

*Журнал включен в список Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Беларуси по отраслям: ветеринарные науки, биологические науки, сельскохозяйственные науки, приказ коллегии ВАК, протокол № 17/7 от 19.06.2008 г.*

**Учредители:** РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселского», ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности РАН»

#### **ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

**Жалдыбин В.В.** – кандидат ветеринарных наук, доцент

#### **ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:**

**Гласкович М.А.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

#### **СЕКРЕТАРЬ:**

**Стрельчяня И.И.** – кандидат ветеринарных наук, доцент

#### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Русинович А.А.** – доктор ветеринарных наук, доцент

**Бучукури Д.В.** – кандидат ветеринарных наук, доцент

**Зубовская И.В.** – кандидат ветеринарных наук

**Ананчиков М.А.** – кандидат ветеринарных наук, доцент

**Згировская А.А.** – кандидат биологических наук

**Архипова Н.В.** – кандидат ветеринарных наук

**Тяпша Ю.И.** – кандидат ветеринарных наук, доцент

**Зинина Н.В.** – кандидат биологических наук

#### **НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:**

**Ларькова А.Е.**

**Лукьянова И.А.**

**Пуцько С.Г.**

#### **РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

##### **ПРЕДСЕДАТЕЛЬ**

**Ковалев Н.А.** – доктор ветеринарных наук, профессор, академик НАН Беларуси, (г. Минск)

##### **ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:**

**Белова Л.М.** – доктор биологических наук, профессор (г. Санкт-Петербург)

**Бычкова Е.И.** – доктор биологических наук, профессор (г. Минск)

**Гавриченко Н.И.** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (г. Витебск)

**Капитонова Е.А.** – доктор биологических наук, доцент (г. Витебск)

**Каплич В.М.** – доктор биологических наук, профессор (г. Минск)

**Кочиш И.И.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН (г. Москва)

**Пестис В.К.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси (г. Гродно)

**Племяшов К.В.** – доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент РАН (г. Санкт-Петербург)

**Позябин С.В.** – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН (г. Москва)

**Чистенко Г.Н.** – доктор медицинских наук, профессор (г. Минск)

**Шейко И.П.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси (г. Жодино)

**Ярыгина Е.И.** – доктор биологических наук, профессор (г. Москва)

##### **Все статьи рецензируются**

© «Экология и животный мир»

При использовании авторами материалов журнала «Экология и животный мир» ссылка на журнал **обязательна**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Жалдыбин В.В., Русинович А.А.** ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 3

**Сусло Д.С., Волкова Т.В.** СТРУКТУРА ФАУНИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СЕМЕЙСТВА *CULICIDAE* MEIGEN БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА (БЕЛАРУСЬ, ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ) 8

**Сусло Д.С., Довнар Д.В., Климович О.В.** ЗАРАЖЕННОСТЬ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (*DIPTERA, CULICIDAE*) ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА И ДИРОФИЛЯРИОЗА НА ТЕРРИТОРИИ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА (БЕЛАРУСЬ, ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ) 15

**Журов Д.О.** ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧЕК СЕРЫХ ГУСЕЙ (*ANSER ANSER*) 21

**Акимова Л.Н., Лещенко А.В.** ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГЕЛЬМИНТОВ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ СЕМЕЙСТВА *GOBIIDAE* НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ 25

**Полоз С.В., Дегтярик С.М., Максимьюк Е.В., Стрельчя И.И.** ПАРАЗИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ КАРПА (*CYPRINUS CARPIO*) И КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО (*CARASSIUS GIBELIO*) В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ 31

**Каменская Т.Н., Казинец А.И., Лукьянчик С.А., Кривенок Л.Л.** БЕЗВРЕДНОСТЬ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ КОРМОВЫХ ДОБАВОК «PRODUCTIV» И «MDK» НА ОСНОВЕ ДРОЖЖЕЙ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНАХ ДОЙНЫХ КОРОВ 36

**Клименкова И.В., Спиридонова Н.В.** ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУР 41

**Белькевич И.А., Краковская И.Н.** ИНВАЗИРОВАННОСТЬ МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО ГИДРОБИОНТА ЛИЧИНКАМИ ЦЕСТОДЫ *NYBELINIA SURMENICOLA* 46

**Пунько А.И., Карпович А.М., Цубанова И.А.** УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА КАК ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ 52

**Кучинский М.П., Кучинская Г.М.** СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОНТАМИНАЦИИ КОРМОВ МИКОТОКСИНАМИ И ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ МИКОТОКСИКОЗОВ ЖИВОТНЫХ 57

**CONTENTS**

**Zhaldybin V.V., Rusinovich A.A.** ENSURING VETERINARY BIOLOGICAL SAFETY IN THE REPUBLIC OF BELARUS 3

**Suslo D.S., Volkova T.V.** STRUCTURE OF FAUNISTIC COMPLEXES OF THE FAMILY *CULICIDAE* MEIGEN OF THE BEREZINSKY BIOSPHERE RESERVE (BELARUS, VITEBSK REGION) 8

**Suslo D.S., Dovnar D.V., Klimovich O.V.** INFECTION OF MOSQUITOES (*DIPTERA, CULICIDAE*) WITH PATHOGENS OF WEST NILE FEVER AND DIROFILARIASIS ON THE TERRITORY OF THE BEREZINSKY BIOSPHERE RESERVE (BELARUS, VITEBSK REGION) 15

**Zhurov D.O.** HISTOLOGICAL STRUCTURE AND MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE KIDNEYS OF GREY GEESE (*ANSER ANSER*) 21

**Akimova L.N., Leshchenko A.V.** TAXONOMICAL DIVERSITY OF HELMINTHS OF ALIEN FISH SPECIES OF THE *GOBIIDAE* FAMILY IN BELARUS 25

**Poloz S.V., Degtyarik S.M., Maksimyuk E.V., Strelchenya I.I.** PARASITOCENOTIC COMPLEXES OF SILVER CRUCIAN CARP (*CYPRINUS CARPIO*) AND (*SILVER CARASSIUS*) GIBELIO IN RESERVOIR AH OF BELARUS 31

**Kamenskaya T.N., Kazinets A.I., Luk'yanchik S.A., Krivenok L.L.** HARMFULNESS, BIOLOGICAL VALUE OF FEED ADDITIVES «PRODUCTIV» AND «MDK» BASED ON YEAST AND THEIR EFFECTIVENESS WHEN USED IN DAIRY COW DIETS 36

**Klimenkova I.V., Spiridonova N.V.** INFLUENCE OF FEED ADDITIVES ON THE PERFORMANCE OF CHICKENS 41

**Belkevich I.A., Krakovskaya I.N.** INVASION OF MARINE AND OCEANIC HYDROBIONT BY LARVAE OF THE CESTODE *NYBELINIA SURMENICOLA* 46

**Punko A.I., Karpovich A.M., Tsubanova I.A.** DISPOSAL OF ANIMAL WASTE AS A PROBLEM OF ECOLOGICAL STABILITY 52

**Kuchinsky M.P., Kuchinskaya G.M.** MODERN PROBLEMS OF FEED CONTAMINATION WITH MYCOTOXINS AND APPROACHES TO THE PREVENTION OF ANIMAL MYCOTOXICOSES 57

Компьютерная верстка: Лукьянова И.А.

Подписано в печать 12.12.2023 г.

Формат 60x84<sup>1/8</sup> Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Уч.-изд. л. , усл. печ. л. 7,9. Тираж 100 экз. Заказ №

220063, г. Минск, ул. Брикета, 28. E-mail: [bievvm@tut.by](mailto:bievvm@tut.by); [office@bievmm.by](mailto:office@bievmm.by); [knir@tut.by](mailto:knir@tut.by); [knir@bievmm.by](mailto:knir@bievmm.by)

Республиканское унитарное предприятие «Информационно-вычислительный центр

Министерства финансов Республики Беларусь».

Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.

Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

Жалдыбин В.В., кандидат ветеринарных наук, доцент  
Русинович А.А., доктор ветеринарных наук, доцент

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселского», г. Минск, Республика Беларусь

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

### Резюме

В современных условиях ряд факторов создают серьезные риски возникновения и распространения заразных болезней среди людей, животных и при производстве продуктов животного происхождения. В этой ситуации необходимо принятие эффективных мер по их недопущению, в первую очередь посредством совершенствования национального законодательства и формирования соответствующих служб. В нашей стране Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 марта 2022 г. № 161 утвержден документ «О Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности» и создан Совет по биологической безопасности.

**Ключевые слова:** биобезопасность, заразная болезнь, животные, ветеринарная деятельность, ветеринарное законодательство.

### Summary

In modern conditions, a number of factors create serious risks of the emergence and spread of infectious diseases among people, animals and during the production of animal products. In this situation, it is necessary to take effective measures to prevent them, primarily through improving national legislation and the formation of relevant services. In our country, the Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated March 22, 2022 № 161 approved the document «On the Concept of the National Biosafety System» and created the Biological Safety Council.

**Keywords:** biosafety, infectious disease, animals, veterinary activities, veterinary legislation.

Поступила в редакцию 18.10.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

По имеющимся данным, животные могут передавать человеку более 150 болезней, из них лошади – более 50, крупный рогатый скот – более 50, свиньи – 45–50, собаки и кошки – 60–65, птица – 25–30. Болезни, опасные для человека и домашних животных, передают также дикие животные, рыбы, рептилии и т.д. [8].

К настоящему времени известно свыше 600 видов живых патогенов – возбудителей заразных болезней продуктивных животных, около 400 видов – домашних плотоядных, более 1400 видов – человека, 60 % последних имеют зоогенное происхождение. В этих группах от 60 до 90 % возбудителей полипатогенны, т.е. вызывают заболевания у различных животных и человека в естественных условиях [3].

По данным ВОЗ, ежегодно в мире умирает примерно 51 млн человек, из них 16 млн – от инфекционных и паразитарных болезней. Свыше 200 болезней встречаются как у людей, так и у животных, взаимно пе-

редаются друг другу и вызываются вирусами, бактериями, грибами, простейшими, гельминтами и другими возбудителями.

В современных условиях возникновение случаев заразных болезней, особенно из списка МЭБ, чревато распространением в течение короткого периода времени на значительные территории, приобретая тем самым характер панзоотии или пандемии. Экономические потери от болезней животных составляют до 20 % стоимости продукции в промышленно развитых странах и до 40 % – в развивающихся.

В связи с этим в настоящее время в мире, особенно в развитых странах, ужесточены требования к обеспечению здоровья животных и производству безопасных продуктов животного происхождения.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для подготовки настоящих материалов использованы и подвергнуты анализу материалы международных научно-практических конференций, литературные дан-

ные, документы ветеринарного законодательства Республики Беларусь, стран – торговых партнеров, Европейского Союза (ЕС), рекомендации Санитарного кодекса наземных животных Международного эпизоотического бюро (МЭБ), собственный научно-практический опыт [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В конце XX – начале XXI вв. человечество столкнулось с рядом проблем, оказывающих негативное влияние на жизнь людей и здоровье животных, особенно в части вредных биологических факторов.

К наиболее значимым из них можно отнести:

- изменения климата, возрастающее давление экологических факторов посредством антропогенного влияния, что меняет как окружающую среду, так и ее обитателей;

- глобальные геополитические процессы, связанные с военными конфликтами и войнами и, как следствие, широкие миграционные потоки людей, а также бесконтрольное перемещение животных и продукции животного происхождения;

- увеличение объемов экспортно-импортных операций с животными, продовольственным сырьем и пищевыми продуктами животного происхождения, особенно в части их бесконтрольного перемещения;

- увеличение количества животноводческих производств с высокой концентрацией поголовья;

- значительный рост биологических отходов, особенно на крупнотоварных животноводческих производствах и перерабатывающих предприятиях;

- естественные миграционные потоки птицы, а также диких животных.

Перечисленные и некоторые другие проблемы обуславливают эпидемио-эпизоотическую напряженность в мире, в том числе и в Беларуси.

Одним из таких примеров могут служить панзоотии африканской чумы свиней (АЧС), высокопатогенного гриппа птиц (ВПП) и ряд других заразных болезней списка МЭБ. Появились данные о новых заболеваниях (губкообразная энцефалопатия крупного рогатого скота (ГЭ КРС), болезнь крупного рогатого скота, вызванная вирусом Шмалленберга, болезнь, вызван-

ная вирусом *Hunax*, и др.). Многие из этих вспышек охватили более чем одну страну. Борьба и искоренение таких болезней всегда связаны с большими экономическими издержками.

Опасность заноса и распространения заразных болезней существует и для нашей страны. Беларусь находится практически в центре Европы. Современные воздушные и наземные коммуникации, интенсивные межгосударственные отношения в области торговли животными, продукцией животного происхождения создают реальные предпосылки для возникновения эпизоотий и эпидемий.

В этих условиях эпизоотическое благополучие организаций по выращиванию животных и производству продукции животного происхождения является основой не только их успешного функционирования, но и эпидемического благополучия населения страны.

В Республике Беларусь ветеринарная деятельность, в том числе и по обеспечению ветеринарной биологической (эпизоотической) безопасности, исполняется соответствующими ветеринарными структурами согласно требованиям ветеринарного законодательства. Основу ветеринарного законодательства страны составляют Закон о ветеринарной деятельности, а также Декреты Президента Республики Беларусь и разработанные в их развитие Постановления Совета Министров и МСХиП Республики Беларусь [1, 2, 4, 5, 6, 7].

Структура ветеринарных органов охватывает все административно-территориальные регионы страны и всех субъектов, осуществляющих деятельность по выращиванию животных, производству и обороту объектов ветеринарной деятельности, предусмотренных ветеринарным законодательством.

При разработке нормативных правовых актов (НПА) и технических нормативных правовых актов (ТНПА) национального ветеринарного законодательства использованы рекомендации Санитарного кодекса наземных животных МЭБ, требования ветеринарного законодательства ЕС как одного из самых строгих и консервативных в мире, а также стран – торговых партнеров Республики Беларусь [1, 2, 4, 5, 6, 7].

Соответствие ветеринарного законодательства Беларуси международным подходам подтверждено миссиями представителей МЭБ, ветеринарных инспекторов ЕС и стран – торговых партнеров нашей страны. Эффективность его реализации и деятельности ветеринарных служб обеспечило достойное ветеринарное благополучие. Это подтверждено сертификатами МЭБ о признании благополучия Республики Беларусь по ящуру без вакцинации и чуме крупного рогатого скота. Страна по степени благополучия соответствует рекомендациям МЭБ по бруцеллезу, лейкозу крупного рогатого скота, превалентность по сибирской язве составляет 1 случай в 25–30 лет и ряд других положительных примеров по заразной патологии животных. Ежегодно реализуются государственные программы мониторинга по губкообразной энцефалопатии крупного рогатого скота, сальмонеллезу, африканской чуме и ряду других заразных болезней животных из списка МЭБ.

Надежная деятельность ветеринарной науки и практики позволяет успешно

развивать животноводческую отрасль, тем самым обеспечивать не только население нашей страны продовольствием, но и значительную часть своей продукции поставлять на экспорт. Ежегодно увеличивается количество стран – торговых партнеров Республики Беларусь. В настоящее время наша страна поставляет животноводческую продукцию и продукты питания во многие страны мира.

Ветеринарное благополучие позволяет руководству страны, Министерству иностранных дел через свои посольства, Министерству сельского хозяйства и продовольствия, Белгоспищепрому, Белкоопсоюзу, Белорусской торгово-промышленной палате, предприятиям – всей этой цепочке активно работать по дальнейшему продвижению наших продовольственных товаров на внешние рынки.

Основным направлением обеспечения биологической (эпизоотической) безопасности страны является исполнение мероприятий ежегодного Плана противоэпизоотических мероприятий (рисунок).

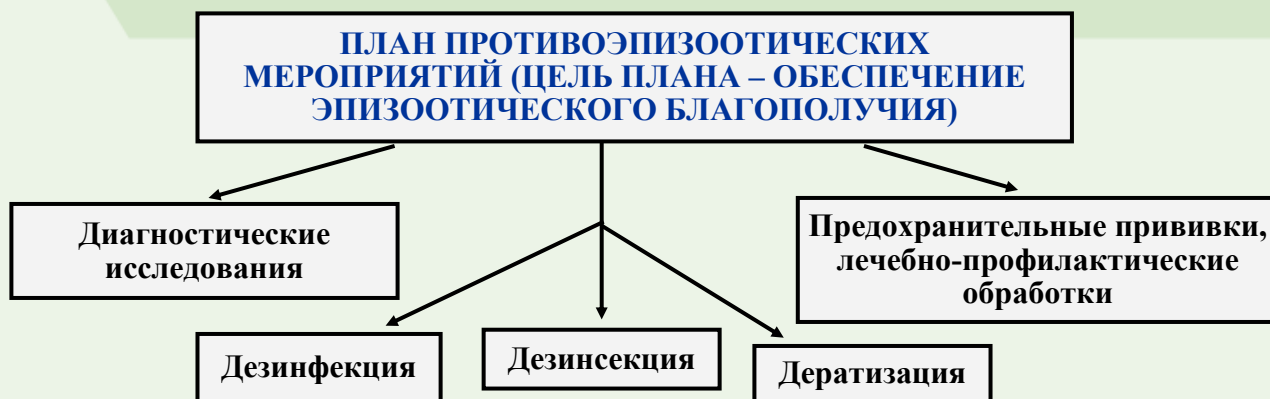


Рисунок. – План противоэпизоотических мероприятий, разрабатываемый на основании данных ветеринарного мониторинга для анализа рисков по заразным болезням и управления ими

Вместе с тем, сложившаяся ситуация требует постоянного контроля, а в случае необходимости – и принятия своевременных мер реагирования.

В этих условиях РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» совместно с государственной ветеринарной службой проводит соответствующую научно-практическую работу относительно обеспечения биологической безопасности страны.

Основными задачами и направлениями научной и научно-практической деятельности организации являются:

- проведение фундаментальных и прикладных исследований по микробиологии, вирусологии, иммунологии, паразитологии, токсикологии, фармакологии;
- разработка и совершенствование методов диагностики, профилактики, лечения, мер борьбы с инфекционными, паразитарными и незаразными болезнями сель-

скохозяйственных животных, птиц, пчел;

- создание современных вакцин, высокоспецифичных диагностикумов, лекарственных препаратов, средств коррекции обмена веществ, обеспечивающих ветеринарную защиту животных и получение экологически чистой продукции животноводства;

- оказание научно-практической помощи хозяйствам республики;

- подготовка научных кадров высшей квалификации.

В новейшей истории Беларуси учеными института получены серьезные результаты научных исследований, которые постоянно внедряются в ветеринарную практику нашей страны. Ознакомиться с ними можно на сайте института.

Компетентные в области ветеринарии, медицины, биологии, охраны окружающей среды службы отслеживают риски биологических угроз природе и человеческому обществу в Беларуси. В связи с этим специалистами соответствующих направлений разработан НПА «О Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности», утвержденный Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 22 марта 2022 года № 161 (Концепция).

Положения Концепции реализуют государственную политику в области обеспечения биологической безопасности, направленной на обеспечение защиты населения, животных, растений и окружающей среды от воздействия опасных биологических факторов.

Указанным постановлением поручено Министерству здравоохранения, Министерству сельского хозяйства и продовольствия, Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды, Национальной академии наук Беларуси:

- обеспечивать координацию деятельности государственных органов и иных организаций, граждан Республики Беларусь по реализации Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности;

- вносить в установленном порядке на рассмотрение Правительства Республики Беларусь предложения по вопросам реализации Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности;

- принимать иные меры по реализации Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности.

Для реализации положений Концепции Постановлением Совета Министров от 28 сентября 2023 г. № 634 при Совете Министров создан Совет по биологической безопасности, утверждено соответствующее положение и его состав. Согласно документу, Совет возглавит премьер-министр Роман Головченко. Совет определен как постоянно действующее формирование в области обеспечения биологической безопасности, осуществляющий координацию проводимой в Беларуси работы по предупреждению, выявлению и снижению биологических рисков, связанных с негативным воздействием опасных биологических факторов на здоровье человека, животных, растения, продукцию животного, растительного происхождения и (или) окружающую среду.

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» также активизирует свою деятельность в этом направлении. Подтверждением служит разработанный проект документа «Оценка риска эпизоотической опасности организации по выращиванию животных и производству продукции животного происхождения».

Документ разработан на основании научно обоснованного мониторинга деятельности этих организаций. Положения документа предусматривают оценку риска биологической (эпизоотической) опасности по 160 мероприятиям с качественной и количественной минимальной оценкой в 160 баллов и максимальной – в 379 баллов. По результатам оценки устанавливаются 5 степеней биологического (эпизоотического) благополучия оцениваемой организации (от наивысшей степени благополучия до опасной степени возникновения заразной патологии животных, а возможно, и людей).

Проведение оценки позволяет корректировать выполнение соответствующих мероприятий, а в случае необходимости – принимать ряд мер по обеспечению биологической (эпизоотической) безопасности организаций по выращиванию животных и производству продукции животного происхождения.

Считаем, что для успешной работы по обеспечению ветеринарной (эпизоотической) безопасности следует на более высоком техническом и профессиональном уровне проводить научные исследования в рамках перечисленных ранее задач института. Для этого необходимо совершенствование материально-технической базы, оснащение лабораторий современным исследовательским оборудованием, совместно с госветслужбой более эффективно развивать и использовать данные научно-практического ветеринарного мониторинга, способствовать подготовке научных кадров.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день существуют факторы, которые способствуют возникновению и распространению заразных болезней среди животных, а также при производстве безопасной продукции животного происхождения.

Ветеринарная биологическая (эпизоотическая) безопасность должна обеспечиваться соответствующими ветеринарными структурами согласно требованиям ветеринарного законодательства, разработанного на основании рекомендаций Санитарного кодекса наземных животных МЭБ и других компетентных в этой области источников.

В Беларуси в основном реализуется это направление, однако в целях совершенствования деятельности по недопущению возникновения эпизоотолого-эпидемических рисков необходимо принятие дополнительных мер.

Реализация положений утвержденной Правительством Республики Беларусь Концепции позволит более надежно обеспечить биологическую (эпизоотическую) безопасность страны.

### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об изменении Закона Республики Беларусь «О ветеринарной деятельности» [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь от 17 июля 2020 г. № 41-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 2/2760. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12000041>. – Дата доступа: 23.07.2020.
2. Кодекс здоровья наземных животных МЭБ. – 19-е изд. – Париж, 2010. – С. 79–84.
3. Макаров, В. В. Основы учения об инфекции : учеб. пособие / В. В. Макаров, А. К. Петров, Д. А. Васильев. – М.-Ульяновск : РУДН/УлГАУ, 2018. – 160 с.
4. О некоторых вопросах государственной ветеринарной службы Республики Беларусь : Указ Президента Респ. Беларусь от 3 июня 2013 г. № 253 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 1/18440. – Дата доступа: 03.07.2019.
5. О государственной ветеринарной службе Республики Беларусь : Указ Президента Респ. Беларусь от 03.12.2014 № 563 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 1/15442. – Дата доступа: 05.12.2014.
6. О государственной ветеринарной службе : Указ Президента Республики Беларусь : от 28.06.2019 252 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 1/18440. – Дата доступа: 03.07.2019.
7. Регламент (ЕС) № 854/2004 Европейского Парламента и Совета от 29 апреля 2004 г. об официальном контроле, осуществляемом с целью обеспечения проверки соблюдения пищевого и кормового законодательства, правил, касающихся здоровья животных и условий содержания животных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--b1asbd8b.xn--p1ai/assets/files/documents/port-doc/EC/reg-882-2004.pdf>. – Дата доступа: 05.01.2023.
8. Шабалова, Т. А. Проблемы растущих инфекционных и инвазионных угроз в XXI веке / Т. А. Шабалова, А. Ж. Василенко // Балтийский форум ветеринарной медицины 2011: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. 23-24 сентября 2011 г., г. Санкт-Петербург. – СПб. : НОИОР, 2011. – С. 183–185.

Сусли Д.С., научный сотрудник  
Волкова Т.В., кандидат биологических наук, доцент

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь

## СТРУКТУРА ФАУНИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СЕМЕЙСТВА *CULICIDAE* MEIGEN БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА (БЕЛАРУСЬ, ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ)

### Резюме

В статье приводятся данные о видовом составе семейства *Culicidae* на территории Березинского биосферного заповедника. Выявлено 26 видов из 5 родов. На стадии личинки обнаружено 22 вида, на стадии имаго – 23. Впервые для данной территории отмечено 6 новых видов: *Anopheles messeae*, *Aedes sticticus*, *A. mercurator*, *A. pullatus*, *Culex territans*, *Culiseta morsitans*. Проведен ареалогический анализ фауны кровососущих комаров, который показал преобладание комплекса голарктических видов (15) на территории заповедника. Установлены изменения в структуре фаунистических комплексов кровососущих комаров во временном аспекте, выражающиеся в увеличении видового разнообразия в 2 раза ( $H' - 1,6$  и  $3,1$  соответственно).

**Ключевые слова:** кровососущие комары, видовой состав, личинка, имаго, ареалы, Березинский биосферный заповедник, Беларусь.

### Summary

The article provides data on the species composition of the family *Culicidae* on the territory of the Berezinsky Biosphere Reserve. The mosquito fauna includes 26 species, belonging to 5 genera, including 22 species at the larval stage, and 23 at the adult stage. 6 species have been reported for the first time for this territory: *Anopheles messeae*, *Aedes sticticus*, *A. mercurator*, *A. pullatus*, *Culex territans*, *Culiseta morsitans*. An arealological analysis of the mosquito fauna was carried out. It showed, that the complex of holarctic species (15) dominates on the territory of the reserve. The changes in the structure of the mosquito faunistic complexes have been established through time, including in an increase in species diversity by 2 times ( $H' - 1.6$  and  $3.1$ , respectively).

**Keywords:** mosquitoes, species composition, larva, adult, range, Berezinsky Biosphere Reserve, Belarus.

Поступила в редакцию 27.09.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

Особо охраняемые природные территории являются важнейшими объектами сохранения и естественного воспроизводства природных биологических ресурсов страны и имеют незаменимое значение для проведения различного рода научно-исследовательских работ [7]. К настоящему времени на территории Беларуси функционирует единственный заповедник – Березинский биосферный заповедник, включенный в систему биогенетических заповедников Европы [3]. Уникальность его лесных и водно-болотных экосистем создает благоприятные условия для развития различных групп позвоночных и беспозвоночных животных, в частности кровососущих комаров, выступающих в качестве компонентов паразитарных и природных экосистем, имеющих важное медико-эпидемиологическое значение. На данной территории после 35-летнего перерыва в исследованиях кровососущих комаров нами получены новые дан-

ные по качественным и количественным изменениям, произошедшим в структуре фаунистических комплексов семейства *Culicidae*.

**Целью** данной работы стал анализ состава фауны кровососущих комаров и ее изменений во временном аспекте.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Березинский биосферный заповедник (ББЗ) расположен на территории 3 районов: Докшицкого и Лепельского (Витебская обл.) и Борисовского (Минская обл.). Протяженность с севера на юг составляет 58 км, с запада на восток – 27 км. Крайняя северная точка лежит на  $54^{\circ}59'$  с. ш., в 2,0 км восточнее д. Лесины Ушачского района, южная – на  $54^{\circ}28'$  с. ш., в 1,0 км севернее д. Ельница Борисовского района, западная – на  $28^{\circ}08'$  в. д., в 2,0 км от д. Горелое того же района, крайняя восточная – на  $28^{\circ}33'$  в. д., в 1,0 км восточнее д. Терешки Лепельского района [5].



Фаунистические сборы и учеты кровососущих комаров проводились за период 2016–2021 гг. Собрано и определено 23392 экземпляра: личинки – 7755, имаго – 15637. Учеты численности кровососущих комаров проводили согласно общепринятым методикам [13]: имаго – с мая по сентябрь еженедельно при благоприятной погоде (без дождя и сильного ветра) в 13 точках сбора, расположенных в биотопах 4 типов (черноольховые, еловые, сосновые леса и пойменный луг); личинок – с апреля по сентябрь еженедельно в 12 естественных стоячих водоемах различного типа (постоянный открытый; постоянный затененный; временный открытый; временный затененный). Водоемы рассматривались как постоянные в том случае, если они не пересыхали в течение лета за весь период наблюдений, в иных случаях водоемы считались временными. Затененными считались водоемы, большая часть поверхности которых была закрыта ветвями деревьев и кустарников от прямых солнечных лучей, открытыми – у которых затенена лишь небольшая часть поверхности [10].

Видовая принадлежность кровососущих комаров устанавливалась с помощью определительных таблиц [4, 15]. В статье используется классификация Вилкерсона с соавт. (Wilkerson et al., 2021), в которой род *Aedes* включает *Ochlerotatus* (Lynch Arribalzaga, 1891) в ранге подрода [16]. Зоогеографический анализ фауны приведен согласно работам М. Г. Сергеева и К. Б. Городкова [2, 8].

Определение видов-двойников комплекса «*Anopheles maculipennis*» проводилась совместно с сотрудниками лаборатории нехромосомной наследственности ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» с использованием метода полимеразной цепной реакции полиморфизма длин рестрикционных фрагментов последовательности ITS2 (ПЦР-ПДРФ). Выделение ДНК осуществлялось фенол-хлороформным методом. При постановке ПЦР использовали следующую пару праймеров к району 5,8S-ITS2-28S [17]: прямой 5'-TGTGAACCTGCAGGACACATG-3'; обратный 5'-ATGCTTAAATTTAGGGGGTA-3' (производство ОДО «Праймтех», Республика Беларусь).

При обработке и анализе результатов сборов использовались следующие индек-

сы: ИД – индекс доминирования,  $D_{Mg}$  – индекс видового богатства Маргалёфа,  $D_{Sm}$  – индекс разнообразия Симпсона,  $D_{B-P}$  – индекс доминирования Бергера-Паркера,  $H'$  – индекс разнообразия Шеннона [1, 6]. Степень доминирования кровососущих комаров оценивали по шкале К. В. Скуфьи-на: виды-доминанты составляют более 8,0 % от общего числа собранных экземпляров, субдоминанты – от 2,0 до 8,0 %, малочисленные – от 0,5 до 2,0 %, редкие – менее 0,5 % [9].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе проведенных исследований определено, что фауна кровососущих комаров заповедника представлена 26 видами, относящихся к 2 подсемействам, 4 трибам, 5 родам и 8 подродам, что составляет 61,9 % от 42 видов известных для фауны кровососущих комаров Беларуси. К роду *Aedes* (Meigen, 1818) относится 18 видов (69,2 %), к роду *Culiseta* (Felt, 1904) – 3 (11,5 %), к родам *Anopheles* (Meigen, 1818) и *Culex* (Linnaeus, 1758) – по 2 (7,7 % соответственно) и к роду *Coquillettidia* (Dyar, 1905) – 1 (3,9 %). Впервые отмечены 6 видов: *Aedes pullatus* (Coquillett, 1904) – на стадии имаго, *Anopheles messeae* (Falleroni, 1926), *Aedes mercurator* (Dyar, 1920), *Culex territans* (Walker, 1856) – на стадии личинки, виды *Aedes sticticus* (Meigen, 1838) и *Culiseta morsitans* (Theobald, 1901) отмечены на стадии личинки и имаго. По численности данные виды в большинстве своем относятся к редким и малочисленным, за исключением *Aedes sticticus*, доля которого в сборах составляет 11,49 %. Следует отметить, что вид *Aedes mercurator* – новый не только для фауны сем. *Culicidae* ББЗ, но и в целом для Беларуси. Согласно литературным данным ареал его распространения включает Европейскую часть России (Республика Чувашия), Сибирь (Томская область, Красноярский край), Дальний Восток, Швецию, Монголию и Северную Америку. Ближайшее место его обнаружения – Швеция (г. Линчёпинг). *Aedes mercurator* не отмечался в Финляндии и в странах Прибалтики, что может быть связано как с особенностями распространения вида, так и со слабой его изученностью [14].

Ядро фауны кровососущих комаров ББЗ представлено 7 широко распространенными видами: *Aedes punctor* (Kirby, 1837)

(ИД 19,59), *A. cantans* (Meigen, 1818) (ИД 18,87), *A. communis* (De Geer, 1776) (ИД 18,57), *A. cinereus* Meigen, 1818 (ИД 12,87), *A. sticticus* (ИД 11,49), *A. annulipes* (Meigen, 1830) (ИД 6,77) и *A. intrudens* (Dyar, 1919) (ИД 3,71), из которых 4 (*Aedes communis*, *A. sticticus*, *A. annulipes* и *A. intrudens*) являются моноциклическими. По ареалогической принадлежности преобладают голарктические виды (*Aedes punctor*, *A. communis*, *A. cinereus*, *A. sticticus* и *A. intrudens*).

На личиночной стадии развития выявлено 22 вида из 4 родов: род *Aedes* – 16 видов, *Culiseta* – 3, *Anopheles* – 2, *Culex* – 1 вид. Доминировали *Aedes cantans* (ИД 46,51), *A. annulipes* (ИД 16,31), *A. communis* (ИД 12,88); субдоминантными были *A. cinereus* (ИД 4,18), *A. punctor* (ИД 4,66), *A. cataphylla* (Dyar, 1916) (ИД 2,85), *A. intrudens* (ИД 2,62), *Culex territans* (ИД 2,08); малочисленными – *Anopheles maculipennis*

(Meigen, 1818) (ИД 1,86), *Aedes mercurator* (ИД 1,62), *A. leucomelas* (Meigen, 1804) (ИД 1,33), *A. vexans* (Meigen, 1830) (ИД 0,70), *A. flavescens* (Muller, 1764) (ИД 0,59), *A. sticticus* (ИД 0,55), *Anopheles messeae* (ИД 0,53); редкими – *Aedes excrucians* (Walker, 1856) (ИД 0,35), *A. euedes* (Howard, Dyar et Knab, 1913) (ИД 0,18), *A. cyprius* (Ludlow, 1920) (ИД 0,09), *A. riparius* (Dyar et Knab, 1907) (ИД 0,06), *Culiseta alaskaensis* (Ludlow, 1906) (ИД 0,03), *C. ochroptera* (Peus, 1935) (ИД 0,01), *C. morsitans* (ИД 0,01) (рисунок 1).

Доминирующий комплекс видов на стадии личинки представлен 8 видами, из которых на моно- и полициклические виды приходится равное число (по 4). По ареалогической принадлежности преобладают голаркты – 6 видов (*Aedes punctor*, *A. communis*, *A. cinereus*, *A. intrudens*, *A. cataphylla* и *Culex territans*).

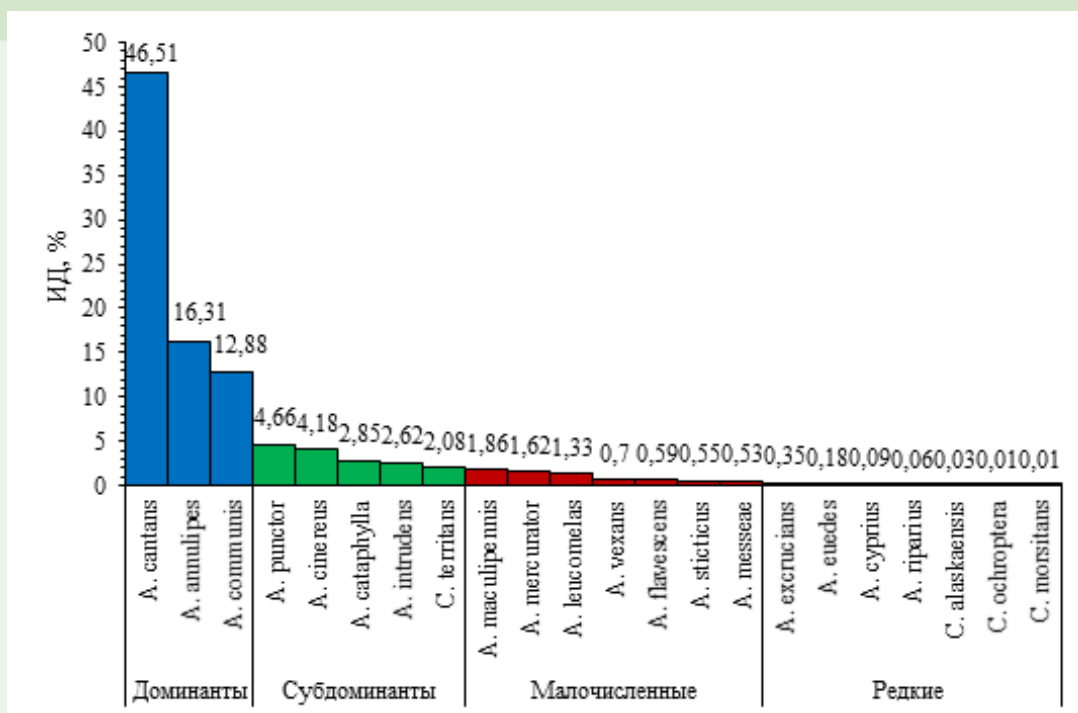


Рисунок 1. – Структура доминирования кровососущих комаров на личиночной стадии развития

На стадии имаго обнаружено 23 вида из 5 родов: род *Aedes* – 17 видов, *Culiseta* – 3, *Anopheles*, *Culex*, *Coquillettidia* – по 1 виду. Доминировали *Aedes punctor* (ИД 27,00), *A. communis* (ИД 21,39), *A. cinereus* (ИД 17,18), *A. sticticus* (ИД 16,91), *A. cantans* (ИД 5,16); субдоминантными были

*A. intrudens* (ИД 4,25), *A. excrucians* (ИД 2,72) и *A. annulipes* (ИД 2,03); малочисленными – *A. vexans* (ИД 1,14) и *A. riparius* (ИД 0,72); редкими – *Coquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889) (ИД 0,47), *Aedes diantaeus* (Howard, Dyar et Knab, 1913) (ИД 0,29), *A. Flavescens* (ИД 0,19), *A. pullatus*

(ИД 0,12), *Culiseta ochroptera* (ИД 0,13), *Aedes euedes* (ИД 0,10), *Culiseta morsitans* (ИД 0,08), *Aedes cataphylla* (ИД 0,06), *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758) (ИД 0,03), *Anopheles maculipennis* (ИД 0,01), *Culiseta alaskaensis* (ИД 0,01), *Aedes leucomelas* (ИД 0,01), *A. cyprius* (ИД 0,01) (рисунок 2).

Доминирующий комплекс видов на стадии имаго представлен 8 видами, из которых на моно- и полициклические виды приходится равные доли – по 50,0 %. По ареалогической принадлежности преобладают голаркты – 6 видов (*Aedes punctor*, *A. communis*, *A. cinereus*, *A. intrudens*, *A. sticticus* и *A. excrucians*).

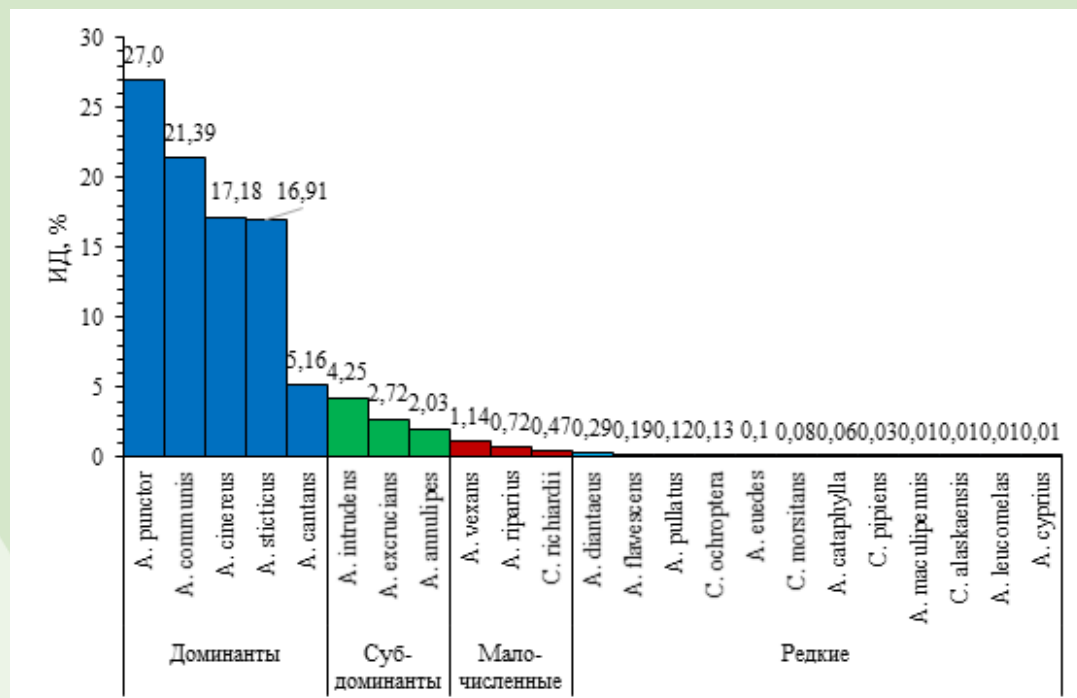


Рисунок 2. – Структура доминирования кровососущих комаров на имагинальной стадии развития

На двух стадиях развития обнаружено 19 видов, только на стадии личинки – 3 (*Anopheles messeae*, *Aedes mercurator* и *Culex territans*), на стадии имаго – 4 (*Aedes diantaeus*, *A. pullatus*, *Culex pipiens* и *Coquillettia richiardii*).

По типу ареалов кровососущие комары БЗ подразделяются на голарктические, палеарктические и космополитные [10]. По числу видов – 15 (57,7 %) – преобладают представители голарктического типа, представителей палеарктического типа 9 (34,6 %), 2 вида (7,7 %) – *Culex pipiens* и *Aedes vexans* – являются космополитами. В зональном аспекте распространения в фауне кровососущих комаров наблюдается преобладание видов с температурным распространением – 15 (57,7 %), и только 7 (26,9 %) видов отмечено с полизо-

нальным распространением. Сочетание широтного, долготного и высотного составляющего в названии ареала – арктоборео-монтанный – отмечено у *Aedes pullatus* и *Culiseta alaskaensis* (7,7 %). С учетом особенностей широтного распространения видов выделены ареалогические группы. Так, голарктический и палеарктический типы включают по 6 групп видов каждый, а космополитический – 1 (всесветная полизональная). Самая многочисленная по числу видов кровососущих комаров на территории заповедника – трансголарктическая полизональная группа. Она включает 3 доминирующих вида (*Aedes communis*, *A. punctor* и *A. cinereus*), широко распространенных на данной территории, и 2 малочисленных – *Aedes cataphylla* и *A. excrucians* (таблица 1).

Таблица 1. – Ареалы кровососущих комаров на территории Березинского биосферного заповедника

| Тип ареала  |               |   |   |               |  |
|---|---------------|---|---|---------------|--|
| голарктический  |               |   | палеарктический                               |               |  |
| вид   | доля видов, % | группа  | вид   | доля видов, % | группа   |
| <i>A. euedes</i><br><i>A. mercurator</i><br><i>A. sticticus</i>   | 11,5          | транс-голарктическая, температурная           | <i>A. cyprius</i><br><i>C. ochroptera</i>     | 7,7           | транс-палеарктическая температурная                            |
| <i>A. cinereus</i><br><i>A. cataphylla</i><br><i>A. communis</i><br><i>A. excrucians</i><br><i>A. punctor</i> | 19,2          | транс-голарктическая полизональная            | <i>A. messeae</i><br><i>A. leucomelas</i>     | 7,7           | транс-палеарктическая полизональная                            |
| <i>A. diantaeus</i><br><i>A. intrudens</i>  | 7,7           | транс-голарктическая аркто-температная        | <i>A. annulipes</i>                           | 3,8           | западно-палеарктическая температурная                          |
| <i>A. flavescens</i><br><i>A. riparius</i>  | 7,7           | субголарктическая аркто-температная           | <i>C. richiardii</i>                          | 3,8           | западно-центрально-палеарктическая температурно-субтропическая |
| <i>A. pullatus</i><br><i>C. alaskaensis</i>   | 7,7           | субголарктическая аркто-бореомонтанная        | <i>A. maculipennis</i><br><i>C. morsitans</i> | 7,7           | западно-палеарктическая температурно-субтропическая            |
| <i>C. territans</i>   | 3,8           | субголарктическая температурно-субтропическая | <i>A. cantans</i>                             | 3,8           | западно-центрально-палеарктическая температурная               |

При сравнении современного списка видов кровососущих комаров заповедника с исследованиями, проведенными в 1976–1987 гг., установлены изменения, произошедшие в структуре фаунистических комплексов кровососущих комаров. Только для 11 видов (*Aedes communis*, *A. cinereus*, *A. vexans*, *A. flavescens*, *A. leucomelas*, *A. euedes*, *A. cyprius*, *Culex pipiens*, *Culiseta alaskaensis*, *C. ochroptera*, *Coquillettidia richiardii*) статус численности не изменился, у остальных же изменялся в зависимости от вида.

Для 7 видов статус численности изменился в сторону увеличения. Так, из редких

видов к числу доминантов присоединился *Aedes punctor*, к субдоминантам – *A. annulipes*, к малочисленным видам – *Anopheles maculipennis*, *Aedes cataphylla* и *A. riparius*. *Aedes cantans* из субдоминантов перешел в доминанты, а *A. intrudens* – из малочисленных в субдоминанты. Данные виды в большинстве своем являются типичными представителями моноциклических видов, по ареалогической структуре относятся к голарктическим видам. Для 2 видов статус численности изменился в сторону уменьшения. *Aedes excrucians* из субдоминанта перешел в разряд малочисленных видов, а *A. diantaeus* – из малочисленных видов в

разряд редких. Данные виды относятся к моноциклическим с голарктическим распространением. Наши исследования, как и в прошлые годы (1976–1987 гг.), характеризовались большим количеством малочисленных и редких видов в сборах. Так, в предыдущих исследованиях их доля составляла 66,7 % от всех зарегистрированных видов, в настоящее время на их долю пришлось 59,1 %. В ходе проведенных нами сборов не были обнаружены *Aedes behningi* (Martini, 1926) и *A. dorsalis* (Meigen, 1830). Ранее они были отмечены только на стадии личинки. *Aedes dorsalis* относился к числу субдоминантов, а *A. behningi* – к редким видам. Встречаемость личинок *Aedes behningi* и *A. dorsalis* была наибольшей в антропогенной зоне за пределами заповедника в пойме реки Березины [11], где нами сборы не осуществлялись. Также следует отметить, что *Aedes behningi*

относится к числу редких видов, встречающихся на территории Беларуси. Это один из наиболее характерных видов степной зоны. *Aedes dorsalis* проявляет наибольшую привязанность к водоемам в населенных пунктах [12].

Как видно из таблицы 2, на современном этапе исследований фауна кровососущих комаров заповедника характеризуется большим видовым богатством ( $S = 26$ ;  $D_{Mg} = 2,48$ ) и разнообразием ( $H' = 3,11$ ). Значения индексов Симпсона ( $D_{Sm} = 0,14$ ) и Бергера-Паркера ( $D_{B-P} = 0,20$ ) указывают на более равномерное распределение видов в фаунистических сообществах кровососов по сравнению с ранее проведенными исследованиями, где отмечалось явное доминирование 2 видов (*Aedes communis* и *A. cinereus*) ( $D_{Sm} = 0,51$ ;  $D_{B-P} = 0,15$ ).

Таблица 2. – Показатели разнообразия фауны кровососущих комаров семейства *Culicidae* на территории Березинского биосферного заповедника за период с 1976 по 2021 гг.

| Индексы разнообразия                   | 1976–1987 гг. | 2016–2021 гг. |
|--|---------------|---------------|
| Количество видов ( $S$ )               | 22            | 26            |
| Коэффициент сходства Жаккара ( $K_j$ ) | 0,63          | 0,71          |
| Индекс Маргалефа ( $D_{Mg}$ )          | 1,40          | 2,48          |
| Индекс Симпсона ( $D_{Sm}$ )           | 0,51          | 0,14          |
| Индекс Бергера-Паркера ( $D_{B-P}$ )   | 0,15          | 0,20          |
| Индекс Шенонна ( $H'$ )                | 1,59          | 3,11          |

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время фауна заповедника с учетом результатов собственных исследований и литературных данных представлена 28 видами из 5 родов (род *Aedes* – 20, *Culiseta* – 3, *Anopheles* – 2, *Culex* – 2, *Coquillettia* – 1 вид). В ходе исследования обнаружено 6 новых видов: *Anopheles messeae*, *Aedes mercurator*, *A. pullatus*, *A. sticticus*, *Culex territans* и *Culiseta morsitans*. *Aedes mercurator* отмечен впервые для фауны Беларуси. В ареалогической структуре

фауны кровососущих комаров заповедника преобладают представители голарктического комплекса видов – 15 (57,7 %). Установлены изменения в структуре фаунистических комплексов кровососущих комаров во временном аспекте, выражающиеся в увеличении видового разнообразия в 2 раза ( $H' = 1,6$  и  $3,1$  соответственно). Отмечены изменения в структуре доминирования видов. Для 7 видов статус численности изменился в сторону увеличения, для 2 видов – в сторону уменьшения.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. География и мониторинг биоразнообразия / Серия учебных пособий «Сохранение биоразнообразия»; сост. колл. авт. : Н. В. Лебедева [и др.]. – М. : Из-во НУМЦ, 2002. – 432 с.
2. Городков, К. Б. Классификация ареалов и ее теоретические предпосылки на примере арктических двукрылых (Diptera) : автореф. дис... д-ра биол. наук / К. Б. Городков. – СПб., 1992. – 48 с.
3. Государственное природоохранное учреждение «Березинский биосферный заповедник» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://berezinsky.by>. – Дата доступа: 31.02.2022.
4. Гуцевич, А. В. Фауна СССР. Насекомые двукрылые / А. В. Гуцевич, А. С. Мончадский, А. А. Штакельберг. – Л. : Наука, 1970. – 384 с.
5. Лесостроительный проект ГПУ «Березинский биосферный заповедник» на 2019–2028 гг. / А. А. Козак [и др.]. – Минск : ГПУ ББЗ, 2018. – 268 с.
6. Изучение членистоногих убежищного комплекса в природных очагах трансмиссивных вирусных инфекций : руководство по работе в полевых и лабораторных условиях (принципы и методы) / А. А. Тагильцев [и др.]. – Томск : Томский ун-т, 1990. – 106 с.
7. Особо охраняемые природные территории Беларуси: Исследования. Вып. 1 / редкол. : В. С. Ивкович [и др.]. – Минск : Белорусский Дом печати, 2006. – 268 с.
8. Сергеев, М. Г. Закономерности распространения прямокрылых насекомых Северной Азии / М. Г. Сергеев. – Новосибирск : Наука, 1986. – 235 с.
9. Скуфьин, К. В. К экологии слепней Воронежской области / К. В. Скуфьин // Зоологический журнал. – 1949. – Т. 28, № 2. – С. 145–156.
10. Суло, Д. С. Сезонные изменения численности личинок кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) в Березинском биосферном заповеднике (Республика Беларусь) / Д. С. Суло, А. В. Халин // Энтомологическое обозрение. – 2023. – Т. 102, № 1. – С. 63–78.
11. Трухан, М. Н. Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) / М. Н. Трухан // Фауна и экология насекомых Березинского заповедника : сб. научных статей БГБЗ БССР. – 1991. – С. 54–79.
12. Трухан, М. Н. Кровососущие двукрылые лесных биоценозов Березинского заповедника / М. Н. Трухан, Н. В. Пахолкина // Паразитоценозы диких и домашних млекопитающих Белоруссии : материалы докладов респ. конф. по паразитоценозам диких и домашних млекопитающих, Минск, 27-28 мая 1982 г. / науч. ред. : И. Т. Арзамасов, В. Ф. Литвинов. – Минск : Ураджай, 1984. – С. 86–89.
13. Трухан, М. Н. Методы сбора и учета кровососущих двукрылых насекомых / М. Н. Трухан, Н. В. Терешкина, В. М. Каплич // Обзорная информация. Серия 87.27.07. Охрана животных. – Минск, БелНИИНТИ, 1991. – 36 с.
14. Халин, А. В. Распространение кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) на северо-западе России: виды рода *Aedes* Meigen / А. В. Халин, С. В. Айбулатов, И. В. Филоненко // Энтомологическое обозрение. – 2021. – Т. 100, № 4. – С. 755–796.
15. Mosquitoes: Identification, Ecology and Control. Third Edition / N. Becker [et al.]. – Berlin : Springer, 2020. – 570 p.
16. Mosquitoes of the World. Vol. 1, 2. / R. C. Wilkerson [et al.]. – Johns Hopkins University Press. : – 2021. – 1332 p.
17. Porter, C. H. Species-diagnostic difference in a ribosomal DNA internal transcribed spacer from the sibling species *Anopheles freeborni* and *Anopheles hermsi* (Diptera: Culicidae) / C. H. Porter, F. H. Collins // American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. – 1991. – Vol. 45 (2). – P. 271–279.

## наша продукция



Сушло Д.С., научный сотрудник<sup>1</sup>

Довнар Д.В., кандидат биологических наук, научный сотрудник<sup>1</sup>

Климович О.В., кандидат медицинских наук, доцент<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии», г. Минск, Республика Беларусь

## ЗАРАЖЕННОСТЬ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (*DIPTERA, CULICIDAE*) ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА И ДИРОФИЛЯРИОЗА НА ТЕРРИТОРИИ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА (БЕЛАРУСЬ, ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ)

### Резюме

В статье приводятся данные о зараженности кровососущих комаров вирусом Западного Нила и микрофиляриями на территории Березинского биосферного заповедника. Впервые для данной территории в 0,20 % случаев от общего числа исследованных особей выделена РНК ВЗН у имаго кровососущих комаров (*Aedes punctor*, *A. sticticus*, *A. intrudens*, *A. communis*). В 0,23 % случаев от обследованных особей выделена ДНК возбудителя дирофиляриоза у имаго кровососущих комаров (*A. cinereus*, *A. punctor*, *A. cantans*, *A. sticticus*, *A. intrudens*). Микст-зараженность отмечена в 0,10 % случаев у *Aedes intrudens*, *A. punctor* и *A. sticticus*. Установлена зависимость числа возможных циклов развития микрофилярий в комарах до инвазионной стадии от температурного фактора. При повышении температуры на 1 °С происходит увеличение числа оборотов на 0,21.

Наиболее опасным с точки зрения возможности передачи микрофилярий является август за счет совпадения оптимальных температур, способствующих завершению двух оборотов инвазий личинок дирофилярий и высокой численности потенциальных переносчиков.

**Ключевые слова:** кровососущие комары, вирус Западного Нила, дирофилярии, обороты инвазии, Березинский биосферный заповедник, Беларусь.

### Summary

The article presents data on an infection of mosquitoes (*Diptera, Culicidae*) with West Nile virus and microfilaria on the territory of the Berezinsky biosphere reserve. For the first time for that territory WNV RNA was detected in 0,20 % of the total number of studied mosquitoes (*Aedes punctor*, *A. sticticus*, *A. intrudens*, *A. communis*). *Dirofilaria* DNA was isolated in 0,23 % of the specimens examined (*A. cinereus*, *A. punctor*, *A. cantans*, *A. sticticus*, *A. intrudens*). Mixed infection of WNV and *dirofilaria* was noted in 0,10 % of cases in *Aedes intrudens*, *A. punctor*, and *A. sticticus*. The dependence of the possible number of development cycles of microfilariae in mosquitoes to the invasive stage on the temperature factor has been established. A 1 °C increase in temperature results in a 0,21 increase in the number of circulations.

The research has established that August is the most important month to the microfilaria transmission. This month optimal temperatures for development of microfilaria coincide with the high number of potential vectors.

**Keywords:** mosquitoes, West Nile virus, *dirofilariae*, circulations of invasion, Berezinsky Biosphere Reserve, Belarus.

Поступила в редакцию 28.09.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

Кровососущие комары сем. *Culicidae* (Meigen, 1818), будучи временными эктопаразитами, имеют огромное значение в эпидемиологии ряда инфекционных и паразитарных болезней, выступая в роли переносчиков их возбудителей. Потенциальными переносчиками возбудителей заболеваний могут выступать свыше 60 видов кровососущих комаров, принадлежащих к 5 родам

*Aedes* (Meigen, 1818), *Anopheles* (Meigen, 1818), *Culex* (Linnaeus, 1758), *Culiseta* (Felt, 1904) и *Coquillettidia* (Dyar, 1905) [1, 12].

Среди болезней, переносимых комарами, для территории Беларуси наиболее актуальными являются лихорадка Западного Нила (ЛЗН) и дирофиляриоз. Так, за период 2019–2021 гг. на территории страны было отмечено 11 подтвержденных случаев ЛЗН, причем 7 из заболевших не

выезжали за ее пределы. Местные случаи отмечались на территории Брестской, Минской, Могилевской областях и г. Минска [15]. У зараженных были зафиксированы укусы комаров, что подтверждает вероятность трансмиссивного заражения на территории нашей страны данным возбудителем. Также в последние десятилетия особым интерес вызывает проблема дирофиляриоза. За период с 2000 по 2020 гг. отмечено 148 случаев заражения людей, показатель заболеваемости по республике составил 1,57 случая на 100 тыс. населения [3].

Березинский биосферный заповедник (ББЗ) представляет собой территорию с благоприятными природно-климатическими условиями, где создается среда для циркуляции возбудителей вирусных и бактериальных инфекций, передающихся трансмиссивным путем (через укус комаров). В то же время исследования по изучению инфицированности кровососущих комаров возбудителями трансмиссивных инфекций и инвазий на данной территории до настоящего времени не проводились.

В связи с этим целью нашего исследования явилось определение зараженности кровососущих комаров, собранных на территории ББЗ, вирусом Западного Нила и микрофиляриями.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор самок кровососущих комаров проводился на территории ББЗ, в окрестностях: д. Броды, д. Домжерицы, д. Кветча, д. Крайцы, д. Савский бор, д. Федорки, д. Бедино, д. Кадлубище, д. Осетище, д. Слобода, д. Нивки, д. Палик, д. Стайск. Географические координаты крайних точек территории заповедника: север 54°59' с. ш., юг 54°28' с. ш., запад 28°08' в. д., восток 28°33' в. д. Сбор материала проводился согласно общепринятым методикам [14]. Видовая принадлежность устанавливалась с помощью определительных таблиц [4, 19]. Материалом для выделения РНК/ДНК возбудителей заболеваний служили 2996 самок кровососущих комаров из 12 видов, собранных в 2017 г. Предварительно комаров разделили на 241 пул, каждый из которых содержал не более 50 особей одного вида, собранных на одной территории.

Молекулярно-генетические исследования с целью выделения РНК ВЗН и ДНК

филярий у самок кровососущих комаров проводились на базе лаборатории биобезопасности с коллекцией патогенных микроорганизмов Республиканского научно-практического центра эпидемиологии и микробиологии в соответствии с санитарными нормами и правилами «Требования безопасности при осуществлении работ с условно-патогенными микроорганизмами и патогенными биологическими агентами, к организации и проведению их учета, хранения, передачи и транспортировки», постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 6.01.2017 г. № 2 [9]. Все работы по анализу комаров на наличие РНК/ДНК возбудителей инфекций проводили в условиях стерильного бокса.

Непосредственно перед выделением генетического материала возбудителей заболеваний (РНК/ДНК) кровососущих комаров подвергали отмывке и гомогенизации следующим образом: особь помещали в чашку Петри, содержащую 70%-ный этанол, промывали в течение 30–40 с, затем перекладывали в чашку Петри с подложкой из фильтровальной бумаги для подсушивания, далее обрабатывали в чашке с 96%-ным этанолом, затем – в физиологическом растворе и подсушивали на воздухе. После отмывки помещали в пробирку с присвоением индивидуального учетного номера. Гомогенизацию комаров осуществляли в ступках с добавлением 50 мкл 1х фосфатно-солевого буфера, pH = 8,0. Далее проводили исследования с целью выявления в биопробах возбудителей ЛЗН и дирофиляриоза.

Выделение РНК ВЗН осуществляли с использованием набора реагентов «РИБО-преп» (производство ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия) в соответствии с инструкцией. Для проведения реакции ОТ-ПЦР использовали набор реагентов «Реверта-Л» (производство ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия) согласно прилагаемой инструкции. В работе использовали следующую пару праймеров: WNRT-F CGGAAGTYGRGTAKACGGTGCTG и WNRT-R GGTWYTGAGGGCTTACRTGG.

Для выделения ДНК дирофилярий рода *Dirofilaria* (Railliet et Henry, 1911) в исследуемых пробах использовали набор «НК ЭКСТРА» (производства РНПЦ эпи-



демиологии и микробиологии, Беларусь) в соответствии с инструкцией, прилагаемой к набору реагентов. Каждый пул проверяли на наличие ДНК дирофилярий с использованием праймеров: FILA-F TGGATTAGTACCCAGGTAATC и FILA-R CCAAAGAAAAATCTAAAGTCAGTC.

Анализ результатов амплификации в режиме реального времени проводили с помощью программного обеспечения используемого для амплификации прибора CFX96 Realtime system (Bio Rad, USA).

Для определения (2017 г.) и прогнозирования (2016 и 2018 гг.) продолжительности сезонов эффективной передачи дирофиляриоза использовали однофакторную температурную ЕРД-модель дирофиляриоза, которая основана на влиянии среднесуточной температуры воздуха на скорость развития дирофилярий в комарах с пороговой температурой в +14 °С. При температуре выше +14 °С в организме комара накапливаются единицы развития дирофилярий, так называемые ЕРД. Для развития личинок дирофилярий до инвазионной стадии необходима сумма эффективных температур в 130 ЕРД. Исходя из этого число возможных оборотов инвазии за определенный период рассчитывали путем деления годовой суммы температур выше +14 °С на 130 ЕРД. [7, 18]. Минимальный уровень зараженности комаров дирофиляриями (Minimum infection rate) [17] вычисляли по формуле:

$$\text{MIR} = \frac{\text{количество положительных пулов}}{\text{общее количество комаров}} \times 100 \%$$

Для установления зависимости числа возможных циклов развития микрофилярий в комарах до инвазионной стадии от температурного фактора использовали регрессионный анализ. Адекватность подобранной

модели оценивали на основе коэффициента детерминации ( $R^2$ ) [13].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате молекулярно-генетического исследования РНК ВЗН была выявлена в 0,20 % случаев от общего количества исследованных особей у кровососущих комаров группы *communis*: *Aedes communis* (De Geer, 1776), *A. intrudens* Dyar, 1919, *A. punctor* (Kirby, 1837) и *A. sticticus* (Meigen, 1838). Наибольший уровень зараженности (50,0 %) установлен у *Aedes sticticus*, наименьший – у *A. punctor* (1,3 %). Зараженность *A. communis* и *A. intrudens* составила 16,7 % и 33,3 % соответственно. Данные виды являются фоновыми для территории заповедника, относятся к доминантам (ИД от 16,9 до 27,0), за исключением *Aedes intrudens*, который является субдоминантом (ИД 4,2). Суммарное обилие данных видов комаров достигает 67,0 % от всей фауны заповедника.

ДНК микрофилярий была отмечена у 5 широко распространенных видов: *Aedes cantans* (Meigen, 1818), *A. cinereus* (Meigen, 1818), *A. intrudens*, *A. punctor* и *A. sticticus*. Минимальный уровень зараженности комаров (MIR) дирофиляриями составил 0,23 %. Показатель зараженности по видам варьировал от 1,6 % до 33,3 %. Наиболее зараженным оказался вид *Aedes intrudens* (33,3 %), далее следуют *A. cinereus* (16,7 %), *A. cantans* (14,3 %), *A. sticticus* (13,3 %) и *A. punctor* (1,6 %).

Для прогнозирования сроков возможности передачи кровососущими комарами дирофилярий на территории заповедника была рассчитана температурная модель дирофиляриоза [7]. Данные расчета числа возможных оборотов инвазии дирофилярий в комарах за период с 2016 по 2018 гг. приведены в таблице.

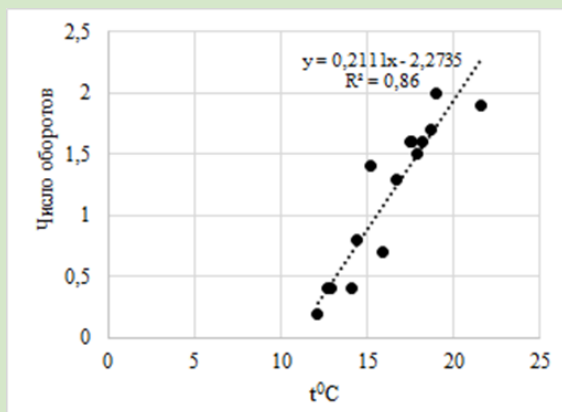
Таблица. – Средние температуры, пики численности и число возможных оборотов развития микрофилярий в комарах до инвазионной стадии (2016–2018 гг.)

| Месяц    | 2016 г.  |          | 2017 г.  |          | 2018 г.  |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|          | $t_{cp}$ | $N_{об}$ | $t_{cp}$ | $N_{об}$ | $t_{cp}$ | $N_{об}$ |
| Май      | 14,1     | 0,4      | 12,1     | 0,2      | 15,9     | 0,7      |
| Июнь     | 17,6     | 1,6      | 15,2     | 1,4      | 18,2     | 1,6      |
| Июль     | 18,7     | 1,7      | 16,7     | 1,3      | 21,6     | 1,9      |
| Август   | 17,9     | 1,5      | 17,5     | 1,6      | 19,0     | 2,0      |
| Сентябрь | 12,7     | 0,4      | 12,9     | 0,4      | 14,4     | 0,8      |

Примечание –  $N_{об}$  – количество оборотов;  $t_{cp}$  – температура среды

Результаты вычислений показали, что температурный режим заповедника в 2016–2017 гг. способствовал развитию по одному обороту инвазии в июне–августе, а климатические условия 2018 г. благоприятствовали развитию по одному обороту в июне–июле и двух – в августе.

Установлена зависимость числа возможных циклов развития микрофилярий в комарах до инвазионной стадии от темпе-



Таким образом, Березинский биосферный заповедник относится к зоне умеренного риска передачи инвазии, которая характеризуется расположением на широте 51–55° с. ш., температурой среднего летнего месяца +19–21 °С, а число возможных циклов развития дирофилярий в комарах может достигать 3–5 [5].

Также в результате проведенного исследования смешанное инфицирование переносчиков несколькими возбудителями одновременно выявлено в 0,10 % случаев у кровососущих комаров 3 видов: *Aedes intrudens*, *A. punctor* и *A. sticticus*.

Далее приводится характеристика 6 видов – потенциальных переносчиков возбудителей ВЗН и дирофиляриоза на территории заповедника, поскольку для конкретизации роли вида кровососущих комаров в эпидемиологическом процессе необходимы данные о сезонной динамике его численности, трофических связях, особенностях биотопического распределения, экологических требований.

***Aedes punctor***. Весенний вид, достигающий наибольшей численности во второй половине мая. Период лёта варьировал от 88 дней в 2016 г. до 118 дней в 2017 г. со средней продолжительностью 104,0±8,7 дней. Является основным фоновым видом в черноольшаниках заповедника. В них было отмечено 55,5 % всех экземпляров *A. punc-*

турного фактора. Так, связь между количеством оборотов ( $N_{об}$ ) и температурой среды ( $t_{cp}$ ) описывается линейной функцией:  $N_{об} = 0,211t - 2,273$  ( $R^2=0,86$ ). Из уравнения следует, что при повышении температуры на 1 °С происходит увеличение числа оборотов на 0,21, что позволяет спрогнозировать количество оборотов в зависимости от температуры (рисунок).

**Рисунок. – Число оборотов инвазии в кровососущих комарах в зависимости от температуры на территории БЗ (2016–2018 гг.)**

*tor*, собранных на территории заповедника, в то время как в еловых лесах – 31,6 %, в сосновых лесах – 11,8 %, на пойменном лугу – 1,1 %. На стадии личинки входил в число субдоминантов. Наибольшее количество было отмечено в постоянных и временных открытых водоемах – 97,0 %. *A. punctor* – моноциклический вид с голарктическим ареалом распространения, мезотермофил и полифаг [10]. Самки активно нападают днем, а вечером их агрессивность только усиливается [11]. По литературным данным отмечалось нападение *A. punctor* на птенцов в период гнездования мелких воробьиных [16].

***Aedes communis***. Весенний вид, достигающий наибольшей численности в первой половине мая. Период лёта составил от 63 дней в 2018 г. до 118 дней в 2017 г. со средней продолжительностью 96,0±16,7 дней. В черноольшаниках было отмечено 47,1 % всех экземпляров *A. communis*, собранных на территории заповедника, в то время как в ельниках – 42,0 %, в сосновых лесах – 9,6 %, а на пойменном лугу – 1,3 %. Во всех исследуемых биотопах, за исключением пойменного, вид являлся доминантным (ИД от 19,5 до 26,7). На стадии личинки данный вид также являлся доминантным. Наибольшее количество было отмечено во временных затененных водоемах – 67,0 %. *A. communis* – моноцикличес-

ный вид с голарктическим ареалом распространения, олиготермофил и полифаг. Самки – активные кровососы, нападающие на человека и животных. Охотно нападают в дневные часы, однако их наибольшая активность приходится на период вечерних сумерек. Повышенная активность наблюдается перед дождем [6].

***Aedes sticticus***. Позднелетний вид, достигающий наибольшей численности в середине августа. Период лёта колебался от 73 дней в 2016 г. до 118 дней в 2018 г. со средней продолжительностью  $96,0 \pm 13,0$  дней. В черноольшаниках было отмечено 40,1 % всех экземпляров *A. sticticus*, собранных на территории заповедника, в то время как в ельниках – 37,3 %, в сосновых лесах – 13,4 %, а на пойменном лугу – 9,2 %. На стадии личинки *Aedes sticticus* входил в число субдоминантов. Наибольшее количество отмечено в постоянных водоемах с различной степенью затененности – 81,3 %. *A. sticticus* – моноциклический вид с голарктическим ареалом распространения, мезотермофил и полифаг [10]. Самки очень активно нападают на людей и диких животных [11].

***Aedes intrudens***. Весенний вид, достигающий наибольшей численности в конце мая. Период лёта составил 63 дня в 2018 г. и 82 дня в 2017 г., в 2016 г. отмечались единичные нападения в III декаде мая. В черноольшаниках было отмечено 71,4 % всех экземпляров *A. intrudens*, собранных на территории заповедника, в то время как в ельниках – 20,6 %, в сосновых лесах – 4,7 %, а на пойменном лугу – 3,3 %. На стадии личинки *A. intrudens* также являлся субдоминантом. Наибольшее количество отмечено во временных открытых водоемах – 82,3 %. *A. intrudens* – моноциклический вид с голарктическим ареалом распространения, олиготермофил и полифаг [10]. Самки *A. intrudens* активно нападают на человека, животных и птиц. Отмечается интенсивное дневное нападение. Есть сведения, что самки *A. intrudens* часто залетают в дома и постройки для животных, чем и отличаются от большинства лесных видов комаров [11].

***Aedes cinereus***. Вид с варьирующей динамикой численности. В 2016 г. пик численности пришелся на середину июня, в 2017 г. – на середину августа и в 2018 г. – на конец мая. Период лёта варьировал от

118 дней в 2017 г. до 141 дня в 2018 г., средняя продолжительность –  $126,0 \pm 7,4$  дней. В черноольшаниках было отмечено 61,7 % всех экземпляров *A. cinereus*, собранных на территории заповедника, в то время как в ельниках – 20,2 %, на пойменном лугу – 11,6 % и в сосновых лесах – лишь 6,5 %. Приуроченность данного вида к черноольшовым лесам можно объяснить его крайней влаголюбивостью, которая связана с особенностями морфологии. *A. cinereus* не могут удерживать влагу, поэтому и существуют в увлажненных местообитаниях [2]. На стадии личинки являлся субдоминантом. Наибольшее количество было отмечено во временных затененных водоемах – 61,0 %. *A. cinereus* – полициклический вид с голарктическим ареалом распространения, мезотермофил и полифаг [10]. Самки *A. cinereus* агрессивно нападают на человека и животных [11]. Также отмечалось нападения данного вида на птиц [8].

***Aedes cantans***. Среднелетний вид, достигающий наибольшей численности во второй половине лета. Период лёта варьировал от 105 дней в 2016 и 2018 гг. до 118 дней в 2017 г. со средней продолжительностью  $109,3 \pm 4,3$  дней. В черноольшаниках было отмечено 53,0 % всех экземпляров *A. cantans*, собранных на территории заповедника, в то время как в ельниках – 39,7 %, в сосновых лесах 5,0 %, на пойменном лугу – 2,3 %. На стадии личинки данный вид входит в число доминантных. Наибольшее количество отмечено во временных водоемах с различной степенью затененности – 93,8 %. *A. cantans* – полициклический вид с палеарктическим ареалом распространения, мезотермофил и полифаг [10]. Самки *A. cantans* активно нападают на людей, животных и птиц [11].

Следует отметить, что большинство видов комаров – потенциальных переносчиков возбудителей инфекций и инвазий на территории заповедника принадлежит к доминирующему комплексу и относятся к числу мезотермофильных (умеренно теплолюбивых) и олиготермофильных (холодолюбивых) видов. Большинство видов представители голарктического комплекса с моноциклическим жизненным циклом, обитающих в черноольшовых, еловых и сосновых лесах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных исследований положительные пробы были получены за период отлова с I (05.06.2017 г.) по III декаду (28.06.2017 г.) июня 2017 г. в следующих природных биотопах: ельнике папоротниковом и кисличном, чернооольшанике крапивном, таволговом и осоковом, а также в сосняке мшистом. Впервые у 4 видов кровососущих комаров (*Aedes communis*, *A. intrudens*, *A. punctor* и *A. sticticus*)

выделена РНК вируса Западного Нила; у 5 видов (*Aedes cinereus*, *A. punctor*, *A. cantans*, *A. sticticus*, *A. intrudens*) – ДНК микрофилярий рода *Dirofilaria* (Railliet et Henry, 1911); наличие микст-инфекции отмечено для 3 видов – *Aedes intrudens*, *A. punctor*, *A. sticticus*, что в совокупности расширяет представление о возможных видах переносчиках возбудителей трансмиссивных инфекций и инвазий Европейского региона в целом.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богачёва, А. С. Кровососущие комары (Diptera: Culicidae) как переносчики дирофилярий (*Spirurida: Onchocercidae*), патогенных для человека : дис. ... канд. биол. наук : 03.02.05 / А. С. Богачёва. – М., 2020. – 158 л.
2. Виноградская, О. Н. Функциональные приспособления абдоминальных стигм у комаров (сем. Culicidae, Diptera) / О. Н. Виноградская // Доклады АН СССР. – 1948. – Т. IX, вып. 6. – С. 1225–1227.
3. Энтомологический надзор за акаро-энтомофауной, имеющей медицинское значение в Республике Беларусь : информационно-аналитический бюллетень; сост. С. Е. Яшкова [и др.] / ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». – Минск : ГУ «РЦГЭиОЗ», 2000–2020.
4. Гуцевич, А. В. Фауна СССР. Насекомые двукрылые / А. В. Гуцевич, А. С. Мончадский, А. А. Штакельберг. – Л. : Наука, 1970. – 384 с.
5. Дирофиляриоз человека в России / В. П. Сергиев [и др.] // Российский паразитологический журнал. – 2012. – № 4. – С. 60–64.
6. Дубицкий, А. М. Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) Казахстана / А. М. Дубицкий. – Алма-Ата : Наука, 1970. – 222 с.
7. Иванова, И. Б. Прогнозирование зараженности микрофиляриями кровососущих комаров на территории Дальнего Востока / И. Б. Иванова, О. Е. Троценко // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 1 (274). – С. 45–47.
8. Кононова, Ю. В. Вирус Западного Нила в различных экосистемах юга Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.02 / Ю. В. Кононова ; ФГУ «ВНИИЗЖ» – Владимир, 2010. – 24 с.
9. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 6 января 2017 г. № 2 [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 01.02.2017, 8/31726. – Режим доступа: <https://pravo.by/document>. – Дата доступа: 03.08.2023.
10. Руководство по медицинской энтомологии ; под ред. проф. В. П. Дербеневой-Уховой. – М. : Медицина, 1974. – 360 с.
11. Сазонова, О. Н. Комары рода *Aedes* Рыбинского водохранилища и обзор фауны рода *Aedes* лесной зоны европейской части РСФСР // Труды Дарвинского государственного заповедника. – 1959. – Вып. V. – С. 209–299.
12. Самойлова, Т. И. Вирус Западного Нила в Республике Беларусь / Т. И. Самойлова. – Минск : Медисонт, 2018. – 206 с.
13. Сушко, Г. Г. Биометрия : учеб. пособие / Г. Г. Сушко. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2023. – 110 с.
14. Трухан, М. Н. Методы сбора и учета кровососущих двукрылых насекомых / М. Н. Трухан, Н. В. Терешкина, В. М. Каплич // Обзорная информация. Серия 87.27.07. Охрана животных. – Минск, БелНИИНТИ, 1991. – 36 с.
15. Особенности эпидемиологической ситуации по инфекционным заболеваниям в мире [Электронный ресурс] / УЗ «35-я городская клиническая поликлиника». – Режим доступа: <https://35gp.by>. – Дата доступа: 13.05.2023.
16. Шилова, С. А. Некоторые особенности нападения гнуса на птиц / С. А. Шилова, В. Б. Троицкий // Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биол. – 1958. – Т. 33, № 4. – С. 37–42.
17. *Aedes albopictus* is a natural vector of *Dirofilaria immitis* in Italy / G. Cancrini [et al.] // *Veterinary Parasitology*. – 2003. – Vol. 118. – P. 195–202.
18. *Climate and Dirofilaria infection in Europe* / C. Genchi [et al.] // *Veterinary Parasitology*. – 2009. – № 163(4). – P. 286–292.
19. *Mosquitoes: Identification, Ecology and Control. Third Edition.* / N. Becker [et al.]. – Berlin : Springer, 2020. – 570 p.

Журов Д.О., кандидат ветеринарных наук, доцент

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

## ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧЕК СЕРЫХ ГУСЕЙ (*ANSER ANSER*)

### Резюме

В работе представлены результаты по изучению гистологической структуры почек диких серых гусей (*Anser anser*). В почках представленного вида птиц установлена относительно тонкая соединительнотканная капсула, средняя плотность почечных телец в корковом веществе – 15–20 экземпляров на условную единицу площади ткани, изменение структуры клеток, формирующих дистальные извитые и дистальные прямые канальцы с призматической и кубической на полиморфную, наличие в клетках проксимального и дистального извитых канальцев признаков нарушения белкового и жирового обмена веществ. Выявленные структурные особенности в строении почек, на наш взгляд, напрямую коррелируют с типом трофических связей, индивидуальными особенностями организма, условиями местообитания, образом жизни и этологии птицы.

**Ключевые слова:** серые гуси, почки, гистологическое исследование, ткань, окраска, патоморфология, морфометрия.

### Summary

The paper presents the results of studying the histological structure of the kidneys of wild gray geese (*Anser anser*). In the kidneys of the presented species of birds, a relatively thin connective tissue capsule is installed, an average density of renal corpuscles in the cortex – 15-20 copies per conventional unit of tissue area, a change in the structure of the cells forming the distal convoluted and distal straight tubules from prismatic and cubic to polymorphic, the presence in cells of the proximal and distal convoluted tubules show signs of protein and fat metabolism disorders. The identified structural features in the structure of the kidneys, in our opinion, directly correlate with the type of trophic relationships, individual characteristics of the organism, habitat conditions, lifestyle and ethology of the bird.

**Keywords:** grey geese, kidneys, histological examination, tissue, staining, pathomorphology, morphometry.

Поступила в редакцию 18.10.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

В последнее время большие темпы набирает процесс антропогенной нагрузки на естественные местообитания диких животных, среди которых птицы имеют самое разнообразное и очень важное практическое значение [8]. Такие птицы, как сизый голубь, серая ворона, грач, галка, домовый и полевой воробьи, в городской и пригородной среде достигли высокой численности, в связи с чем многократно возросла их хозяйственно-экономическая и санитарно-эпидемиологическая роль [13]. Дикая птица могут являться распространителями таких опасных зоонозных заболеваний, как высокопатогенный грипп, ньюкаслская болезнь, орнитоз (пситтакоз), сальмонеллёз, туберкулез и др. [9, 11]. При этом охотничьи виды птиц (серые гуси, гуменники, утки, вальдшнепы, фазаны и др.) также могут являться ключевым звеном в передаче возбудителей инфекционных и инвазионных болезней вследствие прямого контакта с

ними человека (перевозка и потрошение тушек, употребление мяса и субпродуктов в пищу) [3]. Поэтому всестороннее, органное изучение диких видов птиц является важнейшей составной частью фундаментальной биологической науки для понимания многих процессов, происходящих в организме под действием внешних факторов (антропогенный и экологический прессинг, наличие необходимой кормовой базы, тип и сбалансированность рациона, возбудители болезней и др.) [1, 2, 6, 7, 14, 16]. Все это особенно актуально в свете того, что в отечественной и иностранной литературе приводятся единичные сведения по морфологии внутренних органов диких птиц.

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы явилось описание гистологического строения и морфометрических показателей почек серого гуся, обитающего на территории Витебской области.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили трупы половозрелых серых гусей ( $n=5$ ), добытых во время лицензионной охоты. Вскрытие трупов и отбор материала осуществляли в секционном зале кафедры патологической анатомии и гистологии УО ВГАВМ [10].

Для проведения гистологического исследования кусочки почек фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [12]. Обезвоживание и парафинирование кусочков органов проводили с помощью автомата для гистологической обработки тканей «MICROM STP 120» (Германия) типа «Карусель». Для заливки кусочков и подготовки парафиновых блоков использовали автоматическую станцию «MICROM EC 350». Гистологические срезы кусочков органов, залитых в парафин, готовили на роторном микротоме «MICROM HM 340 E». Для обзорного изучения общей структуры органа срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Депарафинирование и окрашивание гистосрезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70».

Гистологические исследования проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6». Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеобразия «ДСМ-510», а также программы «ScorePhoto» с соответствующими настройками для проведения морфометрического анализа.

При проведении морфометрического исследования на гистологических срезах почек определяют размеры и соотношение стромы и паренхимы почек, толщину капсулы, коркового и мозгового вещества, площадь соединительной ткани (при наличии), большой диаметр эпителия канальцев и их ядер, форму и диаметр сосудистых клубочков, диаметр собирательных трубочек, диаметр просвета канальцев и площадь канальцев с наличием содержимого в просвете канальцев (десквамированный эпителий, некротический детрит, белковые цилиндры – при наличии), состояние собирательных канальцев, а также качественный состав эпителиальных клеток собирательных канальцев (наличие кариорексиса, пик-

ноза ядер). Исследовали состояние капилляров, площадь и состояние сосудистых клубочков, наличие в почках инфильтратов, гранулем, пролифератов и узелков, а также их размер и клеточный состав [4, 5].

Цифровые данные были обработаны статистически с использованием программы Statistica 10.0 для оперативной системы Windows.

Названия гистологических структур приводятся в соответствии с Международной ветеринарной гистологической номенклатурой [15].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Почки у серых гусей темно-коричневого цвета, удлинённые, продолговатой формы, упругой консистенции, располагались в вентральных углублениях пояснично-крестцового отдела позвоночника и подвздошной кости.

При гистологическом исследовании установлено, что почки у данного вида птиц представляют собой компактный орган, снаружи покрытый фиброзной тонкостенной капсулой, толщина которой составила  $1,3 \pm 0,1$  мкм. В состав капсулы, помимо аргирофильных волокон, входили единичные фибробласты, фиброциты и лимфоциты.

Паренхима почек была представлена тремя долями, каждая из которых распадалась на корковые и мозговые дольки. Ветви мочеточника образовывали большое число собирательных трубочек и формировали дольки мозгового вещества. Ветви последних проникали в корковое вещество почки, образованное отдельными корковыми дольками, между ними проходили крупные междольковые вены. Дольки широким основанием обращены к поверхности почек, а вершиной – к их мозговому веществу. На одну дольку мозгового вещества приходилось несколько корковых долек. Собирательные трубки, поступающие из мозгового вещества, окружали корковую дольку снаружи.

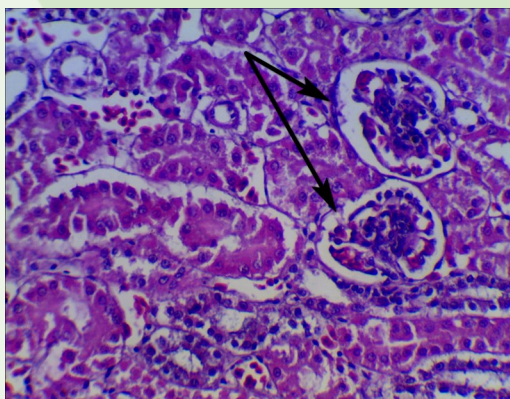
В центре корковой дольки проходили концевые отделы почечных артерий и внутридольковая вена. Последняя – относительно крупная, имела овальную форму, широкий просвет и тонкую стенку, выстланную изнутри плоским эндотелием с густо окрашенными уплощенными ядрами. Чаще вены находились в состоянии острой

венозной гиперемии. Артерии имели узкий просвет и толстую стенку, в которой хорошо визуализировались циркулярно расположенные неисчерченные миоциты и эластические волокна. Средний диаметр сосудов составлял  $67,8 \pm 3,1$  мкм с толщиной стенки  $22,8 \pm 2,8$  мкм. Вокруг стенки кровеносных сосудов (чаще вен) располагалось небольшое количество гемосидерина.

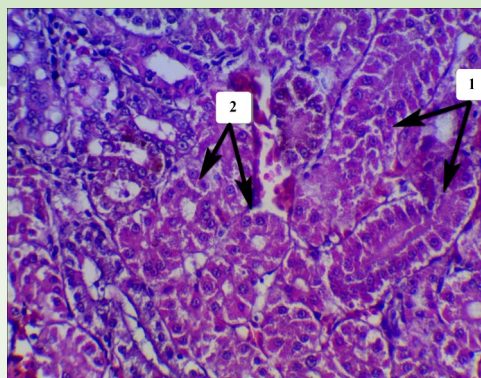
В паренхиме почек у серого гуся выделяли корковые и мозговые типы нефронов. Корковые нефроны располагались в пределах корковых долек, тогда как мозговые в основном локализовались в мозговом веществе органа. Почечные тельца корковых нефронов в единичных количествах сосредоточены в центре дольки, вблизи междольковой вены. Почечные тельца состояли из сосудистых клубочков и окружающей их эпителиальной капсулы. Расположение телец в почках разрозненное, они примерно на равном расстоянии удалены друг от друга. Средняя плотность почечных

телец на условную единицу площади составила 15–20 экз. в поле зрения микроскопа (ув.  $\times 10$ ), при этом диаметр почечных телец –  $69,3 \pm 2,5$  мкм. Диаметр сосудистых клубочков у серых гусей –  $57,3 \pm 4,6$  мкм. Внутренний листок капсулы Шумлянского образован отростчатыми подоцитами и окружает каждый капилляр. Эндотелиоциты капилляров клубочка и подоциты разделены общей базальной мембраной. Большой диаметр подоцитов составлял  $7,1 \pm 0,4$  мкм, малый –  $4,03 \pm 0,5$  мкм. Большой диаметр ядер подоцитов составлял –  $4,1 \pm 0,5$  мкм, а малый –  $2,4 \pm 0,3$  мкм (рисунок 1).

Проксимальный извитой отдел был сформирован крупными канальцами с узким неровным просветом, размер которых составлял  $51,1 \pm 2,3$  мкм. При этом большой диаметр клеток, формирующих стенку канальца, составлял  $8,2 \pm 0,2$  мкм, ядра клетки –  $6,3 \pm 0,2$  мкм. Для клеток данного отдела была характерна кубическая форма (рисунок 2).



**Рисунок 1. – Сосудистые клубочки почки серого гуся (стрелки). Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Микрофото. Об.  $\times 40$**



**1 – проксимальные извитые канальцы; 2 – дистальные извитые канальцы**  
**Рисунок 2. – Кортикальное вещество почки серого гуся. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Микрофото. Об.  $\times 40$**

Дистальные извитые канальцы располагались в корковом веществе почки, причём одним своим участком обязательно прилегали к почечному тельцу. Между канальцами залежали эритроциты. Стенка построена из призматического, иногда полиморфного эпителия. Диаметр дистальных извитых канальцев почек у гусей составлял  $48,1 \pm 2,3$  мкм; диаметр клетки, формирующей стенку, –  $7,4 \pm 0,2$  мкм; ядра –  $5,2 \pm 0,1$  мкм.

Для клеток проксимального и дистального извитых канальцев были характерны признаки высокой функциональной

активности – на апикальном полюсе располагалась щеточная каемка, на базальной – исчерченность. При этом в редких случаях в ядрах визуализировалось несколько ядерышек, что свидетельствует о структурной активности данных отделов почки. Также в некоторых участках канальцев выявлялась зернистая и крупнокапельная жировая дистрофия, которая, возможно, зависит от типа рациона и физиологического состояния птицы.

Мозговое вещество почек более однородное, состоящее из восходящей и нис-

ходящей петель нефронов и собирательных трубок. Диаметр дистального прямого канальца составлял  $57,2 \pm 4,5$  мкм. Клетки, формирующие ее стенку, имели полиморфную форму с диаметром  $7,2 \pm 0,2$  мкм (диаметр ядра клетки –  $5,4 \pm 0,2$  мкм). Извитая часть дистального отдела проходила вокруг почечного тельца. Собирательные трубки диаметром  $78,3 \pm 2,1$  мкм являлись продолжением дистальных отделов нефронов, располагающихся в корковом веществе почек в виде мозговых лучей. Стенка собирательных трубок сформирована однослойным кубическим эпителием с четко визуализирующим ядром.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при изучении почек у серого гуся установлена относительно тонкая соединительнотканная капсула, средняя

плотность (15–20 единиц в поле зрения микроскопа) почечных телец в корковом веществе, изменение структуры клеток, формирующих дистальные извитые и дистальные прямые канальцы с призматической и кубической на полиморфную, наличие в клетках проксимального и дистального извитых канальцев, нарушения белкового и жирового обмена веществ. Выявленные структурные изменения в строении органа напрямую коррелируют как с типом трофических связей (рационом), индивидуальными особенностями организма, так и с условиями местообитания, образом жизни и поведения птицы.

Полученные результаты способствуют накоплению научных данных по видовой и возрастной морфологии и позволяют глубже понять закономерности строения органов мочеотделения у диких птиц.

### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александровская, О. В. Цитология, гистология и эмбриология / О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 447 с.
2. Боркивец, Д. С. Морфометрические особенности почек кур кросса «Сибиряк-2» в постнатальном онтогенезе / Д. С. Боркивец // Омский научный вестник. – 2014. – № 1(128). – С. 12–127.
3. Доржиев, Ц. З. Особенности экологии синантропных птиц / Ц. З. Доржиев, С. Л. Сандакова // Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского. – 2010. – № 1(30). – С. 28–35.
4. Журов, Д. О. Патоморфология и дифференциальная диагностика мочекишечного диатеза и нефропатий у кур : спец. 06.02.01 : автореф. дисс. ... канд. ветеринар. наук / Д. О. Журов. – Витебск, 2021. – 23 с.
5. Журов, Д. О. Болезни почек кур : монография / Д. О. Журов, И. Н. Громов. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 168 с.
6. Морфологические особенности почек домашних птиц / М. Н. Салина [и др.] // Ученые записки Брянского государственного университета. – 2016. – № 4. – С. 140–144.
7. Квочко, А. Н. Морфологические и функциональные показатели почек гусей и уток в постнатальном онтогенезе / А. Н. Квочко, А. Ю. Криворучко, М. А. Матюта // Морфология. – 2012. – Т. 141, № 3. – С. 75.
8. Лутовинов, В. И. Биолого-экологический анализ охотничьих угодий и болезней диких и домашних животных Новгородской области : спец. 03.00.0616.00.06 : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / В. И. Лутовинов. – Покров, 2004. – 25 с.
9. Мониторинг гриппа А у диких птиц / О. Н. Пугачев [и др.] // Ветеринария. – 2009. – № 4. – С. 23–25.
10. Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных : учеб.-метод. пособие / И. Н. Громов [и др.] ; УО ВГАВМ. – Витебск, 2020. – 64 с.
11. Павлик, К. С. Мониторинг заболеваний вирусной и бактериальной этиологии у животных и птиц / К. С. Павлик, О. А. Столбова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3(95). – С. 280–283. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-95-3-280-283.
12. Саркисов, Д. С. Микроскопическая техника : рук. для врачей и лаборантов ; под ред. Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. – М. : Медицина, 1996. – 544 с.
13. Чернышев, А. А. К вопросу об охране и возможностях рационального использования охотничье-промысловых птиц / А. А. Чернышев // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2010. – № 2(14). – С. 36–46.
14. Histomorphological study of kidney in Iraqi jerboa (*Jaculus jaculus*) / A. K. Homady [et al.]. – Text: direct // *Euphrates Journal of Agriculture Science*. – 2016. – Vol. 8(3). – P. 69–82.
15. Nomina histologica veterinaria [Electronic resource] : submitted by the Intern. Comm. on Veterinary Histological Nomenclature, World Assoc. of Veterinary Anatomists // World Association of Veterinary Anatomists. – Mode of access: [http://www.wava-amav.org/downloads/NHV\\_2017.pdf](http://www.wava-amav.org/downloads/NHV_2017.pdf). – Date of access: 15.08.2023.
16. Siller, W. G. Renal pathology of the fowl (a review) / W. G. Siller // *Avian Pathology*. – Vol. 10. – 1981. – P. 187–262.



Акимова Л.Н., кандидат биологических наук  
Лещенко А.В., старший научный сотрудник

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь

## ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГЕЛЬМИНТОВ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ СЕМЕЙСТВА *Gobiidae* НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

### Резюме

В статье приведены результаты исследования гельминтофауны чужеродных видов рыб семейства *Gobiidae*. Рыба для исследований отловлена в реках Припять, Днепр и Неман на территории Беларуси в 2021–2022 гг. Зарегистрировано 13 видов гельминтов, относящихся к пяти таксономическим группам – *Nematoda*, *Trematoda*, *Monogenea*, *Cestoda* и *Acanthocephala*. Максимальная зараженность всеми гельминтами отмечена у вида *B. gymnotrachelus* (23,7 %). Бычки вида *P. semilunaris* были заражены на 13,2 %. Минимальная зараженность (на уровне 4,3 %) отмечена для вида *N. fluviatilis*.

**Ключевые слова:** чужеродные виды, *Gobiidae*, *Neogobius fluviatilis*, *Babka gymnotrachelus*, *Proterorhinus semilunaris*, гельминты, реки, Беларусь.

### Summary

The article presents the results of a study of the helminth fauna of alien fish species of the *Gobiidae* family. Fish for research was caught in the Pripyat, Dnieper and Neman rivers in Belarus in 2021–2022. Thirteen species of helminths belonging to five taxonomic groups – *Nematoda*, *Trematoda*, *Monogenea*, *Cestoda* and *Acanthocephala* – have been registered. The maximum infection with all helminths was noted in the species *B. gymnotrachelus*, which amounted to 23,7 %. Gobies of the species *P. semilunaris* were infected by 13,2 %. The minimum infestation was noted for the species *N. fluviatilis*, which was at the level of 4,3 %.

**Keywords:** alien species, *Gobiidae*, *Neogobius fluviatilis*, *Babka gymnotrachelus*, *Proterorhinus semilunaris*, helminths, rivers, Belarus.

Поступила в редакцию 26.06.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

С территории Украины по Центральному инвазионному коридору в Беларусь проникли следующие представители семейства *Gobiidae*: бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), бычок-гонец *Babka gymnotrachelus* (Kessler, 1857), западный тупоносый бычок *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837) и пуголовка черноморская *Benthophilus nudus* (Sauvage, 1874). Эти виды попали на территорию Беларуси по реке Днепр из Киевского водохранилища (Украина), куда несколько ранее проникли из низовьев Днепра. В наших исследованиях представлены первые три вида из перечисленных. Бычок *B. nudus* за последние годы исследований в уловах не встречался.

Появление представителей семейства *Gobiidae* на территории Беларуси создало конкуренцию в питании для аборигенных видов рыб, таких как ерш, пескарь, в гораздо меньшей степени – лещ, плотва и густера, в местах совместного обитания

идет вытеснение пескаря бычком-песочником [3]. В то же время бычки входят в состав питания хищных видов рыб [3].

Наиболее полно гельминтофауна понто-каспийских бычков отражена в работах украинских исследователей [5, 11]. Ими изучен видовой состав гельминтов бычков в нативном и инвазионном ареалах. Согласно их исследованиям, в инвазивных ареалах на территории Европы у трех видов бычков (*N. fluviatilis*, *B. gymnotrachelus* и *P. semilunaris*) зарегистрировано 26 видов гельминтов [5], из которых один вид относился к моногенеям – *Gyrodactylus proterorhini* (Ergens, 1967); 17 видов – к трематодам: 16 видов на стадии метацеркарии – *Apatemon gracilis* (Rudolphi, 1819), *Ichthyocotylurus variegatus* (Creplin, 1825), *Diplostomum gobiorum* (Shigin, 1965), *D. paracaudum* (Iles, 1959), *D. pseudospathaceum* (Niewiadomska, 1984), *Diplostomum* spp., *Tylodelphys clavata* (von Nordmann, 1832), *Cyathocotyle prussica*

(Mühling, 1896), *Holostephanus cobitidis* (Opravilova, 1968), *H. dubinini* (Vojtek, Vojtkova, 1968), *Apophallus donicus* (Skrjabin & Lindtrop, 1919), *Bucephalus polymorphus* (von Baer, 1827), *Rhipidocotyle companula* (Dujardin, 1845), *Digenea* gen. sp., *Digenea* gen. sp. 1, *Digenea* gen. sp. 2, *Digenea* gen. sp. 3 и один вид в половозрелой стадии – *Nicolla skrjabini* (Iwanitzky, 1928); два вида цестод *Caryophyllaeidae* gen. sp. (в половозрелой стадии) и *Proteocephalus gobiorum* (Dogiel, Bychowsky, 1939) (в личиночной стадии), один вид скребней – *Pomphorhynchus laevis* (Zoega in Müller, 1776) (в личиночной и половозрелой стадиях); 6 видов нематод: пять видов на стадии личинки – *Agamonema* sp., *Cosmocephalus obvelatus* (Creplin, 1825), *Eustrongylides excisus* (Jägerskiöld, 1909), *Eustrongylides tubifex* (Nitzsch, Rudolphi, 1819), *Eustrongylides* sp. и один вид в половозрелой стадии – *Camallanus lacustris* (Zoega in Müller, 1776). Все указанные виды широко распространены на территории Европы и могут регистрироваться на территории Беларуси.

Гельминты чужеродных видов бычков на территории нашей страны мало изучены, имеются лишь фрагментарные данные об их гельминтофауне [2, 9]. Большинство проводимых в Беларуси гельминтологических исследований преимущественно направлены на изучение гельминтов промысловых видов рыб [4, 6, 8, 10]. Однако актуально иметь данные по гельминтофауне чужеродных видов рыб на территории Беларуси для установления их участия в жизненных циклах гельминтов, что и послужило целью наших исследований.

гических исследований преимущественно направлены на изучение гельминтов промысловых видов рыб [4, 6, 8, 10]. Однако актуально иметь данные по гельминтофауне чужеродных видов рыб на территории Беларуси для установления их участия в жизненных циклах гельминтов, что и послужило целью наших исследований.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2021–2022 гг. на прибрежных мелководных участках рек Припять, Днепр, Неман и их притоков (далее – Припять, Днепр и Неман). Обловы проводились на разных участках водотоков в пределах административных районов в соответствии с полученными разрешениями на отлов рыбы. Лов рыбы осуществляли мелкочаеистым неводом длиной 30 м и ячеей 10×8 мм, сачком, а также специальными ловушками по разрешениям, выданным Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Полное гельминтологическое обследование рыб проводили по стандартным методикам [1, 7].

Всего обследовано на зараженность гельминтами 893 экз. бычков семейства *Gobiidae*. В таблице представлено количество обследованных видов рыб.

Таблица. – Количество обследованных на зараженность гельминтами представителей семейства *Gobiidae* за период 2021 г. и 2022 г.

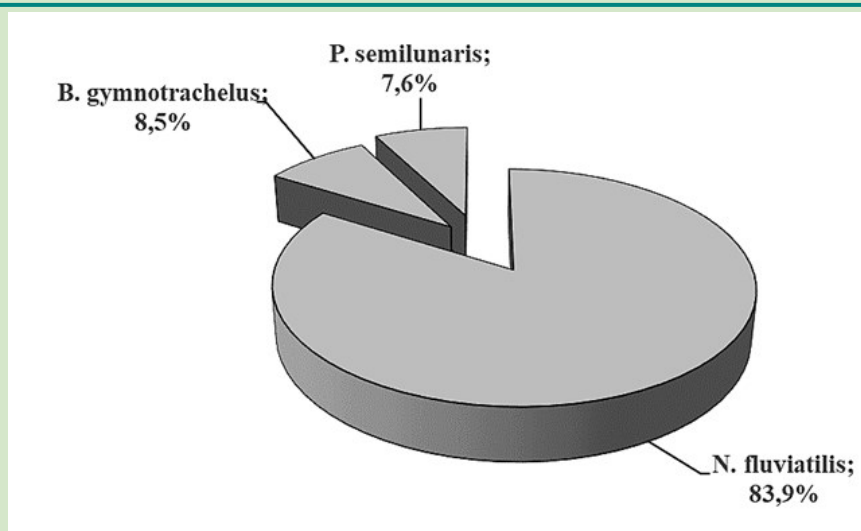
| Вид                              | Год и количество обследованных рыб, экз. |      |      |
|----------------------------------|--|------|------|
|                                  | всего                                    | 2021 | 2022 |
| <i>Neogobius fluviatilis</i>     | 749                                      | 241  | 508  |
| <i>Babka gymnotrachelus</i>      | 76                                       | 58   | 18   |
| <i>Proterorhinus semilunaris</i> | 68                                       | 48   | 20   |
| Итого                            | 893                                      | 347  | 546  |

При анализе зараженности рыб гельминтами использованы следующие показатели: экстенсивность инвазии (ЭИ) – отношение количества зараженных рыб к количеству обследованных, выраженное в процентах; средняя интенсивность инвазии СИИ – отношение количества гельминтов конкретного вида (таксона) к количеству зараженных этим видом (таксоном) рыб, выражается в экз./особь; ИО – отношение

количества гельминтов конкретного вида (таксона) к количеству обследованных рыб, выражается в экз./особь.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Соотношение количества обследованных на зараженность гельминтами особей каждого вида семейства *Gobiidae* приведено на рисунке 1.

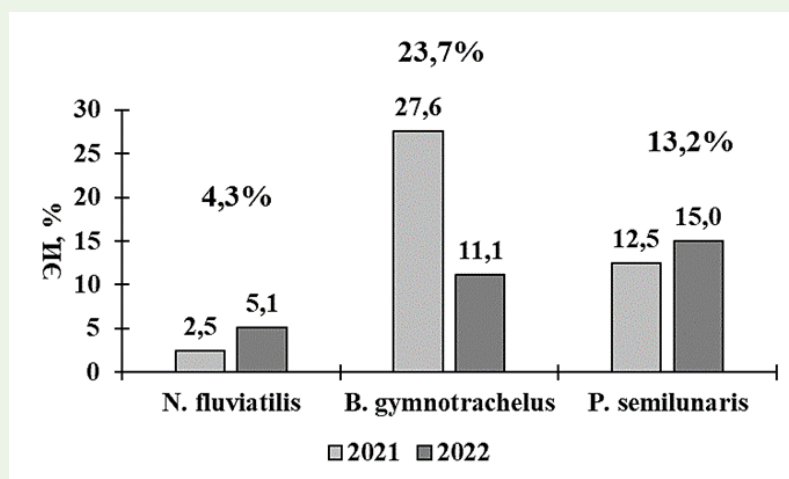


**Рисунок 1. – Соотношение количества обследованных на зараженность гельминтами представителей семейства *Gobiidae***

Согласно рисунку 1, максимальное количество обследованных бычков относится к виду *N. fluviatilis* (83,9 % от всех обследованных), близкие значения по количеству обследованных рыб относятся к видам *B. gymnotrachelus* и *P. semilunaris* (8,5 % и 7,6 % соответственно).

У обследованных рыб зарегистрированы гельминты пяти основных таксономических групп – *Nematoda*, *Trematoda*, *Monogenea*, *Cestoda* и *Acanthocephala*.

На рисунке 2 представлены данные по зараженности конкретных видов бычков всеми видами гельминтов за период 2021–2022 гг., где видно, что максимальная зараженность гельминтами за весь период исследований отмечена у вида *B. gymnotrachelus*, которая составила 23,7 %, при этом их зараженность в 2021 г. была гораздо выше, чем в 2022 г. (27,6 % и 11,1 % соответственно).



**Рисунок 2. – Зараженность конкретных видов бычков всеми видами гельминтов в 2021 г. и 2022 г.**

Бычки вида *P. semilunaris* за указанный период были заражены на 13,2 %, имея в оба года исследований близкие численные значения зараженности (12,5 % и 15,0 % соответственно).

Минимальная зараженность отмечена для бычков вида *N. fluviatilis*, которая была на уровне 4,3 % за два года исследований, несмотря на то, что в наших исследованиях данный вид бычков представлен самой большой выборкой – 749 экз.

Всего зарегистрировано 13 видов гельминтов пяти таксономических групп у трех обследованных видов бычков за период 2021–2022 гг. Два зарегистрированных у бычков вида нематод (*Eustrongylides excisus* и *Pseudocapillaria tomentosa*) впервые отмечены на территории Беларуси, хотя являются широко распространенными видами на территории Европы. На рисунке 3 представлено разнообразие гельминтов у каждого обследованного вида бычков на территории Беларуси.

Согласно рисунку 3, три вида гельминтов (два вида трематод – *Paracoenogonimus ovatus* и *Ichtyocotylurus variegatus*, а также один вид скребней – *Acanthocephalus lucii*) в наших исследованиях зарегистрированы у всех трех видов бычков. Еще три вида гельминтов (два вида трематод – *Holostephanus* sp. и *Diplostomum* sp., а также один вид нематод – *E. excisus*) отмечены у двух видов бычков. Большинство видов гельминтов (7 видов, или 53,8 % от всех зарегистрированных) отмечались только у одного из видов бычков.

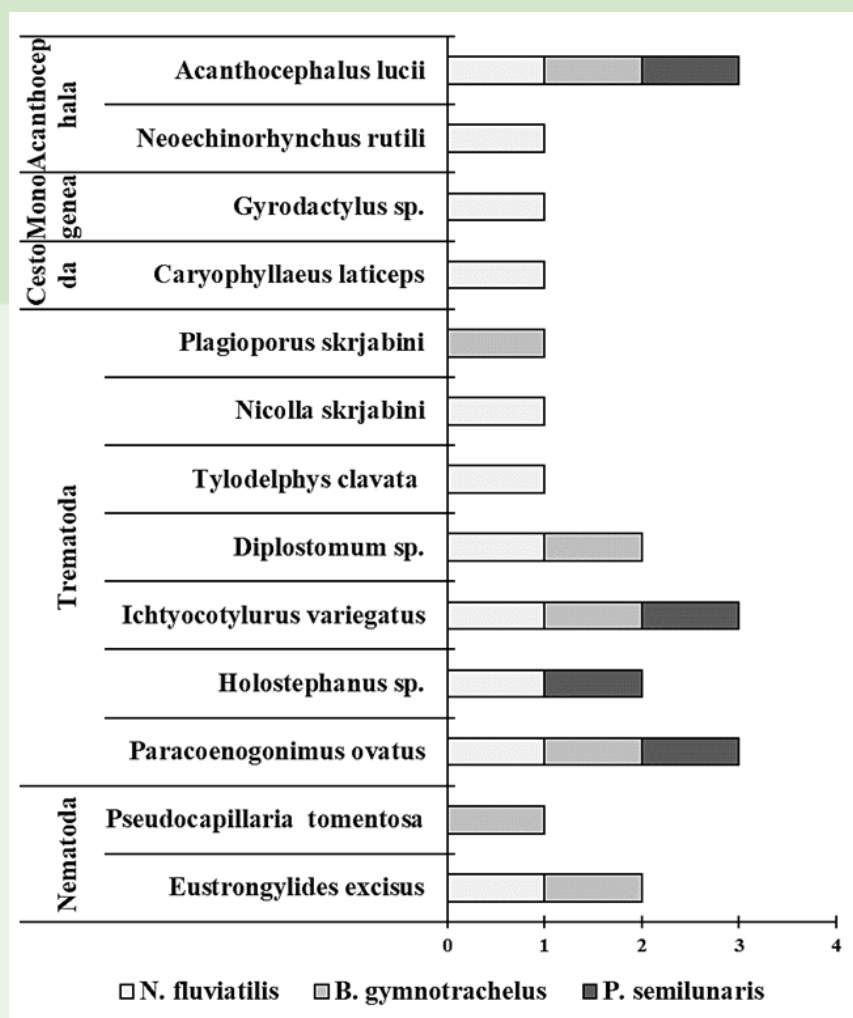


Рисунок 3. – Видовое разнообразие гельминтов, зарегистрированных у представителей семейства *Gobiidae* за период 2021–2022 гг. на территории Беларуси

На рисунке 4 представлены данные по распределению зарегистрированных видов гельминтов у конкретных видов бычков. Согласно рисунку 4 максимальное количество видов гельминтов (12, или 92,3 %

от всех зарегистрированных) отмечено у бычков *N. fluviatilis*, немного более половины (8 видов) – у *B. gymnotrachelus* и примерно треть видов гельминтов (4 вида) – у *P. semilunaris*.

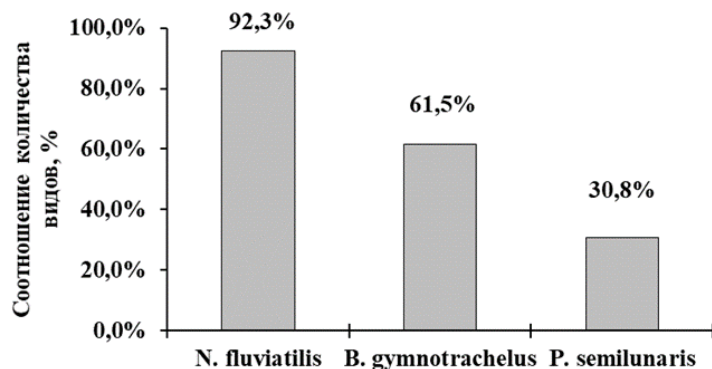


Рисунок 4. – Соотношение зарегистрированного количества видов гельминтов у представителей семейства *Gobiidae* за период 2021–2022 гг. на территории Беларуси

Приводим список зарегистрированных видов гельминтов, показатели зараженности ими за два года исследований, их хозяев и место обнаружения, где L3 – третья личиночная стадия нематод, mtc – стадия метацеркарии трематод:

- *Pseudocapillaria tomentosa* (Dujardin, 1843), хозяин: *B. gymnotrachelus* (р. Припять – ЭИ = 1,9 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,019 экз./особь);

- *Eustrongylides excisus* L3 (Jägerskiöld, 1909), хозяйева: *N. fluviatilis* (р. Припять – ЭИ = 0,8 %; СИИ = 0,8 экз./особь; ИО = 0,008 экз./особь; р. Неман – ЭИ = 4,8 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,048 экз./особь); *B. gymnotrachelus* (р. Днепр – ЭИ = 4,5 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,045 экз./особь);

- *Phyllodistomum folium* (Olfers, 1816, Braun, 1899), хозяйева: *N. fluviatilis* (р. Припять – ЭИ = 0,4 %; СИИ = 1,5 экз./особь; ИО = 0,006 экз./особь); *B. gymnotrachelus* (р. Днепр – ЭИ = 4,5 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,045 экз./особь; р. Припять – ЭИ = 1,9 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,019 экз./особь);

- *Ichtyocotylurus variegatus* mtc (Creplin, 1825, Odening, 1969), хозяйева: *N. fluviatilis* (р. Днепр – ЭИ = 1,5 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,015 экз./особь); *B. gymnotrachelus* (р. Днепр – ЭИ = 9,1 %; СИИ = 4,0 экз./особь; ИО = 0,36 экз./особь; р. Припять – ЭИ = 3,7 %; СИИ = 3,0 экз./особь; ИО = 0,111 экз./особь); *P. semilunaris* (р. Припять – ЭИ = 1,6 %; СИИ = 3,0 экз./особь; ИО = 0,05 экз./особь);

- *Diplostomum* spp. mtc, хозяйева: *N. Fluviatilis* (р. Днепр – ЭИ = 1,5 %; СИИ =

2,3 экз./особь; ИО = 0,036 экз./особь); *B. gymnotrachelus* (р. Днепр – ЭИ = 9,1 %; СИИ = 1,5 экз./особь; ИО = 0,136 экз./особь; р. Припять – ЭИ = 11,1 %; СИИ = 4,7 экз./особь; ИО = 0,519 экз./особь);

- *Tylodelphys clavata* mtc (von Nordmann, 1832, Diesing, 1850), хозяин: *N. fluviatilis* (р. Днепр – ЭИ = 0,5 %; СИИ = 2,0 экз./особь; ИО = 0,01 экз./особь);

- *Paracoenogonimus ovatus* mtc (Katsurada, 1914), хозяйева: *N. fluviatilis* (р. Днепр – ЭИ = 1,5 %; СИИ = 2,7 экз./особь; ИО = 0,041 экз./особь); *B. gymnotrachelus* (р. Днепр – ЭИ = 9,1 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,091 экз./особь); *P. semilunaris* (р. Припять – ЭИ = 3,2 %; СИИ = 7,5 экз./особь; ИО = 0,24 экз./особь);

- *Holostephanus* sp. mtc, хозяйева: *N. fluviatilis* (р. Днепр – ЭИ = 2,0 %; СИИ = 1,8 экз./особь; ИО = 0,036 экз./особь); *P. semilunaris* (р. Днепр – ЭИ = 20,0 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,20 экз./особь);

- *Nicolla skrjabini* (Iwanitzky, 1928, Dollfus, 1960), хозяин: *N. fluviatilis* (р. Днепр – ЭИ = 1,0 %; СИИ = 2,0 экз./особь; ИО = 0,020 экз./особь);

- *Plagioporus skrjabini* (Kowal, 1951), хозяин: *B. gymnotrachelus* (р. Припять – ЭИ = 1,9 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,019 экз./особь);

- *Caryophyllaeus laticeps* (Pallas, 1781, Lühe, 1910), хозяин: *N. fluviatilis* (р. Припять – ЭИ = 0,2 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,002 экз./особь);

- *Gyrodactylus* sp., хозяин: *N. fluviatilis* (р. Днепр – ЭИ = 3,1 %; СИИ = 3,3 экз./особь; ИО = 0,102 экз./особь);

- *Acanthocephalus lucii* (Müller, 1776,

Lühe, 1911), хозяева: *N. fluviatilis* (р. Днепр – ЭИ = 0,5 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,005 экз./особь; р. Припять – ЭИ = 0,4 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,004 экз./особь); *B. gymnotrachelus* (р. Днепр – ЭИ = 22,7 %; СИИ = 1,2 экз./особь; ИО = 0,273 экз./особь); *P. semilunaris* (р. Припять – ЭИ = 11,1 %; СИИ = 1,1 экз./особь; ИО = 0,13 экз./особь);

- *Neoechinorhynchus rutili* (Müller, 1780, Hamann in Stiles & Hassall, 1905), хозяин: *N. fluviatilis* (р. Днепр – ЭИ = 0,5 %; СИИ = 1,0 экз./особь; ИО = 0,005 экз./особь).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при обследовании представителей семейства *Gobiidae*, представленных тремя видами (*N. fluviatilis*, *B. gymnotrachelus* и *P. semilunaris*), зарегистрированы гельминты пяти основных таксономических групп – *Nematoda*, *Trematoda*, *Monogenea*, *Cestoda* и *Acanthocephala*. Максимальная зараженность всеми гельминтами отмечена у вида *B. gymnotrachelus* (23,7 %). Бычки вида *P. semilunaris* были заражены на 13,2 %. Минимальная зара-

женность (на уровне 4,3 %) отмечена для вида *N. fluviatilis*, несмотря на то, что в наших исследованиях данный вид бычков представлен самой большой выборкой – 749 экз. (83,9 % от всех обследованных).

Всего у бычков на территории Беларуси нами зарегистрировано 13 видов гельминтов: максимальное разнообразие – у бычков *N. fluviatilis* (12 видов), у других двух видов бычков – *B. gymnotrachelus* и *P. semilunaris* – восемь и четыре вида соответственно.

Два зарегистрированных у бычков вида нематод (*E. excisus* и *P. tomentosa*) впервые отмечаются для фауны Беларуси, при этом являются распространенными видами на территории Европы с широким кругом хозяев. Все остальные виды гельминтов также характеризуются широким кругом хозяев и отмечались на территории Беларуси у других видов рыб [2]. Три вида гельминтов (два вида трематод на стадии метацеркарии – *P. ovatus* и *I. variegatus*, а также скребни – *A. lucii*) в наших исследованиях регистрировались у всех трех видов бычков.

### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Быховская-Павловская, И. Е. Паразитологическое исследование рыб / И. Е. Быховская-Павловская. – М.-Л. : изд-во АН СССР, 1952. – 63 с.
2. Бычкова, Е. И. Гельминтофауна чужеродных видов рыб сем. *Gobiidae* в речных экосистемах Беларуси / Е. И. Бычкова // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2016. – Т. 59, № 2. – С. 84–86.
3. Гулюгин, С. Ю. Эколого-биологическая характеристика бычка-песочника рек Беларуси: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 – ихтиология / С. Ю. Гулюгин ; Калининградский гос. тех. ун-т. – Калининград, 2001. – 197 с.
4. Дегтярик, С. М. Паразиты, представляющие угрозу для рыб, обитающих в озерах Беларуси / С. М. Дегтярик // Озерные экосистемы : биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: материалы V Междунар. науч. конф., Минск – Нарочь, 12–17 сентября 2016 г. / Сост. и общ. ред. Т. М. Михеева. – Минск : БГУ, 2016. – С. 289–290.
5. Квач, Ю. В. Формування угруповань паразитів у популяціях інвазивних видів риб ряду бичкоподібних (*Actinopterygii*: *Gobiiformes*) : дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.17 – гідробіологія / Ю. В. Квач. – Одеса, 2019. – 358 с.
6. Некоторые аспекты взаимосвязи паразитарных комплексов рыбоводных хозяйств и их водоисточников в условиях Беларуси / Э. К. Скурат [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. агр. навук. – 2007. – № 3. – С. 87–92.
7. Паразитологическое исследование рыб: метод. пособие / Н. Б. Чернышьева [и др.]. – СПб., 2009. – 20 с.
8. Чечина, А. С. Систематический обзор паразитов рыб в прудовых хозяйствах Белоруссии / А. С. Чечина // Вопр. рыбного хоз-ва Белоруссии : сб. науч. тр. – Минск, 1962. – С. 124–140.
9. Шендрик, Т. В. Паразитофауна инвазивных видов рыб на территории Беларуси / Т. В. Шендрик, Е. И. Бычкова, М. М. Якович // Экология и животный мир. – 2015. – № 1. – С. 36–41.
10. Шималов, В. В. Многоклеточные паразиты рыб реки Буг / В. В. Шималов // Паразитология. – 2008. – Т. 42, № 4. – С. 318–324.
11. Parasitization of invasive gobiids in the eastern part of the Central Trans-European corridor of invasion of Ponto-Caspian hydrobionts / Y. Kvach [et al.] // Parasitology Research. – 2014. – Vol. 113, No 5. – P. 1605–1624.

Полоз С.В., кандидат ветеринарных наук, доцент<sup>1</sup>  
Дегтярик С.М., кандидат биологических наук, доцент<sup>1</sup>  
Максимьюк Е.В., научный сотрудник<sup>1</sup>  
Стрельчя И.И., кандидат ветеринарных наук, доцент<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелецкого», г. Минск, Республика Беларусь

## ПАЗИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ КАРПА (*CYPRINUS CARPIO*) И КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО (*CARASSIUS GIBELIO*) В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ

### Резюме

В статье приводятся результаты установления паразитоценологических комплексов карпа (*Cyprinus carpio*) и карася серебряного (*Carassius gibelio*) в рыбохозяйственных водоемах Беларуси. Установлен видовой состав паразитоценоза карпа, в состав которого входят гельминты *Khawia sinensis*, метацеркарии трематод *Diplostomum sp.* и бактерии видов *Aeromonas hydrophila*, *Serratia liquefaciens* и *Serratia odorifera*, а также видовой состав паразитоценоза карася серебряного, в состав которого входят *Diplostomum sp.*, *Vibrio vulnificus*, *Gardnerella vaginalis*, *Aeromonas hydrophila* и *Argulus sp.* Показана чувствительность микроорганизмов – бактерий условно-патогенной группы к антибактериальным препаратам, разрешенным к применению на территории Республики Беларусь. Показана эффективность применения принципов повышения устойчивости рыб и их популяций – снижение антигенной нагрузки и активация неспецифического иммунитета на примере рыбохозяйственного пруда.

**Ключевые слова:** паразитоценологический комплекс, карп, карась серебряный, гельминты, бактерии, устойчивость.

### Summary

The article presents the results of establishing parasitocenotic complexes of carp (*Cyprinus carpio*) and silver crucian carp (*Carassius gibelio*) in fishery reservoirs of Belarus. The species composition of carp parasitocenosis has been established, which includes the helminths *Khawia sinensis*, metacercariae of trematodes *Diplostomum sp.* and bacteria of the species *Aeromonas hydrophila*, *Serratia liquefaciens* and *Serratia odorifera*, as well as the species composition of the silver crucian parasitocenosis, which includes *Diplostomum sp.*, *Vibrio vulnificus*, *Gardnerella vaginalis*, *Aeromonas hydrophila* and *Argulus sp.* The sensitivity of microorganisms – bacteria of the opportunistic group to antibacterial drugs approved for use on the territory of the Republic of Belarus is shown. The effectiveness of applying the principles of increasing the stability of fish and their populations is shown – reducing the antigenic load and activating nonspecific immunity using the example of a fishery pond.

**Keywords:** parasitocenosis, carp, silver crucian carp, helminths, bacteria, resistance.

Поступила в редакцию 09.11.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

Водный паразитоценологический комплекс – сложная биологическая система связей и взаимоотношений в жизненном цикле паразиты (патогены) – хозяин, формирующемся под влиянием многочисленных биотических и абиотических факторов, которые определяют общий фон существования гидробионтов.

Паразиты и патогены рыб и вызываемые ими заболевания распространены в водоемах Беларуси, и их изучение можно проводить только применительно к каждому региону. Свободная от паразитов и патогенов рыба встречается очень редко. Па-

разиты, испытывающие влияние внешней среды и организма хозяина, являются одним из самых достоверных индикаторов состояния водной среды и организма рыбы.

Эпизоотически значимые гельминты разных таксономических групп широко распространены у рыб в прудовых хозяйствах республики и наносят существенный экономический ущерб. Возбудители заболеваний оказывают механическое и токсическое воздействие на организм рыб, нарушая при этом деятельность как отдельных органов, так и обмен веществ в целом. Больная рыба, как правило, менее упитана, отстает в росте, теряет товарный

вид. Болезни рыб сопровождаются изменением тканей и органов, нарушением их нормального строения и функционирования, что является предметом изучения патологической анатомии и патологической физиологии [5]. Потери от гибели рыб, являющейся следствием некоторых заболеваний, исчисляются десятками тысяч тонн ихтиомассы [7].

Большую проблему в последние годы представляют кишечные цестодозы (кавиоз и ботриоцефалез). Возбудители кавиоза (*Khawia sinensis*) и ботриоцефалеза (*Bothriocephalus acheilognathi*, *B. opsariichthydis*) паразитируют в кишечниках карпа [3, 11].

В водной среде находится множество бактерий, при этом вызывать заболевания рыб могут представители более чем 70 видов. Несмотря на то, что состав микробиоты варьирует в значительной степени в различных водоемах, для рыбоводных прудов характерен относительно стабильный спектр микроорганизмов, где доминирует сапротрофная микробиота, в частности бактерии рода *Aeromonas* [4]. Это постоянные обитатели воды и грунтов, представители условно-патогенной для рыб микробиоты, способные при неблагоприятных для рыб обстоятельствах, приводящих к снижению уровня резистентности организма, вызывать опасное инфекционное заболевание – аэромоноз, нередко сопровождающееся гибелью рыбы. Данные, полученные сотрудниками РУП «Институт рыбного хозяйства» при изучении эпизоотической ситуации по инфекционным болезням рыб в рыбоводческих хозяйствах и естественных водоемах Беларуси с начала XXI века по настоящее время, свидетельствуют о том, что наиболее распространенным видом является *Aeromonas hydrophila*. Бактерии этого вида выделены от карпа, карася серебряного, белого амура, пестрого толстолобика, осетровых рыб, радужной форели, разводимых в прудах, бетонных и земляных садках, промышленных комплексах, а также от рыб, выловленных из естественных водоемов. От общего количества штаммов грамотрицательных палочек, изолированных от рыб, свыше 70 % приходится именно на *A. hydrophila* [8].

Процесс искусственного выращивания рыбы сопровождается привнесением в водоем вместе с кормом большого количе-

ства органических веществ и повышением бактериальной обсемененности воды, что создает благоприятные условия для развития патогенных микроорганизмов и распространения инфекции. Увеличение поголовья рыб при постоянных площадях и объемах воды может приводить к чрезмерному накоплению во внешней среде продуктов метаболизма и микробиоты, в том числе патогенной, что способствует возникновению инфекционных болезней и их быстрому распространению. Паразитоценозы наносят значительный экономический ущерб рыбной отрасли, вызывая гибель, снижение массы, ухудшение качества продукции.

Учитывая, что инфекционный процесс в водной среде чаще всего развивается стремительнее, чем в воздушной, и при этом он практически не управляем, необходим систематический микробиологический мониторинг водоемов с целью своевременного выявления и идентификации патогенных бактерий для принятия адекватных мер по улучшению эколого-эпизоотической ситуации.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В условиях материально-технической базы лаборатории болезней рыб РУП «Институт рыбного хозяйства» было проведено ихтиопатологическое обследование 25 экземпляров карпа (*Cyprinus carpio*), 35 экземпляров карася серебряного (*Carassius gibelio*), выловленных из рыбохозяйственных водоемов Республики Беларусь. Проведен клинический осмотр и патологоанатомическое вскрытие рыбы.

Каждая из обследованных рыб была подвергнута полному паразитологическому анализу по Быховской-Павловской [1]. Для определения видовой принадлежности паразитов использовали «Определитель паразитов пресноводных рыб» [12].

Первичные посевы из внутренних органов, крови, а также язв и экссудата (при их наличии) рыб производили по классической методике на твердую питательную среду (МПА). После инкубирования посевов в термостате при температуре  $32 \pm 0,5$  °C в течение 24–48 ч изучали их морфологию и тинкториальные свойства (окрашивание по Граму, Романовскому и Циль-Нильсену) [6]. Для определения



культуральных свойств бактерий исследовали рост колоний на жидкой (мясопептонный бульон – МПБ) и твердой (МПА) питательных средах. В описании свойств пользовались установленными в литературе критериями [13]. Биохимические свойства и видовую принадлежность изолятов бактерий определяли с помощью теста на оксидазу (OXI-Test, Lachema), системы API 20 E (набор биохимических микротестов для идентификации микроорганизмов сем. *Enterobacteriaceae*), определителя Берджи [16]. Дальнейшие микробиологические исследования проводили по общепринятым методикам [2, 9, 10, 14, 15].

Чувствительность выделенных штаммов к антибиотикам определяли стандартным диско-диффузионным методом.

Верификацию видов проводили в Институте микробиологии Национальной академии наук Беларуси, используя молекулярно-генетические методы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При внешнем осмотре карпа из пруда на поверхности тела рыб отмечено наличие язв размером 3–5 мм и вздутие брюшка. При патологоанатомическом вскрытии выявлено наличие большого количества экссудата соломенно-желтого цвета, дистрофия печени, спленомегалия, изменения в почках.

При проведении паразитологических исследований в кишечнике карпа обнаружены гельминты *Khawia sinensis* с интенсивностью инвазии (ИИ) 2–24 паразита и метацеркарии трематод *Diplostomum sp.* (ИИ – 2–25 паразитов).

При проведении микробиологических исследований отмечен рост бактерий в посевах из язв у всех исследованных карпов, из почек – у 10 карпов, из печени – у 10 карпов, экссудата – у 5 карпов. Из каждого штамма были сделаны мазки и произведена их окраска по Грамму, также проведен оxi-тест. Определена видовая принадлежность чистых культур грамотрицательных оксиположительных палочек из печени, почки, язв и экссудата (наиболее вероятных потенциальных возбудителей инфекционных заболеваний рыб). Изолированные из язв и экссудата микроорганизмы определены как *Serratia odorifera* и *S. liquefaciens*. Это условно-патогенные бактерии, относящиеся к семейству *Enterobacteriaceae*.

Данные микроорганизмы обитают в почве, воде, различных пищевых продуктах и препаратах, включая лекарственные, в желудочно-кишечном тракте грызунов и насекомых. Ранее сведений об их способности вызывать инфекции у рыб не было отмечено.

Из почки и печени изолированы бактерии *Aeromonas hydrophyla*, являющиеся условно-патогенными для рыб микроорганизмами, способными при внешнем негативном или стрессовом воздействии вызывать патологические процессы и заболевания.

При определении чувствительности к антибиотикам бактерий, выделенных от карпа, установлено, что зоны задержки роста составляют от 47 до 11 мм к разным антибиотикам и для разных видов выделенных бактерий (таблица 1).

Таблица 1. – Чувствительность бактерий, выделенных от карпа (*Cyprinus carpio*) из пруда

| Антибиотики    | Зона задержки роста, мм     |                   |                           |                              |
|----------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------|
|                | виды бактерий               |                   |                           |                              |
|                | <i>Aeromonas hydrophyla</i> |                   | <i>Serratia odorifera</i> | <i>Serratia liquefaciens</i> |
|                | выделены из печени          | выделены из почки | выделены из почки         | выделены из экссудата        |
| Ципрофлоксацин | 42                          | >40               | 46                        | 24–33                        |
| Энротим        | 45                          | 40                | 47                        | 40                           |
| Рифампицин     | 17–25                       | 40                | 19                        | 11–21                        |
| Неомицин       | 28                          | 40                | 34                        | 34                           |

По данным таблицы 1, все представители бактериофлоры карпа обладали наибольшей чувствительностью к таким препаратам, как ципрофлоксацин и энротим, а также неомицин; менее чувствительны они к рифампицину.

При паразитологическом обследовании карася серебряного из водохранилищ на поверхности тела рыбы было выявлено наличие паразитического рачка *Argulus sp.* (ЭИ – 90 %, ИИ – 8–45 паразитов), в хрусталиках глаз – наличие метацеркарий трематод *Diplostomum sp.* (ИИ – 2–5 паразитов). Произведены посевы из паренхиматозных органов и крови карася серебряного. Было выделены грамотрицательные па-

лочка, грамположительные палочки, грамположительные кокки и миксы бактерий разной морфологии. При помощи тест-системы API (20E, Staph) идентифицированы микроорганизмы *Vibrio vulnificus* (из почки), *Vibrio cholera* (из печени), *Gardnerella vaginalis* (из почки), *Staphylococcus aureus* (из крови), *Staphylococcus saprophyticus* (из крови), *Micrococcus sp.* (из почки), *Aeromonas hydrophila* (из крови) карася серебряного. Определена чувствительность выделенных микроорганизмов к антибиотикам. При этом зона задержки роста микроорганизмов составляла от 17 до 30 мм (таблица 2).

Таблица 2. – Чувствительность к антибиотикам бактерий, выделенных от карася серебряного из водохранилищ

| Антибиотики    | Зона задержки роста, мм  |                       |                              |                             |                        |                              |                                     |
|----------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
|                | виды бактерий            |                       |                              |                             |                        |                              |                                     |
|                | <i>Vibrio vulnificus</i> | <i>Vibrio cholera</i> | <i>Gardnerella vaginalis</i> | <i>Aeromonas hydrophila</i> | <i>Micrococcus sp.</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Staphylococcus saprophyticus</i> |
| Неомицин       | 18                       | 19                    | 22                           | 25                          | 20                     | 17                           | 19                                  |
| Рифампицин     | 22                       | 20                    | 17                           | 23                          | 22                     | 19                           | 22                                  |
| Энрофлоксацин  | 30                       | 28                    | 22                           | 28                          | 26                     | 22                           | 24                                  |
| Ципрофлоксацин | 30                       | 26                    | 26                           | 30                          | 25                     | 22                           | 26                                  |
| Левифлоксацин  | 30                       | 29                    | 25                           | 29                          | 30                     | 24                           | 25                                  |

Как следует из таблицы 2, все представители бактериофлоры карася наиболее чувствительны к левифлоксацину, ципрофлоксацину и энрофлоксацину.

Нами были сформулированы принципы повышения устойчивости рыб и их популяций: снижение антигенной нагрузки и активация неспецифического иммунитета. Определена эффективность их реализации на примере рыбохозяйственного пруда.

Для снижения антигенной нагрузки кишечными цестодами *Khawia sinensis* достаточно применять разработанный нами антигельминтный препарат Празифен двукратно в расчете 4 кг препарата на тонну корма. Для уничтожения диплостом в хрусталиках глаз данный препарат применяли из расчета 10 кг на тонну корма.

Для снижения бактериального пресинга использовали антибактериальный препарат Энротим в дозе 10 кг на тонну

комбикорма. После его применения установлено снижение уровня контаминации внутренних органов рыб условно-патогенной микрофлорой до единичных колоний.

С целью активации неспецифического иммунитета использовали пробиотический препарат на основе лиофилизированной культуры *Bacillus subtilis*, обладающей антагонизмом к возбудителям бактериальных инфекций карповых рыб. Препарат концентрацией  $2,1 \times 10^{10}$  КОЕ/г ( $1,6 \times 10^{10}$  спор/г) применяли перорально в смеси с кормом из расчета 200 г на тонну комбикорма один раз в день в течение 5 дней.

Реализация принципов повышения устойчивости рыб и их популяций (снижение антигенной нагрузки и активация неспецифического иммунитета) позволила увеличить сохранность рыб, повысить их адаптационные возможности и жизнеспособность.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Паразиты и патогены, формирующие паразитоценозы, являются факторами, влияющими на устойчивость карпа и карася. Они тесно связаны между собой в системе паразит-хозяин, а также могут зависеть друг от друга. Понимание механизмов данного взаимодействия является важным при-

реализации принципов повышения устойчивости карпа и карася на практике. Результаты таких исследований необходимо использовать в управлении сообществами рыб, в том числе для контроля паразитов, патогенов и их ассоциаций, особенно в условиях аквакультуры.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. – М. : Наука, 1985. – С. 16–63.
2. Васильев, Д. А. Методы общей бактериологии : учеб.-метод. пособие / Д. А. Васильев, С. Н. Золотухин, А. А. Щербаков. – Ульяновск : Ульяновская ГСХ, 2003. – 129 с.
3. Емельянов, В. С. О распространении *Bothriocephalus gowkongensis* Jen. в прудовых хозяйствах Белорусской ССР / В. С. Емельянов : сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1971. – Т. XVIII. – С. 66–68.
4. Казарникова, А. В. Основные заболевания осетровых рыб в аквакультуре / А. В. Казарникова, Е. В. Шестаковская – М. : Издательство ВНИРО, 2005. – 103 с.
5. Кончиц, В. В. Анализ состояния рыбоводства и рыболовства Республики Беларусь / В. В. Кончиц // *Вопр. рыб. хоз-ва Беларуси*. – Минск, 2001. – Вып. 17. – С. 5–21.
6. Лабинская, А. С. Микробиология с техникой микробиологических исследований / А. С. Лабинская. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : Медицина, 1978. – 394 с.
7. Состояние паразитофауны и микрофлоры гидробионтов Волго-Каспийского региона на рубеже XXI века : монография / Л. В. Ларцева, В. В. Проскурина ; Гос. ком. Рос. Федерации по рыболовству, Федер. гос. унитар. предприятие «Касп. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва». – Астрахань : Издательство КаспНИРХ, 2003. – 79 с.
8. Максимьюк, Е. В. Возбудители бактериальных болезней рыб в условиях рыбоводных организаций Беларуси / Е. В. Максимьюк // *Ученые записки РИО РГГМУ*. – № 47. – СПб., 2017. – С. 140–144.
9. Методические указания по диагностике, профилактике и лечению бактериальных инфекций (аэромоназ, псевдомоноз) у растительноядных рыб: утв. Гл. упр. вет. Мин. сельск. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь 16.02.2005 г. – Минск, 2005. – 8 с.
10. Методические указания по лабораторной диагностике псевдомонозов рыб : утв. Госагропромом СССР 12.06.1986, № 432-5. – М., 1986. – 12 с.
11. Мусселиус, В. А. О распространении *Bothriocephalus gowkongensis* в водоемах средней полосы РСФСР / В. А. Мусселиус // *Тр. ВНИИПРХ*. – Т. XII. – 1963. – С. 179–182.
12. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР : в 3 т. / Зоологический ин-т АН СССР. – Л. : Наука, Ленингр. отделение, 1984–1987. – Т. 1–3.
13. Перт, С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток / С. Дж. Перт. – М. : Мир, 1978. – 333 с.
14. Юхименко, Л. Н. Временные рекомендации по выделению и идентификации аэромонад / Л. Н. Юхименко, В. Ф. Викторова, И. Фаркаш. – М. : ВНИИПРХ, 1987. – 14 с.
15. Юхименко, Л. Н. Современное состояние проблемы аэромоназа рыб : экспресс-информация / Л. Н. Юхименко, Г. С. Койдан / *Всерос. науч.-иссл. ин-т экспер. рыбн. х-ва*. – М., 1997. – Вып. 2. – С. 1–5.
16. Muhamad, K. *Coryza like syndrome in poultry* / K. Muhamad, S. Akhbar, M. A. Muneer // *Pakistan Vet. J.* – 1998. – Vol. 18. – P. 166–167.

Каменская Т.Н., кандидат ветеринарных наук, доцент<sup>1</sup>  
 Казинец А.И., кандидат с.-х. наук, доцент<sup>2</sup>  
 Лукьянчик С.А., кандидат сельскохозяйственных наук<sup>1</sup>  
 Кривенок Л.Л., младший научный сотрудник<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеслеского», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь

## БЕЗВРЕДНОСТЬ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ КОРМОВЫХ ДОБАВОК «PRODUCTIV» И «MDK» НА ОСНОВЕ ДРОЖЖЕЙ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНАХ ДОЙНЫХ КОРОВ

### Резюме

Установлено, что изучаемые образцы кормовых добавок «Productiv» и «MDK» на основе дрожжей были безвредны в течение 24 часов для простейших инфузорий *Tetrahymena piriformis*. В опыте на белых мышах, при выпаивании рабочего водного образца добавки кормовой «Productiv», прирост живой массы одной головы в среднем составлял 7,45 г, или 100,7 %, «MDK» – 7,5 г, или 101,4 %, в контрольной группе – 7,4 г, или 100,0 % соответственно. Использование в рационах молодняка крупного рогатого скота кормовой добавки «Productiv» способствует увеличению потребления с рационом сухого вещества на 3,8 %, обменной энергии – на 3,6 %, а добавки «MDK» – на 1,9 % и 1,8 % соответственно; способствует повышению среднесуточных приростов на 20,6 %, кормовой добавки «MDK» – на 17,0 %.

**Ключевые слова:** рационы, дрожжи, кормовые добавки, безвредность, токсичность, коровы.

### Summary

It was found that the studied samples of yeast-based feed additives «Productiv» and «MDK» were harmless for 24 hours for the protozoan ciliate *Tetrahymena piriformis*. In an experiment on white mice, where a working water sample of the feed additive «Productiv» was fed, the increase in live weight of one head averaged 7,45 g or 100,7 %, «MDK» – 7,5 g or 101,4 %, in control group – 7,4 g or 100,0, respectively. The use of the «Productiv» feed additive in the diets of young cattle helps to increase the consumption of dry matter in the diet by 3,8 % and metabolic energy by 3,6 %, and the «MDK» additive by 1,9 % and 1,8 % respectively; contributes to an increase in average daily growth by 20,6 %, the feed additive «MDK» – by 17,0 %.

**Keywords:** diets, yeast, feed additives, harmlessness, toxicity, cows.

Поступила в редакцию 12.09.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

Исследованиями, проведенными рядом ученых, установлено, что применение живых дрожжевых культур *Saccharomyces cerevisiae* позволяет оптимизировать кислотность в рубце крупного рогатого скота [1, 2]. За счет улучшения кислотного режима в этом отделе желудка происходит более активное и полноценное переваривание кормов. Особенно заметен эффект на первых стадиях пищеварения, когда корм только поступил в желудок и кислотность среды в рубце резко изменяется. Добавление дрожжевой культуры позволяет сгладить эти колебания. Известно, что дрожжи не способны напрямую влиять на кислотность, поэтому считается, что они стимулируют работу других микроорганизмов, являю-

щихся постоянными обитателями этого отдела пищеварительного тракта [3, 4].

Благодаря своей метаболической активности живые дрожжи могут поглощать кислород из рубца и таким образом благоприятно воздействовать на рост находящихся в нем целлюлозолитических и расщепляющих лактат бактерий. Это приводит к стабилизации значения рН в рубце и улучшению усвояемости корма, что в итоге способствует повышению его эффективности.

На базе ОАО «Дрожжевой комбинат» разработаны и производятся дрожжевые кормовые добавки «Productiv» и «MDK». Добавка кормовая «Productiv» (ТУ BY 100104781.028-2023) представляет собой лиофилизированную дрожжевую

культуру *Saccharomyces cerevisiae*, добавка кормовая «MDK» (ТУ BY 100104781.029-2023) – лиофилизированную дрожжевую культуру *Saccharomyces boulardii*. Входящие в состав добавок компоненты стимулируют ферментативные процессы в рубце жвачных животных, ускоряют продвижение пищевых масс из рубца по желудочно-кишечному тракту, нормализуют процессы пищеварения и конверсии корма. Предназначены для использования в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы в качестве пробиотической кормовой добавки с целью оптимизации процессов пищеварения, повышения продуктивности и сохранности поголовья.

**Целью** наших исследований явилось изучение безвредности, биологической ценности и эффективности использования в рационах дойных коров кормовых добавок «Productiv» и «MDK» на основе дрожжей производства ОАО «Дрожжевой комбинат».

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На первом этапе были изучены токсичность и безвредность образцов кормовых добавок «Productiv» и «MDK» на основе дрожжей производства ОАО «Дрожжевой комбинат». Токсичность и безвредность представленных образцов кормовых добавок определяли согласно ГОСТ 13496.7-97 «Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения токсичности» в опытах на простейших тест-организмах инфузориях тетрахимена пириформис и на лабораторных животных (белые мыши, кролики).

На втором этапе были организованы научно-хозяйственные исследования на молодняке крупного рогатого скота и высокодойных коровах.

В ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области (МТК «Берёзовица») проведены опыты с целью определения эффективности ввода в рационы молодняка крупного рогатого скота (голштинской породы отечественной селекции) кормовых добавок «Productiv» и «MDK» по следующей схеме: I группа (контрольная) – животные получали основной рацион (силос кукурузный, сенаж разнотравный, комбикорм собственного производства КР-3), II группа (опытная) – к основному рациону дополнительно каждо-

му животному скармливали 10 г добавки кормовой «Productiv» (*Saccharomyces cerevisiae*) 1 раз в сутки, III группа (опытная) – к основному рациону дополнительно каждому животному скармливали 10 г добавки кормовой «MDK» (*Saccharomyces boulardii*) 1 раз в сутки. Всего в опыте находилось 45 голов, по 15 голов в каждой группе, со средней начальной живой массой 241,7 кг, подобранных по принципу параналогов с учетом возраста и живой массы. Продолжительность опыта – 92 дня.

Условия содержания животных были одинаковые: кормление в соответствии с общепринятыми нормами, поение из групповых поилок, содержание беспривязное.

В процессе проведения исследования изучены следующие показатели:

- поедаемость кормов – при проведении контрольного кормления один раз в 10 дней за два смежных дня путем взвешивания задаваемых кормов и несъеденных остатков с расчетом фактической поедаемости;

- в крови подопытных животных определяли морфофункциональный состав форменных элементов крови с использованием автоматического анализатора «Urit 3000 Vet Plus», а также биохимический состав сыворотки крови (гемоглобин, общий белок с фракциями, мочевины, глюкоза, холестерин, триглицериды, креатинин, билирубин общий) на биохимическом анализаторе «Accent 200». Отбор проб крови проводился через 2,5–3 ч после кормления из яремной вены в конце исследований.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Токсичность и безвредность кормовых добавок «Productiv» (*Saccharomyces cerevisiae*) и «MDK» (*Saccharomyces boulardii*).** В результате проведенных опытов установлено, что все изучаемые образцы кормовых добавок были безвредны в течение 24 ч для простейших инфузорий тетрахимена пириформис. Под микроскопом выявляли наличие инфузорий правильной формы, движение их было поступательное, прямолинейное. Измененных форм и погибших инфузорий в поле зрения микроскопа не наблюдалось, что свидетельствует о безвредности представленных образцов кормовых добавок.

В опыте на лабораторных животных (белые мыши) установлено, что во II группе (опыт), где животным выпаивали рабочий водный образец добавки кормовой «Productiv», прирост живой массы одной головы в

среднем составлял 7,45 г, или 100,7 %, в III группе (опыт), которым выпаивали рабочий водный образец добавки кормовой «MDK», – 7,5 г, или 101,4 %, в I группе (контроль) – 7,4 г, или 100,0 % (таблица 1).

Таблица 1. – Опыт изучения токсичности образцов кормовых добавок на белых мышах

| Группа        | Голов | Вес группы     | Вес 1 головы | Вес группы    | Вес 1 головы | Прирост к контролю |       |
|---------------|-------|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------------|-------|
|               |       | в начале опыта |              | в конце опыта |              | г                  | %     |
| I контрольная | 10    | 205,0±1,0      | 20,5±0,1     | 279±1,0       | 27,9±0,2     | 7,4±0,1            | 100,0 |
| II опытная    | 10    | 210,0±1,0      | 21,0±0,1     | 284,5±1,0     | 28,45±0,1    | 7,45±0,1           | 100,7 |
| III опытная   | 10    | 195,0±1,0      | 19,5±0,1     | 270±1,1       | 27,0±0,1     | 7,5±0,1            | 101,4 |

При клиническом наблюдении подопытных животных, которым выпаивали водные растворы кормовых добавок «Productiv» и «MDK», отклонений в клиническом состоянии мышей не обнаружено, шерстный покров гладкий, блестящий, поедаемость корма хорошая, нарушений работы желудочно-кишечного тракта и центральной нервной системы нет, падежа и заболеваний не наблюдалось.

При патологоанатомическом вскрытии животных видимых патологических изменений не установлено, кишечник не вздут, без кровоизлияний, паренхиматозные органы без изменений.

**Продуктивность молодняка крупного рогатого скота.** Результаты выращивания молодняка крупного рогатого скота в научно-хозяйственном опыте при использовании в рационах различных видов дрожжей представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Динамика живой массы молодняка крупного рогатого скота

| Показатель                            | Группа животных |           |           |
|---------------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                       | I               | II        | III       |
| Валовой прирост ч/з 63 дней опыта, кг | 40,4±2,3        | 44,9±3,7  | 47,6±1,2  |
| Среднесуточный прирост ч/з 63 дн., г  | 641±37,1        | 713±59,3  | 756±26,2* |
| % к контролю                          | 100             | 111,2     | 117,9     |
| Валовой прирост ч/з 92 дня, кг        | 64,3±2,6        | 77,6±3,6* | 75,3±2,1* |
| Среднесуточный прирост ч/з 92 дня, г  | 699±28,7        | 843±38,9* | 818±23,2* |
| % к контролю                          | 100             | 120,6     | 117,0     |

Примечание – \*  $P < 0,05$

Как видно из таблицы 2, за период проведения опыта (92 дня) валовый прирост контрольных животных составил 64,3 кг. В опытных группах при скармливании кормовой добавки «Productiv» (II группа) установлено достоверное повышение валового прироста по отношению к контролю на 20,7 % ( $P < 0,05$ ), а в опытной III группе («MDK») – на 17,1 % ( $P < 0,05$ ), по показателю среднесуточного прироста животных – на 20,6 и 17,0 % ( $P < 0,05$ ) соответственно. Согласно полученным результатам можно сделать вывод, что введение в рационы крупного рогатого скота кормо-

вых добавок «Productiv» и «MDK» способствует увеличению среднесуточной продуктивности.

**Морфологические и биохимические показатели крови молодняка крупного рогатого скота.** Анализ морфологических и биохимических показателей крови подопытного молодняка крупного рогатого скота в научно-хозяйственном опыте показал, что использование различных видов дрожжей в рационе не оказывает отрицательного влияния на показатели крови (таблица 3).

Таблица 3. – Морфологические показатели крови телок, n=4

| Показатель              | Группа        |            |             |
|-------------------------|---------------|------------|-------------|
|                         | I контрольная | II опытная | III опытная |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 5,61±0,17     | 5,40±0,18  | 5,79±0,16   |
| Гемоглобин, г/л         | 110,3±4,33    | 103,5±2,90 | 110,8±3,64  |
| Гематокрит, %           | 26,1±0,84     | 24,2±1,61  | 26,0±1,02   |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | 19,6±1,70     | 16,5±0,44  | 19,7±2,01   |
| Тромбоциты, $10^9/л$    | 209,3±30,2    | 172,3±13,2 | 193,3±7,93  |

Установлена тенденция к улучшению морфологических показателей крови по сравнению с контрольными значениями у животных III опытной группы («MDK»). Так, количество эритроцитов в крови телок увеличилось на 3,2 %, концентрация гемоглобина и лейкоцитов – на 0,5 %. Во II группе («Productiv») морфологические по-

казатели были ниже по сравнению с контролем, но находились в пределах физиологической нормы.

Биохимические показатели крови подопытных животных при вводе в их рационы различных видов дрожжей представлены в таблице 4.

Таблица 4. – Биохимические показатели крови подопытных животных

| Показатель                 | Группа        |            |             |
|----------------------------|---------------|------------|-------------|
|                            | I контрольная | II опытная | III опытная |
| Общий белок, г/л           | 63,5±2,12     | 64,1±4,17  | 62,1±2,79   |
| Альбумины, г/л             | 30,7±1,67     | 32,9±2,44  | 32,3±1,66   |
| Глобулины, г/л             | 32,8±2,02     | 31,2±2,73  | 29,8±1,93   |
| Мочевина, ммоль/л          | 1,77±0,07     | 1,66±0,19  | 1,81±0,20   |
| Креатинин, мкмоль/л        | 41,6±0,48     | 41,9±1,22  | 40,8±0,62   |
| Глюкоза, ммоль/л           | 3,18±0,13     | 3,51±0,32  | 3,28±0,12   |
| Холестерин, ммоль/л        | 2,50±0,18     | 2,46±0,33  | 2,36±0,22   |
| Триглицериды, ммоль/л      | 0,28±0,02     | 0,27±0,04  | 0,27±0,01   |
| Билирубин общий, мкмоль/л  | 4,75±0,17     | 5,31±0,23  | 5,21±0,17   |
| Билирубин прямой, мкмоль/л | 1,58±0,11     | 1,55±0,06  | 1,80±0,19   |

Как видно из таблицы, количество альбуминов в сыворотке крови обеих опытных групп повысилось в сравнении с контрольным значением на 5,2–7,2 %, содержание глюкозы и общего билирубина – на 3,1–10,4 % и 9,7–11,8 %, уровень холесте-

рина и триглицеридов был ниже на 1,6–5,6 % и 3,6 % соответственно.

В процессе проведения исследований изучена ферментативная активность сыворотки крови молодняка крупного рогатого скота (таблица 5).

Таблица 5. – Ферментативная активность сыворотки крови подопытных животных

| Показатель                 | Группа        |            |             |
|----------------------------|---------------|------------|-------------|
|                            | I контрольная | II опытная | III опытная |
| АсАТ, ед./л                | 78,5±4,15     | 75,0±5,11  | 78,5±4,54   |
| АлАТ, ед./л                | 45,5±1,09     | 43,5±2,42  | 46,0±1,75   |
| Лактатдегидрогеназа, ед./л | 498,1±40,5    | 447,6±39,7 | 496,0±23,4  |
| Амилаза, ед./л             | 19,6±2,32     | 26,9±3,04  | 24,5±3,13   |

По результатам научно-хозяйственного опыта во II опытной группе активность АсАТ снизилась на 4,5 %, а в III – значение активности фермента одинаково с контролем. У телок этой группы показатель АлАТ был выше на 1,1 %, а во II – ниже на 4,4 % в сравнении с контролем. Активность лактатдегидрогеназы в опытных группах была ниже, чем в контрольной, амилазы – в обоих опытных группах выше, чем в контроле (таблица 5).

При изучении минерального состава сыворотки крови молодняка крупного рогатого скота при использовании различных видов дрожжей установлено, что животные контрольной группы уступали животным опытных групп по содержанию в крови фосфора, железа, цинка, натрия и калия (таблица 6). Так, во II группе количество фосфора и цинка повысилось на 11,4 и 26,6 % ( $P < 0,05$ ), в III группе – на 1,0 и 0,8 % соответственно по сравнению с контролем.

Таблица 6. – Минеральный состав крови подопытных телок

| Показатель       | Группа        |            |             |
|------------------|---------------|------------|-------------|
|                  | I контрольная | II опытная | III опытная |
| Кальций, ммоль/л | 1,71±0,08     | 1,68±0,10  | 1,72±0,14   |
| Фосфор, ммоль/л  | 2,01±0,10     | 2,24±0,13  | 2,03±0,10   |
| Магний, ммоль/л  | 0,88±0,05     | 0,92±0,06  | 0,86±0,06   |
| Железо, мкмоль/л | 29,2±3,64     | 31,1±2,85  | 29,7±1,23   |
| Медь, мкмоль/л   | 13,0±0,33     | 14,3±1,54  | 12,1±1,13   |
| Цинк, мкмоль/л   | 12,4±0,53     | 15,7±0,93* | 12,5±0,48   |
| Натрий, ммоль/л  | 145,6±0,81    | 176,1±12,5 | 167,2±11,1  |
| Калий, ммоль/л   | 6,18±0,15     | 6,57±0,06  | 6,22±0,13   |

Примечание – \* $P < 0,05$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кормовые добавки «Productiv» и «MDK» на основе дрожжей являлись безвредными и нетоксичными для инфузорий тетраимена пириформис. В опытной группе, где мышам выпаивали рабочий водный образец добавки кормовой «Productiv», прирост живой массы одной головы был выше на 0,7 % по сравнению с контрольной группой, мышам, которым выпаивали рабочий водный образец добавки кормовой «MDK», – на 1,4 % соответственно. Мыши были активны, полностью съедали корм, признаков интоксикации, а также нарушений работы желудочно-кишечного тракта, дыхательной и центральной нервной систем не наблюдалось. Видимых патологических изменений не установлено.

Введение в рационы крупного рогатого скота кормовых добавок «Productiv» и «MDK» способствует увеличению среднесуточного прироста молодняка на 20,7 % и 17,0 % соответственно.

Морфологические показатели крови подопытных животных находились в пределах физиологической нормы. Наблюдалось повышение количества альбуминов в сыворотке крови, содержания глюкозы и общего билирубина, снижался уровень холестерина и триглицеридов по сравнению с контрольной группой.

В опытных группах показатели фосфора, железа, цинка, натрия и калия в сыворотке крови были выше, чем в контрольной группе животных.

### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дрожжи в современной биотехнологии / Т. Е. Банницына [и др.] // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 1. – С. 24–29.
2. Рябцева, С. А. Дрожжи в молочной отрасли: классификация, свойства, применение / С. А. Рябцева, С. Е. Виноградская, А. А. Панфилова // Молочная промышленность. – 2013. – № 4. – С. 64–66.
3. Фильчакова, С. А. Дрожжи в кисломолочных продуктах / С. А. Фильчакова // Переработка молока. – 2009. – № 5. – С. 32–33.
4. Screening of dairy yeast strains for probiotic applications / Н. Kumura [et al.] // J. Dairy Sci. – 2004. – 87. – P. 4050–4056.



Клименкова И.В., кандидат ветеринарных наук, доцент  
Спиридонова Н.В., кандидат ветеринарных наук, доцент

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

## ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУР

### Резюме

Изучено влияние комплексной кормовой йодоселеносодержащей добавки на организм кур-несушек в условиях РУСПП «Городокская птицефабрика». В результате проведенного опыта установлено, что ее применение способствует повышению сохранности поголовья и яйценосной продуктивности, а следовательно, получению большего объема качественных продуктов при рациональном использовании кормов.

**Ключевые слова:** кормовая добавка, куры-несушки, яйценоскость, сохранность поголовья.

### Summary

The effect of a complex feed iodine-selenium-containing additive on the body of laying hens was studied under the conditions of the Gorodok Poultry Farm RUSPP. As a result of the experience, it was established that its use helps to increase the level of livestock safety and egg production, and, consequently, to obtain a larger volume of high-quality products with rational use of feed.

**Keywords:** feed additive, laying hens, egg production, safety of livestock.

Поступила в редакцию 15.11.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих отраслей животноводства Республики Беларусь является птицеводство, обеспечивающее население такими продуктами питания, как яйца, мясо, жир, а также сырьем для промышленности – пухом и пером. Приоритетной задачей птицеводства является производство яиц и мяса такого качества, которое бы в полной мере соответствовало уровню научно обоснованных норм питания человека.

В птицеводстве процесс специализации происходит раньше, чем в других отраслях. Производство яиц и мяса состоит из отдельных самостоятельных технологических операций: получение племенных и товарных яиц, инкубация, выращивание молодняка разных возрастов, мясной откорм на забой и переработка [6].

Семь крупнейших бройлерных птицефабрик республики с годовым производством свыше 3060 т дают 90 % всего мяса бройлеров. 11 крупнейших яичных птицефабрик с поголовьем кур-несушек свыше 300 тыс. голов обеспечивают валовое производство яиц в количестве около 100 млн штук.

Продуктивные качества птицы определяются такими биологическими особенностями, как скороспелость, плодовитость,

количество жизнеспособного молодняка, полученного от самки за определенный период, способность к развитию вне организма матери, что позволяет использовать искусственную инкубацию в промышленных масштабах, всеядность – для кормления используют корма различного происхождения, транспортабельность – цыплята первые 48 ч жизни способны обходиться без корма и воды, что позволяет транспортировать их на дальние расстояния. Также возможна перевозка и инкубационных яиц.

Для получения продукции высокого качества при оптимальном использовании кормовых ресурсов и генетического потенциала птицы требуются максимально сбалансированные по микроэлементам и витаминам корма [1, 8].

Качественные кормовые добавки обеспечивают оптимизацию минерального состава рациона, улучшение конверсии корма, повышение стрессоустойчивости и сопротивляемости болезням, формирование активного иммунного ответа после вакцинации, стимуляцию развития полезной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте, повышение яйценоскости и качества производимой продукции. В результате применение качественных кормовых добавок повышает экономическую эффек-

тивность производства как яичной, так и мясной продукции птицеводства. Количественная потребность животных в микроэлементах сравнительно небольшая, однако они крайне необходимы для организма ввиду их участия в образовании таких высокоактивных в биологическом отношении соединений, как некоторые ферменты, гормоны, витамины [7].

Недостаток или избыток тех или иных микроэлементов в определенных природных зонах обуславливает наличие биохимических геопроблем. Взаимоотношение организма с геохимической средой выступает в качестве составной части геохимической экологии, одной из основных задач которой является выявление биохимических, физиологических и морфологических адаптаций организма к определенным количествам химических элементов в естественной среде обитания.

Республика Беларусь относится к такой геохимической провинции, в которой особенно остро выражен недостаток таких микроэлементов, как йод и селен, поэтому в птицеводстве целесообразно использование различных кормовых добавок с этими микроэлементами.

Соединения селена применяются для стимуляции роста, увеличения продуктивности сельскохозяйственных животных и птиц, а также повышения сохранности молодняка. Однако влияние селена на обмен веществ и физиологические действия этого микроэлемента в процессе метаболизма изучены еще недостаточно полно.

Недостаток селена у птиц выражается чаще всего в развитии экссудативного диатеза. Он проявляется вначале в форме отеков на груди и затылке, что связано с аномальной проницаемостью стенок капилляров. Замедляются ростовые процессы, возрастает смертность. Заболевает чаще всего птица в возрасте 3–6 недель. Имеются данные, что при добавлении в корм селена в дозе 0,2–0,3 мг на килограмм корма обеспечивается стабилизация окислительно-восстановительных процессов в организме, повышается продуктивность цыплят. Прирост живой массы увеличивается на 29 %, а сохранность – на 14 % [5, 9].

Недостаток йода довольно часто выявляется в организме животных и человека. У сельскохозяйственных животных нехват-

ка этого микроэлемента сопровождается снижением основного обмена, усиленным отложением жира и подавлением синтеза белка. Отмечается замедление роста, значительное отставание в развитии половых желез, кожи и волос. Первые видимые признаки недостаточности проявляются в период внутриутробного развития. Это ранняя гибель и рассасывание плодов, аборт и рождение мертвых детенышей. Типичны также отсутствие волос и наличие зоба.

У птиц недостаток йода сказывается прежде всего на эмбриональном развитии. У яйценосных кур наблюдается снижение продуктивности. Нарушения в организме птиц регистрируются при содержании в используемом корме менее 0,15 мг йода на 1 кг. Добавление йода в рацион из расчета 10 мг на 1 кг готового корма обеспечивает каждой несушке суточное потребление его в количестве 1,2 мг [3, 4].

Для получения яиц с превышающим содержанием йода в 2,4–2,6 раза против обычного целесообразно вносить в комбикорм добавку со стабилизированным йодидом калия из расчета 10 мг/кг. Несушки будут откладывать обогащенные микроэлементом яйца через 10 дней после начала скармливания такого комбикорма.

Некоторые исследователи отмечали положительное влияние оптимального режима йодного питания на гормональную деятельность щитовидной железы. Повышалось общее количество и содержание белок-связанного йода в сыворотке крови, что соответствующим образом сказывалось на всех видах обмена веществ у цыплят [10, 11].

Вследствие многосторонних воздействий витамина Е на обменные процессы его недостаток вызывает у животных разнообразные нарушения физиологических функций. Эти нарушения проявляются в форме следующих симптомокомплексов: снижение плодовитости, повреждение мышц (гладкая и скелетная мускулатура), структурно-функциональные изменения в сосудистой и нервной системах, болезни печени, отклонения в процессах депонирования жиров [2].

**Целью** исследований явилось изучение влияния комплексной кормовой добавки на организм птицы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Принимая во внимание недостаточное количество в почве и растениях Республики Беларусь таких важных микроэлементов, как йод и селен, ОДО «Олмар» была разработана комплексная кормовая добавка, потенциально предназначенная для

повышения продуктивности и естественной резистентности сельскохозяйственной птицы, а также биологической и пищевой ценности главного продукта птицеводства – яиц.

Ингредиенты, входящие в состав кормовой добавки, отражены в таблице 1.

Таблица 1. – Количественный состав кормовой добавки

| Наименование показателя              | Концентрация, мг/дм <sup>3</sup> |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Йод, мг/дм <sup>3</sup>              | 50±10 %                          |
| Селен, мг/дм <sup>3</sup>            | 12±10 %                          |
| Бета-каротин, мг/дм <sup>3</sup>     | 800±10 %                         |
| Аскорбинат цинка, мг/дм <sup>3</sup> | 100±10 %                         |
| Витамин Е, мг/дм <sup>3</sup>        | 1400±10 %                        |
| Гуминовые кислоты, %                 | 0,7±10 %                         |

С целью изучения влияния на организм птицы комплексной кормовой добавки в РУСПП «Городокская птицефабрика», г. Городок Витебской области, был проведен научно-производственный опыт.

Объектом исследований являлись куры-несушки породы Хайсекс белый в возрасте 284 дней количеством 29669 голов. Для эксперимента была использована двухъярусная батарея немецкого производства с ниппельными поилками. Оба яруса были оборудованы индивидуальными расходными бачками, из которых через капельницы в питьевую воду для опытных групп подавался водный раствор с 8 ч утра до 20 ч вечера. Нижний ярус получал кормовую добавку (концентрация йода – 50 мкг/сутки, селена – 12 мкг/сутки).

В начале опыта, на промежуточном этапе и по его окончании определяли яйценоскость, падеж птицы и ее сохранность в контрольной и опытной группах.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По органолептическим показателям кормовая добавка характеризуется как однородный раствор от желтоватого до красного цвета со слабым йодным запахом. При хранении возможно расслаивание.

Основными компонентами, входящими в состав кормовой добавки, являются йод и селен в концентрации, соответственно, 50 и 12 мг/дм<sup>3</sup>, а также витамин Е.

Поголовье птицы и яйценоскость по группам отображены в таблице 2.

Таблица 2. – Показатели яйценоскости птицы в течение периода проведения производственного опыта

| Показатели       |                             | 1-я контрольная | 2-я опытная (кормовая добавка) |
|------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------------|
| 1-е сутки опыта  | количество голов            | 26929           | 2740                           |
|                  | количество произведен. яйца | 18365           | 1854                           |
|                  | коэффициент яйценоскости    | 0,682           | 0,676                          |
| 13-е сутки опыта | количество голов            | 26669           | 2716                           |
|                  | количество произведен. яйца | 18105           | 1876                           |
|                  | коэффициент яйценоскости    | 0,679           | 0,691                          |
| 21-е сутки опыта | количество голов            | 25554           | 2704                           |
|                  | количество произведен. яйца | 17275           | 1956                           |
|                  | коэффициент яйценоскости    | 0,676           | 0,723                          |

В таблице 3 приведен анализ яйценоскости кур за каждый отчетный период относительно среднего показателя по всему птичнику и процента отхода поголовья.

Таблица 3. – Показатели продуктивности и сохранности птицы в течение опытного периода

| Группа                         | 1-е сутки      |          | 13-е сутки     |          | 21-е сутки     |          |
|--------------------------------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
|                                | % яйценоскости | % падежа | % яйценоскости | % падежа | % яйценоскости | % падежа |
| 1-я контрольная                | 101,2          | –        | 99,7           | 0,97     | 102,4          | 1,44     |
| 2-я опытная (кормовая добавка) | 97,2           | –        | 101,9          | 0,87     | 103,3          | 0,81     |

На основании полученных данных выявлена положительная динамика коэффициента яйценоскости. В начале опыта этот показатель в контрольной группе был выше, чем в опытной. К концу опытного периода увеличение коэффициента яйценоскости в группе, где использовалась кормовая добавка, произошло в 1,07 раза.

Процент падежа в опытной группе на промежуточном этапе был ниже, чем в контрольной, в 1,1 раза, а уже на 21-й день опыта – в 1,78 раза.

После окончания опытного периода сотрудниками ГУ «Городокский районный центр гигиены и эпидемиологии» были отобраны образцы яиц, полученные от кур-несушек опытной и контрольной групп, для проведения испытаний в ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» с целью определения количественного содержания йода и селена. Данные приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Количественное содержание микроэлементов и витамина Е в яйцах от кур опытной и контрольной групп

| Наименование показателя | Контрольная группа | Опытная группа |
|-------------------------|--------------------|----------------|
| Йод, мкг/100 г          | 34,29±3,09         | 65,71±5,91     |
| Селен, мкг/кг           | 132,3              | 251,8          |
| Витамин Е, мг/100 г     | 1,7±0,5            | 4,1±1,2        |

Применение новой группы веществ – эргоротропных соединений – способствует получению большего объема качественных продуктов при одновременной экономии затраченных кормов. Такие соединения используются как средства целенаправленного воздействия на обмен веществ птицы.

Основной акцент в этом направлении ставится на разработке и применении кормовой добавки, в составе которой микроэлементы и витамины находились бы в оптимальном соотношении. Кроме того, необходимо учитывать и факт насыщенности определенными биологически активными веществами среды той геопроекции, где будет внедряться кормовая добавка.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование йодоселеносодержащей кормовой добавки курам-несушкам способствует повышению сохранности поголовья и яйценосой продуктивности. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что отдельные микроэлементы, витамины и другие биологически активные вещества, а также их комплексы оказывают существенное влияние на функциональные отправления организма птиц, состояние их регуляторных систем, а поэтому использование новых кормовых добавок, а также изучение механизмов их влияния на структуры органов, резистентность и продуктивность животных является одной из актуальных задач промышленного птицеводства.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вахмянин, С. А. Влияние химических элементов в питании птицы / С. А. Вахмянин // Перспективные направления научных исследований молодых ученых и специалистов Урала и Сибири : материалы 6-й науч.-практ. конф. – Троицк, 2002. – С. 64–65.
2. Гибизова, И. Т. Использование различных источников селена и витамина Е в рационах цыплят-бройлеров при направленном формировании микрофлоры кишечника : автореф. дис. ... канд. с-х. наук / И. Т. Гибизова ; Горс. гос. аграр. ун-т. – Владикавказ, 2005. – 23 с.
3. Громова, Е. В. Метаболизм йода в животном организме / Е. В. Громова // Актуальные проблемы современного здравоохранения и медицины : материалы науч. конф. «30 Огаревские чтения». – Саранск, 2001. – Вып. 2. – С. 59–61.
4. Кизинов, Ф. И. Влияние различных доз йода на активность щитовидной железы и распределение его в организме цыплят-бройлеров / Ф. И. Кизинов, О. В. Джиоев // Вестник МАНЭБ. – 2004. – № 4. – С. 70–73.
5. Кищак, И. Селеносодержащие препараты важный компонент комбикорма / И. Кищак, В. Бугаевский, И. Наконечный // Комбикорма. – 2004. – № 7. – С. 54.
6. Клименкова, И. В. Влияние кормовой добавки «Аквакомпенсант» на продуктивность птицы и структуры щитовидной железы / И. В. Клименкова, Е. А. Карпенко // Инновационные технологии и переработка сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Владикавказ, 2012. – С. 157–158.
7. Козлобаева, Е. Как повысить в яйцах содержание йода / Е. Козлобаева // Птицеводство. – 2004. – № 2. – С. 31–32.
8. Микулец, Ю. И. Биохимические основы взаимосвязи некоторых витаминов и микроэлементов в онтогенезе птиц : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 16.00.02 / Ю. И. Микулец // ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных. – Боровск, 2002. – 50 с.
9. Нурмухаметова, Н. Добавки селена полезны и человеку, и птице / Н. Нурмухаметова // Животновод. – 2003. – № 1. – С. 5.
10. Оножеев, А. А. Йодная недостаточность животных – проблема ветеринарно-экологическая / А. А. Оножеев // Возрастная физиология и патология сельскохозяйственных животных : материалы Междунар. науч. конф., посвященной 90-летию профессора В. Р. Филлипова. – Улан-Удэ, 2003. – Ч. 1. – С. 69–70.
11. Османян, А. Повышение уровня йода в яйцах кур / А. Османян, А. Иванова, Е. Козлобаева // Птицеводство. – 2003. – № 2. – С. 23.

ВАКЦИНА ИНАКТИВИРОВАННАЯ ЭМУЛЬГИРОВАННАЯ  
ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ КОЛИБАКТЕРИОЗА (ЭШЕРИХИОЗА)  
И КЛЕБСИЕЛЛЕЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

# КОЛИТОКС-ЛТ

► изготовлена из штаммов бактерий *Escherichia coli* с адгезивными антигенами F41, K88 (F4), K99 (F5), A20 (F17); *Klebsiella pneumoniae*; рекомбинантной субъединицы В термолabileного токсина *Escherichia coli*; масляного адъюванта



► адгезивные антигены и термолabileный энтеротоксин *E. coli* имеют белковую природу и обладают высокой иммуногенной активностью

[WWW.BIEVM.BY](http://WWW.BIEVM.BY)

► для иммунизации глубокостельных коров, нетелей и телят в неблагополучных и угрожаемых по колибактериозу и клебсиеллезу хозяйствах

Белькевич И.А., кандидат ветеринарных наук<sup>1</sup>  
Краковская И.Н., ведущий ветеринарный врач<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ГУ «Центральная ветеринарная лаборатория Вооруженных Сил Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь

## ИНВАЗИРОВАННОСТЬ МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО ГИДРОБИОНТА ЛИЧИНКАМИ ЦЕСТОДЫ *NYBELINIA SURMENICOLA*

### Резюме

В статье представлены данные паразитологического контроля морской рыбы, поступающей в Вооруженные Силы Республики Беларусь.

**Ключевые слова:** гельминты, зараженность, личинки цестод *Nybelinia surmenicola*, паразитологический контроль, минтай дальневосточный, сайда, камбала охотоморская, хек тихоокеанский, навага дальневосточная, лемонема, аргентина североатлантическая, треска, сельдь океаническая, атлантическая скумбрия.

### Summary

The article presents data on parasitological control of sea fish entering the Armed Forces of the Republic of Belarus.

**Keywords:** helminths, infestation, larvae of cestodes *nybelinia surmenicola*, parasitological control, far eastern pollock, saida, okhotomorsky flounde, pacific hake, far eastern navaga, lemonema, north atlantic argentina, cod, oceanic herring, atlantic mackerel.

Поступила в редакцию 31.10.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

С древних времен рыба была значимым источником удовлетворения потребностей человека в белке животного происхождения и других элементах, отсутствующих в продуктах животноводства. Океаническую и морскую рыбу благодаря ее высоким вкусовым качествам относят к одним из ценнейших продуктов питания человека. На сегодняшний день на долю таковой приходится не менее 90 % мирового вылова рыбы. Биологически обоснованной годовой нормой потребления морепродуктов принято считать более 20 кг на одного человека. В силу этого обстоятельства развитые и развивающиеся страны активно осваивают биологические ресурсы как внутренних, так и внешних морей Мирового океана [1, 2].

Все виды промысловых рыб, обитающие в морях и океанах планеты Земля, в той или иной степени поражены различными паразитами. В принципе, рыб, не имеющих паразитов, в природе не существует (за исключением младших возрастных групп, однако они промыслом не охватываются), поэтому факт наличия в рыбе па-

разитов не может служить основанием для ее выбраковки.

Инвазированность рыб показывает, что паразиты встречаются фактически в любом органе, однако не все они в одинаковой мере наносят вред своему хозяину и препятствуют его использованию в пищевых целях. Многие паразиты к тому же имеют столь малые размеры и встречаются в таких незначительных количествах, что никак не могут снизить товарную ценность рыбного сырья или же негативно повлиять на процесс его выращивания. Однако известны примеры, как те или иные паразиты препятствуют использованию рыб в качестве столового продукта, вынуждая направлять ценную в пищевом отношении рыбу на технические цели [3].

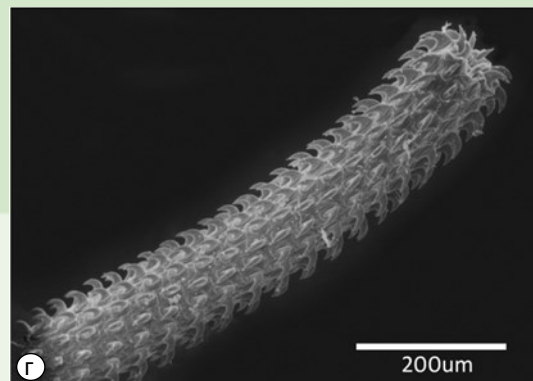
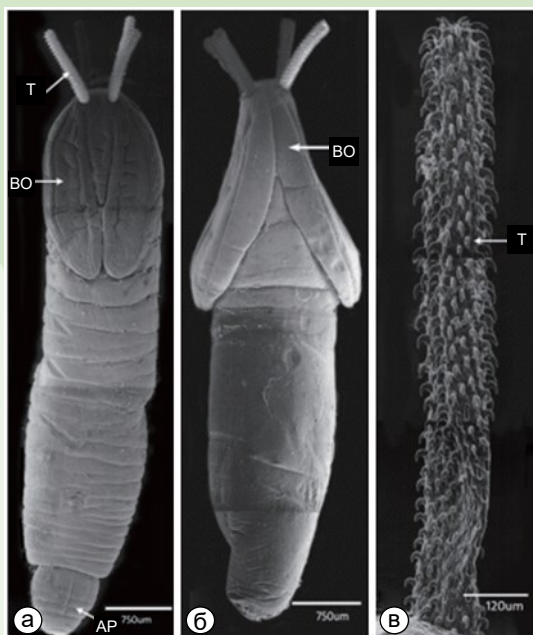
Вместе с тем сегодня известны паразиты, потенциально опасные для здоровья человека, а также домашних и сельскохозяйственных животных. Отмечены случаи заражения людей отдельными видами нематод, трематод, скребней и цестод в результате употребления в пищу блюд, приготовленных из рыбы, содержащей личинок перечисленных групп гельминтов.

Истории известны происшествия, которые заканчивались летальным исходом при заражении человека паразитами из рыбы и рыбной продукции [4].

Личинки цестод рода *Nybelinia* – это широко распространенный гельминт, заражающий ставридовых, тресковых, камбаловых, скумбриевых и многих других морских рыб. К примеру, в Тихом океане в основном паразитирует *N. surminicola*. Кроме этого, известно довольно большое количество видов нибелиний, однако систематика их изучена еще не до конца.

В основном личинки *N. surmenicola* паразитируют в полости тела и на внутренних органах [5]. Скелетная мускулатура по-

ражена нибелиниями, личинки которых находятся в сферических или овальных цистах и имеют преимущественно мелкий размер (до 2–3 мм в диаметре). Тело личинок плоское, удлинненное, молочно-белого цвета, длиной от 8 до 13 мм и шириной 1,5–3 мм. Личинки характеризуются наличием своеобразной складки, окружающей задний участок тела наподобие мантии. Их головка снабжена четырьмя полностью разделенными овальными ботриями (2 дорсальные, 2 вентральные) и четырьмя вооруженными крючьями хоботка, размеры которых зависят от видовой принадлежности паразита (рисунок 1). Влагалища хоботков заканчиваются мускулистыми бульбами.



а – целое тело с 2 ботриями (BO), 4 щупальца (Т) и червеобразный отросток (AP);  
б – латеральная плоскость целого тела; в – хоботок с крючьями (Т);  
г – увеличение хоботка с крючьями

**Рисунок 1. – Микрофотография (электронная сканирующая микроскопия) плероцеркоида *Nybelinia surmenicola* [6]**

Некоторые авторы [7] утверждают, что после попадания в рыбу какое-то количество личинок проникает в мускулатуру. При этом в ее толще нибелинии не инцистируются, а инкапсулируются. И, вероятно, постоянно перемещаются на небольшие расстояния. В процессе этого движения личинки оказывают механическое и токсическое воздействия, в результате чего мышечные волокна приобретают бесформенную структуру, в них происходит распад миофибрилл на отдельные пучки, поперечные

разрывы и некроз. Абсолютные количества нибелиний в мускулатуре могут достигать нескольких сотен экземпляров.

Как следствие, высокая зараженность мяса минтая нибелиниями вызывает трудности при его реализации в торговой сети, т.к. это значительно ухудшает его вид.

Ранее уже оговаривалось, что в бассейне Тихого океана этим паразитом поражен не один вид рыб, но в большей степени минтай. Особенно сильно бывают зара-

жены взрослые рыбы вследствие аккумуляции паразита с возрастом. Вместе с тем их обнаруживают более чем у 100 видов рыб. Подсчитано, что биомасса нибелиний в промысловых рыбах превышает 20 000 т. Зараженность ими мускулатуры некоторых рыб наносит рыбной промышленности огромный экономический ущерб [8]. Установлено, что у одних хозяев нибелинии в тканях гибнут сравнительно быстро, у других живут довольно долго, но в итоге также погибают. Однако у тресковых, особенно у минтая, они всегда остаются живыми.

Важно отметить, что степень зараженности минтая и темпы его роста с возрастом рыбы наименьшие в Беринговом море, по направлению к югу они постепенно увеличиваются и достигают максимума в Японском море. В водах Британской Колумбии нибелинии встречаются в мускулатуре у 8–70 % рыб с интенсивностью инвазии от 1 до 678 экземпляров [9]. По данным паразитологов ТИНРО (Россия), среди всех хозяев нибелинии именно минтай характеризуется наибольшей зараженностью и играет главную роль в ее жизненном цикле как дополнительный и резервуарный хозяин. Но, несмотря на это, в Баренцевом море нибелинии инвазируют палтусов и камбал, при этом они в огромных количествах скапливаются в задней части полости тела рыб, над анальным отверстием, где образуют комок, сверху покрытый соединительной тканью [10].

Таким образом, своевременный паразитологический контроль, правильное определение выявленных у рыб патогенов и вызванных ими поражений позволяют не только избежать необоснованных опасений по поводу качества рыбы, но и обратить внимание на такую зараженность, которая может стать причиной браковки рыбы и морепродуктов, а также приготовленной из нее продукции.

**Целью** наших исследований являлось определение степени зараженности мышечных тканей различных видов морских рыб личинками цестоды *Nybelinia surmenicola*.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Опыт проводился в 2015–2023 гг. на базе отделения микробиологии ГУ «Центральная ветеринарная лаборатория Воору-

женных Сил Республики Беларусь» (далее – лаборатория).

Опыт имел накопительный характер, т.е. исследования проб рыб проводили при завозе на довольствие личному составу, в зависимости от потребностей военных частей, госпиталей и других подведомственных организаций министерства Вооруженных Сил Республики Беларусь.

Ход исследований регламентирован инструкцией «Паразитологический контроль качества рыбы и рыбной продукции» (далее – инструкция) [11].

Отбор проб проводят методом случайной выборки, при этом формируют объединенную пробу из 25 экземпляров рыб, фасуют в полиэтиленовые пакеты или аналогичные водонепроницаемые материалы и отсылают в центральную лабораторию. Если обнаруживают несоответствие правилам отбора, рыба бракуется, и проводится повторный отбор. Средняя температура в толще проб рыбы, которые доставляются для исследования, составляет примерно минус 6 °С.

Вся поступающая рыба обезглавлена, потрошена, за некоторым исключением без хвоста, плавники сохранены. Пробы после доставки оставляют на 24 ч для размораживания и дальнейшего паразитологического исследования. На следующий день в соответствии с инструкцией визуально определяют жизнеспособность личинок гельминтов, если таковые присутствуют. Если получен неудовлетворительный результат, т.е. обнаружено наличие паразитов, портящих товарный вид или качество рыбы и рыбной продукции, но не представляющих опасности для человека, проводят повторный контроль качества рыбы и рыбной продукции аналогичного объема выборки. Результаты повторного контроля суммируются с результатами первичного, и этот суммарный результат распространяется на всю партию.

Если в выборке рыбы и рыбной продукции обнаруживают хотя бы 1 экземпляр живой личинки гельминтов, опасных для человека, данная продукция повторному паразитологическому контролю не подлежит и запрещается к употреблению, а результат является окончательным.

Если получен удовлетворительный результат, рыбу отправляют на довольствие личному составу.





Таблица 1. – Критерии инвазивности нибелиниями морской рыбы

| Вид рыбы, подвергнутой исследованию | Экстенсивность, % | Амплитуда интенсивности | Индекс обилия | Среднее число паразитов на 1 кг массы |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------------------------|
| Минтай дальневосточный              | 32,5              | 4,5                     | 0,75          | 2,15                                  |
| Сайда                               | 28                | 3                       | 0,4           | 0,61                                  |
| Камбала охотоморская                | 16                | 10                      | 0,64          | 2                                     |
| Хек тихоокеанский                   | 14,8              | 3,14                    | 0,29          | 0,65                                  |
| Навага дальневосточная              | 14,6              | 2                       | 0,22          | 0,91                                  |
| Лемонема                            | 10                | 2,5                     | 0,18          | 0,49                                  |
| Аргентина североатлантическая       | 0                 | 1                       | 0,16          | 0,6                                   |
| Треска                              | 0                 | 1                       | 0,16          | 0,5                                   |
| Сельдь океаническая                 | 0                 | 0                       | 0             | 0                                     |
| Атлантическая скумбрия              | 0                 | 0                       | 0             | 0                                     |

Данные по критериям инвазивности нибелиниями сайды, камбалы охотоморской и лемонемы носит исключительно ознакомительно-информативный характер, так как количество проб, доставленных в лабораторию, не отвечает статистической

достоверности, однако они присутствовали в нашем опыте.

Паразитологические исследования проб рыб на наличие живых или мертвых личинок отображены в таблице 2.

Таблица 2. – Содержание личинок нибелиний/анизакид в различных видах обследованных рыб

| Вид рыбы, подвергнутой исследованию | Наличие нибелиний |               | Наличие анизакид |               |
|-------------------------------------|-------------------|---------------|------------------|---------------|
|                                     | живых (+/-)       | мертвых (+/-) | живых (+/-)      | мертвых (+/-) |
| Минтай дальневосточный              | –                 | +             | –                | +             |
| Аргентина североатлантическая       | –                 | +             | –                | –             |
| Хек тихоокеанский                   | –                 | +             | –                | +             |
| Треска                              | –                 | –             | –                | –             |
| Сельдь океаническая                 | –                 | –             | –                | –             |
| Атлантическая скумбрия              | –                 | +             | –                | –             |
| Навага дальневосточная              | –                 | +             | –                | –             |
| Камбала охотоморская                | –                 | –             | –                | –             |
| Лемонема                            | –                 | –             | –                | –             |
| Сайда                               | –                 | –             | –                | –             |

Анализируя таблицу 2, можно сделать вывод, что при исследовании рыбы на предмет наличия живых личинок нибелиний и анизакид факта их обнаружения не было установлено. Однако в подавляющем большинстве видов рыб все же были обнаружены мертвые личинки. В основном они

располагались в брюшной полости, ближе к мышцам хвоста. В среднем они до 2 мм в диаметре, белого цвета, овальной формы (рисунок 3), при этом полученные данные относительно их количества в единице рыбы согласуются с литературными.



**Рисунок 3. – Мертвые личинки нибелиний  
на внутренней поверхности брюшной полости рыб**

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из 10 исследованных нами рыб наиболее поражен личинками нибелиний минтай дальневосточный. Другие морские рыбы также имеют тенденцию к инвазивности, хоть и в меньшей степени. Наши исследования согласуются с данными открытой литературы, подтверждающими факт, что минтай – это наиболее подверженный вид морской рыбы в отношении личинок цестод рода *Nybelinia surmenicola*.

В силу этого следует быть более внимательным при проведении паразитологического контроля. Несмотря на то, что глубокая заморозка мяса рыбы убивает паразитов данного рода, избыточная инвазивность мышечных тканей может являться основной причиной снижения кулинарных качеств приготовленных блюд, вследствие чего такую рыбу и рыбную продукцию следует немедленно браковать.

### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Микулич, Е. Л. Видовое разнообразие паразитофауны некоторых видов морских рыб, реализуемых в торговой сети : монография / Е. Л. Микулич. – Горки : БГСХА, 2013. – 156 с.
2. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность / О. А. Рязанова [и др.], по ред. В. М. Позняковский ; рец.: Ю. Г. Блинов, Н. Ф. Герасименко, С. А. Хотимченко. – СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2016. – 569 с.
3. Гельминтозы животных, опасные для человека / Д. Г. Латыпов; рец.: Ф. М. Соколова, Г. Р. Хасанова. – Изд. 3-е, перераб. – СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2017. – 438 с.
4. Гаевская, А. В. Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных и искусственных условиях / А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004. – 237 с.
5. Grabda, J. Marine Fish Parasitology. An outline / J. Grabda. – Warszawa : Polish Scientific Publishers, 1991. – 306 p.
6. Joon Yup Lee. Plerocercoids of *Nybelinia surmenicola* (Cestoda: Tentacularidae) in Squids, *Todarodes pacificus*, from East Sea, the Republic of Korea / Lee Yup Joon [at al.] // Korean J. Parasitol. – 2016. – Vol. 54, № 2. – P. 221–224.
7. Михайлов, С. В. Фауна паразитов минтая дальневосточных морей (состав, динамика численности, пространственное распределение и практическое значение): автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.08, 03.00.19 / С. В. Михайлов ; Биолого-почвен. ин-т ДВО РАН. – Владивосток, 2002. – 24 с.
8. Гаевская, А. В. Справочник болезней и паразитов морских и океанических промысловых рыб / А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001. – 262 с.
9. Arthur, J. R. A quantitative study of economically important parasites of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) from British Columbia waters and effects of postmortem handling on their abundance in the musculature / J. R. Arthur [et al.] // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1982. – 39, 5. – P. 710–726.
10. Ихтиопатология / Н. А. Головина [и др.], под ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауера. – М. : Мир, 2003. – С. 299–300.
11. Паразитологический контроль качества рыбы и рыбной продукции : инструкция 4.2.10-21-25-2006 : утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Респ. Беларусь 25.10.06. № 128 : текст по состоянию на 25 октября 2006 г. – Минск, 2006. – 29 с.

Пуцько А.И., кандидат технических наук, доцент  
Карпович А.М., старший преподаватель  
Цубанова И.А., старший преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

## УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА КАК ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ

### Резюме

*Животноводческие фермы и комплексы в условиях постоянного роста выпускаемой продукции увеличивают важность проблемы переработки навоза. Естественные процессы утилизации сопровождаются значительным загрязнением воздушных, почвенных и водных объемов. Хранение навоза требует использования значительных территорий, требующих специальной подготовки.*

*В статье рассматриваются современные технологии утилизации навоза, которые позволяют значительно уменьшить негативное влияние на окружающую среду, а также получить прямой и косвенный экономический эффект.*

**Ключевые слова:** животноводческий комплекс, навоз, переработка навоза, охрана окружающей среды, технологии утилизации.

### Summary

*Livestock farms and complexes in conditions of constant growth of output increase the importance of the problem of manure processing. Natural recycling processes are accompanied by significant pollution of air, soil and water volumes. Storage of manure requires the use of large areas that require special training.*

*The article discusses modern technologies for the disposal of manure, which significantly reduce the negative impact on the environment, as well as obtain a direct and indirect economic effect.*

**Keywords:** livestock complex, manure, manure processing, environmental protection, recycling technologies.

*Поступила в редакцию 09.11.2023 г.*

### ВВЕДЕНИЕ

Животноводство является одной из важнейших отраслей производства Республики Беларусь. На нее приходится более 65 % всей валовой продукции сельского хозяйства в абсолютных финансовых величинах. Последние десятилетия характеризуются постоянной положительной динамикой валового производства, произведенная продукция поступает на внутренний и внешний рынки. По многим позициям Республика Беларусь входит в число ведущих производителей животноводческой продукции.

Вместе с тем основные производители животноводческой продукции работают с опорой на крупные животноводческие предприятия, которые при этом являются значительными загрязнителями окружающей среды. Объемы производства отходов (навоза) с каждого предприятия представляют собой весомые величины. Бесспорно, большинство предприятий сельскохозяй-

ственной отрасли используют отходы в качестве естественного органического удобрения. Однако на сегодняшний день существует большое количество современных технологий переработки органических отходов [1].

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Особенностью развития животноводческой отрасли в Республике Беларусь является производство большей части товарной продукции на крупных животноводческих комплексах. При концентрации большого количества животных на ограниченной территории возможно применение интенсивных методов производства, а также осуществление должного ветеринарного контроля. Вследствие этого повышается качество и конкурентоспособность производимой продукции.

Вместе с тем концентрация большого количества животных имеет и определенные негативные стороны: предприятий

вынуждено искать компромисс между экономическим эффектом и воздействием предприятия на окружающую среду.

Острота проблемы экологического благополучия территорий стала актуальной из-за совокупности процессов, происходящих в современном обществе. Рост заинтересованности в экологическом благосостоянии начал пересекаться с необходимостью потребности в продукции сельского хозяйства. Увеличение населения планеты требует роста производства продуктов питания, тогда как сокращение сельскохозяйственных земель приводит к необходимости интенсивного использования имеющихся угодий [2].

Основным загрязнителем, формируемым при работе животноводческих комплексов, является навоз. Навоз – это естественное органическое удобрение, которое представляет собой смесь твёрдых и жидких выделений животных. В зависимости от условий содержания эти выделения могут быть смешаны с различным подстилочным материалом и остатками кормов. Использование навоза в виде удобрения является одним из условий формирования качественных почв. При внесении навоза в почву улучшается ее структура, водный и воздушный режим, физические и химические свойства, а также увеличивается активность полезных микроорганизмов. С навозом в почву поступает большое количество микроэлементов, необходимых для роста растений. Качественные характеристики навоза в значительной мере зависят от вида животного, характеристик кормления и условий содержания.

Вместе с тем, положительное влияние навоза на почву сопровождается и некоторым негативным влиянием. Полезные химические вещества соседствуют с различными нежелательными соединениями. В навозе присутствуют биостимуляторы, гигиенические средства для очистки загонных и животных, ветеринарные препараты различной природы, а также тяжелые металлы. Полезные микроорганизмы сопровождаются патогенными, различными паразитами животных, а также семенами сорных растений [3].

Скученное нахождение животных повышает вероятность развития эпидемий различных заболеваний, которые могут

распространиться и на соседние животноводческие хозяйства. В течение нескольких последних десятилетий были зафиксированы эпидемии сельскохозяйственных животных, нанесшие значительный экономический урон отрасли [4].

Современные животноводческие комплексы строятся с учетом новых технологий и современного оборудования, но и построенные ранее продолжают работу. Внедрение новых технологий и оборудования на уже существующих долгое время предприятиях сталкивается с тем, что для осуществления всех действий необходимо привлечение значительных финансовых затрат, причем их объем может превышать затраты на строительство нового объекта.

Проблемы животноводческой отрасли, характерные для многих предприятий постсоветского пространства, присутствуют и в нашей стране. Бесспорно, строительство новых современных комплексов, а также улучшение качества работы уже существующих реализуется опережающими темпами. Однако при работе этой отрасли образуется около 65 млн т навоза от КРС, 5 млн т навоза от свиней и 1,6 млн т куриного помета, что позволяет утверждать о глобальности проблемы.

Утилизация навоза представляет собой длительный технологический процесс. В зависимости от условий содержания животных удаление навоза осуществляется различными способами [5].

Классическая система содержания с использованием подстилки приводит к формированию твердого навоза, который зачастую удаляется механическим способом. Арсенал средств для механического удаления навоза представлен большим количеством как отечественных, так и зарубежных агрегатов.

Твердая форма навоза складывается на подготовленных для хранения площадках, что подразумевает наличие гидроизоляционного слоя и обваловки, препятствующих попаданию жидкой составляющей в поверхностные и подземные воды, а также в окружающую среду. Далее наступает этап его непосредственного обеззараживания, так как навоз содержит в себе различных паразитов, семена сорных растений и многое другое. Попытка использования свежего навоза в качестве удобрения на

этом этапе осложняется проходящими в нем химическими реакциями, которые угнетающе воздействуют на растения, а это уже негативно сказывается на урожае.

Промышленное животноводство широко использует технологию гидросмыва, которая чаще всего применяется при содержании животных без подстилки. Различные виды гидросмыва имеют одну важную характеристику, которая может считаться недостатком: требуются значительные объемы воды, что в разы увеличивает потребность в ней [6].

Навоз, получаемый при технологии гидросмыва, складывается в специальных ёмкостях, которые в свою очередь имеют огромные объемы, так как при гидросмыве навоз разбавляется водой в 5–10-кратном объеме (рисунок 1).



Рисунок 1. – Емкости для хранения жидкого навоза

В результате всех рассмотренных способов хранения мы получаем органическое удобрение, лишенное большинства патогенных микроорганизмов, семян сорных растений и различных паразитов. На этом этапе навоз включается в сельскохозяйственную деятельность для повышения урожайности почвы. Однако количество вносимых органических удобрений имеет свои ограничения: например, жидкого навоза – 100 м<sup>3</sup> на 1 гектар земли. Внесение твердых фракций навоза также имеет ограничения, так как способствует накоп-

Жидкий навоз имеет свои особенности. Нахождение его в емкостях должно сопровождаться разделением на фракции, которые в дальнейшем будут храниться с использованием технологии компостирования, причем обязательно проведение карантина отходов периодом не менее недели. В случае хранения жидкого навоза без разделения на фракции его необходимо перемешивать, так как при свободном хранении он легко расслаивается. Рекомендуемое время хранения твердых видов навоза – 1–3 месяца, так как именно за этот период происходит гибель патогенных микроорганизмов и пр. Способствует этому повышенная температура при аэробной ферментации. Обеззараживание жидкого навоза для КРС растягивается на 6–8 месяцев, а для свиней – до 1 года.

лению в почве органики, которая не успевает разложиться на составляющие. Если химические вещества не включаются в формирование урожайности, то они начинают мигрировать в природные сообщества [7].

Исследования различных способов интенсификации земледелия показывают, что органические удобрения остаются важной составляющей высокого плодородия наряду с использованием минеральными удобрениями. Положительное влияние органических удобрений на качество почвы

создает оптимальные условия для минерального питания растений. Вместе с тем длительные сроки хранения не являются экономически выгодными, так как требуют постоянного контроля мест хранения, где возможны чрезвычайные ситуации с разрушениями емкостей и последующим загрязнением окружающей среды.

Современный подход в повышении конкурентоспособности предприятий своим ориентиром имеет использование различных энергосберегающих технологий, одновременно поддерживающих необходимый уровень экологической безопасности. Одним из путей развития этого направления стало появление биогазовых установок, в которых навоз под действием специально подобранных штаммов бактерий подвергается активным процессам брожения. Выделяющийся при этом метан используется как источник получения энергии, которая идет на обогрев помещений, выработку электроэнергии. Выделение метана также сопровождается повышением температуры, что приводит к гибели патогенной микрофлоры, паразитов и сорных растений. Следствием работы биогазовой установки (рисунок 2) является отсутствие вредных

выбросов от навоза, получение дополнительной энергии, а также высококачественное удобрение. Количество получаемой энергии превышает потребности животноводческого комплекса, что в свою очередь позволяет иметь дополнительный эффект за счет экономии энергоносителей, поступающих со стороны.

На территории Республики Беларусь в сельскохозяйственных организациях животноводческой отрасли действует 18 биогазовых установок, производящих энергию и удобрения из различных отходов. Главная проблема развития биогазовой отрасли заключается в высокой стоимости капитальных вложений. Процесс эксплуатации установок на территории Беларуси показал, что их работа в режиме полной мощности требует, чтобы загружаемые отходы имели неизменные характеристики. Однако в сельскохозяйственных организациях этого добиться очень трудно из-за множества факторов, влияющих на характеристики отходов. Строительство биогазовой установки в большинстве стран невозможно силами средних и мелких хозяйств и осуществляется благодаря государственным дотациям [8].



Рисунок 2. – Биогазовая установка, РСДУП «Экспериментальная база “Зазерье”»

Менее распространенным является повторное использование навоза в качестве подстилки. Твердые фракции навоза подвергаются обезвоживанию и досушиванию. На выходе получается пористая рассыпчатая масса. Высокая температура в сушиль-

ных барабанах в процессе досушивания очищает навоз от патогенных возбудителей, что позволяет вторично вносить ее в подстилку. В рамках данной технологии обезвоженная фракция может быть использована для формирования компостной

массы, в этом случае слабо подверженной выделению неприятного запаха и развитию различных организмов (бактерии, насекомые, мыши и т.п.).

Высушенный навоз также может быть использован для получения топливных гранул. В этом случае сухая фракция для повышения прочности смешивается с высушенными растительными отходами, что также повысит теплотворную способность топливных гранул. Полученная при сгорании зола может свободно использоваться в качестве удобрения.

На территориях с экологическим земледелием распространённой технологией является использование дождевых червей, перерабатывающих органику навоза. Отличием от естественных процессов, происходящих в природе, является искусственное увеличение концентрации червей в единице объема, а также использование высокопродуктивных их видов. В процессе хранения отходов поддерживается оптимальная влажность и температура для существования червей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Животноводческая отрасль является одним из значительных загрязнителей окружающей среды. Естественная утилизация формирующегося навоза невозможна из-за значительных его объемов. Соответственно, существует постоянная необходимость в использовании технологий его утилизации.

Современные технологии утилизации навоза позволяют не только снизить экологическое воздействие на окружающую среду, но и получить дополнительный источник дохода. Косвенное уменьшение экологических выплат, увеличение урожайности из-за повышения качества органических удобрений улучшают финансовое состояние сельскохозяйственной организации. Уничтожение патогенной микрофлоры, семян сорных растений, личинок паразитов и многое другое уменьшают затраты хозяйства на соответствующие ветеринарные и агрохимические мероприятия.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасьев, В. Н. *Сельскохозяйственные отходы: от ликвидации до эффективного безопасного использования* / В. Н. Афанасьев, А. Ю. Брюханов // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 2012. – № 3. – С. 30–33.
2. *Санитарно-гигиеническая проблема загрязнения окружающей среды отходами животноводческих и птицеводческих комплексов* / О. Р. Ильясов [и др.] // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. – Челябинск, 2017. – Т. 5. – № 3. – С. 59–65.
3. Ляшков, М. А. *Снижение концентрации выделяемых загрязняющих веществ при разложении свиноводческих стоков* / М. А. Ляшков, Ю. Ю. Арискина // *Экология и водное хозяйство*. – 2021. – Т. 3, № 4. – С. 14–26.
4. Булах, Г. В. *Животноводческие предприятия: экологические проблемы и основные экологические требования* / Г. В. Булах, Я. В. Зачиняев, А. В. Зачиняева // *NovaInfo*. – 2016. – № 44. – С. 1–6.
5. Кольга, Д. Ф. *Животноводческие фермы и комплексы – источник экологического давления на окружающую среду* / Д. Ф. Кольга, И. М. Швед // *Агропанорама*. – 2010. – № 4. – С. 32–34.
6. Пилип, Л. В. *Промышленные свинопункты как источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами* / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, Т. Я. Ашихмина // *Известия Коми научного центра УрО РАН*. – 2021. – № 5 (51). – С. 88–91.
7. *Основы природопользования* / А. Е. Воробьев [и др.] – Ростов н/Д : Феникс, 2006. – 544 с.
8. Капустин, Н. Ф. *Биогазовые установки в Республике Беларусь* / Н. Ф. Капустин // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 2020. – Вып. 54. – С. 182–185.



Кучинский М.П., доктор ветеринарных наук, профессор  
Кучинская Г.М., научный сотрудник

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», г. Минск, Республика Беларусь

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОНТАМИНАЦИИ КОРМОВ МИКОТОКСИНАМИ И ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ МИКОТОКСИКОЗОВ ЖИВОТНЫХ

### Резюме

В статье на основе анализа литературных данных показаны современные актуальные проблемы контаминации микромицетами и их вторичными метаболитами кормов и кормового сырья для животных, а также сообщается о негативных последствиях влияния микотоксинов на живые организмы. Отмечается, что определение только 6 вторичных метаболитов грибов не позволяет объективно оценить уровень загрязнения ими кормов и сырья для их производства, а использование в сельхозпредприятиях только адсорбентов, без проведения комплекса мероприятий, недостаточно для эффективной профилактики микотоксикозов.

**Ключевые слова:** микотоксины, микотоксикозы, микромицеты, метаболиты, контаминация, корма, адсорбенты, животные.

### Summary

Based on the analysis of literature data, the article shows current topical problems of contamination with micromycetes and their secondary metabolites of animal feed and feed materials, and also reports on the negative effects of mycotoxins on living organisms. It is noted that the determination of only 6 secondary metabolites of fungi does not allow an objective assessment of the level of contamination of feed and raw materials for their production, and the use of adsorbents in agricultural enterprises alone, without carrying out a set of measures, is not enough for effective prevention of mycotoxicosis.

**Keywords:** mycotoxins, mycotoxicoses, micromycetes, metabolites, contamination, feed, adsorbents, animals.

Поступила в редакцию 04.12.2023 г.

### ВВЕДЕНИЕ

В последнее время среди специалистов-практиков животноводческой отрасли и ученых аграрного профиля значительно возрос интерес к проблеме мицелиальных грибов и вторичных их метаболитов – микотоксинов. Это связано прежде всего с изменением климата во многих регионах планеты и ростом контаминации растительных кормов микроскопическими грибами, широким применением средств защиты растений, ведущих к снижению их устойчивости к болезням, увеличением доли животных и птиц современных пород и кроссов, отличающихся повышенной чувствительностью к стрессам и микотоксинам, новыми требованиями к качеству и безопасности продукции растениеводства и животноводства, ростом числа производителей адсорбентов и объемов их выпуска, а также разработкой новых методов контроля вторичных метаболитов плесени [2, 7, 8, 17, 19].

Плесневые грибы (микромицеты) являются типичным аэробами и относятся к гетеротрофным организмам с осмотрофным типом питания, лишены хлорофилла. По численности они занимают третье место после животных и растений. Это обширная и гетерогенная группа организмов, отличающихся по морфологии, способам питания, размножения, местам обитания, механизмам адаптации к условиям среды и другим признакам. Основное отличие грибов от бактерий – наличие ядра.

Обладая высоким потенциалом выживания, микромицеты присутствуют везде – в воздухе, в поверхностных слоях пресной и морской воды, на поверхности растений, окружающих нас предметов, в кормах, продуктах питания и других органических субстратах. Но преимущественно они содержатся в почвах.

Грибы могут состоять из одной клетки или иметь многоклеточную структуру. Форма грибных клеток может зависеть от фазы развития гриба.

С учетом особенностей питания и размножения, а также адаптационных возможностей микромицетов корма для сельскохозяйственных животных и растительное сырьё, используемое для их производства, являются прекрасным субстратом для их роста. Данная фитопатогенная микробиота способна вызвать загрязнение кормовых культур на любом этапе их выращивания, уборки, сушки, переработки, транспортировки и хранения. Для кормов, пораженных грибами и микотоксинами, характерно изменение цвета, появление налета и определенного запаха, размягчение, деформация и т.д.

Паразитируя на растениях, микромицеты изменяют их клеточные структуры, химический состав, снижают устойчивость к болезням. На фоне размножения в кормовом сырье плесневых грибов и выделения ими микотоксинов снижается питательность корма, ухудшаются его вкусо-ароматические качества. При высоком содержании микотоксинов или сочетанном их влиянии возможно токсическое действие на животных и птицу, приводящее к снижению продуктивности, воспроизводительной способности, задержке роста и гибели [3, 5, 15].

По характеру действия микромицетов на организм животных их условно делят на облигатно- и условно-патогенные, токсикогенные, аллергенные и сапротрофные. Все зависит от физиологии гриба, состояния макроорганизма, на котором он обитает, и многих других факторов. Некоторые грибы могут быть одновременно патогенными, токсикогенными и аллергенными.

Проблема осложняется тем, что спорами грибов могут поражаться не только растительные, но и животные корма. Некоторые микотоксины могут кумулироваться в организме животных и передаваться через продукты питания человеку [6, 8, 13, 16].

Токсикогенные грибы условно подразделяют на две большие группы – «полевые» и «складские». Первая группа грибов поражает растения в период их вегетации и способна при благоприятных для них условиях к дальнейшему развитию в процессе хранения растительного корма. Они относятся в основном к родам *Fusarium* и *Claviceps*.

Микромицеты рода фузариум и некоторых других видов продуцируют трихо-

теценовые микотоксины, которые относятся к высокостабильным соединениям и представлены более чем 40 вторичными метаболитами.

«Складские» грибы, или плесени хранения, – это в основном микромицеты, неспособные поражать вегетирующие растения, а попадающие в зерновые и грубые корма главным образом в период их уборки и интенсивно развивающиеся в массе корма, особенно при нарушении режимов хранения. Они представлены родами *Aspergillus*, *Mucor* и *Penicillium*.

В настоящее время известно около 300 видов микромицетов, образующих более 400 видов вторичных метаболитов – микотоксинов. Потребление с кормами и кормовым сырьём около 50 из них может сопровождаться токсическими эффектами различной степени у млекопитающих и птиц. Из этого количества вторичных метаболитов микромицетов более двух десятков в настоящее время относятся к одним из наиболее вредных для организма животных и человека токсикантов.

Термин «микотоксин» (от греческих слов *mikos* – гриб и *toxikon* – яд) был впервые предложен в начале 60-х годов прошлого века после того, как исследования в этой области позволили выделять данные метаболиты в чистом виде.

Известно, что вторичные метаболиты грибов были открыты в результате поиска веществ, обладающих антибиотическими свойствами. Первым в 1961 г. был обнаружен афлатоксин, затем – охратоксин (1965), зеараленон (1966), Т-2 токсин (1968), дезоксиниваленон (1972), монилиформин (1973), фузарохроманон (1985), фумонизин (1988) и т.д. [22]. Как уже отмечалось выше, к настоящему времени идентифицировано более 400 видов микотоксинов. Они представляют собой соединения различной химической природы: органические кислоты, глюкозиды, стероиды, терпены, пептиды, фураны и др. [13, 22].

Вторичные метаболиты продуцируют плесневые грибы разных видов, принадлежащие главным образом к родам *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* и *Claviceps* [2, 8, 13, 16].

Для микотоксинов как органических веществ важным параметром является по-

лярность. Полярные микотоксины (например афлатоксины, зеараленон, часть фумонизинов) имеют заряд. Ранее полярность оценивали лишь качественно, именно по их способности растворяться в воде. Полярные вещества легко растворяются в воде, неполярные – плохо или вовсе не растворяются в ней. После обнаружения способности органических соединений распределяться в зависимости от их свойств между двумя несмешивающимися жидкостями с различной полярностью, в частности с октанолом и водой (полярная фаза), появилась возможность количественной оценки степени полярности химических соединений.

Преобладает мнение, что полярные микотоксины более эффективно связываются, чем неполярные, которые не имеют заряда и не могут удерживаться внутри адсорбента [21].

В отличие от микроскопических токсигенных грибов, микотоксины невидимы, не имеют запаха и вкуса, поэтому часто присутствуют в кормах без органолептических признаков их поражения. Одна из особенностей микотоксинов заключается в том, что они могут оставаться в корме в течение длительного времени после гибели образовавшего их гриба.

Высказывается предположение, что с биологической точки зрения микотоксины выполняют в обмене веществ микроскопических грибов функции, направленные на выживание и конкурентоспособность в различных экологических нишах.

Анализ специальной литературы показывает, что наиболее часто загрязнены микотоксинами зерновые (пшеница, ячмень, кукуруза, соя), а также шроты и жмыхи – сырьё, которое наиболее широко используется для приготовления комбикормов [7, 10, 11, 12].

Достаточно восприимчивы к плесневым грибам кормовые культуры, в частности злаковые растения, зерно которых используют в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы.

Силос из-за высокой влажности в значительной степени подвержен поражению плесневыми грибами, поэтому часто является основным источником микотоксинов. Частота поражения токсигенными грибами сочных кормов (силос, сенаж, кор-

неплоды) значительно возрастает при нарушении технологии их закладки и режимов хранения [7, 12, 16].

Кроме влажности, для роста и размножения грибов, а следовательно, и образования микотоксинов, важное значение имеет температура. Исследованиями и наблюдениями доказано, что оптимальная влажность составляет 25–30 %, а наиболее благоприятная температура находится в пределах от +25 до +50 °С.

Большинство известных микотоксинов достаточно устойчивы к воздействию физико-химических факторов. Они не разрушаются даже при длительном воздействии температур, используемых в кормопроизводстве, обработке горячим паром, сушке, длительном хранении, действии кислот и щелочей.

Микотоксины некоторых плесневых грибов имеют практическое значение, но многие весьма опасны для окружающей среды и здоровья животных.

Сообщается, что некоторые растения способны частично конъюгировать отдельные микотоксины. В такой форме их называют замаскированными микотоксинами, так как их очень сложно обнаружить, применяя традиционные методы исследований. Доказано, что конъюгированные формы микотоксинов также представляют потенциальную угрозу для здоровья человека и животных, поскольку могут преобразовываться в исходные формы в желудочно-кишечном тракте [2].

Исследования показывают, что микотоксины чаще выделяются из сырья и кормов не по одному, а в различных сочетаниях, что часто усиливает их токсическое действие за счет синергизма [1, 3, 7, 10, 16, 24], то есть взаимного усиления токсического действия, при котором конечный эффект сильнее суммы эффектов этих же вторичных метаболитов, действующих в отдельности. При этом сложные комбинации микотоксинов могут формироваться уже в поле на вегетирующих растениях.

Выраженность симптомов отравления при сочетанных микотоксикозах зависит от ряда факторов, в том числе от типа микотоксинов, их концентрации в корме, продолжительности воздействия на организм, а также от вида, пола и возраста жи-

вотного. Диагностировать такую патологию достаточно сложно, поскольку клинические проявления при поражении организма двумя и более микотоксинами характеризуются большим разнообразием [1, 14, 19, 22].

С учетом исследований последних десятилетий синергетический эффект доказан в отношении Т-2 токсина и афлатоксина, зеараленона и дезоксиниваленола (ДОНа), ДОНа и фузаровой кислоты, цитринина и пеницилловой кислоты, а также некоторых других микотоксинов.

Опасность микотоксинов состоит в том, что они обладают токсическим эффектом в чрезвычайно малых количествах и способны воздействовать почти на все органы и системы организма животных. Но все же основное отрицательное влияние связано прежде всего с их способностью ингибировать синтез нуклеиновых кислот и белка, что ведет к замедлению роста, развития, снижению продуктивности, воспроизводительной способности, антиоксидантного статуса, иммунитета и повышению устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды [1, 3, 5, 6, 13, 14, 16, 18].

Микотоксины, угнетая иммунитет, снижают эффективность вакцинации, являются одной из основных причин широкого распространения инфекционных заболеваний у животных и птиц [5, 11, 14, 23]. При этом многие исследователи указывают, что иммунодепрессивное действие микотоксинов чаще отмечается при их поступлении в организм животных в низких дозах.

Исследования на современном уровне показывают, что микотоксины влияют на обмен веществ на клеточном и молекулярном уровнях, а некоторые из них обладают гепатотоксичностью, нефро- и кардиотоксичностью, а также проявляют мутагенное, эмбриотоксическое и аллергическое действие. Некоторые (афлатоксин, зеараленон, патулин, охратоксин и фумонизин) могут обладать канцерогенными свойствами.

Микотоксины чрезвычайно термостойчивы (выдерживают температуру 100 °С и более), они способны аккумулироваться в кукурузе, зерновых, соевых бобах и других кормовых культурах. Токсикообразование возможно как при выращивании растений, так и при последующей заготовке, транспортировке и хранении кормов и

сырья в условиях, благоприятных для развития грибов.

Большинство из токсичных метаболитов грибов отличаются своим механизмом патогенного действия и проявляются развитием специфической патологии. Главным образом микотоксины поражают печень, почки, желудочно-кишечный тракт, селезенку, головной мозг [5, 15, 18, 22]. Но все же в большей степени страдает печень, поскольку именно в ней происходит детоксикация микотоксинов и других ксенобиотиков.

Под влиянием токсических метаболитов грибов у животных часто развиваются микотоксикозы. Степень их проявления зависит от множества факторов: породной и видовой принадлежности, уровня продуктивности, пола, возраста, состояния здоровья животного, а также уровня технологических стрессов, частоты и концентрации в организм токсических метаболитов.

Механизм токсического действия обусловлен тем, что вторичные метаболиты грибов обладают выраженными антибиотическими свойствами и способны вызывать дисбактериоз кишечника, в том числе и у молодняка, так как могут накапливаться в молоке [7, 8, 17, 24].

Негативное влияние микотоксинов на организм животных усиливается на фоне низкого уровня белка и жиров в рационе, дефицита витаминов, биоэлементов и других биологически активных веществ, нарушении зооигиенических условий содержания, инфекционных и паразитарных заболеваниях. Кроме того, микотоксины, имеющие сходную с антибиотиками структуру, могут способствовать развитию антибиотикорезистентности у патогенных штаммов возбудителей.

Патогенное влияние микотоксинов часто осложняется еще и нарушениями витаминно-минерального обмена, что также может отрицательно сказаться на продуктивности животных и вызвать скрытые или явно выраженные расстройства в организме. Однако основной риск для животных и птицы обусловлен концентрацией и сочетанием микотоксинов в комбикорме.

С учетом вышеизложенного, микотоксикозы наносят огромный экономический ущерб животноводству многих стран мира. Он определяется высокой заболеваемостью

мостью, вынужденным убоем и падежом животных, а также затратами, необходимыми на осуществление ветеринарных диагностических исследований и организацию лечебно-профилактических мероприятий и ежегодно оценивается в десятки миллиардов долларов США.

К микотоксинам особенно чувствительны высокопродуктивные животные, отличающиеся интенсивным обменом веществ, поэтому при высоком содержании в кормах возможно острое отравление. Но на практике чаще приходится сталкиваться с ситуацией, когда количество микотоксинов в кормах не превышает допустимых уровней, но за счет синергического влияния, а также неблагоприятного воздействия стрессов и других факторов внешней среды, возникают хронические субклинические микотоксикозы. Они, по мнению многих специалистов, наносят гораздо больший экономический ущерб, чем острые формы данной патологии [6, 17].

Ранее считалось, что проблема микотоксикозов и зараженности кормов микотоксинами для крупного рогатого скота менее актуальна в связи с тем, что микрофлора рубца жвачных якобы способна разрушать микотоксины. Однако позже было выявлено, что некоторые микотоксины оказывают антибиотическое действие на микрофлору рубца и тем самым нарушают многие его функции, в том числе ухудшают переваривание клетчатки. Это приводит не только к снижению конверсии корма, но также облегчает проникновение через стенку рубца других микотоксинов, которые при нормальном микробиоценозе обычно разрушаются. Кроме того, в процессе метаболизма в многокамерном желудке жвачных некоторые микотоксины способны образовывать более токсичные соединения, чем исходные метаболиты [12, 13, 17].

Известно, что рубец КРС обильно заселен многочисленной (до  $10^{11}$  клеток) и разнообразной микрофлорой, которая представляет активную микробиоэкосистему, дополняющую основные функции организма животного-хозяина и влияющую на функционирование всех органов и систем макроорганизма. Микрофлора рубца играет важную роль в процессе переваривания кормов, является источником био-

синтеза некоторых метаболитов, в том числе целлюлозы, необходимой для расщепления клетчатки.

По некоторым данным [16] у высокопродуктивных коров состав микрофлоры рубца настолько отличается от таковой животных с низкими удоями, что она не способна к естественной детоксикации микотоксинов. Поэтому дисбиотические изменения в микробиоценозе рубца оказывают негативное влияние не только на процессы пищеварения и усвояемость питательных веществ, но и на функционирование всех органов и систем жвачного животного.

Микотоксины представляют угрозу здоровью и жизни не только животных, но и людей, потребляющих в пищу контаминированные плесенью продукты питания.

Несмотря на актуальность проблемы микотоксикозов для животных и птиц, в нашей стране пока недооцениваются негативные последствия данных заболеваний. Беларусь находится в зоне риска, связанного с неблагоприятными погодными условиями и недостаточно высокой культурой заготовки, хранения и использования кормов. В настоящее время законодательно нормируется, а следовательно, и определяется содержание в кормах и кормовых добавках только 6 микотоксинов (афлатоксин В<sub>1</sub>, охротоксин А, Т<sub>2</sub>-токсин, зеараленон, дезоксиниваленон (вомитоксин), фумонизин В<sub>1</sub>), что не позволяет получить объективную картину контаминации и оценить реальный ущерб от микотоксикозов.

Несмотря на то, что определяют всего 6 микотоксинов, в нашей стране только 17,8–18,2 % комбикормов и сырья для их изготовления свободны от этих токсикантов [10]. По данным автора этой статьи, наиболее часто выделяется зеараленон. Так, из 941 пробы кормов и кормовых добавок он обнаружен в 55,9 % случаев со средним содержанием 0,10 мг/кг, при предельно допустимых концентрациях в готовых комбикормах для крупного рогатого скота, свиней и птицы – 0,2–2,0 мг/кг.

По результатам исследований ветеринарных диагностических лабораторий в Республике Беларусь в 2022 году в кормах с превышением максимально допустимого уровня чаще обнаруживался ДОН и Т-2

токсин, на долю которых приходилось 54,5 % и 40,9 % соответственно.

Для сравнения, компания Waters Corp., известный производитель приборов и материалов для высокоэффективной жидкостной хроматографии, определяет в кормах для сельскохозяйственных животных 33 микотоксина, среди них преобладают «новые» или «появляющиеся» токсины [21], которые у нас пока не нормируются и не определяются.

В лаборатории компании Alltech 37+® корма исследуются на 54 микотоксина [7]. В этот перечень входят афлатоксины (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>), охратоксины (А, В), цитринин, трихотеценовые микотоксины типа В (ДОН, 15-ацетил ДОН, 3-ацетил ДОН, фузаренон Х, ниваленол, ДОН-3-глюкозид), трихотеценовые микотоксины типа А (Т-2 токсин, НТ-2 токсин, диацетоксисцирпеннол, неосоланиол), фумонизины (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>), зеараленон, фузариевая кислота, а также микотоксины, продуцируемые грибами родов *Penicillium* (патулин, пеницилловая кислота, вортманнин, рокефортин С, микофеноловая кислота), *Aspergillus* (глиотоксин, стеригматоцистин, веррукулоген), алкалоиды спорыньи и группа «новых» микотоксинов (фузапролиферин, боверицин, энниатин А и В, монилиформин А, кульморин, бутенолид, альтернариол, эмодин, микофеноловая и тенуазоновая кислоты), которые продуцируют различные плесневые грибы, в том числе родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* и *Fusarium*.

Остановимся кратко на результатах исследований образцов зерна, сенажа и силоса, отобранных специалистами компании Alltech 37+® в августе-ноябре 2020 г. в хозяйствах России, Беларуси и Казахстана. Они показали, что только 0,4 % от общего числа образцов не содержали микотоксинов, а 99,6 % были контаминированы ими. При этом 96,4 % образцов были контаминированы двумя видами микотоксинов и более при среднем их количестве в одном образце – 5,5. Доля образцов с двумя микотоксинами достигала 10,9 %, тремя – 29,1, четырьмя – 10,9, пятью и семью – по 5,5, шестью – 20, семью – 14,5 %.

По результатам исследований в лаборатории компании Alltech 37+® растительного сырья только сельхозпредприятий России (урожай 2020 г.) было установлено, что среди отобранных образцов не оказа-

лось ни одного свободного от микотоксинов. При этом по встречаемости на первом месте (85,45 %) оказались «новые» микотоксины, которые в Республике Беларусь не определяются, на втором – трихотеценовые микотоксины типа В (78,18 %), на третьем – фумонизины (69,5 %).

О практически 100%-ном поражении микроскопическими грибами и их метаболитами кормов для животных сообщают и другие исследователи [12, 16].

Следует отметить, что и в странах Европы корма в высокой степени контаминированы микотоксинами. Об этом свидетельствуют данные исследований 274 образцов проб ячменя, пшеницы, тритикале, овса, сои, кукурузы, гороха, кукурузного силоса и подсолнечного шрота из 15 стран Европы, проведенные в 2020 г. Они показали, что 99,6 % образцов кормов содержали микотоксины. При этом в каждой пробе выявлено в среднем 4,4 микотоксина, причем 96 % всех проанализированных образцов содержали два и более вторичных метаболитов грибов, среди которых преобладали «новые» или «появляющиеся» токсины [7].

Сообщается также о том, что Американская фирма Phenomenex Inc., которая выпускает носители и колонки для жидкостной и газовой хроматографии, имеет возможность оценки в продуктах питания 243 микотоксинов при использовании жидкостной хроматографии с масспектрометрической детекцией [21].

В последние годы в нашей республике в качестве адсорбента широко используется трепел месторождения «Стальное» Хотимского района Могилевской области. Этот природный цеолит, при введении в состав комбикормов для высокопродуктивных коров первой половины лактации и молодняка крупного рогатого скота способствует также повышению в сыворотке крови концентрации биоэлементов (кальция, фосфора, натрия и кобальта) на 3,6–7,7 % [9].

Адсорбирующий эффект минеральных компонентов препаратов основан на взаимодействиях молекул токсинов с кристаллической решеткой природного или синтетического адсорбента, в результате чего происходит захват и выведение микотоксинов из пищеварительного тракта. В комплексных минеральных адсорбентах может сочетаться сразу несколько компонентов.

К органическим сорбентам микотоксинов относят прежде всего компоненты клеточной стенки дрожжей (чаще всего *Saccharomyces cerevisiae*), представленные такими полисахаридами, как глюканы и маннаны, называемые также этерифицированными глюкоманнанами. В качестве органических продуктов используется также хитозан, пектины и другие вещества, способные действовать в организме как сорбенты.

Адсорбирующими свойствами также обладает биомасса мицелиальных грибов и бактерий, в частности лактобактерий. Такие продукты являются хорошими нейтрализаторами, способны связывать широкий спектр микотоксинов, однако они относительно дороги.

К органическим сорбентам относят и грибы рода *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Eurotium Herbariorum*, *Penicillium*, способные инактивировать токсины за счет оригинального механизма действия.

В последнее время в практическом животноводстве все шире применяются комплексные, в том числе минерально-органические, адсорбенты. Одна из самых распространенных комбинаций в составе комплексных нейтрализаторов микотоксинов – бентониты и клеточные стенки дрожжей.

Следует отметить, что многие исследователи считают, что решить проблему, связанную с поражением токсигенными грибами сельскохозяйственных культур и контаминацией их вторичными метаболитами кормов для животных, с помощью только адсорбентов невозможно, для этого необходима комплексная стратегия их защиты [3, 8, 13, 16, 20, 22, 24]. В пользу такого подхода свидетельствуют и результаты независимых исследований по оценке эффективности связывания нескольких микотоксинов (ДОНа, зеараленона, фумонизина В1, охратоксина А, Т-2 токсина и афлатоксина В1) десятью различными коммерческими адсорбентами, в том числе препаратом Микосорб® производства компании Alltech, которые были проведены в Университете Квинс в Белфасте (Северная Ирландия) методом *in vitro* с моделированием среды желудочно-кишечного тракта моногастричных животных. Они показали, что в таких условиях только

Микосорб® смог одновременно связывать все исследуемые микотоксины с эффективностью адсорбции от 51 до 52 %.

Остальные препараты умеренно связывали афлатоксин В1 (степень адсорбции 44–58 %), а их эффективность в отношении зеараленона, фумонизина В1, охратоксина А и Т-2 токсина оказалась низкой, в отдельных случаях взаимодействия между адсорбентом и микотоксином вообще не зарегистрировали [2].

Поэтому для более эффективной профилактики микотоксикозов животных в сельскохозяйственных предприятиях необходимо проводить комплекс мероприятий, направленных на устранение или сведение до минимума уровней микотоксинов в кормах на всех этапах их приготовления, транспортировки, хранения и скармливания животным. Данные мероприятия должны включать в себя:

- своевременное и качественное проведение агротехнических приемов;
- недопущение развития токсигенных микромицетов и образования ими микотоксинов на всех этапах заготовки, хранения и использования кормов;
- контроль контаминации кормов грибами и их токсичными метаболитами;
- недопущение скармливания животным кормов, загрязненных микотоксинами в концентрациях, способных вызывать заболевание или негативно воздействовать на их продуктивность, потомство и качество получаемой продукции;
- создание условий и организацию работ по детоксикации кормов;
- повышение устойчивости организма крупного рогатого скота к действию микотоксинов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контаминация кормов микотоксинами – одна из самых больших проблем производителей комбикормов и животноводов, в том числе нашей страны. В отличие от микромицетов, продуцируемые ими микотоксины невидимы, не имеют запаха и вкуса, поэтому часто присутствуют в кормах без органолептических признаков их поражения.

Одна из особенностей микотоксинов в том, что они могут оставаться в корме в течение длительного времени даже после

гибели образовавшего их гриба, представляя серьезную опасность не только для здоровья животных, но и потребителей сельхозпродукции.

Ранее считалось, что около 25–30 % всего мирового урожая контаминировано микотоксинами, а теперь, с учетом новых возможностей диагностики, оказалось, что данный показатель гораздо выше. Поэтому в мире из-за высокого содержания микотоксинов утилизируются большие объемы зерна, которое могло бы использоваться в пищу людям и в кормах для животных.

Применение кормов, содержащих микотоксины даже в небольшой концентрации, отрицательно сказывается на здоровье и продуктивности животных. В целом токсигенные микромицеты и их вторичные метаболиты наносят огромный экономический ущерб животноводческим и птицеводческим предприятиям. Он определяется высокой заболеваемостью, вынужденным убоем и падежом животных, а также за-

тратами, необходимыми на осуществление ветеринарных диагностических исследований и организацию лечебно-профилактических мероприятий.

Бороться с микотоксикозами непосредственно на фермах и птицефабриках крайне сложно, так как практически все корма и сырье для их производства поражены вторичными метаболитами грибов, а эффективность связывания микотоксинов в желудочно-кишечном тракте животных имеющимися сегодня на рынке адсорбентами редко превышает 50 %.

С учетом вышеизложенного большинство профильных ученых и практиков считают, что успешной профилактика данных заболеваний может быть только при осуществлении комплекса мероприятий, направленных на устранение или сведение до минимума уровней микотоксинов в кормах на всех этапах их выращивания, заготовки, приготовления, транспортировки, хранения и скармливания животным.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агольцов, В. А. Клинические и клинико-лабораторные изменения при ассоциированном микотоксикозе коров, вызванном T-2 токсином *Fusarium sporotrichioides* и *Aspergillus fumigatus* и их коррекция / В. А. Агольцов, О. М. Попова, И. И. Калужный // *Аграрный научный журнал*. – 2015. – № 10. – С. 3–5.
2. Адамс, Н. Эффективность одновременного связывания нескольких микотоксинов различными адсорбентами в условиях модели желудочно-кишечного тракта *in vitro* / Н. Адамс // *Животноводство России*. – 2020. – Июнь. – С. 56–60.
3. Антипов, В. А. Система мероприятий по профилактике микотоксикозов животных и птиц / В. А. Антипов, В. В. Васильев // *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. – 2009. – № 9. – С. 18–21.
4. Безбородова, Н. А. Влияние микотоксинов на иммунную и антиоксидантную систему организма сельскохозяйственных животных / Н. А. Безбородова, М. А. Суздальцева, М. Г. Хачатрян // *Материалы междунар. науч.- практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения д.в.н, профессора Кабыша А. А.* – Троицк : Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2017. – С. 35–42.
5. Белкин, Б. Л. Патологоанатомическая диагностика болезней животных (с основами вскрытия и судебно-ветеринарной экспертизы) : учеб. пособие / Б. Л. Белкин, В. С. Прудников. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2007. – 368 с.
6. Белявский, В. Н. Токсикология. Микотоксикозы: учеб.-метод. пособие / В. Н. Белявский, М. П. Кучинский. – Гродно : ГГАУ, 2022. – 122 с.
7. Буртова, Р. Микотоксины: безопасность недопустима. Исследования образцов кормового сырья растительного происхождения (урожай 2020 г.) / Р. Буртова // *Животноводство России*. – 2021. – Март. – С. 26–30.
8. Герунова, Л. К. Профилактика микотоксикозов в животноводстве / Л. К. Герунова, В. И. Герунов, Д. В. Корнейчук // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. – 2018. – № 3(31). – С. 36–43.
9. Использование минерального адсорбента трепела в рационах высокопродуктивных коров основного периода лактации / А. И. Козинец [и др.] // *Зоотехническая наука Беларуси*. – 2011. – № 46(2). – С. 55–63.
10. Козинец, А. И. Оценка уровня поражения микотоксинами комбикормов и их компонентов в Республике Беларусь / А. И. Козинец // *Зоотехническая наука Беларуси*. – 2022. – № 57(1). – С. 210–219.



11. Кононенко, Г. П. О контаминации микотоксинами сенажа и силоса в животноводческих хозяйствах / Г. П. Кононенко, А. А. Буркин // *Сельскохозяйственная биология*. – 2014. – № 6. – С. 116–122.

12. Кормовые микотоксикозы коров в промышленном животноводстве. Причины последствия и эффективные подходы профилактики и лечения / А. А. Евглевский [и др.]. – *Ветеринарная патология*, – 2018. – С. 47–53.

13. Кузнецов, А. Ф. *Ветеринарная микология* / А. Ф. Кузнецов. – СПб. : Лань, 2001. – 416 с.

14. *Методические рекомендации по диагностике, профилактике и лечению микотоксикозов животных* / Э. М. Семенов [и др.]. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 68 с.

15. Микотоксины в птицеводстве и меры борьбы с ними / Б. Ф. Бессарабов [и др.] // *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. – 2007. – № 10. – С. 11–16.

16. Попова, С. А. Микотоксины в кормах: причины, последствия, профилактика / С. А. Попова, Т. И. Скопцова, Е. В. Лосякова // *Известия Великолукской ГСХА*. – В. Луки, 2017. – № 1. – С. 16–23.

17. Почему высокопродуктивные коровы восприимчивы к микотоксинам? / В. В. Солдатова [и др.] // *Сельскохозяйственные вести*. – 2015. – № 4. – С. 24–31.

18. Прудников, В. С. Клинические признаки и патоморфология микотоксикозов у крупного рогатого скота / В. С. Прудников, А. И. Василенко // *Селекция на современных популяциях отечественного молочного скота, как основа импортозамещения животноводческой продукции: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием, 5–8 июня 2018 г.* / Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук. – Белгород : КОНСТАНТА, 2018. – С. 288–291.

19. Разаков, Ш. И. Мониторинг микотоксикозов и выявление микотоксинов в кормах и кормовом сырье для крупных и мелких жвачных животных в Республике Таджикистан : автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук : 06.02.02 / Ш. И. Разаков; ФГБОУ ВО Моск. гос. акад. вет. мед. и биотехнологии. – М, 2019. – 23 с.

20. Рябчик, И. Микотоксикозы: профилактика и лечение / И. Рябчик // *Животноводство России*. – 2013. – № 9. – С. 56–57.

21. Сотниченко, А. Неполярные токсины в кормах. Стратегия борьбы / А. Сотниченко, В. Оханов // *Комбикорма*. – 2016. – № 1. – С. 110–113.

22. Толкач, Н. Г. *Ветеринарная токсикология: учеб. пособие* / Н. Г. Толкач, В. В. Петров, М. П. Кучинский. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 470 с.

23. Трелел месторождения «Стальное» в рационах крупного рогатого скота / М. А. Надаринская [и др.] // *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.* – Гродно, 2013. – Т. 2. – С. 127–134.

24. Чулков, А. К. О профилактике микотоксикозов животных / А. К. Чулков, М. Я. Тремасов, А. В. Иванов // *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. – 2009. – № 9. – С. 11–14.

## ПРЕПАРАТ ВЕТЕРИНАРНЫЙ ХРОМАРЦИН



ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ГИПОМИКРОЭЛЕМЕНТОЗОВ,  
ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА МОЛОДНЯКА  
И ЕГО СОХРАННОСТИ

НАНОЧАСТИЦЫ ЖЕЛЕЗА, ЦИНКА, МАРГАНЦА

- улучшают работу сердечной мышцы;
- ускоряют ключевые биохимические процессы;
- повышают обмен веществ





## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ, ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И СВИНЕЙ»

27 октября 2023 г. состоялась Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы диагностики, профилактики и лечения заболеваний крупного рогатого скота и свиней», организатором которой был Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского.

В работе конференции приняли участие более 140 специалистов из научных институтов и высших учебных заведений, областных и районных ветеринарных станций, сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь, регионов Российской Федерации и Приднестровской Молдавской Республики, а также представители прессы (журналы «Белорусское сельское хозяйство» и «Наше сельское хозяйство», газета «Навука») и специалисты Белорусской сельскохозяйственной библиотеки им. И.С. Лупиновича Национальной академии наук Беларуси.

На торжественном открытии конференции выступили заместитель Министра – директор департамента ветеринарного и продовольственного надзора Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Смильгинь Иван Иванович, академик-секретарь отделения аграрных наук НАН Беларуси Азаренко Владимир Витальевич, директор РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» Жалдыбин Владимир Викторович. Среди гостей присутствовали первый заместитель генерального директора по научной работе РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» Шейко Иван Павлович, заместитель генерального директора по научной работе РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» Будевич Александр Иванович, представители Белорусского государственного ветеринарного центра, ОАО «БелВитунифарм» и др.

После открытия состоялось пленарное заседание. Первым с докладом «Обеспечение биологической безопасности в Республике Беларусь» выступил директор РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» Жалдыбин Владимир Викторович.



Секционные выступления были объединены в 2 блока: секция № 1 «Вопросы инвазивных и незаразных болезней в ветеринарной медицине» и секция № 2 «Актуальные проблемы инфекционной патологии ветеринарной медицины и пути их решения». На секционных заседаниях были озвучены актуальные вопросы в области ветеринарии: эпизоотологический процесс при инфекционных и паразитарных болезнях крупного рогатого скота и свиней; современные методы и средства диагностики болезней животных; разработка и производство средств специфической профилактики и терапии инфекционных и паразитарных болезней; незаразные болезни крупного рогатого скота и свиней, профилактика и лечение; ветеринарные проблемы воспроизводства крупного рогатого скота и свиней; современные аспекты содержания и кормления сельскохозяйственных животных.



При подведении итогов конференции была принята резолюция:

1. Отметить, что Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы диагностики, профилактики и лечения заболеваний крупного рогатого скота и свиней» прошла на высоком научном и организационном уровне и заслуживает положительной оценки.

2. Укреплять межгосударственные научные связи для решения наиболее важных проблем по профилактике и лечению болезней инфекционной, паразитарной и незаразной этиологии; по разработке и внедрению в практику инновационных ветеринарных препаратов; по антибиотикотерапии и безопасности животноводческой продукции.

3. Объединить усилия служб и научных учреждений ветеринарного профиля стран – участниц конференции по организации биологической защиты сельскохозяйственных животных от наиболее опасных инфекционных заболеваний.

Участникам были вручены сборники материалов конференции, раздаточный материал, а также рекламная продукция, предоставленная спонсорами нашего мероприятия (ООО «Альгимед Техно», Иностранное унитарное предприятие «ВИК – здоровье животных», Представительство акционерного общества «KRKA, tovarna zdravil, d.d., Novo mesto» (Республика Словения) в Республике Беларусь, УП «MVСервис»).

Гости имели возможность пообщаться, обсудить проблемные вопросы и наладить новые научные и творческие связи.

Проведенная конференция способствовала широкому обмену достижениями ученых, повышению конкурентоспособности ветеринарной продукции в целом, совершенствованию обеспечения информацией о передовом зарубежном и отечественном опыте специалистов и руководителей научных организаций, Минсельхозпрода и сельскохозяйственных организаций. Участники конференции выразили искреннюю благодарность за высокий уровень организации и проведения мероприятия.





*Дорогие  
коллеги,  
друзья!*

От всей души поздравляем Вас  
с **Новым годом и Рождеством!**

Желаем Вам неиссякаемого  
запаса сил, крепкого  
здоровья, терпения,  
самых смелых желаний  
и скорейшего их исполнения.

Легких вам трудовых будней  
и жарких приятных отпусков!

Пусть Новый год наполнит  
Вашу жизнь радостью  
профессиональных свершений  
и теплом домашнего уюта!

