей рода *Rhipicephalus*, следующих видов: *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus*, *Rhipicephalus rossicus*, *Rhipicephalus pumilio*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus schulzei* и *Rhipicephalus annulatus*. По количеству проб клещей, собранных от животных в ходе исследования, было отмечено численное превосходство вида *R. sanguineus*. Заражение животных клещами связано с повышением температуры воздуха. Пик зараженности клещами приходится на май, а самые низкие показатели наблюдаются в сентябре. В ходе исследования были изучены биологические особенности видов *R. sanguineus* и *R. turanicus*. Наевшись кровью, самки клещей покидают тело хозяина, прячутся в трещинах стен, камнях, и начинается период перед откладкой яиц. По соотношению полов личинок – самок было много, а особой мужского пола отмечено меньше.

Ключевые слова: *Rhipicephalus*, клещ, личинка, нимфа, имаго, Узбекистан

**FAUNA OF TICKS OF THE GENUS *RHIPICEPHALUS* KOCH., 1844
OF THE NORTH-EASTERN REGION OF UZBEKISTAN AND THE INFLUENCE
OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THEIR ONTOGENESIS**

Shapaotov R.K., Mirzaeva A.U.

*Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent,
e-mail: mirzaieva_a.u@mail.ru, shapaotov1994@gmail.com*

The aim of the study is to determine the species composition of ticks of the genus *Rhipicephalus* in farm animals of the north-eastern region of Uzbekistan. The research was carried out in spring, summer and autumn seasons of 2021–2023 in farms and private farms. A total of 6023 farm animals were examined and 16108 specimens of ticks of the genus *Rhipicephalus*, of the following species were collected from them: *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus*, *Rhipicephalus rossicus*, *Rhipicephalus pumilio*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus schulzei* and *Rhipicephalus annulatus*. A numerical superiority of the *R. sanguineus* species was noted in terms of the number of tick samples collected from animals during the study. Tick infestation of animals was associated with an increase in air temperature. In turn, the peak of tick infestation occurs in May and the lowest rates were observed in September. The study examined the biological characteristics of *R. sanguineus* and *R. turanicus* species. Having fed on blood, female ticks leave the host's body, hide in cracks of walls, stones, and the period before laying eggs begins. According to the sex ratio, female larvae were abundant, while males were less abundant.

Keywords: *Rhipicephalus*, tick, larva, nymph, imago, Uzbekistan

Введение

Клещи семейства Ixodidae широко распространены во всем мире, являются транзитными облигатными гематофагами и считаются одними из эктопаразитов позвоночных животных [1]. Переносчики многих инфекционных и паразитарных заболеваний, клещи привлекают внимание зоологов, паразитологов, ветеринарных и медицинских специалистов [2]. Основным содержанием большого количества работ, выполненных исследователями ряда научных и образовательных учреждений мира, является разработка различных аспектов участия кровососущих клещей Ixodidae в распространении трансмиссивных возбудителей среди животных и человека и способов защиты от их нападения [3]. Клещи являются основным ис-

точником инфекционных заболеваний, таких как риккетсиоз и конго-крымская геморрагическая лихорадка, и эти заболевания сегодня считаются одной из важнейших проблем общественного здравоохранения. Клещи рода *Rhipicephalus*, относящиеся к семейству Ixodidae, являются важными переносчиками риккетсиозов в нашей стране [4]. Клещи рода *Rhipicephalus* широко распространены во всем мире и, как установлено, паразитируют на многих сельскохозяйственных животных и ежегодно наносят значительный экономический ущерб [5]. За последние годы в мировой фауне зарегистрировано 82 вида клещей рода *Rhipicephalus* [6].

Цель исследования – определение разнообразия видов *Rhipicephalus*, влияния факторов окружающей среды и процесса

воспроизводства доминирующих видов у сельскохозяйственных животных северо-восточного региона Узбекистана.

Материалы и методы исследования

В течение 2022–2024 гг. проведены исследовательские работы в весенний, летний и осенний сезоны года в фермерских и личных подсобных хозяйствах, расположенных в Бекабадском, Бокинском, Бостонликском, Чинозском, Ортачирчикском, Охангаронском, Акгоргонском, Паркентском, Пискентском, Кибрайском, Куйичирчикском, Янгильском, Уренчирчикском, Зангиатинском районах Ташкентской области; в Попском районе Наманганской области и Боёвутском, Гулистанском, Сайхунабадском, Сырдарьинском районах Сырдарьинской области, всего обследовано 6023 животных (рис. 1). В частности, маршрутным и стационарным методами собрано 16108 проб клещей рода *Rhipicephalus* от 1111 экз. *Bos taurus* (крупный рогатый скот), 188 экз. *Equus caballus* (лошадь), 3485 экз. *Ovis aries* (овца), 1091 экз. *Capra hircus* (коза) и 148 экз. *Canis lupus familiaris* (собака). Видовой состав клещей был идентифицирован на основе определителя Walker et al., 2003 [7, с. 149–221].

Результаты исследования и их обсуждение

По данным проведенных исследований отмечено, что клещи *Rhipicephalus*, в том числе *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille 1806), *Rhipicephalus turanicus* (Pomerantzev 1940), *Rhipicephalus rossicus* (Yakimova 1911), *Rhipicephalus pumilio* (Schulze 1935), *Rhipicephalus bursa* (Canestrini and Fanzago 1878), *Rhipicephalus schulzei* (Olenev 1929), *Rhipicephalus annulatus* (Say 1821) обнаружены у сельскохозяйственных животных (крупный рогатый скот, лошади, овцы, козы, собаки) на изучаемых территориях. Среди представителей этого рода в работах Расулова (2007) перечислены виды *R. turanicus*, *R. rossicus*, *R. pumilio*, *R. leporis*, *R. schulzei* [8]. По данным исследований Сафарова и др. (2023), на территории нашей республики у домашних и диких животных отмечены виды клещей *R. sanguineus*, *R. turanicus*, *R. pumilio*, *R. bursa* [9]. Кроме того, по показателям экстенсивной инвазии (ЭИ) у обследованных животных в ходе исследования выявлена у *Bos taurus* 34,02%, *Equus caballus* 38,29%, *Ovis aries* 57,01%, *Capra hircus* 47,02%, *Canis lupus familiaris* 42,56% (рис. 2).

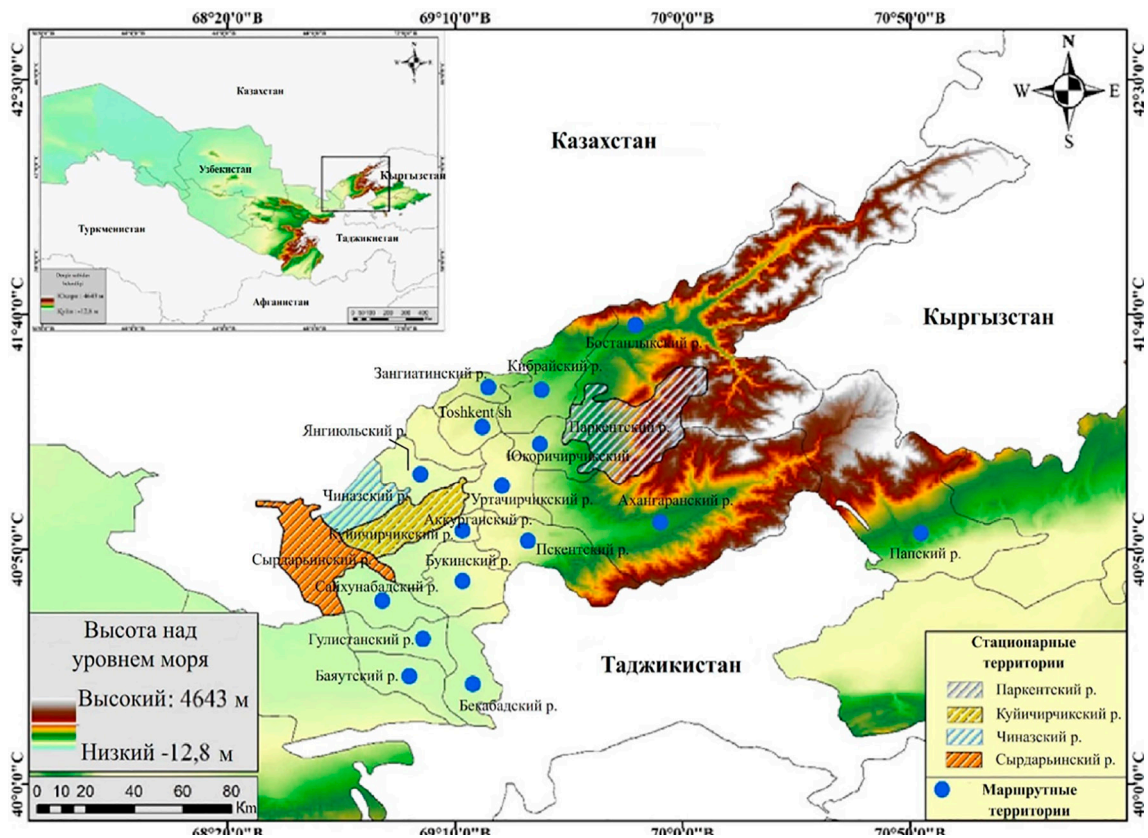


Рис. 1. Районы исследований (Ташкентская, Сырдарьинская и Наманганская области)

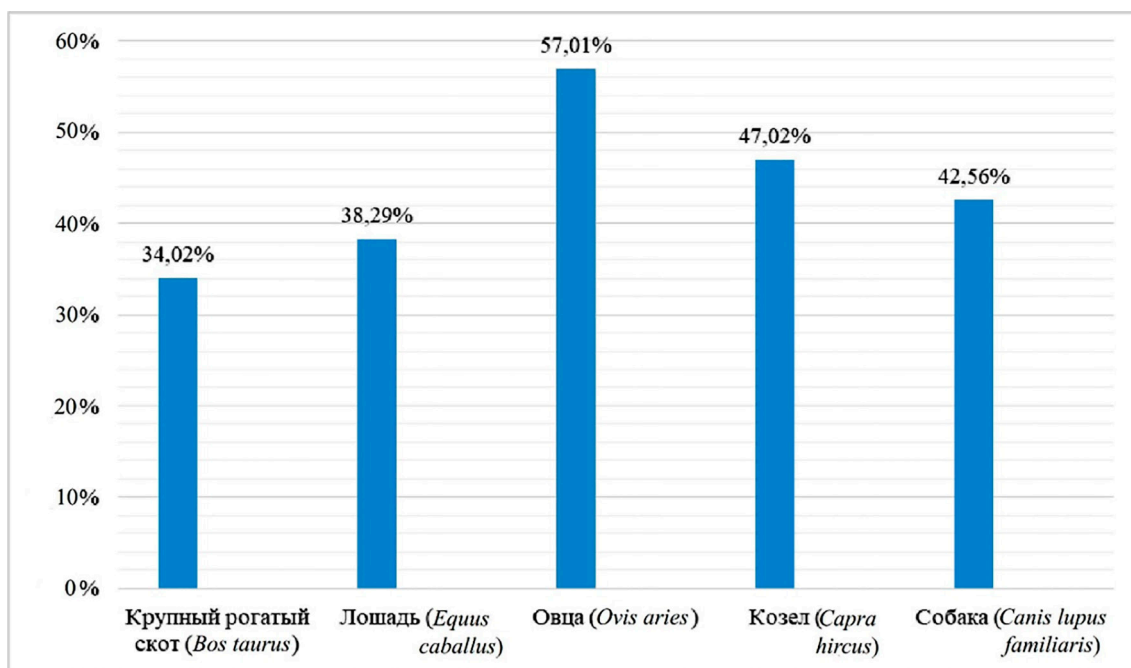


Рис. 2. Показатели зараженности сельскохозяйственных животных клещами рода *Rhipicephalus* (ИЭ)

По количеству проб клещей, собранных от животных в ходе исследования, было отмечено численное превосходство вида *R. sanguineus*. В частности, установлено, что этот вид составляет 50,6% от общего количества собранных клещей. В этом же ряду *R. turanicus* составляет 31,7%, *R. rossicus* 8,7%, *R. pumilio* 2,7%, *R. bursa* 1,6%, *R. schulzei* 0,2% и *R. annulatus* 4,5% (табл. 1).

Следует отметить, что органы обоняния и чувств у клещей рода *Rhipicephalus* развиты очень хорошо, а к органам чувств относятся глаза, педипальпы и волоски на ногах. Клещ ищет своего хозяина с помощью органов чувств и действует как паразит. Заражение животных клещами связано с повышением температуры воздуха весной.

В частности, в конце первой декады апреля, когда температура воздуха достигает 23–24 °С днем и 12–18 °С ночью, на теле животных можно наблюдать клещей. Средняя дневная температура в мае составляет 26–30 °С, при этой температуре увеличивается количество клещей на теле животных. В июне и июле температура воздуха ночью около 22–24 °С, днем повышается до 37–41 °С, при этом количество клещей на теле животных уменьшается.

Прохладный воздух поступает в августе, температура воздуха днем 28–32 °С, ночью кратковременно 16–19 °С и выше, было замечено, что количество клещей на теле

животных на исследованных участках стало увеличиваться. В сентябре дневная температура составляла 27–30 °С, а ночью опускалась до 14–18 °С, на телах животных обнаруживалось небольшое количество этих видов клещей.

Из общего количества клещей, собранных от животных за время исследования, в апреле было собрано 3168 экз., 19,2%; в мае 6961 экз., 42,2%; в июне 3831 экз., 23,2%; в июле 1125 экз., 6,8%; в августе 1302 экз., 7,9%; и в сентябре 91 экз., 0,6% (рис. 3).

По результатам наблюдения, температура выше 32–34 °С является неблагоприятной средой для клещей рода *Rhipicephalus*, и при этой температуре клещи покидают домашний скот и прячутся в прохладных и защищенных местах (между трещинами стен, в остатках растений).

В ходе исследования были изучены биологические особенности видов *R. sanguineus* и *R. turanicus*. В частности, после отделения женских особей *R. sanguineus* от тела хозяина их помещали в отдельные чашки Петри в лабораторных условиях и определяли массу их тела с помощью электронных весов (Аналитик-FA2204N), их вес варьировал от 38 до 261 мг (в среднем до 157,9 мг). Было замечено, что эти особи живут в лабораторных условиях при температуре 26–28 °С, а период до откладки яиц колеблется от 4 до 7 дней и составляет в среднем 5,8 дней.

Таблица 1
Распространенность клещей рода *Rhipicephalus* у сельскохозяйственных животных северо-восточного региона Узбекистана

Всего исследовано видов животных	Виды клещей														Общее количество клещей
	<i>R. sanguineus</i>		<i>R. turanicus</i>		<i>R. rossicus</i>		<i>R. pumilio</i>		<i>R. bursa</i>		<i>R. schulzei</i>		<i>R. annulatus</i>		
	количество	%	количество	%	количество	%	количество	%	количество	%	количество	%	количество	%	
<i>Bos taurus</i>	1225	48,9	867	34,7	186	7,4	100	3,9	–	–	–	–	123	4,9	2501
<i>Equus caballus</i>	351	62	163	28,8	44	7,8	–	–	8	1,4	–	–	–	–	566
<i>Ovis aries</i>	5309	50,3	3212	30,4	948	8,9	262	2,5	202	1,9	16	0,15	607	5,8	10556
<i>Capra hircus</i>	1008	48	739	35,2	227	10,8	75	3,6	42	2	9	0,42	–	–	2100
<i>Canis lupus familiaris</i>	257	66,7	128	33,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	385
Всего:	8150	50,6	5109	31,7	1405	8,7	437	2,7	252	1,6	25	0,2	730	4,5	16108

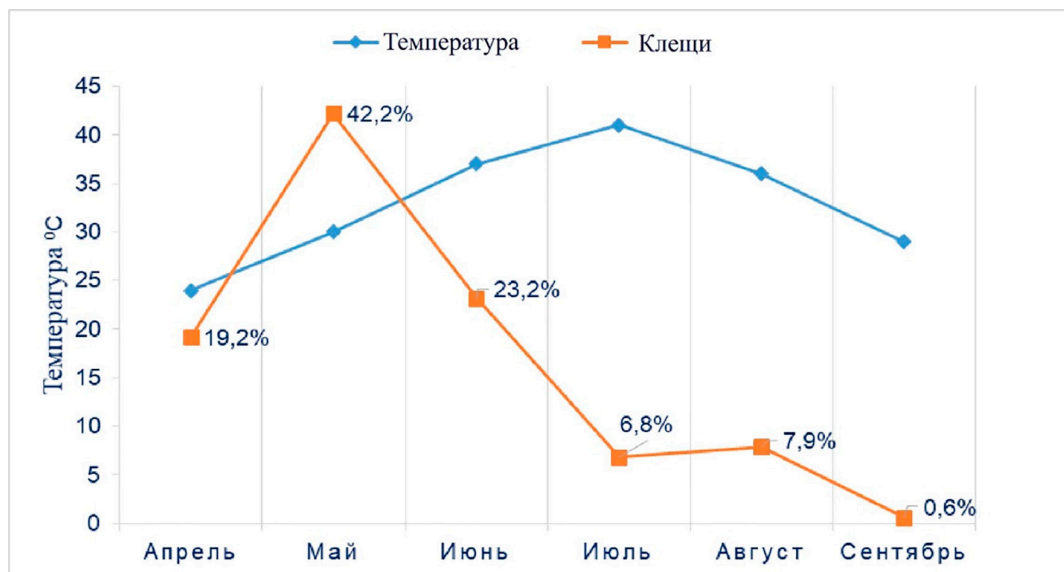


Рис. 3. Сезонная динамика численности клещей рода *Rhipicephalus*

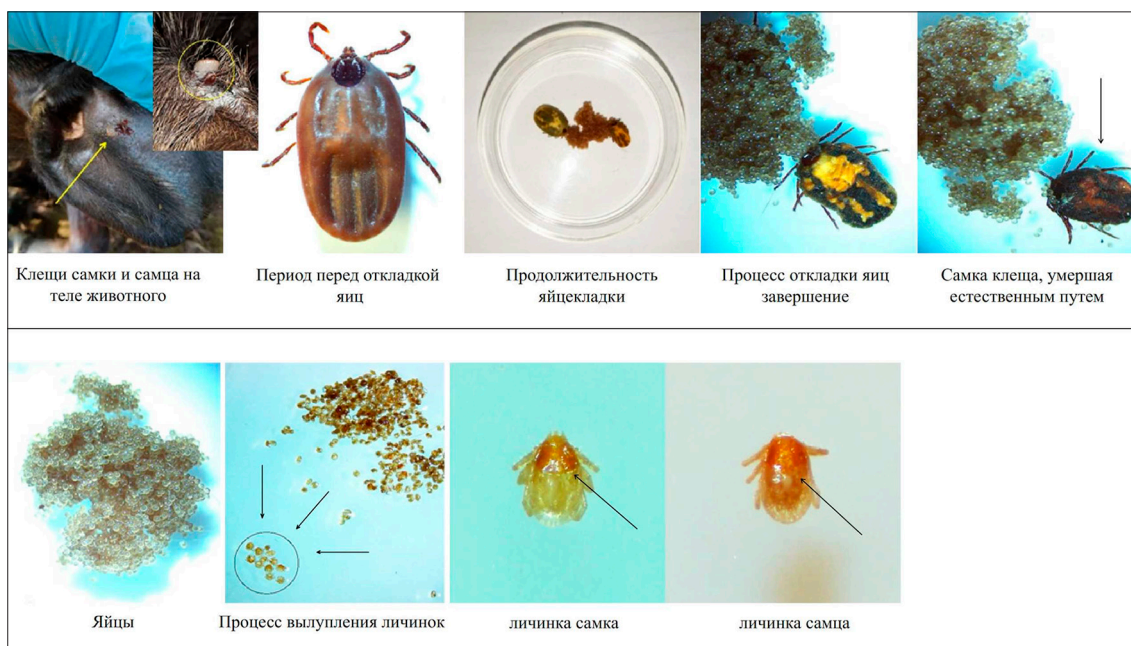


Рис. 4. Размножение видов *Rhipicephalus sanguineus* в лабораторных условиях

Продолжительность откладки яиц длится 9–16 (в среднем 12,6) дней, в течение которых самки клещей откладывают от 234 до 1702 (в среднем 984,6) яиц, а затем наблюдаются случаи естественной гибели. Было отмечено, что яйца шаровидные, светло-коричневые, прозрачные, вылупление личинок происходит в течение 19–27 (в среднем 23,3) дней (рис. 4).

Кроме того, наблюдался инкубационный период яиц, в течение которого количество погибших личинок составляло в среднем

35,2%, а количество выживших личинок – 64,8%. По соотношению полов личинок самки были более многочисленны – 59,8%, а особи мужского пола отмечены в 40,2% (табл. 2).

Масса тела самок *Rhipicephalus turanicus* колеблется от 53 мг до 259 мг (в среднем 149,1 мг), а различная их масса связана с количеством питания. У этих особей период перед откладкой яиц длился от 4 до 9 дней (в среднем 6,8 дня), после чего откладка яиц продолжалась от 11 до 16 дней (в среднем 13,7 дня).

Таблица 2

Биологические показатели клещей *Rhipicephalus sanguineus*

№	Вес самок мг	Яйца количество	Вылупившиеся личинки		Невылупившиеся яйца		Половое соотношение личинок			
			количество	%	количество	%	самки		самцы	
							количество	%	количество	%
1	38	234	172	73,5	62	26,5	98	59,9	74	43
2	47	287	205	71,4	82	28,6	119	58	86	41,9
3	131	901	594	65,9	307	34	362	60,9	232	39
4	195	1000	659	65,9	341	34,1	387	58,7	272	41,3
5	261	1702	1071	62,9	631	37,1	654	61,1	417	38,9
6	193	1000	646	64,6	354	35,4	392	60,7	254	39,3
7	152	950	625	65,7	325	34,2	360	57,6	265	42,4
8	257	1701	1050	61,7	651	38,3	629	59,9	421	40,1
9	223	1500	953	63,5	547	36,5	576	60,4	377	39,5
10	82	571	407	71,3	164	29,9	237	58,1	170	41,8
с/к	157,9	984,6	638,2	64,8	346,4	35,2	381,4	59,8	256,8	40,2

Примечание: с/к – среднее количество.

Таблица 3

Биологические показатели клещей *Rhipicephalus turanicus*

№	Вес самок мг	Яйца количество	Вылупившиеся личинки		Невылупившиеся яйца		Половое соотношение личинок			
			количество	%	количество	%	самки		самцы	
							количество	%	количество	%
1	53	325	246	75,7	79	24,3	142	57,7	104	42,3
2	91	415	314	75,7	101	24,3	190	60,5	124	39,5
3	114	502	361	71,9	141	28,1	217	60,1	144	39,9
4	193	900	633	70,3	267	29,7	387	61,1	246	38,9
5	259	1447	961	66,4	486	33,6	596	62	365	37,9
6	131	960	662	68,9	298	31	398	60,1	264	39,9
7	247	1350	904	66,9	446	33	539	59,6	365	40,4
8	147	1000	674	67,4	326	32,6	395	58,6	279	41,4
9	134	980	656	66,9	324	33,1	398	60,7	258	39,3
10	122	878	619	70,5	259	29,5	357	57,7	262	42,3
с/к	149,1	875,7	603	68,8	272,7	31,1	361,9	60	241,1	39,9

Примечание: с/к – среднее количество.

Замечено, что самки клещей откладывают от 325 до 1447 яиц (в среднем 875,7). Для вылупления личинок из яиц требовалось от 23 до 29 (в среднем 25,9) дней. При этом наблюдался инкубационный период яиц, при котором количество погибших личинок составило 31,1%, а количество выживших личинок – 68,8%. Отмечено, что по соотношению полов личинок самки были более многочисленны – 60%, а самцы – 39,9% (табл. 3).

Наевшись кровью, самки клещей покидают тело хозяина, прячутся в трещинах стен, камнях, и начинается период перед откладкой яиц. Отмечается, что этот процесс длится от 3 до 14 дней [10, 11]. Продолжительность откладки яиц составляет 16–18 дней, в течение которых самки клещей откладывают от 1500 до 4000 яиц, затем наблюдаются случаи естественной гибели [12].

Заключение

В фауне северо-восточного региона Узбекистана отмечено 7 видов, относящихся к роду *Rhipicephalus*: *R. sanguineus*, *R. turanicus*, *R. pumilio*, *R. bursa*, *R. rossicus*, *R. schulzei* и *R. annulatus*. Зарегистрирована зараженность сельскохозяйственных животных клещами: *Bos taurus* – 34,02%, *Ovis aries* – 57,01%, *Capra hircus* – 47,02%, *Equus caballus* – 38,29%, *Canis lupus familiaris* – 42,56%. Этот процесс связан с повышением температуры воздуха. Из общего количества клещей, собранных от животных за время исследования, в апреле было собрано 3168 экз., 19,2%; в мае 6961 экз., 42,2%; в июне 3831 экз., 23,2%; в июле 1125 экз., 6,8%; в августе 1302 экз., 7,9%; и в сентябре 91 экз., 0,6%. Установлено, что продолжительность яйцекладки видов *R. sanguineus* и *R. turanicus* в лабораторных условиях при температуре 26–28 °C составляет 12–14 дней, а среднее количество яиц – 984,6 и 875,7. По соотношению полов личинок самки были более многочисленны – 59,8%, а особи мужского пола отмечены в 40,2%.

Список литературы

1. Krishna T.A., Chithra N.D., Deepa P.E., Darsana U., Sreelekha K.P., Juliet S., Nair S.N., Ravindran R., Kumar K.G., Ghosh S. Acaricidal activity of petroleum ether extract of leaves of *Tetragium leucostaphyllum* (Dennst.) Alston against *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* // Scientific World Journal. 2014. № 2. P. 1–6.
2. Perumalsamy N., Sharma R., Subramanian M., Nagara-ja Sh.A. Hard Ticks as Vectors: The Emerging Threat of Tick-Borne Diseases in India // Pathogens. 2024. № 13 (7). С. 556.
3. Okely M., Anan R., Gad-Allah S., Samy A.M. Hard ticks (Acari: Ixodidae) infesting domestic animals in Egypt: diagnostic characters and a taxonomic key to the collected species // Medical and veterinary entomology. 2021. № 35 (3). P. 333–351.
4. Yarmukhamedova N.A., Mirzaeva A.U., Akramova F.J. Distribution of channel rickettsia in different regions of Samarkand region // Journal of Biomedicine and Practice. Tashkent. 2022. № 2. P. 447–452.
5. Yuan-Ping Deng, Jia-Ning Yi, Yi-Tian Fu, Yu Nie, Yu Zhang, Guo-Hua Liu. Comparative analyses of the mitochondrial genomes of the cattle tick *Rhipicephalus microplus* clades A and B from China // Parasitol Res. 2022. № 121 (6). P. 1789–1797.
6. Guglielmone A.A., Robbins R.G., Apanaskevich D.A., Petney T.N., Estrada-Peña A., Horak I.G. The hard ticks of the world (Acari: Ixodida: Ixodidae) // Springer, Dordrecht. 2014. № 46. 738 p.
7. Walker A.R., Bouattour A., Camicas J.L., Estrada-Peña A., Horak I.G., Latif A.A., Pegram R.G., Preston P.M. Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species // Bioscience reports. Edinburgh, 2003. P. 149–221.
8. Rasulov I. Tick status in Central Asia with a special emphasis on Uzbekistan // Parasitol Res, Berlin. 2007. № 2. P. 183–186.
9. Safarov A., Nasreen N., Akramova F., Djabbarov Sh., Mirzaeva A., Esonboev J., Azimov J., Ben said M. First Report on Ticks, Mites, and Other Ectoparasites Infesting Carnivorous Mammals in Uzbekistan // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2023. № 8. P. 1297–1306.
10. Lord C.C. Brown Dog Tick, *Rhipicephalus sanguineus* Latreille (Arachnida. Acari. Ixodidae) // U Fla Extension. 2018. № 4. P. 1–5.
11. Yuexun Tian, Caitlin E. Taylor, Cynthia C. Lord, and Phillip E. Kaufman. Evidence of Permethrin Resistance and Fipronil Tolerance in *Rhipicephalus sanguineus* s. l. (Acari: Ixodidae) Populations From Florida and California // Journal of Medical Entomology. 2023. № 2. P. 412–416.
12. Tucker N.S.G., Weeks L. Beati, Kaufman P.E. Prevalence and distribution of pathogen infection and permethrin resistance in tropical and temperate populations of *Rhipicephalus sanguineus* s. l. collected worldwide // Med. Vet. Entomol. 2021. № 35. P. 147–157.