НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES

№ 1 2025

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 Chapaev V.I. str.
Editorial address: 410035, Saratov, 5 Mamontovoi str.

Подписано в печать 31.03.2025
Дата выхода номера 30.04.2025
Формат 60×90 1/8

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

Signed in print 31.03.2025
Release date 30.04.2025
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 2025/1
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

https://science-biology.ru

2025 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. (Пущино), 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. Брилль Г.Е. (Саратов), д.б.н., проф. Буданцев А.Ю. (Пущино), д.б.н., проф. Бударков В.А. (Вольгинский), д.б.н., проф. Ворсанова С.Г. (Москва), д.м.н. Гансбургский А.Н. (Ярославль), д.б.н. Гемеджиева Н.Г. (Алматы), д.м.н., проф. Герасимова Л.И. (Чебоксары), д.б.н., доцент Годин В.Н. (Москва), д.б.н., проф. Гречитаева М.В. (Белгород), д.с.-х.н., к.б.н., проф. Дементьев М.С. (Ставрополь), д.м.н., доцент Евстропов В.М. (Ростов-на-Дону), д.м.н. Извин А.И. (Тюмень), д.б.н. Кавцевич Н.Н. (Мурманск), д.б.н., проф. Калаев В.Н. (Воронеж), д.м.н., к.т.н., проф. Кику П.Ф. (Владивосток), д.б.н., доцент Князева О.А. (Уфа), д.м.н. Косарева П.В. (Пермь), д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов), д.б.н. Лебедева С.Н. (Улан-Удэ), д.б.н., д.м.н. Медведев И.Н. (Москва), д.б.н. Мосягин В.В. (Курск), д.б.н. Околелова А.А. (Волгоград), д.с.-х.н., проф. Партоев Курбонали (Душамбе), д.б.н. Петраш В.В. (Санкт-Петербург), д.т.н. Похиленко В.Д. (Оболенск), д.м.н., проф. Пучиньян Д.М. (Саратов), д.б.н. Романова Е.Б. (Нижний Новгород), д.м.н. Самигуллина А.Э. (Бишкек), д.б.н., проф. Сафонов М.А. (Оренбург), д.м.н., проф. Сентюрова Л.Г. (Астрахань), д.б.н. Симонович Е.И. (Ростов-на-Дону), д.б.н. Смирнов А.А. (Магадан), д.б.н., проф. Соловых Г.Н. (Оренбург), д.м.н., проф. Сомова Л.М. (Владивосток), д.б.н., проф. Тамбовцева Р.В. (Москва), д.б.н., доцент Хацаева Р.М. (Москва), д.м.н., доцент Хворостухина Н.Ф. (Саратов), д.б.н. Хованский И.Е. (Хабаровск), д.б.н. Шабдарбаева Г.С. (Алматы), д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек), д.б.н., проф. Юров И.Ю. (Москва)

СОДЕРЖАНИЕ

Биологические науки

СТАТЬИ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ РОДА *MELOIDOGYNE* В ТАШКЕНТСКОМ ОАЗИСЕ И ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЕ

Саидова Ш.О., Азимов Д.А., Эгамберганова А.Ш., Ёркулов Ж.М., Арамова Г.Б., Матмуратова Г.Б. 5

Сельскохозяйственные науки

СТАТЬЯ

ПРОДУКТ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА НАЧАЛЬНЫЕ РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Синявская Т.А., Плаксин В.А. 11

Биологические науки

СТАТЬИ

УСИЛЕНИЕ АТТРАКТИВНЫХ СВОЙСТВ АНТИТЕРМИТНЫХ ПРИМАНОК

Хашимова М.Х., Ганиева З.А., Рустамов К.Ж., Холматов Б.Р., Ахмедов В.Н., Мирзаева Г.С. 17

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ, ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКАЯ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ *MESOCESTOIDES LINEATUS* (GOEZE, 1782), LARVAE (CESTODA: CYCLOPHYLLIDEA) В УЗБЕКИСТАНЕ

Алиев Ш.Т., Амиров О.О. 22

К ИЗУЧЕНИЮ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ЗЛАТОК ТРИБЫ *POECILONOTINI* (COLEOPTERA, BUPRESNIDAE) ФАУНЫ РОССИИ И СТРАН БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ

Зыков И.Е. 27

ИХТИОФАУНА РЕКИ ШАХРИХАНСАЯ: ВИДОВОЙ СОСТАВ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ

Мирзахалилов М.М., Мукимов М.А., Назаров М.Ш. 32

К ВОПРОСУ УСТАНОВЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ПОСТУПЛЕНИЯ ^{137}CS И ^{90}SR С РАЦИОНОМ В ОРГАНИЗМ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Епимахов В.Г. 38

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА РАЗЛИЧНОГО ДИАМЕТРА В ЯИЧНИКАХ КРЫС

Хмель А.О., Ахмадеев А.Р., Рябова Ю.В., Якупова Т.Г., Кулагин Е.А., Репина Э.Ф., Кудояров Э.Р., Каримов Д.О. 43

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРВИЧНОЙ ДИСМЕНОРЕИ

Патронова Е.К., Корнякова В.В. 48

CONTENTS

Biological sciences

ARTICLES

DISTRIBUTION OF SPECIES OF THE GENUS *MELOIDOGYNE* IN TASHKENT OASIS AND FERGANA VALLEY

Saidova Sh.O., Azimov D.A., Egamberganova A.Sh., Erkulov Zh.M., Aramova G.B., Matmuratova G.B. 5

Agricultural sciences

ARTICLE

PRODUCT OF BIOENERGY PROCESSING OF POULTRY LUNING AND ITS INFLUENCE ON INITIAL GROWTH PROCESSES SPRING WHEAT

Sinyavskaya T.A., Plaksin V.A. 11

Biological sciences

ARTICLES

STRENGTHENING THE ATTRACTIVE PROPERTIES OF ANTITERMITE LURES

Khashimova M.Kh., Ganieva Z.A., Rustamov K.Zh., Kholmatov B.R., Akhmedov V.N., Mirzaeva G.S. 17

MORPHOLOGICAL, EPIZOTOLOGICAL AND MOLECULAR-GENETIC CLASSIFICATION OF *MESOCESTOIDES LINEATUS* (GOEZE, 1782), LARVAE (CESTODA: CYCLOPHYLLIDEA) IN UZBEKISTAN

Aliev Sh.T., Amirov O.O. 22

TO STUDY THE TROPHIC RELATIONSHIPS OF THE JEWEL BEETLES *POECILONOTINI* TRIBE (COLEOPTERA, BUPRESNIDAE) OF THE FAUNA OF RUSSIA AND NEIGHBORING COUNTRIES

Zykov I.E. 27

ICHTHYOFAUNA OF THE SHAKHRIKHANSAY RIVER: SPECIES COMPOSITION AND BIOECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FISH

Mirzakhalilov M.M., Mukimov M.A., Nazarov M.Sh. 32

ON THE ISSUE OF ESTABLISHING THE MAXIMUM PERMISSIBLE LEVEL OF INTAKE OF ^{137}CS AND ^{90}SR INTO THE BODY OF RUMINANTS

Epimakhov V.G. 38

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF MICROPLASTIC PARTICLES OF VARIOUS DIAMETERS IN THE OVARIES OF RAT

Khmel A.O., Akhmadeev A.R., Ryabova Yu.V., Yakupova T.G., Kulagin E.A., Repina E.F., Kudoyarov E.R., Karimov D.O. 43

REVIEW

THE BIOCHEMICAL ASPECTS OF PRIMARY DYSMENORRHEA

Patronova E.K., Kornyakova V.V. 48

СТАТЬИ

УДК 595.132:582.796

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ РОДА *MELOIDOGYNE* В ТАШКЕНТСКОМ ОАЗИСЕ И ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЕ

[1]Саидова Ш.О., [1]Азимов Д.А., [1]Эгамберганова А.Ш., [1]Ёркулов Ж.М., [2]Арамова Г.Б., [3]Матмуратова Г.Б.

[1]Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, e-mail: saidova.shoira@gmail.com;
[2]Термезский государственный университет, Термез;
[3]Джизакский государственный педагогический университет, Джизак

Цель исследования – изучение распространения видов рода *Meloidogyne* Göeldi, 1887 в Ташкентском оазисе и Ферганской долине. Материалами исследования являются различные культурные растения, зараженные нематодами рода *Meloidogyne* и собранные в иследованном регионе в 2022–2024 гг. Было собрано 2840 проб растений и почвы для определения распространения и зараженности в тепличных условиях. Изучено распространение галловых нематод от общей площади исследованных подсобных хозяйств в Ташкентском оазисе и Ферганской долине. В Ташкентском оазисе самая низкая зараженность мелоидогинозом зарегистрирована в Букинском районе, а самый высокий показатель заражения – в Янгиюльском районе. В подсобных хозяйствах Ферганской долины самый низкий показатель зараженности соответствовал Риштанскому району, самый высокий показатель зарегистрирован в Алтиарикском районе. В результате выявлены четыре вида нематод – *M. arenaria, M. javanica, M. incognita* и *M. hapla*. Широко распростаненным видом в этих регионах оказалась арахисовая галловая нематода – *M. arenaria,* а меньше всего культурные растения заражены нематодой *M. javanica*. Впервые вид *M. hapla* отмечен в условиях закрытого грунта Узбекистана.

Ключевые слова: род *Meloidogyne*, нематода, зараженные растения, Ташкентский оазис, Ферганская долина

Настоящее исследование проведено в рамках проекта А-ФА-2021-501 «Разработка биопрепарата для борьбы с нематодами рода Meloidogyne – паразита овощных культур в условиях закрытого грунта» Института зоологии АН РУз.

DISTRIBUTION OF SPECIES OF THE GENUS *MELOIDOGYNE* IN TASHKENT OASIS AND FERGANA VALLEY

[1]Saidova Sh.O., [1]Azimov D.A., [1]Egamberganova A.Sh., [1]Erkulov Zh.M., [2]Aramova G.B., [3]Matmuratova G.B.

[1]Institute of Zoology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: saidova.shoira@gmail.com;
[2]Termez State University, Termez;
[3]Jizzakh State Pedagogical University, Jizzakh

The aim of the study is to investigate the distribution of species of the genus *Meloidogyne* Göeldi, 1887 of Tashkent oasis and Fergana valley. The materials of the study are various cultivated plants infested with nematodes of the genus *Meloidogyne* and collected in the studied region in 2022-2024. To determine the distribution and infestation under greenhouse conditions, 2840 plant and soil samples were collected. The distribution of root-knot nematodes from the total area of investigated subsidiary farms in Tashkent oasis and Fergana valley was studied. In Tashkent oasis the lowest infestation of meloidogynosis was registered in Buka district, and the highest infestation rate in Yangiyul district. In subsidiary farms of Fergana Valley, the lowest infestation rate corresponded to Rishtan district, and the highest rate was registered in Altiarik district. As a result, four nematode species were identified – *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. incognita* and *M. hapla*. The widespread species in these regions was the groundnut root-knot nematode, *M. arenaria*, and the lowest infestation of cultivated plants was recorded by *M. javanica*. *M. hapla* was recorded for the first time under indoor conditions in Uzbekistan.

Keywords: genus *Meloidogyne*, nematode, infested plants, Tashkent oasis, Fergana valley

This study was conducted within the framework of the project A-FA-2021-501 "Development of a biological product for the control of nematodes of the genus Meloidogyne – a parasite of vegetable crops in closed ground conditions" of the Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

Введение

Паразитические нематоды растений признаны одними из самых важных угроз для растениеводства. Потери урожая, связанные с заражением растений фитогельминтами, составляют от 78 до 128 млрд долл. США [1, с. 6–15]. Нематоды рода *Meloidogyne* являются наиболее патогенной группой, которые паразитируют в корнях растений в открытом и закрытом грунте. Они широко распространены в странах с тропическим и субтропическим климатом

и не только истощают растения, но и способствуют развитию вирусных, грибковых, а также бактериальных заболеваний [2, с. 5]. В Узбекистане в области сельского хозяйства особое внимание уделяется защите культурных растений и ликвидации наблюдаемых у них паразитарных болезней с целью повышения их урожайности [3; 4]. В связи с этим важны исследования по распространению, особенностям распределения видов нематод рода *Meloidogyne*.

Цель исследования – изучение распространения и распределения по растениям-хозяевам видов рода *Meloidogyne* исследуемой территории.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования являются культурные растения, которые заражены нематодами рода *Meloidogyne*, они были собраны в Пскентском, Куйи-Чирчикском, Урта-Чирчикском, Янгиюльском, Юкори-Чирчикском, Зангиатинском, Аккурганском, Паркентском, Букинском, Кибрайском районах Ташкентского оазиса; а также в Кувинском, Куштепинском, Риштанском, Алтыарыкском, Шахриханском, Бустанском, Асакинском, Булокбоши, Ходжабадском, Избосканском, Алтинкулском; Туракурганском, Чустском, Наманганском районах и городах Кувасой, Фергана и Маргилан Ферганской долины в 2022–2024 гг. Для определения распространения и зараженности в условиях закрытого грунта исследовано 2817 проб корней растений и прикорневой почвы. Наблюдения в полевых условиях проводились маршрутным и стационарным методами [5, с. 105–110], определение нематод производили согласно определителям [6].

Оценку экстенсивности инвазии растений нематодами рода *Meloidogyne* проводили известным методом [5, с. 105–110]. Количество зараженных растений на единицу площади определяли в процентах по следующей формуле:

$$S = (M / N) \times 100,$$

где S – распространенность мелоидогиноза в районе исследований (в %);

N – общее количество растений, визуально осмотренных в поле;

M – количество растений, зараженных нематодами в поле.

При заражении нематодами более 50% обследованных растений на изучаемой территории эту территорию относили к сильно зараженной. К умеренно зараженным – если заражено от 15 до 50% растений. Если зараженных растений менее 15%, то участки относили к слабозараженным. Интенсивность инвазии корней растений нематодой определяли по пятибалльной системе:

1 балл – если на корне растений наблюдаются одна или две галлы и корень поврежден до 10%;

2 балл – при заражении корня нематодой от 10 до 35%;

3 балл – если корень заражен нематодами от 35 до 70% и часть корня деформирована;

4 балл – более 70% корня покрыто галлами, большая его часть деформирована;

5 баллов – если нематодой заражен почти весь корень.

Для выделения личинок нематод использовали вороночный метод Бермана и инкубацию корней [5, с. 105–110]. С целью определения видового состава (по самкам) галловых нематод готовили временные и постоянные препараты [7, с. 26–27].

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты наблюдений показали, что негативное воздействие нематод на изучаемые растения отразилось на морфологических, анатомо-физиологических показателях растений (рис. 1).

Рис. 1. Корень огурца, зараженный галловой нематодой (Алтыарыкский район Ферганской области)

В результате проведенных исследований в теплицах фермерских и личных подсобных хозяйств следующих районов: Пскентский, Куйи-Чирчикский, Урта-Чирчикский, Янгиюлский, Юкори-Чирчикский, Зангиатинский, Аккурганский, Паркентский, Букинский, Кибрайский Ташкентского оазиса; а также в районах Кувинский, Куштепинский, Риштанский, Алтыарыкский, Шахриханский, Бустанский, Асакинский, Булокбоши, Ходжабадский, Избосканский, Алтинкулский; Туракурганский, Чустский, Наманганский и городах Кувасой, Фергана и Маргилан Ферганской долины иллюстрируют данные таблицы.

Распространение галловых нематод рода *Meloidogyne*

Название районов и фермерских хозяйств	Площадь исследуемого участка (га)	Зараженность		M. javanica	M. arenaria	M. incognita	M. hapla
		га	%				
Ташкентский оазис							
Пскентский, подсобное хозяйство	1,1	0,47	42,7	-	+	-	+
Пскентский, ф/х «Азимхужа Сохибкор»	1,7	0,68	40	-	+	-	+
Куйи-Чирчикский, подсобное хозяйство	2,3	1,0	43,5	-	+	+	-
Урта-Чирчикский, подсобное хозяйство	1,9	0,39	20,5	-	+	+	-
Янгиюльский, подсобное хозяйство	2,3	1,4	61	+	+	+	-
Юкори Чирчикский, ф/х «Бахористан»	2,1	0,72	34,3	-	+	-	+
Юкори-Чирчикский, подсобное хозяйство	1,8	0,76	42	-	+	-	+
Зангатинский, подсобное хозяйство	1,3	0,73	56,1	-	+	+	-
Аккурганский, подсобное хозяйство	2,4	1,0	41,7	-	+	+	-
Паркентский, подсобное хозяйство	1,4	0,4	29	+	-	-	+
Букинский, подсобное хозяйство	2,6	0,3	11,5	-	+	-	-
Кибрайский, подсобное хозяйство	3,4	1,7	50	-	+	+	-
Ферганская долина							
Кувинский, подсобное хозяйство	3,5	0,39	11	-	+	-	+
Кувасойский, ф/х «Исохонзода Ханифахон»	1,5	0,33	22	+	+	-	-
Кувасойский, подсобное хозяйство	2,4	0,48	20	+	+	-	-
Маргиланский, ф/х «Азиз Улуг Файз Макон»	1,8	0,63	35	-	+	+	-
Маргиланский, подсобное хозяйство	1,2	0,66	55	+	+	+	-
Ферганский, ф/х «Акбархожи Файз Таровати»	1,0	0,5	50	+	+	+	-
Ферганский, подсобное хозяйство	1,0	0,32	32	-	+	+	-
Куштепинский, подсобное хозяйство	1,2	0,18	15	-	+	-	-
Риштанский, ф/х «Гулшани»	2,3	0,4	17	-	+	+	-
Риштанский, подсобное хозяйство	0,8	0,1	12	-	+	+	-
Алтиарикский, подсобное хозяйство	4,6	3	65	+	-	-	+
Шахриханский, подсобное хозяйство	2,6	1,6	62	-	+	+	-
Бустанский, подсобное хозяйство	1,3	0,5	39	-	+	+	-
Асакинский, подсобное хозяйство	1,6	0,4	25	-	+	+	-
Булокбоши, подсобное хозяйство	1,2	0,32	27	-	+	-	+
Хужабадский, подсобное хозяйство	1,5	0,5	33	-	+	-	+
Избосканский, подсобное хозяйство	1,1	0,47	43	-	+	-	+
Алтинкулский, подсобное хозяйство	1,4	0,50	36	+	+	-	-
Туракурганский, подсобное хозяйство	2,8	1,2	43	-	+	+	-
Туракурганский, ф/х «Боги баланд»	3,0	1,4	47	-	+	+	-
Чустский, подсобное хозяйство	3,2	1,7	53	-	-	-	+
Наманганский, подсобное хозяйство	2,5	0,9	36	-	+	-	-

Исследовано 1,1 га личных подсобных хозяйств в Пскентском районе Ташкентской области, из них зараженная площадь составила 0,47 га (42,7%). В хозяйстве «Азимхужа Сохибкор» зараженность оказалась 0,68 га (40%) от общей площади. В этом регионе обнаружены 2 вида – *M. arenaria* и *M. hapla*.

В Куйи-Чирчикском районе зарегистрированы *M. arenaria* и *M. incognita*. А также в Урта-Чирчикском районе при проведении исследований личного подсобного хозяй-

ства зараженность составила 20,5 % площади и выявлены *M. arenaria* и *M. incognita*. В условиях закрытого грунта Янгиюльского района зараженность составила 61 %. В этом районе обнаружены три вида – *M. javanica*, *M. arenaria* и *M. incognita*.

В Юкори-Чирчикском районе оказались зараженными 34,3 % площади, а в подсобном хозяйстве 42 % и два вида – *M. arenaria*, *M. hapla*. В Зангиотском районе исследования проводились в личном подсобном хозяйстве, площадь заражения составляла 56,1 % от общей площади исследования, были оотмечены виды *M. arenaria* и *M. incognita*.

В Аккурганском районе исследования проводились в личном подсобном хозяйстве на площади 2,4 га, где площадь заражения – 1,0 га, что составляет 41,7 % от общей площади. Здесь были обнаружены *M. arenaria* и *M. incognita*.

В Букинском районе исследования проводились в личном подсобном хозяйстве на площади 2,6 га. Из них заражено 0,3 га, что составляет 11,5 % обследованной площади. В отличие от других районов исследований здесь был найден только вид *M. arenaria*.

Была изучена площадь 3,4 га исследуемой территории в районе Кибрай, и было отмечено, что 1,7 га площади заражены, что составляет 50 % от общей площади. Наблюдались виды корневых нематод *M. arenaria* и *M. incognita* (рис. 2) [8].

Аналогичные работы были проведены и в Ферганской долине. В результате исследования в подсобных хозяйствах общей площадью 3,5 га в Кувинском районе Ферганской области была установлена зараженность 0,39 га земельного участка (11 %). В этом районе встречаются нематоды *M. arenaria* и *M. hapla*. Так, в хозяйстве города Кувасой площадью 1,5 га зараженность нематодами составила 22 %, а в хозяйстве «Исохонзода Ханифахан» площадью 2,4 га – 20 %. В данном случае оказались заражены 0,33 и 0,48 га соответственно. В этих хозяйствах обнаружено 2 вида нематод – *M. javanica* и *M. arenaria.* Зараженность подсобных хозяйств в г. Маргилан составила 0,66 га (55 %). В них наблюдались виды *M. arenaria* и *M. incognita*.

В подсобном хозяйстве г. Фергана площадью 1 га зараженность нематодами составила 32 %, а в хозяйстве «Акбархожи Файз Таровати» с той же площадью – 50 %. В этих хозяйствах обнаружено 3 вида нематод – *M. javanica, M. incognita* и *M. arenaria.* Также были исследованы подсобные хозяйства Куштепинского района, заражено 15 %, Риштанского района заражено 17 и 12 % соответственно. Самый высокий показатель заражения, 65 %, среди изученных районов этой области зарегистрирован в Алтиарикском районе, причем в отличае от других районов обнаружена *M. hapla*.

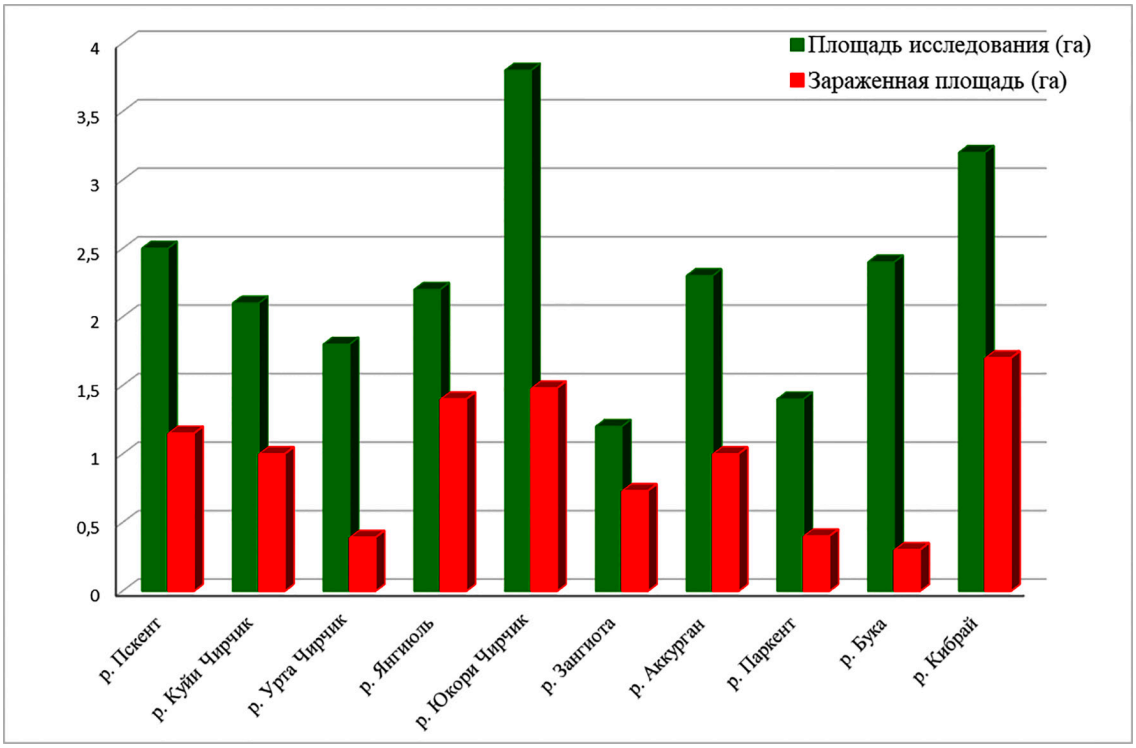


Рис. 2. Степень заражения территории Ташкентского оазиса нематодами рода Meloidogyne

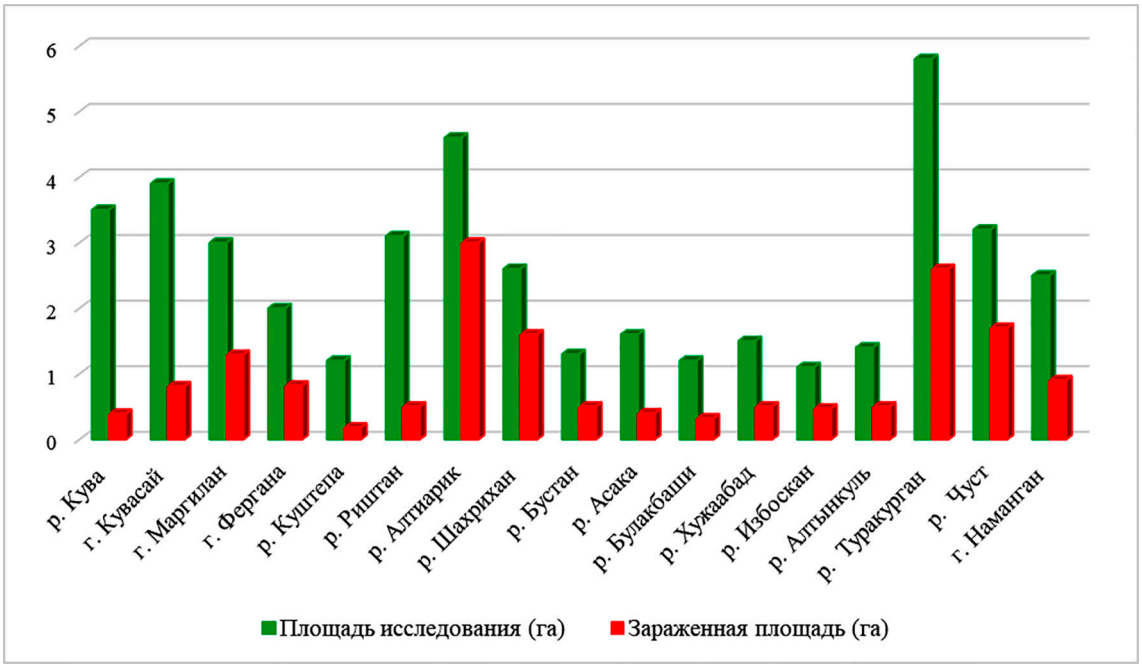


Рис. 3. Распространение нематод рода Meloidogyne в районах Ферганской долины

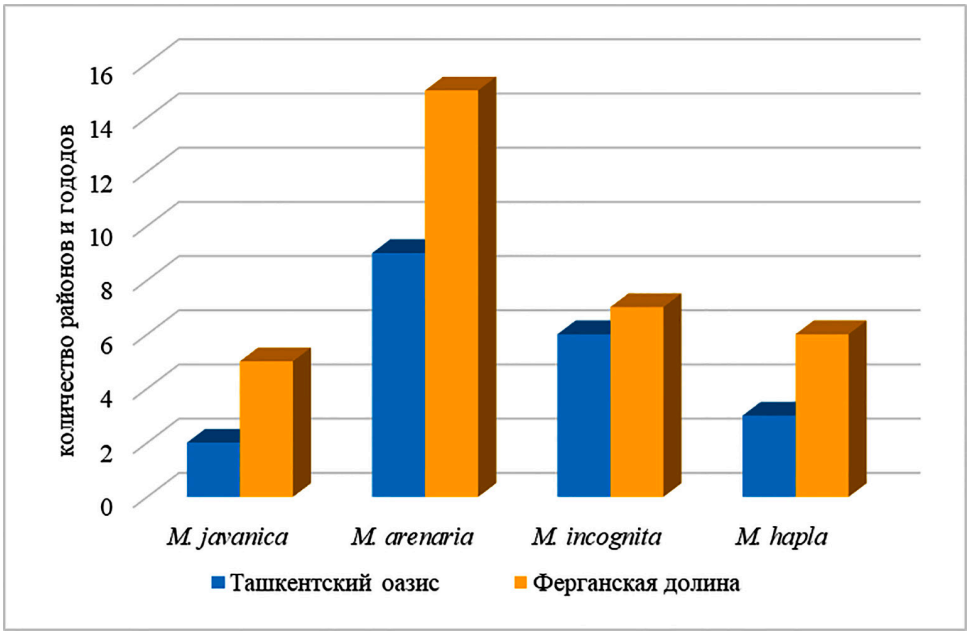


Рис. 4. Сравнительная характеристика распространения видов рода Meloidogyne Ташкентского оазиса и Ферганской долины

Наблюдения были продолжены в подсобных хозяйствах Шахриханского, Бустанского, Асакинского, Булокбоши, Хужаобадского, Избосканского, Алтинкулского районов Андижанской области, где в теплицах было выявлено 4 вида мелоидогин. Самый высокий показатель зараженности составлял 62% в Шахриханском, самый низкий процент, 25%, в подсобном хозяйстве Асакинского района.

В Туракургонском, Чустском, Наманганском районах Наманганской области зараженность галловыми нематодами составила от 36 до 53%. Зарегистрировано 3 вида – *M. arenaria, M. incognita* и *M. hapla.* Зараженность 43–47% в подсобных хозяйствах Туракурганского района (рис. 3).

Наиболее распространенным видом в Ташкентском оазисе является *M. arenaria*.

Также этот вид зарегистрирован как широко распространенный и в Ферганской долине. На следующем месте по встречаемости *M. incognita*, а затем *M. hapla*, хотя по последним данным этот вид нематоды встречался только в открытом грунте, но в авторских исследованиях он был зарегистрирован и в закрытом грунте в условиях Ташкентского оазиса и Ферганской долины (рис. 4). И на последнем месте *M. javanica*.

Некоторые виды рода *Meloidogyne* являются облигатными паразитами, которые живут в корнях растений среди широкого круга сельскохозяйственных культур, особенно вызывая резкое снижение урожайности, в основном в тропических и субтропических сельскохозяйственных районах. Род *Meloidogyne* состоит примерно из 100 видов, но наиболее экономически значимыми видами являются арахисовая нематода – *M. arenaria*, южная нематода – *M. incognita* и яванская нематода – *M. hapla*, а также менее встречающаяся – *M. javanica* [9, с. 63–66; 10].

Корневые галловые нематоды разрушают корневые клетки, что приводит к образованию галлов на корнях. Они повреждает сосудистые ткани, тем самым нанося вред перемещению воды и органических веществ. В растениях проявляются признаки дефицита органических веществ: пассивный рост, пожелтевшие листья, а также увядание растения. Вследствие этого урожайность растений в разы сокращается, около 50–80 % [11].

Заключение

В Ташкентском оазисе самая низкая зараженность мелоидогинозом зарегистрирована в Букинском районе – 12,5 %, а самый высокий показатель заражения, 64 %, в Янгиюльском районе. В подсобных хозяйствах Ферганской долины самый низкий показатель зараженности в Риштанском районе – 12 %, самый высокий показатель заражения видами рода *Meloidogyne*, 65 %, зарегистрирован в Алтиарикском районе. Наиболее распространенным видом в Ташкентском оазисе является *M. arenaria*. Также этот вид зарегистрирован как широко распростаненный и в Ферганской долине. На следующем месте по встречаемости *M. incognita*, а затем *M. hapla*. И на последнем месте – *M. javanica*.

Список литературы

1. Шестеперов А.А. Эпифитотиология нематодных болезней растений: монография / Под ред. М.В. Арисова, Е.Н. Индюховой. М.: Наука. 2021. 446 с. DOI: 10.31016/978-5-6046256-6-8.2021.446.

2. Казаченко И.П., Мухина Т.И. Корневые галловые нематоды рода *Meloidogyne* Gotldi (Tylenchida: Meloidogynidae) мировой фауны. Владивосток: Дальнаука. 2013. 307 с.

3. Эшова Х.С., Саидова Ш.О. Патология тканей корней томата обыкновенного (*Lycopersicum esculentum L.*) при заражении арахисовой галловой нематодой (*Meloidogyne arenaria* Chitwood, 1949) // Узбекский биологический журнал. 2014. № 2. С. 26–29.

4. Saidova S., Eshova H., Mirzaliyeva G., Sadikova S. Distribution of root-knot nematodes on agricultural plants, harm and their host plants // Bulletin of National University of Uzbekistan: Mathematics and Natural Sciences. 2020. Vol. 3. P. 375–387. DOI: 10.56017/2181-1318.1116.

5. Кирянова Е.С., Кралль Э.Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. В 2 т. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 441 с.

6. Zeng J., Zhang Z., Li M., Wu X., Zeng Y., Li Y. Distribution and molecular identification of *Meloidogyne* spp. parasitising flue-cured tobacco in Yunnan // Plant Protect. Sci. 2018. Vol. 54. P. 183–189. DOI: 10.17221/82/2017-PPS.

7. Матвеева Е.М., Сущук А.А., Калинкина Д.С., Займль-Бухингер В.В. Методические основы изучения фитопаразитических нематод: учебно-методическое пособие. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. 61 с.

8. Эгамберганова А.Ш., Саидова Ш.О., Сапаров К.А., Арамова Г.Б., Матмуратова Г.Б. Распространение галловых нематод рода *Meloidogyne* в ташкентском оазисе // «Естественные науки: новые подходы и актуалные исследования» – международная научно-практическая конференция. Ташкент, 2024. С. 438–442.

9. Perry R.N., Moens M., Starr J.L. Root-knot nematodes. UK: MPG Books Group, 2010. 488 p.

10. Subbotin S.A. Burbridge J. Sensitive, accurate and rapid detection of the northern root-knot nematodes *Meloidogyne hapla*, using recombinase polymerase amplification assays // Plants. 2021. Vol. 10. P. 336.

11. Тагиев М.М. Распространение галловых нематод. Интегрированная борьба с ними // Аграрная наука. 2014. № 2. С. 21–24.

УДК 631.861

ПРОДУКТ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА НАЧАЛЬНЫЕ РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

[1]Синявская Т.А., [2]Плаксин В.А.

[1]ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Троицк, e-mail: surenta@mail.ru;
[2]Индивидуальный предприниматель, учредитель Группы Компаний Somrast Company, Челябинск, e-mail: pwaall@somrast.ru

В статье приведен анализ данных, полученных в краткосрочных вегетационных опытах по изучению влияния продукта, полученного в результате анаэробной переработки птичьего помета, на начальные этапы онтогенеза яровой пшеницы. Цель исследования – в условиях лабораторных экспериментов установить влияние различных концентраций продукта биоэнергетической переработки птичьего помета на всхожесть зерна яровой пшеницы, формирование ее биомассы. Полученные результаты позволили определить, что объект исследований обладает стимулирующим действием на живые организмы, но при этом необходимо учитывать и то, что его высокие концентрации создают условия ингибирования физиологических процессов, протекающих на начальных этапах развития растений. При использовании продукта в концентрации 0,01–0,001% всхожесть семян достоверно увеличивается в среднем на 10%. Применение продукта в качестве питательного раствора в концентрации 0,001% достоверно улучшает биометрические параметры, в условиях краткосрочной обработки семян различными концентрациями продукта и при достаточном уровне питательных веществ в грунте (субстрате) наилучшие достоверные результаты показала концентрация 0,1%, при этом происходит максимальное накопление сухого вещества в биомассе растения.

Ключевые слова: органическое удобрение, биогазовая установка, продукт переработки птичьего помета, концентрация раствора, всхожесть, интенсивность роста

PRODUCT OF BIOENERGY PROCESSING OF POULTRY LUNING AND ITS INFLUENCE ON INITIAL GROWTH PROCESSES SPRING WHEAT

[1]Sinyavskaya T.A., [2]Plaksin V.A.

[1]South Ural State Agrarian University, Troitsk, e-mail: surenta@mail.ru;
[2]Individual entrepreneur Plaksin Vladimir Anatolievich, founder of the Group of Companies, Chelyabinsk, e-mail: pwaall@somrast.ru

The article provides an analysis of data obtained in short-term growing experiments to study the influence of the product obtained as a result of anaerobic processing of poultry manure on the initial stages of spring wheat ontogenesis. The purpose of the research was, in laboratory experiments, to establish the influence of various concentrations of the product of bioenergy processing of poultry manure on the germination of spring wheat grain and the formation of its biomass. The results obtained made it possible to determine that the object of research has a stimulating effect on living organisms, but it is also necessary to take into account the fact that its high concentrations create conditions for inhibiting physiological processes occurring at the initial stages of plant development. When using the product at a concentration of 0.01-0.001%, seed germination significantly increases by an average of 10%. The use of the product as a nutrient solution with a concentration of 0.001% reliably improves biometric parameters; under conditions of short-term seed treatment with various concentrations of the product and with a sufficient level of nutrients in the soil (substrate), the best reliable results were shown by a concentration of 0.1%, with maximum accumulation of dry matter. substances in plant biomass.

Keywords: organic fertilizer, biogas plant, poultry manure processing product, solution concentration, germination, growth intensity

Введение

Достижение цели и задач, поставленных в приоритетном национальном проекте Российской Федерации «Развитие агропромышленного комплекса», приводит к реализации основных направлений, вошедших в Государственную программу развития сельского хозяйства. Базовыми из них являются: обеспечение продовольственной независимости страны; повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках; повышение финансовой устойчивости предприятий агропромышленного комплекса; устойчивое развитие сельских территорий; воспроизводство и повышение эффективности использования в сельском хозяйстве земельных и других ресурсов, экологизация производства [1].

Животноводству и, в частности, птицеводству отводится одно из первых мест в этом. Но расширение производственных площадей и возможностей данной отрасли, к сожалению, неизбежно приводит к воз-

никновению противоречий в массоэнергопотоках и, как следствие, к накоплению отходов, обладающих огромной энергией. Их переработка – насущная проблема многих сельскохозяйственных предприятий, поскольку они не только занимают полезные площади, но и несут угрозу экологии, загрязняя окружающую среду и водоемы токсичными веществами, могут стать источником распространения болезнетворных микроорганизмов [2, 3].

Существует несколько наиболее распространенных способов переработки помета: термическая сушка с последующим гранулированием полученного вещества, компостирование с ускоренным ферментированием и анаэробное сбраживание в биореакторах [4]. Ни один из них в полной мере не решает проблему: первый требует значительных затрат дополнительной энергии, в процессе термообработки, кроме того, теряются полезные вещества; второй требует специализированных площадок, занимающих большие площади, и не всегда ферментирование позволяет ускорить процесс получения органического удобрения; в последнем случае отработанное «топливо» биореактора далеко не изучено с точки зрения применения в сельском хозяйстве, на выходе получаем горючий биогаз, который используют для работы установки, поддержания рабочей температуры в производственных и жилых помещениях, работы газовых установок различного назначения и попутный продукт – жидкое вещество, содержащее определенный набор органических, минеральных соединений, продукты жизнедеятельности микроорганизмов и их живые виды.

Имеется ряд научных исследований, где показано, что при должной переработке данные органические отходы являются хорошим средством повышения плодородия почв [5, 6]. Также отмечается существенное влияние на улучшение микробиологической активности [5, 7, 8]. Сегодня количество деградированных почв и выведенных по этой причине из оборота земель сельскохозяйственного назначения неуклонно растет [9–11]. В связи с этим научные исследования, направленные на изучение вопросов получения и применения агрохимикатов, полученных при переработке отходов животноводства, в частности птицеводства, являются весьма актуальными.

Цель исследования – в лабораторно-вегетационных опытах установить влияние различных концентраций продукта биоэнергетической переработки птичьего помета на всхожесть зерна яровой пшеницы, формирование ее биомассы.

Рабочая гипотеза, определяющая поставленную цель, звучала следующим образом: продукт биоэнергетической переработки птичьего помета (ПБЭПП) является высокоэнергетическим веществом, содержащим в своем составе как элементы питания растений, так и соединения, обладающие стимулирующим действием на ростовые процессы живых организмов, кроме того, анаэробное сбраживание органического субстрата не дает возможности развиваться болезнетворным микроорганизмам, что позволяет использовать продукт и напрямую, как органическое удобрение, и как сырье для производства агрохимикатов природного происхождения.

Материалы и методы исследования

Прежде чем приступить к реализации поставленной цели в лабораторных и полевых условиях, авторам было необходимо провести ряд рекогносцировочных испытаний продукта, полученного при анаэробной биоэнергетической переработке птичьего помета.

Объектом исследований является ПБЭПП, представляющий собой гомогенизированную жидкость коричнево-серого цвета с характерным ярко выраженным запахом. Физико-химический состав ПБЭПП представлен в таблице. Данное вещество не содержит семян жизнеспособных сорных растений и патогенной микрофлоры.

На начальном этапе исследований было необходимо определить возможность использования продукта переработки птичьего помета как удобрения – стимулятора ростовых процессов сельскохозяйственных культур. В качестве тест-культуры была выбрана яровая пшеница, семена которой отобраны по внешним признакам жизнеспособности, откалиброваны по выполненности и массе 1000 зерен. Проведено два рекогносцировочных опыта, направленных на решение поставленных задач. Схемы лабораторных экспериментов включали 6 вариантов, повторяющихся 6 раз: первый однофакторный – раствор продукта различной концентрации, контролем являлась вода дистиллированная; второй двухфакторный – создавались определенная концентрация раствора продукта при обработке семян тест-культуры и питательной среды.

Опыт № 1, варианты:

1. Контроль – вода дистиллированная.
2. 0,001% раствор.
3. 0,01% раствор.
4. 0,1% раствор.
5. 1% раствор.
6. 10% раствор.

Физико-химический и микробиологический состав ПБЭПП

Показатель	Ед. измерения	Содержание	ГОСТ Р определения
Кислотность, pH		8,2	27979-88
Сухой остаток	%	2,6	26713-85
Массовая доля органического вещества	г/кг	360	27980-88
Массовая доля золы	г/кг	243	26714-85
Массовая доля общего азота	г/кг	59,3	26715-85
Массовая доля общего фосфора	г/кг	20,4	26717-85
Массовая доля общего калия	г/кг	145	26718-85
Свинец	мг/кг	0,21 (не более 65,0)	53218-2008
Кадмий	мг/кг	0,01 (не более 1,0)	
Мышьяк	мг/кг	0,49 (не более 5,0)	
Ртуть	мг/кг	0,025 (не более 2,1)	
Патогенные микроорганизмы	БГКП, КОЕ/г	не обнаружены	МУК 4.2.2661-10

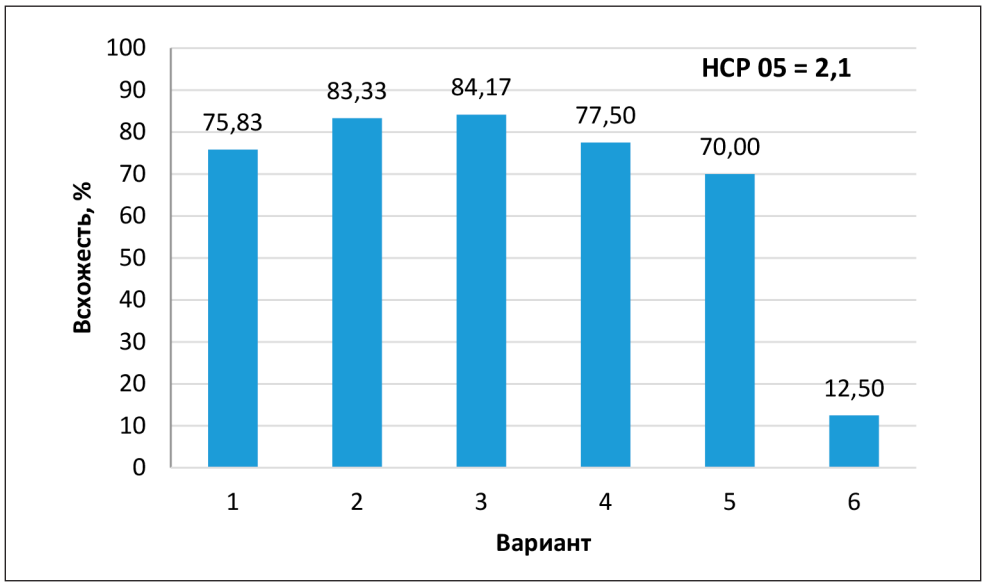


Рис. 1. Влияние раствора ПБЭПП различных концентраций на всхожесть семян яровой пшеницы

Условия закладки и проведения: замачивание семян в растворах различной концентрации ПБЭПП с экспозицией 24 ч, равномерное распределение в емкости для проращивания по 20 семян на фильтровальной бумаге (чашки Петри), размещение в сушильный шкаф на 48 ч, температура постоянная 25 ºС. Подсчет взошедших зерен, определение их процентного отношения к нежизнеспособным.

Опыт № 2, фактор А – питательный раствор: Фон 1 – вода дистиллированная; Фон 2 – раствор 0,001%. Фактор В – обработка семян раствором разной концентрации (варианты):

1. Контроль – вода дистиллированная.
2. 0,001% раствор.
3. 0,01% раствор.
4. 0,1% раствор.
5. 1% раствор.
6. 10% раствор.

Условия закладки и проведения: вегетационный сосуд вместимостью 1 кг субстрата; субстрат – прокаленный кварцевый песок; тест-культура – отобранные и откалиброванные семена яровой пшеницы, обработанные растворами различной концентрации (экспозиция – взаимодействие с раствором 5 мин, затем сушка при температуре 30 ºС, 30 мин); увлажнение до 60% полной влагоемкости субстрата; выращивание в те-

чение 10 суток; измерение и взвешивание частей биомассы.

Достоверность полученных результатов определялась согласно методикам статистической обработки по Б.А. Доспехову [12], с использованием стандартного пакета программ электронных таблиц Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Суточное замачивание семян в растворе с последующим проращиванием показало, что в вариантах с использованием 0,001% и 0,01% раствора продукта биоэнергетической переработки птичьего помета приводит к существенному повышению всхожести семян пшеницы (рис. 1).

Раствор в концентрации 0,001% достоверно увеличил всхожесть на 7,5%, а 0,01% – соответственно на 8,34% относительно контрольного варианта. При этом более высокие концентрации в вариантах 4 и 5 оказывали отрицательное влияние на данный показатель. При использовании 10% раствора отмечается резкое снижение всхожести до 12,5%, то есть при этом создавались условия, приводящие к гибели зародышей семян тест-культуры.

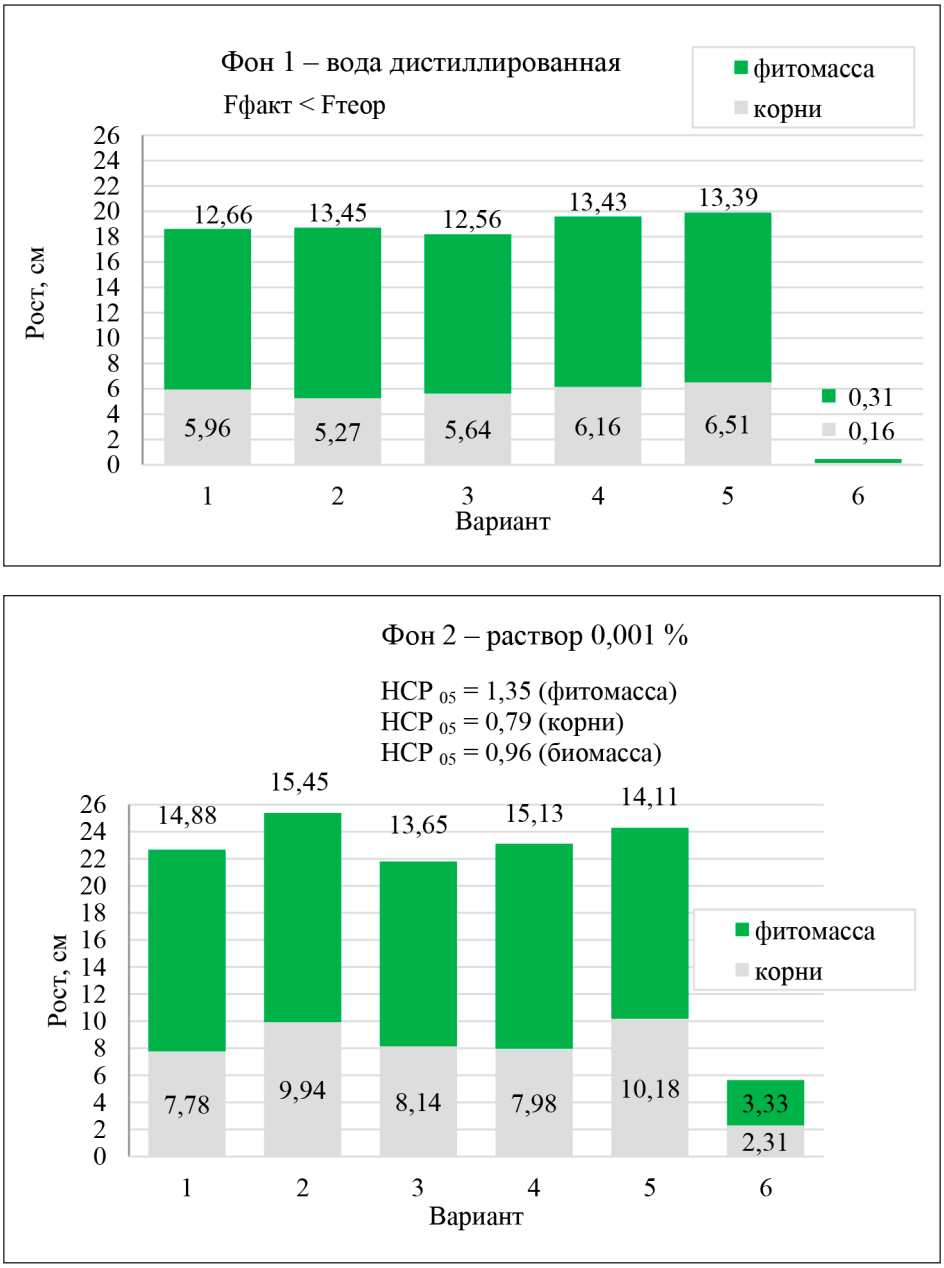


Рис. 2. Влияние раствора ПБЭПП на биометрические показатели частей тест-культуры

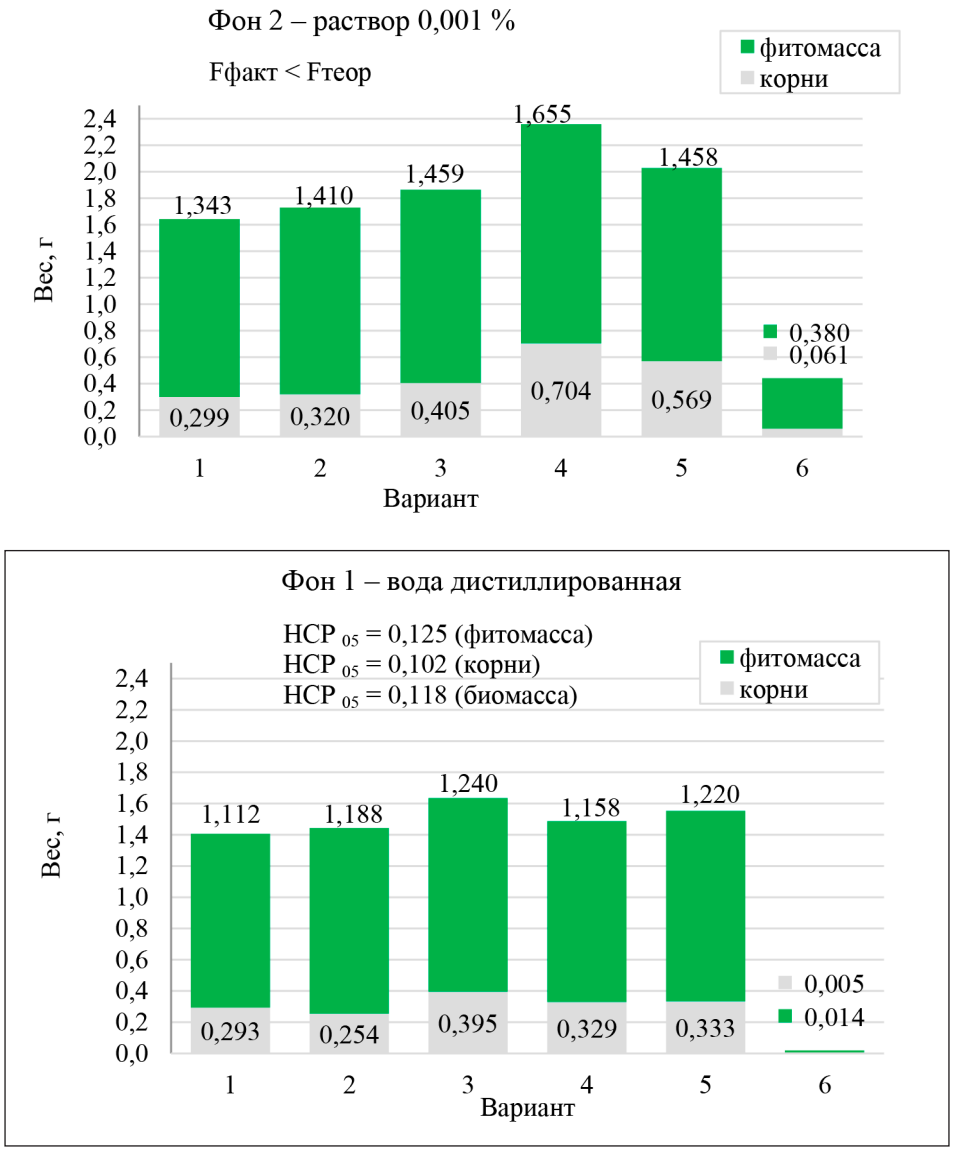


Рис. 3. Влияние ПБЭПП на развитие тест-культуры в условиях краткосрочного вегетационного опыта

При проведении опыта № 2, где в качестве одного из фонов использовалась дистиллированная вода, существенных различий между вариантами опыта не наблюдается, так же при этом достоверно не повлияла на результат, и обработка семян тест-культуры различными вариантами концентраций ПБЭПП. Исключением является 6 вариант, в котором подтверждается то, что даже краткосрочный контакт с продуктом высокой концентрации приводит к резкому снижению жизнеспособности организма, и это необходимо обязательно учитывать в дальнейшей работе с данным веществом.

Иная ситуация отмечена в грунте с насыщенным фоновым раствором 0,001 %, растения заметно лучше и контрастнее сформировали как наземную, так и подземную части (рис. 2). На обоих фонах максимально использованная концентрация для обработки семян (10 %) отрицательно сказалась на развитии и росте пшеницы. Следует отметить, что для оценки достоверности отличий между вариантами опытов при проведении дисперсионного анализа этот вариант не учитывался.

Анализ полученных данных в отношении веса вегетационной массы, выращенной при использовании в качестве фона дистиллированной воды, также показал отсутствие существенных отличий между вариантами. Использование же в качестве

фона 0,001 % раствора способствовало формированию в целом более богатой вегетационной массы (рис. 3).

Особенно достоверно выделяется вариант с краткосрочной обработкой семян в 0,1 % раствором, при этом растения сформировались с более развитой как фитомассой, так и корневой системой.

Заключение

Проведенные исследования показали, что продукт биоэнергетической переработки птичьего помета обладает стимулирующим действием на ростовые процессы, но необходимо учитывать и то, что высокие концентрации создают условия ингибирования физиологических процессов, протекающих в растениях, особенно на первых этапах их жизни.

При замачивании семян тест-культуры на 24 ч лучшие результаты получены при использовании продукта в концентрации 0,01–0,001 %, в этом случае всхожесть достоверно увеличивается в среднем на 10 %.

В условиях стерильного грунта, не обладающего необходимым количеством питательных веществ для роста растений, определено, что краткосрочная обработка семян достоверно не оказывает положительного действия, а результат находится в пределах ошибки опыта (Fфакт<Fтеор), применение продукта в качестве питательного раствора с концентрации 0,001 % достоверно улучшает биометрические параметры на начальных этапах онтогенеза растений.

В условиях краткосрочной обработки семян при достаточном уровне питательных веществ в грунте (субстрате) наилучшие достоверные результаты показала концентрация продукта 0,1 %, при этом происходит наибольшее накопление сухого вещества в биомассе растения.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» (с изм. на 23 ноября 2023 года) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/351735594 (дата обращения: 01.11.2024).

2. Минигазимов Н.С., Хасанова Л.М., Туктарова И.О., Туктарова И.Ф., Мустафин Р.Ф., Авзалов Р.Х. Опасные биологические отходы в агропромышленном комплексе: классификация и способы утилизации // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (61). С. 48–53. DOI: 10.31563/1684-7628-2022-61-1-48-53.

3. Соколов Н.А., Белоус Н.М.,Ториков В.Е., Бабьяк М.А. Проблемы производства сельскими поселениями органических продуктов и пути их решения // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (77). С. 65–77.

4. Скобелева А. Решение проблемы утилизации отходов индустриального птицеводства как источника загрязнения водоемов // Водоочистка. 2020. № 4. С. 15–26. URL: https://panor.ru/articles/reshenie-problemy-utilizatsii-otkhodov-industrialnogo-ptitsevodstva-kak-istochnika-zagryazneniya-vodoemov/40992.html (дата обращения: 27.11.2024).

5. Алексеева Ж.Л., Азаренко Ю.А. Влияние органического удобрения на биологическую активность агрочернозема квазиглееватого // Экологические чтения – 2023: материалы XIV Национальной научно-практической конференции (с международным участием) (Омск, 03–05 июня 2023 г.). Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2023. С. 13–17.
DOI: 10.25695/AGRPH.2022.04.03.

6. Сартасов Е.Л., Минаев Е.А., Чиняева Ю.З. Использование сточных вод свинокомплекса для орошения посева костра безостого // Достижения науки – агропромышленному производству: Материалы LIII международной научно-технической конференции (Челябинск, 30 января – 01 февраля 2014 г.). Ч. II. Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2014. С. 1 40-143.

7. Синявский И.В., Чиняева Ю.З., Калганов А.А. Агроэкологическая и микробиологическая оценка последействия органоминеральных удобрений, полученных на основе птичьего помета // АПК России. 2017. Т. 24, № 5. С. 1134–1140.

8. Чиняева Ю.З., Матвеев И.Д. Микробиологическая активность почвы при применении органоминеральных удобрений на основе илов очистных сооружений в посевах кукурузы // Вавиловские чтения – 2022: Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова (Саратов, 22–25 ноября 2022 г.). Саратов: Амирит, 2022. С. 290–292.

9. Plotnikov A.M., Sozinov A.V., Sinyavskiy I.V. Agrochemical Properties of Leached Chernozem and Productivity of Grain Crops under the Influence of Fertilizers And Lime in Conditions of Trans-Urals // International scientific and practical conference “Agro-SMART – Smart solutions for agriculture” (Agro-SMART 2018) (Tyumen, 16–20 июля 2018 г.). Vol. 151. Tyumen: Atlantis Press, 2018. P. 663–668. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.124.

10. Sinyavskiy I.V. Substantiation of Parameters Determining the Erosion Degree of Chernozemic Soils of The Southern Urals // International scientific and practical conference “Agro-SMART – Smart solutions for agriculture” (Agro-SMART 2018), Tyumen, 16–20 июля 2018 года. Vol. 151. Tyumen: Atlantis Press, 2018. P. 657-662. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.123.

11. Синявский И.В., Синявская Т.А. Агроэкологические аспекты деградации почв черноземного типа Зауралья при их длительной ирригации // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 3 (107). С. 19–28. DOI: 10.37670/2073-0853-2024-107-3-19-28.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Логос, 2012. 352 с.

СТАТЬИ

УДК 595.752.2

УСИЛЕНИЕ АТТРАКТИВНЫХ СВОЙСТВ АНТИТЕРМИТНЫХ ПРИМАНОК

Хашимова М.Х., Ганиева З.А., Рустамов К.Ж., Холматов Б.Р., Ахмедов В.Н., Мирзаева Г.С.

Республиканский научно-производственный центр борьбы с термитами при Институте зоологии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, e-mail: m_khashimova@mail.ru

Основная цель проводимого анализа – изучение аттрактивных (привлекательных) свойств биологически активных веществ, выделенных из термитов *Anacanthotermes turkestanicus*, для оценки их способности привлекать этих насекомых. Для достижения цели были проведены эксперименты с пищевыми субстратами, обработанными растворами аттрактанта разных концентраций. Особое внимание уделялось влиянию концентрации аттрактанта на поведенческие реакции термитов. Результаты продемонстрировали, что растворы аттрактанта с высокой концентрацией компонентов обладают выраженной специфичностью и сильным привлекающим эффектом. Было выявлено, что даже незначительные отклонения от этого состава приводят к снижению эффективности приманки, что подчеркивает важность соблюдения правильной концентрации компонентов. В настоящее время использование приманок является самым эффективным методом борьбы с термитами. Однако основная проблема заключается в том, насколько активно термиты потребляют эти приманки. В результате данного научного исследования было установлено, что добавление в состав кормового субстрата биологически активного вещества высокой концентрации, выделенного из самих термитов и обладающего высокой привлекательностью для них, способствует повышению биологической эффективности приманки. На основании полученных данных возможно создание инновационных и высокоэффективных антитермитных приманок. Эти разработки имеют потенциал для значительного улучшения существующих методов контроля популяций термитов. Использование таких приманок позволит минимизировать ущерб, наносимый деревянным конструкциям, и повысить экономическую эффективность защитных мероприятий. Результаты исследования представляют не только теоретическую, но и практическую ценность, открывая возможности для внедрения экологически безопасных методов борьбы с насекомыми.

Ключевые слова: термиты, *Anacanthotermes turkestanicus*, аттрактант, антитермитные приманки, экологически чистый, биологические особенности, пищевое предпочтение, методы борьбы, привлекательность, разработка технологии, биоразрушители, противотермитные мероприятия, эффективность

STRENGTHENING THE ATTRACTIVE PROPERTIES OF ANTITERMITE LURES

Khashimova M.Kh., Ganieva Z.A., Rustamov K.Zh., Kholmatov B.R., Akhmedov V.N., Mirzaeva G.S.

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

The main objective of the conducted analysis was to study the attractive properties of biologically active substances extracted from *Anacanthotermes turkestanicus* termites to evaluate their ability to attract these insects. To achieve this goal, experiments were carried out using food substrates treated with attractant solutions of varying concentrations. Special attention was given to the influence of attractant concentration on the behavioral responses of termites. The results demonstrated that attractant solutions with high component concentrations exhibit pronounced specificity and a strong attracting effect. It was found that even slight deviations from this composition lead to a decrease in bait effectiveness, emphasizing the importance of maintaining the correct concentration of components. Currently, the use of baits is the most effective method for termite control. However, the primary challenge lies in how actively termites consume these baits. This scientific study established that incorporating a highly concentrated biologically active substance, extracted from the termites themselves and exhibiting high attractiveness to them, into the food substrate composition enhances the biological effectiveness of the bait. Based on the obtained data, it is possible to develop innovative and highly effective anti-termite baits. These advancements have the potential to significantly improve existing methods for controlling termite populations. The use of such baits will minimize damage to wooden structures and increase the economic efficiency of protective measures. The research results are of both theoretical and practical value, paving the way for the implementation of environmentally safe methods of insect control.

Keywords: termites, *Anacanthotermes turkestanicus*, attractant, antitermite baits, environmentally friendly, biological characteristics, food preference, control methods, technology development, attractiveness, biodestroyers, anti-termite measures, effectiveness

Введение

Во всем мире термиты считаются одним из самых древних насекомых. Несмотря на их пользу в круговороте веществ и почвообразовательном процессе, в разных регионах земного шара каждый год в связи с их вредоносной деятельностью происходят чрезвычайные положения. В частности, в Азии, Африке, Австралии, США, Франции, Испании и других странах термиты приносят большой вред древесным конструкциям жилых помещений и адми-

нистративных зданий, гидротехнических сооружений, стратегических объектов и историко-культурных памятников. В связи с этим изучение трофических взаимосвязей термитов с другими компонентами биоценоза и разработка высокоэффективных новых технологий борьбы против них имеет большое значение [1, с. 123].

Проводимые исследования в мировом уровне по термитам направлены на изучение биологии, экологии и распространения термитов в естественных и антропогенных условиях, выявление механизмов их приспособлений и большое внимание уделяется разработке научно обоснованной стратегии борьбы для предотвращения их вредоносности. В частности, в настоящее время в мировой практике из-за возникновения проблем в экологии и здравоохранении с запретом использования хлорорганических препаратов становится все труднее проводить противотермитные мероприятия. В связи с этим особенно важны исследования естественных закономерностей регуляции численности термитов на популяционном уровне и на уровне физиологии поведения, механизмов дифференциации каст внутри сообщества, являясь ведущим направлением в фундаментальной энтомологии [2, с. 130].

В настоящее время в связи с усилением антропогенных факторов в глобальном масштабе происходят существенные изменения численности биоразрушителей в жилых домах, административных строениях, культурно-стратегических объектах. В этом плане термиты, благодаря своей совершенной приспособляемости, проникли и адаптировались из естественных местообитаний в урбанизированные территории. Особенно высок ущерб, наносимый термитами, в густонаселенных странах с относительно жарким климатом. Соответственно, важно разработать современные методы контроля популяций термитов в районах с сильными антропогенными факторами [3, с. 138].

На мировом уровне в последние годы уделяется большое внимание использованию антитермитных приманок против термитов, отказу от обработки деревянных конструкций зданий и сооружений ядовитыми препаратами, рациональному использованию биологических свойств термитов. Кроме того, на практике доказано, что в процессе разработки средств и методов борьбы с термитами много значат изучение и анализ биологических и экологических особенностей термитов и рациональное использование их уязвимых качеств в борьбе с ними, что позволяет добиться высокой биологической эффективности [4, с. 8].

В начале 2000-х гг. исследователи активно занимались разработкой новых методов борьбы с термитами рода *Anacanthotermes*, широко распространенными в жарком климате Узбекистана. Одним из наиболее перспективных подходов стало создание специализированных антитермитных приманок. Эти приманки, содержащие инсектициды, должны были привлекать термитов и вызывать гибель всей колонии (рис. 1). Действительно, в ходе экспериментов было зафиксировано, что термиты поедали предлагаемые приманки, иногда до 30 % от общего объема корма. В результате чего наблюдалась массовая гибель насекомых и, казалось бы, проблема была решена [5, с. 21].

Однако, в некоторых случаях термиты не реагировали на установленную приманку, и практическое применение антитермитных приманок в условиях Узбекистана выявило ряд серьезных ограничений, поведение термитов – термиты рода *Anacanthotermes* проявляют высокую адаптивность к изменяющимся условиям среды. В частности, они часто строят сложные подземные галереи, покрытые глиняными лепками. Эти лепки служат не только для защиты от внешних воздействий, но и для создания оптимального микроклимата внутри гнезда. При использовании приманок термиты часто прокладывают новые ходы под этими лепками, минуя установленные приманки.

Предпочтения в питании: в условиях дефицита привычного корма, такого как древесина, термиты могут проявлять повышенный интерес к размягченной древесине, которую они начинают поедать, покрывая ее слоем глины. Это затрудняет привлечение термитов на установленную антитермитную приманку, так как термиты предпочитают употреблять пищу, к которой они привыкли, что делает неэффективным применение приманок [6, с. 6].

Климатические условия: жаркий климат Узбекистана оказывает существенное влияние на поведение термитов. Высокие температуры и низкая влажность способствуют быстрому высыханию приманок, что снижает их привлекательность для насекомых.

Перспективы дальнейших исследований: для повышения эффективности борьбы с термитами рода *Anacanthotermes* необходимо проводить комплексные исследования, направленные на изучение поведения термитов, необходимо более детально изучить особенности поведения термитов в различных условиях, включая их реакции на различные типы приманок, климатические факторы и наличие альтернативных источников пищи.

Рис. 1. Антитермитная приманка разработанная ИЗ АН РУз

Разработка новых типов приманок: следует разработать приманки, которые обладают более высокой привлекательностью для термитов и устойчивы к воздействию внешних факторов.

Совершенствование методов мониторинга: необходимо разработать эффективные методы мониторинга численности термитов и оценки эффективности применяемых мер борьбы [7, с. 9].

Борьба с термитами рода *Anacanthotermes* в Узбекистане является сложной задачей, требующей комплексного подхода. Несмотря на достигнутые успехи в разработке новых методов борьбы, проблема остается актуальной. Дальнейшие исследования позволят разработать более эффективные и экологически безопасные способы защиты объектов от этих вредителей.

Учитывая вышеизложенное, для усиления биологической эффективности антитермитных приманок необходимо усиление их аттрактивных свойств. При этом очень важно определить вкусовые и обонятельные качества термитов рода *Anacanthotermes* и в результате использовать аттрактантные вещества, которые должны усилить интенсивность употребления их термитами. В итоге на основе результатов, научных исследований рационально использовать биологические свойства термитов [8, с. 58].

Целью исследования было изучение аттрактивных – привлекательных свойств биологически активных веществ, выделенных из термитов *Anacanthotermes turkestanicus*, с целью оценки их способности привлекать этих насекомых, в результате чего разработать новое поколение комбинированных антитермитных приманок, содержащих аттрактант и инсектицид.

Материалы и методы исследования

На основе исследования вкусовых предпочтений термитов рода *Anacanthotermes* необходимо определить аттрактантные вещества и использовать их в качестве добавок к пищевому субстрату для повышения привлекательности новых форм антитермитных приманок. При этом особое значение имеет идентификация оптимальной концентрации тестируемого вещества, обеспечивающей активное потребление приманки термитами, что способствует увеличению ее эффективности. Для этого проведены лабораторные опыты по определению поедаемости термитами пищевого субстрата, обработанного биологически активными веществами, выделенными из термитов рода *Anacanthotermes* в ИХРВ АН РУз Н.И. Мукаррамовым: Аттрактант А:15% В:85% (Метилпальмитат(А): 1-оксиэтилоктадекан(В) – 15:85) -1%; -3%;

-5%; -8% и -9%-ные растворы на гексане были изучены в лабораторных условиях на интенсивность поедания, а также влияния на продолжительность жизни термитов.

В связи с этим проведены лабораторные эксперименты по изучению аттрактивных свойств этого биологически активного вещества. Испытание аттрактантов проведено по методу Н. М. Трушенковой и T. Hosakawa [9, с. 21].

Для изучения аттрактивных свойств биологически активных веществ в лаборатории в чашки Петри посадили по 10 рабочих особей термитов. В качестве пищевого субстрата использовали фильтровальную бумагу прямоугольной формы, у которой до опыта измеряли массу, затем замачивали ее в соответствующих концентрациях биологически активных веществ, выделенных из растений, и измеряли. Опыты проводились в пяти повторностях и продолжались 10 дней, при этом фильтровальную бумагу каждый день замачивали дистиллированной водой, подсчитывали живых и погибших термитов, в конце опыта оставшуюся фильтровальную бумагу высушиваи и взвешивали. Из исходного веса фильтровальной бумаги до эксперимента вычли ее вес после эксперимента, в результате чего была определена масса потребленного пищевого субстрата.

Степень поедания термитами сравнивали с контролем и делали выводы о привлекательности и аттрактантных свойствах испытываемых веществ.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенное исследование по изучению интенсивности употребления термитами аттрактанта – А:15% В:85% в различных концентрациях позволило выявить ряд важных закономерностей.

Оптимальная концентрация. Термиты продемонстрировали наибольший интерес к фильтровальной бумаге, пропитанной аттрактантом в концентрации 9,0%. Это свидетельствует о том, что именно эта концентрация обладает наибольшей привлекательностью для насекомых.

Влияние концентрации на пищевое предпочтение. Концентрация аттрактанта оказывает существенное влияние на пищевое поведение термитов. Так, концентрации 8,0% также были достаточно привлекательны, однако в меньшей степени, чем 9,0%. Концентрации 1,0% и 3,0% оказались наименее привлекательными для термитов.

Влияние на продолжительность жизни. Несмотря на то, что аттрактант в оптимальной концентрации привлекает термитов, он не оказывает негативного влияния на их продолжительность жизни. Это важное наблюдение, подтверждающее безопасность предлагаемого метода борьбы с термитами (рис. 2).

Высокая специфичность аттрактанта. Аттрактант А:15% В:85% обладает высокой специфичностью в отношении термитов, что подтверждается их избирательным предпочтением именно этой субстанции. Это свидетельствует о том, что данное соотношение компонентов в аттрактанте оказывает на термитов более сильное воздействие по сравнению с другими возможными соотношениями. Высокая специфичность является важным фактором для разработки эффективных средств борьбы с термитами, так как позволяет минимизировать воздействие на другие виды насекомых и окружающую среду.

Оптимальное соотношение компонентов. Соотношение компонентов аттрактанта, включающее А:15% компонента В 85% компонента, было определено как оптимальное для привлечения термитов. Экспериментальные данные показывают, что любые отклонения от этого соотношения приводят к снижению эффективности приманки. Это имеет значительные практические последствия, так как позволяет точно определять состав антитермитных приманок для достижения наибольшей результативности.

Рис. 2. Интенсивность употребления обработанной фильтровальной бумаги различными концентрациями аттрактанта А:15% В:85%

Влияние аттрактанта А:15% В:85% на жизнеспособность термитов и интенсивность потребления

№	Препарат	Конц %	Масса фильтровальной бумаги до опыта (мг)	Масса фильтровальной бумаги после 10 дней (мг)	Количество живых термитов до обработки	Количество живых термитов по дням учета после обработки		
						3	7	10
1.	Аттрактант А:15%:В 85%	1,0	40	8,0	10,0	9,0	2,0	1,0
2.	Аттрактант А:15%:В 85%	3,0	40	9,0	10,0	6,0	4,0	0,5
3.	Аттрактант А:15%:В 85%	5,0	40	11,2	10,0	8,0	3,0	0,3
4.	Аттрактант А:15% В:85%	8,0	40	12,5	10,0	7,0	2,5	0,5
5.	Аттрактант А:15% В:85%	9,0	40	14,5	10,0	8,0	2,0	0,5
6.	Контроль	Вода	40	12,3	10,0	10,0	10,0	8,0

Перспективы применения. На основе полученных данных можно разрабатывать новые, более эффективные антитермитные приманки. Использование аттрактанта в оптимальной концентрации способствует повышению эффективности мероприятий по борьбе с термитами и снижению затрат на дезинсекцию. Кроме того, результаты данного исследования могут быть использованы для улучшения существующих методов контроля популяций термитов, что в итоге приведет к уменьшению ущерба, наносимого этими насекомыми, и повышению экономической эффективности мероприятий по защите древесных конструкций и сельскохозяйственных угодий.

Эти выводы предоставляют ценные сведения для будущих исследований и практического применения в сфере дезинсекции, что может существенно повысить эффективность борьбы с термитами и принести значительные экономические и экологические выгоды (таблица).

Заключение

Таким образом, проведенное исследование позволило определить оптимальную концентрацию аттрактанта А:15% В:85%, обеспечивающую максимальную привлекательность для термитов. Полученные результаты имеют большое практическое значение и могут быть использованы для разработки новых поколений антитермитных приманок. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят уточнить механизмы действия аттрактанта, разработки комбинированных приманок, содержащих аттрактант и инсектицид, и расширить спектр его применения.

Список литературы

1. Азимов Д.А., Холматов Б.Р., Абдуллаев И.И. Экология термитов рода *Anacanthotermes*. Ташкент: Фан, 2019. 255 с.

2. Жужиков Д.П. Термиты СССР. М.: Изд-во МГУ, 1979. 225 с.

3. Cheikh Amet Bassirou Sane, Corinne Rouland-Lefevre, i.grechi, jean-yves rey, jean-françois vayssieres, l. diame, k. diarra. Diversité, nuisances et modes de gestion des termites (Isoptera) dans les agrosystèmes sénégalais // Int. J. Biol. Chem. Sci. 2016. № 10 (1). P. 134–154. DOI: 10.4314/IJBCS.V10I1.10.

4. Nazeer Ahmed, Zelle Huma, Misbah ul Haq, Saif-Ur-Rehman, Misbah Ullah, Saeed Ahmed. Effect of Different Plant Extracts on Termite Species (*Heterotermis indicola*) // Journal of Bioresource Management. 2016. № 3 (2). DOI: 10.35691/JBM.6102.0049.

5. Хамраев А.Ш. Термиты Центральной Азии: проблемы и пути их решения // Вестник ККО АН РУз. Нукус. 2006. № 4. С. 20–23.

6. Anyango J.J., Bautze D., Fiaboe K., Lagat Z.O., Muriuki A.W., Stöckli S., Riedel J., Onyambu G.K., Musyoka M.W., Karanja E.N., Adamtey N. The impact of conventional and organic farming on soil biodiversity conservation: a case study on termites in the long-term farming systems comparison trials in Kenya // BMC ecology. 2020. Т. 20. С. 1–14. DOI: 10.1186/s12898-020-00282-x.

7. Рустамов К.Ж. Разработка способа приготовления инсектицидного средства для борьбы с термитами: автореф. дис. … канд. биол. наук. Ташкент, 2021. 26 с.

8. Абдуллаев И.И. Биология, экология и меры борьбы с термитами Хорезмского оазиса // Вестник Хорезмской академии Маъмун. Ургенч. 2016. № 1. С. 57–59.

9. Ганиева З.А. Трофические связи термитов рода *Anacanthotermes*: дис. … канд. биол. наук. Ташкент, 2018. 148 с.

УДК 595.121.51

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ, ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКАЯ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ *MESOCESTOIDES LINEATUS* (GOEZE, 1782), LARVAE (CESTODA: CYCLOPHYLLIDEA) В УЗБЕКИСТАНЕ

Алиев Ш.Т., Амиров О.О.

Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, e-mail: biocandidatlotus@gmail.com

Целью исследования было выявление морфологических, эпизоотологических и молекулярно-генетических особенностей личинок *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782), относящихся к надсемейству Cyclophyllidea. Молекулярно-генетические исследования тетратиридной стадии *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782) – паразита амфибий в Узбекистане проведены впервые. Материал был собран в Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях Узбекистана весной и летом 2024 г. Всего было поймано и исследовано 17 экземпляров жаб *Bufotes turanensis* (Hemmer, Schmidtler & Bohme, 1978) и 11 экземпляров лягушек *Pelophylax terentievi* (Межжерин, 1992). Личинки тетратиридий *M. lineatus* (Goeze, 1782) обнаружены в полости тела 12 (42,85 %) из 28 исследованных амфибий. Согласно региональному распределению проб, наибольшая экстенсивность инвазии личинками тетратиридий наблюдалась в Сурхандарьинской области (50 %). Гельминты, обнаруженные как у видов *Pelophylax terentievi*, так и у *Bufotes turanensis,* были диагностированы как личинки *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782). Длина тела и форма личинок тетратирид *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782) изменчивы: по форме – преимущественно эллипсовидные, иногда округлые; по длине – 0,52–1,37 (1,17±0,2 мм, n = 28) мм и ширине – 0,4–0,9 мм (0,56±0,17 мм, n = 28). На поверхности тела имеется множество поперечных складок. Разница между нуклеотидами участка ITS-2 рДНК образца *Mesocestoides litteratus*, полученного из базы данных NCBI, и образца *Mesocestoides lineatus_Uzb* составила 2,6 %. Нуклеотидная последовательность вида *Mesocestoides lineatus_Uzb* размещена в NCBI и получен номер доступа (PQ326864).

Ключевые слова: земноводные, гельминты, *Mesocestoides*, тетратиридии, молекулярно-генетическое описание, Узбекистан

MORPHOLOGICAL, EPIZOTOLOGICAL AND MOLECULAR-GENETIC CLASSIFICATION OF *MESOCESTOIDES LINEATUS* (GOEZE, 1782), LARVAE (CESTODA: CYCLOPHYLLIDEA) IN UZBEKISTAN

Aliev Sh.T., Amirov O.O.

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

The purpose of this work was to identify the morphological, epizootological, and molecular genetic characteristics of *Mesocestoides lineatus* larvae. (Goeze, 1782), belonging to the superfamily Cyclophyllidea. Molecular genetic studies of the tetratiride stage *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782) – an amphibian parasite in Uzbekistan, conducted for the first time. The material was collected in the Surkhandarya and Kashkadarya regions of Uzbekistan in the spring and summer of 2024. A total of 17 specimens of *Bufotes turanensis* toads (Hemmer, Schmidtler & Bohme, 1978) and 11 specimens of *Pelophylax terentievi* frogs (Mezhzherin, 1992) were caught and examined. Larvae of *M. lineatus* tetratidium (Goeze, 1782), 12 (42.85 %) of the 28 amphibians studied were found in the body cavity. According to the regional distribution of samples, the greatest extent of invasion by tetratirid larvae was observed in the Surkhandarya region (50 %). The helminths found in both *Pelophylax terentievi* and *Bufotes turanensis* species were diagnosed as *Mesocestoides lineatus* larvae. (Goeze, 1782). Body length and shape of tetratirid larvae *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782) They are variable: mostly ellipsoid in shape, sometimes rounded; in length – 0.52–1.37 (1.17±0.2 mm, n = 28) mm and in width – 0.4–0.9 mm (0.56±0.17 mm, n = 28). There are many transverse folds on the surface of the body. The difference between the nucleotides of the ITS-2 rDNA region of the *Mesocestoides litteratus* sample obtained from the NCBI database and the *Mesocestoides lineatus_Uzb* sample was 2.6 %. The nucleotide sequence of the *Mesocestoides lineatus_Uzb* type is located in NCBI and the access number (PQ326864) has been obtained.

Keywords: amphibians, helminths, *Mesocestoides*, tetrathyridia, molecular genetic description, Uzbekistan

Введение

Гельминты амфибий занимают особое место в структурном уровне видового разнообразия водных биоценозов. Паразитизм является одним из важных биотических факторов, определяющих численность видов-хозяев, и, регулируя численность хозяев, оказывает большое влияние на структуру и деятельность всей экосистемы [1, с. 98–106].

Род *Mesocestoides* включает множество неизученных паразитов с уникальными характеристиками во многих аспектах их биологии. В настоящее время проводится множество исследований по изучению гельминтофауны земноводных. Виды рода *Mesocestoides* широко распространены по всему миру, зарегистрировано три вида цестод, принадлежащих к этому роду.

На этапах развития представителям этого рода требуется два промежуточных хозяина. Орибатидные клещи и копрофаги заражаются при поедании яиц. Они очень важны как первые промежуточные хозяева онкосферной (6-петлевой личинки) и финной (цистицеркоидной) стадий развития гельминта. Вторыми промежуточными хозяевами, питающимися зараженными членистоногими, являются амфибии, рептилии, птицы (*Galliformes*, *Passeriformes*) и млекопитающие (*Rodentia*) [2; 3]. На этой стадии они превращаются из цистицеркоидов в личинки тетратиридий. Личинки тетратиридий созревают в тонком кишечнике хозяина. Позже яйца гельминта вместе с испражнениями и проглотидами хозяина выделяются во внешнюю среду.

M. lineatus (Goeze, 1782) паразитирует у птиц и млекопитающих во взрослых формах, вызывая мезоцестоидоз. Иногда человек также может заразиться видами рода *Mesocestoides*, второй промежуточный вариант; заражение происходит при употреблении в пищу недоваренных или сырых органов хозяина (например, сырой печени змеи или куриных потрохов). Зараженные собаки и кошки не представляют прямого зоонозного риска для человека [4, с. 1455–1484].

Видами рода *Mesocestoides*, поражающими человека, являются *M. litteratus*, *M. lineatus* (Goeze, 1782) и *M. variabilis* (Mueller, 1928). Передача инвазии от человека зарегистрирована в странах Восточной Азии, включая Японию, Китай, Корею и США. *M. variabilis* является распространенным видом в Северной Америке, тогда как *M. litteratus* и *M. lineatus* более распространены в странах Европы и Азии [5, с. 566–567].

При идентификации видов этого рода достоверность определяется по морфологическим признакам их взрослых особей, но на личиночных стадиях развития трудно их идентифицировать по морфологическим признакам. При определении личиночных стадий вида используют молекулярно-генетические методы на основе нуклеотидной последовательности их митохондриального гена цитохрома оксидазы 1 (Cox-1), рибосомальных генов 18S, 12S, 28S и ITS-2 [6, с. 246–253].

Впервые в Узбекистане личинки *M. lineatus* (Goeze, 1782) были обнаружены у лягушки *B. viridis*, а позднее у *B. turanensis* и *B. pewzowi* [2; 7; 8]. Однако во всех этих исследованиях на основании морфологического анализа был выделен вид *M. lineatus* (Goeze, 1782).

Цель настоящей работы – морфологическая, эпизоотологическая и молекулярно-генетическая классификация личинок *M. lineatus* (Goeze, 1782), относящихся к роду *Mesocestoides*.

Материалы и методы исследования

Морфологический анализ

Для проведения исследований в Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях весной и летом 2024 г. собрано 17 экземпляров жаб *B. turanensis* (Hemmer, Schmidtler & Bohme, 1978) и 11 экземпляров лягушек *P. terentievi* (Межжерин, 1992). При этом задние лапки собранных амфибий были пронумерованы с помощью специальной бирки. Для проведения гельминтологических исследований амфибии внутрибрюшинно вводили 20 % бензокаин гидрохлорид, используя руководство AVMA (AVMA Guidelines for the Euthanasia, 2020) по эвтаназии.

Гельминтологический материал собирали от земноводных методом полного гельминтологического вскрытия (Скрябин, 1928) и фиксировали 70 % этанолом. Для морфологической идентификации видов в лабораторных условиях приготовлено более 20 постоянных и временных препаратов. При морфологическом уточнении видов сравнивали с данными зарубежных и местных иследователей [2; 3; 9]. Получение оригинальных фотографий видов в приготовленном препарате осуществляли с помощью микроскопов ML-2000- (Meiji Techno CO., LTD, Япония), NSZ-818 (Nexscope, Китай), имеющихся в лаборатории молекулярной зоологии Института зоологии АН РУз. Идентификация видов гельминтов проводилась с использованием веб-сайта Global Biodiversity Information Facility (https://www.gbif.org/).

Эпизоотологический анализ

Для проведения данных исследований было собрано из Кашкадарьинской области 8 особей *P. terentievi* и 6 особей *B. turanensis*, а из Сурхандарьинской области – 3 особи *P. terentievi* и 11 особей *B. turanensis*.

Для характеристики зараженности гельминтами земноводных Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областей использованы следующие паразитологические показатели:

Экстенсивность инвазии (ЭИ)**:**

$$ЭИ = \frac{N\ инф}{N\ провер} \times 100\ \%,$$

где $N_{инф}$ – количество инфицированных хостов;

$N_{провер}$ – количество проверенных владельцев.

Интенсивность инвазии (ИИ):

$$ИИ = \frac{N\ гельминтов}{N\ зараженных},$$

где $N_{гельминтов}$ – количество обнаруженных гельминтов;

$N_{зараженных}$ – количество хозяев, зараженных данным гельминтом.

Индекс доминирования (ИД):

$$ИД = \frac{N\ гельминтов}{N\ провер},$$

где $N_{гельминтов}$ – количество обнаруженных гельминтов;

$N_{провер}$ – количество проверенных владельцев.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения Statistics Excel 2003 и BioStat.

Молекулярно-генетический анализ

Для выделения геномной ДНК из *M. lineatus* (Goeze, 1782) использовался набор реагентов GeneJET Genomic DNA Purification Column. Концентрацию каждой ДНК определяли с помощью спектрофотометра Thermo Fisher Scientific (Китай). Экстрагированный образец геномной ДНК хранили при -20 °С до использования для ДНК-полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Процедура ПЦР

При проведении ПЦР использовались праймеры для считывания нуклеотидов, принадлежащих участку ITS1+5.8S+ITS2 рибосомальной ДНК (рДНК), который широко используется при молекулярно-генетической идентификации цестод.

Состав реакционной смеси: вода – 16,1 мкл, 10-кратный ПЦР-буфер – 2 мкл, dNTP – 0,4 мкл.

Праймеры:

Прямой праймер TW81:
2 мкл (5’-GTTTCCGTAGGTGAACCTGC-3’).

Обратный праймер AB28:
2 мкл (5’-ATATGCTTAAGTTCAGCGGGT-3’).

Общий объем смеси: 20 мкл.

Условия ПЦР:

1. 94°С – 3 мин (инициация).
2. 94°С – 45 с (денатурация).
3. 72°С – 10 мин (аннелирование и элонгация).
4. Заключительный этап: 72°С – 5 мин [10, с. 10–18].

Наличие ДНК в продуктах ПЦР определяли методом *электрофореза* на 2,0 % агарозном геле при 100 V. После окончания электрофореза гель просматривали под лучами ультрафиолетового трансиллюминатора, делали снимок и записывали результаты.

Экстракция и секвенирование ДНК

Для амплификации и экстракции ДНК из геля использовали набор реагентов производства ООО «Silex M» (Москва, Россия). Секвенирование ДНК проводили с использованием набора реагентов ABI PRISM® BigDye™ Terminator v. 3.1, а продукты реакции секвенировали в GATC Biotech AG.

Анализ полученной нуклеотидной последовательности проводили с использованием следующих программ: Bioedit, Clustal W2, DNAstar™ и PAUP 4.0b10.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты морфологического исследования

При рассмотрении под микроскопом временных препаратов личинки тетратирид *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782) было установлено, что личинки имеют преимущественно эллипсовидную форму, а иногда округлую. Длина составляет 0,52–1,37 мм (в среднем 1,17±0,2 мм, n = 28), ширина – 0,4–0,9 мм (в среднем 0,56±0,17 мм, n = 28). На поверхности тела наблюдается множество поперечных складок. На переднем конце тела имеется воронкообразная перетяжка, образованная сколексом. Тело личинок тетратиридий цельное и не разделено на членики. Удлиненный задний конец тела сужен, на нем видна осморегуляторная система, то есть разделительные поры.

Личинки тетратиридий имеют выпяченный сколекс с четырьмя присосками и часто окружены тонкой стенкой кисты. Эти присоски служат для прочного прикрепления к стенке кишечника вторичных промежуточных хозяев (рис. 1).

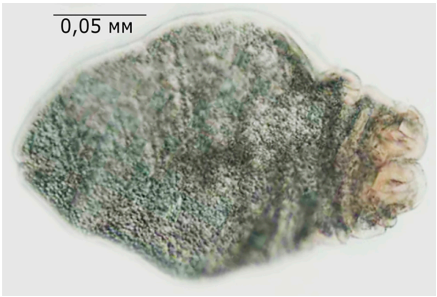


Рис. 1. Общий вид личинки тетратиридий Mesocestoides lineatus (Goeze, 1782), larvae

Результаты эпизоотологического исследования

По результатам проведенных гельминтологических исследований из 11 обследованных лягушек *P. terentievi* 4 были заражены личинками *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782).

Зараженность земноводных *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782), larvae тетратиридиями

№	Области	Виды амфибий						Итого		
		P. terentievi			*B. turanensis*					
		Количество обследованных	Из них заражены, (ЭИ) %	(ИИ) (экз.)	Количество обследованных	Из них заражены, (ЭИ) %	(ИИ) (экз.)	Количество обследованных	Из них заражены, (ЭИ) %	(ИИ) (экз.)
1	Кашкадарьинская	8	3, (37,5)	1–4	6	2, (33,3)	1–3	14	5, (35,7)	1–4
2	Сурхандарьинская	3	1, (33,3)	3	11	6, (54,5)	1–5	14	7, (50)	1–5
Общий		11	4, (36,36)	1–4	17	8, (47)	1–5	28	12, (42,85)	1–5

Экстенсивность инвазии составила 36,36 %, интенсивность инвазии – 1–4 экз. Из 17 жаб *B. turanensis* 8 были заражены личинками *Mesocestoides lineatus* (Goeze, 1782). Экстенсивность инвазии составила 47 %, а интенсивность инвазии – 1–5 экз. (таблица).

По данным таблицы, в 5 из 14 (35,7 %) обследованных амфибий в Кашкадарьинской области и в 7 из 14 (50 %) в Сурхандарьинской области, а также в 12 из 28 (42,85 %) от общего числа обследованных земноводных обнаружены личинки тетратиридий. Зараженные земноводные указывают на серьезный риск для диких животных и людей в этих областях.

Результаты молекулярно-генетической идентификации

В последние годы результаты молекулярно-генетических исследований, основанных на изучении нуклеотидов области ITS1+5.8S+ITS2 рибосомальной ДНК (рДНК), позволяют идентифицировать виды. Эти методы широко используются для точной идентификации цестод и решения нерешенных таксономических задач в сочетании с морфологическими и молекулярно-генетическими подходами, а также при определении спорных видов и фенотипических изменений.

По результатам проведенных молекулярно-генетических исследований была выделена нуклеотидная последовательность длиной 264 пары оснований, принадлежащая ITS-2-региону рДНК вида *M. lineatus* (Goeze, 1782). Кроме того, для сравнения этих видов были использованы данные о *M. litteratus* (номер доступа: MH 936660), также принадлежащем к этому роду, из базы данных NCBI (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov).

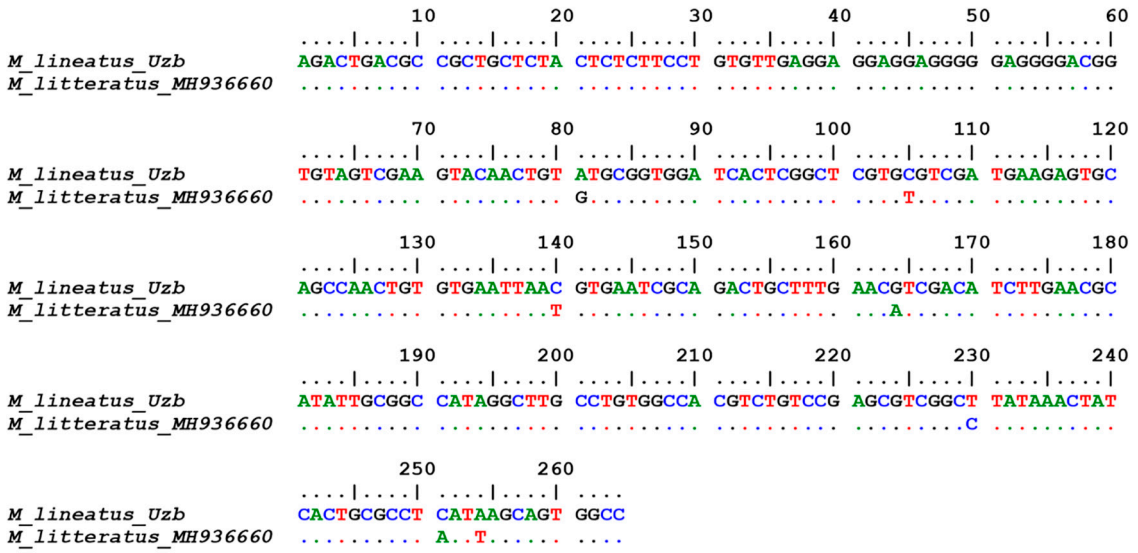


Рис. 2. Сравнение нуклеотидных последовательностей области ITS-2 рДНК видов, принадлежащих к роду Mesocestoides Vaillant, 1863 на основе материала секвенирования

Как видно из рис. 2, между нуклеотидами выборки *M. lineatus_Uzb*, принадлежащей к роду *Mesocestoides* Vaillant, 1863, собранной из южных районов Республики Узбекистан, и выборки *M. litteratus*, полученной из базы данных NCBI, имеется разница в 7 нуклеотидов. Эти различия заключаются в А-аденине в образце *M. lineatus_Uzb* по 81-му нуклеотиду, G-гуанине в *образце M. litteratus* в образце из базы данных NCBI, С-цитозин в 105-м, 140-м нуклеотиде в *образце M. lineatus_Uzb*, Т-тимин в образце *M. litteratus* в образце из базы данных NCBI, G-гуанин в образце *M. lineatus_Uzb* по 164-му нуклеотиду, А-аденин в образце *M. litteratus* в образце из базы данных NCBI, Т-тимин у видов *M. lineatus_Uzb* по 230-му нуклеотиду, С-цитозин у видов *M. litteratus*, полученный из базы данных NCBI, С-цитозин у видов *M. lineatus_Uzb* по 251-му нуклеотиду, А-аденин у видов *M. litteratus*, полученный из базы данных NCBI, по 254-му нуклеотиду у типа *M. lineatus_Uzb* был заменен А-аденин, а у типа *M. litteratus* заменены Т-тиминовые нуклеотиды, полученные из базы данных NCBI, причем разница между нуклеотидами в участке ITS-2 рДНК составила 2,6 %.

В связи с высокой изменчивостью представителей рода *Mesocestoides* даже у взрослых особей определение видового состава по морфологическим признакам является затруднительным. Все предыдущие исследования основывались на морфологическом описании личинок *M. lineatus* (Goeze, 1782) в Узбекистане.

Насколько авторам данной статьи известно, это первое молекулярно-генетическое описание личиночной стадии *M. lineatus* (Goeze, 1782) у амфибий Узбекистана. Соответственно, гельминты, обнаруженные у ранее упомянутых видов *P. terentievi* (Межжерин, 1992) и *B. turanensis* (Hemmer, Schmidtler & Böhme, 1978), были диагностированы как личиночная стадия *M. lineatus* (Goeze, 1782).

Заключение

До сих пор личиночную стадию *M. lineatus* (Goeze, 1782) часто идентифицировали в Узбекистане по морфологическим особенностям. Изучение морфологии этого вида показало, что форма преимущественно эллипсовидная, иногда округлая. Длина варьирует от 0,52 до 1,37 мм (в среднем 1,17±0,2 мм, n = 28), ширина – от 0,4 до 0,9 мм (в среднем 0,56±0,17 мм, n = 28). Эпизоотологический анализ показал, что из 28 исследованных земноводных 12 (42,85 %) были заражены паразитами. Анализ регионального распределения образцов показал, что наибольшая экстенсивность инвазии наблюдается в Сурхандарьинской области (50 %). Данная работа представляет первое молекулярно-генетическое описание личиночной стадии *M. lineatus* (Goeze, 1782), обнаруженной у *P. terentievi* (Межжерин, 1992) и *B. turanensis* (Hemmer, Schmidtler & Böhme, 1978). Различие в нуклеотидной последовательности участка ITS-2 рДНК между образцом *M. lineatus_Uzb* и данными из NCBI (*M. lineatus*) составило 2,6 %. Нуклеотидная последовательность *M. lineatus_Uzb* загружена в базу данных NCBI и получила номер доступа PQ 326864.

Молекулярно-генетический и филогенетический анализ показал, что личиночная стадия *M. lineatus* (Goeze, 1782) лишь незначительно отличается от популяций этого вида из других регионов. Настоящее исследование демонстрирует преимущество метода ПЦР-секвенирования для определения видового состава гельминтов независимо от стадии их развития.

Результаты настоящего исследования способствуют более глубокому пониманию видового состава и филогенетических взаимоотношений представителей рода *Mesocestoides* в промежуточных и основных хозяевах в разных географических регионах, а также для будущих молекулярно-генетических и морфологических исследований.

Список литературы

1. Икромов Э.Ф., Икромов Э.Э. Гельминты амфибий Узбекистана // Научный вестник НамГУ. 2020. № 1. С. 98–106.

2. Ikromov E.E., Ikromov E.F., Yildirimhan H.S., Azimov D.A., Amirov O.O. Biodiversity of Helminths in genera of *Bufotes* and *Pelophylax*, Uzbekistan // Biharean Biologist. 2023. № 17 (1). P. 22 –38. URL: http:biozoojournals.ro/bihbiol/index.html (дата обращения: 14.01.2025).

3. Padgett K.A., Boyce W.M. Life-history studies on two molecular strains of *Mesocestoides* (Cestode: Mesocestoididae): Identification of sylvatic hosts and infectivity of immature life stages // Parasitol. 2004. № 90 (1). P. 108–113. DOI: 10.1645/GE-100R1.

4. Jane E. Sykes Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat // Tapeworms-ScienceDirect. 2021. P. 1455–1484. DOI: 10.1016/B978-0-323-50934-3.00115-4.

5. Fuentes M.V., Galán-Puchades M.T., Malone J.B. Short report: a new case report of human *Mesocestoides* infection in the United States // Am J Trop Med Hyg. 2003. № 68 (5). P. 566–567. DOI: 10.4269/ajtmh.2003.68.566.

6. McAllister C.T., Tkach V.V., Conn D.B. Morphological and molecular characterization of post-larval pre-tetrahydrid of *Mesocestoides* sp. (Cestode: Cyclophyllidea) from ground skink, *Scincella litteratus* (Sauria: Scincidae), from southeastern Oklahoma, USA // Parasitol. 2018 № 104 (3). P. 246–253. DOI: 10.1645/17-178.

7. Ikromov E.F., Azimov D.A., Cho M.R. The Helminth fauna of Lake frog *Rana ridibunda* Pallas, 1977 in Fergana valley of Uzbekistan // Journal of Asia-Pacific Entomology. 2004. № 7 (2). P. 137–141.

8. Ikromov E.F., Akmuradova L.G., Ikromov E.E., Aliyev Sh.T. Helmint Fauna Of Pevtsov's Toad *Bufotes Pewzowi* (BEDRIAGA, 1898) In Uzbekistan // International scientific and practical conference "Modern trends in teaching natural sciences: practice and innovation". Pavlodar. 2024. P. 296–297.

9. Imkongwapang R., Jyrwa D.B., Lal P. and Tandoncorresponding V.A. Checklist of helminth parasite fauna in anuran Amphibia (frogs) of Nagaland, Northeast India // Parasit Dis. 2014. № 38 (1). P. 85–100.

10. Kuchboyev A.E. Amaliy Molekulyar Zoologiya // Uslubiy qo'llanma: Toshkent, 2023. 10 b.

УДК 630*4:595.765.8:591.342.5

К ИЗУЧЕНИЮ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ЗЛАТОК ТРИБЫ *POECILONOTINI* (COLEOPTERA, BUPRESNIDAE) ФАУНЫ РОССИИ И СТРАН БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ

Зыков И.Е.

ГОУ ВО «Государственный гуманитарно-технологический университет», Орехово-Зуево, e-mail: zykov-oz@yandex.ru

Златки трибы *Poecilonotini* (Coleoptera, Buprestidae) обитают в южных частях Палеарктики и Неарктики, а также в тропических районах юго-восточной Азии. Повреждая деревья разных возрастов, златки этой группы даже при небольшой плотности поселения могут приводить к усыханию как их частей, так и целых растений, а при высоком уровне абсолютной численности и большой плотности поселения – значительных площадей древостоя. Цель работы – изучение трофических связей, характера повреждений и степени вредоносности наиболее массовых видов родов *Lamprodila* Motschulsky и *Poecilonota* Eschscholtz фауны России и стран ближнего зарубежья. В работе использованы энтомологические материалы ведущих профильных НИИ России и Украины, а также сборы автора и других специалистов. Проведено исследование трофических связей златок, личинки которых развиваются в проводящих тканях стволов и ветвей главным образом лиственных пород. Установлена зависимость характера наносимых личинками повреждений от уровня антибиоза кормового субстрата. Отмечено лесохозяйственное значение наиболее агрессивных видов, таких как *Poecilonota variolosa* Payk., и *Lamprodila* (*Lamprodila*) *mirifica* (Muls.), способных образовывать локальные очаги размножения, приуроченные к разреженным ослабленным древостоям, искусственным насаждениям и захламленным вырубкам в условиях лесостепной и степной зон России и сопредельных территорий. Предложено в основу локализации и ликвидации этих очагов включать комплекс лесозащитных мероприятий, направленных на предотвращение перехода популяций названных видов в экспрессивное состояние и устранение причин, снижающих устойчивость деревьев. Выявлена степень возможного участия *L.* (*L.*) *mirifica*, *L. (L.) ritilans* (F.) и *L.* (*Palmar*) *festiva* (L.) в переносе возбудителей грибных инфекций.

Ключевые слова: златки, трофические связи, характер повреждений, лесохозяйственное значение, триба *Poecilonotini*, род *Lamprodila*, род *Poecilonota*

TO STUDY THE TROPHIC RELATIONSHIPS OF THE JEWEL BEETLES *POECILONOTINI* TRIBE (COLEOPTERA, BUPRESNIDAE) OF THE FAUNA OF RUSSIA AND NEIGHBORING COUNTRIES

Zykov I.E.

State University of Humanities and Technology, Orekhovo-Zuyevo, e-mail: zykov-oz@yandex.ru

Jewel beetles of the Poecilonotini tribe (Coleoptera, Buprestidae) live in the southern parts of the Palearctic and Nearctic, as well as in the tropical regions of Southeast Asia. By damaging trees of different ages, jewel beetles of this group, even with a small settlement density, can lead to the drying out of both their parts and whole plants, and with a high level of absolute abundance and high settlement density, significant areas of the stand. The aim of the work is to study trophic relationships, the nature of damage and the degree of harmfulness of the most widespread species of the genera *Lamprodila* Motschulsky and *Poecilonota* Eschscholtz fauna of Russia and neighboring countries. The work uses entomological materials from leading specialized research institutes in Russia and Ukraine, as well as collections from the author and other specialists. A study of the trophic relationships of jewel beetles, the larvae of which develop in the conductive tissues of trunks and branches, mainly of hardwoods, has conducted. The dependence of the nature of the damage caused by the larvae on the level of antibiosis of the feed substrate has established. The forestry importance of the most aggressive species, such as *Poecilonota variolosa* Payk., and *Lamprodila* (*Lamprodila*) *mirifica* (Muls.), capable of forming local breeding centers confined to sparse, weakened stands, artificial plantings and cluttered deforestation in the forest-steppe and steppe zones of Russia and adjacent territories, is noted. Proposed the basis of localization and elimination of these foci should include a set of forest protection measures aimed at preventing the transition of populations of these species to an expressive state and eliminating the causes that reduce the stability of trees. The degree of possible involvement of *L.* (*L.*) *mirifica*, *L.* (*L.*) *ritilans* (F.) and *L.* (*Palmar*) *festiva* (L.) in the transmission of pathogens of fungal infections has revealed.

Keywords: jewel beetles, trophic connections, nature of damage, forestry significance, tribe *Poecilonotini*, genus *Lamprodila*, genus *Poecilonota*

Введение

Златки трибы *Poecilonotini* (Coleoptera, Buprestidae), личинки которых развиваются в тканях стволов и ветвей древесных и кустарниковых растений, преимущественно лиственных пород, обитают в южных частях Палеарктики и Неарктики, до лесной зоны включительно, а также в тропических районах Юго-Восточной Азии. Несмотря на широкое распространение и хозяйственное значение многих видов, способных заселять вполне жизнеспособные растения, их трофические связи до настоящего времени остаются недостаточно изученными.

Повреждая растения разных возрастов, златки этой группы даже при небольшой плотности поселения могут приводить к усыханию как частей, так и целых растений, а при высоком уровне абсолютной численности и большой плотности поселения – значительных площадей древостоя. Кроме того, ряд видов, подобно другим ксилофагам, может переносить возбудителей грибных заболеваний растений, что значительно повышает их вредоносность.

Целью работы является изучение трофических связей, характера повреждений и степени вредоносности златок родов *Lamprodila* Motschulsky *и Poecilonota* Eschscholtz.

Материалы и методы исследования

В основу работы легли материалы фондовых коллекций Зоологического института РАН, Зоологического музея МГУ, Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Института зоологии имени И.И. Шмальгаузена НАН Украины, а также материалы, собранные автором в Воронежской области Российской Федерации, республиках Закавказья (Грузии, Армении, Азербайджане) и Казахстане. Стационарные наблюдения проведены в местах основного сбора по стандартным методикам. Собранные материалы обработаны с помощью методов математической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение

Нападая на деревья и кустарники с разными уровнями антибиоза, златки трибы *Poecilonotini* могут наносить им повреждения, характер которых зависит от степени влагообеспеченности проводящих тканей и способности личинок противостоять защитным механизмам заселяемого растения. Так, личинки златки *Lamprodila* (*Lamprodila*) *dives* (Guill.), развивающиеся в стволиках козьей ивы (*Salix caprea* L.) диаметром до 2,5–3,0 см, обычно окольцовывают последние ходами, а затем уходят в сердцевину, где и окукливаются. Такие растения не имеют видимых признаков ослабления, несмотря на то, что повреждения проводящих тканей вызывают у них реакцию в виде галлообразных утолщений. Очевидно, развитие *L. dives* на подобном субстрате свидетельствует не о снижении уровня антибиоза растения, а о способности личинок преодолевать сопротивление активно функционирующих проводящих тканей. Заселение названным видом стволов той же породы, имеющих диаметр более 3,0 см, как правило, не приводит к галлообразному разрастанию тканей. Адаптируясь к условиям внутритканевого обитания, личинки прокладывают ходы в виде плотного клубка, часто вытянутого вдоль продольной оси ствола. Такая форма ходов в богатых влагой поврежденных проводящих тканях кормовых растений, по-видимому, оптимальна, так как обеспечивает наименьшее воздействие выделяющегося сока на личинку. Кроме того, наличие отводков, открывающихся на поверхности коры, создает условия для удаления избытка жидкости из хода и его аэрации. Искусственно окольцованные и усыхающие стволики козьей ивы заселяются *L. dives* неохотно, в этом случае повреждения имеют вид рыхлых клубков с отходящими от них самостоятельными ходами [1].

На побегах и стволиках корневой поросли тополей (*Populus* spp.) и осин (*P. tremula* L.), могут развиваться личинки *Poecilonota variolosa* Payk., но, в отличие от *L. dives*, они, как правило, не прокладывают в субстрате окольцовывающих ходов, а внедряются в сердцевину, выгрызая в ней продольные ходы протяженностью до 25,0–35,0 см. Характер повреждений личинками этой златки тополей с диаметром корневой шейки более 5,0 см напоминает таковой *L. dives*. Изучение повреждений кормовых растений другими видами *Poecilonotini* также подтверждает зависимость формы их личиночных ходов от степени влагообеспеченности проводящих тканей. На биологически устойчивых деревьях личинки образуют плотные клубки ходов, на растениях, утративших устойчивость и имеющих меньшую влагообеспеченность тканей, ходы личинок расположены более обособленно. Такой тип повреждений характерен и для видов, развивающихся на ильмовых: *L. (L.) mirifica* (Muls.), *L. (L.) nobilissima* (Mnnh.) и др.

Не играя особой роли на севере России и во многих районах Нечерноземья, златки трибы *Poecilonotini* имеют лесохозяйственное значение в южных областях страны и сопредельных регионах ближнего зарубежья [2–4]. Так, в условиях лесостепной и степной зон они часто образуют длительное время существующие или периодически возобновляющиеся локальные очаги, приуроченные главным образом к опушкам, разреженным древостоям, пойменным, балочным и байрачным лесам, насаждениям, ослабленным в результате засухи, заболеваний древесных пород, массового размножения листогрызущих вредителей или неправильной лесохозяйственной деятельности, а также к захламленным вырубкам в перестойных участках лесных массивов [1].

На стволах срубленных деревьев характер повреждений личинок отличается от такового на живых стоящих растениях. При этом определяющее значение приобретают не столько абсолютные показатели влажности луба лесоматериалов, сколько связанные с рубкой изменения его осмотических свойств, обусловленные необратимым падением сосущей силы. На таком субстрате личиночные ходы часто идут поперечно, опоясывая верхнюю полуокружность лежащего ствола. Подобные повреждения отмечены автором в Теллермановском опытном лесничестве Института лесоведения РАН на срубленных стволах липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), заселенных златкой *L. (L.) ritilans* (F.) [1].

Одним из примеров, когда мозаичному заселению златкой *L. rutilans* предшествует размножение листогрызущих вредителей, является усыхание на территории того же лесничества липы мелколистной [1]. Образующиеся микроочаги златки охватывают спелые и перестойные насаждения. В хорошо сохранившихся, находящихся в лучших условиях произрастания, разновозрастных, богатых по составу древостоях с большой полнотой этим видом повреждаются только единичные деревья, что поддерживает его численность на невысоком уровне [5].

На вырубках, обладающих в первые годы после рубки высокой аттрактивностью, абсолютная численность *L. rutilans* возрастает за счет массового заселения ею невывезенной древесины. Однако степень причиняемого деловой древесине технического вреда невелика, так как основная масса личиночных ходов располагается в лубе, лишь перед окукливанием небольшая часть личинок может углубляться в заболонь. Со второго года после рубки, при наблюдающемся сокращении пригодного для заселения *L. rutilans* отмирающего субстрата, ее потенциальная вредоносность возрастает вследствие нападения златки на живые деревья в стенах леса и на деревья, оставляемые на вырубках в ходе условно сплошных рубок. Заселение таких деревьев часто заканчивается их ослаблением и усыханием.

В разреженных древостоях абсолютная численность златок обычно невысока, но в засушливые годы резко увеличивается, иногда с образованием очагов, даже в естественных насаждениях, более устойчивых к стволовым вредителям, чем искусственные. Так, в Ленкоранском районе Азербайджана в буферной зоне восточной границы Гирканского национального парка автором неоднократно отмечены локальные очаги размножения *L. mirifica*, сильно повреждающей карагач (*Ulmus campestris* L.). В некоторые годы златкой заселяется до 40 % внешне здоровых и в различной степени ослабленных деревьев, из которых не менее 7,5 % на следующий год оказываются полностью усохшими. Массовое заселение карагача *L. mirifica* периодически отмечается и в Худадовском лесу г. Тбилиси (Грузия), где степень заселенности деревьев в отдельные годы достигает 33,4 %. К сожалению, проследить судьбу древостоя в указанном регионе в настоящее время не представляется возможным. Способность образовывать очаги размножения характерна и для *P. variolosa*, *L. nobilissima* и *L.* (*Palmar*) *festiva* (L.) [3, 6, 7], которые при многолетнем заселении одних и тех же растений приводят их к частичному или полному усыханию.

Велика роль златок трибы *Poecilonotini* в качестве вредителей искусственных древостоев – полезащитных лесополос, придорожных, противоэрозийных, пескоукрепительных и водозащитных лесопосадок, являющихся сильно уязвимыми для ксилофагов, так как их расположение определяется не наличием комплекса благоприятных лесорастительных условий, а расположением и характером объекта, для защиты которого они предназначены. Заселяя такие биологически неустойчивые насаждения, златки исследуемой группы часто образуют хронические очаги размножения.

Среди разных типов искусственных лесонасаждений максимальная заселенность златками характерна для узких, ажурных, продуваемых лесополос и полос, лишенных опушек и кустарникового яруса. Видовое разнообразие заселяющих их златок зависит от состава древесных пород. Эпизодически отмечается массовое заселение златкой *L. mirifica* вяза обыкновенного (*Ulmus laevis* Pall.) и береста (*U. parvifolia* Jacq.) в лесополосах зеленого кольца г. Волгограда. Повреждению лесополос златкой часто предшествует размножение таких листогрызущих вредителей ильмовых, как *Galerucella luteola* Müll., *Exaereta ulmi* Schiff. и *Biston hirtarius* Schiff. Нападая на деревья, ослабленные листогрызущими насекомыми и засухой, *L. mirifica* часто приводит их к полному усыханию. Наряду с ней этому способствуют заболонники *Scolytus kirschi* Scal., *S. multistriatus* Marsch. и *S. scolytus* F. Однако их роль в усыхании ильмовых в данном случае менее значима.

Большой урон полезащитному лесоразведению наносит *P. variolosa*, вредоносность которой максимально проявляется при вспышках массового размножения в насаждениях с неблагоприятными лесорастительными условиями. Нападая только на живые деревья, *P. variolosa* приводит их

в состояние необратимого ослабления с последующим усыханием [1].

Ряд видов *Poecilonotini* указывается в качестве вредителей парков и городских насаждений. Так, личинки златки *L. rutilans* причиняли значительный ущерб липам в окрестностях городов Праги и Писека (Чехия). В окрестностях г. Писека эта златка встречалась в старой липовой аллее. Когда недалеко от этих лип была построена стена, затенявшая деревья, *L. rutilans* исчезла, что является доказательством ее высокой фото- и термофильности. Массовое повреждение *L. mirifica* вязовой аллеи, в окрестностях г. Бриксена (Австрия) отмечено К.Г. Хелльриглем [7]. При этом плотность поселения вида, определенная по числу летных отверстий имаго, достигала 1,2 на 1 дм^2 поверхности ствола. Такое заселение аллеи златкой (совместно с *Cossus cossus* L. и *Scolytus* sp.) явилось причиной усыхания ее отдельных участков.

В плодовых садах юга европейской части России и в Закавказье роль златок трибы *Poecilonotini* весьма велика. Заметный вред она здесь наносит культурным косточковым *L. (P.) balcanica* (Kirsch.), повреждая черешню (*Prunus avium* L.) и вишни (*P. (Cerasus)* spp.). Естественными резерватами этого вида являются заросли диких косточковых, в частности магалебской вишни (*P.* (*C.*) *mahaleb* (L.) Mill.). Заселяя преимущественно стареющие деревья, *L. balcanica* в короткий срок может приводить их к частичному и даже полному усыханию. Сильное повреждение этим видом магалебской вишни отмечено автором в Мегринском районе Армении и на территории Тбилисского ботанического сада (Грузия), где степень заселенности указанной породы в отдельные годы составляет 12,8–27,1 %.

Определенный вред причиняет плодовым и *L. (L.) pretiosa* (Mnnh.), развивающая в Приморском крае на дикой (*Malus mandshurica* (Maxim.) Kom.) и, вероятно, культурных яблонях. Степень вредоносности этого вида пока не выяснена в связи со слабой изученностью его экологии.

В лесопитомниках отмечены случаи массового повреждения златкой *L. (P.) festiva* 4–5-летних саженцев интродуцированного во Францию североамериканского вида *Thuja plicata* D. Don. Саженцы других интродуцированных в Средиземноморье пород: *Th. occidentalis* L. (из западной Канады) и *Th. orientalis* (L.) Franco (из Китая)– заселяются этим видом в меньшей степени [6, 8]. В естественном ареале кормовыми породами *L. festiva* являются разные виды можжевельников (*Juniperus spp.*), кипарисов (*Cupressus spp.*), тетраклинис (*Tetraclinis articulata* (Vah) Mast.), в урбанизированных ландшафтах также интродуценты из семейства Cupressaceae Gray: туи (*Thuja spp.*), кипарисовики (*Chamaecyparis spp.*), плосковеточники (*Platycladus spp.*), каллитрисы (*Callitris spp.*) [1, 3].

Работы, посвященные изучению связей златок с заболеваниями повреждаемых ими древесных пород, отсутствуют, поэтому приводимые ниже данные являются лишь косвенным подтверждением их существования. Обоснована роль стволовых вредителей и, в частности, заболонников в развитии в Европе и Северной Америке вспышки голландской болезни (графиоза) ильмовых, возбудителем которой является сумчатый гриб *Ceratocystis ulmi*. Однако наряду с заболонниками переносить споры гриба на здоровые деревья во время питания их листьями, по-видимому, может и златка *L. mirifica*, выделяемая в группу наиболее массовых и вредных видов. Одной из причин этого выделения является высокая степень покрытия поверхности тела златки спорами гриба, превосходящая таковую у других видов стволовых вредителей, что подтверждается данными фитопатологического анализа Р.А. Крангауз. Так, наличие спор гриба на теле имаго *S. scolytus* (F.) может составлять 10–46 %, *S. multistriatus* (Marsh.)– 25–87 %, *S. kirschi* (Scal.)– 0–24 %, *S. pygmaeus* F.– 10–50 %, *Saperda punctata* L.– 33 %, *L. mirifica*– 66–100 %, *Exocentrus lusitanus* L.– 30–100 %. Очевидно, что все стволовые вредители ильмовых, в том числе *L. mirifica*, являются потенциальными переносчиками графиоза, но степень их участия в распространении спор гриба определяется особенностями биологии каждого вида.

Грибная инфекция часто сопутствует и *L. rutilans*, к личиночным ходам которой бывают приурочены поселения гриба щелелистника (*Schizophylium commune* Fr.). Автором этот гриб обнаружен на неокоренных невывезенных с вырубок лесоматериалах, в местах расположения личиночных ходов златок, спилов и других механических повреждений ствола. Связь заселения *L. festiva* с поражением кипарисовых можжевеловой ржавчиной (*Gymnosparangium* sp.) отмечена К.Г. Хелльриглем [7].

Заключение

Несмотря на то, что златки трибы *Poecilonotini* при благоприятных условиях могут причинять вред многим лесообразующим породам и плодовым деревьям, в результате непосредственного повреждения тканей ствола и ветвей или переноса возбудителей грибных инфекций, специальные меры борьбы с ними пока не разработаны.

Даже в действующих очагах размножения массовых видов, таких как *P. variolosa* и *L. mirifica*, часто вообще не проводится надзор за состоянием их популяций, что приводит к расширению границ очагов за счет повреждения новых площадей древостоев. Поэтому в основу локализации и ликвидации очагов должен быть положен комплекс лесозащитных мероприятий, направленных на предотвращение перехода популяций названных видов в экспрессивное состояние и предупреждение и устранение причин, снижающих устойчивость деревьев. Определенные результаты дает первоочередное вовлечение в эксплуатацию перестойных древостоев и деревьев с нарушенной биологической устойчивостью, которые играют ведущую роль в создании запаса численности ксилофагов в насаждении. При закладке полезащитных лесополос необходим отбор пород, адаптированных к условиям степного и полупустынного лесоразведения. Учитывая фотофильность златок, предпочтение должно отдаваться лесопосадкам плотной конструкции с хорошо сформированной кустарниковой опушкой, обеспечивающей плавный переход к центральному древостою и наибольшее затенение стволов. Для таких целей могут использоваться чингиль (*Halimodendron halodendron* (Pall.)), некоторые виды ив (*Salix* spp.), черная смородина (*Ribes nigrum* L.). Для затенения почвы и комлей саженцев приемлемы предварительные посадки интродуцированного американского клена (*Acer nigundo* L.), практически не имеющего вредителей среди насекомых нашей фауны. Регулирующее влияние на численность златок может оказывать и комплекс неспецифических энтомофагов. При поисках новых способов предупреждения массовых размножений *Poecilonotini* необходимо ориентироваться на средства их аттракции, что позволит избирательно снижать плотность популяций только вредящих видов. Одним из наиболее перспективных направлений является применение феромонных ловушек. В то же время в связи с особенностями биологии *Poecilonotini* использование химических средств борьбы вряд ли будет иметь успех.

Список литературы

1. Зыков И.Е. Систематика и экология златок трибы *Poecilonotini* (Coleoptera, Buprestidae) фауны СССР: дис. … канд. биол. наук. Москва, ИЭМЭЖ им. А.Н. Северцова АН СССР, 1986. 261 с.

2. Byk A., Mokrzycki T. *Lamprodila mirifica* (Mulsant, 1855) (Buprestidae: Chrysochroinae: Poecilonotini)– new for the fauna of Poland. Key to the identification of Polish species of the genus *Lamprodila* Motschulsky, 1860 // Fragmenta Faunistica, 2019. Vol. 52 (2). P. 91–97.

3. Карпун Н.Н., Журавлева Е.Н. Расширение инвазионного ареала и трофические связи кипарисовой радужной златки *Lamprodila festiva* L. (Buprestidae: Coleoptera) в России // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Т. 244. С. 42–55. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.42-55.

4. Volkovitsh M.G., Zykov I.E., Karpun N.N., Zakharchenko V.Ye., Kovalev A.V. A Description of the Larva of the Cypress Jewel Beetle, *Lamprodila* (*Palmar*) *festiva* (L.), with Notes on the Larval Characters of Poecilonotini and Dicercini (Coleoptera, Buprestidae) // Entomological Review. 2019. Vol. 99, Is. 9. P. 1304–1317.

5. Knapp M., Knapp R., Knapp O. Ein schöner Fund am Straßenrand. Der Großen Linden-Prachtkäfer *Lamprodila rutilans* (Coleoptera: Buprestidae) // Mitteilungen des Entomologischen Vereins. Stuttgart. 2021. Vol. 56 (1/2). P. 44–45.

6. Волкович М.Г., Карпун Н.Н. Новый инвазивный вид жуков-бупрестидов в фауне России: *Lamprodila* (*Palmar*) *festiva* (L.) (Coleoptera, Buprestidae), вредитель кипарисовых (Cupressaceae) // Энтомологическое обозрение. 2017. Т. 97 (4). С. 425–437.

7. Hellrigl K.G. Revision der westpaläarktischen Arten der Prachtkäfergattung *Lampra* Lac. (Col., Buprestidae) // Ann. Naturhist. Mus. Wien, 1972. Vol. 76. P. 649–708.

8. Jendek E., Poláková J., Szopa R., Kodada J. *Lamprodila* (*Palmar*) *festiva* (Coleoptera, Buprestidae), a New Adventive Jewel Beetle Pest of Cupressaceae in Slovakia // Entomofauna carpathica. 2018. Vol. 30 (1). P. 13–24.

УДК 597.2/.5:597.4/.5

ИХТИОФАУНА РЕКИ ШАХРИХАНСАЯ: ВИДОВОЙ СОСТАВ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ

Мирзахалилов М.М., Мукимов М.А., Назаров М.Ш.

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

В статье определен видовой состав ихтиофауны р. Шахрихансай, относящейся к верхнему течению бассейна р. Сырдарья, изучены особенности биоэкологических показателей рыб. Установлено, что в р. Шахрихансай обитают 18 видов рыб, относящиеся к 12 семействам и 6 отрядам. Из них случайно занесенными являются 8 видов, акклиматизированными – 3 вида, местными – 7 видов. Среди местных рыб голец Кушакевича, сырдарьинский елец, туркестанский пескарь и полосатая быстрянка являются эндемиками Аральского бассейна. Из всей фауны рыб 6 видов (33 %) имеют местное промысловое значение. Вес гонад дает возможность определения степени зрелости половых продуктов, что часто используется для определения коэффициента зрелости рыб. Показатели коэффициента зрелости и гонадо-соматического индекса позволяют следить за ходом созревания половых продуктов рыб. В р. Шахрихансай у самок серебряного карася показатели коэффициента зрелости и гонадо-соматического индекса были наиболее высокими по сравнению с другими видами. Наименьшими были эти показатели у самцов туркестанского пескаря. Линейный рост рыб по годам жизни интересен не только с хозяйственной, но и с биологической точки зрения, так как этот показатель в определенной степени характеризует условия обитания рыб. Особенно важным показателем роста рыб является скорость роста по годам жизни, так как рыбы, в отличие от других позвоночных животных, растут всю жизнь, то есть линейный рост у них происходит непрерывно. Выборка серебряного карася из р. Шахрихансай состояла только из трехлетних особей. При этом скорость роста была наивысшей в первый и во второй годы жизни. На третьем году жизни скорость роста резко уменьшалась. Обыкновенные маринки также интенсивно росли на первом и втором году жизни, а на третий год рост замедлялся. Замедление роста на третьем году жизни рыб объясняется достижением ими половой зрелости.

Ключевые слова: ихтиофауна, верхнее течение, бассейн, биоэкологические показатели, биоразнообразие, эндемический вид, инвазивные виды, скорость роста, коэффициент зрелости, гонадо-соматический индекс

ICHTHYOFAUNA OF THE SHAKHRIKHANSAY RIVER: SPECIES COMPOSITION AND BIOECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FISH

Mirzakhalilov M.M., Mukimov M.A., Nazarov M.Sh.

Fergana State University, Fergana, e-mail: mirzahalilovmirabbos@gmail.com, muqimovmuhammadkarim7@gmail.com, nazarovmuhammadrasul04@gmail.com

The article defines the species composition of the ichthyofauna of the Shakhrikhansay River, which belongs to the upper reaches of the Syr Darya River basin and studies the features of bioecological indicators of fish. It was found that 18 fish species belonging to 12 families and 6 orders live in the Shakhrikhansay River. Eight species are accidentally introduced, three are acclimatized and seven are local. Among the local fish, the *Iskandaria kuschakewitschi*, the *Petroleuciscus squaliusculus*, the *Gobio lepidolaemus* and the *Alburnus taeniatus* are endemic to the Aral Sea basin. Of the entire fish fauna, six species (33 %) have local commercial value. The weight of the gonads makes it possible to determine the degree of maturity of the reproductive products and it is often used to determine the maturity coefficient of fish. The maturity coefficient and gonadosomatic index allow monitoring the maturation of the reproductive products of fish. In the Shakhrikhansay River, the female *Carassius gibelio* had the highest maturity coefficient and gonadosomatic index compared to other species. The lowest were these indicators for male *Gobio lepidolaemus*. Linear growth of fish by years of life is of interest not only from an economic but also from a biological point of view. Since this indicator to a certain extent characterizes the living conditions of fish. A particularly important indicator of fish growth is the growth rate by years of life, since fish, unlike other vertebrates, grow throughout their lives, i.e., their linear growth occurs continuously. The sample of *Carassius gibelio* from the Shakhrikhansay River consisted of three-year-old individuals only. The growth rate was highest in the first and second years of life. In the third year of life, the growth rate sharply decreased. Samples of *Schizothorax eurystomus* also grew intensively in the first and second years of life, and in the third year the growth slowed down. The slowdown in growth in the third year of fish life is explained by their reaching sexual maturity.

Keywords: ichthyofauna, upper reaches, basin, bioecological indicators, biodiversity, endemic species, invasive species, growth rate, maturity coefficient, gonadosomatic index

Введение

Бассейн р. Сырдарья занимает огромную территорию четырех государств Средней Азии, охватывающую высокогорные, предгорные и равнинные области этого весьма своеобразного региона, занимающего глубоко континентальное положение. Естественная гидрографическая сеть бассейна р. Сырдарья в настоящее время существенно изменена в результате интенсивного ирригационного строительства. Сток основных рек бассейна зарегулирован уже в пределах предгорного участка, образована обширная сеть ирригационных и коллек-

торных каналов, сооружено большое количество водохранилищ. Зарегулирование стока рек бассейна определило изменение их гидрологического режима, что не могло не отразиться на составе фауны и биологии рыб, населяющих их. К концу XX в. сток р. Сырдарья практически полностью использовался на различные хозяйственные нужды, при этом возрос объем сброса в реки бассейна коммунально-бытовых, промышленных и коллекторно-дренажных стоков, приносящих в реку большое количество биогенов, минеральных солей и токсических веществ. Многочисленные исследования по изучению ихтиофауны бассейна р. Сырдарья отразили состояние ихтиофауны бассейна за период до активного воздействия антропогенного фактора на бассейн в целом, на его ихтиофауну в частности. Историю исследования бассейна р. Сырдарья нельзя рассматривать отдельно от истории исследования водоемов Средней Азии в целом, по крайней мере в начальный период. Так, Н.А. Северцов в 1857–1858 гг. побывал в низовьях Сырдарьи, где собрал первую коллекцию рыб (около 17 видов) этой реки. Сборы Н.А. Северцова по Сырдарье обработал К.Ф. Кесслер и опубликовал в труде «Ихтиологическая фауна Туркестана» (1872). В период с 1899 по 1907 г. Л.С. Берг занимался изучением Аральского моря и р. Сырдарьи, в том числе ихтиофауны этого бассейна, собрав богатейший материал по систематике, биологии и промыслу рыб, опубликованный позже в сводке «Рыбы Туркестана» (1905). Большой вклад в изучение ихтиофауны Аральского бассейна и р. Сырдарьи в частности внес Г.В. Никольский. Результаты исследований обобщены в монографии «Ихтиофауна бассейна Аральского моря» (1938–1940). Существенный вклад в изучение ихтиофауны бассейна р. Сырдарья, преимущественно его предгорной и горной части, сделал Ф.А. Турдаков в середине XX в., основное внимание в своих исследованиях он уделял вопросам систематики и ихтиогеографии. В Узбекистане изучением ихтиофауны бассейна р. Сырдарья занимались многие исследователи. В приведенных работах дается достаточно подробное описание рыб бассейна и состав ихтиофауны. Так, например, Л.С. Берг для р. Сырдарья, включая и Аральский участок, отмечает 38 видов и подвидов рыб. Г.В. Никольский для бассейна р. Сырдарья дает сходный состав ихтиофауны. Ф.А. Турдаков несколько расширил список видов рыб бассейна, при этом он считает, что приводимый список рыб недостаточно полный, в частности малоизученными в видовом отношении оказались среднее течение р. Сырдарьи и ее притоки. Наибольшее число видов рыб бассейна р. Сырдарья дает Г.К. Камилов (1973) – 54 вида. В его работе список видов рыб уже обогащен интродуцированными видами. Одной из последних работ по ихтиофауне бассейна Сырдарьи является исследование М.Ф. Вундцеттеля, который перечислил 51 вид рыб для этого водоема [1, с. 9–10, 25–27, 220–221, 263].

В мире особое внимание уделяется проведению научных исследований, направленных на сохранение биоразнообразия рыб, распространенных на различных гидроэкосистемах. Эти исследования включают фаунистический анализ, изучение распределения рыб по природным территориям, их морфоэкологических характеристик, а также охрану редких и находящихся на грани исчезновения видов. Особенно актуальной становится необходимость сравнительного анализа видового состава пресноводных рыб, обитающих в разных регионах, а также различий в их уникальных морфологических, физиологических, биологических и экологических особенностях. Биоразнообразие рыб в нашем регионе сравнительно бедное, причем около четверти видов являются эндемиками Аральского бассейна. Исследовательские работы по определению видового состава ихтиофауны р. Шахрихансай, относящиеся к бассейну верхнего течения р. Сырдарья, не были проведены, это определяет актуальность данной работы.

Шахрихансай как ирригационный канал является одним из самых старых в регионе, его строительство началось в 1882 г. и было завершено в 1888 г. Он берет свое начало с Андижанского водохранилища (40°46′09″ с.ш. 73°03′30″ в.д), также в канал впадают р. Акбурасай и Аравансай. Начиная с места впадения р. Аравансай, канал протекает далее по ее историческому руслу. По части канала проходит государственная граница между Узбекистаном и Кыргызстаном. Шахрихансай заканчивается слиянием с Большим Ферганским каналом (40°41′59″ с. ш. 72°04′25″ в. д.) в г. Шахрихан. От канала отходят ирригационные каналы Савай и Южный Ферганский канал. Канал протекает по территории городов Кара-Суу (Кыргызстан), Карасу, Кургантепа, Ходжаабад и Асака (Узбекистан). Длина канала составляет 120 км. Самая высокая точка бассейна канала (400–680 м) находится в восточной части Андижанской области [2]. Максимальное потребление воды (согласно проекту) в устье канала – 240,0 м^3/с, актуальная пропускная способность – 190,0 м^3/с.

Цель исследования – определение биоразнообразия видового состава ихтиофауны р. Шахрихансай, относящейся к бассейну

верхнего течения Сырдарьи, изучение биоэкологических показателей рыб.

Материалы и методы исследования

Материалы собирали из р. Шахрихансай с помощью ставных сетей, рыболовных сачков, крючковой снасти. Были изучены также уловы рыбаков. Сначала анестезировали рыб, а потом их фиксировали на 10%-ном формалине. У рыб измеряли общую (TL) (до конца хвостового плавника) и стандартную (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. Обработку числового материала провели методами вариационной статистики [3, с. 314–320; 4, с. 420–421].

Таксономический статус рыб приведен по каталогу рыб Эйшмейера (Eschmeyer's Catalog of Fishes) при академии наук Калифорнии [5], а также на основе международной базы данных по рыбам [6, с. 299; 7]. У рыб измеряли общую (TL) (до конца хвостового плавника) и стандартную (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.

Возраст рыбы оценивали по ежегодному росту чешуи, взятой с левой стороны тела, между концом грудного плавника и началом спинного плавника [8; 9]. Для определения гонадо-соматического индекса

$$GSI = (Wg \times Wb\text{-}1) \times 100$$ [9; 10, с. 103; 11],

где Wg – вес гонад, Wb-1 – вес рыб без внутренностей [7]. Яичники взвешивали (Wg) с точностью 0,1 г. Для вычисления коэффициента зрелости использовали следующую формулу:

$$q = g_1 \times 100/g,$$

где q – искомый коэффициент зрелости; g_1 – вес гонад; g – вес рыбы. Пол определяли визуально или с помощью бинокулярного микроскопа.

Для определения годовых приростов рыбы использовали выработанный Эйнаром Леа метод обратного вычисления роста рыбы [12–14]. Вычисления вели по формуле

$$L / C = l_x / C_x;$$

$$l_x = (L \times C_x) / C$$

где L – длина рыбы; C – длина чешуи (от центра до края в той части, где определяются годовые кольца); C_x – длина чешуи за первый год (от центра чешуи и включая первое годовое кольцо); этим же выражением обозначается величина чешуи за два, три и т. д. года; l_x – длина рыбы за первый, второй, третий и т. д. годы (рисунок) [15].

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

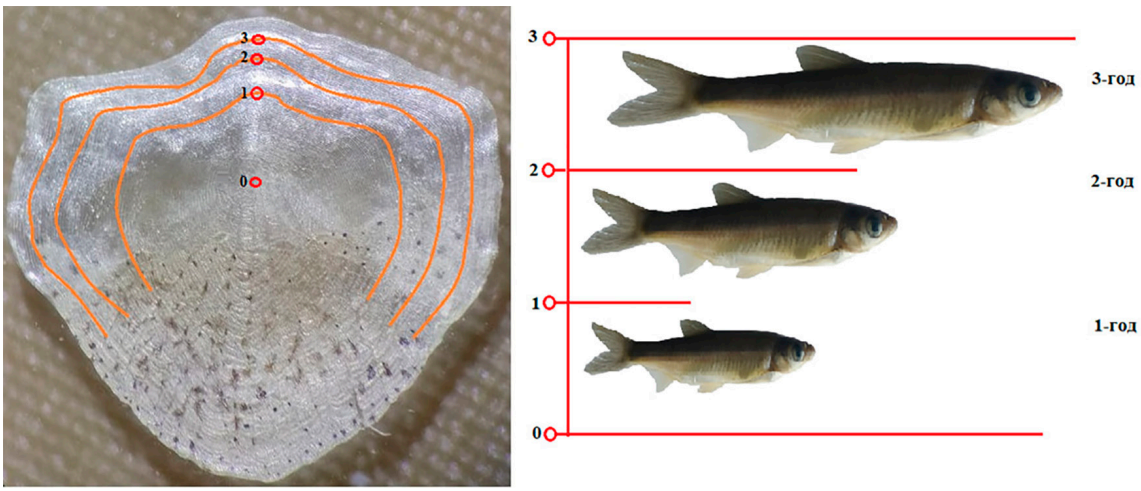
$$W = aL^b,$$

где W – общая масса (г), L – общая длина тела (см), a – коэффициент пересечения; b – коэффициент регрессии [16; 17].

Коэффициенты a и b вычислены следующим линейным регрессионным логарифмом:

$$\log(W) = \log(a)+b\times\log(L)$$ [18–20].

Все статистические вычисления произведены программой MS Excel 2019.



Определение линейного роста по годам жизни рыб по чешуе
Источник: составлено авторами по методике Эйнара Леа

Таблица 1

Видовой состав ихтиофауны Шахрихансая и их статус

№	Таксономия	Местный	Акклиматизированный	Случайно внесенный
Отряд I. Salmoniformes – Лососеобразные Семейство 1. Salmonidae – Лососевые				
1	*Salmo oxianus* (Kessler, 1874) – Амударьинская форель		+	
Отряд II. Cypriniformes – Карпообразные, подотряд Гольцы (Cobitoidei) Семейство 2. Nemacheilidae – Речные гольцы				
2	*Triplophysa strauchi* (Kessler, 1874) – Пятнистый губач			+
3	*Iskandaria kuschakewitschi* (Herzenstein, 1890) – Голец Кушакевича	+		
Семейство 3. Cyprinidae Rafinesque, 1815 – Карповые				
4	*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 – Сазан	+		
5	*Carassius gibelio* (Bloch, 1782) – Серебряный карась		+	
6	*Schizothorax eurystomus* Kessler, 1872 – Маринка	+		
Семейство 4. Leuciscidae Howes, 1991 – Жерехи				
7	*Alburnus taeniatus* Kessler, 1874 – Полосатая быстрянка	+		
8	*Petroleuciscus squaliusculus* (Kessler, 1872) –Сырдарьинский елец	+		
Семейство 5. Gobionidae Bleeker, 1861 – Пескари				
9	*Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) – Амурский чебачок			+
10	*Gobio lepidolaemus* Kessler, 1872 – Туркестанский пескарь	+		
11	*Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855) – Амурский абботина			+
Семейство 6. Xenocyprididae Günther, 1868 – Восточно-азиатские чебачки				
12	*Hemiculter leucisculus* (Basilewsky, 1855) – Востробрюшка			+
Семейство 7. Acheilognathidae Bleeker, 1863 – Горчаки				
13	*Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866) – Глазчатый горчак			+
Отряд III. Perciformes – Окунеобразные, Семейство 8. Odontobutidae				
14	*Micropercops cinctus* (Dabry de Thiersant, 1872) – Микроперкопс			+
Семейства 9. Gobiidae – Бычковые				
15	*Rhinogobius* sp. – Амурский бычок			+
Отряд IV. Siluriformes Cuvier, 1817 – Сомовые. Семейство 10. Siluridae – Сомовые				
16	*Silurus glanis* (Linnaeus, 1758) – Обыкновенный сом	+		
Отряд V. Cyprinodontiformes Berg, 1940 – Карпозубые Семейство 11. Poeciliidae Bonaparte, 1831 – Гамбузии				
17	*Gambusia holbrooki* Girard, 1859 – Гамбузия Хольбрука		+	
Отряд VI. Anabantiformes. Семейство 12. Channidae – Змееголовые				
18	*Channa argus* (Cantor, 1842) – Амурский змееголов			+

Результаты исследования и их обсуждение

В р. Шахрихансай обитают 18 видов рыб, относящиеся к 12 семействам и 6 отрядам, причем основная часть (12 видов) ихтиофауны относится к карпообразным (табл. 1). Случайно занесенными являются 8 видов, акклиматизированными – 3 вида, местными – 7 видов. Среди местных рыб голец Кушакевича, сырдарьинский елец, туркестанский пескарь и полосатая быстрянка являются эндемиками. Из всей фауны рыб шесть видов (33 %) имеют местное промысловое значение.

Таблица 2

Репродуктивные показатели некоторых видов рыб

Стандартная длина (SL), мм (мин.-мак./ среднее)	Вес рыб (Q), г (мин.-мак./ среднее)	Вес гонад (q), г (мин.-мак./ среднее)	Коэффициент зрелости (мин.-мак./среднее)	Гонадо-соматический индекс
Серебряный карась (самки)				
66,32–74,50 69,7	9,93–15,00 12,66	2,04–2,83 2,42	16,56–19,13 18,05	21,7–27,3 24,9
Маринка (самки)				
76,8–128,8 100,9	10,5–33,8 19,07	1,78–2,64 2,17	7,80–16,05 11,78	16,1–18,7 14,8
Туркестанский пескарь (самцы)				
63,2–74,1 69,7	5,36–9,68 8,04	0,08–0,20 0,15	1,47–2,11 1,85	1,78–2,55 2,31

Таблица 3

Линейный рост серебряного карася (*Carassius gibelio*), маринки (*Schizothorax eurystomus*) и туркестанского пескаря (*Gobio lepidolaemus)* по годам жизни (по данным обратного вычисления)

Возраст, лет	Длина тела по годам жизни ($l_1 l_2 l_3 l_4$), мм				n
Carassius gibelio	l_1	l_2	l_3	l_4	
2+	14,63	29,09	35.29	–	10
Скорость роста	14,63	14,46	6,20	–	
Schizothorax eurystomus					
2+	19,01	39,36	50,03	–	10
Скорость роста	19,01	20,35	10,67	–	
Gobio lepidolaemus					
2	12,39	23,40	–	–	10
Скорость роста	12,39	11,01	–	–	

Вес гонад становится одним из обязательных условий выяснения степени зрелости половых продуктов, он часто используется для определения коэффициента зрелости рыб. Коэффициент зрелости позволяет следить за ходом созревания половых продуктов рыб. В р. Шахрихансай у серебряного карася показатели коэффициента зрелости и гонадо-соматический индекс были наиболее высокими в сравнении с другими видами. Наименьшими были эти показатели у самцов туркестанского пескаря (табл. 2).

Данные о линейном росте некоторых видов рыб по годам жизни приведены в табл. 3.

В р. Шахрихансай выборку серебряного карася составляли только трехлетние особи. Причем абсолютная скорость тела была наивысшей в первый и второй год жизни. Далее она уменьшалась. При этом на третьем году жизни скорость резко упала. Такое резкое замедление роста объясняется достижением их половой зрелости. Особи обыкновенной маринки также интенсивно росли на первом и на втором году жизни, а на третьем году рост замедляется, но в отличии от карася замедление роста у них не очень резкое. Выборку туркестанского пескаря составляли только двухгодовики. Причем скорость роста в первом и во втором году жизни у этих особей была одинаковой (табл. 3). Исходя из этого можно предположить, что они пока еще не были в состоянии половой зрелости, на которую бы тратилась энергия.

Заключение

Среди биологических показателей большое хозяйственное значение имеет линейный рост рыб. Особенно важным показателем роста рыб является скорость роста по годам жизни, так как рыбы, в отличие от других позвоночных животных, растут всю жизнь, то есть линейный рост у них происходит непрерывно. При оценке скорости роста рыб используется метод ре-

троспективной оценки, в основе которого лежит наличие прямой пропорциональной зависимости роста тела и чешуи. По наследуемости все группы признаков рыб можно выстроить в ряд от высоконаследуемых (остеологические, меристические признаки) до низконаследуемых (рост, темп созревания, плодовитость). При этом значительная доля межпопуляционной изменчивости низконаследуемых признаков определяется различиями во внешней среде. Например, скорость роста рыб в определенной степени характеризует условия обитания. Вес гонад характеризует степень зрелости половых продуктов. Показатели коэффициента зрелости и гонадо-соматического индекса позволяют следить за ходом созревания половых продуктов рыб. В р. Шахрихансай у самок серебряного карася показатели коэффициента зрелости и гонадо-соматического индекса были наиболее высокими в сравнении с другими видами. Наименьшими были эти показатели у самцов туркестанского пескаря.

Река Шахрихансай является продолжением р. Аравансай и Акбурасай, которые в основном протекают по территории Кыргызыстана, и ее историческое русло протекает по территории Андижанской области Узбекистана. В конце XIX в. к нему присоединили ирригационный канал из Андижанского водохранилища, вот так сформировалась нынешняя река (или ирригационный канал) Шахрихансай. В настоящее время в нем обитают 18 видов рыб, относящихся к 12 семействам и 6 отрядам. Биоразнообразие ихтиофауны в р. Шахрихансай формировалось за счет местных (7 видов), акклиматизированных (3 видов) и случайно занесенных или инвазивных (8 видов) рыб.

Список литературы

1. Вундцеттель М.Ф. Ихтиофауна бассейна реки Сырдарьи (Эколого-зоогеографический анализ). М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2006. 307 с.

2. Мирзахалилов М.М., Назаров М.Ш., Умаров Ф.А., Мукимов М.А. Первичные данные по ихтиофауне реки Шахрихансай // Журнал междисциплинарной инновации и научные исследовании Узбекистана. 2022. Т. 1, № 10. С. 202–206.

3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

4. Jordan D.S. A guide to the study of fishes. BoD–Books on Demand, 2018. 710 p.

5. Fricke R., Eschmeyer W.N., Van der Laan R. (eds). Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. 2023. URL: http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp (дата обращения: 15.01.2025).

6. Kottelat M. European freshwater fishes: An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation // Biologia, Bratislava, Section Zoology. 1997. Vol. 52, Is. 5. P. 1–271. DOI: 10.1023/A:1007452304138.

7. Betancur-R R., Wiley E.O., Arratia G., Acero A., Bailly N., Miya M. & Orti G. Phylogenetic classification of bony fishes // BMC evolutionary biology. 2017. Vol. 17. P. 1–40. DOI: 10.1186/s12862-017-0958-3.

8. Bagenal T.B., Braum E. Eggs and early life history // In: Bagenal T. (Ed.). Methods of Assessment of Fish Production in Fresh Waters. IBP Handbook 3. Oxford: Blackwell Scientific, 1978. P. 165–201.

9. Mousavi-Sabet H., Kamali A., Soltani M., Bani A., Esmaeili H.R., Rostami H.K., Vatandoust S., Moradkhani Z. Reproductive biology of Cobitis keyvani (Cobitidae) from the Talar River in south of the Caspian Sea Basin // Iranian Journal of Fisheries Sciences. 2012. Vol. 11. P. 383–393. DOI: 10.22092/IJFS.2018.114211.

10. Jakobsen T., Fogarty M., Megrey B.A., Moksness E. Fish reproductive biology: implications for assessment and management. 2nd ed. London: Wiley-Blackwell, 2016. 382 p. DOI: 10.1002/9781118752739.

11. Mechaly A.S., Awruch C., Cabrita E., Costas B., Fernandes J.M., Gallego V., Fatsini E. Cutting-Edge Methods in Teleost and Chondrichthyan Reproductive Biology // Reviews in Fisheries Science & Aquaculture. 2025. Vol. 33, Is. 1. P. 77–112. DOI: 10.1080/23308249.2024.2377999.

12. Lea E. Über die Herkunft der Skleroblastea: Ein Beitrag zur Lehre von der Osteogenese // Morphologisches Jahrbuch. 1894. Vol. 21. P. 153–240.

13. Lugert V., Thaller G., Tetens J., Schulz C., Krieter J. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application // Reviews in aquaculture. 2016. Vol. 8, Is. 1. P. 30–42. DOI: 10.1111/raq.12071.

14. Mikhailov V.V., & Perevaryukha A.Y. Model of fish population dynamics with calculation of individual growth rate and hydrological situation scenarios // Информационно-управляющие системы. 2018. № 4 (95). С. 31–38. DOI: 10.31799/1684-8853-2018-4-31-38.

15. Chen X., Liu B., Fang Z. Age and growth of fish // Biology of fishery resources. 2022. P. 71–111. DOI: 10.1007/978-981-16-6948-4_4.

16. 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, Is. 6. P. 1320–1321. DOI: 10.1111/jai.13222.

17. Kuriakose S. Estimation of length weight relationship in fishes. 2017.

18. Radhi A.M., Fazlinda M.F.N., Amal M.N.A., Rohaslinney H.A review of length-weight relationships of freshwater fishes in Malaysia // Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research. 2018. Vol. 20, Is. 1. P. 55–68. DOI: 10.1515/trser-2018-0005.

19. İlhan A. & Sarı H.M. Length-weight relationships of fish species in Marmara Lake, West Anatolia, Turkey // Croatian Journal of Fisheries. 2015. Vol. 73, Is. 1. P. 30–32. DOI: 10.14798/73.1.784.

20. Mahé K., Bellamy E., Delpech J.P., Lazard C., Salaun M., Vérin Y. & Travers-Trolet M. Evidence of a relationship between weight and total length of marine fish in the North-eastern Atlantic Ocean: physiological, spatial and temporal variations // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 2018. Vol. 98, Is. 3. P. 617–625. DOI: 10.1017/S0025315416001752.

УДК 591.5:636.03

К ВОПРОСУ УСТАНОВЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ПОСТУПЛЕНИЯ ^{137}CS И ^{90}SR С РАЦИОНОМ В ОРГАНИЗМ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Епимахов В.Г.

НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ, Обнинск, e-mail: epimakhov.vg@gmail.com

Статья посвящена вопросу получения экологически безопасной животноводческой продукции (молока и мяса) на территориях, загрязненных радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr. В настоящее время применяются временные уровни предельно допустимой концентрации радионуклидов в кормах в целях обеспечения содержания радионуклидов в животноводческой продукции ниже установленных санитарно-гигиенических нормативов. Действующие нормативы имеют ряд недостатков и не могут в полной мере гарантировать получение экологически безопасной продукции. Анализ и обобщение доступной научной информации показали, что предельно допустимые концентрации радионуклидов в кормах, установленные в результате экспериментов, строго привязаны к конкретным условиям проведения исследований и не являются унифицированными. Они зависят от структуры рациона кормления, вклада отдельных кормов в общую активность рациона и других факторов. Значительный разброс значений предельно допустимой концентрации радионуклидов в кормах обусловлен большой вариабельностью коэффициента перехода радионуклидов из рациона в продукцию животноводства, который имеет ограниченное применение для нормирования поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr с кормами в организм сельскохозяйственных животных. Другие подходы к определению допустимого уровня радионуклидов в кормах являются предметом обсуждений, а методы и критерии оценки остаются недостаточно разработанными. В данной статье рассматривается альтернативное предложение о применении максимально допустимого уровня поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr с рационом в организм жвачных животных. Уровень должен определяться в зависимости от вида животного, возраста, направления хозяйственного использования, а также от применяемых технологий кормления и содержания. Описываются преимущества данного подхода. Применение максимально допустимого уровня суточного поступления радионуклидов в организм жвачных животных с учетом влияния факторов внешней и внутренней среды позволит использовать кормовую базу в хозяйствах дифференцированно, снизить поступление радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в животноводческую продукцию и будет служить гарантией нормативной чистоты продукции животноводства.

Ключевые слова: радионуклиды, коэффициент перехода, корма, рацион кормления, сельскохозяйственные животные, максимально допустимый уровень

ON THE ISSUE OF ESTABLISHING THE MAXIMUM PERMISSIBLE LEVEL OF INTAKE OF ^{137}CS AND ^{90}SR INTO THE BODY OF RUMINANTS

Epimakhov V.G.

NRC «Kurchatov Institute» – RIRAE, Obninsk, e-mail: epimakhov.vg@gmail.com

The article is devoted to the issue of obtaining environmentally safe livestock products (milk and meat) in areas contaminated with 137Cs and 90Sr radionuclides. Currently, temporary levels of maximum permissible concentrations of radionuclides in feed are used, which are aimed at ensuring the content of radionuclides in livestock products below the established sanitary and hygienic standards. The current standards have a number of shortcomings and cannot fully guarantee the production of environmentally safe products. Analysis and generalization of available scientific information showed that the maximum permissible concentrations of radionuclides in feed, established as a result of experiments, are strictly tied to specific research conditions and are not unified. They depend on the structure of the feeding ration, the contribution of individual feeds to the overall activity of the ration and other factors. The significant spread of maximum permissible concentrations of radionuclides in feed is due to the high variability of the coefficient of radionuclide transfer from the diet to livestock products, which has limited application for regulating the intake of 137Cs and 90Sr radionuclides with feed by farm animals. Other approaches to determining the permissible level of radionuclides in feed are the subject of discussion, and the methods and criteria for assessment remain insufficiently developed. This article considers an alternative proposal for the application of the maximum permissible level of 137Cs and 90Sr radionuclides with the diet by ruminants. The level should be determined depending on the animal species, age, direction of economic use, as well as the feeding and housing technologies used. The advantages of this approach are described. The use of the maximum permissible level of daily intake of radionuclides into the body of ruminants, taking into account the influence of external and internal environmental factors, will allow for the differentiated use of the feed base in farms, reduce the intake of 137Cs and 90Sr radionuclides into livestock products and serve as a guarantee of the standard purity of livestock products.

Keywords: radionuclides, transfer coefficient, feed, feeding ration, animals, maximum permissible level

Введение

Вопрос о необходимости ограничения поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr с кормами в организм сельскохозяйственных животных возник в 1957 году сразу после аварии на производственном объединении «Маяк», которая привела к выбросу радионуклидов (РН) в окружающую среду. После аварии на Чернобыльской АЭС, в результате которой количество продуктов

ядерного деления превысило допустимые нормы в продуктах животноводства (молоке и мясе), эта проблема стала еще более актуальной [1-3]. В этот период ведущими учеными страны были выработаны фундаментальные принципы, определяющие нормы содержания радионуклидов в звеньях трофической цепи сельскохозяйственных животных при радиоактивном загрязнении окружающей среды [4, с. 178].

На сегодняшний день для обеспечения уровня содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в животноводческой продукции ниже установленных санитарно-гигиенических нормативов используется предельно допустимая концентрация (ПДК) радионуклидов в кормах [5-7].

Цель исследования заключается в предложении применения максимально допустимого уровня суточного поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм жвачных животных в зависимости от вида, возрастной группы, технологии содержания и кормления, что должно гарантировать получение экологически безопасной животноводческой продукции (молока и мяса).

Материалы и методы исследований

Анализ и обобщение доступной научной информации позволяют сделать вывод о том, что исследования в данной области сосредоточены преимущественно на изучении процессов хронического поступления радионуклидов (РН) с пищей в организм животных, а также на определении уровней загрязнения мяса, молока и других продуктов животноводства. Есть информация о попытках установить в кормах предельные концентрации РН, которые вызывают физиологические, морфологические и другие изменения в организме животных [8, 9, 10]. Однако сопоставление данных демонстрирует значительные различия, что затрудняет их анализ и обобщение. Это обусловлено тем, что реакция организма на поступление ^{137}Cs и ^{90}Sr с рационом зависит от множества факторов внешней и внутренней среды. Особую сложность представляет оценка перехода РН низкой концентрации в животноводческую продукцию при длительном их поступлении с кормами. В этом случае необходимо учитывать накопление радионуклидов в организме животных.

Большинство ученых указывают на необходимость исследования процессов поступления и распределения РН в организме животных в контексте оптимизации системы кормопроизводства. Запрос на решение этой проблемы становится все более актуальным, поскольку получение экологически чистой продукции животноводства и обеспечение безусловного здоровья населения требуют научно обоснованных методов нормирования поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм животных.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время при содержании крупного рогатого скота и овец на территориях, загрязненных радионуклидами, прогноз поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в животноводческую продукцию осуществляется, в основном, с применением коэффициента перехода (КП), значения которого определяются величиной отношения концентрации РН в молоке и мясе к содержанию радионуклидов в рационе.

Результаты доступных научных исследований изучения превышения нормативов в продукции животноводства при скармливании кормов с различной концентрацией ^{137}Cs и ^{90}Sr выявили значительный разброс значений КП. Большая вариабельность данного показателя имеет в основе ряд причин:

− КП является одной из множества характеристик, присущих данному конкретному исследованию или эксперименту. Применение значения его величины в других расчетах недопустимо;

− при оценке средней величины КП по совокупности данных, полученных в различных экспериментах, необходимы тщательный сравнительный анализ условий проведения исследований и знание методов вычисления коэффициента перехода;

− значительный разброс коэффициента перехода отражает многофакторный характер формирования множества расчетных значений КП. Без знания и учета данных факторов коэффициент перехода имеет достаточно ограниченное применение для прогнозирования перехода в продукцию животноводства и нормирования поступления радионуклидов с кормами в организм сельскохозяйственных животных.

Оценка предельно допустимой концентрации радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в кормах, выполненная на основе значений КП и допустимого уровня содержания радионуклидов в молоке и мясе, так же как и коэффициент перехода, является одной из характеристик проведенного эксперимента и на практике также может использоваться некорректно. Значения ПДК строго привязаны к конкретным условиям проведения исследования и не являются унифицированными, зависят от структуры рациона кормления, вклада отдельных кормов в общую активность рациона и других факторов [11, с. 159].

Из-за большого количества кормовых продуктов, которые могут быть включе-

ны в состав рационов кормления животных, применяются другие подходы расчета предельно допустимой концентрации РН в кормах.

− ПДК рассчитывают исходя из предположения, что животное питается только одним видом корма [12, с. 248], с использованием показателя максимальной поедаемости данного корма. Однако это считается неприемлемым.

− Предлагается определять нормы ПДК радионуклидов в кормах, основываясь на сложившейся зоотехнической практике нормирования микроэлементов в кормах на 1 кг сухого вещества корма [11, с. 487]. Считается, что ^{137}Cs и ^{90}Sr усваиваются животными одинаково из различных кормов и пропорционально обменной энергии в данном корме. Оценка ПДК радионуклидов проводится в расчете только на сухое вещество объемистых кормов. Полученные таким путем данные о предельно допустимой концентрации радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в кормах являются ориентировочными.

− С учетом вероятностного характера перехода ^{137}Cs в молоко и мясо крупного рогатого скота предлагается проводить оценку контрольных уровней содержания радионуклида в кормах на основе квотирования суточного поступления цезия с различными кормами [13]. В качестве эталонного корма рассматривается сено. Загрязнение остальных видов кормов рациона оценивается как отношение концентрации цезия в каждом из кормов к содержанию цезия в сене. Однако из-за значительного разброса содержания ^{137}Cs в кормах и большой вариабельности концентрации в сене к расчетным контрольным уровням содержания радионуклида в кормах следует относиться как к приблизительным.

Таким образом, подходы к определению ПДК радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в кормах являются предметом обсуждений, а методы и критерии оценки остаются недостаточно разработанными. Многие исследователи сходятся во мнении, что проблема недостаточно изучена.

В результате обобщения результатов многочисленных исследований и экспериментов были установлены временные уровни допустимого содержания РН в кормах (рис. 1), которые рекомендуются к использованию в хозяйствах, расположенных на территориях с неблагоприятной радиоэкологической обстановкой [14]. Эти нормативы следует рассматривать как ориентировочные, поскольку в некоторых случаях простое соблюдение установленных допустимых уровней содержания радионуклидов в кормах может привести к превышению допустимых уровней в продукции животноводства – молоке и мясе. В случае применения защитных мероприятий, направленных на уменьшение содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах животноводства, уровни ПДК радионуклидов в кормах могут быть увеличены.

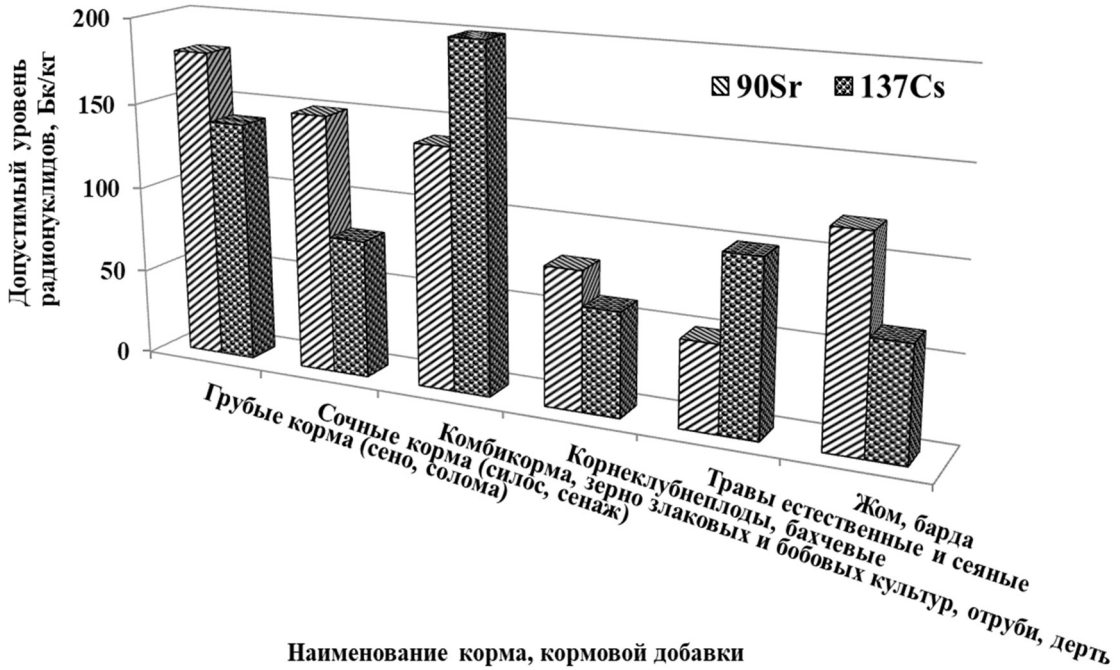


Рис. 1. Допустимые уровни радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в отдельных кормах жвачных животных, соответствующие нормативам СанПиН 2.3.2.560-96

Таким образом, принятые и действующие на сегодняшний день нормативы, регламентирующие допустимое содержание радионуклидов в кормах, имеют ряд недостатков и не могут в полной мере гарантировать получение экологически безопасной продукции животноводства.

Предложение

Чтобы устранить слабые стороны и недостатки применения ПДК радионуклидов в кормах, требуется дальнейший поиск решения проблемы ограничения поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм жвачных животных с целью обеспечить соответствие животноводческой продукции санитарно-гигиеническим требованиям.

В данной работе предлагается альтернативный подход – применение максимально допустимого уровня (МДУ) поступления радионуклидов в организм жвачных животных в качестве критерия оценки безвредности рационов кормления. Отличие критерия от существующих временных нормативов в кормах заключается в том, что рассматривается суточное поступление РН в организм животных, т.е. учитывается не только концентрация радионуклидов в кормовых продуктах рациона кормления, но и структура рациона. Превышение загрязненности отдельного корма допустимого уровня ПДК еще не означает его исключения из рациона, если суммарная активность в рационе не превышает расчетного значения МДУ. Применение максимально допустимого уровня поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм жвачных животных предоставляет на практике возможность подбора корма из имеющихся в наличии и характеризующихся различной концентрацией радионуклидов, для оптимизации рационов кормления ниже максимально допустимого уровня с соблюдением баланса по питательным веществам и энергии.

Обзор литературы, посвященной вопросам ведения животноводства на территориях, загрязненных радионуклидами, позволил установить основные факторы (рис. 2), влияющие на величину перехода РН из рациона в молоко и мясо [15].

Рис. 2. Факторы, влияющие на величину перехода радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr из рациона в продукцию животноводства

Чтобы оценить степень и характер влияния установленных факторов на поступление в организм жвачных животных, их накопление и переход радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукцию животноводства, необходимы дополнительные исследования. Однако получение необходимой информации путем организации натурных экспериментов представляется затруднительным, сопряжено со значительными затратами и требует строгого соблюдения требований радиационной безопасности. Планирование и проведение большого количества подобных экспериментов практически неосуществимо.

Для описания поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr с рационом в организм крупного рогатого скота и овец, накопления и перехода в животноводческую продукцию предлагается привлечь имитационное моделирование. Разработка модели позволит прогнозировать содержание РН в молоке и мясе, оценить максимально допустимый уровень суточного поступления радионуклидов с учетом факторов, влияющих на переход РН из рациона в продукцию животноводства, а также принятых защитных мероприятий.

Заключение

Принятые в настоящее время нормативы, регламентирующие допустимое содержание радионуклидов в кормах, несовершенны и не всегда обеспечивают нормативную чистоту продукции – молока и мяса. В качестве критерия экологической безопасности рационов кормления жвачных животных при содержании на территориях, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr, предлагается применение максимально допустимых уровней суточного поступления радионуклидов с учетом факторов, влияющих на величину перехода РН из рациона в продукцию животноводства, таких как вид животных, возрастная группа, структура рациона кормления и др. Это позволит повысить эффективность использования кормовой базы в хозяйствах и снизить поступление радионуклидов в организм животных.

Обеспечение контроля безопасности рационов кормления животных на соответствие максимально допустимым уровням МДУ должно гарантировать получение нормативной чистоты продукции животноводства.

Список литературы

1. Санжарова Н.И., Фесенко С.В., Исамов Н.Н., Цыгвинцев П.Н., Губарева О.С. Проблемы ведения животноводства после аварии на Чернобыльской АЭС: радиационная обстановка, защитные мероприятия // Ветеринария и кормление. 2020. № 2. С. 41-45. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-2-10.

2. Авария на Чернобыльской АЭС: защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве // Радиационная биология. Радиоэкология. 2021. Т. 61, № 3. С. 261-276. DOI: 10.31857/S086980312103005X.

3. Чирков Е.П., Смольский Е.В., Бабьяк М.А. Особенности ведения скотоводства и кормопроизводства на территориях, загрязненных радионуклидами, после аварии на Чернобыльской АЭС // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 11. С. 64-69. DOI: 10.32651/2211-64.

4. Ильязов Р.Г. Чернобыльская катастрофа: последствия и контрмеры в агроэкосфере. М.: ИНФРА-М, 2019. 272 с.

5. Исамов Н.Н., Фесенко С.В., Прудников П.В., Губарева О.С., Емлютина Е.С. К вопросу о нормировании содержания 137Cs в кормах сельскохозяйственных животных // Радиоэкологические последствия радиационных аварий: к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС: Сборник докладов международной научно-практической конференции, Обнинск, 22–23 апреля 2021 года. Обнинск: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 2021. С. 338-341.

6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14 ноября 2001 г. N 36 "О введении в действие санитарных правил" (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/4178234/ (дата обращения: 15.02.2025).

7. Белоус Н.М., Прудников П.В., Щеглов А.М., Смольский Е.В., Белоус И.Н., Силаев А.Л. Вероятность получения молока и кормов, не соответствующих допустимым уровням содержания 137Cs на территории юго-запада Брянской области в отдалённый период после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2019. Т. 28, № 3. С. 36-46. DOI: 10.21870/0131-3878-2019-28-3-36-46.

8. Ильязов Р.Г. Техногенез и агроэкосфера – проблемы продовольственной безопасности и пути их решения // Известия Международной академии аграрного образования. 2018. № 42-1. С. 41-48.

9. Санжарова Н.И., Фесенко С.В., Исамов Н.Н., Цыгвинцев П.Н., Губарева О.С. Проблемы ведения животноводства после аварии на Чернобыльской АЭС: радиационная обстановка, защитные мероприятия // Ветеринария и кормление. 2020. № 2. С. 41-45. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-2-10.

10. Исамов Н.Н., Губарева О.С., Мирзоев Э., Алешкина Е.Н. Радиобиология и радиоэкология сельскохозяйственных животных: итоги работ // История науки и техники. 2020. № 7. С. 35-47. DOI: 10.25791/intstg.07.2020.1196.

11. Ильязова Р.Г. Адаптация агроэкосферы к условиям техногенеза. Казань: Изд-во "Фэн" Академии наук РТ, 2006. 664 с.

12. Анненков Б.Н. Радиационные катастрофы: последствия и контрмеры в сельском хозяйстве. М.: Санэпидмедиа, 2008. 371 с.

13. Фесенко С.В., Исамов Н.Н., Прудников П.В., Емлютина Е.С. Радиоэкологическое обоснование контрольных уровней содержания 137Cs в кормах сельскохозяйственных животных // Радиационная биология. Радиоэкология. 2021. Т. 61, № 6. С. 652-663. DOI: 10.31857/S0869803121060047.

14. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания ^{90}Sr и ^{137}Cs. Ветеринарные правила и нормы ВП 13.5.13/06-01 (утв. Министерством сельского хозяйства РФ 19 декабря 2000 г.) [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/71973506/ (дата обращения: 15.02.2025).

15. Епимахов В.Г., Саруханов В.Я., Епифанова И.Э. Факторы, модифицирующие переход радионуклидов из кормов в животноводческую продукцию // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. Т. 1, № 11. С. 105–117. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202411110.

УДК 613.294:616-092.9:612

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА РАЗЛИЧНОГО ДИАМЕТРА В ЯИЧНИКАХ КРЫС

[1]Хмель А.О., [1]Ахмадеев А.Р., [1]Рябова Ю.В., [1]Якупова Т.Г., [1]Кулагин Е.А., [1]Репина Э.Ф., [1]Кудояров Э.Р., [1,2]Каримов Д.О.

[1]ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», Уфа, e-mail: fbun@uniimtech.ru;
[2]ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко», Москва, e-mail: info@nriph.ru

Цель исследования – в условиях эксперимента провести сравнительную полуколичественную оценку распределения и накопления частиц микропластика различных диаметров (100, 500 и 1000 нм) в яичниках крыс. Для изучения локализации и степени накопления частиц микропластика в организме животных были проведены эксперименты с лабораторными крысами линии Wistar. Для исследования были отобраны 12 самок крыс, разделенных на 4 группы по 3 особи: контрольная («К-»), «МП 100» (100 нм), «МП 500» (500 нм) и «МП 1000» (1000 нм). Были использованы флуоресцентно меченые микрочастицы полистирола (0,1, 0,5 и 1,0 мкм) в виде 1%-ной суспензии в дистиллированной воде. Микропластик вводили внутрисердечно, после чего проводили гистологическое исследование тканей с использованием методов микроскопии и сравнительного анализа накопления микропластика в тканях яичников. При полуколичественной оценке выявлено значительное накопление флюоресцирующих объектов микропластика (МП) в яичниках крыс. Наибольшее накопление отмечено в группе «МП 100» (p=0,001). Наблюдались значимые различия между экспериментальными группами, подтверждающие влияние размера частиц на их распределение и накопление. Количество флюоресцирующих тканевых элементов также значимо отличалось (p=0,001), наибольшее накопление отмечено в группе «МП 100». Яичники входят в число органов, наиболее чувствительных к накоплению микропластика. Размер частиц оказывает существенное влияние на их распределение в тканях, при этом частицы диаметром 100 нм накапливаются в значительно большей степени по сравнению с частицами других размеров.

Ключевые слова: микропластик, полуколичественный анализ, сравнение, эксперимент, крысы, яичники

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF MICROPLASTIC PARTICLES OF VARIOUS DIAMETERS IN THE OVARIES OF RAT

[1]Khmel A.O., [1]Akhmadeev A.R., [1]Ryabova Yu.V., [1]Yakupova T.G., [1]Kulagin E.A., [1]Repina E.F., [1]Kudoyarov E.R., [1,2]Karimov D.O.

[1]Ufa research institute of occupational health and human ecology, Ufa, e-mail: fbun@uniimtech.ru;
[2]N.A. Semashko National Research Institute of Public Health, Moscow, e-mail: info@nriph.ru

The aim of the study was to conduct a comparative semi-quantitative assessment of the distribution and accumulation of microplastic particles of various diameters (100, 500 and 1000 nm) in rat ovaries under experimental conditions. To study the localization and degree of accumulation of microplastic particles in the body of animals, experiments were conducted with laboratory Wistar rats. For the study, 12 female rats were selected, divided into 4 groups of 3 individuals: control («K-»), «MP 100» (100 nm), «MP 500» (500 nm) and «MP 1000» (1000 nm). Fluorescently labeled polystyrene microparticles (0.1, 0.5 and 1.0 μm) were used as a 1% suspension in distilled water. Microplastic was administered intracardially, after which a histological examination of the tissues was carried out using microscopy and comparative analysis of the accumulation of microplastics in the ovarian tissues. A semi-quantitative assessment revealed a significant accumulation of fluorescent microplastic (MP) objects in the ovaries of rats. The highest accumulation was noted in the MP 100 group (p=0.001). Significant differences were observed between the experimental groups, confirming the effect of particle size on their distribution and accumulation. The number of fluorescent tissue elements also differed significantly (p=0.001), with the highest accumulation in the MP 100 group. The ovaries are among the organs most sensitive to the accumulation of microplastics. Particle size has a significant effect on their distribution in tissues, with particles with a diameter of 100 nm accumulating to a much greater extent compared to particles of other sizes.

Keywords: microplastics, semi-quantitative analysis, comparison, experiment, rats, ovaries

Введение

Микропластик, определяемый как пластиковые частицы размером менее 5 мм, стал одной из наиболее актуальных экологических проблем современности [1]. Его повсеместное распространение в окружающей среде, включая водные ресурсы, почву и атмосферу, вызывает серьезные опасения у научного сообщества и общественности. Микропластик образуется в результате деградации крупных пластиковых изделий под воздействием физических, химических

и биологических факторов, таких как ультрафиолетовое излучение, механическое истирание и деятельность микроорганизмов. Кроме того, он поступает в окружающую среду в виде первичных микрочастиц, которые изначально имеют небольшой размер и используются в косметике, промышленности и других сферах [2].

Устойчивость пластика к биологическому разложению и его способность накапливаться в экосистемах делают его потенциально опасным для живых организмов, включая человека.

Особую тревогу вызывает способность микропластика проникать в организмы животных и человека через пищевые цепи, воду и воздух [3]. Исследования последних лет показали, что микропластик может накапливаться в тканях и органах, вызывая воспалительные процессы, окислительный стресс и другие негативные последствия [4]. Однако механизмы воздействия микропластика на организм, особенно на репродуктивную систему, остаются недостаточно изученными. Репродуктивная система, являясь одной из наиболее чувствительных к воздействию внешних факторов, может служить индикатором долгосрочных последствий загрязнения окружающей среды [5].

Яичники как ключевой орган репродуктивной системы важны в поддержании фертильности и гормонального баланса. Воздействие микропластика на яичники может привести к нарушению оогенеза, изменению гормонального фона и, как следствие, к снижению репродуктивной функции [6]. При этом размер частиц микропластика может играть критическую роль в их распределении и биологическом воздействии. Частицы разного диаметра могут по-разному проникать в ткани, накапливаться и взаимодействовать с клетками, что требует детального изучения [7].

Изучение распределения микропластика в яичниках крыс позволит не только оценить потенциальные риски для репродуктивного здоровья, но и выявить закономерности накопления частиц в зависимости от их размера.

Цель исследования – в условиях эксперимента провести сравнительную полуколичественную оценку распределения и накопления частиц микропластика различных диаметров (100, 500 и 1000 нм) в яичниках крыс.

Материалы и методы исследования

Экспериментальные животные содержались в стандартных условиях вивария при температуре 20–25°C, с контролируемой влажностью и освещением. Уход за ними осуществляли в соответствии с ГОСТ 33215-2014 и Директивой Европейского парламента и Совета ЕС 2010/63/ЕС от 22.09.2010 о защите животных, используемых в научных целях.

Для эксперимента методом случайной выборки были отобраны 12 самок крыс массой 180–200 г в возрасте 3 месяцев. Животных разделили на 4 группы по 3 особи в каждой и содержали раздельно за 24 часа до начала эксперимента. Первая группа – контрольная группа без введения микропластика («К-»); вторая группа – с введением микропластика размером 100 нм («МП 100»); третья группа – с введением микропластика размером 500 нм («МП 500»); четвертая группа – с введением микропластика размером 1000 нм («МП 1000»). Для идентификации каждой крысы использовались индивидуальные метки на коже хвоста.

В качестве исследуемых материалов применяли микрочастицы полистирола диаметром 0,1 мкм, 0,5 мкм и 1,0 мкм (кат. № 7-3-0010, 7-3-0500, 7-3-0100, QiuHuan, КНР). Частицы были помечены флуоресцентным красителем (пик возбуждения – 488 нм, пик эмиссии – 518 нм) и представлены в виде 1%-ной суспензии в дистиллированной воде. Суспензии были ярко-желтого цвета и не имели запаха.

Контрольным веществом выступал физиологический раствор. Каждый исследуемый продукт высушивали при 37°C до стабилизации массы, после чего готовили суспензию в физиологическом растворе. Для равномерного распределения частиц использовали встряхиватель (вортекс-миницентрифуга BioSan), ультразвуковую ванну УЗО-«МЕДЭЛ» и ротатор BioSan.

В течение 5 часов после введения суспензий микропластика проводили наблюдение за состоянием животных, включая мониторинг их поведения, физиологических реакций и возможных признаков интоксикации. Затем животных умерщвляли методом декапитации. При вскрытии отбирали пробы тканей яичников от каждого животного для последующего анализа. Образцы размером 0,5×0,5×0,5 см³ помещали в криогель.

Криотомию выполняли на микротоме-криостате Leica CM 1520 (Leica BioSystems, Германия). Полученные срезы затем фотографировали при увеличении ×400 с использованием светофильтра EGFP на имиджере Celena X (Logos Biosystems, Южная Корея).

Для полуколичественной оценки накопления микропластика два исследователя анализировали количество флуоресцирующих объектов и тканевых элементов

в 90 случайных полях зрения при увеличении ×400. Флуоресцирующие объекты определялись как элементы с четкими контурами и сферической формой, а также их конгломераты. Если контур объекта был нечетким, но наблюдалось свечение, область классифицировали как тканевой элемент. Использовалась ранговая шкала: «0» – отсутствие флуоресценции, «1» – малое количество, «2» – среднее количество, «3» – большое количество флуоресцирующих объектов или тканевых элементов.

Статистический анализ результатов эксперимента выполнен в программе SPSS Statistics. Различия признавали достоверными при уровне значимости $p<0,05$. Для статистической обработки результатов полуколичественной оценки содержания микропластика в биологических образцах использовали метод Bootstrap с поправкой Холма–Бонферрони.

Результаты исследования и их обсуждение

При полуколичественной оценке накопления микропластика в рамках оценки флюоресцирующих объектов и их конгломератов во внутренних органах контрольных животных и испытуемых животных выявлено, что большое их количество обнаруживается в яичниках.

На рисунке 1 представлены обзорные микрофотографии яичников, окрашенных флюоресцирующей краской, где определяются флюоресцирующие объекты и их конгломераты, что подтверждает накопление микропластика в тканях. На изображениях можно наблюдать различия в интенсивности свечения между контрольной группой и группами, подвергнутыми воздействию МП разных размеров. В контрольной группе флюоресценция практически отсутствует, тогда как в группах «МП 100», «МП 500» и «МП 1000» наблюдается яркое свечение, свидетельствующее о наличии частиц МП. Наиболее визуально интенсивное свечение было зафиксировано в группе «МП 100».

В ткани яичников было обнаружено, что количество флюоресцирующих объектов и их конгломератов статистически значимо отличается у животных, подвергшихся воздействию микропластика размером 100 нм, по сравнению с контрольной группой ($p=0,001$ для каждой из групп) (рис. 2). Кроме того, были выявлены значимые различия между всеми экспериментальными группами: между «МП 100» и «МП 500» ($p=0,001$), «МП 100» и «МП 1000» ($p=0,001$), а также «МП 500» и «МП 1000» ($p=0,001$). Наибольшее количество флюоресцирующих объектов наблюдалось в группе «МП 100». В то же время различия между группами «МП 500» и «МП 1000» также были значимыми, что подчеркивает влияние размера частиц на их распределение и накопление в репродуктивных органах.

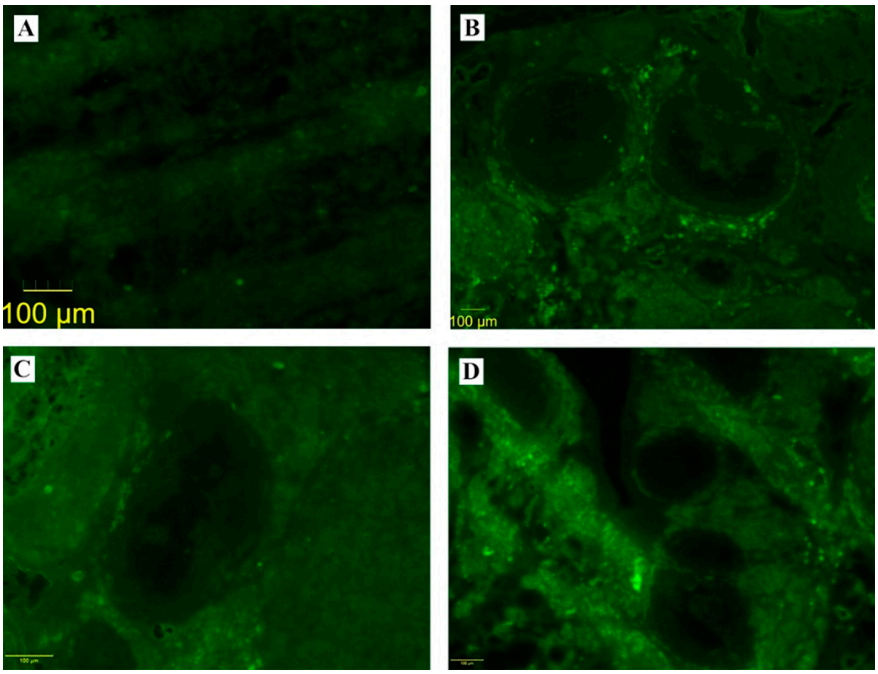


Рис. 1. Микрофотографии яичников крыс, окрашенных флюоресцирующей краской: A – контрольная группа; B – группа «МП 100»; C – группа «МП 500»; D – группа «МП 1000». Увеличение ×400

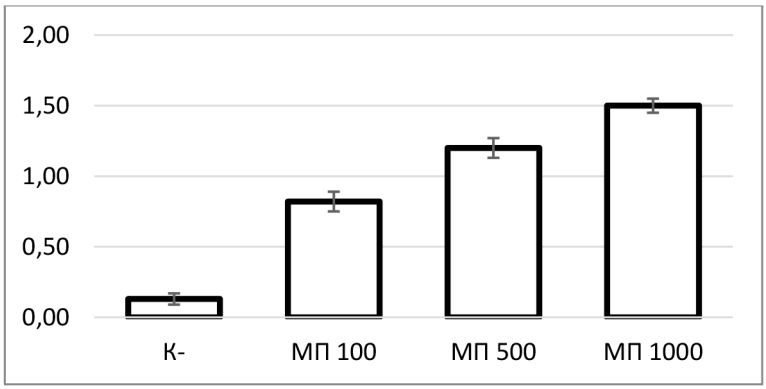


Рис. 2. Количество накопленного микропластика в яичниках крыс по группам

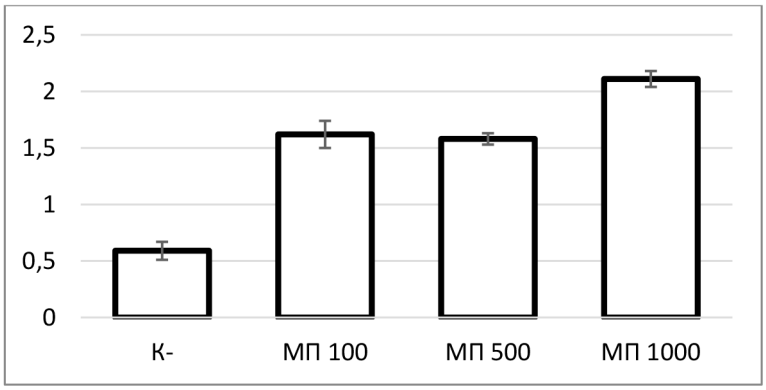


Рис. 3. Интенсивность флюоресценции тканевых элементов в яичниках крыс по группам

В ткани яичников количество флюоресцирующих тканевых элементов статистически значимо отличалось у животных, подвергшихся воздействию микропластика, по сравнению с контрольной группой (p=0,001 для каждой группы) (рис. 3). Это указывает на то, что введение частиц микропластика любого из изученных размеров приводит к их активному накоплению в тканях яичников. При этом между группами «МП 100» и «МП 1000» также были зафиксированы значимые различия (p=0,008), как и между группами «МП 500» и «МП 1000» (p=0,001). Однако между группами «МП 100» и «МП 500» статистически значимых различий выявлено не было (p=0,731), что может свидетельствовать о схожей степени накопления частиц этих размеров в яичниках.

Таким образом, полуколичественная оценка позволила получить углубленное представление о наличии и относительном количестве микропластика в репродуктивных органах лабораторных животных. Результаты демонстрируют, что яичники являются одним из органов, подверженных накоплению микропластика, что подчеркивает потенциальную уязвимость репродуктивной системы к воздействию данного загрязнителя [8]. Полученные данные имеют значимые результаты для понимания механизмов распределения микропластика в организме и его потенциального влияния на репродуктивное здоровье.

В ткани яичников количество флюоресцирующих объектов и их конгломератов статистически значимо отличалось у животных, подвергшихся воздействию микропластика, в сравнении с отрицательным контролем. Это свидетельствует о том, что введение частиц микропластика любого из изученных размеров приводит к их активному накоплению в тканях яичников [9]. Наибольшее количество флюоресцирующих объектов наблюдалось в группе «МП 100», что может быть связано с более высокой способностью наночастиц проникать через клеточные барьеры и накапливаться в тканях [10]. Это согласуется с данными других исследований, которые показывают, что частицы размером менее 1 мкм способны проникать в клетки через рецептор-опосредованный эндоцитоз, тогда как более крупные частицы поглощаются преимущественно посредством фагоцитоза [11].

Статистически значимые различия между группами «МП 100» и «МП 500» (p=0,001), «МП 100» и «МП 1000» (p=0,001), а также «МП 500» и «МП 1000» (p=0,001) указывают на то, что размер частиц микропластика играет ключевую роль в их распределении и накоплении в тканях яичников. При этом между группами «МП 100» и «МП 500» значимых различий не выявлено (p=0,731), что может свидетельствовать о схожей степени накопления частиц этих размеров. В то же время более крупные частицы (1000 нм) демонстрируют иной характер распределения, что подтверждается значимыми различиями с группами «МП 100» и «МП 500». Эти данные подчеркивают, что размер частиц влияет не только на их способность проникать в ткани, но и на механизмы их накопления.

Накопление микропластика в яичниках может быть связано с несколькими факторами. Во-первых, частицы размером менее 1 мкм способны проникать через клеточные барьеры и накапливаться в тканях, что объясняет их высокую концентрацию в яичниках [12]. Во-вторых, образование конгломератов из микрочастиц пластика может затруднять их визуальную идентификацию, а также влиять на их распределение [13]. В-третьих, внутрисердечное введение микропластика привело к их быстрому распределению по кровотоку, что способствовало накоплению в органах, включая яичники [14]. Это подтверждает гипотезу о том, что микропластик может преодолевать биологические барьеры и накапливаться в чувствительных тканях.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что яичники входят в число органов, подверженных накоплению микропластика. Ключевым фактором, влияющим на распределение микрочастиц в организме, является их размер. В частности, частицы диаметром около 100 нм демонстрируют наибольшую способность к проникновению через биологические барьеры и накоплению в тканях, что делает их особенно опасными для репродуктивной системы. Эти данные указывают на необходимость углубленного изучения долгосрочных последствий воздействия микропластика на организм, особенно в контексте его влияния на фертильность и репродуктивное здоровье.

Кроме того, полученные результаты подчеркивают важность разработки стратегий, направленных на снижение воздействия микропластика на живые организмы. Это обусловливает как принятие мер по ограничению загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами, так и поиск способов минимизации их проникновения в организм. Понимание механизмов накопления и распределения микропластика, а также его потенциального влияния на клеточные и тканевые структуры является критически важным для оценки рисков для здоровья человека и животных.

Заключение

Яичники входят в число органов, наиболее чувствительных к накоплению микропластика. Размер частиц оказывает существенное влияние на их распределение в тканях, при этом частицы диаметром 100 нм накапливаются в значительно большей степени по сравнению с частицами других размеров.

Список литературы

1. Chavda B., Makwana V.M., Gor T., Patel A., Sankhla M.S., Mahida D.K. Microplastics in the environment: a critical overview on its fate, toxicity, implications, management, and bioremediation strategies // Journal of Environmental Management. 2024. Vol. 349. P. 119433. DOI: 10.1201/9781003310136-10.

2. Ghosh S., Sinha J.K., Ghosh S., Vashisth K., Han S., Bhaskar R. Microplastics as an emerging threat to the global environment and human health // Sustainability. 2023. Vol. 15. № 14. P. 10821. DOI: 10.3390/su151410821.

3. Vethaak A.D., Legler J. Microplastics and human health // Science. 2021. Vol. 371. № 6530. P. 672-674. DOI: 10.1126/science.abe5041.

4. Zhao B., Rehati P., Yang Z., Cai Z., Guo C., Li Y. The potential toxicity of microplastics on human health // Science of The Total Environment. 2024. Vol. 912. P. 168946. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.168946.

5. Montano L., Raimondo S., Piscopo M., Ricciardi M., Guglielmino A., Chamayou S., Motta O. First evidence of microplastics in human ovarian follicular fluid: an emerging threat to female fertility // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2025. Vol. 291. P. 117868. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2025.117868.

6. Wang M., Wu Y., Li G., Xiong Y., Zhang Y., Zhang M. The hidden threat: Unraveling the impact of microplastics on reproductive health // Science of The Total Environment. 2024. P. 173177. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.173177.

7. Gao B., Shi X., Li S., Xu W., Gao N., Shan J., Shen W. Size-dependent effects of polystyrene microplastics on gut metagenome and antibiotic resistance in C57BL/6 mice // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2023. Vol. 254. P. 114737. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.114737.

8. An R., Wang X., Yang L., Zhang J., Wang N., Xu F., Zhang L. Polystyrene microplastics cause granulosa cells apoptosis and fibrosis in ovary through oxidative stress in rats // Toxicology. 2021. Vol. 449. P. 152665. DOI: 10.1016/j.tox.2020.152665.

9. Liu Z., Zhuan Q., Zhang L., Meng L., Fu X., Hou Y. Polystyrene microplastics induced female reproductive toxicity in mice // Journal of hazardous materials. 2022. Vol. 424. P. 127629. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.127629.

10. Hale R.C., Seeley M.E., La Guardia M.J., Mai L., Zeng E.Y. A global perspective on microplastics // Journal of Geophysical Research: Oceans. 2020. Vol. 125. № 1. P. e.2018JC014719. DOI: 10.1029/2018JC014719.

11. Zhu L., Zhu J., Zuo R., Xu Q., Qian Y., Lihui A.N. Identification of microplastics in human placenta using laser direct infrared spectroscopy. Science of the Total Environment. 2023. Vol. 856. P. 159060. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.159060.

12. Ebere E.C., Ngozi V.E. Microplastics, an emerging concern: a review of analytical techniques for detecting and quantifying microplatics // Analytical methods in environmental chemistry journal. 2019. Vol. 2. № 2. P. 13-30. DOI: 10.24200/amecj.

13. Fang C., Luo Y., Naidu R. Microplastics and nanoplastics analysis: options, imaging, advancements and challenges // TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2023. Vol. 166. P. 117158. DOI: 10.1016/j.trac.2023.117158.

14. Shan S., Zhang Y., Zhao H., Zeng T., Zhao X. Polystyrene nanoplastics penetrate across the blood-brain barrier and induce activation of microglia in the brain of mice // Chemosphere. 2022. Vol. 298. P. 134261. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.134261.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 577.1:618.1

БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРВИЧНОЙ ДИСМЕНОРЕИ

Патронова Е.К., Корнякова В.В.

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравохранения Российской Федерации, Омск, e-mail: bbk_2007@inbox.ru

Первичная дисменорея широко распространена среди женского населения и имеет большую медицинскую, социальную и экономическую значимость. Целью данного обзора литературы является анализ роли различных физиологически активных веществ в развитии первичной дисменореи, а также безопасности и эффективности некоторых видов фармакотерапии этого симптомокомплекса. В качестве материалов исследования послужили научные статьи, опубликованные за последние 10 лет. Поиск источников для данного обзора осуществляли с использованием платформы eLIBRARY.RU, баз данных PubMed, Scopus и Web of Science. В ходе обзора установлено, что первичная дисменорея является гормонозависимой патологией и представляет собой симптомокомплекс, возникающий незадолго до начала менструации, при отсутствии заболеваний органов малого таза. Главное ее проявление – это боль внизу живота. При выраженных болях женщины становятся временно нетрудоспособными, вынуждены пропускать занятия в учебных учреждениях, брать дополнительные дни отдыха на работе. В России, по данным клинических исследований последнего десятилетия, частота встречаемости первичной дисменореи колеблется от 43 до 90%. Этиология и патогенез первичной дисменореи сложны и обусловлены различными, в том числе биохимическими, нарушениями. По современным представлениям, в основе патогенеза лежит гиперпродукция простагландинов в эндо- и миометрии, возникающая вследствие колебаний в крови женских половых гормонов – эстрогенов и прогестерона. В заключении обобщены биохимические аспекты патогенеза первичной дисменореи, обоснована необходимость разработки стандартизированных тестов оценки менструальной боли, дана характеристика лекарственных препаратов, применяемых при первичной дисменорее.

Ключевые слова: первичная дисменорея, патогенез, простагландины, гиперпродукция, фармакотерапия, профилактика

THE BIOCHEMICAL ASPECTS OF PRIMARY DYSMENORRHEA

Patronova E.K., Kornyakova V.V.

Omsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Omsk, e-mail: bbk_2007@inbox.ru

Primary dysmenorrhea is a highly prevalent condition among women, with significant medical, social, and economic implications. The aim of this literature review is to analyze the role of various physiologically active substances in the development of primary dysmenorrhea, as well as the safety and efficacy of certain pharmacotherapeutic approaches for managing this symptom complex. The research materials included scientific articles published over the past 10 years, sourced from platforms such as eLIBRARY.RU, PubMed, Scopus, and Web of Science. The review highlights that primary dysmenorrhea is a hormone-dependent condition characterized by a symptom complex that emerges shortly before menstruation in the absence of pelvic organ pathology. Its primary manifestation is lower abdominal pain, which can be severe enough to temporarily incapacitate women, leading to missed educational or work commitments and the need for additional days off. In Russia, clinical studies from the past decade report a prevalence of primary dysmenorrhea ranging from 43 to 90%. The etiology and pathogenesis of primary dysmenorrhea are complex and involve various biochemical disturbances. Current evidence suggests that the condition is driven by the overproduction of prostaglandins in the endometrium and myometrium, triggered by fluctuations in estrogen and progesterone levels. In conclusion, the review summarizes the biochemical aspects of primary dysmenorrhea pathogenesis, emphasizes the need for standardized tools to assess menstrual pain, and provides an overview of pharmacological treatments used for this condition.

Keywords: primary dysmenorrhea, pathogenesis, prostaglandins, hyperproduction, pharmacotherapy, prevention

Введение

Актуальность проблемы первичной дисменореи (ПД) на сегодняшний день определяется ее распространенностью среди женщин репродуктивного возраста, недостаточной изученностью патогенетических аспектов; несмотря на многочисленные достижения в области фундаментальных наук, клинической медицины и практического здравоохранения, ПД до сих пор остается значимой проблемой современной медицины, поскольку способствует ухудшению качества жизни пациенток [1]. ПД приводит к временному снижению трудоспособности, ограничениям физической нагрузки и повседневной деятельности женщин, что, в свою очередь, приводит к экономическим потерям, что обуславливает и социально-экономическую значимость данной патологии [2].

По данным различных литературных источников, первичная дисменорея является одной из самых распространенных гинекологических патологий и встречается

у 43–90% женщин в детородном возрасте в России и не менее 50% женщин в США [3, 4]. Широкий диапазон показателей обусловлен отсутствием стандартизированных тестов оценки менструальной боли и субъективным мнением врачей при оценке болевых ощущений пациенток [5].

Период развития ПД имеет прямую пропорциональную зависимость от репродуктивного возраста и достигает своего максимума на пятом году (по некоторым данным, спустя 1–3 года) после менархе, когда увеличивается количество овуляторных циклов [6, 7]. Согласно данным зарубежных авторов, количество пропусков уроков в школах достигает от 10 до 20%, а количество нетрудоспособных дней в среднем составляет 1,3 в год, что приводит к потере около 600 млн трудовых часов каждый год [8].

Цель исследования – обзор и анализ современных представлений о биохимических аспектах первичной дисменореи и возможностях фармакотерапии.

Материалы и методы исследования

Поиск источников для написания литературного обзора осуществляли на платформе научной электронной библиотеки eLIBRARY .RU, использовали библиографические базы PubMed, Scopus, и Web of Science. При отборе публикаций приоритет отдавали высокоцитируемым источникам.

Результаты исследования и их обсуждение

По определению большинства отечественных и зарубежных авторов, первичная дисменорея – это симптомокомплекс, возникающий за день или в первые дни начала овариально-менструального цикла, при отсутствии у женщины органической патологии органов малого таза. Диагноз ПД чаще ставят путем исключения. Основным клиническим признаком ПД, как было указано выше, является боль внизу живота, которая может иррадиировать в спину, прямую кишку или во внутреннюю поверхность бедра [9, 10].

Патогенез ПД: роль простагландинов

Важную роль в развитии первичной дисменореи, согласно современным представлениям, играет гиперпродукция преимущественно в эндо- и миометрии простагландинов – гормоноподобных биологически активных веществ [11, 12]. По химической природе простагландины являются окисленными производными арахидоновой и некоторых других ненасыщенных жирных кислот, содержащихся в фосфолипидах клеточных мембран. Арахидоновая кислота высвобождается из мембраны при участии фермента фосфолипазы A_2. Реакцию образования простагландинов из арахидоновой кислоты катализируют ферменты циклооксигеназы (ЦОГ). Ключевую роль в патогенезе ПД имеют E_2 и $F_{2\alpha}$ простагландины [13, 14]. Последние не являются медиаторами боли, они лишь сенсибилизируют ноцицептивные рецепторы, на которые воздействуют гистамин, брадикинин и серотонин [15, 16].

Простагландины E_2 и $F_{2\alpha}$ имеют одинаковую молекулярную массу и схожее строение, но обладают противоположным эффектом, за исключением общего для них усиления сократительной деятельности гладкой мускулатуры, в частности миометрия. Простагландин E_2 (от *ester* – эфир, с помощью которого был извлечен) обладает сосудорасширяющим действием, улучшает микроциркуляцию в тканях, способствует расщеплению коллагена за счет активизации протеолитических ферментов, что приводит к размягчению и расширению шейки матки. Простагландин $F_{2\alpha}$ (назван так за растворимость в фосфатном буфере) в свою очередь, обладает лютеолитическим действием – участвует в инволюции желтого тела, вызывает спазм кровеносных сосудов, провоцируя развитие ишемии функционального слоя эндометрия и дальнейшее его отторжение от базального слоя [17].

Стимулируют продукцию простагландинов биологически активные вещества (брадикинин, ангиотензин, катехоламины), а также механическое повреждение клеток, ишемия; а ингибируют выработку прогестерон, нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) и глюкокортикоиды [18].

Особенности действия НПВС

НПВС в настоящее время активно применяются при ПД, обладая эффективностью в 70–80% случаев. Они снижают синтез простагландинов, блокируя выработку ЦОГ [9, 18].

Основные виды ЦОГ, вырабатываемые в организме человека:

1. ЦОГ-1. Ее синтез происходит перманентно. Она участвует в выработке защитной слизи желудка, регуляции тонуса гладкой мускулатуры внутренних органов, функционировании почек.

2. ЦОГ-2. Ее синтез происходит при воспалительной реакции. Участвует в выработке простагландинов [19].

Основной объем побочных эффектов (гастропатии, язвообразование, желудочно-кишечные геморрагии, нефротоксическое действие), связанных с приемом НПВС, возникает из-за неселективного ингибирования

ЦОГ (вместе с ЦОГ-2 полезной организму ЦОГ-1), свойственного подавляющему большинству препаратов данной группы [20, 21].

Согласно исследованию, проводимому ФГБУ «НМИЦ АГП им. В.И. Кулакова» Минздрава России, в котором оценивалась эффективность и безопасность применения НПВС при ПД, наилучшими показателями обладает нимесулид, являющийся селективным ингибитором ЦОГ-2 и потому являющийся наиболее безопасным препаратом антипростагландинового ряда [11, 12].

Порочный круг патогенеза ПД

К гиперпродукции простагландинов в конце лютеиновой фазы овариально-менструального цикла приводит целый комплекс факторов. Прежде всего, происходит инволюция желтого тела под действием простагландинов $F_{2\alpha}$. Железистые клетки атрофируются, резко снижается уровень концентрации прогестерона в крови.

В ответ на низкое содержание половых гормонов происходит высвобождение из лизосом и активация ферментов фосфолипазы A_2 и ЦОГ-2, что в свою очередь приводит к высвобождению из билипидного слоя мембран клеток эндометрия арахидоновой кислоты и выработки еще большего количества простагландинов (преимущественно $F_{2\alpha}$), вызывающих спазм спиралевидных артерий функционального слоя эндометрия. Из-за чрезмерной выработки простагландинов E_2 и $F_{2\alpha}$ происходит гипертонус гладкой мускулатуры матки, что приводит к повышению внутриматочного давления и способствует возникновению ишемии миометрия [14, 22].

Нарушение кровообращения в эндо- и миометрии провоцирует еще более активное образование простагландинов. Вместе с тем происходит накопление анаэробных метаболитов в клетках, высвобождение ионов Na^+, K^+ и Ca^{2+} через ионные каналы, усиливается секреция брадикинина, гистамина и серотонина, воздействующих на болевые нервные окончания (ноцицепторы), что приводит к клиническим проявлениям первичной дисменореи, прежде всего ощущению боли. При менструации также повышается проницаемость клеточных мембран, что приводит к выходу вышеописанных физиологически активных веществ во внеклеточное пространство, откуда они разносятся с током крови по всему организму.

Таким образом, помимо развивающейся боли в области таза, появляются такие сопутствующие симптомы, как головная боль, усиление моторики пищеварительного тракта (в виде диареи, тошноты, рвоты), субфебрилитет, боли в области сердца и тахикардия [23, 24].

Дополнительные факторы в патогенезе ПД

В ряде случаев применение препаратов антипростагландинового ряда при первичной дисменорее оказывается неэффективным. В современной литературе это явление объясняется участием в патогенезе ПД помимо простагландинов других биологически активных веществ: вазопрессина (антидиуретического гормона – АДГ), лейкотриенов, эстрогенов и витамина D.

Роль лейкотриенов

Лейкотриены, как и простагландины, относятся к группе эйкозаноидов, образуются из арахидоновой кислоты при участии фермента 5-липоксигеназы. По липоксигеназному пути метаболизма арахидоновой кислоты сначала образуется лейкотриен A_4, отличающийся крайней нестабильностью. Затем под действием гидролазы нейтрофилов и моноцитов периферической крови происходит его превращение в лейкотриен B_4, либо происходит конъюгация и образование лейкотриена C_4. Дальнейшее превращение лейкотриенов в D_4 и E_4 происходит при участии ферментов, находящихся в тканях и циркулирующих в крови, [gamma]-глутамилтранспептидазой и дипептидазой соответственно. Основными местами синтеза лейкотриенов в организме женщины являются эндо- и миометрий, а также легкие, кожа. Также в эндометрии и гладкой мускулатуре матки находится большое количество лейкотриеновых рецепторов [25].

Лейкотриены C_4, D_4 и E_4 называются цистеиниловыми, так как содержат цистеин. Они играют значимую роль в патогенезе ПД, вызывая вазоконстрикцию и спазм гладкой мускулатуры матки. Их участие подтверждается экспериментальными данными, согласно которым болевой синдром ПД снижался более чем в 2 раза при приеме монтелукаста – селективного ингибитора синтеза лейкотриена D_4, при отсутствии эффекта от НПВС [22]. Несмотря на большой опыт применения таких препаратов за рубежом, в отечественной гинекологической практике они не распространены.

Роль вазопрессина

Антидиуретический гормон представляет собой пептид, включающий 9 аминокислот. Синтез АДГ происходит в гипоталамусе в виде прогормона – проАДГ. Далее в процессе транспортировки в нейрогипофиз происходит его гидролиз на зрелый гормон и белок нейрофизин.

По результатам проведенных исследований, у женщин с дисменореей концентрация вазопрессина во время менструации повышена. Его гиперпродукция связана с длительным хроническим стрессом, распространенным среди женщин в настоящее время (в среднем в 42–43 % случаев) [26]. При стрессе снижается уровень [gamma]-аминомасляной кислоты (ГАМК), которая является ингибитором вазопрессина. Вследствие повышенной выработки АДГ в организме женщины происходит задержка жидкости до 500–700 мл за счет увеличения ее реабсорбции в почках. Из-за застоя жидкости в органах малого таза происходит ухудшение оксигенации тканей, развиваются гипоксия и ишемия, которые запускают дальнейшую гиперпродукцию простагландинов [2, 27].

Роль витамина D (кальциферола)

К группе витамина D относятся 6 стеринов, но ключевую роль в человеческом организме играют 2 из них: витамин D_3 (холекальциферол) и витамин D_2 (эргокальциферол). Являясь кристаллами без цвета и запаха, они обладают термостабильностью, гидрофобностью, растворимостью в жирах, близки по химической структуре и имеют сходные этапы метаболизма. Витамин D_3 образуется в эпидермисе при ультрафиолетовом излучении из 7-дегидрохолестерола. Витамин D_2 (эргокальциферол) поступает в организм извне с пищей [28].

По данным некоторых литературных источников, витамин D регулирует высвобождение арахидоновой кислоты и ингибирует ЦОГ-2, тем самым препятствует синтезу простагландинов, преимущественно E_2. Проведенные исследования показали, что прием витамина D существенно снижает болевые ощущения при ПД [28].

Роль эстрогенов

Согласно гормональной теории ПД, циклооксигеназный путь превращения арахидоновой кислоты в простагландины регулируется половыми гормонами: эстрогеном в фолликулярной фазе цикла и прогестероном в секреторной. Так, по мнению некоторых авторов, овуляция является ключевым фактором, индуцирующим развитие дисменореи [29]. Эта теория подкрепляется данными о периоде возникновения ПД у девочек-подростков – спустя 1–3 года после наступления менархе, когда увеличивается число овуляторных циклов [4, 30]. Нельзя рассматривать эту теорию как самостоятельную, так как нередко ПД развивается при относительно низком уровне эстрогенов и высоком уровне прогестерона, а также при нормальных концентрациях этих гормонов [31, 32].

Однако существует ряд исследований, раскрывающих стимулирующее влияние эстрогенов на фосфолипазу A_2 и ЦОГ-2, сократительную деятельность миометрия [1, 6]. Прогестерон обладает противоположным действием: снижает сократительную активность гладкой мускулатуры матки, а также активирует фермент 15-гидроксипростагландиндегидрогеназу, который превращает простагландины в неактивные метаболиты [33].

Таким образом, при гиперпродукции эстрогенов (относительной эстрогении) и недостаточном количестве прогестерона может развиваться дисменорея. При таком механизме развития дисменореи эффективной оказывается гормональная терапия – прием комбинированных оральных контрацептивов (КОК), подавляющих овуляцию [33]. Ановуляция обеспечивает снижение гормональных колебаний и секреции простагландинов [34, 35].

Краткая характеристика КОК

КОК – препараты, содержащие синтетические аналоги половых гормонов. В настоящее время существует несколько поколений КОК, однако с целью лечения дисменореи применяются препараты последнего, четвертого поколения. К ним относятся гибридные гестагены, ярким представителем которых является дроспиренон, являющийся производным 17а-спиролактона и, по сравнению с другими гестагенами, обладающий фармакодинамическими свойствами натурального прогестерона. Дроспиренон в цикле лечения повышает уровень прогестерона, а также, снижая активность ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, способствует выведению избытка воды и электролитов из организма, играющих роль в патогенезе ПД [32, 36].

Заключение

Из приведенного выше следует, что наибольшее значение в патогенезе первичной дисменореи имеют тканевые гормоны простагландины, гиперпродукция которых вызывается резкими колебаниями половых гормонов, возникающими в предменструальном периоде. Синтез простагландинов также регулируется холекальциферолом и зависит от степени ишемии слизистой и мышечной оболочек матки. Развитию ишемии способствуют биологически активные вещества: лейкотриены и вазопрессин.

Высокая распространенность ПД среди женщин и значительное снижение качества

жизни при данной патологии обуславливают ее медицинскую и социально-экономическую значимость. Особое внимание следует уделить диагностике ПД, учитывая широкий диапазон получаемых статистических данных о распространенности патологии. Ощущается необходимость разработки оценочных тестов менструальной боли и сопутствующих симптомов.

Важным вопросом в настоящее время остается проводимая при ПД фармакотерапия, ее обоснованность, безопасность и эффективность. По данным, представленным в данном обзоре литературы, в 70–80 % случаев эффективны препараты антипростагландинового ряда – НПВС, однако большинство из них, в связи с неселективным угнетением выработки ЦОГ, обладают широким спектром нежелательных эффектов, а также в ряде случаев не устраняют симптомы болезни.

Большой эффективностью в отношении купирования симптомов ПД обладают оральные контрацептивы, подавляющие овуляцию и гормональные колебания, впрочем, имеющие ряд серьезных побочных эффектов. За рубежом в лечении первичной дисменореи также успешно применяются антилейкотриеновые препараты, не распространенные, к сожалению, в отечественной гинекологической практике. Поэтому каждой женщине, страдающей ПД, необходим индивидуальный план лечения, назначенный на основе дополнительных исследований. Отдельное внимание следует уделять первичной профилактике ПД у девочек-подростков, заключающейся, прежде всего, в проведении санитарно-просветительской работы в школах и вторичной профилактике ПД у женщин.

Список литературы

1. Геворгян А.П., Сибирская Е.В., Адамян Л.В., Арсланян К.Н. Первичная дисменорея девочек-подростков как предиктор развития недифференцированной дисплазии соединительной ткани // Проблемы репродукции. 2017. № 3. С. 77–85. DOI: 10.17116/repro201723377-85.

2. Алексеева И.В., Абрамова А.Ю., Перцов С.С. Ноцицептивная чувствительность в условиях стрессорных воздействий // Российский журнал боли. 2022. № 3 (20). С. 42–51. DOI: 10.17116/pain20222003142.

3. Олина А.А., Метелева Т.А. Дисменорея. Как улучшить качество жизни? // Русский медицинский журнал. Мать и дитя. 2021. № 4 (1). С. 46–52. DOI: 10.32364/2618-8430-2021-4-1-46-52.

4. Исенова С.Ш., Сапаралиева А.М., Абдыкалыкова Б.И. Современный взгляд на эпидемиологию, медико-социальную значимость, причины и механизм развития дисменореи (обзор литературы) // Вестник КазНМУ. 2020. № 2. С. 18–23.

5. Acheampong K., Baffour-Awuah D., Ganu D., Appiah S., Pan X., Kaminga A., Liu A. Prevalence and predictors of dysmenorrhea, its effect, and coping mechanisms among adolescents in Shai Osudoku District, Ghana // Obstetrics Gynecology. 2019. № 19 (1). P. 126–133. DOI: 10.1155/2019/5834159.

6. Сибирская Е.В., Филатова М.А., Рашоян К.С. Современный взгляд на этиологию и патогенез первичной дисменореи // Эффективная фармакотерапия. 2023. № 19 (37). С. 54–57. DOI: 10.33978/2307-3586-2023-19-37-54-57.

7. Чеботарева Ю.Ю., Петров Ю.А. Патогенетическое обоснование применения комбинированного препарата с анальгетическим действием для купирования болевого синдрома при первичной дисменорее // Русский медицинский журнал. Мать и дитя. 2022. № 5 (2). С. 146–152. DOI: 10.32364/2618-8430-2022-5-2-146-152.

8. Armour M., Parry K., Manohar N., Holmes K., Ferfolja T., Curry C., MacMillan F., Smith C. The prevalence and academic impact of dysmenorrhea in 21,573 young women: a systematic review and meta-analysis // Womens Health (Larchmt). 2019. № 28 (8). P. 1161–1171. DOI: 10.1089/jwh.2018.7615.

9. Дикке Г.Б. Первичная дисменорея. Динамика научных взглядов и восприятие женщинами // Фарматека. 2022. № 6 (29). С. 10–21. DOI: 10.18565/pharmateca.2022.6.10-21.

10. Доброхотова Ю.Э., Боровкова Е.И., Залесская С.А. Первичная дисменорея: стратегия и тактика лечения // Гинекология. 2018. № 20 (1). С. 31–34. DOI: 10.26442/2079-5696_20.1.31-34.

11. Межевитинова Е.А., Абакарова П.Р., Мгерян А.Н. Дисменорея с позиций доказательной медицины // Consilium medicum. 2014. № 6 (16). С. 83–87.

12. Буралкина Н.А., Каткова А.С., Киселева И.А. Дисменорея: патогенетическое обоснование фармакотерапии // Медицинский совет. 2018. № 7. С. 23–26. DOI: 10.21518/2079-701X-2018-7-23-26.

13. Ferries-Rowe E., Corey E., Archer J.S. Primary dysmenorrhea: diagnosis and therapy // Obstetrics Gynecology. 2020. № 136 (5). P. 1047–1058. DOI: 10.1097/AOG.0000000000004096.

14. Унанян А.Л., Сидорова И.С., Чушков Ю.И., Никонец А.Д., Бабурин Д.В. Современные представления об этиопатогенезе, клинике и терапии дисменореи // Медицинский совет. 2017. № 9. С. 112–115. DOI: 10.21518/2079-701X-2017-2-112-115.

15. Буралкина Н.А., Батырова З.К., Кумыкова З.Х. Возможности терапии первичной дисменореи у молодых женщин. Клинический случай // Гинекология. 2021. № 3 (23). С. 267–269. DOI: 10.26442/20795696.2021.3.200933.

16. Межевитинова Е.А., Прилепская В.Н. Простагландины и антипростагландины в патогенезе возникновения и лечении первичной дисменореи // Гинекология. 2017. № 4 (19). С. 4–9.

17. Duman N.B., Yıldırım F., Vural G. Risk factors for primary dysmenorrhea and the effect of complementary and alternative treatment methods: sample from Corum, Turkey // International Journal of Health Sciences. 2022. № 16 (3). P. 35–43.

18. Буралкина Н.А., Борисенко М.Ю., Латыпова Н.Х. Патогенетический подход к лечению пациенток с первичной дисменореей // Акушерство и гинекология. 2016. № 8. С. 112–115. DOI: 10.18565/aig.2016.8.112-115.

19. Nie W., Xu P., Hao C., Chen Y., Yin Y., Wang L. Efficacy and safety of over-the-counter analgesics for primary dysmenorrhea: A network meta-analysis // Medicine (Baltimore). 2020. № 99. P. 81–88. DOI: 10.1097/MD.0000000000019881.

20. Дядык А.И., Куглер Т.Е. Побочные эффекты нестероидных противовоспалительных препаратов // Consilium medicum. 2017. № 19 (12). С. 94–99. DOI: 10.26442/2075-1753_19.12.94-99.

21. Feng X., Wang X. Comparison of the efficacy and safety of non-steroidal anti-inflammatory drugs for patients with primary dysmenorrhea: a network meta-analysis // Molecular Pain. 2018. № 14. P. 134–140. DOI: 10.1177/1744806918770320.

22. Fujiwara H., Konno R., Netsu S., Odagiri S., Taneichi A., Takamizawa S., Ohwada M., Suzuki M. Efficacy of montelukast, a leukotriene receptor antagonist, for the treatment of dysmenorrhea: a prospective, double-blind, randomized, placebo-controlled study // The European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology. 2010. № 148 (2). P. 195–198. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2009.10.030.

23. Кузнецова И.В. Роль воспаления в происхождении дисменореи и возможность ее терапии с помощью нестероидных противовоспалительных средств // Эффективная фармакотерапия. 2019. № 13 (15). С. 18–24. DOI: 10.33978/2307-3586-2019-15-13-18-24.

24. Lundström V., Gréen K. Endogenous levels of prostaglandin F2alpha and its main metabolites in plasma and endometrium of normal and dysmenorrheic women // Obstetrics Gynecolgy. 2018. № 130 (6). P. 640–646. DOI: 10.1016/0002-9378(78)90320-4.

25. Пересада О.А. Концепция дисменореи и современные лечебные подходы: опыт применения спазмалгона // Репродуктивное здоровье. 2016. № 6 (45). С. 403–410. DOI: 10.32364/2618-8430-2022-5-2-146-152.

26. Мамедов М.Н., Сушкова Л.Т., Исаков Р.В., Куценко В.А., Драпкина О.М. Оценка уровня хронического стресса во взрослой популяции Владимирской области // Российский кардиологический журнал. 2023. № 28 (11). С. 125–130. DOI: 10.15829/1560-4071-2023-5643.

27. Тюзиков И.А., Калиниченко С.Ю., Ворслов Л.О., Титова Ю.А. Вазопрессин: неклассические эффекты и роль в патогенезе ассоциированных с возрастом заболеваний // Эффективная фармакотерапия. 2015. № 26. С. 38–50.

28. Moini A., Ebrahimi T., Shirzad N., Hosseini R., Radfar M., Bandarian F., Jafari-Adli S., Qorbani M., Hemmatabadi M. The effect of vitamin D on primary dysmenorrhea with vitamin D deficiency: a randomized double-blind controlled clinical trial // Gynecological Endocrinology. 2016. № 2 (6). P. 502-505. DOI: 10.3109/09513590.2015.1136617.

29. Akman A.O., Bozdag G., Pehlivantürk-Kizilkan M., Akgul S., Derman O., Kanbur N. Menstrual cycle pain is independent of ovulation in adolescents with primary dysmenorrhea // Pediatric and adolescent gynecology. 2021. № 34 (5). P. 635–642. DOI: 10.1016/j.jpag.2021.04.001.

30. Seidman L.C., Brennan K.M., Rapkin A.J., Payne L.A. Rates of anovulation in adolescents and young adults with moderate to severe primary dysmenorrhea and those without primary dysmenorrhea // Pediatric and adolescent gynecology. 2018. № 31 (2). P. 94–101. DOI: 10.1016/j.jpag.2017.09.014.

31. Лебедев В.А., Пашков В.М., Игнатко И.В., Кузьмина Т.Е. Выбор метода терапии первичной дисменореи // Трудный пациент. 2020. № 1–2 (18). С. 6–11. DOI 10.24411/2074-1995-2020-10001.

32. Momoeda M., Kondo M., Elliesen J., Yasuda M., Yamamoto S., Harada T. Efficacy and safety of a flexible extended regimen of ethinylestradiol/drospirenone for the treatment of dysmenorrhea: a multicenter, randomized, open-label, active-controlled study // Womens Health. 2017. № 9. P. 295–305. DOI: 10.2147/IJWH.S134576.

33. Schroll J.B., Black A.Y., Farquhar C., Chen I. Combined oral contraceptive pill for primary dysmenorrhea // Cochrane Library. 2023. № 7. P. 13–23. DOI: 10.1002/14651858.CD002120.pub4.

34. Унанян А.Л., Никонец А.Д., Аминова Л.Н., Алимов В.А., Чушков Ю.В., Щукина А.В., Кудрина Е.А., Бабурин Д.В. Неконтрацептивные эффекты комбинированных оральных контрацептивов: преимущества и риски применения // Гинекология. 2017. № 19 (2). С. 69–74.

35. Grandi G., Napolitano A., Xholli A., Tirelli A., Carlo C., Cagnacci A. Effect of oral contraceptives containing estradiol and nomegestrol acetate or ethinyl-estradiol and chlormadinone acetate on primary dysmenorrhea // Gynecological Endocrinology. 2015. № 31 (10). P. 774–778. DOI: 10.3109/09513590.2015.1063118.

36. Адамян Л.В., Ярмолинская М.И. Стратегия «5 П» современной контрацепции // Проблемы репродукции. 2024. № 1 (30). С. 122–134. DOI: 10.17116/repro202430011122.