

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

Мистейко М.М. – кандидат ветеринарных наук, доцент

Костюк Н.И. – кандидат ветеринарных наук, доцент

Згировская А.А. – кандидат биологических наук

Черник М.И. – кандидат ветеринарных наук, доцент

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)

Герасимчик В.А. – доктор ветеринарных наук, профессор (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

CONTENTS

Русинович А.А., Жалдыбин В.В. ЦИФРОВИЗАЦИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	3	Rusinovich A.A., Zhaldybin V.V. DIGITIZATION OF VETERINARY ACTIVITIES	
Хомченко Н.Г. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФАУНИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	7	Khomchenko N.G. ECOLOGICAL-BIOLOGICAL AND FAUNISTIC ASPECTS OF IXODIS TICKS IN NORTH-EASTERN REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS	
Журов Д.О., Николаев С.В. МИКРОМОРФОЛОГИЯ ЖЕЛУДКА И КИШЕЧНИКА СЕРОГО ГУСЯ (<i>ANSER ANSER</i>)	12	Zhurov D.O., Nikolaev S.V. MICROMORPHOLOGY OF THE STOMACH AND INTESTINES OF THE GRAY GOOSE (<i>ANSER ANSER</i>)	
Цвирко Л.С., Науменко Т.В., Крикало И.Н. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕПТОСПИРОЗНОЙ ИНФЕКЦИИ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ	17	Tsvirko L.S., Naumenko T.V., Krikalo I.N. EPIDEMIOLOGICAL AND EPIZOOTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LEPTOSPIROSIS INFECTION IN THE SOUTH-EASTERN PART OF THE BELARUSIAN POLESIE	
Шендрик Т.В. ПАРАЗИТОФАУНА БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА <i>NEOGOBIOUS FLUVIATILIS</i> , <i>PERCIFORMES</i> , <i>GOBIIDAE</i> , В Р. БЕРЕЗИНА, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ	26	Shendrik T.V. THE PARASITE FAUNA OF THE MONKEY GOBY <i>NEOGOBIOUS FLUVIATILIS</i> , <i>PERCIFORMES</i> , <i>GOBIIDAE</i> , IN THE R. BEREZINA, REPUBLIC OF BELARUS	
Логинов Д.Н., Ли Е.Ю., Панов В.И., Темников А.А., Радкович Е.Л., Бега А.Г., Гордеев М.И., Москаев А.В. ХРОМОСОМНЫЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИЙ МАЛЯРИЙНОГО КОМАРА <i>ANOPHELES MESSEAE</i> S. L. ЦЕНТРА И ЮГА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	33	Loginov D.N., Lee E.Y., Panov V.I., Temnikov A.A., Radkovich E.L., Bega A.G., Gordeev M.I., Moskaev A.V. CHROMOSOMAL COMPOSITION OF POPULATIONS OF THE MALARIA MOSQUITO <i>ANOPHELES MESSEAE</i> S. L. OF THE CENTER AND SOUTH OF THE REPUBLIC OF BELARUS	
Смотренко Е.М., Бобрик Д.И. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЕМКОСТНОЙ СИСТЕМЫ СОСКОВ ВЫМЕНИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ	39	Smotrenko E.M., Bobryk D.I. MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE STRUCTURAL AND SPATIAL ORGANIZATION OF THE CAPACITY SYSTEM OF THE UDDERS OF HIGHLY PRODUCTIVE COWS	
Полоз С.В., Дегтярик С.М., Слободницкая Г.В. СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ИНФУЗОРИЙ ОСЕТРОВЫХ РЫБ	44	Poloz S.V., Degtyarik S.M., Slobodnitskaya G.V. METHODS OF PARASITIC INFUSORIA CONTROL OF STURGEON FISHES	
Притыченко А.Н., Кучвальский М.В., Лысенко А.П., Скворцова К.А. НЕКИСЛОУСТОЙЧИВЫЕ ФОРМЫ <i>MYSOBACTERIUM SMEGMATIS</i> И МИКОБАКТЕРИЙ ТУБЕРКУЛЕЗА	52	Prytychenko A.N., Kuchvalsky M.V., Lysenko A.P., Skvortsova K.A. NON-ACID-FAST FORMS OF <i>MYSOBACTERIUM SMEGMATIS</i> AND MYCOBACTERIA OF TUBERCULOSIS	
Новикова О.Н., Ананчиков М.А., Мистейко М.М., Красникова Е.Л. ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭПИЗОТИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОВ <i>CLOSTRIDIUM PERFRINGENS</i> , ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	59	Novikova O.N., Ananchikov M.A., Mistseika M.M., Krasnikova E.L. STUDY OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF EPIZOOTIC ISOLATES <i>CLOSTRIDIUM PERFRINGENS</i> ISOLATED FROM CATTLE IN LIVESTOCK FARMS OF THE REPUBLIC OF BELARUS	
ПАМЯТИ ЛИННИКА ВЛАДИМИРА ЯКОВЛЕВИЧА (1928–2023)	63	IN MEMORY OF LINNIK VLADIMIR YAKOVLEVICH (1928–2023)	
К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ МИРОСЛАВА ВИКТОРОВИЧА ЯКУБОВСКОГО (1938–2021)	64	TO THE 85TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF MIROSLAV VIKTOROVICH YAKUBOVSKY (1938–2021)	

Компьютерная верстка: Лукьянова И.А.

Подписано в печать 30.05.2023 г.

Формат 60x84^{1/8} Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Уч.-изд. л. , усл. печ. л. 7,44. Тираж 100 экз. Заказ №

220063, г. Минск, ул. Брикета, 28. E-mail: bievml@tut.by; office@bievm.by; knir@tut.by; knir@bievm.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.

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

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

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Резюме

Технологические инновации в современных условиях приведут к революционному прорыву во всех сферах человеческой общества. Ветеринарная деятельность не является исключением, особенно в части болезней животных и безопасности животноводческой продукции. Эффективное осуществление ветеринарной деятельности возможно при наличии современных технологий и доступности информационной инфраструктуры. Такой подход можно осуществить только в рамках соответствующей государственной программы, реализация которой позволит трансформировать ветеринарную деятельность и направить ее на инновационный путь развития, основанный на цифровизации.

Цифровизация ветеринарной деятельности позволит повысить ее эффективность, снизить затраты на ее проведение и в целом обеспечить более высокую степень ветеринарного благополучия страны.

Ключевые слова: четвертая индустриальная революция, цифровизация, ветеринарная деятельность, заразные болезни, животноводческая продукция, информационная инфраструктура.

Summary

Technological innovations in modern conditions will lead to a revolutionary breakthrough in all spheres of human society. Veterinary activities in these conditions are also no exception, especially in terms of animal diseases and the safety of livestock products. Effective implementation of veterinary activities is possible with the availability of modern technologies and the availability of information infrastructure. Such an approach can only be implemented within the framework of an appropriate state program, the implementation of which will allow transforming veterinary activity and directing it to an innovative development path based on the digitization.

The digitalization of veterinary activities will increase its efficiency, reduce the costs of its implementation and, in general, ensure a higher degree of veterinary well-being in the country.

Keywords: fourth industrial revolution, digitalization, veterinary activities, contagious diseases, livestock products, information infrastructure.

Поступила в редакцию 06.01.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Современная история человеческого общества характеризуется внедрением и реализацией достижений так называемой четвертой индустриальной революции, которая кардинально изменяет суть общества касательно условий проживания, работы, отношений между людьми и т.д. Нынешние масштабы и сложности этих перемен человечеству еще никогда не доводилось испытывать. Дальнейшее развитие событий в этом направлении трудно предвидеть, но уже сейчас очевидно, что они затронут все группы и слои человечества, все профессии, в целом практически все сферы человеческого общества.

Четвертую индустриальную революцию еще называют цифровой. Она характеризуется слиянием технологий и стиранием граней между физическими, цифровыми и

биологическими сферами. Предполагается, что ее реализация позволит поднять уровень жизни всего человечества. Технологические инновации должны привести к революционному прорыву в области эффективности и производительности труда, снижению стоимости транспорта и коммуникаций, повышению эффективности логистики и глобальных сетей, открытию новых рынков, уменьшению стоимости товаров в торговле, позволит изменить подходы в области науки, образования, здравоохранения и других областях человеческой деятельности. В итоге она повлияет на идентичность людей и все, что с ней связано. Более того, обострение современных глобальных проблем, возникновение разноплановых кризисных явлений обуславливает необходимость кардинальных изменений в различных сферах общества.

Ветеринарная деятельность также не является исключением. Заразные болезни всегда были крайне серьезной проблемой как для животных, так и для здоровья людей. Исторические события свидетельствуют о разрушительном влиянии повальных заразных болезнях животных на сельское хозяйство и обеспечение населения продовольствием. В прошлом столетии и начале нынешнего они по-прежнему дают о себе знать. Ранее чума крупного рогатого скота, сап и мыт лошадей, чума свиней, сибирская язва и ряд других заразных болезней, а в прошедшем столетии и начале текущего – ящур, высокопатогенный грипп птиц (ВПП), губкообразная энцефалопатия крупного рогатого скота (ГЭ КРС) и другие по списку Международного эпизоотического бюро (МЭБ) являются характерными тому примерами.

Более того, в последние десятилетия появились и получили распространение в мире новые так называемые эмерджентные опасные инфекции и паразитозы, которые являются проблемой как в гуманитарной, так и в ветеринарной медицине. ГЭ КРС и другие прионные болезни, респираторно-репродуктивный синдром свиней (РРС), нодулярный дерматит (НД), атипичная пневмония, экзотическая лихорадка долины Рифт, коронавирусная инфекции COVID-2019 и ряд других заразных патологий оказали и оказывают серьезное влияние как на людей, так и животных.

Масштабные эпизоотии и панзоотии как животных, так и человека с высокими летальными последствиями зачастую приобретают в современном мире характер гуманитарных катастроф и имеют социальное и даже политическое значение.

Цифровизация в ветеринарной деятельности необходима для повышения эффективности и устойчивости ее функционирования посредством существенных изменений: в управлении на всех уровнях; организации и проведении ветеринарных мероприятий; снабжении ветеринарными средствами; финансовом, материально-техническом и кадровом обеспечении и т.д.

Для подготовки статьи использованы подвергнутые анализу материалы, полученные при участии в:

- реализации в 2010–2014 гг. Программы Международной финансовой кор-

порации «Оказание консультативной помощи в Республике Беларусь по совершенствованию системы обеспечения безопасности пищевых продуктов» и проекта ЕС «Поддержка инфраструктуры качества в Республике Беларусь. Безопасность пищевых продуктов»;

- составе рабочих групп Евразийской экономической комиссии ЕврАзЭС при разработке технических регламентов (ТР ТС 024/2011, ТР ТС 033/2013) и технического нормативного правового акта ЕАЭС по формированию единых подходов при осуществлении ветеринарного лабораторного контроля в рамках Таможенного союза и Единого экономического пространства;

- обучающих семинарах МЭБ, Комиссии Кодекс Алиментариус в период 2005–2014 гг.;

- работе международных конференций.

Использованы также информация Министерства иностранных дел Республики Беларусь по запросам Министерства сельского хозяйства и продовольствия относительно ветеринарной деятельности в 41 стране мира 4 континентов планеты (2009 г.) и данные литературных источников по странам мира с 2000 года по настоящее время [1, 2, 3, 4, 5, 6].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Проводимый анализ имеющихся материалов свидетельствует о том, что с каждым годом все более широкое применение находят информационные и телекоммуникационные технологии, происходит активная цифровизация процессов деятельности различных сфер жизни человеческого общества. Характерно это и для животноводческой отрасли. В настоящее время лидерами на национальном уровне в реализации стратегий цифровизации сельского хозяйства являются развитые страны Западной Европы и Северной Америки.

В ряде этих стран с развитым животноводством сегодня уже можно, не отходя от компьютера, следить за состоянием здоровья и продуктивности животных, синхронизировать и сохранять данные для дальнейшего анализа, принятия решений, можно отследить все этапы производства, начиная от подачи корма и заканчивая ветеринарно-санитарным состоянием помещений.

Применяются чипы, посредством которых передаются данные о физиологическом состоянии животного. Также для контроля состояния здоровья животных и прослеживаемости животноводческой продукции применяется штрихкодирование, по содержанию которого посредством информационных систем можно получить все данные: от рождения животных до получаемой от них продукции на прилавках торговой сети. При помощи компьютера или простого планшета можно не только получать необходимую информацию, но и

управлять многими процессами в производственной цепочке (проводить осмотр животных, контролировать их физиологическое состояние, время проведения ветеринарных мероприятий, управлять на расстоянии технологическими процессами при производстве и переработке продукции животного происхождения и т.д.).

Примером может служить штрихкодирование мясной продукции на одном из мясоперерабатывающих предприятий Франции (рисунок).

Вакуумные продукты



→ Номер разделочного цеха ФР
42.187.002.CE

→ Номер серии

→ DLC

→ Характеристика:
категория породы

→ Масса

Рисунок. – Пример идентификации и прослеживаемости мяса по штрихкодам во Франции («DE Sigarev»)

Цифровизация ветеринарной деятельности возможна только при наличии соответствующего законодательства, финансового обеспечения, материально-технической и экономической базы, подготовленных специалистов в области информационных технологий.

Успех в работе руководителя или специалиста в настоящее время определяется не только умениями применять профессиональные знания в той или иной сфере деятельности, но и возможностями использования информационных технологий, компьютерной и вычислительной техники.

В этом плане заслуживает внимание опыт использования информационных технологий и компьютерной техники ветеринарными специалистами ГУ «Минская районная ветеринарная станция». По численности объектов ветеринарной деятельности, количеству и объемам проводимых ветеринарных мероприятий, обусловленных сте-

пенью ветеринарного благополучия, с учетом места расположения и ряда других особенностей эффективно осуществлять ветеринарную деятельность без использования современных научных данных и передового опыта на территории района было проблематично. Еще в 2000–2001 гг. в Минской райветстанции было приобретено 6 компьютеров, которые объединили в локальную информационную сеть.

В сложившихся условиях при значительных объемах проведения ветеринарных мероприятий использование компьютерной и вычислительной техники специалистами районной ветеринарной станции и ветеринарной лаборатории позволяет оперативно осуществлять учет, анализ и принятие соответствующих решений по результатам проводимой работы, а также получать необходимую информацию по сети Интернет.

В настоящее время вычислительная и информационная техника имеется во всех районных и городских ветеринарных станциях республики, и применяется она в основном на локальном уровне. В таких условиях ее использование ввиду объективных и субъективных предпосылок недостаточно эффективно. Отсутствие специалистов этого профиля, соответствующих программ, ограниченный доступ к глобальным системам, в том числе межгосударственным, участие в международных проектах по ветеринарии с использованием цифровых технологий и ряд других факторов не дают в полной мере реализовать возможности информационно-вычислительной техники, тем более в ее цифровом варианте, в ветеринарной деятельности. Такая ситуация наблюдается не только в районных ветеринарных станциях, но и во всей ветеринарной структуре страны.

В Латвийской академии сельскохозяйственных и лесных наук понимают значимость цифровизации. Здесь, кроме подготовки специалистов по своему профилю, реализуется участие в международном проекте 4D4F относительно контроля здоровья животных в рамках тезиса «Здоровое животное – безопасное продовольственное сырье», проекта DISARM по проведению мероприятий, направленных на снижение применения антибиотиков в животноводстве. В рамках государственных программ проводятся работы по производству пищевых продуктов без ГМО, аллергенов и по другим направлениям. Без современного цифрового обеспечения участие в этих проектах вряд ли было бы возможным.

Эффективное осуществление ветеринарной деятельности возможно при наличии современных технологий и доступности информационной инфраструктуры как совокупности информационных центров, подсистем, банков данных и знаний, систем связи, центров управления, аппаратно-программных средств и технологий обеспечения сбора, хранения, обработки и передачи информации. Внедрение в ветеринарную деятельность интеллектуальных машин, которые могут анализировать и диагностировать различные проблемы без вмешательства человека, позволит выйти на совершенно новый уровень развития, и это только часть перспектив, которые возможны в рамках реализации достижений четвертой индустриальной революции. Такой подход можно осуществить только в рамках соответствующей государственной программы, реализация которой позволит трансформировать ветеринарную деятельность и направить ее на инновационный путь развития, основанный на цифровизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровые технологии в ветеринарии позволят повысить эффективность ветеринарной деятельности, снизить затраты на ее осуществление и в целом обеспечить более высокую степень ветеринарного благополучия страны.

Полноценное внедрение цифровых технологий возможно в рамках государственной программы с учетом научных достижений и мирового передового опыта.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Кодекс здоровья наземных животных МЭБ. – 19-е изд. – Париж, 2010. – С. 79–84.
3. Радченко, Н. В. Цифровая трансформация аграрного сектора Беларуси / Н. В. Радченко, Е. В. Соколовская, С. В. Радченко // Аграрная экономика. – 2021. – № 4. – С. 50–59.
4. Регламент (ЕС) № 882/2004 Европейского Парламента и Совета от 29 апреля 2004 года 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/norm-doc/EC/reg-882-2004.pdf>. – Дата доступа: 05.01.2023.
5. Русинович, А. А. Наука, питание и здоровье / А. А. Русинович // Наше сельское хозяйство. – 2019. – № 20. – С. 4–10.
6. Информационные технологии в ветеринарном деле / А. А. Русинович [и др.] // Ветеринарная медицина Беларуси. – 2002. – № 4. – С. 8.

Хомченко Н.Г., ассистент

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

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФАУНИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Резюме

В статье приведены данные по видовому составу и эколого-биологическим особенностям иксодовых клещей в условиях северо-восточного региона Республики Беларусь. Приведена видовая идентификация имагинальных стадий развития иксодовых клещей, место каждого вида в иксодофауне, а также динамика паразитирования и сезонная активность наиболее распространенных видов иксодид, их эколого-биологические особенности в условиях северо-восточного региона Республики Беларусь, а также распространение и периоды максимальной активности иксодид в различных ландшафтно-географических зонах данного региона. На территории северо-восточного региона Республики Беларусь выявлены два вида клещей, относящихся к семейству Ixodidae: *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*.

Ключевые слова: иксодовые клещи, противоклещевые мероприятия, клещевые инфекции, трансмиссивные болезни, иксодофауна, трансовариальная и трансфазная передача.

Summary

The article presents data on the species composition and ecological and biological characteristics of ixodid ticks in the conditions of the northeastern region of the Republic of Belarus. Species identification of the preimaginal and imaginal stages of development of ixodid ticks, the place of each species in the ixodofauna, as well as the dynamics of parasitism and seasonal activity of the most common ixodid species, their ecological and biological features in the conditions of the northeastern region of the Republic of Belarus, as well as the distribution and periods of maximum activity are given. ixodid within the various landscape-geographical zones of the region. The territory of the north-eastern region of the Republic of Belarus is represented by two species of ticks belonging to the Ixodidae family: *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus*.

Keywords: ixodid ticks, anti-tick measures, tick-borne infections, vector-borne diseases, ixodofauna, transovarial and transphasic transmission.

Поступила в редакцию 12.12.2022 г.

ВВЕДЕНИЕ

Ландшафтно-географические и климатические особенности северо-восточного региона Республики Беларусь создают благоприятные условия для циркуляции возбудителей трансмиссивных инфекций. Фауна переносчиков этих инфекций представлена иксодовыми клещами, которые имеют важное эпизоотологическое значение. Это выражается главным образом экономическим ущербом, который приводит к снижению веса продуктивных животных и надоев у коров [2]. Таким образом, ветеринарная наука все чаще обращает внимание на изучение клещей семейства *Ixodidae* как на переносчиков инфекционных и инвазионных болезней [8].

Причиной нарастающего интереса к этой проблеме для данного региона является

наличие зарегистрированных случаев инвазионных болезней, которые раньше не были характерны для данной местности и фактором передачи которых являются иксодовые клещи [3]. Среди трансмиссивных инфекционных болезней, встречающихся в северо-восточном регионе Республики Беларусь, особое медико-ветеринарное значение имеют клещевой энцефалит, боррелиозы, анаплазмозы и пироплазмозы сельскохозяйственных животных [5, 7]. В настоящее время доказано, что клещи многих видов передают возбудителей этих болезней несколькими последующим своим поколениям, способствуя сохранению инвазии в природе [8]. Клещи передают возбудителей не механически, а являются биологическими переносчиками. Возбудители в теле клеща проходят определенный этап

своего развития и выделяются чаще всего со слюной при укусе. Укусы клещей опасны и для человека [10].

Дальнейшее развитие животноводства, повышение продуктивности и рентабельности данной отрасли невозможно без организации и проведения эффективных мер защиты животных от иксодовых клещей. Поэтому на первом этапе борьбы с ними необходимо изучить видовой состав и распространение наиболее значимых видов иксодовых клещей в северо-восточном регионе Республики Беларусь, их эколого-биологические особенности.

Специальные исследования по изучению иксодовых клещей на территории Беларуси проводились в 60-х годах прошлого столетия. Наиболее полная сводка о видовом составе иксодид, распространении, биологии на территории Беларуси содержится в монографии И.Т. Арзамасова [1]. Автор сообщает, что на территории Беларуси обитает 9 видов иксодовых клещей. В более поздних работах Б.П. Савицкого, Г.А. Ефремовой, Л.И. Карпук [6] проведена ревизия их фауны. В настоящее время в списке значатся находки 12 видов, из которых повсеместно встречаются и наиболее многочисленны 2 вида: *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus* [6]. Эти виды регистрируются как в природных биоценозах, так и в антропогенных ландшафтах.

Цель работы – провести видовую идентификацию имагинальных стадий развития иксодовых клещей, место каждого вида в иксодофауне, ареалы и характер распространения в их пределах, динамику паразитирования и сезонную активность наиболее распространенных видов иксодид, их эколого-биологические особенности в условиях северо-восточного региона Республики Беларусь.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для настоящей статьи послужили данные сбора и изучения видового состава, а также численности и биотопического распределения иксодовых клещей в северо-восточном регионе Республики Беларусь, определена сезонная динамика их активности.

Сбор проводили в лесных биотопах Оршанского, Сенненского и Шумилинского районов Витебской области и прилегающих к ним местам отдыха населения. Учеты

численности имаго иксодовых клещей выполняли по общепринятой методике [9] с марта по октябрь посредством сбора их на флаг из вафельной ткани размером 60×100 см на разнотравных лугах и в смешанных лесах. В связи с особенностями суточного хода активности половозрелой стадии клещей учеты проводили в период его максимума: в ясные дни – в 6–8 часов утра и 19–20 часов вечера, а также после спада жары до наступления сумерек или вечернего понижения температуры. Протяженность маршрута составила 1 км (флаго/км). Имаго иксодовых клещей фиксировались в 70°-ном этиловом спирте [9]. Численность считали высокой при сборе более 30 экз. клещей на 1 флаго/км, средней – 11–30, низкой – менее 10. Отловленных клещей подвергали лабораторным исследованиям, на основании чего учитывалась фаза их развития. Видовую принадлежность устанавливали при помощи микроскопа с использованием определителя клещей [4].

За весь период исследования было собрано 869 экземпляров клещей и установлена их видовая принадлежность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований на территории северо-восточного региона Республики Беларусь нами установлено два вида иксодовых клещей – *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*. Первый из них характеризуется высокой численностью, чрезвычайно широким кругом прокормителей, а также наибольшей агрессивностью по отношению к человеку и сельскохозяйственным животным, имеет решающее эпидемиологическое значение как основной переносчик возбудителей инфекций и инвазий [6]. Его доля в популяции иксодид составила 81,30 % (707 экз.), тогда как доля *D. reticulatus* – 18,70 % (162 экз.) соответственно (рисунок 1).

Для оценки численности иксодовых клещей были выбраны наиболее типичные биотопы – лесные массивы, представленные участками смешанного леса, ольшаников и сосняков, и открытые пространства, прилегающие к местам отдыха населения. На данных территориях зарегистрировано 2 вида иксодовых клещей – *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus* (рисунки 2, 3).

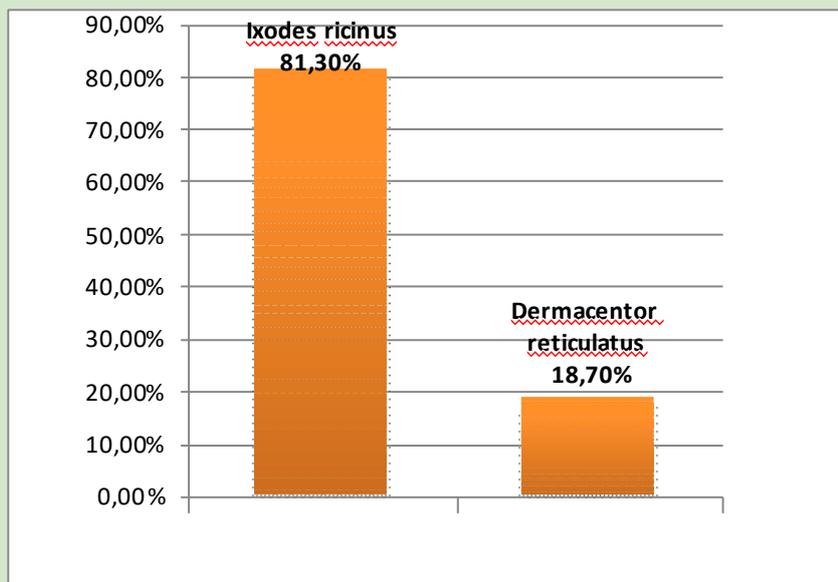


Рисунок 1. – Видовое разнообразие иксодовых клещей и их процентное соотношение в сборах



Рисунок 2. – *Ixodes ricinus*



Рисунок 3. – *Dermacentor reticulatus*

В ходе наблюдений нами было установлено, что наиболее характерными станциями обитания клещей рода *I. ricinus* в северо-восточном регионе Республики Беларусь являются лиственные и хвойно-лиственные леса.

Вид *D. reticulatus* в силу своих экологических особенностей обладает хорошо

очерченным ареалом распространения. Стации обитания данного вида – кустарниковые биотопы и ольшаники, опушки леса, заливные луга, также они встречаются в лесах, расположенных около водоемов. В лиственных и хвойно-лиственных лесах клещи этого вида не встречались.

Таблица 1. – Стации обитания иксодовых клещей в пределах ландшафтно-географических зон северо-восточного региона Республики Беларусь

Стации обитания	<i>I. ricinus</i> (экз.)	<i>D. reticulatus</i> (экз.)
Лиственные леса	420	-
Хвойно-лиственные леса	211	-
Ольшаники	-	54
Кустарники	-	63
Открытые пространства (места отдыха населения)	76	-
Заливные луга	-	43
Итого	707	162

Таблица 2. – Период сезонной активности иксодовых клещей на территории северо-восточного региона Республики Беларусь

	Активность иксодовых клещей по декадам																										
	март			апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь					
Клещи семейства <i>Ixodidae</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			

-  – диапауза иксодовых клещей
-  – выход иксодовых клещей с диапаузы
-  – минимальная активность иксодовых клещей (менее 10 экз. на флаго/км)
-  – максимальная активность иксодовых клещей (более 30 экз. на флаго/км).

Из таблицы 2 видно, что выход иксодовых клещей с диапаузы отмечается в 3-й декаде марта. Единичные экземпляры клещей (менее 10 экз. на флаго/км) встречались с 1-й по 2-ю декаду апреля, а их максимальная численность (более 30 экз. на флаго/км) пришлась на период с 3-й декады апреля по 3-ю декаду июня. Летом (с 1-й декады июля по 3-ю декаду августа) произошло резкое снижение активности взрослых и нарастание активности молодых фаз, а осенью (сентябрь-октябрь) наступает вторая волна максимальной активности иксодид.

Имагинальные стадии обоих видов в качестве прокормителей предпочитают домашних и диких млекопитающих. Клещи способны нападать и на человека [6]. Главной особенностью этих видов и ролью в циркуляции передаваемых ими возбудителей является способность к трансвариальной и трансфазной передаче возбудителей, что обеспечивает долготелее существование природных очагов инфекций. Основное отличие обоих видов как переносчиков состоит в том, что клещ *I. ricinus* развивается по 3-4-летнему жизненному циклу, а *D. reticulatus* – по однолетнему. Это определяет судьбу передаваемых ими возбудителей и многолетние особенности динамики очагов [9].

Клещи рода *I. ricinus* имеют важное эпизоотологическое и эпидемиологическое

значение. Они переносят возбудителей бабезиоза, анаплазмоза и франсаиеллеза крупного рогатого скота, вируса шотландского энцефалита овец, возбудителей туляремии и вируса клещевого энцефалита человека. В половозрелой фазе *D. reticulatus* переносит возбудителей пироплазмоза и нутталлиоза лошадей, анаплазмоза крупного рогатого скота и пироплазмоза собак [3].

Численность клещей в последние годы, по данным энтомологического мониторинга, остается достаточно высокой. Клещи начинают проявлять свою активность, когда температура воздуха становится 4–6 °С, с повышением температуры их активность увеличивается. Мягкая зима и влажное лето способствуют увеличению их численности в природе.

Анализ и результаты собственных энтомологических исследований показали, что повсеместно распространенными и важными в эпидемиологическом и эпизоотическом плане в северо-восточном регионе Республики Беларусь являются два вида пастбищных иксодовых клещей: *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*. Что касается сведений о пространственном распределении иксодовых клещей, то не только в отечественной, но и в зарубежной литературе они не многочисленны [4, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Природно-климатические условия северо-восточного региона Республики Беларусь благоприятствуют выплоду и развитию иксодовых клещей, которые имеют очень важное эпизоотологическое и эпидемиологическое значение. Фауна переносчиков представлена двумя видами клещей, относящихся к семейству *Ixodidae*, – *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*.

Подводя итоги зонального распространения иксодовых клещей, следует отметить, что массовое нахождение отдельных видов иксодид приурочено к определенным стадиям. Так, стадиями обитания клещей рода *I. ricinus* являются лиственные и хвойно-лиственные леса. Стации обитания клещей рода *D. reticulatus* – кустарниковые биотопы и ольшаники, опушки леса, заливные луга, а также леса, расположенные около водоемов.

Таким образом, изучение экологических и биологических особенностей иксодовых клещей, обитающих в северо-восточном регионе Республики Беларусь, выявило высокую приспособленность к обитанию в данной местности. К характерным экологическим особенностям клещей относится сезонность активизации и паразитирования всех фаз развития, благодаря чему обеспечивается сезонность размножения, развития яиц, метаморфоза личинок и нимф.

С двумя видами широко распространенных пастбищных иксодовых клещей (*Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*) связаны возбудители болезней животных и человека, что необходимо учитывать при проведении противоклещевых мероприятий и оценке их значимости для здравоохранения и ветеринарной медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзамасов, И. Т. Иксодовые клещи / И. Т. Арзамасов. – Минск : Издательство Академии наук Белорусской ССР, 1961. – 131 с.
2. Ганиев, И. М. Клещи – паразиты и переносчики болезней скота / И. М. Ганиев. – Махачкала : Даг. кн. изд-во, 1979. – 80 с.
3. Капустин, В. Ф. Атлас паразитов крови животных и клещей иксодид / В. Ф. Капустин. – М. : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1955. – 215 с.
4. Клещи фауны Беларуси : каталог / сост. И. В. Чикилевская [и др.]. – Минск : Навука і тэхніка, 1998. – 224 с.
5. Коренберг, Э. И. Клещевой энцефалит / Э. И. Коренберг // Природная очаговость болезней. Исследования Института Гамалеи РАМН. – М., 2003. – С. 35–62.
6. Магеррамов, С. Г. Фауна иксодовых клещей и ее роль в передаче кровепаразитарных болезней крупного рогатого скота / С. Г. Магеррамов, М. А. Сейидов // Аграрная наука. – 2017. – С. 26–28.
7. Савицкий, Б. П. Пастбищные виды иксодовых клещей в Беларуси и итоги изучения их роли в патологии человека и домашних животных / Б. П. Савицкий, Г. А. Ефремова, Л. И. Карпук // Экология и животный мир. – Минск. – 2008. – № 1. – С. 11–22.
8. Успенская, И. Г. Иксодовые клещи, их медико-ветеринарное значение / И. Г. Успенская, Ю. Н. Коновалов. – Кишинев, 1974. – 28 с.
9. Филлипова, Н. А. Иксодовые клещи подсемейства *Ixodinae*. Фауна СССР. Паукообразные : в 4 т. / Н. А. Филлипова. – 1977. – Т. 4. – 396 с.
10. Ятусевич, А. И. Арахноэнтомозные болезни животных : монография / А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 304 с.

Журов Д.О., кандидат ветеринарных наук, доцент
Николаев С.В., ветеринарный врач

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

МИКРОМОРФОЛОГИЯ ЖЕЛУДКА И КИШЕЧНИКА СЕРОГО ГУСЯ (*ANSER ANSER*)

Резюме

В работе приводятся результаты морфологического изучения органов пищеварительного канала одного из представителей пернатой дичи Республики Беларусь – серого гуся (*Anser anser*).

Установлено, что слизистая оболочка железистого желудка достаточно толстостенная, с большой плотностью сложно разветвленных желудочных желез на условную единицу площади, открывающихся в многочисленные выводные протоки. Мышечная пластинка слизистой оболочки железистого желудка фрагментирована, и отдельные ее миоциты проникают между железами, что способствует более эффективному выведению их секрета. Также имеется подслизистый слой, что, по нашему мнению, связано с количеством и составом выделяемого желудочного сока. Этим можно объяснить и наличие в данном отделе желудка толстостенной мышечной оболочки. При этом кутикула мышечного отдела желудка относительно тонкая, с исчерченной поверхностью. В слизистой оболочке тонкого отдела кишечника установлено наличие по всей поверхности крипт, высоких кишечных ворсинок, плотно расположенных относительно друг друга. Данная особенность характеризует повышенную всасывающую способность слизистой оболочки тонкого отдела кишечника и рассматривается как компенсация его анатомического размера.

Ключевые слова: серый гусь, пищеварение, органы, морфометрия, гистологическое исследование.

Summary

The paper presents the results of a morphological study of the organs of the digestive canal of one of the representatives of the game birds of the Republic of Belarus – the gray goose (*Anser anser*).

It has been established that the mucous membrane of the glandular stomach is quite thick-walled, with a high density of complexly branched gastric glands per conventional unit of area, opening into numerous excretory ducts. The muscular plate of the mucous membrane of the glandular stomach is fragmented and some of its myocytes penetrate between the glands, which contributes to a more efficient removal of their secret. There is also a submucosal layer, which, in our opinion, is associated with the amount and composition of secreted gastric juice. This can explain the presence of a thick-walled muscular membrane in this part of the stomach. At the same time, the cuticle of the muscular part of the stomach is relatively thin, with a striated surface. In the mucous membrane of the small intestine, the presence of crypts, high intestinal villi and their dense arrangement relative to each other was established over the entire surface. This feature characterizes the increased suction capacity of the mucous membrane of the small intestine and is considered as compensation for its anatomical size.

Keywords: gray goose, digestion, organs, morphometry, histological examination.

Поступила в редакцию 07.03.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Среди восполняемых природных ресурсов животного мира пернатая дичь имеет важное значение. Она является традиционным объектом как промысловой, так и любительской охоты [4, 10]. Мясо этих птиц (серые гуси, куропатки, тетерева, глухари, рябчики, канадские казарки, вальдшнепы и др.) отличается своеобразным вкусом, высокой питательностью, считается высоко диетическим и экологически чистым продуктом. При этом данная категория птиц играет важнейшую биологическую роль в круговороте веществ в биогео-

ценозах, способствуя поддержанию стабильности трофических связей в сфере обитания представителей животного мира [8]. В настоящее время снижение запасов пернатой дичи происходит в результате общего сокращения площади свойственных угодий, их интенсивного хозяйственного освоения ввиду увеличения количества охотников-любителей, наличия хищников, а также заразных болезней самих птиц [3, 9].

По данным орнитологов, в Беларуси серые гуси (рисунок 1) гнездятся только в пойме реки Припять и в Витебской обла-

сти, а в остальных регионах страны их можно увидеть только во время весенних и осенних перелетов на зимовку и обратно. Улетают на зимовку они в октябре, возвращаются в апреле. География мест зимовки серого гуся очень обширная: их стаи можно встретить на африканском и европейском побережье, на островах Великобритании, на территории Китая, Индии и ряда арабских стран. Местом кормежки могут быть прошлогодние поля гороха или кукурузы, поля, засеянные озимыми культурами. Во время гнездовья гуси питаются в основном водной растительностью, доставая из-под воды ее мягкие стебли и корешки [10].

Многочисленные научные публикации по данной проблеме в основном содержат информацию по строению и морфометрическим показателям органов пищеварительного канала сельскохозяйственной птицы [1, 2, 5]. При этом в отношении диких птиц подобные исследования – редкость, а имеющиеся данные носят отрывочный и разрозненный характер. С учетом этого **целью наших исследований** явилось установление гистологических и морфометрических показателей желудка и тонкого кишечника дикого серого гуся.



Рисунок 1. – Внешний вид серых гусей (*Anser anser*)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследования отбирали кусочки железистого и мышечного отделов желудка и тонкого отдела кишечника от половозрелых серых гусей ($n=5$), добытых посредством отстрела на сезонной охоте. Материал фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина [6] и подвергали уплотнению путем заливки в парафин по

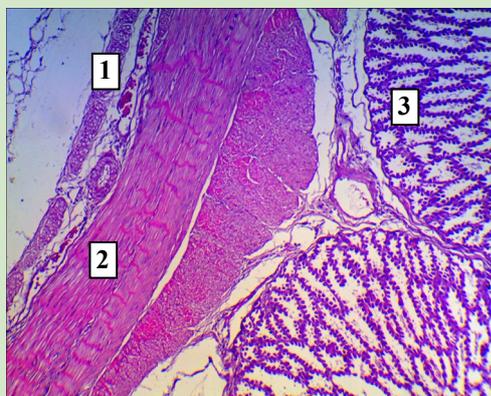
общепринятой методике [7]. Обезвоживание и парафинирование кусочков органов проводили с помощью автомата для гистологической обработки тканей «MICROM STP 120» (Германия) типа «Карусель». Для заливки кусочков и подготовки парафиновых блоков использовали автоматическую станцию «MICROM EC 350». Гистологические срезы кусочков органов, залитых в парафин, готовили на роторном (маятниковом) микротоме «MICROM HM 340 E». Для изучения общих структурных изменений срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Депарафинирование и окрашивание гистосрезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70». Микроскопию гистологических срезов проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6». Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программы «ScopePhoto» с соответствующими настройками для проведения морфометрического анализа. 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 [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении гистологического исследования установлено, что стенка **железистого отдела желудка** серого гуся состоит из слизистой, мышечной и серозной оболочек (рисунок 2). Слизистая оболочка выстлана однослойным призматическим эпителием, обладающим секреторной активностью. Толщина слизистой оболочки железистого желудка составила $842,91 \pm 24,18$ мкм. Эпителий в собственной пластинке слизистой формирует углубления – простые неразветвленные трубчатые (поверхностные) железы. Слизистая оболочка образует возвышения, в них открываются ямки, которые на гистологических срезах представляют собой железистые мешочки. В просвет мешочков открываются просветы простых трубчатых желез, формирующие глубокие железы (рисунок 3). Эпителий, выстилающий железы, однослойный кубический. Между железами

рыхлая волокнистая соединительная ткань образует перегородки, в которых имеются кровеносные сосуды, скопления лимфоцитов и пучки продольно направленных гладких миоцитов. Подслизистая основа данного отдела желудка состоит из рыхлой соединительной ткани. Ее толщина составляет $83,14 \pm 7,29$ мкм. Мышечная оболочка состоит из внутреннего продольного и на-

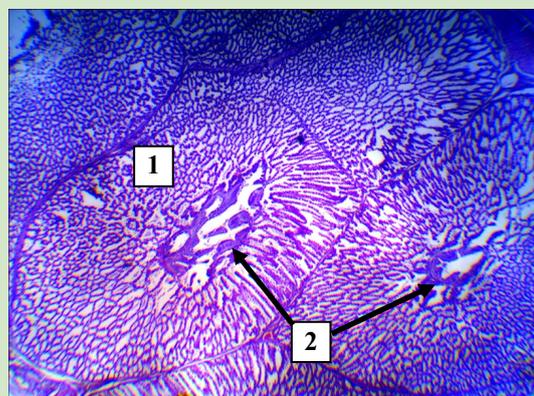
ружного циркулярного слоев гладкомышечных клеток. Также у серых гусей в железистом желудке заметен тонкий подсерозный продольно направленный слой гладких миоцитов. Размер мышечной оболочки – $1106,67 \pm 98,04$ мкм. Снаружи железистый отдел желудка покрыт серозной оболочкой.



1 – серозная оболочка; 2 – мышечная оболочка; 3 – слизистая оболочка (глубокие сложные железы)

Рисунок 2. – Гистологическое строение железистого отдела желудка. Гематоксилин и эозин, ув. $\times 10$

Внутреннюю поверхность *мышечно-го отдела желудка* серого гуся покрывает роговое вещество, которое образуется секреторными клетками желез желудка (рисунок 4). Это вещество белковой природы и формирует на поверхности кутикулу. У гусей как у растительноядных птиц кутикула относительно тонкая, поверхность ее исчерченная. Толщина кутикулы мышечного желудка составила $218,62 \pm 54,09$ мкм. Под роговым веществом располагается однослойный призматический эпителий. В собственную пластинку слизистой оболочки погружены многочисленные простые неразветвленные трубчатые железы. Просвет самих желез слегка расширен в области дна, и они выстланы однослойным кубическим эпителием. Собственная пластинка слизистой оболочки состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. В ней выделяют подэпителиальную, межжелезистую и поджелезистую зоны. Мышечная пластинка слизистой оболочки достаточно

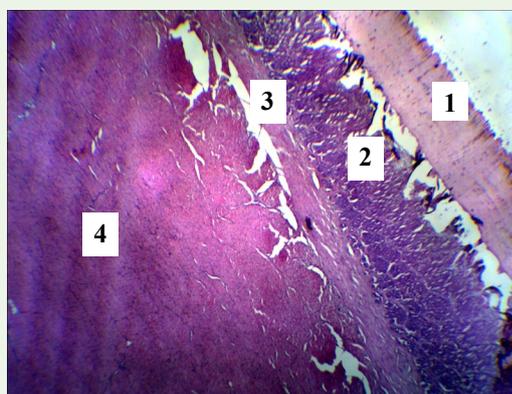


1 – глубокие сложные железы слизистой оболочки железистого желудка; 2 – центральная полость и сложно разветвленные вторичные выводные протоки

Рисунок 3. – Гистологическое строение слизистой оболочки железистого отдела желудка серого гуся. Гематоксилин и эозин, ув. $\times 4$

тонкая, представлена единичными пучками мышечных волокон. Подслизистая основа сформирована плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью, к которой прикрепляются мощные пласты гладкой мышечной ткани мышечной оболочки. У серых гусей подслизистая основа достаточно тонкая – $31,09 \pm 7,12$ мкм. Мышечная оболочка желудка мощная, образована пластами гладкой мышечной ткани, между которыми имеются соединительнотканые прослойки с хорошо развитыми коллагеновыми и эластическими волокнами и сосудами. Кольцевой слой на дорсальном и вентральном краях желудка образует треугольные главные мышцы, между которыми находятся промежуточные мышцы. Толщина данной оболочки желудка – $871,84 \pm 69,03$ мкм. Снаружи органа располагается серозная оболочка, имеющая соединительнотканый слой и мезотелий.

Слизистая оболочка *тонкого отдела кишечника* серых гусей представлена однослойным цилиндрическим каемчатым эпителием, а он, в свою очередь, – бокаловидными клетками, большой диаметр которых составил $6,03 \pm 0,2$ мкм, ядра – $4,02 \pm 0,3$ мкм. Бокаловидные клетки находились в состоянии повышенной секреции. Поверхность слизистой оболочки стенки тонкого отдела кишечника образуется за счет сложной архитектоники ее рельефа и крипт – т.н. общекишечных желез (рисунок 5). В стенке кишечника между криптами были обнаружены миоциты, а между ворсинками – слизь розового цвета. Наличие по всей поверхности тонкого кишечника крипт, длина ворсинок (они длиннее, чем у млекопитающих) и плотное их расположение свидетельствуют о том, что процессы пищеварения и всасывания осуществляются на всей поверхности органа, что можно рассматривать как компенсацию его длины. Мышечная пластинка образована продольными миоцитами. Подслизистая основа слизистой оболочки выражена слабо и практически не просматривается. Размер слизистой оболочки у изучаемого вида птиц составляет $193,65 \pm 38,11$ мкм. Мышечная оболочка построена из двух непрерывных слоев гладкомышечных клеток: внешних – продольных, внутренних – кольцевых. Толщина данной оболочки у гусей составила $94,17 \pm 12,03$ мкм. Серозная оболочка состоит из рыхлой соединительной ткани и мезотелия.



1 – кутикула; 2 – слизистая оболочка;
3 – подслизистая основа;
4 – мышечная оболочка

Рисунок 4. – Морфологическое строение мышечного отдела желудка серого гуся.

Гематоксилин и эозин, ув. $\times 4$

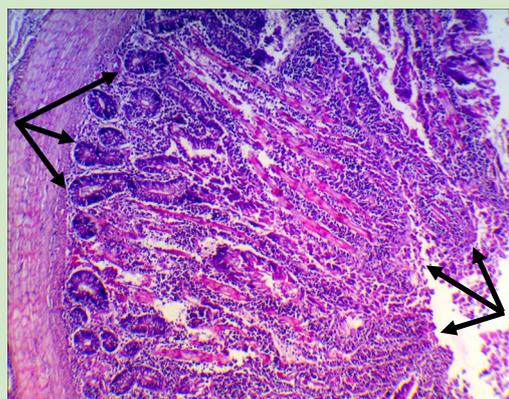


Рисунок 5. – Архитектоника стенки тонкого кишечника серого гуся (стрелки слева – крипты, справа – ворсинки). Гематоксилин и эозин, ув. $\times 10$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поскольку серые гуси относятся к птицам с растительноядным типом трофических связей, то данная физиологическая особенность коррелируется с гистологическими особенностями их пищеварительной системы.

При изучении гистологического строения желудка серых гусей установлено, что стенка железистого и мышечного отделов состоит из 3 оболочек – слизистой, мышечной и серозной. При этом слизистая оболочка железистого желудка достаточно толстостенная, с большой плотностью выводных протоков сложно разветвленных желудочных желез на условную единицу площади, открывающихся в многочисленные выводные протоки. Мышечная пластинка слизистой оболочки стенки железистого желудка фрагментирована, и отдельные ее миоциты проникают между сложными железами, что способствует более эффективному выведению секрета желез. Также в составе слизистой оболочки имеется подслизистый слой, что, по нашему мнению, связано с количеством и составом выделяемого желудочного сока. Этим же можно объяснить и наличие в данном отделе желудка толстостенной мышечной оболочки. Мышечный слой слизистой оболочки и подслизистая основа имеют продолжение и в мышечном отделе желудка у серого гуся. При этом кутикула мышечного отдела относительно тонкая, с исчерченной поверхностью.

При изучении гистологического строения тонкого отдела кишечника установлено наличие по всей его поверхности крипт, высоких кишечных ворсинок и более плотное их расположение. Данная осо-

бенность характеризует повышенную всасывающую способность слизистой оболочки тонкого отдела кишечника и рассматривается как компенсация его анатомического размера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александровская, О. В. Цитология, гистология и эмбриология / О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – М. : Агрпромиздат, 1987. – 447 с.
2. Васильев, Ю. Г. Цитология. Гистология. Эмбриология : учебник / Ю. Г. Васильев, Е. И. Трошин, В. В. Ялов. – СПб. : Лань, 2009. – 576 с.
3. Кузнецов, Е. А. Болезни гусеобразных птиц : обзор / Е. А. Кузнецов // Казарка: бюллетень Рабочей группы по гусеобразным Северной Евразии. – 1999. – № 5. – С. 37–59.
4. Лях, Ю. Г. Серый гусь (*Anser anser*) – представитель охотничьих перелетных птиц Беларуси и его экологическая роль в распространении инвазионных болезней / Ю. Г. Лях, Е. А. Сухоцкая // Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века : материалы 19-й междунар. науч. конф., Минск, 23–24 мая 2019 г. Ч. 2. – Минск : Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2019. – С. 170–173.
5. Налетова, Л. А. Морфофункциональная характеристика мышечного отдела желудка кур и гусей : автореф. дис. ... канд. биолог. наук : 16.00.02 / Л. А. Налетова. – Улан-Удэ, 2003. – 20 с.
6. Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных : учеб.-метод. пособие / И. Н. Громов [и др.] ; Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины. – Витебск : Учреждение образования «Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины», 2020. – 64 с.
7. Саркисов, Д. С. Микроскопическая техника : рук. для врачей и лаборантов ; под ред. Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. – М. : Медицина, 1996. – 544 с.
8. Харченко, Л. П. Закономерности морфофункциональной организации пищеварительной системы птиц с различной трофической специализацией : анатомо-гистологическое строение органов пищеварительной системы диких птиц / Л. П. Харченко, М. Ф. Ковтун // Орнитология. – 2011. – № 36. – С. 27–38.
9. Цындыжапова, С. Д. Особенности экологии белой куропатки и рябчика в угодьях ООО «Чанры» О. Сахалин / С. Д. Цындыжапова, Н. Г. Розломий // Проблемы экологического образования в XXI веке : труды V Междунар. науч. конф. (очно-заочной), Владимир, 25–27 ноября 2021 г. – Владимир : АРКАИМ, 2021. – С. 68–74.
10. Duck Expert [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.duckexpert.ru/blog/seryy-gus>. – Дата доступа: 12.02.2023.
11. 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. – Date of access: 12.02.2023.

САПОФОР

ветеринарный препарат

САПОФОР
Номинальный объем 400 см³
ТУ ВУ 600049853.142-2010
В 100 см³ препарата содержится:
активных компонентов 70 мг, формальдегид 10 мг
Способ применения: внутримышечно.
Хранить в сухом темном месте +27...+37°С.
Применять согласно инструкции.

- ▶ ИММУНОСТИМУЛЯТОР;
- ▶ ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА У КОРОВ;
- ▶ КОМПЛЕКСНАЯ ПРОФИЛАКТИКА И ТЕРАПИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ТЕЛЯТ И ПОРОСЯТ

www.BIEVM.BY

Цвирко Л.С., доктор биологических наук, профессор¹

Науменко Т.В., врач высшей категории²

Крикало И.Н., старший преподаватель³

¹Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь

²Гомельский областной ЦГЭ и ОЗ, г. Гомель, Республика Беларусь

³Мозырский педагогический университет им. И.П. Шамякина, г. Мозырь, Республика Беларусь

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕПТОСПИРОЗНОЙ ИНФЕКЦИИ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Резюме

Представлены материалы, отражающие многолетнюю динамику заболеваемости лептоспирозом людей в юго-восточном регионе белорусского Полесья. Всего за 32-летний период наблюдения на территории Гомельской области зарегистрировано 255 случаев лептоспироза, что составляет 31,3 % лептоспирозных заболеваний в республике. В 79,5 % изученных случаев причиной заболевания являлись дикие и синантропные грызуны. В сыворотках крови мелких млекопитающих и сельскохозяйственных животных отмечено наличие антител к лептоспирам тех же серогрупп, что и у больных людей.

Ключевые слова: лептоспироз, этиологическая структура, Гомельская область.

Summary

The materials reflecting the long-term dynamics of the incidence of leptospirosis in people in the south-eastern region of the Belarusian Polesie are presented. In total, over a 32-year observation period, 255 cases of leptospirosis were registered in the Gomel region, which is 31,3 % leptospirosis of diseases in the country. In 79,5 % of the studied cases, the cause of the disease was wild and synanthropic rodents. In the blood sera of small mammals and farm animals, the presence of antibodies to leptospira of the same serogroups, as in sick people was noted.

Keywords: leptospirosis, etiological structure, Gomel region.

Поступила в редакцию 27.03.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Лептоспироз (*leptospirosis*) – природно-очаговая инфекционная болезнь человека, домашних и диких животных, характеризующаяся преимущественным поражением печени, почек и сосудов. Заболевание широко распространено в различных ландшафтно-географических зонах мира и по своей медицинской и социально-экономической значимости продолжает занимать ведущее место в структуре природно-очаговых инфекций [5, 8, 16, 18]. Всемирной организацией здравоохранения лептоспироз включен в категорию важнейших заболеваний инфекционного характера. Ежегодно в мире регистрируется более 100 тысяч случаев этой болезни, около 10 тысяч протекают в тяжелой форме [1, 17].

Возбудители лептоспироза людей и животных – спирохеты, относящиеся к роду *Leptospira*, входящему в состав семейства *Leptospiraceae* порядка *Spirochaetales*. Род *Leptospira* состоит из двух видов – па-

разитического *L. interrogans* и сапрофитного *L. biflexa*. В настоящее время патогены составляют 23 серологические группы, включающие более 230 серологических вариантов – серотипов [6].

Уже на первом этапе изучения лептоспирозов в Беларуси установлено, что заболеваемость обуславливалась наличием природных и антропоургических очагов [10]. У мышевидных грызунов и насекомых в природных очагах бактериологически, серологически и экспериментально было установлено носительство лептоспир групп *icterohaemorrhagiae*, *potomona*, *grippotyphosa*, *hebdomadis*, *bataviae*, *sorex*. Основным наиболее часто встречающимся возбудителем являлся серотип *grippotyphosa*, составлявший 92,5 % выделенных возбудителей [4]. В антропоургических очагах у больных и переболевших сельскохозяйственных животных (свиней, крупного рогатого скота, лошадей) по данным [3] возбудителями заболевания являлись серо-

типы *pomona* (58,1 %), *muris* (11,2 %), *grippotyphosa*, *bataviae* (7,4 %), реже *saxkoebing*, *icterohaemorrhagiae* и *sorex*.

Во время первого активного проявления очагов (1945–1973 гг.) в белорусском Полесье зарегистрировано 18,0 % общего количества заболевших в Беларуси, в Гомельской области – всего 6,6 %. Основная часть заболевших лептоспирозом (77,6 %) приходилась на северную и центральную части Беларуси [9].

С середины восьмидесятых годов эпидемическая ситуация по лептоспирозу в регионе Полесья существенно меняется. В начале количество заболевших было относительно невелико, но имело выраженную тенденцию к увеличению, достигнув в 1994–1996 гг. 0,13–0,25 случаев на 100 тыс. населения. В последующие годы количество заболевших лептоспирозом увеличивается и, начиная с 1997 года, достигает своих максимальных значений (1,82 случаев на 100 тыс. населения) [12, 13]. За период 1985–2005 гг. отмечено 151 заболевание лептоспирозом (33,3 % выявленных случаев болезни в республике в целом). На долю Гомельской области приходится 94,7 % случаев.

В последние десятилетия (2006–2022 гг.) заболеваемость в целом по стране носит спорадический характер. Ежегодно выявляется от 2 до 38 случаев заболеваний, главным образом в Могилевской и Гомельской областях. Показатель заболеваемости колеблется соответственно от 0,02 до 0,40 случаев на 100 тыс. населения. В Гомельском регионе в этот период отмечается 30,6 % всех заболевших в республике, показатель заболеваемости регистрируется на уровне от 0,07 до 1,11 случаев на 100 тыс. населения. Несмотря на колебания заболеваемости по годам, в исследуемый период установлена выраженная эпидемическая тенденция к росту как по отношению ко всем областям, так и в стране в целом. При этом показатель темпа прироста для Республики Беларусь составляет 9,47 %, для Гомельской области – 9,20 % [11].

Цель работы – проведение ретроспективного анализа заболеваемости лептоспирозом людей в Гомельской области за 1991–2022 гг., определение этиологической структуры и наиболее распространенных серогрупп лептоспир, циркулирующих на территории региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований являлись данные официального учета заболеваемости лептоспирозом людей из учетно-отчетной документации и ежегодных информационно-аналитических бюллетеней Гомельского областного центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, результаты полевых и лабораторных исследований лаборатории особо опасных инфекций Гомельского областного ЦГЭиОЗ, данные областного и районных ветеринарных учреждений, а также статистические издания и публикации, которые содержат информацию о эпидемической и эпизоотической ситуации по лептоспирозу в юго-восточном регионе белорусского Полесья.

Проанализированы на лептоспирозную инфекцию результаты серологических исследований 250 сывороток крови больных с диагнозом «лептоспироз», 439090 исследований сывороток сельскохозяйственных животных и более 13 тыс. сывороток крови мелких млекопитающих. Тестом для выявления специфических антител являлась реакция микроагглютинации (РМА) с живыми культурами лептоспир. В качестве антигена использованы микроорганизмы 7 серогрупп *Leptospira interrogans*: *icterohaemorrhagiae*, *hebdomadis*, *canicola*, *australis*, *grippotyphosa*, *pomona*, *tarassovi*. В ходе работы применены ретроспективный эпидемиологический и эпизоотологический анализ, описательно-оценочные методы, статистические методы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В структуре природно-очаговых нетрансмиссивных бактериальных инфекций Гомельской области лептоспироз занимает ведущее место. Отдельные вспышки заболеваний лептоспирозом людей регистрируются здесь, начиная с 50-х годов прошлого столетия. За период 1952–1959 гг. отмечено 173 случая на территории 7 административных районов. Наибольшее количество заболевших выявлено в Брагинском и Петриковском районах, соответственно 62 и 53 случая. Максимальное количество больных лептоспирозом (99 человек) приходилось на 1954 г. Очаги характеризовались относительно малой активностью. Больные в них отмечались на протяжении 1–3 лет, за исключением территорий Ка-

линковичского, Брагинского (4–6 лет) и Добрушского (7–9 лет) районов.

После периода эпидемического благополучия (1975–1984 гг.), с середины 80-х годов заболевания регистрируются вновь. За 12 лет (1985–1996 гг.) выявлено 16 случаев лептоспироза (13,9 % заболеваний в республике). Больные наблюдались в четырех административных районах. Основная часть заболевших приходилась на территорию Гомельского района, где случаи лептоспироза регистрировались на протяжении 7 лет (во все годы регистрации заболеваний в области) и на долю которого приходилось 81,3 % всех заболевших. В Мозырском, Светлогорском и Хойникском районах в этот период регистрировались единичные случаи болезни.

Резкий подъем заболеваемости приходится на 1997 г., когда в республике заболело 55 человек, из них 29 (52,7 %) – в Гомельской области. Рост числа заболеваний по сравнению с восьмидесятыми годами составил 7–14 раз. В циркуляцию возбудителей вовлекаются дополнительно территории Калинковичского и Речицкого районов, но большинство заболевших (79,3 %) регистрируются все в том же Гомельском районе.

Всего за период с 1991 по 2022 гг. в юго-восточной части белорусского Полесья зарегистрировано 255 случаев лептоспироза, что составляет 31,3 % заболеваний в республике. Четко выраженной цикличности в динамике заболеваемости по годам не прослеживается, однако рост и снижение синхронно повторяет республиканские показатели на более высоком уровне.

Случаи болезни отмечались в 19 (из 21) административных районах. Распространение заболеваемости в неблагоприятных районах имеет существенные различия. Число зарегистрированных случаев лептоспироза у людей на территории отдельных административных единиц колеблется в пределах от 1 до 137 при среднем значении 13,4 случая на район. Если исключить город Гомель и Гомельский район, где случаи болезни регистрировались на протяжении 26 лет (из 32-летнего периода регистрации заболевания в области) и где выявлено 137 (53,7 %) случаев заболеваний, в остальных районах за 1991–2022 гг. отмечалось от 1 до 18 больных. За весь период регистрации не отмечены случаи заболевания лептоспирозом людей на территории Ельского и Наровлянского районов.

В 250 случаях клинический диагноз подтвержден серологическими исследованиями в РМА. В этиологической структуре лептоспирозных заболеваний (1991–2022 гг.) доминирующими серологическими группами лептоспир являются *icterohaemorrhagiae* (30,0 %) и *hebdomadis* (21,0 %). В меньшем проценте случаев в сыворотке крови больных обнаруживаются антитела к лептоспирам *canicola* (13,5 %), *australis* (12,6 %), *grippotyphosa* (11,7 %). Другие серологические группы регистрируются в незначительном количестве: *pomona* – 8,5 %, *tarassovi* – 2,7 %. (рисунок 1). Полученные результаты свидетельствуют в пользу многообразия источников и типов очагов заболевания.

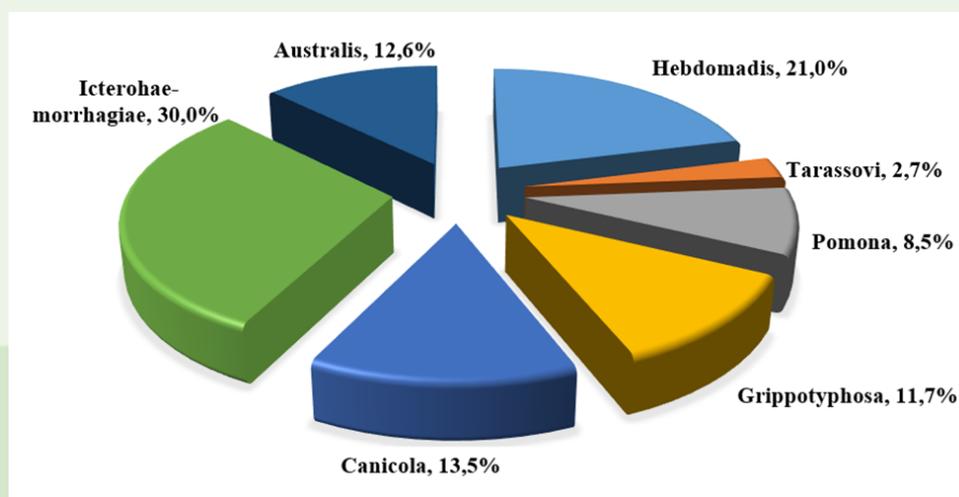


Рисунок 1. – Этиологическая структура заболеваемости лептоспирозом в Гомельской области с 1991 по 2022 гг. (все положительные реакции)

О широком распространении и разнокачественности очагов инфекции говорит и анализ распределения серогруппового антигенного состава лептоспир, выявленных у больных людей, по административным районам. Антитела к лептоспирам серогруппы *icterohaemorrhagiae* обнаруживались в сыворотках крови больных людей на территории 17 из 19 административных районов, *hebdomadis* – 15, *grippotyphosa* – 12, *canicola* – 11, *australis* – 10, *pomona* – 8

районов. Возбудители серогруппы *tarassovi* выявлены у больных, проживающих на территории Гомельского, Буда-Кошелевского, Рогачевского, Светлогорского и Мозырского районов. Наибольшее количество положительных реакций – 174 из 333 – зарегистрировано у заболевших Гомельского района, при этом в крови больных чаще всего обнаруживались антитела к лептоспирам серогруппы *icterohaemorrhagiae* (36,2 %) (рисунок 2).

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Цифрой обозначено количество положительных реакций

- – *Icterohaemorrhagiae*
- ▼ – *Hebdomadis*
- ◆ – *Pomona*
- ◆ – *Canicola*
- ▲ – *Grippotyphosa*
- – *Australis*
- ▲ – *Tarassovi*

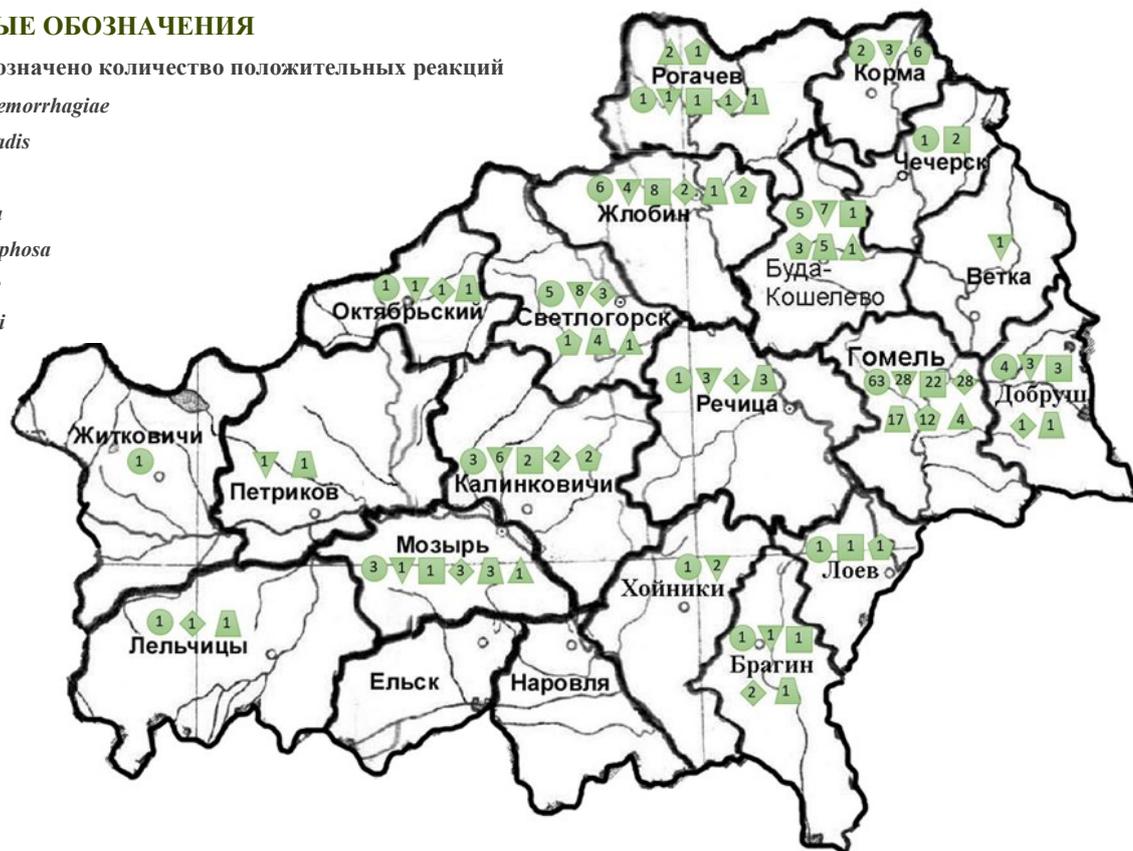


Рисунок 2. – Распределение серогруппового антигенного состава лептоспир, выявленных у больных людей, в разрезе административных районов Гомельской области (1991–2022 гг.)

Источник инфекции установлен у 234 (91,8 %) больных из 255, подвергнувшихся обследованию. Выявлено, что в 79,5 % изученных случаев причиной заболевания являлись дикие и синантропные грызуны, в 20,5 % случаев – сельскохозяйственные и домашние животные. В 8,2 % случаев источник инфекции не был установлен.

Самым распространенным (в 78,2 % случаев) путем передачи инфекции является контактный, когда возбудитель проникал в организм человека через поврежденные кожные и слизистые покровы тела при контакте с объектами окружающей среды, кон-

таминированными выделениями диких позвоночных, синантропных грызунов, больных или переболевших домашних и сельскохозяйственных животных. Инфицирование чаще всего происходило во время сельскохозяйственных работ на дачных участках, заболоченных лугах, пастбищах, при уходе за зараженными домашними и сельскохозяйственными животными, при забое животных и разделке туш. Значительно меньшее значение имеют водный (10,3 %) и пищевой (11,5 %) пути передачи инфекции.

Факторный анализ заболеваемости лептоспирозом, проведенный по половому, возрастному и профессиональному признакам, показал, что лептоспирозом в Гомельской области в основном болеют взрослые

(98,8 % больных). Среди детей до 14 лет выявлены два случая заболевания, на возрастную группу от 15 до 19 лет приходится 3 случая лептоспироза.

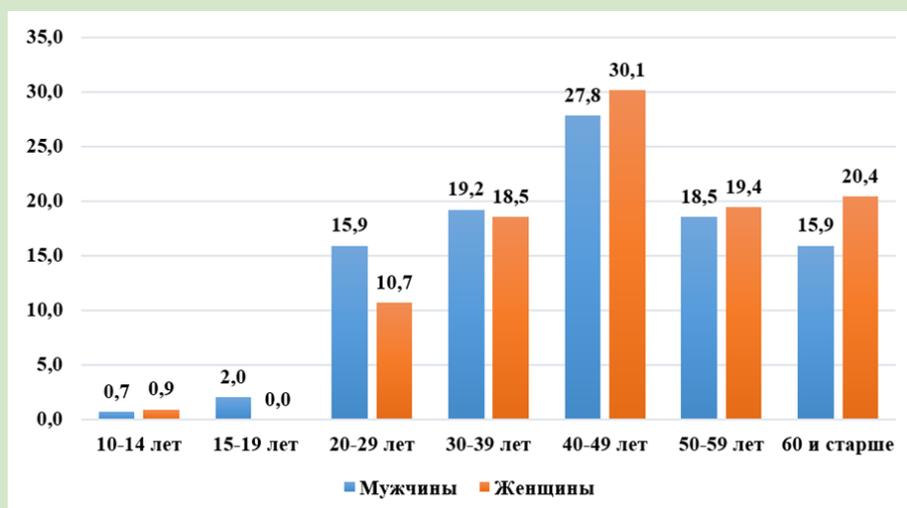


Рисунок 3. – Половой и возрастной состав больных лептоспирозом в Гомельской области, % (1991–2022 гг.)

Среди заболевших 59,4 % мужчин и 40,6 % женщин. В возрастной группе от 20 до 39 лет случаи лептоспироза чаще регистрируются среди мужчин, начиная с 40-летнего возраста. Количество заболевших женщин увеличивается. Заболевания наиболее часто регистрируются среди трудоспособного населения в возрасте 40–49 лет (28,7 %) (рисунок 3).

На заболеваемость, связанную с профессиональной деятельностью, приходится 31,6 % всех обследованных случаев (79 случаев из 250). В 55,7 % случаев – это ра-

ботники животноводческих хозяйств (свиноводческие комплексы, молочно-товарные фермы, птицефермы), в 44,3 % – работники жирно- и мясокомбинатов. Группа «прочие» (рабочие и служащие по роду деятельности, не связанные с животными и пищевыми продуктами, временно не работающие, пенсионеры) составляет 68,4 % всех заболевших. Из них люди пенсионного возраста, которые чаще других работают на дачных участках и чаще контактируют с почвой, составляют 25,7 %.

Таблица. – Серогруппы лептоспир, к которым найдены антитела у больных лептоспирозом людей различных профессиональных групп в Гомельской области

Серогруппы лептоспир	Работники жирно- и мясокомбинатов, ферм и свинокомплексов		Работники, по роду деятельности не связанные с животными и пищевыми продуктами		Временно не работающие		Пенсионеры	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
<i>Icterohaemorrhagiae</i>	35	31,6	40	36,0	16	30,2	10	17,2
<i>Hebdomadis</i>	19	17,1	16	14,4	11	20,8	23	39,7
<i>Canicola</i>	19	17,1	15	13,5	6	11,3	5	8,6
<i>Australis</i>	19	17,1	12	10,8	7	13,2	4	6,9
<i>Pomona</i>	10	9,0	11	9,9	2	3,7	5	8,6
<i>Grippityphosa</i>	6	5,4	14	12,7	8	15,1	11	19,0
<i>Tarassovi</i>	3	2,7	3	2,7	3	5,7	–	–

В этиологической структуре лептоспироза среди животноводов и работников мясо- и жироскомбинатов, работников, не связанных по роду деятельности с животными и пищевыми продуктами и временно не работающих, преобладают лептоспиры серогруппы *icterohaemorrhagiae* – 31,6 %, 36,0 % и 30,2 % соответственно. В группе лиц пенсионного возраста доминирующей серологической группой лептоспир является *hebdomadis* (39,7 %) (таблица).

Распределение случаев заболевания лептоспирозом по месяцам свидетельствует о четко выраженной осенней сезонности проявления эпидемического процесса и с достаточной достоверностью – о реализации контактного пути передачи инфекции. На рисунке 4 представлены данные о сезонности этой инфекции в Гомельской области за многолетний период наблюдений (1999–2021 гг.). Суммарная максимальная заболеваемость приходится на ноябрь месяц (ин-

фицировалось 14,7 % от всех больных), на 3 осенних месяца – свыше 34,0 % заболеваний, что, на наш взгляд, связано с увеличением численности мышевидных грызунов и серых крыс в жилых и производственных помещениях населенных пунктов в холодное время года. На этот же период приходится основная масса заражений, связанных с сельскохозяйственными работами. Заражения при непосредственном контакте с источниками инфекции, например, от сельскохозяйственных животных, тоже чаще бывают осенью, хотя сами животные преимущественно заражаются в теплый период года [5]. В целом суммарное распределение заболеваний по сезонам года, (на 3 летних месяца приходится 23,7 %, на весенние месяцы – 20,0 %, на зимний сезон – 22,1 %) носит более или менее равномерный характер, что указывает в большей степени на контактный характер заражений.

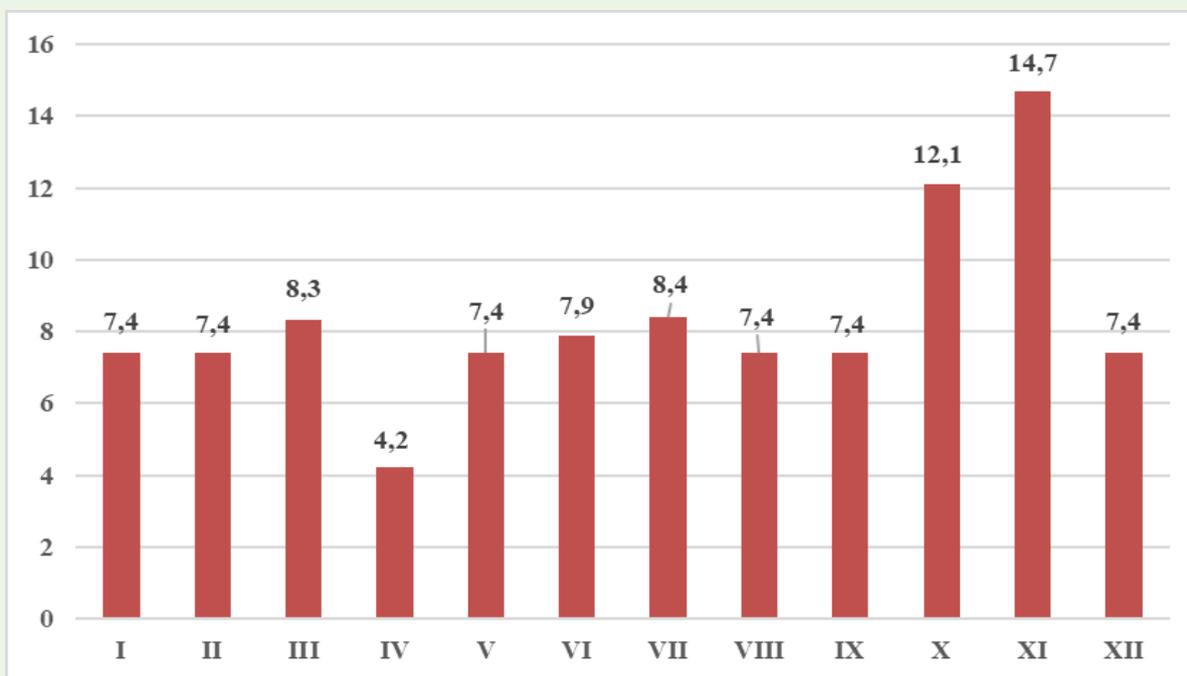


Рисунок 4. – Распределение заболеваний лептоспирозом по месяцам года, %

Принимая во внимание, что в эпидемиологическом анамнезе значительный процент заболевших указывал на непосредственный контакт с объектами окружающей среды, контаминированными выделениями грызунов, и контакт с домашними животными при уходе за ними, нами про-

анализирована пораженность этих носителей лептоспирами.

За период с 1991 по 2003 гг. обследовано на наличие антител лептоспир 3764 микромаммалей, отловленных на территории районов Гомельской области. Антитела к возбудителям лептоспироза обнаруже-

ны в сыворотке крови у 10 видов диких и синантропных животных. Общий процент инфицированности популяций обследованных видов грызунов составил 4,0 %. Наибольшее число положительных результатов РМА – 46 (30,1 %) – получено у полевков рыжих, 26 (16,9 %) – у мыши желтогорлой, мыши домовая – 19 (12,4 %), полевки обыкновенной – 18 (11,8 %) [15]. По данным [2], у мышевидных грызунов и насекомоядных в Гомельском регионе циркулирует 5 основных серогрупп лептоспир: *icterohaemorrhagiae*, *grippotyphosa*, *potomona*, *hebdomadis*, *canicola*. Доминирующими серогруппами лептоспир являются *icterohaemorrhagiae* (2,2 %) и *grippotyphosa* (1,6 %). В течение 1998–2002 гг. у грызунов выявлялись антитела к 7 серогруппам лептоспир. Преобладали серогруппы *icterohaemorrhagiae* (53,8 %), *grippotyphosa* (23,1 %). Кроме того, отмечался высокий процент инфицированности синантропных

грызунов (1,12 %), причем наиболее высокая инфицированность наблюдалась у мышей домовых – 2,4 % и крыс серых – 2,1 % [7]. В 2004–2008 гг. в результате серологического исследования сывороток крови 7767 мышевидных грызунов и насекомоядных 9 видов 112 особей (1,4 %) оказались лептоспиноносителями.

При этом обнаружены специфические антитела к лептоспирам 6 серогрупп, из которых наибольшее количество зверьков имеют антитела серотипа *icterohaemorrhagiae* (39,3 %), *australis* (18,8 %), *grippotyphosa* (14,3 %) [14].

Общий процент инфицированности популяций обследованных видов грызунов (мышь домовая, крыса серая) в 2020–2022 гг. составил 2,3 %. В сыворотках крови мелких млекопитающих отмечено наличие антител к лептоспирам тех же серогрупп, что и у населения (рисунок 5).

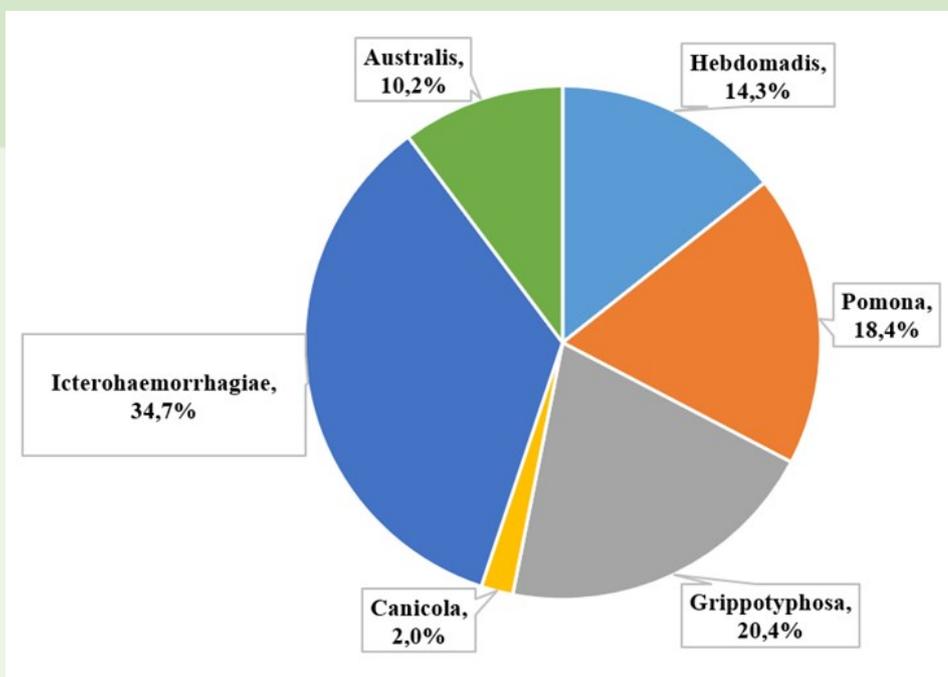


Рисунок 5. – Циркуляция возбудителей лептоспироза в популяции грызунов (Гомельская область, 2020–2022 гг.)

В результате обследования органами ветеринарной службы в 1993–2002 гг. 439090 голов домашних животных лептоспиры различных серотипов обнаружены у 30929 животных (7,0 %). Причем серотип *icterohaemorrhagiae* составил 28,2 %, а сыворотки со смешанным типом инвазии –

21,6 %. В сыворотках крови крупного рогатого скота, по этим данным, преобладают лептоспиры серовара *hebdomadis* (60,4 % от всех обнаруженных серотипов), лошадей – *grippotyphosa* (40,3 %), свиней – *icterohaemorrhagiae* (40,9 %) и *potomona* (22,0 %). По данным [15], в сыворотках ин-

фицированных сельскохозяйственных животных обнаружены антитела у лошадей и свиней к 5 серогруппам лептоспир, у крупного рогатого скота – к 6. Доминирующими серогруппами лептоспир, циркулирующими среди сельскохозяйственных животных на территории Гомельской области, являются *icterohaemorrhagiae* (30,6 %), *hebdomadis* (19,8 %), *grippotyphosa* (12,7 %).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в современных условиях в распространении лептоспирозной инфекции в Гомельской области ведущую роль играют природные очаги, в 81,2 % случаев заражение людей происходило в природных условиях. При этом в крови больных чаще всего обнаруживаются антитела к *Leptospira icterohaemorrhagiae* и *L. hebdomadis*, основными носителями которых в природе, соответственно, являются серые крысы и домовые мыши. Рост численности грызунов в сочетании с высокими показателями инфицированности зверьков создают прямую угрозу заражения людей, а также сельскохозяйственных и домашних животных, с последующим формированием стойких вторичных антропоургических очагов инфекции, в первую очередь в хозяйствах индивидуального сектора, животноводческих фермах, мясокомбинатах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время лептоспироз является актуальной проблемой для юго-восточной части белорусского Полесья. За период с 1991 по 2022 гг. здесь зарегистрировано 255 случаев лептоспироза, что составляет 31,3 % всех случаев заболевания лептоспирозом людей в Беларуси и 94,4 % заболевших в Белорусском Полесье (Брестская, Гомельская области).

Случаи болезни регистрировались в 19 (из 21) административных районах области. Наиболее напряженная эпидемическая ситуация по лептоспирозу отмечается в г. Гомель и Гомельском районе, где заболеваемость выявлялась на протяжении 26 лет (из 32-летнего периода регистрации инфекции в области) и на долю которого приходится 137 (53,7 %) случаев. За весь период регистрации не отмечены случаи заболевания лептоспирозом людей на территории Ельского и Наровлянского районов.

В общей структуре заболеваемости лептоспирозом остается высоким удельный вес заболеваний людей, вызванных возбудителями серогрупп *icterohaemorrhagiae* и *hebdomadis*. Антитела к лептоспирам серогруппы *icterohaemorrhagiae* в сыворотках крови больных обнаруживаются у 30,0 % заболевших, к лептоспирам серогруппы *hebdomadis* – у 21,0 %. Наряду с этим часто регистрируется лептоспироз, вызванный лептоспирами серогрупп *canicola* (13,5 %), *australis* (12,6 %), *grippotyphosa* (11,7 %).

На заболеваемость, связанную с профессиональной деятельностью, приходится 31,6 % от всех официально зарегистрированных случаев (79 случаев из 250 проанализированных). Установлено, что в 55,7 % случаев это работники животноводческих хозяйств, в 44,3 % – работники жиро- и мясокомбинатов. В этиологической структуре профессиональной заболеваемости преобладают возбудители серогруппы *icterohaemorrhagiae* (31,6 %).

Основным путем передачи инфекции является контакт с контаминированной выделениями грызунов, больных или переболевших животных окружающей средой (78,2 % случаев). Заражение людей в большинстве случаев происходит в природных условиях, как правило, при занятии сельскохозяйственными работами на дачах и приусадебных участках, при купании в мелких непроточных водоемах, в результате употребления для хозяйственно-бытовых целей воды из открытых источников, а также при использовании продуктов, загрязненных выделениями инфицированных животных.

Учитывая, что основным источником инфекции являются грызуны, дикие и синантропные, ведущее значение в профилактике лептоспироза на неблагополучных территориях имеет систематическое наблюдение за их численностью и регулярное проведение грызуноистребительных мероприятий в жилых и производственных помещениях. Актуальными продолжают оставаться мероприятия по защите водоемов от загрязнения выделениями грызунов, домашних и сельскохозяйственных животных и санитарно-просветительская работа среди населения о мерах личной профилактики данной инфекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьина, Ю. В. Лептоспирозы людей и животных: тенденции распространения и проблемы профилактики / Ю. В. Ананьина // *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. – 2010. – № 2. – С. 13–16.
2. Балаклеевская, А. А. Роль грызунов в поддержании очагов лептоспирозной инфекции на территории г. Гомеля и Гомельской области / А. А. Балаклеевская, Л. А. Тирещенко, Л. Е. Кирилова // *Актуальные вопросы медицины и новые технологии медицинского образования: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию образования Гомельского гос. мед. инст. (22–24 ноября 2000 г., Гомель)*. – Т. 1. – Мозырь, 2000. – С. 34–37.
3. Грицкевич, А. В. Об антропоургических очагах лептоспироза в Белоруссии / А. В. Грицкевич, А. П. Красильников // *Сб. науч. трудов БелИЭМиГ*. – Т. IV. – Минск : Изд. АН БССР, 1961. – С. 56–65.
4. Дежурова, А. В. Случаи лептоспироза в отдельных районах БССР / А. В. Дежурова // *Сб. науч. тр. БелИЭМиГ*. – Минск : Изд. АН БССР, 1955. – С. 222–226.
5. Дранкин, Д. И. Лептоспироз / Д. И. Дранкин, М. В. Годлевская. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1988. – 272 с.
6. Инструкция о клинике, диагностике, лечении и профилактике лептоспироза : утв. приказом Минздрава Республики Беларусь № 200 от 21.03.2006 г. – Минск, 2006.
7. Кирилова, Л. Е. Эпизоотологическая характеристика лептоспирозной инфекции в Гомельской области / Л. Е. Кирилова, Н. М. Бондаренко // *Актуальные вопросы гигиены, эпидемиологии и профилактической медицины: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию сан.-эпид. службы Гомельской области (5-6 ноябр. 2002 г., г. Гомель)*. – Гомель, 2002. – С. 136–139.
8. Киселева, Е. Ю. Эпизоотолого-эпидемиологические особенности лептоспирозов в Прибайкалье : дисс. ... канд. мед. наук : 3.2.2 / Е. Ю. Киселева. – Иркутск, 2022. – 172 с.
9. Красильников, А. П. О некоторых вопросах эпидемиологии и профилактики лептоспирозов в БССР / А. П. Красильников // *Здравоохранение Белоруссии*. – 1955. – № 4. – С. 52–55.
10. Краткие итоги изучения природно-очаговых инфекций в Белорусской ССР. Сообщ. 2. Туляремия, бруцеллез, трихинеллез / В. И. Вотьяков [и др.] // *ЖМЭИ*. – 1960. – № 2. – С. 65–68.
11. Лептоспироз: заболеваемость и распространение среди населения Республики Беларусь за период с 1990 по 2019 годы / Я. В. Молочкова [и др.] // *Медицинский журнал*. – 2021. – № 4. – С. 80–84.
12. Савицкий, Б. П. Природные очаги болезней человека в национальных парках Беларуси: монография / Б. П. Савицкий, Л. С. Цвирко, Н. П. Мишаева. – Минск : БИТ Хата, 2002. – 330 с.
13. Цвирко, Л. С. Эпидемиологические особенности лептоспироза в Гомельской области / Л. С. Цвирко, Л. Е. Кирилова // *Здравоохранение*. – 2002. – № 11. – С. 16–17.
14. Цвирко, Л. С. Роль мышевидных грызунов и насекомых в поддержании лептоспирозной инфекции в очагах Припятского Полесья и сопредельных к нему землях / Л. С. Цвирко, В. А. Нараленков // *Здоровье для всех*. – 2009. – № 2. – С. 31–35.
15. Циркуляция лептоспир среди сельскохозяйственных животных Гомельской области / А. А. Балаклеевская [и др.] // *Актуальные вопросы гигиены, эпидемиологии и профилактической медицины: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию сан.-эпид. службы Гомельской области (5-6 ноября 2002 г., г. Гомель)*. – Гомель, 2002. – С. 60–62.
16. Global morbidity and mortality of leptospirosis: a systematic review / F. Costa [et al.] // *PLoS Negl Trop Dis*. – 2015. – № 9.
17. Lau, C. Leptospirosis: an emerging disease in travelers / C. Lau, L. Smythe, P. Weinstein // *Travel. Med. Infect. Dis*. – 2010. – Vol. 8. – P. 33–39. doi 10.1016/j.tmaid. 2009. 12.002.
18. Leptospirosis an emerging public health problem // *Wkl. Epidemiol. Rec*. – 2011. – № 6. – P. 45–52.

наша продукция



Шендрик Т.В., кандидат биологических наук

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь

ПАЗАРИТОФАУНА БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА *NEOGOBIOUS FLUVIATILIS*, *PERCIFORMES*, *Gobiidae*, В Р. БЕРЕЗИНА, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

Резюме

В статье приводятся данные о фауне паразитов инвазивного вида рыб – *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) в реке Березина (правый приток Днепра), Республика Беларусь. Всего обнаружено 7 таксонов паразитов: *Monogenea* (*Gyrodactylus* sp.); *Trematoda* (*Holostephanus cobitidis* met., *Diplostomum* spp. met., *Tylodelphys clavata* met., *Nicola skrjabini*); *Acanthocephala* (*Neoechinorhynchus rutii*); *Bivalvia* (*Unionidae* gen. sp. (glochidium)). Экстенсивность инвазии *N. fluviatilis* паразитами составляет 42 %. Максимальная зараженность *N. fluviatilis* была отмечена для *Unionidae* gen. sp. (glochidium) (36 %).

Ключевые слова: *Neogobius fluviatilis*, инвазия, паразиты, гельминты, Республика Беларусь.

Summary

The article presents data on the fauna of parasites of an invasive fish species – *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) in the Berezina River (right tributary of the Dnieper), Republic of Belarus. A total of 7 taxa of parasites were found – *Monogenea* (*Gyrodactylus* sp.); *Trematoda* (*Holostephanus cobitidis* met., *Diplostomum* spp. met., *Tylodelphys clavata* met., *Nicola skrjabini*); *Acanthocephala* (*Neoechinorhynchus rutii*); *Bivalvia* (*Unionidae* gen. sp. (glochidium)). Prevalence by parasites of *N. fluviatilis* is 42 %. The maximal invasion of *N. fluviatilis* (36 %) was noted by *Unionidae* gen. sp. (glochidium).

Keywords: *Neogobius fluviatilis*, invasion, parasite, helminths, Republic of Belarus.

Поступила в редакцию 20.01.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Беларусь играет важную роль в расселении чужеродных видов и, в частности, водных объектов. По ее территории проходит водораздел между бассейнами Черного и Балтийского морей и протекают такие крупные трансграничные реки, как Днепр, Неман, Западный Буг, Западная Двина, а также Припять и Вилия. Последние десятилетия представители понто-каспийского фаунистического комплекса – бычки семейства *Gobiidae* – успешно осваивают водотоки Беларуси, создавая конкуренцию для аборигенных рыб. Особое место среди этих чужеродных для территории Беларуси видов рыб занимает понто-каспийский бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814). Первые упоминания о *N. fluviatilis* в пределах Беларуси датируются 1936 г. (реки Днепр и Сож) [1]. К настоящему времени *N. fluviatilis* широко распространился по всей территории Беларуси и достиг значительной численности в ее водотоках. Установлено, что *N. fluviatilis* полностью освоил водотоки рек Черного моря и отлавливается с высокой численностью на всех участках рек Днепр и Припять [2].

Бычок-песочник также отлавливается в верховье Днепра за пределами Беларуси (Смоленская область, Россия) [3]. В конце XX в. *N. fluviatilis* проник в бассейн Балтийского моря [4]. В настоящее время этот понто-каспийский вид отмечен в Европе во многих водотоках бассейнов Балтийского и Северного морей [5].

Естественный ареал *N. fluviatilis* охватывает прибрежные районы Черного, Азовского и Каспийского морей. Предполагается, что проникновение *N. fluviatilis* на территорию Беларуси произошло вследствие самостоятельного расширения ареала из-за строительства системы Днепровского каскада водохранилищ по так называемому центральному инвазионному коридору (ЦИК). Однако недавно проведенные генетические исследования показали, что образцы *N. fluviatilis* из инвазивного ареала характеризуются низким уровнем генетической вариабельности. При этом в ЦИК, преимущественно в белорусской его части, обнаружено только два гаплотипа, которые больше нигде не обнаружены. Полученные данные позволили авторам предположить, что проникновение *N. fluviatilis*

на белорусскую территорию произошло путем скачкообразного расселения посредством деятельности человека (судоходство, непреднамеренная интродукция и т. д.) [6].

Паразитофауна инвазивных понтокаспийских бычков активно исследуется во многих странах мира. Собранные в период с 1931 г. по 2020 г. данные показывают, что фаунистический состав паразитов *N. fluviatilis* представлен 152 таксонами одноклеточных и многоклеточных видов [7]. Отмечается, что паразитофауна *N. fluviatilis* в районе Черного и Азовского морей схожа с видовым составом паразитов других представителей *Neogobius* (64 таксона одноклеточных и многоклеточных паразитов) [8, 9, 10]. В нативном ареале у него отмечено 124 таксона паразитов [7], из которых 91 – это многоклеточные виды: Monogenea – 2 вида, Trematoda – 40 таксонов, Cestoda – 10 таксонов, Nematoda – 19 таксонов, Acanthocephala – 6 таксонов и Bivalvia – 5 таксонов, Crustacea – 8 и 1 вид Acarina [7]. На сегодняшний момент в приобретенном ареале у *N. fluviatilis* обнаружено 67 таксонов паразитов, из которых 55 – многоклеточные: Monogenea – 1 вид, Trematoda – 27 таксонов, Cestoda – 8 таксонов, Nematoda – 12 таксонов, Acanthocephala – 2 вида и Bivalvia – 4 таксона, Crustacea – 1 вид [7].

Как в нативном, так и в инвазивном ареале у *N. fluviatilis* отмечены следующие виды многоклеточных паразитов: Monogenea – *Gyrodactylus proterorhini* (Ergens, 1967); Trematoda – *Apatemon gracilis* (Rudolphi, 1819) metacercariae, *Bucephalus polymorphus* (Baer, 1827) adults/metacercariae, *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi, 1819) met., *Ichthyocotylurus pileatus* (Rudolphi, 1802) met., *Metagonimus yokogawai* (Katsurada, 1912) met., *Nicolla skrjabini* (Iwanitzky, 1928), *Phyllodistomum pseudofolium* (Nybelin, 1926), *Tylodelphys clavata* (Nordmann, 1832) met.; Cestoda – *Ligula pavlovskii* (Dubinini, 1959) plerocercoids, *Proteocephalus gobiorum* (Dogiel и Bychowski, 1939), *Schistocephalus* sp. pl., *Schyzocotyle acheilognathi* (Yamaguti, 1934), Caryophyllaeidae gen. sp. preadults; Nematoda – *Agamonema* sp. larvae, *Anguillicola crassus* (Kuwahara et al., 1974) larvae, *Camallanus lacustris* (Zoega, 1776) adults/larva, *Contracaecum* sp. larvae, *Cosmocephalus obvelatus* (Creplin, 1825) lar-

vae, *Eustrongylides excises* (Jägerskiöld, 1909) larvae, *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) larvae, *Rhabdochona denudata* (Dujardin, 1845); Acanthocephala – *Acanthocephalus lucii* (Müller, 1776) adults/cystacanths, *Pomphorhynchus laevis* (Müller, 1776) adults/preadults/cystacanths; Bivalvia – *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758) glochidia, *Pseudanodonta complanata* (Rossmössler, 1835) gl. Unionidae gen. sp. gl. [7]. При этом авторы отмечают, что список видов, способных инвазировать *N. fluviatilis*, может значительно пополниться за счет отсутствия информации о паразитофауне бычков с необследованных частей его инвазионного ареала [7].

Основным донором инвазивных водных организмов для территории Беларуси является Украина и бассейн Днепра. По данным, опубликованным в 2014 г. [11], у бычка-песочника в устье Днепра обнаружено 9 таксонов многоклеточных паразитов, из них 1 цестода, 2 трематоды, 6 нематод и 1 вид акантоцефал. В районе старой инвазии (средний Днепр) [11] у *N. fluviatilis* зафиксировано 10 многоклеточных паразитов: 1 вид цестод, 7 трематод и 1 нематод. В то же время в реке Буг на польской территории эти авторы отмечают у бычка-песочника всего 4 вида многоклеточных паразитов: 1 вид моногеней, 2 таксона трематод и 1 таксон моллюсков [11]. Несмотря на широкое распространение *N. fluviatilis* по водотокам Беларуси, его паразитофауна на территории республики мало изучена. Исследование видового состава и встречаемости паразитов у *N. fluviatilis* в правом притоке Днепра – реке Березина – проведено впервые.

Цель работы – определить видовой состав и зараженность паразитами инвазивного вида рыб *N. fluviatilis* в реке Березина.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отлов рыб был проведен в летние месяцы на мелководных участках реки Березина в районе г. Бобруйска (д. Стасевка) и г. Речицы (д. Горавль). Всего отловлено 50 экземпляров *N. fluviatilis* (Pallas, 1814). Длина тела особей составляла от 3,3 до 11,1 см. Рыба вскрывалась свежей по общепринятой методике [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Река Березина (правый приток Днепра) от истоков до впадения в Днепр течет по территории Беларуси и имеет протяженность более 500 км. Установлено, что на территории Беларуси наиболее благоприятные условия обитания для *N. fluviatilis* сложились в р. Березина [13]. Особи *N. fluviatilis* из этой реки обладают большими весовыми и линейными характеристиками, имеют высокий коэффициент упитанности, что, возможно, связано со стабильными гидрологическими условиями [13]. Кормовая база во всех изученных местообитаниях *N. fluviatilis* состоит из личинок водных насекомых и хирономид, некоторого ко-

личества моллюсков, ракообразных (ракушковых рачков, водяных осликов, бокоплавов) [13]. У *N. fluviatilis* на обследованных участках реки Березина зарегистрировано 7 таксонов многоклеточных паразитов (1 вид моногены, 4 таксона трематод, 1 вид акантоцефал и 1 таксон моллюсков). Следует отметить, что у 10 % бычков на жабрах обнаружены инфузории, которые нам не удалось определить.

В результате проведенных нами исследований установлено, что *N. fluviatilis* в реке Березине имеет высокую зараженность паразитами. Так, 42 % отловленных экземпляров инвазированы 1–3 таксонами паразитов (таблица).

Таблица. – Паразиты *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), *Perciformes*, *Gobiidae* в реке Березина

Паразит	Локализация	ЭИ, %	ИИ, экз.
Monogenea <i>Gyrodactylus</i> sp.	жабры	12,0	1–10
Trematoda <i>Holostephanus cobitidis</i> met.	мышцы	14,0	1–3
<i>Diplostomum</i> spp. met.	стекловидное тело глаза	24,0	1–3
<i>Tylodelphys clavata</i> met.	стекловидное тело глаза	2,0	2
<i>Nicola skrjabini</i>	кишечник	4,0	1–3
Acanthocephala <i>Neoechinorhynchus rutii</i>	кишечник	2,0	1
Bivalvia <i>Unionidae</i> gen. sp. (glochidium)	жабры	36,0	много

Примечание – ЭИ – экстенсивность инвазии, ИИ – интенсивность инвазии

Наиболее часто у *N. fluviatilis* на жабрах нами регистрировались глехидии (Bivalvia) – 36 % отловленных особей (таблица). При этом интенсивность инвазии составляла от нескольких экземпляров до сотен. Предположительно это представители рода *Anodonta* sp. По данным [7], у *N. fluviatilis* паразитируют представители трех родов Bivalvia (*Anodonta*, *Pseudoanodonta* и *Unio*). Представители данных родов отмечены как в естественном ареале обитания *N. fluviatilis*, так и на территории инвазивного ареала [7]. Анализ встречаемости паразитов в ЦИК, который проходит по территории Беларуси, показал, что в пределах естественного ареала (эстуарий Днепра), а также в районе среднего Днепра у *N. fluviatilis* глехидий не обнаружено, а отмечаются (50 %) в реке Буг на территории Польши [11].

У 12 % выборки *N. fluviatilis* в Березине на жабрах обнаружены моногены (*Gyrodactylus* sp.). У *N. fluviatilis* как в нативном, так и в инвазивном ареале отмечен только 1 вид – это *Gyrodactylus proterorhini* (Ergens, 1967) [7, 11]. Предположительно собранные нами паразиты также относятся к данному виду, однако требуются дополнительные сборы для точной идентификации. *G. proterorhini* – стеноксенный понтокаспийский вид, который паразитирует у бычковых рыб (*Gobiidae*). Данная моногенея является распространенным паразитом гобиид, обитающих в литоральной зоне Черного и Азовского морей, а также в эстуариях рек (Ergens, 1972). Вид был впервые описан для *Proterorhinus marmoratus* (Ergens, 1967) в реке Дунай (Северная Словакия). У *N. fluviatilis* она впервые обнаружена Мирошниченко в 2008 году.

По данным Ю. Квача [14], *G. proterorhini* паразитирует у 6 инвазивных видов понто-каспийских бычков (*Babka gymnotrachelus*, *N. fluviatilis*, *N. melanostomus*, *Ponticola gorlap*, *P. kessleri*, *Proterorhinus semilunaris*), а также у ротана-головешки. В пределах природного ареала понто-каспийских бычков данный паразит массово регистрировался в низовьях Волги у бычка-кругляка, бычка-горлапа и бычка-цуцика [7]. А вот в дельте и лимане Днепра данные паразиты им не обнаружены [15]. Моногеней *G. proterorhini* стала постоянным членом сообщества паразитов в Центральной и Западной Европе благодаря широкому распространению ее хозяев – бычков. Так, по данным Квача [11], *G. proterorhini* регистрируется у *N. fluviatilis* с достаточно высокой частотой встречаемости в реке Буг (25,0 %) на территории Польши. На территории Беларуси *G. proterorhini* ранее не отмечался.

В результате исследований нами обнаружено у *N. fluviatilis* в реке Березина 4 таксона трематод. На стадии метацеркарий мы зафиксировали 3 таксона и 1 вид – на стадии мариты. У 14 % *N. fluviatilis* в мышечной ткани были обнаружены цисты трематод *Holostephanus cobitidis* met. (1–4 экз.) Интенсивность инвазии данного трематодоза также низкая и составляет 1–2 экз. (таблица). Метацеркарии *H. cobitidis* развиваются внутри шаровидных цист с двойной оболочкой. Наружный слой – толстая гиалиновая оболочка. Цисты с полярными выростами. Метацеркарии широко распространены в пресных водах Восточной и Центральной Европы [16]. Дефинитивные хозяева данных трематод – рыбацкие птицы (Anatidae), первые промежуточные хозяева – *Bithynia tentaculata* [16], метацеркарии часто обнаруживаются у щиповок (*Cobitis* spp.) и бычковых рыб [16]. В области нативного ареала (река Днепр) на территории Украины *H. cobitidis* у *N. fluviatilis* не зафиксирована, а паразитирует у других понто-каспийских бычков – бычка-кругляка и бычка-цуцика [7]. Однако на польской территории (река Буг, Буго-Нарва, нижнее течение Вислы) в пределах инвазивного ареала *H. cobitidis* поражает *N. fluviatilis* с высокой частотой встречаемости (12,8–50 %) [11].

У 24,0 % *N. fluviatilis* в реке Березина обнаружены метацеркарии рода *Diplostomum* spp.

По данным Ю. Квача [7, 11], в ЦИК у *N. fluviatilis* паразитируют трематоды рода *Diplostomum* spp. В районе среднего Днепра зараженность бычков-песочников составляет 8,3 %, в Буго-Нарве – 22,4 %, во Влоцлавском водохранилище – 12,5 % [11]. Три вида диплостом обнаружены во Влоцлавском водохранилище. *Diplostomum paracaudum* – широко распространенный вид в Восточной Европе, Сибири и Средней Азии [14]. Окончательными хозяевами являются рыбацкие птицы (*Laridae*), а первыми промежуточными хозяевами – моллюски *Lymnaea* spp. Вторые промежуточные хозяева – *Cyprinidae*, *Percidae*, *Gobiidae* и другие [16, 17]. На территории Беларуси данная трематода обнаружена на стадии церкарии у моллюсков рода *Radix*, на стадии метацеркарии – у леща и плотвы обыкновенной [18]. *Diplostomum pseudospathaceum* (Влоцлавское водохранилище) – распространенный в Восточной Европе и Сибири вид. Дефинитивные хозяева – птицы отряда *Laridae*, первые промежуточные хозяева – моллюски *Lymnaea stagnalis* L., 1758 и *Stagnicola palustris* (Müller, 1774). Эвриксенные метацеркарии поражают широкий круг хозяев – многие отряды пресноводных рыб. На территории Беларуси церкарии *D. pseudospathaceum* обнаружены у прудовиков *L. stagnalis* L., 1758 и *S. palustris*, метацеркарии у аборигенных рыб – леща, ельца, плотвы обыкновенной, подуста обыкновенного, уклейки, язя и синца [18]. Мариты данной трематоды отмечены для озерной и сизой чаек. Ранее данный вид был зафиксирован у бычка-песочника и бычка-гонца в реке Днепр на территории Беларуси [19]. *Diplostomum spathaceum* – голарктический вид, широко распространенный в Европе, Азии и Южной Америке [17]. Дефинитивными хозяевами являются рыбацкие птицы *Laridae*, первые промежуточные хозяева – прудовики *Lymnaea* sp. Метацеркарии встречаются у широкого круга пресноводных рыб, преимущественно карповых, однако поражают и представителей других семейств. Трематоды *D. spathaceum* широко распространены на территории Беларуси. Так, церкарии данного вида обнаружены у трех видов прудовиков рода *Radix*, метацеркарии – у более 30 видов рыб [18]. Нами данные метацеркарии фиксировались для бычка-песочника и бычка-гонца в реке Днепр

на белорусской территории [19]. Следует отметить, что только *D. spathaceum* регистрируется как в нативном, так и в инвазивном ареале у бычков-песочников, в то время как остальные представители – только в инвазивном.

Трематода *Tylodelphys clavata* met. нами обнаружена в стекловидном теле глаз *N. fluviatilis* в Березине (2,0 %), интенсивность инвазии – 2 экз. Вид широко распространен в Палеарктике [16, 17]. Дефинитивные хозяева – широкий круг рыбообразных птиц (*Anatidae*, *Ardeidae*), первые промежуточные хозяева – прудовики *Lymnaea* sp. [16]. Метацеркарии эвриксенны, заражают широкий круг пресноводных и солоноватоводных рыб. У *N. fluviatilis* они регистрируются как в районе нативного ареала, так и в районе инвазивной его части [7, 11]. На территории Беларуси *T. clavata* – широко распространенный паразит. На стадии церкария он отмечен для трех видов прудовиков из рода *Radix*, а метацеркарии паразитируют у широкого круга – около 20 видов рыб [18].

В кишечнике у 4 % *N. fluviatilis* на обследованных участках реки Березина обнаружена половозрелая трематода *Nicolla skrjabini* (ИИ – 1–3 экз.) (таблица). *N. skrjabini* – это понто-каспийский вид, природный ареал которого ограничен реками Азово-Черноморского и Балтийского бассейнов. Эвриксенная трематода отмечена у более чем 20 видов рыб. Первый промежуточный хозяин – понто-каспийский моллюск *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer, 1828), вторые промежуточные хозяева – бокоплавцы (*Gammaridae*), которые в бассейне Черного моря являются обычными паразитами бычков, однако их встречаемость незначительная (не превышает 0,5 %) [9, 10]. В пределах нативного ареала *N. skrjabini* обнаружена у трех понто-каспийских бычков (район Нижнего течения Волги, Волгоград), район нижнего течения Дуная (Болгария) [14]. В инвазионном ареале у бычка-песочника *N. skrjabini* обнаружена в районе Среднего Днепра (окрестности Киева), на Волге (Саратовское водохранилище) [11, 14, 20]. Установлено, что в инвазивном ареале роль основных дефинитивных хозяев *N. skrjabini* выполняют бычки сем. *Gobidae* – активные потребители бентоса в прибрежной литорали [11, 14, 20]. Интересно, что в инвазион-

ном ареале (ЦИК территория Польши) *N. skrjabini* не регистрируется ни у одного понто-каспийского вида [11]. На территории Беларуси первые упоминания о *N. Skrjabini* датируются 1931 г. (описаны как *Lebouria acerinae* от ершей [18]). Мариты *N. skrjabini* отмечены у голавля, ершей (донского и обыкновенного), леща, окуня речного, пескаря обыкновенного, плотвы обыкновенной, рыбака, щуки и сома (данные 1960–1970 гг.) [18]. На стадии церкария вид найден у *L. naticoides* в Припяти [18]. В реке Днепр данная трематода паразитирует у бычка-цуцика [19]. Таким образом, *N. skrjabini* на белорусской территории встречается достаточно давно, причем зарегистрирована как в водотоках Черного моря (реки Днепр, Припять, Сож, Березина), так и в бассейне Балтийского (Западный Буг, Западная Двина, Неман). Натурализация данного паразита связана с распространением его первого промежуточного хозяина – брюхоногого моллюска *L. naticoides* – представителя понто-каспийской фауны. Первые его находки на территории Беларуси датируются 1905 г. в бассейне Припяти. В настоящее время он широко распространился по водотокам Беларуси, а также в европейских внутренних водоемах.

В кишечнике *N. fluviatilis* в реке Березина нами найден 1 экземпляр акантоцефал – половозрелая самка *Neoechinorhynchus rutii* (*Acanthocephala*). Паразит пресноводных, реже эстуарных рыб. Скребень распространен повсеместно (территория бывшего СССР), включая реки Амура. Также встречается в Западной Европе и Северной Америке. Промежуточные хозяева – личинки вислоккрылки, остракоды [17]. Встречается у 71 вида рыб, преимущественно карповых. В естественном ареале у песочника известно 6 видов скребней, из которых в приобретенном ареале отмечено только 2 вида (*Acanthocephalus lucii* и *Pomphorhynchus laevis*), при этом оба вида регистрируются у бычков как во взрослом состоянии, так и на стадии личинки [7]. Следует отметить, что в пределах ЦИК *N. rutii* не встречается ни у одного вида бычков [11, 14]. Хозяином данной акантоцефалы в естественном ареале отмечен только бычок-кругляк [7]. На территории Беларуси *N. rutii* зарегистрирован у ельца обык-

новенного, красноперки, окуня обыкновенного, плотвы, уклей обыкновенной и язя. Отмечен в озерах Дривяты, Лосвида, реках Днепр и Западная Двина [18]. Находки данного паразита на территории Беларуси датируются 50–70 гг. прошлого столетия.

У 10 % вскрытых нами *N. fluviatilis* на жабрах обнаружены паразитические инфузории (Ciliophora), которые нам не удалось определить. Интенсивность инвазии инфузориями высокая и исчислялась десятками особей. На данный момент времени в паразитофауне *N. fluviatilis* отмечено 19 таксонов Ciliophora [7]. При этом только 5 из них обнаружены в инвазивном ареале – это *Apistoma campanulatum*, *A. robusta*, *Chilodonella* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina domerguei*. Исследования, проведенные в ЦИК показали, что *N. fluviatilis* на протяжении всего миграционного пути встречается инфузория *T. domerguei* (Wallengren, 1897). Данный паразит у бычка отмечен в нативном ареале (38,7 %), в районе среднего Днепра (37,5 %), а также в районе инвазионного ареала (река Буг на территории Польши) (62,5 %). Как отмечают авторы, из всех бычков, *N. fluviatilis* наиболее подвержен данному заболеванию. Инфузо-

рия поражает жабры, плавники и кожу рыб [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, у *N. fluviatilis*, обитающего в реке Березина, нами обнаружено 7 таксонов паразитов. При этом 42 % выборки рыб инвазированы паразитами (1–3 таксонами). По встречаемости преобладают глосидии (36 %). Другие представители паразитов встречаются значительно реже (2–24 %). Также следует отметить невысокие показатели интенсивности инвазии основной частью гельминтов (1–10 экз.). В целом обследованная нами выборка хозяев недостаточна для оценки паразитического богатства *N. fluviatilis*. Однако можно говорить о том, что паразитофауна *N. fluviatilis* – чужеродного вида для территории Беларуси – в реке Березина имеет свои особенности и формируется как за счет видов, преимущественно поражающих бычков в местах их обитания, так и представителей аборигенной паразитофауны. При этом *N. fluviatilis* активно участвуют в циркуляции паразитарных заболеваний, о чем свидетельствует высокая доля обнаруженных у него личиночных форм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронцов, Е. М. Состав ихтиофауны водоемов Западной области и БССР и характеристика ихтиофауны верхнеднепровского бассейна / Е. М. Воронцов // Фауна и экология. – Смоленск, 1937. – Вып. 3. – С. 59–86.
2. Понто-каспийские виды-аутовселенцы в структуре молоди рыб прибрежной мелководной зоны Белорусского участка Центрального инвазионного коридора / В. К. Ризевский [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2016. – С. 206–219.
3. Решетников, Ю. С. Атлас пресноводных рыб России : в 2 т. / Ю. С. Решетников. – Т. 2. – М. : Наука, 2003. – 253 с.
4. Danilkiewicz, Z. *Babka szczupła, Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), Perciformes, Gobiidae – nowy pontyjski element w ichtiofaunie zlewiska Morza Bałtyckiego / Z. Danilkiewicz // Fragmenta Faunistica. – 1998. – Vol. 41. – P. 269–277.
5. Бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* – понто-каспийский чужеродный вид рыб в бассейне р. Неман / В. К. Ризевский [и др.] // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2015. – Т. 59. – № 4. – С. 83–87.
6. Генетический полиморфизм популяции бычка-песочника (*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)) в водных объектах Беларуси на основе анализа последовательностей гена COI / В. И. Головенчик [и др.] // Веснік МДПУ імя І. П. Шамякіна. – 2020. – № 1 (55). – С. 16–23.
7. Kvach, Yu. Checklist of parasites for Ponto-Caspian gobies (*Actinopterygii:Gobiidae*) in their native and non-native ranges / Yu. Kvach, M. Ondračková // J. Appl Ichthyol. – 2020. – 36. – P. 472–500.
8. Найдёнова, Н. Н. Паразитофауна рыб семейства бычковых Чёрного и Азовского морей / Н. Н. Найдёнова. – Киев : Наукова Думка, 1974. – 183 с.
9. Гаевская, А. В. Паразиты и болезни рыб Чёрного и Азовского морей: в 2 т. / А. В. Гаевская // Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012. – Т. 1 : Морские, солоноватоводные и проходные рыбы. – 380 с.

10. Kvach, Yu. A comparative analysis of helminth faunas and infection parameters of ten species of gobiid fishes (Actinopterygii: Gobiidae) from the north-western Black Sea / Yu. Kvach // *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. – 2005. – Vol. 35. – № 2. – P. 103–110.

11. Parasitization of invasive gobiids in the eastern part of the Central trans-European corridor of invasion of Ponto-Caspian hydrobionts / Yu. Kvach [et al.] // *Parasitological Researcher*. – 2014. – Vol. 113. – P. 1605–1624.

12. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.

13. Гулюгин, С. Ю. Эколого-биологическая характеристика бычка-песочника рек Беларуси: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / С. Ю. Гулюгин. – Калининград, 2001. – 197 с.

14. Квач, Ю. В. Формування угруповань паразитів у популяціях інвазивних видів риб ряду Бичкоподібних (Actinopterygii: Gobiiformes): дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.17 / Ю. В. Квач. – Одесса, 2019. – 358 с.

15. Kvach, Y. The parasite community of gobiid fishes (Actinopterygii: Gobiidae) from the Lower Volga River region / Yu. Kvach [et al.] // *Biologia*. – 2015. – 70 (7). – P. 948–957.

16. Метациркарии трематод – паразиты рыб Каспийского моря и дельты Волги / В. Е. Судариков [и др.]. – М.: Наука, 2006. – Т. 2: Метациркарии трематод – паразиты гидробионтов России. – 183 с.

17. Бауер, О. Н. Определитель паразитов пресноводных рыб СССР / О. Н. Бауер. – Л.: Наука, 1987. – Т. 3: Паразитические многоклеточные (ч. 2). – 583 с.

18. Гельминты позвоночных животных и человека на территории Беларуси: каталог / Е. И. Бычкова [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2017. – 316 с.

19. Шендрик, Т. В. Паразитофауна инвазивных рыб на территории Беларуси / Т. В. Шендрик, Е. И. Бычкова, М. М. Якович // *Экология и животный мир*. – 2015. – № 1. – С. 36–41.

20. Минеева, О. В. Первые сведения о паразитах бычка-песочника *Neogobius fluviatilis* (Perciformes, Gobiidae) в Саратовском водохранилище / О. В. Минеева, А. К. Минеев // *Российский журнал биологических инвазий*. – 2020. – № 3. – С. 51–60.

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 термолabileго токсина *Escherichia coli*; масляного адьюванта



WWW.BIEVM.BY

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

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

Логинов Д.Н., младший научный сотрудник¹
Ли Е.Ю., младший научный сотрудник²
Панов В.И., младший научный сотрудник²
Темников А.А., заместитель декана факультета естественных наук²
Радькович Е.Л., энтомолог противоэпидемического отделения отдела эпидемиологии³
Бега А.Г., младший научный сотрудник²
Гордеев М.И., доктор биологических наук²
Москаев А.В., кандидат биологических наук²

¹ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь

²ФГБОУ ВО «Государственный университет просвещения», г. Мытищи, Российская Федерация

³ГУ «Гомельский городской центр гигиены и эпидемиологии», г. Гомель, Республика Беларусь

ХРОМОСОМНЫЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИЙ МАЛЯРИЙНОГО КОМАРА *ANOPHELES MESSEAE* S. L. ЦЕНТРА И ЮГА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Резюме

Изучена кариотипическая структура популяций полиморфного малярийного комара *Anopheles messeae* s. l., выявлен уровень хромосомного полиморфизма. Установлены различия по частотам хромосомных инверсий между популяциями центра и юга Беларуси. В популяциях центральной зоны по сравнению с южной выявлена повышенная частота инверсионных вариантов XL_{11} и $3R_{01}$. Гетерозиготы $2R_{01}$ обнаружены только в популяциях г. Минска. Обнаружена новая уникальная инверсия в гетерозиготе по короткому плечу третьей пары хромосом – $3L_{07}$ (33b–36b). Всего на территории Беларуси зарегистрировано 9 вариантов кариотипов. Наибольшая хромосомная изменчивость выявлена в популяциях из местообитаний Минской области.

Ключевые слова: малярийные комары, цитогенетика, инверсионный полиморфизм, кариотип, *Anopheles*.

Summary

The karyotypic structure of populations of the polymorphic malaria mosquito *Anopheles messeae* s. l. was studied. The level of chromosomal polymorphism in *Anopheles messeae* s. l. was identified. Differences in the frequencies of inversions between the populations of the center and south of Belarus were established. In the populations of the central zone, compared with the southern zone, an increased frequency of inversion variants XL_{11} and $3R_{01}$ was revealed. Heterozygotes $2R_{01}$ were found only in the populations of Minsk. A new unique inversion was found in a heterozygous for the short arm of the third pair of chromosomes – $3L_{07}$ (33b–36b). A total of 9 variants of karyotypes have been registered on the territory of Belarus. The highest chromosomal variability was found in populations from the habitats of the Minsk region.

Keywords: malaria mosquitoes, cytogenetics, inversion polymorphism, karyotype, *Anopheles*.

Поступила в редакцию 17.04.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Малярийные комары (*Diptera*, *Culicidae*) представляют собой одну из наиболее эпидемически значимых групп насекомых, входящих в комплекс гнуса, активно нападающего на человека и животных. Помимо того, что кровососущие комары рода *Anopheles* являются основными переносчиками малярии в Европейском регионе, они также способны распространять других возбудителей заболеваний различной при-

роды, таких как туляремия, дирофиляриоз и некоторые арбовирусные инфекции [1, 4, 9, 11, 12, 13, 14].

На территории Беларуси зарегистрировано 6 видов малярийных комаров: *Anopheles atroparvus* Van Theil, 1927; *Anopheles claviger* Meigen, 1804; *Anopheles daciae* Linton, Nicolescu & Harbach, 2004; *Anopheles maculipennis* s. s. Meigen, 1818; *Anopheles messeae* s. s. Falleroni, 1926; *Anopheles plumbeus* Steph, 1828 [4, 8]. Виды

An. maculipennis s. s., *An. messeae* s. s., *An. daciae* и *An. atroparvus* являются видами-двойниками, которые входят в палеарктический комплекс *Maculipennis* [3]. Всего данный комплекс насчитывает 11 палеарктических видов-двойников (*An. atroparvus*; *An. artemievi* Gordeev, Zvantzov, Goryacheva, Shaikevisch and Ejov, 2005; *An. beklemishevi* Stegnii, Kabanova, 1976; *An. daciae*; *An. labranchiae* Falleroni, 1926; *An. maculipennis*; *An. martinius* Shingarev, 1926; *An. melanoon* Hackett, 1934; *An. messeae*; *An. persiensis* Linton, Sedaghat and Harbach, 2003; *An. sacharovi* Favre, 1903), которые регистрируются на сопредельных территориях [18].

Виды-двойники имеют сходную морфологию, но различаются экологически, физиологически и генетически. На примере многих видовых комплексов показано, что даже близкородственные виды кровососущих комаров обладают различной способностью к переносу возбудителей трансмиссивных заболеваний, характеризуются различной степенью антропофильности, шириной ареала и численностью, что придает им разную эпидемическую значимость. Некоторые виды-двойники из данного комплекса возможно определить до вида по рисунку экзохориона яиц, но ни на стадии личинки, ни на стадии имаго они морфологически не различимы, т. е. определение до вида на постэмбриональных стадиях возможно только с использованием молекулярно- и цитогенетических методов.

Среди всех видов-двойников малярийных комаров комплекса *Maculipennis* на исследуемой территории только *An. messeae* s. l., включающий два криптических вида *An. daciae* и *An. messeae* s. s., обладает сравнительно высоким уровнем хромосомного полиморфизма, что делает его ценным объектом для популяционных исследований хромосомного состава с использованием цитогенетических методов [18, 19].

В клетках слюнных желез личинок и мальпигиевых сосудов имаго малярийных комаров содержатся политенные хромосомы, на которых идентифицируются фиксированные и флукутуирующие перестройки. Именно флукутуирующие парацентрические инверсии обуславливают внутривидовой хромосомный полиморфизм. В свою очередь инверсионный полиморфизм обеспе-

чивает адаптацию видов малярийных комаров к различным климатическим условиям ареала, в пределах которого могут сильно изменяться сроки зимовки, продолжительность диапаузы, количество генераций, а также фенотипические признаки данного вида [2, 20]. Помимо адаптации к различным экологическим параметрам мест вышлода, инверсионный полиморфизм способствует появлению резистентных к инсектицидам форм комаров, что вызывает целый ряд проблем в проведении противэпидемических мероприятий, в частности при разработке методов регуляции их численности [8]. Кроме того, на численность и хромосомный состав популяций малярийных комаров может влиять целый ряд экологических факторов в самих биотопах, а именно температура, кислотность, соленость, жесткость воды, а также концентрация растворенного кислорода [6].

Целью работы являлось изучение кариотипического разнообразия полиморфного вида *An. messeae* s. l., а также проведение сравнительного анализа хромосомного состава комаров рода *Anopheles* в местообитаниях центра и юга Беларуси.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом для исследований являлись личинки малярийных комаров 4-го возраста, собранные в водоемах центральной и южной частей Республики Беларусь, а именно в Бресте (52.131143, 23.705518), Мозыре (52.072428, 29.278592), Гомеле (52.421898, 31.027035) и Минске (53.848321, 27.524214). Сборы материала проводились в конце июля – начале августа 2021 года.

Сбор и учет численности личиночных стадий малярийных комаров проводили в типичных маляриогенных водоёмах. Отлов личинок производили стандартной кюветой 13×18 см². Личинок в кювете вылавливали спринцовкой, чтобы избежать повреждения морфологических признаков, подсчитывали и помещали в пробирки с фиксатором Кларка, затем этикетировали (указывали дату, место сбора, описание местообитания, № пробы, количество шт., экологические параметры воды).

Для приготовления препаратов политенных хромосом был использован фикса-

тор Кларка (состоит из 1 части ледяной уксусной кислоты (99,8 %) и 3 частей спирта), основным назначением которого является обезвоживание тканей. В качестве красителя хроматина применялся 2%-ный лактоацеторсеин (состоит из молочной кислоты (80 %), ледяной уксусной кислоты и кристаллического орсеина). Для разделения клеток и отмычки от лишнего красителя использовалась уксусная кислота (50 %). Изолирующий состав служит для сохранения временных препаратов от высыхания (обычно используется быстро застывающий лак или раствор красителя низкого качества).

В камеральных условиях готовили препараты политенных хромосом по видоизмененной лактоацеторсеиновой методике [8]. В капле фиксатора Кларка выделяли слюнные железы личинок малярийных комаров с использованием микроскопа Leica S4E (Германия). Препаровальными иглами надрывали хитиновый покров грудного отдела личинки и извлекали слюнные железы, располагающиеся по обеим сторонам от кишечника, ближе к голове. Остатки хитинового покрова личинки и лишний фиксатор удаляли с помощью фильтровальной бумаги, а выделенные железы окрашивали 2%-ным лактоацеторсином в течение 60 минут (время окраски варьировало в зависимости от степени сохранения выборки, а также от качества приготовления и производителя кристаллического орсеина). По истечении времени прокраски остатки красителя убирали фильтровальной бумагой. Далее окрашенные железы раздавливали под покровным стеклом в 50%-ной уксусной кислоте, стараясь не допустить возникновения пузырьков воздуха (при раздавливании необходимо слегка постукивать обратной стороной препаровальной минувции, придерживая покровное стекло через фильтровальную бумагу и не допуская смещений). Во избежание высыхания препарата по краям покровного стекла наносили изолирующий состав.

Малярийные комары являются удобными объектами для популяционных исследований и цитогенетического анализа ввиду наличия у них политенных хромосом. Политенные хромосомы – это гигантские скопления объединенных хроматид, которые в сотни и тысячи раз больше обычных. Это дает возможность качественно

анализировать структуру участков хромосом для определения последствий воздействия на комаров абиотических и биотических факторов среды.

Цитогенетический анализ политенных хромосом проводили с использованием микроскопа AXIO Imager A1 ZEISS. Определение кариотипов комаров происходило с использованием кариограмм видов и фотокарт политенных хромосом *Anopheles* [15, 18].

В ходе изучения кариотипов полиморфного вида *An. messeae* s. l. были обнаружены парацентрические инверсии в гомо- и гетерозиготном состоянии. Всего с использованием цитогенетических методов изучено 327 личинок малярийных комаров. Оценку частот инверсий f и вычисление стандартной ошибки s_f выполняли стандартными методами [10]. Сравнительный анализ частот инверсий между выборками проводился с использованием критерия Хи-квадрат.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Кровососущие комары рода *Anopheles* обладают постоянным числом хромосом $2n=6$. В кариотипе имеется две пары субметацентрических хромосом, состоящих из двух плеч: левого (короткого) и правого (длинного), 2L и 2R, 3L и 3R соответственно. Помимо аутосом, присутствует половая хромосома, представленная относительно коротким левым плечом – XL, правое плечо гетерохроматизировано. На препаратах слюнных желез самцов половая хромосома X-хромосома представлена только одним гомологом и выглядит значительно тоньше по сравнению с хромосомой самок. Y-хромосома имеет маленькое эухроматиновое плечо длинной в несколько дисков. Как у самцов, так и у самок сохраняется одинаковая последовательность дисков на половых хромосомах. Изменение конфигурации хромосомы и взаиморасположения дисков свидетельствует о наличии хромосомных перестроек.

Изучение хромосомной изменчивости в популяциях полиморфного вида *An. messeae* s. l. позволило установить следующие хромосомные варианты половой хромосомы и аутосом: XL_{00} , XL_{01} , XL_{11} , $2R_{00}$, $2R_{01}$, $3R_{00}$, $3R_{01}$, $3L_{00}$, $3L_{07}$. Эволюционно исходными приняты последовательности XL_{00} , $2R_{00}$, $3R_{00}$, $3L_{00}$. Все инверсии

онные последовательности встречаются в гетеро- и гомозиготном состоянии. Инверсии у малярийных комаров имеют адаптивное значение и закономерно замещают друг друга в тех или иных экологических условиях.

Популяции малярийного комара *An. messeae* s. l. на территории Беларуси характеризуются сравнительно высокой изменчивостью по частотам инверсионных вариантов в левом плече половой хромосомы (XL) (рисунок 1).

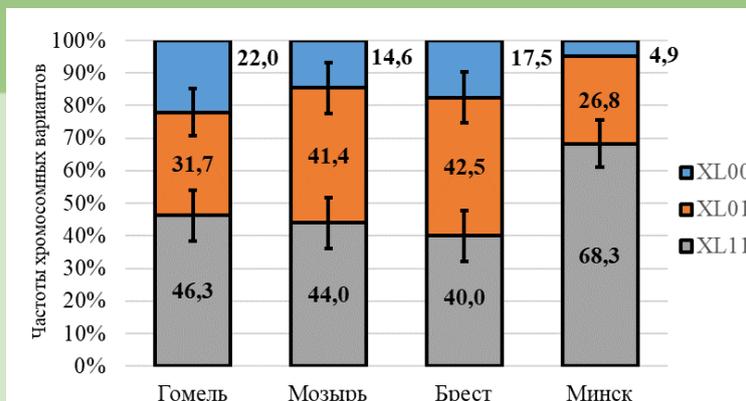


Рисунок 1. – Частоты хромосомных вариантов по половой хромосоме XL у самок *An. messeae* s. l. на исследуемой территории Республики Беларусь

Выборки из городов Бреста и Мозыря не отличались друг от друга и были объединены, однако в результате попарного сравнения брестских и мозырских популяций с популяциями Гомеля были выявлены статистически значимые различия по частотам инверсий половой хромосомы у самцов ($\chi^2=9.848$; $df=1$; $p<0,01$ и $\chi^2=3.961$; $df=1$; $p<0,05$ соответственно). Популяции Гомеля и Минска значимо различались по соотношению инверсий XL_0 и XL_1 у самцов и самок малярийных комаров ($\chi^2=10.953$; $df=1$; $p<0,001$). Также значимые различия частот инверсионных вариантов обнаружены у самок между популяциями Бреста и Минска ($\chi^2=7.325$; $df=2$; $p<0,05$). Вероятно, установленные различия в хромосомном составе в изученных местообитаниях объясняются

приспособлением популяций к локальным экологическим факторам отбора.

Основываясь на результатах сравнительного анализа состава и частот инверсий аутосом 2R и 3R, можно приурочить изученные популяции к двум зонам – центральной и южной. Южная зона включает в себя выборки из городов Гомеля, Мозыря и Бреста, к центральной зоне отнесены популяции, представленные выборками из Минска и Минской области. Популяции из южной зоны значимо различаются от центральной зоны по аутосомам 2R ($\chi^2=6.153$; $df=1$; $p<0,02$) и 3R ($\chi^2=7.057$; $df=1$; $p<0,01$) (рисунок 2). Только в местообитаниях г. Минска обнаружены гетерозиготы $2R_{01}$ ($7,3\pm 2,9\%$).

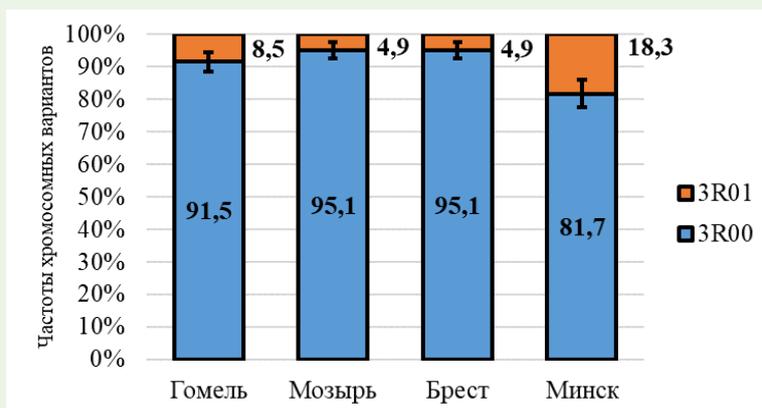


Рисунок 2. – Частоты хромосомных вариантов по аутосоме 3R у самцов и самок *An. messeae* s. l. на исследуемой территории Республики Беларусь

Необходимо отметить, что популяции, отнесенные к южной зоне, находятся в ландшафтной зоне широколиственных лесов. В свою очередь, популяции центральной зоны расположены в подтаежной зоне. По-видимому, различия популяций центральной зоны от южной объясняются климатическими закономерностями частотного распределения инверсий [16]. Доказано, что частота аутосомной инверсии $3R_1$ последовательно возрастает в долготном направлении – с запада на восток, в то время как частота инверсии $2R_1$ возрастает в

широтном направлении – с юга на север [5, 7].

По $2L$ и $3L$ плечам у полиморфного комара *An. messeae* s. l. в популяциях как центральной, так и южной зоны наблюдается отсутствие полиморфизма, за исключением обнаруженной в популяции Минска гетерозиготы по новой уникальной инверсии $3L_{07}$ (33b–36b).

В результате проведения цитогенетического анализа на территории Республики Беларусь установлено 9 кариотипов *An. messeae* s. l. (таблица).

Таблица. – Кариотипический состав популяций полиморфного вида *An. messeae* s. l. в изученных местообитаниях на территории Беларуси

Частоты кариотипов в местах сбора, $f \pm s_f$ %					
самцы					
Кариотип	Гомель	Мозырь	Брест	Минск	общее
$XL_0 2R_{00} 3R_{00} 3L_{00}$	58,5±7,7	36,6±7,5	24,4±6,7	29,3±7,1	37,2±3,8
$XL_1 2R_{00} 3R_{00} 3L_{00}$	36,6±7,5	56,1±7,8	73,2±6,9	51,2±7,8	54,3±3,9
$XL_1 2R_{01} 3R_{00} 3L_{00}$	0	0	0	7,3±4,1	1,8±1,0
$XL_1 2R_{00} 3R_{01} 3L_{00}$	4,9±3,4	7,3±4,1	2,4±2,4	9,8±4,6	6,1±1,9
$XL_1 2R_{01} 3R_{01} 3L_{00}$	0	0	0	2,4±2,4	0,6±0,6
самки					
$XL_{00} 2R_{00} 3R_{00} 3L_{00}$	17,1±4,0	14,6±3,7	15,0±3,8	2,4±1,6	12,3±3,1
$XL_{00} 2R_{00} 3R_{01} 3L_{00}$	4,9±2,2	0	2,5±1,6	2,4±1,6	2,4±1,5
$XL_{01} 2R_{00} 3R_{00} 3L_{00}$	29,3±5,1	41,5±5,9	42,5±5,9	24,4±4,7	34,4±3,9
$XL_{01} 2R_{00} 3R_{01} 3L_{00}$	2,4±1,6	0	0	2,4±1,6	1,2±1,1
$XL_{11} 2R_{00} 3R_{00} 3L_{00}$	41,4±5,9	41,5±5,9	35,0±5,5	41,5±5,9	39,9±3,7
$XL_{11} 2R_{01} 3R_{00} 3L_{00}$	0	0	0	4,9±2,2	1,2±1,1
$XL_{11} 2R_{00} 3R_{01} 3L_{00}$	4,9±2,2	2,4±1,6	5,0±2,2	19,6±4,2	8,0±2,6
$XL_{11} 2R_{00} 3R_{00} 3L_{07}$	0	0	0	2,4±1,6	0,6±0,8

Самый высокий уровень кариотипического разнообразия обнаружен в водоемах Минска, где установлено 8 кариотипов из 9 зарегистрированных. Наименьшее разнообразие, а именно 4 кариотипа, отмечено в местообитаниях Мозыря. Во всех исследуемых популяциях преобладающим кариотипом являлся $XL_{11} 2R_{00} 3R_{00} 3L_{00}$. Кроме того, кариотип $XL_{01} 2R_{00} 3R_{00} 3L_{00}$ в местообитаниях городов Мозыря и Бреста не уступает по частоте повсеместно распространенному кариотипу $XL_{11} 2R_{00} 3R_{00} 3L_{00}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных исследований определен инверсионный полиморфизм *An. messeae* s. l. В по-

пуляциях этого малярийного комара обнаружены следующие хромосомные варианты: XL_{00} , XL_{01} , XL_{11} , $2R_{00}$, $2R_{01}$, $3R_{00}$, $3R_{01}$, $3L_{00}$, $3L_{07}$, из которых инверсии $2R_{01}$ и $3L_{07}$ найдены только в популяциях Минска. На основании сравнительного анализа инверсионного состава популяций были выявлены различия по половой хромосоме как у самцов, так и у самок, определяющие адаптацию к локальным факторам среды. Кариотипический состав популяций на изученных территориях представлен 9 кариотипами, из которых преобладающим являлся кариотип $XL_{11} 2R_{00} 3R_{00} 3L_{00}$. Зарегистрированные различия в частотах инверсионных вариантов аутосом $2R$ и $3R$ позволили отнести изученные популяции к двум зонам:

центральной (популяции города Минска) и южной (популяции городов Гомеля, Мозыря, Бреста). Известно, что инверсия XL_1 является видоспецифичной для *An. daciae*, а инверсия $2R_1$ видоспецифична для *An. messeae* s. s. Полученные данные по кариотипическому составу популяций свидетель-

ствуют о наличии обоих криптических видов в местообитаниях Минска.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РЦНИ (РФФИ) и БРФФИ в рамках научного проекта № 20-54-04017 (БРФФИ-РФФИ М-2021 № Б21РМ-123).

ЛИТЕРАТУРА

1. Богуцкий, М. И. Эколого-медицинские аспекты малярии в Гродненской области / М. И. Богуцкий, А. Н. Васильева, А. Р. Хутко // Журнал ГГМУ. – 2003. – № 3. – С. 46–48.
2. Видовой и кариотипический состав личинок малярийных комаров в различных водоемах города Москвы / Е. Ю. Таныгина [и др.] // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2014. – № 2. – С. 29–33.
3. Кариотипический состав и хромосомная изменчивость полиморфных видов малярийных комаров (Diptera, Culicidae) г. Минска / Д. Н. Логинов [и др.] // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 11–14 октября 2022 г. / ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». – Минск, 2022. – С. 263–266.
4. Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) – переносчики возбудителей трансмиссивных заболеваний на территории Брестской и Гомельской областей / Д. Н. Логинов [и др.] // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2019. – № 3 (114). – С. 51–56.
5. Москаев, А. В. Видовой и хромосомный состав малярийных комаров в различных природно-климатических зонах Ленинградской области / А. В. Москаев, М. И. Гордеев, Л. А. Ганушкина // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2016. – № 3. – С. 36–40.
6. Москаев, А. В. Влияние экологических характеристик биотопов на хромосомный состав личинок малярийного комара *Anopheles messeae* (Diptera, Culicidae) / А. В. Москаев, М. И. Гордеев // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2012. – № 3. – С. 28–37.
7. Москаев, А. В. Кариотипическая структура популяций малярийных комаров в северных и восточных районах Московской области / А. В. Москаев, М. И. Гордеев, Л. А. Маслова // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2016. – № 1. – С. 36–49.
8. Москаев, А. В. Хромосомный состав популяций малярийного комара *Anopheles messeae* в центре и на периферии видового ареала / А. В. Москаев, М. И. Гордеев, О. В. Кузьмин // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2015. – № 1. – С. 29–36.
9. Обнаружение ДНК микрофилярий *Dirofilaria repens* и *Dirofilaria immitis* в кровососущих комарах (Diptera, Culicidae) на территории Республики Беларусь / С. Е. Яшкова [и др.] // Актуальная инфектология. – 2016. – № 4 (13). – С. 118–119.
10. Плохинский Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М. : МГУ, 1970. – 368 с.
11. Рубанова, Ф. Г. Некоторые особенности эпидемиологии туляремии в БССР / Ф. Г. Рубанова, Т. Т. Сенчук // Сб. науч. тр. Белорус. ин-та эпидемиологии микробиологии и гигиены ; под ред. В. И. Вотякова [и др.]. – Минск, 1957. – С. 224–229.
12. Рубанова, Ф. Г. О природной очаговости туляремийной инфекции / Ф. Г. Рубанова // Сб. науч. тр. Белорус. ин-та эпидемиологии микробиологии и гигиены ; под ред. В. И. Вотякова, Д. Е. Зибицкера. – Минск, 1955. – С. 234–237.
13. Самойлова, Т. И. Проблема арбовирусных инфекций в Республике Беларусь / Т. И. Самойлова // Здравоохранение. – 2005. – № 11. – С. 22–26.
14. Самойлова, Т. И. Эпидемическая ситуация по арбовирусным инфекциям в Республике Беларусь / Т. И. Самойлова // Здравоохранение. – 2014. – № 12. – С. 13–18.
15. Стегний В. Н. Популяционная генетика и эволюция малярийных комаров / В. Н. Стегний. – Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та, 1991. – 136 с.
16. Хромосомная изменчивость в популяциях малярийных комаров в различных ландшафтных зонах Восточной Европы и Южного Урала / М. И. Гордеев [и др.] // Географическая среда и живые системы. – 2022. – № 4. – С. 48–66.
17. Хромосомная изменчивость популяций малярийных комаров Белорусского и Российского Полесья / А. В. Москаев [и др.] // Генетические процессы в популяциях : материалы науч. конф. с междунар. участием, посвященной 50-летию юбилею лаборатории популяционной генетики им. Ю. П. Алтухова ИОГен РАН и 85-летию со дня рождения академика Юрия Петровича Алтухова, Москва, 11–14 октября 2022 г. / Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН. – М., 2022. – С. 40.
18. Chromosome and Genome Divergence between the Cryptic Eurasian Malaria Vector-Species *Anopheles messeae* and *Anopheles daciae* / A. N. Naumenko [et al.] // Genes. – 2020. – № 11 (2). – P. 165.
19. Geographic distribution and inversion polymorphism in natural population of cryptic species *Anopheles messeae* and *Anopheles daciae* in Eurasia / M. Sharakhova [et al.] // Abstracts of presentations at XXVI International Congress of Entomology Helsinki, Finland, July 17–22 2022. – Finland, 2022. – P. 726.
20. Gordeev, M. Genetic effects of global warming in populations of malaria mosquitoes in the taiga zone of Eurasia / M. Gordeev, A. Bega, A. Moskaev // Abstracts of presentations at XXVI International Congress of Entomology Helsinki, Finland, July 17–22 2022. – Finland, 2022. – P. 283.

Смотренко Е.М., ассистент
Бобрик Д.И., кандидат ветеринарных наук, доцент

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

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЕМКОСТНОЙ СИСТЕМЫ СОСКОВ ВЫМЕНИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

Резюме

Проведенные исследования подтвердили, что контрастная маммография сосков вымени является скрининговым инструментом при определении морфологических особенностей структурно-пространственной организации емкостной системы сосков вымени высокопродуктивных коров и может считаться прецизионным источником информации о состоянии вымени и соскового канала.

Ключевые слова: корова, лактация, вымя, сосковый канал.

Summary

The conducted studies confirmed that udder teat contrast mammography is a screening tool for determining the morphological features of the structural and spatial organization of the capacitive system of the udder teats of highly productive cows and can be considered a precise source of information about the state of the udder and teat canal.

Keywords: cow, lactation, udder, teat canal.

Поступила в редакцию 24.04.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что молокоотводящая система вымени коров берет начало от суженной части альвеолы альвеолярным молочным каналцем, имеющим диаметр 6–10 мкм. Объединяясь с другими аналогичными каналцами, они образуют внутридольковый молочный проток, диаметр которого может колебаться в пределах от 40 до 100 мкм. Протоки, проходя в междольковой соединительной ткани и объединяясь между собой, образуют молочные ходы, или общие собирательные протоки, открывающиеся в просвет молочной цистерны или молочного синуса. В стенке собирательных протоков происходит увеличение количества мышечных и эластических волокон, а эпителий, выстилающий внутреннюю поверхность протока, становится двухслойным [3].

Молочный синус выстлан двухслойным эпителием, в котором поверхностный слой представлен столбчатыми, а базальный – кубическими клетками. Основа слизистой оболочки молочного синуса состоит из фиброзной соединительной ткани, содержащей густую сеть эластических волокон, которые позволяют ему в значительной

степени увеличивать свой объем при заполнении молочным секретом.

У коров молочный синус заходит глубоко в сосок и кольцевой складкой слизистой оболочки подразделяется на железистую часть, находящуюся в теле молочной железы, и сосковую, которая занимает большую часть длины соска. Сосковая цистерна у вершины соска, резко суживаясь, переходит в розетку соска, от которой берет начало сосковый канал, открывающийся на вершине соска сосковым отверстием.

В каждом соске у жвачных имеется одна цистерна и один сосковый канал. Сосковый синус, как и железистый, выстлан двухслойным эпителием, который в сосковом канале становится плоским, многослойным, ороговевающим. Канал соска – это строго специализированное образование, имеющее функцию предотвращения подтекания молока и проникновения микроорганизмов по анатомическому продолжению. На конце соска канал окружен сфинктером из гладких мышечных волокон, который участвует в открывании и закрывании отверстия соскового канала во время и после процесса доения. Он являет-

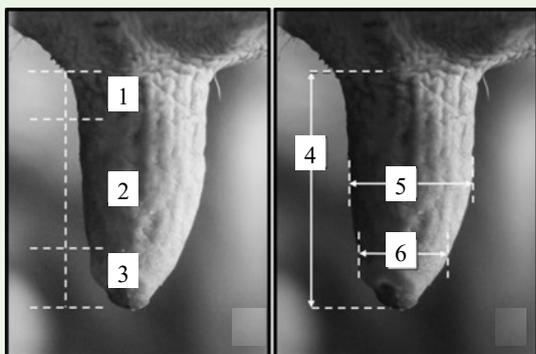
ся первичным физическим барьером на пути инфекций и бактерий и перекрывает лактогенный путь их проникновения. Многие авторы описывали в своих научных трудах сложные анатомические и иммунологические механизмы защиты вымени коров от проникновения микроорганизмов. В нескольких исследованиях изучалась морфология соска крупного рогатого скота с использованием самых разных методов исследования, но лишь немногие из них были связаны с внутренней структурой соска [2, 3]. Было установлено, что в месте соединения сосковой цистерны и соскового канала слизистая оболочка соскового канала образует группу радиальных складок, называемых розеткой Фюрстенберга (рисунки 1, 2).

Небольшие внутренние структуры соска, например сосковый канал и розетку Фюрстенберга, трудно исследовать макроскопически. Это в основном связано с тем, что функциональную форму розетки Фюрстенберга трудно визуализировать после рассечения соска. В целом имеется лишь

несколько подробных исследований макроскопической и микроскопической анатомии розетки. Кроме того, до сих пор было мало известно о внутренней анатомии соскового канала [1, 3].

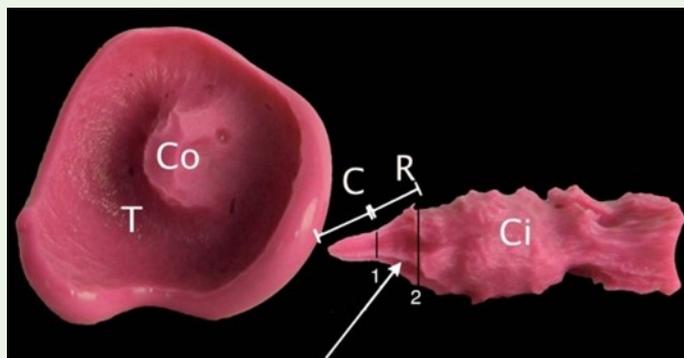
Целью нашей работы явилось изучение морфологических особенностей структурно-пространственной организации емкостной системы сосков вымени высокопродуктивных коров голштинской породы белорусской селекции.

Поскольку сосковый канал считается основным инфекционным путем проникновения патогенов, его беспрепятственное функционирование необходимо для поддержания здоровья высокопродуктивных коров [4]. Это подтолкнуло нас исследовать морфологическую структуру дистального отдела канала соска и его устья с помощью контрастной маммографии сосков вымени (CESM), тем самым мы установили внутреннюю структуру сосков и их морфологические изменения в динамике нескольких лактаций.



- 1 – основание соска; 2 – тело соска;
3 – верхушка соска;
4 – длина соска; 5 – ширина соска;
6 – ширина основания
верхушки соска (по D. Weiss)

Рисунок 1. – Общий вид сосков коровы



- T – наружная поверхность соска;
Co – сосковое отверстие канала; C – канал соска;
R – розетка; Ci – цистерна соска;
стрелка – одна из складок слизистой
оболочки розетки; 1 – ширина канала соска;
2 – ширина розетки (по Heidi M. Vesterinen)

Рисунок 2. – Вид розетки Фюрстенберга и верхушки соска коровы (силиконовые слепки): слева – наружный, справа – внутренний

Знание внутренних морфологических особенностей сосков вымени у высокопродуктивных коров голштинской породы белорусской селекции позволит грамотно подходить к профилактическим мероприятиям по недопущению развития мастита как при запуске, так и в сухостойный период.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

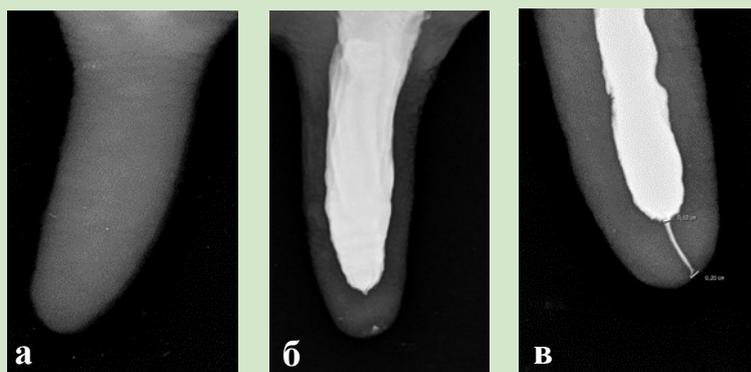
Основные исследования проведены в условиях кафедр общей, частной и оперативной хирургии, акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных УО ВГАВМ и ОАО «Тихиничи» Рогачевского района Гомельской области в 2020–

2022 гг. Нами был апробирован рентгеновский метод визуализации молочной железы коров как без использования контрастных веществ, так и с их применением. Контрастная маммография (CESM) сосков вымени у коров была проведена у 5 высокопродуктивных коров с удоем 8000–8500 кг молока путем введения рентгеноконтрастного диагностического неионного мономерного средства, обладающего низкой осмолярностью, – томогексола. Для проведения рентгенологического исследования применяли аппарат Arman 10L6, параметры экспозиции и технические условия – 45 кВ,

15 мАс, РИП 85 см. Контрастную маммографию проводили в течении 10 минут после введения рентгеноконтрастного препарата.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сначала нами была проведена рентгенография вымени. При изучении рентгеновских снимков было обнаружено полное отсутствие визуализации внутренней структуры как вымени, так и соска, что явилось предпосылкой к применению нами контрастной маммографии (CESM) (рисунок 3).



а – без контрастного вещества; б – с рентгеноконтрастированием молочной цистерны; в – с рентгеноконтрастированием молочной цистерны и соскового канала

Рисунок 3. – Рентгенография сосков вымени у коров

Нами было оценено более двенадцати различных морфологических характеристик соска коровы. Именно эти критерии являются важнейшими с нашей точки зрения при подборе методики консервации вымени при запуске высокопродуктивных коров.

На основании проведенной нами контрастной рентгенографии определены особенности структурно-пространственной организации емкостной системы сосков вымени высокопродуктивных коров. Результаты полученных измерений представлены в таблице.

При анализе полученных результатов установлено, что ширина конца соска в области розетки Фюрстенберга у коров в конце второй лактации увеличивается на 4,5 % ($P < 0,01$) в сосках передних долей и на 4,2 % ($P < 0,05$) – в сосках задних долей. При сравнении значений замеров, полученных проксимальнее области розетки, разница между результатами была недостоверная. В то же время ширина цистерны соска

на 10 и 20 мм проксимальнее розетки изменилась, соответственно, в передних долях на 4,6 %, 5,8 % ($P < 0,01$, $P < 0,05$) и задних – 3,8 %, 5,6 % ($P < 0,01$). Толщина краниальных и каудальных стенок соска, установленная при проведении исследований, подвержена изменениям в ходе лактаций недостоверно.

Длина канала сосков передней половины вымени у коров в конце первой лактации составила $11,40 \pm 0,272$ мм, задней половины вымени – $9,18 \pm 0,252$ мм. В конце второй лактации длина канала уменьшилась на 8,9 % и 8,3 % соответственно ($P < 0,05$).

В то же время установлены достоверные изменения в ширине соскового канала возле розетки Фюрстенберга, диаметре и ширине дистального отверстия соскового канала. Так, диаметр соскового канала передних долей у коров в конце первой лактации составил $0,73 \pm 0,033$ мм, к концу второй лактации произошло увеличение диаметра на 35,6 % ($P < 0,001$). В то же вре-

мя аналогичные изменения претерпел диаметр соскового канала задних долей вымени коров. Он увеличился с $0,65 \pm 0,031$ мм

до $0,79 \pm 0,023$ мм, что составило 21,5 % ($P < 0,001$).

Таблица. – Внутренние характеристики сосков передней половины вымени высокопродуктивных коров с удоем 8000–8200 кг молока за лактацию

Измеряемые параметры структурно-пространственной организации емкостной системы сосков	Высокопродуктивные коровы за 24 ч до запуска			
	после первой лактации		после второй лактации	
	соски передней половины вымени	соски задней половины вымени	соски передней половины вымени	соски задней половины вымени
Ширина конца соска в области розетки Фюрстенберга, мм	$22,68 \pm 0,242$	$20,05 \pm 0,22$	$23,7 \pm 0,248^{**}$	$20,89 \pm 0,225^*$
Ширина соска на 10 мм проксимальнее розетки Фюрстенберга, мм	$25,89 \pm 0,263$	$22,83 \pm 0,222$	$26,53 \pm 0,288$	$23,42 \pm 0,255$
Ширина соска на 20 мм проксимальнее розетки Фюрстенберга, мм	$29,09 \pm 0,306$	$24,96 \pm 0,256$	$29,81 \pm 0,332$	$25,53 \pm 0,269$
Ширина цистерны соска на 10 мм проксимальнее розетки Фюрстенберга, мм	$12,97 \pm 0,135$	$11,42 \pm 0,125$	$13,57 \pm 0,133^{**}$	$11,85 \pm 0,143^{**}$
Ширина цистерны соска на 20 мм проксимальнее розетки Фюрстенберга, мм	$16,03 \pm 0,186$	$13,67 \pm 0,169$	$16,96 \pm 0,194^*$	$14,44 \pm 0,169^{**}$
Толщина краниальной стенки соска на 10 мм проксимальнее розетки Фюрстенберга, мм	$6,27 \pm 0,078$	$5,31 \pm 0,106$	$6,11 \pm 0,078$	$5,27 \pm 0,133$
Толщина каудальной стенки соска на 10 мм проксимальнее розетки Фюрстенберга, мм	$6,65 \pm 0,139$	$6,10 \pm 0,167$	$6,85 \pm 0,122$	$6,3 \pm 0,135$
Толщина краниальной стенки соска на 20 мм проксимальнее розетки Фюрстенберга, мм	$5,97 \pm 0,158$	$4,99 \pm 0,132$	$5,98 \pm 0,184$	$5,01 \pm 0,165$
Толщина каудальной стенки соска на 20 мм проксимальнее розетки Фюрстенберга, мм	$7,09 \pm 0,145$	$6,30 \pm 0,129$	$6,87 \pm 0,163$	$6,08 \pm 0,164$
Длина канала соска, мм	$11,4 \pm 0,272$	$9,18 \pm 0,252$	$10,39 \pm 0,297^*$	$8,42 \pm 0,263^*$
Диаметр (мм) канала соска, мм	$0,73 \pm 0,033$	$0,65 \pm 0,031$	$0,99 \pm 0,018^{***}$	$0,79 \pm 0,023^{***}$
Ширина дистального отверстия соскового канала, мм	$1,75 \pm 0,031$	$1,57 \pm 0,026$	$1,97 \pm 0,026^{***}$	$1,82 \pm 0,029^{***}$
Ширина соскового канала возле розетки Фюрстенберга, мм	$0,89 \pm 0,023$	$0,82 \pm 0,013$	$1,21 \pm 0,031^{***}$	$1,1 \pm 0,015^{***}$

Примечание – *0,05 ; $^{**}0,01$; $^{***}0,001$

Ширина соскового канала передней половины вымени возле розетки Фюрстенберга увеличивается на 36 % и 34,2 % соответственно ($P < 0,001$). Так, после первой лактации она составляла только $0,89 \pm 0,023$ мм в передних долях и $0,82 \pm 0,013$ мм – в задних долях вымени. Изменения размеров розетки, установленные нами, показывают снижение возможности физиологического барьера на пути проникновения инфекционных агентов в период запуска у коров и, соответственно, возникновение мастита у сухостойных коров при погрешностях при проведении консервации вымени.

Мы подтвердили и статистически закономерное изменение ширины дистального отверстия соскового канала, которое составило $1,97 \pm 0,026$ мм в сосках передних долей в конце второй лактации и в задних – $1,82 \pm 0,029$ мм.

В ходе проведенного анализа у исследуемых групп животных при сравнении показателей половин вымени (левой и правой) в пределах передней и отдельно в пределах задней половины достоверных различий установлено не было.

При сравнении отдельно левых передних долей у подопытных коров установлены схожие различия в исследуемых группах. Так, средняя длина соскового канала левых передних долей в конце первой лактации составила $11,38 \pm 0,258$ мм и уменьшалась на 12,3 % к концу второй лактации ($P < 0,01$). Диаметр соскового канала передних левых долей в конце первой лактации составил $0,98 \pm 0,02$ мм, к концу второй лактации произошло его увеличение на 48,5 % ($P < 0,001$). Диаметр сосково-

го канала задних левых долей вымени коров увеличивался с $0,64 \pm 0,051$ мм до $0,76 \pm 0,024$ мм ($P > 0,05$).

Средняя длина соскового канала правых передних долей в конце первой лактации составила $11,42 \pm 0,515$ мм, в конце второй лактации – $10,80 \pm 0,512$ мм ($P > 0,05$). Диаметр соскового канала передних правых долей в конце первой лактации составил $0,8 \pm 0,032$ мм, к концу второй лактации произошло увеличение диаметра на 25 % ($P < 0,01$). Диаметр соскового канала задних правых долей вымени коров увеличивался на 24,2 % ($P < 0,05$).

Сравнительные результаты симметричных долей и их достоверность подтверждают полученные нами и описанные выше данные у высокопродуктивных коров голштинской породы белорусской селекции с удоем 8000–8500 кг молока за лактацию методом контрастной маммографии (CESM).

Считаем, что достоверно подтвержденные изменения произошли не только с течением времени, но и при воздействии машинного доения. Данные тенденции носят необратимый характер, и их следует учитывать специалистам при анализе воздействия на молочную железу коровы факторов, способствующих возникновению мастита. Указанные морфологические особенности структурно-пространственной организации емкостной системы сосков вымени высокопродуктивных коров могут считаться прецизионным источником информации о состоянии вымени и соскового канала для разработки и внедрения технологических решений, реализуемых при запуске коров.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Evaluation of inner teat morphology by using high-resolution ultrasound: Changes due to milking and establishment of measurement traits of the distal teat canal / L. Martin [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2018. – № 9. – P. 101.*
2. *Morphological and milkability breed differences of dairy cows / T. Bobić [et al.] // Mljekarstvo. – 2014. – № 64. – P. 71–78.*
3. *Paulrud, C. O. Basic concepts of the bovine teat canal / C. O. Paulrud // Vet. Res. Commun. – 2005. – № 29. – P. 215–245.*
4. *Weiss, D. Teat anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows / D. Weiss, M. Weinfurtnner, R. M. Bruckmaier // J. Dairy Sci. – 2004. – № 87. – P. 3280–3289.*

Полоз С.В., кандидат ветеринарных наук
Дегтярик С.М., кандидат биологических наук, доцент
Слободницкая Г.В., кандидат сельскохозяйственных наук

РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,
г. Минск, Республика Беларусь

СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ИНФУЗОРИЙ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Резюме

Проведено изучение эффективности ряда препаратов различной природы для терапии триходинозов осетровых рыб и их влияния на физиологический статус организма рыб. Это хеледум, эктоцид, йодиол и настойка чемерицы, а также препараты, рекомендованные в ветеринарии для профилактики и лечения триходинозов рыб: фиолетовый «К», аммиак и образцы фитосырья, известного своим антипротозойным действием (кора дуба обыкновенного, трава пустырника пятилопастного, трава багульника болотного, корневища аира обыкновенного). Отобраны два образца фитосырья, наиболее эффективного для контроля триходинозов осетровых рыб: трава пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilb.) и трава багульника болотного (*Ledum palustre* L.). На их основе был создан образец фитопрепарата, в состав которого входят трава пустырника и трава багульника в соотношении 1:1. Он рекомендуется для противопаразитарных обработок осетровых рыб при триходинозах в виде лечебных ванн в бетонных и земляных садках, бассейнах, иных крупных емкостях и для кратковременной обработки рыбы в ваннах, аквариумах и других небольших емкостях.

Ключевые слова: осетровые рыбы, эктопаразиты, триходины, фитопрепарат.

Summary

A study was made of the effect of various nature drug for the sturgeon fish trichodins and on the physiological status of the fish organism. These are heledum, ectocide, iodinol and hellebore tincture, as well as drugs recommended in veterinary medicine for the prevention and treatment of fish trichodinosis: violet «K», ammonia and samples of phyto-raw materials known for their antiprotozoal action - common oak bark, five-lobed motherwort herb, marsh wild rosemary herb, calamus rhizomes. Two samples of phyto-raw materials, the most effective for control sturgeon fish trichodiniasis, were selected – herb of five-lobed motherwort (*Leonurus quinquelobatus* Gilb.) and marsh wild rosemary herb (*Ledum palustre* L.). On their basis, a sample of a drug phytocomposition was created, which includes motherwort herb and wild rosemary herb in a ratio of 1:1. It is recommended for antiparasitic treatment of sturgeons with trichodiniasis in the form of therapeutic baths for treatment in concrete and earthen cages, pools, other large containers and for short-term treatment of fish in baths, aquariums and other small containers.

Keywords: sturgeon fish, ectoparasites, trichodins, phytopreparation.

Поступила в редакцию 11.05.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Мировой опыт указывает на необходимость принятия стратегии «приемлемого риска» в аквакультуре и использования ее на предприятиях, занимающихся разведением осетровых рыб. Рациональное ведение осетрового хозяйства невозможно без дальнейшего развития комплексных исследований. Благополучие хозяйств по болезням всех видов рыб, в том числе и осетровых, является важнейшим условием развития рыбной отрасли. Профилактика и лечение заболеваний позволяют значительно повысить эффективность рыбного хозяйства и дают возможность предотвратить массовые отходы рыб, особенно в условиях интенсификации производства.

Анализ разнообразия паразитов осетровых рыб позволил выделить возбудителей заболеваний, вызывающих массовую гибель рыб как в естественных водоемах, так и в аквакультуре. В мире зарегистрировано более 100 видов паразитов, способных поражать осетровых рыб [1–3], специфичные же для них паразиты представлены 25 видами. Анализ паразитофауны диких и разводимых в условиях аквакультуры осетровых рыб (белуги, русского осетра, севрюги, стерляди, сибирского осетра, веслоноса и их гибридов) юга России показал, что она включает 105 видов, из них 68 зарегистрированы в Азовском бассейне и 72 вида – в Волго-Каспийском. Общими для осетровых рыб являются 35 видов паразитов [4–8].

Ряд исследователей [7, 9–14] подчеркивают, что осетров при искусственном выращивании поражают, как правило, широко специфичные паразиты, представленные в основном простейшими, моногенными и ракообразными. Наиболее опасными для осетровых являются кругоресничные инфузории из семейства *Trichodinidae* (класс *Oligohymenophora*, подкласс *Peritricha*). Инфузории, относящиеся к этому семейству и паразитирующие у рыб, представлены рр. *Trichodina*, *Tripartiella*, *Trichodinella*, *Paratrichodina*, *Dipartiella*. Заболевания, вызываемые этими инфузориями, называют триходиниозами по названию рода *Trichodina* [15]. Для контроля над возбудителями этих заболеваний и разработки профилактических и лечебных мер необходимо иметь как можно более полное представление о видовом составе, хозяевах и географическом распространении паразитов осетровых рыб. Отмечено, что при искусственном разведении на рыбоводных заводах в составе паразитофауны осетровых рыб преобладают паразиты с прямым циклом развития, в т.ч. *Trichodina* sp. [3].

Несмотря на усилия рыбоводов по созданию и поддержанию оптимальных условий для выращивания, не всегда удается избежать гибели рыб при воздействии экстремальных условий (высокая летняя температура, недостаточное содержание кислорода, транспортировка, повышенные плотности посадки или поликультура, несбалансированное питание, рыбоводные манипуляции и др. стрессовые воздействия). В связи с этим изучение способов повышения выживаемости осетровых рыб, в частности поиск средств защиты их от заболеваний, имеет особую актуальность.

Таким образом, целью исследований являлась разработка и апробация способов контроля инфузорий сем. *Trichodinidae* – эктопаразитов осетровых рыб.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная работа была выполнена в условиях лаборатории болезней рыб РУП «Институт рыбного хозяйства». Объектом исследований служили сеголетки и годовики стерляди. Для проведения исследований был проведен подбор препаратов для оздоровления от триходиниозов осетровых рыб, изучена активность ото-

бранных образцов по отношению к инфузориям р. *Trichodina*. Предметом исследований являлись препараты для противопаразитарной обработки рыб: хеледум, эктоцид, настойка чемерицы, йодиол, органический краситель фиолетовый «К», аммиак и образец фитопрепарата, содержащего кору дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.), траву пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilb.), траву багульника болотного (*Ledum palustre* L.), корневище аира обыкновенного (*Acorus calamus* L.).

Сравнительный анализ эффективности применения препаратов против триходиниозов осетровых рыб был проведен на сеголетках стерляди (n=110 экз.), зараженных триходинами. Изучена активность отобранных препаратов по отношению к инфузориям р. *Trichodina*. Определение эффективных доз применения образца фитопрепарата в лабораторных условиях проводили на пораженных инфузориями сеголетках стерляди (n=160 экз.).

Изучение острой и хронической токсичности образца фитопрепарата для рыб проводили на клинически здоровых годовиках стерляди (n=110 экз.). Токсичность определяли согласно [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При подборе субстанций и препаратов, потенциально эффективных при триходиниозах рыб семейства осетровых, были испытаны хеледум, эктоцид, настойка чемерицы, йодиол, а также препараты, традиционно применяющиеся для профилактики и лечения эктопаразитозов рыб: фиолетовый «К» и аммиак; образцы фитосырья, известные своим антипротозойным действием (кора дуба обыкновенного, трава пустырника пятилопастного, трава багульника болотного, корневища аира обыкновенного). Антипаразитарное действие данных субстанций проявляется при добавлении их в воду и основано на подавлении двигательной активности и нарушении мембранных функций у паразитов на любых стадиях их развития.

Для исследований были взяты дозы (концентрация и экспозиция) препаратов, указанные в соответствующих нормативных документах [17–21]. Из растительного сырья были приготовлены водные настои

или отвары. В контроле рыба находилась в чистой водной среде без добавления препаратов. В каждом варианте опыта и контроля использовано по 10 экземпляров рыб.

Экстенсивность инвазии (ЭИ) трихинами до начала экспериментов во всех вариантах составляла 100 %, интенсивность инвазии (ИИ) – 3–18 пар в поле зрения микроскопа (ПЗМ). Перед началом и сразу же после окончания экспериментов

производили соскобы с поверхности тела и плавников подопытных рыб. Затем подсчитывали количество живых инфузорий в 5 полях зрения в каждом соскобе, определяли среднюю величину. Процент гибели инфузорий (интенсивность препаратов) определяли, сопоставляя количество живых паразитов до (принималось за 100 %) и после обработки. Схема и результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Влияние различных препаратов на инфузории р. *Trichodina*

Препараты и фитосырье	Концентрация, %	Экспозиция, мин	Гибель триходин, %	Комментарии
Хеледум	2	20	92	По прошествии 8 мин началось волнение рыбы, через 10–13 мин волнение его можно охарактеризовать как сильное. На 15–20 мин рыба стала метаться, биться о стенки аквариума. После пересадки в чистую воду волнение наблюдалось еще около 30–40 мин, постепенно уменьшаясь. Гибели рыбы не последовало
Эктоцид	1	25	67	На протяжении эксперимента рыба поднималась на поверхность воды, заглатывала воздух, затем отдельные особи стали укладываться на бок. Отмечено побледнение жабр. Гибели не отмечено
Настойка чемерицы	2	40	86	Картина, схожая с таковой в варианте № 2. После пересадки рыбы в чистую воду в течение суток 2 экз. погибло
Йодинол*	1	30–60	17–25	Волнения и гибели рыбы не отмечено
Фиолетовый «К»	1 г/м ³	11	34	Волнения и гибели рыбы не отмечено
Аммиак	0,1–0,2	0,5	42	С первых секунд опыта – сильное волнение рыбы. Эксперимент прекратили через 0,5 мин
Кора дуба	2	20	47	Легкое волнение на последних минутах опыта, побледнение кончиков жабр. Гибели не отмечено
Пустырник	2	20	85	Волнения и гибели рыбы не отмечено
Багульник	2	20	92	Волнения и гибели рыбы не отмечено
Корневища аира	2	20	88	По прошествии 12–17 мин рыба стала подниматься на поверхность, беспокойно метаться по аквариуму. После пересадки в чистую воду ее состояние стабилизировалось, однако на протяжении 16 ч все подопытные рыбы погибли
Контроль (без препарата)	-	-	0	Волнения и гибели рыб не отмечено

Примечание – *согласно Наставлению по применению йодиола для лечения эктопаразитарных болезней карпа от 15.06.01 указанный препарат следует применять в неразведенном виде для индивидуальной обработки поверхности тела производителей и ремонта карпа. В данном случае предпринята попытка применить его в виде ванн 1%-й концентрации с экспозицией 30 и 60 мин

Как видно из таблицы 1, ряд препаратов – хеледум, эктоцид, настойка чемерицы, отвар корневища айра, несмотря на их ярко выраженное противопаразитарное действие – не годятся для обработки осетровых из-за плохой переносимости рыбами. Указанные препараты вызывали сильное волнение и даже гибель стерляди. Наиболее токсичным оказался отвар корневищ айра – его воздействие вызвало 100%-ную гибель подопытных рыб. Такие препараты, как йодиол и отвар коры дуба, не оказывающие либо оказывающие слабое воздействие на организм стерляди, вызывали, соответственно, гибель лишь 17–25 % и 47 % инфузорий, что недостаточно для достижения лечебно-профилактического эффекта. Оптимальным соотношением интенсэфективность/токсичность обладали фиолетовый «К» (гибель 74 % паразитов), настой травы пустырника (85 %) и настой травы багульника (92 %). Ни один из этих препаратов не вызывал волнения либо гибели рыбы.

Основываясь на этих результатах, для дальнейших исследований были отобраны два вида растительного сырья, обладающие ярко выраженным антипротозойным действием. На их основе был создан опытный образец фитопрепарата. В его состав вошли трава пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilb.) и трава багульника болотного (*Ledum palustre* L.) в соотношении 1:1. Далее были изучены антипаразитарные свойства лабораторного образца фитопрепарата. В качестве базового препарата применяли фиолетовый К (контроль 1). Во втором контроле (К2) препараты не применяли. Опытные группы были сформированы из сеголетков стерляди в количестве 100 экз., зараженных триходинами. ЭИ составляла 100 %, ИИ – 5–22 экз. в ПЗМ. В каждом варианте опыта было использовано по 5 рыб. Схема и результаты опытов представлены на рисунке 1.

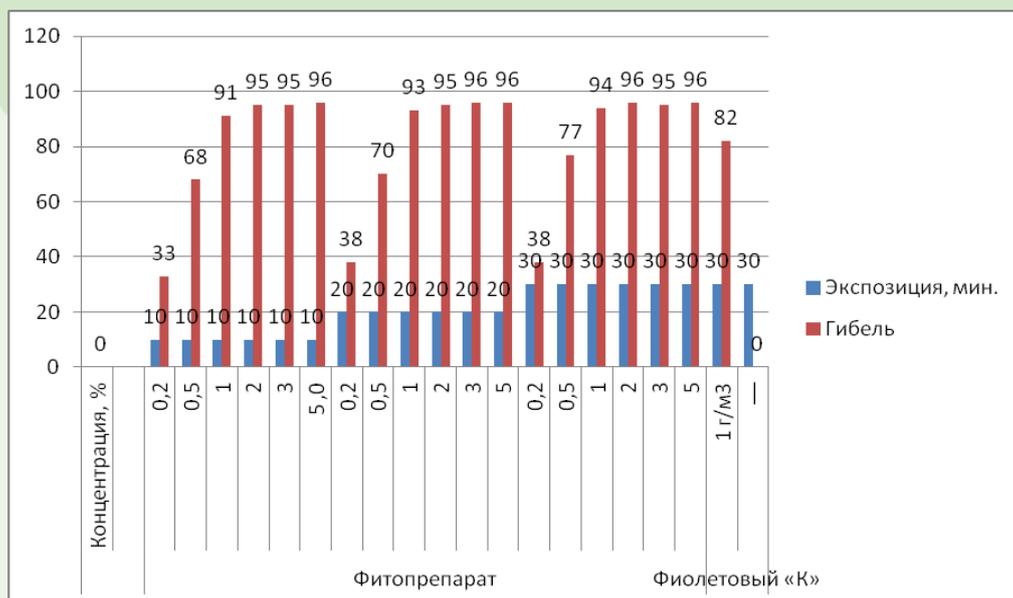


Рисунок 1. – Терапевтическая активность фитопрепарата в отношении инфузорий р. *Trichodina*

Установлено, что ярко выраженное антипротозойное действие фитопрепарата (гибель паразитов составила более 90 %) наблюдается при его применении в концентрациях 1,0 % и выше, мало зависит от времени экспозиции и сопоставимо при разных ее значениях (91–95 % в течение 10 мин, 93–95 % в течение 20 мин и 94–96 % в течение 30 мин). Спустя трое суток после обработки с поверхности тела рыб из

каждого варианта опыта были сделаны соскобы, и методом микроскопии определяли наличие либо отсутствие паразитов. При этом было отмечено, что у рыб из варианта, где концентрация препарата составляла 1 % с экспозицией 10 мин, живые инфузории не обнаружены, а у рыб из вариантов с концентрацией препарата 0,2–0,5 % были выявлены единичные живые триходины.

Во время обработки и после ее окончания волнения и гибели рыбы не наблюдалось. В контрольном аквариуме (K_2), где рыба не обрабатывалась, количество эктопаразитов не изменилось, в контрольном аквариуме K_1 (рыба обработана фиолетовым «К») гибель триходин составила 82 %.

Таким образом, для лечения и профилактики триходинозов осетровых рыб можно рекомендовать применение препарата в концентрации 2 % при экспозиции 10–30 мин или 1 % при экспозиции 30 минут и выше. При необходимости время обработки можно увеличить до 60 минут.

Изучение возможности применения образца фитопрепарата методом лечебных ванн. Исследования показали, что в виде лечебных ванн фитопрепарат можно применять в концентрации 2 % (2 л препарата на 100 л воды) с экспозицией 10–30 мин или 1 % (1 л препарата на 100 л воды) с экспозицией 30–60 мин. Такой вариант приемлем для кратковременной обработки рыбы в живорыбной таре, ваннах инкубатора, аквариумах и других небольших емкостях, в которых возможна быстрая смена воды. Однако на практике такая воз-

можность существует не всегда. Если рыба размещена в небольших прудах, бетонных или земляных садках, соблюсти экспозицию 30–60 мин не представляется возможным; кроме того, количество фитопрепарата в пересчете на 1 м^3 будет довольно значительным (порядка 10 л/м^3). Нам представилось гораздо более удобным и экономически целесообразным уменьшение количества фитопрепарата с увеличением экспозиции. Для определения эффективности такой обработки был проведен ряд лабораторных экспериментов с 60 экз. сеголетка стерляди, зараженного триходинами. ЭИ составляла 100 % при ИИ 3–10 экз. в ПЗМ. В каждом варианте опыта и контроля было использовано по 10 экз. рыб. Фитопрепарат при этом применяли в концентрациях 0,010; 0,025; 0,050; 0,075 и 0,100 %, экспозиция составляла 24 ч (время, на которое можно перекрыть проточность в пруду или садке без ущерба для рыбоводного процесса). Контролем служила рыба (10 экз.), размещенная в аквариуме без добавления фитопрепарата. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

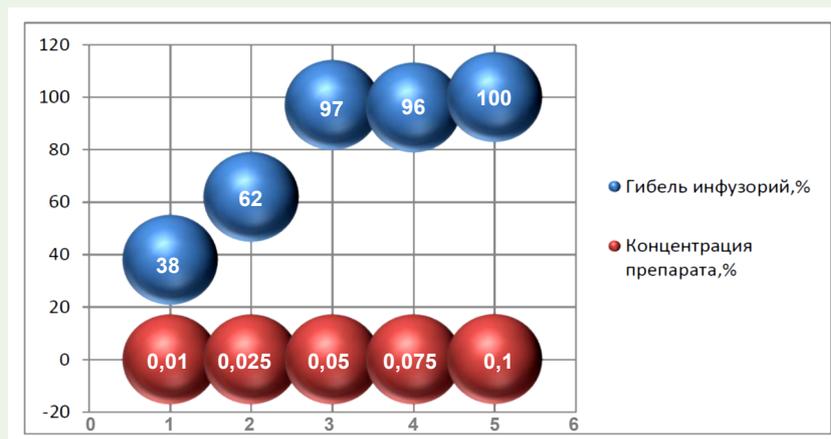


Рисунок 2. – Эффективность применения фитопрепарата методом лечебных ванн длительной экспозиции

Полученные данные свидетельствуют, что фитопрепарат в концентрациях 0,01 и 0,025 % недостаточно эффективен для обработки рыбы в течение 24 ч, поскольку вызывает гибель 38–62 % инфузорий р. *Trichodina*. Фитопрепарат в концентрации 0,050 и 0,075 % вызывал гибель 96–97 % инфузорий (в соскобах после завершения обработки обнаруживались единичные живые паразиты, 3–4 % от начального

количества); после применения фитопрепарата в концентрации 0,100 % живых инфузорий в соскобах с поверхности тела и жабр не обнаружено. Таким образом, экономически целесообразно использовать фитопрепарат с концентрацией 0,05 % (0,5 л препарата на 1 м^3 воды) при экспозиции 24 ч. Указанный способ приемлем для обработки рыбы в бетонных и земляных садках, бассейнах, иных крупных емко-

стях. Для этого препарат следует добавить на приток, перекрыв затем проточность на сутки.

Изучение острой и хронической токсичности фитопрепарата для осетровых рыб. Для постановки экспериментов были использованы клинически здоровые годовики стерляди (110 экз., из них 70 – для определения острой токсичности, 40 – для определения хронической токсичности), помещенные в аквариумы по 10 экз. на каждый вариант опыта и контроля. В опытные аквариумы добавляли фитопрепарат в различных концентрациях. Для определения острой токсичности препарат испытывали в 6 дозах: предполагаемая тера-

певтическая доза (1 %) и дозы, превышающие терапевтическую до 100 раз (5, 10, 25, 50, 100 %). За поведением рыбы наблюдали в течение 60 мин после окончания обработки. Для определения хронической токсичности рыба подвергалась воздействию фитопрепарата в минимальной концентрации (предполагаемая терапевтическая доза 1 %) в течение 10 дней подряд, после чего наблюдение велось в течение 30 дней. Рыба из контрольных групп обработке фитопрепаратом не подвергалась, а была размещена в аквариумах с чистой водой при условиях, аналогичных таковым в опыте. Результаты экспериментов по изучению острой токсичности представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Острая токсичность фитопрепарата для осетровых рыб

Экспозиция, мин	Концентрация препарата, %						Контроль
	1	5	10	25	50	100*	
10	0	0	0	0	0	+	0
20	0	0	0	0	+	++	0
30	0	0	0	0	+	++	0
40	0	0	0	+	+	+++	0
50	0	0	0	+	++	+++	0
60	0	0	0	+	++	–	0

Примечания:

1. *100%-ная концентрация – концентрированный «маточный» раствор, получаемый непосредственно при фильтрации растительного отвара;

2. 0 – токсическое действие препарата отсутствует: волнения, гибели, изменений внутренних органов не отмечено;

3. + – отмечено легкое волнение рыбы (беспокойное поведение);

4. ++ – отмечено сильное волнение рыбы (рыба мечется по аквариуму);

5. +++ – рыба плавает на боку

Представленные в таблице 2 данные свидетельствуют о том, что фитопрепарат при применении его в дозах от 1 до 10 %, т.е. в 10 раз превышающих терапевтическую, не является токсичным для рыб, не вызывает даже легких отклонений в их поведении. При применении фитопрепарата в дозе 25 % наблюдалось небольшое волнение рыбы по истечении 40 минут. Фитопрепарат в дозе 50 % вызывал легкое волнение стерляди после 20-минутного содержания в нем, к моменту завершения опыта рыба начала метаться по аквариуму, натываясь на стены и поднимаясь к поверхности. В аквариуме со 100%-ной концентрацией фитопрепарата (неразбавленный от-

вар) стерлядь проявляла беспокойство практически сразу же с момента начала опыта. Спустя 10 мин волнение резко усилилось, затем рыба начала подниматься к поверхности и переворачиваться на бок. Однако когда извлеченная из аквариума стерлядь по истечении 50 мин эксперимента была пересажена в аквариум с чистой водой, ее состояние нормализовалось в течение суток.

При определении хронической токсичности годовиков стерляди (три варианта опыта по 10 экз.) ежедневно в течение 10 дней обрабатывали фитопрепаратом в минимальной дозе (1 %), затем на протяжении 30 дней вели наблюдение за поведе-

нием и физиологическим состоянием рыбы. Стерлядь из контрольной группы (10 экз.) обработке препаратом не подвергалась.

Отмечено, что фитопрепарат не оказывал токсического воздействия на состояние подопытной рыбы. По истечении времени наблюдения отклонений в поведении рыбы, а также четко выраженных патологических изменений кожных покровов и жаберного аппарата по сравнению с контролем не выявлено. При патологоанатомическом вскрытии рыбы через 30 дней установлено, что печень у стерляди опытных и контрольных групп была в норме, естественной окраски, желчный пузырь хорошо наполнен и не увеличен. Почки как в опыте, так и в контроле были темно-вишневого цвета, не увеличены, отека, кровоизлияний и других патологических изменений не выявлено. Селезенка исследуемых рыб темно-красного цвета, с четко ограниченной конфигурацией, размеры соответствуют норме, кровоизлияний, очагов некроза и воспаления не выявлено. Мышцы тела у обследованных рыб без отека и набухания, бледно-розового цвета.

Таким образом, фитопрепарат в терапевтических дозах (концентрация 1 %, экспозиция 30–60 мин) не обладает острой токсичностью для осетровых рыб. Легкое волнение рыбы начинается только при повышении концентрации до 25 % (экспозиция 40 мин), сильное волнение отмечено при применении фитопрепарата в концентрации 50 % (экспозиция 50 мин). Неразбавленный раствор (100 %) рыба переносит тяжело с первых минут эксперимента, однако гибели подопытных экземпляров отмечено не было.

Фитопрепарат при применении его в дозе 1 % в течение 10 дней не обладает хронической токсичностью для рыб семей-

ства осетровых, отклонений в поведении рыбы, патологических изменений кожных покровов, жаберного аппарата и внутренних органов по сравнению с контролем не выявлено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа результатов исследований по поиску эффективных способов контроля над возбудителями триходинозов осетровых рыб были выбраны два растительных образца: трава пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilb.) и трава багульника болотного (*Ledum palustre* L.), обеспечивающие противопаразитарную эффективность от инфузорий р. *Trichodina* в 85 % и 92 %. Создан образец фитопрепарата, в состав которого входит сырьё данных растений в сочетании 1:1. Указанный фитопрепарат не обладает острой токсичностью для рыб в дозах, превышающих терапевтическую до 100 раз, а также не обладает хронической токсичностью.

Результаты экспериментов позволили определить наиболее эффективные способы применения фитопрепарата. Это применение методом лечебных ванн в концентрации 1 % в течение 60 мин и в концентрации 0,05 % в течение 24 ч. Обработка указанными способами вызывает гибель 96–97 % (до 100 %) инфузорий р. *Trichodina*, паразитирующих на поверхности тела и жабрах осетровых рыб. В условиях рыбоводных хозяйств кратковременная обработка концентрированным препаратом рекомендована для рыбы, размещенной в ваннах (инкубаторах), аквариумах и небольших емкостях. Длительная обработка низкоконтентрированным фитопрепаратом рекомендована для лечения рыбы, содержащейся в небольших прудах, бассейнах, земляных и бетонных садках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скрыбина, Е. С. Гельминты осетровых рыб / Е. С. Скрыбина. – М. : Наука, 1974. – 168 с.
2. Дергалева, Ж. Т. О паразитофауне молоди гибридов белуги со стерлядью : тр. ВНИРО / Ж. Т. Дергалева. – Т. 76. – 1970. – С. 266–268.
3. Казарникова, А. В. Основные заболевания осетровых рыб в аквакультуре / А. В. Казарникова, Е. В. Шестаковская. – М. : ВНИРО, 2005. – 104 с.
4. Способ профилактической обработки инкубируемой икры : пат. 971184 СССР, МПК А 01 К 61/00 / Е. В. Шестаковская, В. М. Федченко, Н. И. Сыроватка; заявитель Азовский НИИ рыбного хозяйства. – № 2896642; заявл. 07.01.80; опубли. 07.11.82 / Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий. – 1982. – № 41.

5. Шестаковская, Е. В. Некоторые итоги изучения паразитов и инвазионных болезней марикультуры в Азовском бассейне / Е. В. Шестаковская, Н. И. Сыроватка // *Паразиты и болезни морских гидробионтов: сб. науч. тр. / ВНИРО – ПИНРО. – Мурманск, 1987. – С. 111–129.*
6. Сыроватка, Н. И. Паразиты и болезни осетровых рыб Азовского бассейна: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.19 / Н. И. Сыроватка. – Алма-Ата, 1985. – 24 с.
7. Иванов, В. П. Паразитофауна осетровых рыб при естественном и искусственном их воспроизводстве в измененной Волге : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10 / В. П. Иванов. – Волгоград, 1968. – 20 с.
8. Астахова, Т. В. Опыт борьбы с грибковым заболеванием икры осетровых / Т. В. Астахова // *Рыбное хозяйство. – 1965. – № 3. – С. 75–76.*
9. Нечаева, Н. Л. Паразитофауна и паразитарные болезни молоди осетра и севрюги, выращиваемой в бассейнах и прудах: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.19 / Н. Л. Нечаева / Моск. техн. ин-т рыбной пром-сти и хозяйства им. А. И. Микояна. – М., 1953. – 18 с.
10. Богданова, Е. А. Паразиты и инвазионные болезни лососевых и сиговых в рыбоводных хозяйствах / Е. А. Богданова ; под ред. д-ра биол. наук Н. А. Изюмовой. – Л. : Известия ГосНИОРХ. – 1977. – Т. 120. – 161 с.
11. Астахова, Т. В. Паразиты и болезни молоди русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii Brandt*) Каспийского моря на первом году жизни / Т. В. Астахова // *Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1979. – Вып. 23. – С. 172–188.*
12. Чугалинская, Л. О. Паразиты и болезни рыб, выращиваемых в садках на теплых водах Краснодарской ТЭЦ / Л. О. Чугалинская, В. С. Сулейманян // *Материалы Всес. науч. конф. по интенсификации рыбоводства во внутренних водоемах Северного Кавказа, Ростов-на-Дону, 1979 г. – М., 1979. – С. 266–268.*
13. Сыроватка, Н. И. Эпизоотология основных заболеваний осетровых рыб Азовского бассейна / Н. И. Сыроватка, Е. В. Шестаковская // *Роль молодых ученых и специалистов, членов НТО, в реализации Продовольственной программы: тез. докл. II обл. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, г. зерноград, 13–14 августа 1982 г. / Всерос. науч.-исслед. проект.-технол. ин-т механизации и электрификации сел. хоз-ва (ВНИПТИМЭСХ) ; [сост. В. Ф. Бирман и др.]. – зерноград, 1982. – С. 44–26.*
14. Паразиты и заболевания осетровых рыб на рыбоводных хозяйствах Азовского бассейна / Е. В. Шестаковская [и др.] // *Рыбное хозяйство. Сер. Болезни гидробионтов в аквакультуре : анализ. и реф. информ. – М. : ВНИЭРХ, 2000. – С. 25–32.*
15. Грищенко, Л. И. Болезни рыб и основы рыбоводства / Л. И. Грищенко, М. Ш. Акбаев, Г. Л. Васильков. – М. : Колос, 1999. – С. 289–300.
16. Положение о порядке проведения экспертизы, испытания и регистрации ветеринарных препаратов в Республике Беларусь: утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 19.03.98: текст по состоянию на 12 декабря 2001 г. – Минск, 2001. – 23 с.
17. Наставление по применению фитопрепарата хеледум для профилактики эктопаразитарных болезней карпа : утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 18.10.2001. – Минск, 2001. – 3 с.
18. Наставление по применению препарата «Настойка чемерицы» для профилактики эктопаразитарных болезней карпа : утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 15.07.2001. – Минск, 2001. – 2 с.
19. Наставление по применению йодиола для лечения эктопаразитарных болезней карпа : утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 15.07.2001. – Минск, 2001. – 2 с.
20. Наставление по применению комбинированного химиопрепарата «Эктоцид» для профилактики эктопаразитарных болезней карпа : утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 15.07.2001. – Минск, 2001. – 2 с.
21. Инструкция о мероприятиях по борьбе с хилоденеллезом и триходинозом рыб в прудовых хозяйствах : утв. Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР 15.12.65. с изменениями от 28.05.71 : текст по состоянию на июль 2011 г. – М., 2011. – 3 с.

Притыченко А.Н., кандидат ветеринарных наук, доцент¹
Кучвальский М.В., научный сотрудник¹
Лысенко А.П., доктор ветеринарных наук, профессор²
Скворцова К.А., студент³

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

²УП «НИИ БИОФАРМ», Минский филиал, Республика Беларусь

³Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

НЕКИСЛОУСТОЙЧИВЫЕ ФОРМЫ *MYCOBACTERIUM SMEGMATIS* И МИКОБАКТЕРИЙ ТУБЕРКУЛЕЗА

Резюме

Пересев *M. smegmatis* ATCC mc(2)155 со среды Middlebrook на яичную питательную среду с малахитовым зеленым вызвал спонтанную трансформацию штамма в некислоустойчивую форму с дефектной клеточной стенкой и образование клеток, не отличавшихся по морфологии от клеток экспериментально полученных некислоустойчивых форм *M. tuberculosis* H₃₇Rv, *M. bovis* 8 и имевших с ними, в отличие от родительских штаммов, значительное антигенное родство.

Ключевые слова: микобактерии, антигенный состав, дефектная клеточная стенка.

Summary

A passage of *M. smegmatis* ATCC mc(2)155 from Middlebrook medium to an egg culture medium with malachite green caused spontaneous transformation of the strain into a non-acid-fast cell wall deficient cells that did not differ in morphology from the cells of experimentally obtained non-acid-fast forms of *M. tuberculosis* H₃₇Rv, *M. bovis* 8 and had a significant antigen propinquity.

Keywords: mycobacteria, antigenic composition, deficient cell wall.

Поступила в редакцию 23.05.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Достоверно установлено, что микобактерии туберкулеза (МБТ) под действием разных факторов могут трансформироваться в формы без выраженной клеточной стенки (L-формы) [1–4] или с ригидной (дефектной – cell wall deficient – CWD) клеточной стенкой [2, 4–6]. Трансформированные МБТ настолько отличаются от родительской формы, что по фенотипу их сложно отнести к микобактериям. Они теряют кислотоустойчивость (КУ), существенно снижают патогенность, способны быстро расти на простых питательных средах в широком диапазоне температур [2, 5, 7]. То есть даже если CWD МБТ будут выделены или в посевах типичных культур произойдет спонтанная трансформация, уже по первому тесту идентификации МБТ (окраске по Цилю-Нильсену) из-за отсутствия КУ их не признают микобактериями и посчитают контаминацией [8].

Известно, что некислоустойчивые (НКУ) CWD МБТ получали в эксперимен-

те, снижая концентрацию питательных веществ при культивировании [9], создавая условия «голодания» или определенные режимы аэрации [10–12], воздействуя химическими соединениями или антибиотиками [1, 12], инкубируя в специальных «стимуляторах роста» [5, 7]. Однако несмотря на то, что принадлежность НКУ МБТ в последнее время подтверждается уже молекулярно-генетическими методами [6, 7, 12], из-за резких отличий от фенотипа родительской формы отношение к проблеме изменчивости МБТ и к НКУ CWD МБТ остается скептическим. В связи с этим интерес представляет изучение НКУ форм микобактерий, появившихся при спонтанной трансформации при минимальном внешнем воздействии на микобактерии и минимальном риске контаминации.

Целью исследований явилось наблюдение за процессом спонтанной трансформации *M. smegmatis* ATCC 700084/mc(2)155 и сравнение с НКУ CWD МБТ мор-

фологии и антигенного состава образовавшихся НКУ клеток.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследованиях использовали штаммы *Mycobacterium smegmatis* ATCC 700084/mc(2)155, *M. tuberculosis H₃₇Rv*, *M. bovis* 8.

M. smegmatis ATCC 700084/mc(2)155 выращивали на среде Middlebrook 7H10. После пересева на яичную среду Гельберга с малахитовым зеленым КУ штамм в процессе культивирования и нескольких пересевов трансформировался в НКУ форму.

Для получения НКУ форм бактериальную массу *M. tuberculosis H₃₇Rv* и *M. bovis* 8, выращенную на среде Гельберга, суспендировали в стимуляторе роста ВКГ [5] или МусСел DW [7] 0,25–0,3 мг/мл, инкубировали 48–72 ч при температуре 37 °С и высевали на пробирки (чашки) с питательной средой МусСел DW [7]. Исследования проводились в течение ряда лет с накоплением видеоматериалов о морфологии полученных НКУ форм.

НКУ формы микобактерий выращивали на среде МусСел DW при температуре 37 °С. Мазки культур окрашивали по Кinyoun, микроскопию проводили на Olimpus B51X (окуляр ×10, объектив ×100).

Для сравнения антигенного состава в ИФА использовали соникаты бактериальной массы *M. tuberculosis H₃₇Rv*, НКУ *M. tuberculosis H₃₇Rv*, НКУ *M. smegmatis*

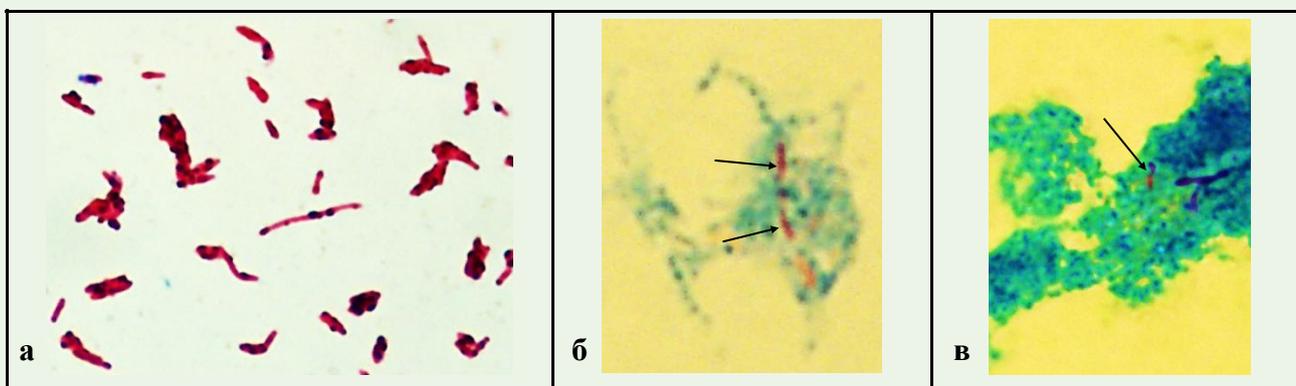
ATCC 700084/mc(2)155, инаktivированной 2%-ным фенолом и дезинтегрированной на Bandelin Sonopuls 2400 (4 цикла по 5 мин при 80 % мощности).

ИФА ставили на панелях «Sarstedt» с кроличьими антисыворотками к соникатам *M. tuberculosis H₃₇Rv* и НКУ *M. tuberculosis H₃₇Rv* с использованием пероксидазного конъюгата анти-IgG кролика («Abcam») и субстратной смеси ТМБ («Abcam»).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При пересеве *M. smegmatis* ATCC 700084/mc(2)155 на среду Гельберга было замечено, что интенсивность его роста снизилась, но вся популяция состояла из КУ клеток рубиново-красного цвета (рисунок 1а). При последующих пересевах на среде Гельберга рост штамма не улучшился, при этом клетки начали терять КУ (рисунок 1б), сливались в протопласты, в которых были заметны единичные клетки красного цвета (рисунок 1в).

Интенсивность роста *M. smegmatis* восстановилась при пересеве со среды Гельберга на среду МусСел DW, на которой колонии появлялись уже через 24 ч, но полностью состояли из НКУ клеток синего цвета. То есть пересев *M. smegmatis* со среды Middlebrook на среду Гельберга и в конечном счете на среду МусСел DW способствовал спонтанной трансформации в НКУ форму.



а – исходная КУ форма; б – образование зернистых НКУ палочковидных форм КУ клетками красного цвета; в – сохраняющиеся единичные КУ клетки в НКУ протопласте

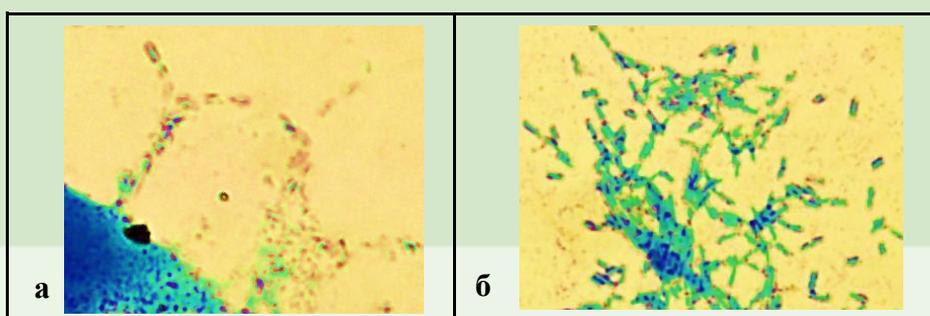
Рисунок 1. – Изменение тинкториальных свойств и морфологии при спонтанной трансформации *M. smegmatis* ATCC 700084/mc(2)155 в НКУ форму

При наблюдении за процессом спонтанной трансформации *M. smegmatis* было замечено, что в его популяции встречались такие же формы клеток, как у экспериментально полученных НКУ *M. tuberculosis* H₃₇Rv и *M. bovis* 8. На первых этапах трансформации наблюдались клетки с частично кислотоустойчивыми (ЧКУ) красными фрагментами (рисунок 2). Также появлялись НКУ палочковидные формы, в том числе длинные нитеподобные (рисунок 3).

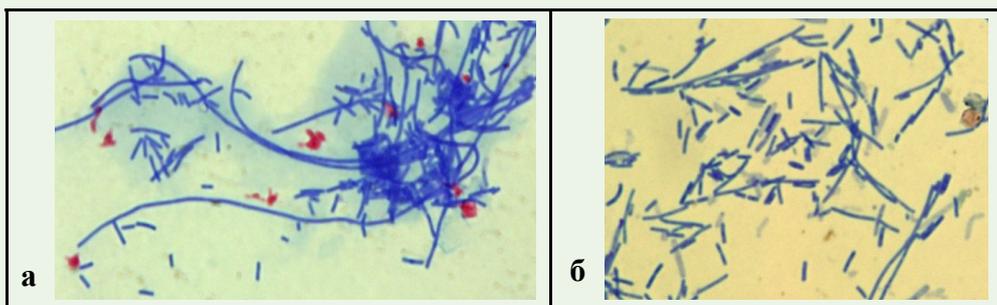
При дальнейших пересевах на среде МусСел DW морфологический состав НКУ МБТ и *M. smegmatis* уже практически не отличался (рисунок 4), и в мазках можно

было найти клетки с одинаковой характерной морфологией (рисунки 5–8).

В посевах НКУ *M. bovis* (а) и *M. smegmatis* появлялись формы, отражавшие одинаковые фазы существования трансформированных МБТ. В частности, в популяциях можно было обнаружить слабо окрашивающиеся частично кислотоустойчивые (ЧКУ) клетки светло-коричневого цвета (рисунок 9). При длительном культивировании без пересевов часть клеток трансформировалась в слабо окрашивающиеся спороподобные формы (рисунок 10), которые исчезали при пересеве.

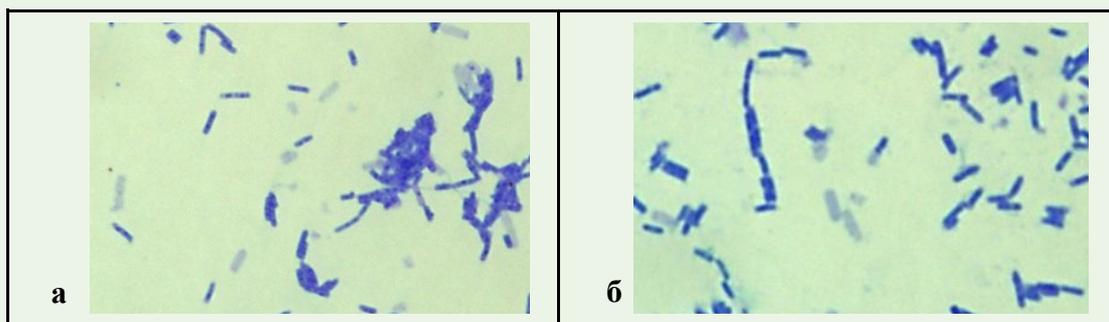


а – *M. tuberculosis* H₃₇Rv; б – *M. smegmatis*; НКУ протопласты образуют ЧКУ клетки
Рисунок 2. – Первичный рост трансформированных микобактерий



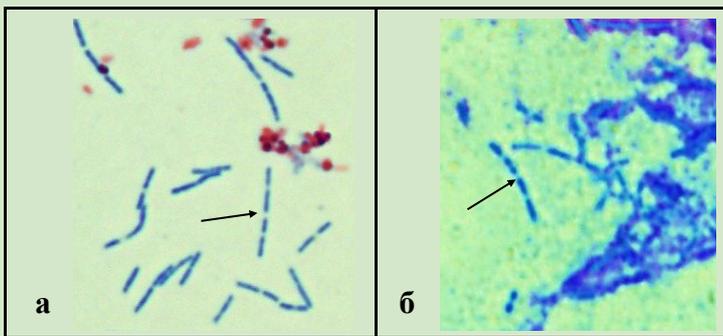
а – палочковидные формы разной длины и остатки КУ клеток *M. tuberculosis* H₃₇Rv; б – НКУ *M. smegmatis*

Рисунок 3. – Первичный рост НКУ микобактерий после трансформации



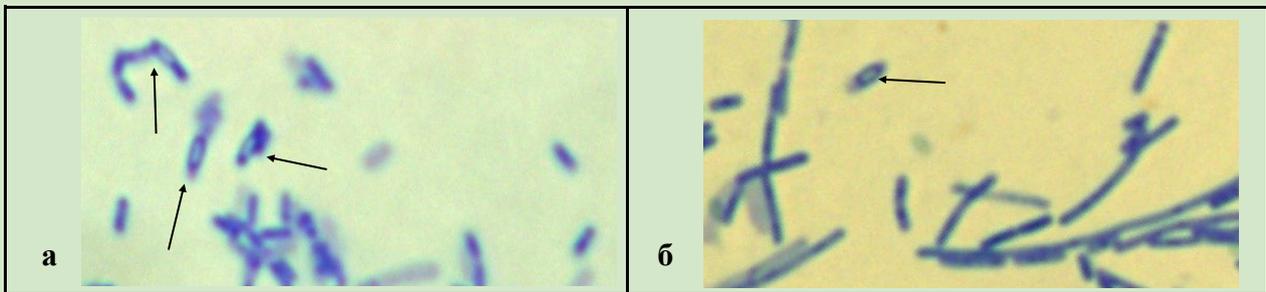
а – *M. tuberculosis* H₃₇Rv; б – *M. smegmatis*

Рисунок 4. – Рост НКУ микобактерий после нескольких пересевов на среде МусСел DW



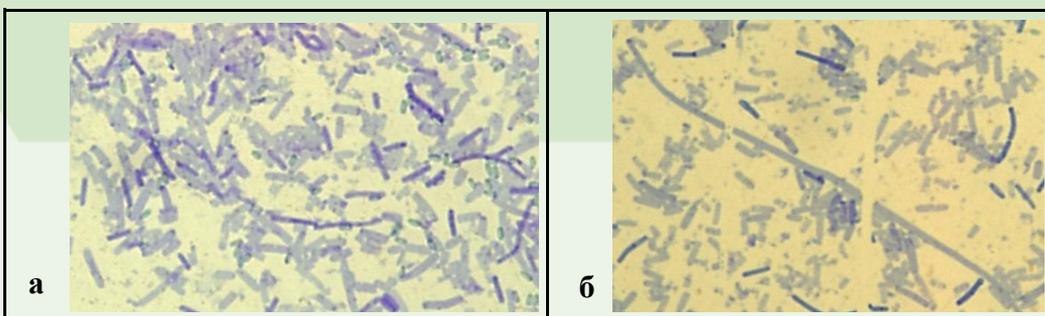
а – *M. tuberculosis* H₃₇Rv;
б – *M. smegmatis*

Рисунок 5. – Одинаковая форма клеток у НКУ микобактерий в виде последовательно расположенных палочек



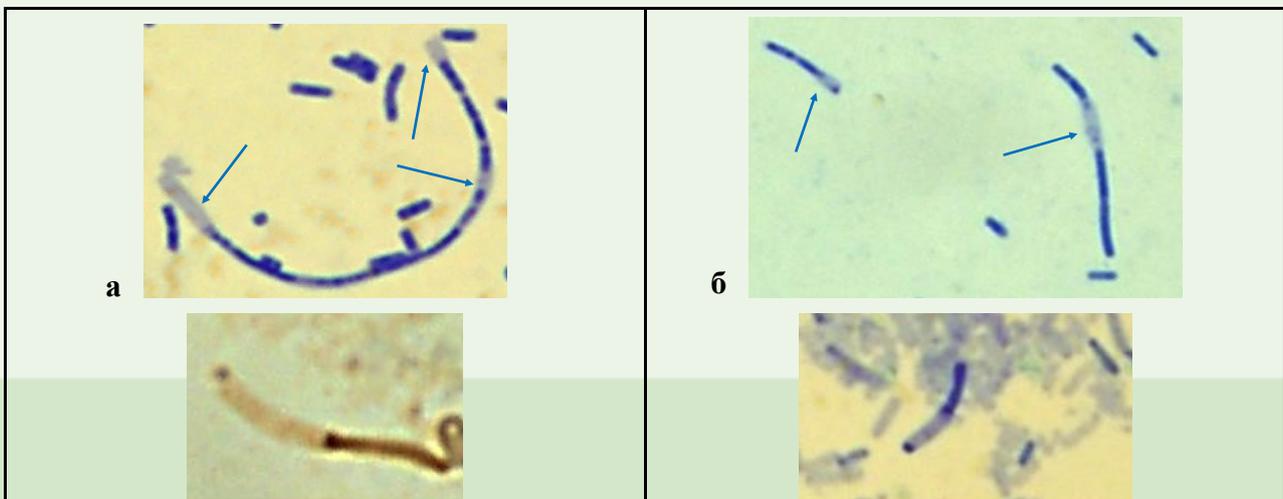
а – *M. bovis*; б – *M. smegmatis*

Рисунок 6. – Веретеноподобные биполярные клетки (стрелки) у НКУ микобактерий



а – *M. tuberculosis* H₃₇Rv; б – *M. smegmatis*; в одном поле зрения 5-6 одинаковых форм клеток

Рисунок 7. – Рост НКУ микобактерий на среде MycCel DW

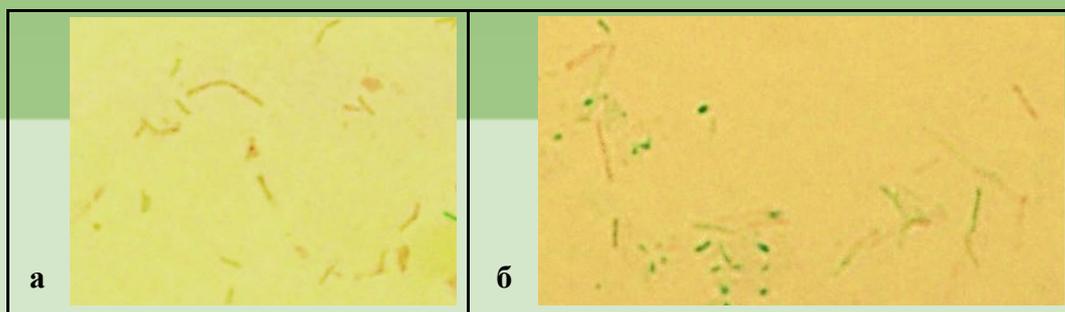


а – *M. bovis*; б – *M. smegmatis*

Рисунок 8. – Образование НКУ форм с отличающейся морфологией

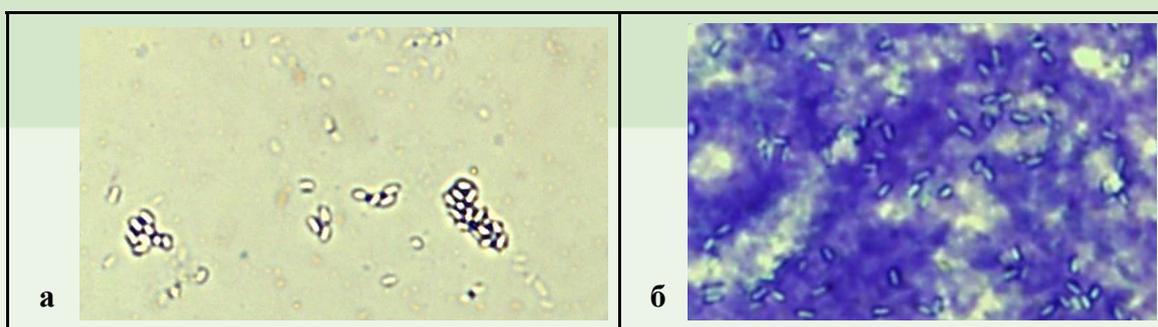
В ИФА (таблица 1) соникат НКУ *M. smegmatis* давал слабые реакции с антисывороткой к типичному штамму *M. tuberculosis H₃₇Rv*, но интенсивно реагировал со всеми разведениями антисыворотки к НКУ

M. tuberculosis H₃₇Rv. Для сравнения соникат типичного штамма *M. tuberculosis H₃₇Rv* реагировал как с гомологичной антисывороткой, так и с антисывороткой к его НКУ форме (таблица 2).



а – *M. tuberculosis H₃₇Rv*; б – *M. smegmatis*

Рисунок 9. – ЧКУ формы микобактерий, слабо связывающие красители



а – *M. tuberculosis H₃₇Rv*; б – *M. smegmatis*; пустые спороподобные формы

Рисунок 10. – НКУ формы микобактерий при длительном культивировании без пересева

Таблица 1. – ИФА сониката НКУ *M. smegmatis* с антисыворотками к НКУ *M. tuberculosis H₃₇Rv* и к *M. tuberculosis H₃₇Rv* (оптическая плотность – ОП и S/neg – отношение ОП антисыворотки к ОП нормальной сыворотки)

Разведение а\с	Соникат НКУ <i>M. smegmatis</i>				
	Нормальная сыворотка	а/с CWD <i>M. tuberculosis H₃₇Rv</i>		а/с <i>M. tuberculosis H₃₇Rv</i>	
		ОП	ОП	S/neg	ОП
1:20	386	776	2,0	177	0,5
1:40	339	827	2,4	344	1,0
1:80	330	818	2,4	419	1,3
1:160	300	827	2,8	486	1,6
1:320	255	682	2,7	430	1,7
1:640	292	795	2,7	220	0,8
1:1280	280	777	2,8	168	0,5
1:2560	163	718	4,4	122	0,8

Таблица 2. – ИФА сониката *M. tuberculosis* H₃₇Rv с антисыворотками к НКУ *M. tuberculosis* H₃₇Rv и к *M. tuberculosis* H₃₇Rv

Разведе- ния а/с	Соникат <i>M. tuberculosis</i> H ₃₇ Rv					
	Нормальная сыворотка	а/с CWD <i>M. tuberculosis</i> H ₃₇ Rv			а/с <i>M. tuberculosis</i> H ₃₇ Rv	
		ОП	ОП	S/neg	ОП	S/neg
1:20	260	621	2,4	549	2,1	
1:40	257	664	2,6	650	2,5	
1:80	250	636	2,5	627	2,5	
1:160	250	607	2,4	688	2,8	
1:320	185	537	3,0	705	3,9	
1:640	134	440	3,2	699	5,3	
1:1280	125	338	2,8	689	5,4	
1:2560	88	236	2,7	671	7,6	

Mycobacterium smegmatis mc(2)155 получен из ATCC – американской коллекции стандартных эталонных микроорганизмов, гарантирующей точную видовую принадлежность и чистоту штамма, при выращивании штамма *M. smegmatis* mc(2)154 на питательной среде без канамицина, что подтверждено секвенированием его генома [14]. Штамм используют при изучении плеоморфизма микобактерий [8].

Известно, что у большинства палочковидных бактерий особенности морфологии определяются MreB-подобными белками, образующими цитоскелетный каркас для синтеза клеточной стенки. У *M. smegmatis* эту функцию выполняет белок, аналогичный антигену 84 *M. tuberculosis* (Ag84), локализующийся симметрично на полюсах клетки. При контролируемом разрушении гена *wag31*, кодирующего Ag84, клетки *M. smegmatis* могут становиться длиннее и шире, часто увеличиваясь в объеме в 80 раз [15]. Известно, что кислотоустойчивость и содержание миколовых кислот, с которыми коррелирует это свойство, у сапрофита *M. smegmatis* ниже, чем у МБТ, поэтому у этого вида даже в нормальном состоянии часть популяции может быть НКУ [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пересев *M. smegmatis* mc(2)155 на питательную среду с малахитовым зеленым, обладающим антибактериальным действием, явно инициировал трансформацию микроорганизма в НКУ форму. Трансфор-

мация началась с потери кислотоустойчивости части клеток и слияния их в протопласты, которые, в свою очередь, образовывали ЧКУ и НКУ формы, не отличавшиеся по морфологии от экспериментально полученных НКУ МБТ. Некоторые характерные формы клеток были практически идентичными, а при ухудшении условий культивирования у *M. smegmatis*, так же, как и НКУ МБТ, появлялись одинаковые спороподобные клетки [16].

Трансформация МБТ и *M. smegmatis* в НКУ формы приводила не только к появлению одинаковых морфологических форм, но и к увеличению их иммунохимического родства. Если НКУ *M. smegmatis* почти не реагировал с антисывороткой к типичному штамму *M. tuberculosis* H₃₇Rv, то с антисывороткой к НКУ *M. tuberculosis* H₃₇Rv положительные реакции были получены во всех разведениях. Интересно, что если изоляты НКУ происходили от МБТ (*M. tuberculosis*, *M. bovis*), то они, в отличие от НКУ *M. smegmatis*, интенсивно реагировали с антисыворотками к типичным формам этих видов [17], что можно использовать для идентификации НКУ форм микобактерий.

В целом исследования показали, что при индуцированной и спонтанной трансформации образующиеся одинаковые по морфологии формы клеток у патогенных и сапрофитных микобактерий подтверждают их филогенетическое родство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скрыто протекающая туберкулезная инфекция / З. С. Земскова [и др.] – М. : Медицина, 1984. – С. 28–34.
2. Mattman, L. H. Cell wall deficient forms: stealth pathogens / L. H. Mattman. – 3rd ed. – Boca Raton : CRC Press, 2001. – 416 p.
3. Cell wall deficient forms of mycobacteria: a review / V. Beran [et al.] // Veterinární Medicína. – 2012. – Vol. 51, № 7. – P. 365–389.
4. Markova, N. Unique biological properties of Mycobacterium tuberculosis L-form variants: impact for survival under stress / N. Markova, G. Slavchev, L. Michailova // International Microbiology: The Official Journal of the Spanish Society for Microbiology. – 2012. – Vol. 15, № 2. – P. 61–68.
5. Власенко, В. В. Туберкулез в фокусе проблем современности / В. В. Власенко. – Винница : Наука, 1998. – 350 с.
6. Tefu, H. G. Lin. Mycobacterium tuberculosis L-forms / H. G. Tefu Lin // Microbial Ecology in Health and Disease. – 1999. – Vol. 10, № 3–4. – P. 129–133.
7. Феномен изменчивости микобактерий туберкулеза и его использование для обнаружения туберкулезной инфекции / А. П. Лысенко [и др.] // Туберкулез – глобальная катастрофа человечества: материалы I Междунар. заочной науч.-практ. конф., 24 марта 2014 г. – Ростов-на-Дону : РостГМУ, 2014. – С. 176–198.
8. Mycobacteria form viable cell wall-deficient cells that are undetectable by conventional diagnostics / N. Dannenberg [et al.] // Microbiology. – 2022 (Preprint).
9. Ferran, J. La nueva bacteriología de la tuberculosis : Congreso de la Tuberculosis / J. Ferran. – Valencia : Litografía de Jose Ortega, 1912. – 51 p.
10. Csillag, A. Spore Formation and «Dimorphism» in the Mycobacteria / A. Csillag // Journal of General Microbiology. – 1961. – Vol. 26, № 1. – P. 97–109.
11. Nyka, W. Studies on the Effect of Starvation on Mycobacteria / W. Nyka // Infection and Immunity. – 1974. – Vol. 9, № 5. – P. 843–850.
12. Slavchev, G. Stress-induced L-forms of Mycobacterium bovis: a challenge to survivability / G. Slavchev, L. Michailova, N. Markova // The New Microbiologica. – 2013. – Vol. 36, № 2. – P. 157–166.
13. Sweany, H. C. Mutation forms of the tubercle bacillus / H. C. Sweany // JAMA. – 1926. – Vol. 87, № 15. – P. 1206–1211.
14. Features of the biochemistry of Mycobacterium smegmatis, as a possible model for Mycobacterium tuberculosis / J. A. S. Sundarsingh [et al.] // Journal of Infection and Public Health. – 2020. – Vol. 13, № 9. – P. 1255–1264.
15. Antigen 84, an Effector of Pleiomorphism in Mycobacterium smegmatis / L. Nguyen [et al.] // Journal of Bacteriology. – 2007. – Vol. 189, № 21. – P. 7896–7910.
16. Sporulation in mycobacteria / J. Ghosh [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2009. – Vol. 106, № 26. – P. 10781–10786.
17. Вероятная связь миелоидного и лимфобластного лейкоза с туберкулезной инфекцией / А. П. Лысенко [и др.] // Эпизоотология Иммунобиология Фармакология Санитария. – 2020. – № 1. – С. 23–38.

ПРАЗИФЕН

ПРЕПАРАТ ВЕТЕРИНАРНЫЙ

применяется для дегельминтизации прудовых карповых рыб при диплостоматидозе, постодиплостомозе, сангвиникозе, тетракодилезе, лигулезе, кавиозе, кариофиллезе, ботриоцефалезе, филометраидозе и скрябиллонозе



WWW.BIEVM.BY

Новикова О.Н., кандидат ветеринарных наук, доцент
Ананчиков М.А., кандидат ветеринарных наук, доцент
Мистейко М.М., кандидат ветеринарных наук, доцент
Красникова Е.Л., научный сотрудник

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

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭПИЗООТИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОВ *CLOSTRIDIUM PERFRINGENS*, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Резюме

Изучены культурально-морфологические и патогенные свойства эпизоотических изолятов *C. perfringens*, выделенных из разных хозяйств Республики Беларусь. Проведена идентификация клостридий до вида с использованием биохимического анализатора «Vitek 2», определен токсинотип эпизоотических изолятов *C. perfringens* в ПЦР и с помощью реакции нейтрализации. Все выделенные изоляты *C. perfringens* отнесены к серотипу А и характеризовались слабыми вирулентными свойствами, D_{1m} для белых мышей составила 8–20. Полученные результаты свидетельствуют о доминирующем эпизоотическом значении *C. perfringens* серотипа А в животноводческих хозяйствах Республики Беларусь.

Ключевые слова: молодой крупного рогатого скота, *C. perfringens*, эпизоотические изоляты, анаэробная энтеротоксемия, ПЦР.

Summary

The cultural-morphological and pathogenic properties of epizootic isolates of *C. perfringens* isolated from different farms of the Republic of Belarus have been studied. Identification of clostridium species was carried out using a biochemical analyzer «Vitek 2», the toxinotype of epizootic isolates of *C. perfringens* was determined in PCR and using a neutralization reaction. All isolates of *C. perfringens* were assigned to serotype A and were characterized by weak pathogenic properties, the D_{1m} for white mice was 8–20. The results obtained indicate the dominant epizootic value of *C. perfringens* of serotype A in livestock farms of the Republic of Belarus.

Keywords: calves, *C. perfringens*, epizootic isolates, anaerobic enterotoxemia, PCR.

Поступила в редакцию 26.05.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Желудочно-кишечные заболевания у телят регистрируются практически повсеместно и наносят значительные экономические потери отрасли животноводства. Анаэробная энтеротоксемия занимает одно из ведущих мест в структуре инфекционных заболеваний желудочно-кишечного тракта телят. Возбудителем анаэробной энтеротоксемии является *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*) [1].

C. perfringens – это грамположительная анаэробная спорообразующая бактерия семейства *Clostridiaceae* рода *Clostridium*, энтеропатогенный агент как для человека, так и для животных.

Основными вирулентными свойствами клостридий является способность продуцировать высокоактивные токсины, ко-

торые при воздействии на чувствительные ткани и органы макроорганизма нарушают их нормальное функционирование и способствуют развитию специфических, опасных для жизни патологических состояний [2].

Существует семь токсинотипов *C. perfringens*: А, В, С, D, Е, F, G. Эта классификация основана на продукции четырех основных видов токсинов: альфа, бета, эпсилон и йота. Известно, что *C. perfringens*, тип А и тип С, являются основными возбудителями энтеротоксемии у телят. Как правило, штаммы *C. perfringens*, тип А, продуцируют основной альфа-токсин, а штаммы *C. perfringens*, тип С, – альфа- и бета-токсины [3].

Идентификация токсинотипа выделенных изолятов *C. perfringens* имеет важ-

ное диагностическое значение и позволяет подобрать адекватный препарат для специфической профилактики клостридиозов в животноводческом хозяйстве [5]. Ее проводят в полимеразной цепной реакции (ПЦР), методом иммуноферментного анализа (ИФА), а также с помощью специфических антитоксических диагностических сывороток в реакции нейтрализации (РН) [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выделения изолятов *C. perfringens* проводили бактериологическое исследование патологического материала от телят из животноводческих хозяйств Республики Беларусь. Изучение случаев анаэробной энтеротоксемии молодняка крупного рогатого скота проводили в хозяйствах Минской, Гомельской, Могилевской, Витебской и Брестской областей.

От павших и вынужденно убитых животных отбирали кусочки паренхиматозных органов, сердца, участок тонкого отдела кишечника с содержимым, от живых животных – фекалии. Всего на наличие возбудителей анаэробных инфекций крупного рогатого скота было исследовано 53 пробы патологического материала и фекалий.

Для выделения изолятов *C. perfringens* использовали жидкие питательные среды (сердечно-мозговой бульон (СМБ), среду Китт-Тароцци,) и твердые питательные среды (сердечно-мозговой агар (СМА) и 5%-ный кровяной агар). Для инактивации вегетативной формы сопутствующих микроорганизмов пробирки с первичными посевами на среде Китт-Тароцци помещали в водяную баню на 1,5 ч при температуре 90,5 °С. Для восстановления вегетативной формы клостридий делали пересев в пробирки со специальной средой для накопления клостридий («Condalab», Испания). Для создания анаэробных условий питательные среды с посевами помещали в анаэрогат с использованием газогенераторных пакетов.

Морфологические и тинкториальные свойства микроорганизмов изучали в препаратах-мазках, окрашенных по Граму. Родовую и видовую принадлежность выделенных микроорганизмов определяли по результатам микроскопического, бактериологического и биохимического исследований с помощью биохимического анализатора «Vitek 2» (США).

Постановку биопробы проводили на морских свинках массой 450–500 г, которым внутримышечно вводили 0,5 мл суточной культуры *C. perfringens*, отобранной со среды Китт-Тароцци.

Изучение токсинообразующих свойств эпизоотического изолята *C. perfringens* проводили в условиях *in vitro*. Для этого изоляты клостридий культивировали на СМБ под вазелиновым маслом. Во флаконы, содержащие 100 мл СМБ, вносили по 5,0 мл расплодки образца с концентрацией $1,0 \times 10^9$ м.т./1,0 см³. Образцы культивировали при температуре 37 °С в термостатической камере в течение 7 ч в анаэробных условиях. Из флаконов отбирали культуральную жидкость и центрифугировали при 4000 оборотах 30 мин. Затем полученный бесклеточный токсинсодержащий супернатант каждого образца испытуемого изолята *C. perfringens* фильтровали при помощи стерильных фильтров MILLEX 0,22 мкм и проводили двукратное пошаговое их разведение в соотношении 1:2–1:20. Образцы токсинсодержащего супернатанта вводили белым мышам массой 20–22 г в хвостовую вену в объеме 0,5 мл/мышь (n=3). Наблюдение за животными проводили в течение 24 ч.

Постановку РН токсинов со специфическими антитоксическими сыворотками *C. perfringens* типов А, С и D производства ФКП «Курская биофабрика – фирма «БИОК» проводили на белых мышах массой 20–22 г.

Изучение основных токсинотипов *C. perfringens* проводили в ПЦР с применением набора реагентов для ПЦР производства РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», в качестве положительного контроля использовали штамм-антиген *C. perfringens*, серотип А, «КМИЭВ-В153».

Количество минимальных летальных доз альфа-токсина в супернатанте бактериальной культуры выражали в числовом значении последнего разведения (минимальная летальная доза – D_{1m}), при введении которого наблюдали гибель мышей.

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с помощью критерия Стьюдента для независимых выборок.

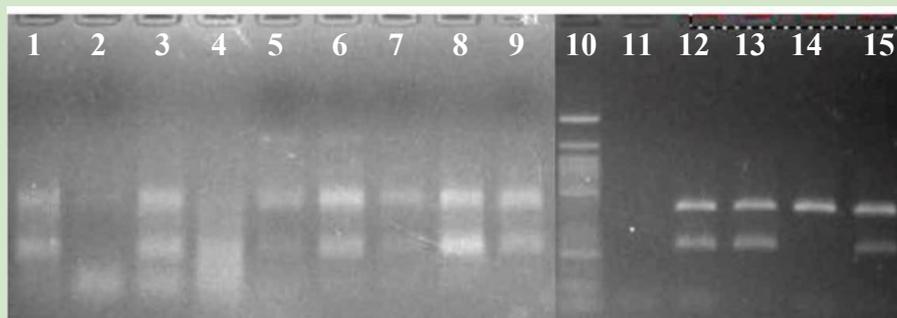
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведения бактериологических исследований выделили 11 изолятов *C. perfringens* (20,8 %). Эпизоотические изоляты клостридий имели характерные культурально-морфологические свойства. При росте на жидких питательных средах наблюдали помутнение и газообразование различной степени выраженности. При культивировании клостридий на среде Китт-Тароцци через 24 ч отмечали сильное помутнение с последующим выпадением осадка и просветление среды. При посеве культур на кровяной агар у большинства изучаемых изолятов клостридий гемолиз был слабо выражен или отсутствовал. У некоторых изолятов клостридий при росте

на кровяном агаре наблюдали R-колонии (плоские, неправильной формы, бугристые), окруженные зоной β-гемолиза. При окраске бактерий по Граму в мазках-препаратах наблюдали грамположительные короткие палочки с закругленными концами и субтерминально расположенными спорами.

С помощью биохимического анализатора установлен вид клостридий с вероятностью 97–99 % – *C. perfringens*.

При изучении серотипа выделенного изолята *C. perfringens* с помощью ПЦР для выявления генов, кодирующих токсины, изоляты № 1–11 отнесены к серотипу А (рисунок).



1–9 – изоляты бактерий; 10 – маркер молекулярного веса; 11 – отрицательный контроль; 12–13 – изоляты бактерий; 14 – положительный контроль *Clostridium perfringens* «КМИЭВ-В153» альфа-токсин; 15 – положительный контроль *Clostridium perfringens* «КМИЭВ-В153» альфа-токсин и общевидовые праймеры

Рисунок. – Электрофореграмма детекции продуктов амплификации ДНК выделенных изолятов бактерий с общевидовыми праймерами (170 п.н.) и праймерами к участку генома, отвечающему за образование альфа-токсина (378 п.н.)

При постановке биопробы на морских свинках определяли патогенные свойства бактерий. Положительный результат отмечали при введении трех образцов изолятов клостридий (27,2 %), которые вызвали гибель животных в течение 48 ч после внутримышечного введения. Восемь изо-

лятов (72,7 %) клостридий патогенными свойствами не обладали.

Способность патогенных изолятов *C. perfringens* продуцировать α-токсин в среде культивирования изучали с помощью специфических антитоксических сывороток в РН на белых мышах. Результаты постановки РН представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты реакции нейтрализации на белых мышах

Образец изолята <i>C. perfringens</i>	Тип летального токсина <i>C. perfringens</i> (смесь антиген/антитело)			
	тип А	тип С	тип D	контроль
№ 1	2/0	0/2	0/2	0/2
№ 2	2/0	0/2	0/2	0/2
№ 3	2/0	0/2	0/2	0/2

Полученные результаты свидетельствуют о способности изолятов *C. perfringens* к токсинообразованию, а также подтверждают их принадлежность к токсинотипу А.

Считается, что способность кластридий к продукции токсинов и интенсивность токсинообразования являются определяющими факторами их вирулентности.

При изучении токсинообразующей активности патогенных эпизоотических изолятов *C. perfringens* культуры выращивали при температуре плюс 37,0±1,0 °С в течение 8–10 ч на СМБ получали бесклеточный супернатант бактериальной культуры, который испытывали на белых мышях в разведении 1:2–1:20 (таблица 2).

Таблица 2. – Изучение токсинообразующей активности эпизоотических изолятов *C. perfringens*

Образец изолята <i>C. perfringens</i>	Разведение образца супернатанта изолята <i>C. perfringens</i> (выжили/пали)						
	без разведения (нативный)	1:2	1:4	1:6	1:8	1:10	1:20
№ 1	0/3	0/3	0/3	0/3	3/0	3/0	3/0
№ 2	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3	3/0
№ 3	0/3	0/3	0/3	0/3	3/0	3/0	3/0

Таким образом, образцы изолятов кластридий обладали слабыми токсинообразующими свойствами. Для образцов № 1 и № 3 значение D_{1m} составило 8, а для образца № 2 – 20.

Определение степени токсинообразования *C. perfringens* в условиях *in vitro* является важным критерием при подборе штамма-продуцента для производства вакцин, однако не отражает активности бактерий в условиях *in vivo*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении бактериологических исследований патологического материала и фекалий от молодняка крупного рогатого скота из разных хозяйств Республики Беларусь выделили 11 изолятов *C. perfringens*.

Изучены культурально-морфологические, тинкториальные и патогенные свойства изолятов *C. perfringens*, проведена идентификация кластридий до вида с использованием биохимического анализатора «Vitek 2», определен токсинотип эпизоотических изолятов *C. perfringens* в ПЦР и с помощью реакции нейтрализации. Все выделенные изоляты *C. perfringens* отнесены к серотипу А и характеризовались слабыми патогенными свойствами, D_{1m} для белых мышей составила 8–20.

Полученные результаты свидетельствуют о доминирующем эпизоотическом значении *C. perfringens* серотипа А в животноводческих хозяйствах Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эпизоотологический мониторинг желудочно-кишечных заболеваний новорожденных телят / М. Т. Хураמיша [и др.] // *Новости науки в АПК*. – 2019. – № 3 (12). – С. 265–267.
2. Towards an understanding of the role of *Clostridium perfringens* toxins in human and animal diseases / F. A. Uzal [et. al.] // *Future Microbiol.* – 2014. – № 9(3). – С. 361–377.
3. Pathogenicity and virulence of *Clostridium perfringens* / Mehdizadeh Gohari [et al.] // *Virulence*. – 2021. – Vol. 12. – № 1. – P. 723–753.
4. Kiu, R. An update on the human and animal enteric pathogen *Clostridium perfringens* / R. Kiu, J. H. Lindsay // *Emerging Microbes and Infectious*. – 2018. – Vol. 7. – P. 141.
5. Капустин, А. В. Этиологическая структура и специфическая профилактика кластридиозов крупного рогатого скота и овец: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А. В. Капустин. – М., 2019. – 49 с.

ПАМЯТИ ЛИННИКА ВЛАДИМИРА ЯКОВЛЕВИЧА (1928–2023)



28 мая 2023 г. ушел из жизни доктор ветеринарных наук, профессор Линник Владимир Яковлевич.

Владимир Яковлевич родился в д. Иодчицы Клецкого района Минской области. В 1948 г. окончил Барановичскую акушерско-фельдшерскую школу, а в 1953 г. – Витебский ветеринарный институт. Работал заведующим мясоконтрольной станцией г. Несвиж, старшим ветврачом Городейской МТС, главным ветврачом Городейского свеклосовхоза Несвижского района Минской области.

С 1961 по 1964 гг. Владимир Яковлевич обучался в аспирантуре в Белорусском научно-исследовательском ветеринарном институте. После ее окончания работал младшим, затем старшим научным сотрудником, зав. лабораторией, зав. отделом и главным научным сотрудником в этом же институте.

В 1966 г. Владимир Яковлевич защитил кандидатскую, в 1985 г. – докторскую диссертацию на тему «Гельминтозоозы в Белоруссии, передающиеся от рыб». В 1988 г. ему присвоено ученое звание профессора по специальности «Паразитология и гельминтология».

Основные исследования В.Я. Линника посвящены разработке и усовершенствованию средств и способов профилактики паразитарных и инфекционных болезней рыб и разработке ветеринарно-санитарной экспертизы мяса рыб при этих заболеваниях. Им была изучена эпизоотическая ситуация по болезням рыб, опасным для человека и животных, в бассейнах рек Днепра, Припяти, Березины, Немана, Западной Двины.

Владимиром Яковлевичем разработаны схема обследования и санации очагов гельминтозоозов, методика определения возбудителей гельминтозоозов в пресноводных рыбах, предложены экологически безопасные способы борьбы с паразитами икры и рыб с помощью озона и многое другое. Впервые в республике выделено 3 вида вирусов у рыб, разработаны способы диагностики вирусного бранхионекроза, а также вакцина против аэромоноза карпов, тканевая формолвакцина против воспаления плавательного пузыря, бивалентная вакцина против аэромоноза и псевдомоноза рыб. Создано и испытано более 10 лечебных препаратов при болезнях рыб, изучено 14 биостимуляторов для повышения резистентности рыб к заболеваниям.

Линником В.Я. подготовлены в соавторстве «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной и морской рыбы», а в 2017 г. издан «Справочник по болезням пресноводных, морских и аквариумных рыб». По результатам исследований опубликовано более 200 научных работ, в том числе 7 монографий, получено 3 авторских свидетельства и 1 рационализаторское удостоверение МСХ СССР. Подготовлено 6 кандидатов наук.

Владимир Яковлевич 32 года был ученым секретарем Совета по защите диссертаций при БелНИИЭВ. Он избирался членом секции ихтиопатологии ВАСХНИЛ, работал экспертом ВАК СССР, был делегатом XXI Всемирного ветеринарного конгресса. Линник В.Я. награжден Почётной грамотой Верховного совета БССР, 8 Почётными грамотами МСХ БССР, ВАК Белоруссии, медалью «Ветеран труда», серебряной и 4 бронзовыми медалями ВДНХ СССР, значком «Отличник сельского хозяйства» и др.

Владимира Яковлевича отличали необычайное трудолюбие и работоспособность, мудрость и высочайший профессионализм, доброта и человечность.

Коллеги помнят его многолетнюю плодотворную научную деятельность и скорбят о невосполнимой утрате.

**К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
МИРОСЛАВА ВИКТОРОВИЧА ЯКУБОВСКОГО
(1938–2021)**



Доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент Академии аграрных наук Республики Беларусь Мирослав Викторович Якубовский родился 10 января 1938 г. в г. Сквире Киевской области. В 1961 г. с отличием окончил ветеринарный факультет Белоцерковского сельскохозяйственного института. С 1963 по 1971 гг. работал директором Брестской райветлаборатории, главным ветеринарным врачом Малоритского района, заместителем начальника райсельхозуправления Малоритского райисполкома Брестской области. В 1971 г. поступил в аспирантуру при БелНИВИ и в 1974 г. защитил кандидатскую диссертацию. В 1987 г. в Москве (ВИГИС) защитил докторскую диссертацию, а в 1991 г. ВАК СССР присудил ему ученое звание профессора.

В 1994 г. Мирослав Викторович был избран член-корреспондентом Академии аграрных наук Республики Беларусь. С 1979 г. работал заведующим отделом паразитологии, а с 2018 г. – главным научным сотрудником РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» НАН Беларуси.

М.В. Якубовский – крупный ученый в области паразитологии. По его инициативе значительно расширились исследования по изучению экономического ущерба и оценке эффективности ветеринарных мероприятий при паразитарных болезнях, всестороннее стали подходить к выяснению патогенеза и сущности иммунитета при этих болезнях, проведены значительные работы по изысканию современных химио-терапевтических средств терапии и профилактики паразитозов, разработке эффективных средств диагностики ряда паразитарных болезней, применению иммуностимуляторов при паразитозах, изысканию биологических препаратов для профилактики паразитарных болезней. Им разработан целый ряд новых современных антгельминтиков и других противопаразитарных средств, средств иммунодиагностики и иммунопрофилактики, обеспечивающих в республике профилактику гиподерматоза, фасциолеза, эхинококкоза и др. паразитозов, предложены схемы ранней химио-профилактики, разработана система мероприятий по профилактике гельминтозов свиней. Применение разработанных М.В. Якубовским ветеринарных препаратов «Ивермектим» и «Клозамектим» позволило отказаться от импортных аналогов и резко снизить зараженность крупного рогатого скота подкожным оводом в республике.

По результатам исследований им получено 3 авторских свидетельства, 10 патентов, более 50 разработок внедрены в производство с высоким экономическим эффектом. Под его руководством и непосредственным участием издано 40 рекомендаций, наставлений и инструкций. Якубовский М.В. – автор свыше 450 научных работ, им опубликовано более 350 научных статей, 20 книг, среди которых справочники, монографии и учебники.

Мирослав Викторович много сил отдал подготовке научных кадров. Под его руководством подготовлено 14 кандидатских диссертаций. Он являлся членом Ветбиофармсовета, членом совета по защите диссертаций, членом ученого совета РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», председателем белорусского общества паразитологов, членом редколлегий ряда журналов и научных трудов.

За выдающиеся заслуги в области ветеринарной, биологической и медицинской гельминтологии Якубовский М.В. награжден СМ СССР юбилейной памятной медалью имени академика К.И. Скрябина, другими государственными и ведомственными наградами.

Мирослав Викторович Якубовский – пример требовательности к себе и подчиненным, необычайного трудолюбия и высочайшего профессионализма.