

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ОРДЕНА ДРУЖБЫ НАРОДОВ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Объект авторского права

УДК 619:616.98:578:614.4

СУББОТИНА
Ирина Анатольевна

**СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫЕ РЕСПИРАТОРНЫЕ ВИРУСЫ
В ПОПУЛЯЦИЯХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПТИЦ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора ветеринарных наук

по специальности 06.02.02 – ветеринарная микробиология, вирусология,
эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология

Витебск, 2026

Научная работа выполнена в учреждении образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» и учреждении образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

**Научный
консультант**

Семенов Валерий Михайлович

заслуженный деятель науки Республики Беларусь, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой инфекционных болезней с курсом ФПК и ПК учреждения образования «Витебский ордена Дружбы народов государственный медицинский университет».

**Официальные
оппоненты**

Насонов Игорь Викторович, доктор ветеринарных наук, заведующий отделом болезней птиц и пчел, РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»;

Гусев Анатолий Алексеевич, доктор ветеринарных наук, профессор, научный сотрудник НИИ «БиоФарм» при ОАО «БелВитунифарм»;

Еремин Владимир Федорович, доктор медицинских наук, профессор, зав. лабораторией ГУ «РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий».

**Оппонирующая
организация**

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (Российская Федерация, г. Владимир).

Защита состоится «10» июня 2026 года в 11:00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 05.33.01 при учреждении образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» по адресу: 210026, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, тел.: (0212) 48-17-39, факс: (0212) 48-17-65, E-mail: vsavm@vsavm.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Автореферат разослан «07» мая 2026 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций



В.Н.Иванов

ВВЕДЕНИЕ

Глобальные события последних десятилетий, катаклизмы, катастрофы, неконтролируемая деятельность человека на планете, незаконная деятельность ряда биологических лабораторий, «прорывы» в расшифровке и изучении генома, создании генетически модифицированных организмов и многое другое привели к возвращению и распространению давно забытых болезней, появлению новых и малоизученных болезней. Ситуация с новой коронавирусной инфекцией, наряду с рядом других «новых» болезней последних лет, показывает тенденцию к распространению именно зоонозов, общих для различных видов животных и человека [Арчаков, В.Ю., 2021]. На сегодняшний день зоонозные болезни являются одной из наиболее значимых биологических угроз и занимают лидирующее положение среди всех новых либо возвращающихся (эмерджентных) болезней. По данным ВОЗЖ (МЭБ) и ВОЗ эта цифра составляет около 75 % от всех заразных болезней. Все это говорит о важности контроля зоонозных инфекций в рамках вопроса обеспечения биологической безопасности любой страны, в том числе и Республики Беларусь [Сизикова, Т.Е., 2023]. Возрастают риски возникновения и распространения патогенных биологических агентов вследствие естественных процессов и преднамеренного их создания в результате быстрого развития биотехнологий и научных исследований, имеющих потенциал двойного применения [Сизикова, Т.Е., Лебедев, В.Н., Борисевич, С.В., 2023, Арчаков, В.Ю., 2021]. Реальный характер биологических угроз заставляет ведущие страны мира повышать приоритетность биологической защиты населения и территорий в рамках системы обеспечения национальной безопасности [Онищенко, Г.Г., 2013, Дромашко, С.Е., 2017]. Современная геополитическая обстановка также вносит свой негативный вклад в состояние биологической безопасности многих стран и нашей страны в целом. Предотвращение биологических угроз в настоящее время является приоритетной задачей для мирового сообщества [Онищенко, Г.Г., 2013, Арчаков, В.Ю., 2021]. Таким образом, выбранное направление работы по изучению новых или наиболее значимых зоонозных заболеваний, по разработке концепции национальной безопасности в биологической сфере, по разработке и внедрению средств и мероприятий, направленных на своевременную диагностику, профилактику и ликвидацию заразных болезней, общих для животных и человека, является актуальным и своевременным. Проводимая в данном направлении работа будет способствовать развитию системы биологической безопасности в Республике Беларусь, позволит повысить защищенность личности, общества и государства от потенциальных и реальных биологических угроз.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами

Тема диссертационной работы соответствует п.2 Перечня приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 гг., утвержденного указом Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. №156, а также Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г.

Работа выполнялась в рамках следующих НИР:

1. Тема: «Разработка и совершенствование методов диагностики, лечения и профилактики инфекционных болезней человека» – тема НИР кафедры инфекционных болезней с курсом ФПК и ПК.

Сроки выполнения: 2-й квартал 2019 г. – 4-й квартал 2023 г.

Номер гос. регистрации: 20191502 от 28.06.2019 года.

2. Тема: «Разработать и организовать производство тест-системы для диагностики инвазивных бактериальных инфекций методом мультиплексного ПЦР-анализа в режиме реального времени». В рамках государственной научно-технической программы «Промышленные био- и нанотехнологии – 2020».

Сроки выполнения: 1-й квартал 2018 г. – 4-й квартал 2023 г.

Номер гос. регистрации: 20181693 от 3.10.2018 года.

3. В соответствии с поручениями Совета Министров Республики Беларусь от 25 июня 2021 года № 06/810-2742/6053р-дсп, от 22 июля 2021 года № 06/810-3280/7037р-дсп и письма Государственного секретариата Совета Безопасности Республики Беларусь от 21.06.2021 года № 21-02/1029-дсп была создана межведомственная рабочая группа для разработки проекта Концепции Национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь, состав которой согласован первым заместителем министра здравоохранения Республики Беларусь Богдан Е.Л., заместителем министра – директором департамента ветеринарного и продовольственного надзора Республики Беларусь Смильгинем И.И., заместителем министра природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь Корбутом А.Н., заместителем председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси Кильчевским А.В. и утвержден заместителем премьер-министра Республики Беларусь Субботиным А.М. 16 сентября 2021 года.

4. Тема: «Разработать и обосновать теоретические основы Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь».

Сроки выполнения: 2021-2022 гг.

Рег. № НИОКТР 20213737, выполняемой вне рамок государственных программ, государственных (отраслевых) научно-технических программ Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

5. Научно-исследовательская работа академии в 2016-2020 годах осуществлялась в соответствии с Законом Республики Беларусь «О научной деятельности» от 21 октября 1996 года; Законом Республики Беларусь «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности Республики Беларусь» от 10 июля 2012 года; Указом Президента Республики Беларусь № 59 от 4 февраля 2013 года «О коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств»; Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 марта 2012 года №205 «Об утверждении стратегии Республики Беларусь в сфере интеллектуальной собственности на 2012-2020 годы»; Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12 марта 2015 года №190 «О приоритетных направлениях научных исследований Республики Беларусь на 2016-2020 годы», Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 июня 2015 года №483 «Об утверждении перечня государственных программ научных исследований на 2016-2020 годы». Реализация этих направлений осуществлялась через задания Государственных комплексных, фундаментальных, прикладных научных и научно-технических программ.

6. Тема: «Разработка новых и совершенствование имеющихся средств и методов лечения, диагностики, иммунокоррекции и профилактики инфекционных болезней животных при интенсивной технологии ведения животноводства».

Сроки выполнения: 01.01.2016-31.12.2020 гг.

Номер государственной регистрации: 20170492 от 17.04.2017 года.

7. Научно-исследовательская работа академии в 2021-2025 годах осуществляется в соответствии с Законом Республики Беларусь «О научной государственной инновационной деятельности в Республике Беларусь» от 10 июля 2012 года; Указом Президента Республики Беларусь №59 от 4 февраля 2013 года «О коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств»; Указом Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 года «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 годы», Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 марта 2012 года №205 «Об утверждении стратегии Республики Беларусь в сфере интеллектуальной собственности на 2012-2020 годы». Реализация этих направлений будет осуществляться через задания Государственных комплексных, фундаментальных, прикладных научных и научно-технических программ.

Цель исследования

Усовершенствование комплекса мер эпизоотического слежения и профилактики для обеспечения биологической безопасности на основе установленных эпизоотических, клинических, морфологических и молекулярно-генетических закономерностей социально значимых респираторных вирусов в популяциях млекопитающих и птиц.

Задачи исследования

1. Установить особенности эпизоотического процесса и циркуляцию коронавирусной инфекции, обусловленной вирусом SARS-CoV-2 в популяциях млекопитающих и птиц Республики Беларусь, оценить роль домашних и диких животных как резервуара вируса.

2. Изучить клинические и патоморфологические особенности циркуляции вируса SARS-CoV-2 у различных млекопитающих и птиц.

3. Провести полногеномное секвенирование вируса SARS-CoV-2, выделенного из организма животных, с определением значимых мутаций в генетической структуре возбудителя и решением вопроса о возможности передачи вируса от человека животным и наоборот.

4. Предложить комплекс мероприятий по профилактике распространения вируса SARS-CoV-2 среди людей и популяций животных.

5. Изучить риски заноса и распространения гриппа птиц на территории Республики Беларусь и определить наиболее значимые виды птиц в домашней и дикой фауне как источники и резервуары вируса гриппа птиц.

6. Разработать дифференциально-диагностические критерии для постановки комплексного предварительного диагноза, базирующиеся на особенностях клинического и патологоанатомического проявления гриппа птиц.

7. Разработать шкалу оценки рисков и определения степени биологической опасности для вируса SARS-CoV-2, высокопатогенного и низкопатогенного гриппа птиц.

8. Разработать модель ДНК-вакцины для специфической профилактики респираторных вирусных болезней свиней (репродуктивно-респираторный синдром, цирковирусная инфекция, вирусный трансмиссивный гастроэнтерит свиней).

Объект исследования: образцы сывороток крови (n=175) и патоморфологический материал домашних (n=2000) и диких (n=70) млекопитающих, птица домашняя (n=960), птица дикая (n=9), полногеномные (n=2) и частичные (n=2) нуклеотидные последовательности вируса SARS-CoV-2.

Предмет исследования: заболеваемость, распространенность, клинические и патоморфологические изменения у птиц, домашних и диких животных при социально значимых респираторных вирусных инфекциях.

Научная новизна

Впервые установлено, что вирус SARS-CoV-2, вызывающий COVID-19 у людей, способен инфицировать домашних, диких и промысловых животных (норку, хоря темного, собаку, кошку домашнюю, потенциально – носуху, лошадь, козу камерунскую, осла, свинью домашнюю, различные виды грызунов, попугая волнистого, чирка-трескунка).

Впервые установлено, что вирус SARS-CoV-2 обладает выраженной пантропностью, но чаще выделяется у животных из смывов со слизистой оболочки глотки, носовой полости, смывов с конъюнктивы, слизистой оболочки прямой кишки. Наиболее интенсивное выделение вируса наблюдается в первые 7-10 дней болезни и продолжается в течение 2 недель – 1 месяца. Впервые установлено, что вирус SARS-CoV-2 выделяется из органов переболевших животных в течение 3-6 месяцев после инфицирования, что говорит о потенциальном вирусоносительстве.

Впервые установлено, что циркуляция вируса в организме восприимчивых животных приводит к развитию инфекционного процесса и инфекционной болезни у животных, при этом клинические признаки циркуляции вируса SARS-CoV-2 наиболее ярко выражены у норки американской, хоря темного, попугая волнистого, носухи, тогда как у собак, свиней, лошадей, козы камерунской, осла, грызунов и чирка-трескунка клинические признаки либо слабо выражены, либо течение субклиническое.

Впервые показано, что основными клиническими признаками циркуляции SARS-CoV-2 у животных является поражение респираторного тракта, реже – развитие конъюнктивита и поражение желудочно-кишечного тракта, при этом болезнь длится в среднем от двух до трех недель; тяжелее болеют новорожденные животные, старые животные и животные с лишним весом (ожирением). Установлена низкая летальность у большинства видов животных при инфицировании вирусом SARS-CoV-2, за исключением норки американской (летальность у молодняка – 40-60 %, у взрослых животных – до 70 %), хорей и носухи (летальность до 100 %), при инфицировании самок в период беременности наблюдали рождение мертвого или нежизнеспособного потомства, потомства с уродствами.

Впервые выделены и зарегистрированы в международной базе GISAID с присвоением идентификационных данных два новых варианта вируса SARS-CoV-2, относящихся по классификации Pango к подтипу B.1, имеющие мутации в генетической структуре возбудителя (Spike D614G, N S194L, NS3

Q57H, NS7a T61I, NS7a V93F, NS7b L6M, NSP8 T141M, NSP12 P323L) и (Spike D614G, Spike R682Q, N S194L, NS3 Q57H, NS7a T61I, NS7a V93F, NS7b L6M, NSP2 A360V, NSP8 T141M, NSP12 P323L).

Впервые выявлена мутация R682Q, расположенная в рецептор-связывающем домене (RBD) спайк-белка у штамма вируса SARS-CoV-2, выделенного от животных, что может потенциально влиять на взаимодействие вируса с рецептором АПФ2 и, тем самым, на способность проникновения вируса внутрь клеток человека и животных.

Впервые установлена мутация в позиции D614G, у штамма вируса SARS-CoV-2, выделенного от животных, обуславливающая ускоренный процесс связывания вируса с клеткой хозяина и проникновение в нее, что позволяет предположить возникновение в дальнейшем мутаций, приводящих не только к еще более широкому распространению вируса SARS-CoV-2 у млекопитающих и птиц, но и изменяющих его вирулентность.

Впервые разработана шкала оценки биологических рисков и определена степень биологической опасности для SARS-CoV-2 и COVID-19.

Впервые разработаны оригинальные критерии патоморфологической дифференциальной диагностики гриппа птиц, базирующиеся на особенностях клинического и патологоанатомического проявления; описаны и систематизированы ведущие патологоанатомические и гистологические изменения в органах и тканях сельскохозяйственной птицы при спонтанном гриппе птиц (высоко- и низкопатогенном). Выявлены и описаны наиболее частые ассоциации гриппа птиц и других инфекционных и незаразных болезней птиц.

Впервые разработана шкала оценки рисков и определена степень биологической опасности для высокопатогенного (H5N1) и низкопатогенного (H9N2) гриппа птиц. Установлена высокая степень биологического риска заноса и распространения вируса гриппа птиц на территории Республики Беларусь за счет прохождения через территории с крупными птицеводческими предприятиями миграционных путей перелетных птиц, в первую очередь – водоплавающих, играющих важную роль в распространении возбудителя.

Впервые создана модель комбинированной ДНК-вакцины для профилактики репродуктивно-респираторного синдрома, цирковирусной инфекции и трансмиссивного гастроэнтерита свиней на основе кодировки белков вирусов: gpб, ORC2 и ORF1b в плазмиде pcDNA3.1+, с наличием цитомегаловирусного промотора. С целью увеличения привесов у вакцинированных животных в состав вакцины включен участок, кодирующий соматостатин.

Положения, выносимые на защиту

1. Вирус SARS-CoV-2 способен инфицировать домашних, диких и промысловых животных, животных зоопарка и приюта: норку, хоря темного, собаку, потенциально – носуху, лошадь, козу камерунскую, свинью домашнюю, осла, различные виды грызунов, попугая волнистого, утиных (чирок-трескунок). Вирус обладает выраженной пантропностью, но чаще выделяется из смывов со слизистых оболочек ротовой полости (глотки), носовой полости, прямой кишки, конъюнктивы. Вирусовыделение наблюдается в течение 2 недель – 1 месяца, при этом наиболее интенсивно вирус выделяется в первые 7-10 дней болезни. Возбудитель был обнаружен в органах переболевших животных (норка) через 3-6 месяцев после инфицирования, что указывает на длительное вирусоносительство.

2. Вирус SARS-CoV-2 в организме животных приводит к развитию инфекционного процесса и инфекционной болезни, при этом клинические признаки циркуляции вируса наиболее ярко выражены у норки, хоря и носухи, попугая волнистого, тогда как у собак, лошадей, козы камерунской, свиней, осла, грызунов и чирка-трескунка клинические признаки слабо выражены либо наблюдается субклиническое течение заболевания. Основными клиническими признаками циркуляции SARS-CoV-2 у животных являются: поражения респираторного тракта (ринит, кашель, одышка, затрудненное дыхание), реже – развитие конъюнктивита и поражение желудочно-кишечного тракта, при этом болезнь длится в среднем от двух до трех недель, тяжелее болеют новорожденные и старые животные, а также животные с лишним весом (ожирением). Имеет место низкая летальность у большинства видов животных, однако у норки она достигает высоких цифр (молодняк – 40-60 %, взрослые животные – до 70 %), у хоря и носухи – 70-100 %. В популяции собак было установлено, что при инфицировании вирусом SARS-CoV-2 беременных самок наблюдается рождение мертвых или нежизнеспособных щенков либо развиваются уродства у плода: недоразвитие костей черепа, «заячья губа», расщепление верхнего неба, укорочение нижней челюсти, недоразвитие конечностей и костей таза.

3. Проведенное секвенирование образцов вируса SARS-CoV-2, выделенных от кошки домашней и норки американской, с последующей сборкой последовательности вируса позволило выделить два новых варианта вируса, относящихся по классификации Pango к подтипу B.1, имеющих значимые мутации в генетической структуре возбудителя (Spike D614G, NS194L, NS3 Q57H, NS7a T61I, NS7a V93F, NS7b L6M, NSP8 T141M, NSP12 P323L) и (Spike D614G, Spike R682Q, NS194L, NS3 Q57H, NS7a T61I, NS7a V93F, NS7b L6M, NSP2 A360V, NSP8 T141M, NSP12 P323L). Выявленная нами мутация R682Q расположена в рецептор-связывающем домене (RBD) спайк-белка у штамма

вируса SARS-CoV-2, выделенного от животных, может потенциально влиять на взаимодействие вируса с рецептором АПФ2 и тем самым способствовать проникновению вируса внутрь клеток человека и животных. Установленный нами факт циркуляции таких вирусов у животных позволяет предположить, что в дальнейшем могут происходить мутации, приводящие не только к еще более широкому распространению вируса SARS-CoV-2 у животных, но и изменяющие его вирулентность. Степень биологической опасности для вируса SARS-CoV-2, оцененная по разработанной шкале оценки рисков, определена как высокая.

4. В Республике Беларусь определена высокая степень биологического риска заноса и распространения гриппа птиц, обусловленная миграционными коридорами: Полесский, Днепровский, Балтийский. Определены наиболее значимые виды птиц в домашней и дикой фауне как потенциальные источники и резервуары вируса гриппа птиц, что позволяет конкретизировать мероприятия по проведению постоянного мониторинга и контроля за биологической защитой птицеводческих предприятий и частного подворья, усилению эпизоотического и эпидемического надзора, особенно в приграничных территориях. Степень биологической опасности для высоко- и низкопатогенного гриппа птиц по шкале оценки рисков определена как высокая.

5. Разработаны дифференциальные критерии для постановки комплексного предварительного диагноза, базирующиеся на биологических особенностях возбудителя и его тропизме в организме восприимчивого хозяина, на особенностях клинического и патологоанатомического проявления высоко- и низкопатогенного гриппа птиц, что позволило разработать комплекс диагностических и профилактических мероприятий.

6. Разработана модель ДНК-вакцины для профилактики экономически и социально значимых вирусных болезней свиней: репродуктивно-респираторного синдрома, цирковирусной инфекции и трансмиссивного гастроэнтерита, кодирующая белки указанных вирусов: grb, OPC2 и ORF1b, соответственно. В качестве вектора стабильной и высокой экспрессии в клетках животных применена плаزمиды рсDNA3.1+ с наличием цитомегаловирусного промотора, активного в большинстве видов клеток; сайта мультиклонирования с 10 точками рестрикции; вставок, стабилизирующих гены после транскрипции (BGH рA/SV40 рA); 2 генов резистентности для селекции и размножения плазмиды. В вакцину включены участки, кодирующие поверхностный антиген гепатита В (HbsAg), появление антител к которому позволяет оценивать экспрессию в цитоплазме эукариотической клетки нуклеиновых кислот. С целью увеличения привесов у вакцинированных животных в состав вакцины включен участок, кодирующий соматостатин. Оптимальный состав вакцины позволил получить положительные результаты в проведенных исследованиях, что

указывает на потенциальную возможность ее использования в ветеринарной практике.

Личный вклад соискателя ученой степени

Диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом по выявлению циркуляции социально значимых респираторных вирусов (коронавируса SARS-CoV-2 и вируса гриппа птиц) в популяциях млекопитающих и птиц, установлению особенностей эпизоотического процесса вызываемых ими болезней, определению наиболее характерных клинических и патоморфологических признаков данных болезней, значения COVID-19 и гриппа птиц для биологической безопасности Республики Беларусь, а также по усовершенствованию комплекса диагностических и лечебно-профилактических мероприятий при COVID-19 и гриппе птиц, созданию модели инновационной ДНК-вакцины и разработке отдельных положений Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь.

Определение направления исследований, анализ данных литературных источников по изучаемой теме, выбор методологии и методик исследования, анализ и интерпретация полученных результатов, формулировка выносимых на защиту положений и выводов осуществлены лично автором.

Определение цели и задач диссертационного исследования, обсуждение полученных результатов осуществлялись совместно с научным консультантом – д.м.н., профессором В.М. Семеновым.

Морфологические исследования проводились в прозектории кафедры патологической анатомии и гистологии УО «ВГАВМ», что отражено в совместных публикациях 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15 (вклад соискателя 80 %).

Забор биологического материала и секвенирование последовательностей РНК вируса SARS-CoV-2, анализ полученных результатов осуществлялся совместно с работниками лаборатории РНПЦ эпидемиологии и микробиологии и лаборатории молекулярно-генетических исследований кафедры инфекционных болезней УО «ВГМУ», что отражено в совместных публикациях 24, 31 (вклад соискателя 60 %).

Подбор молекулярно-генетических компонентов и создание ДНК-вакцины проводились в лаборатории молекулярно-генетических исследований при кафедре инфекционных болезней с курсом ФПК и ПК УО «ВГМУ», что отражено в совместных публикациях 25, 30 (вклад соискателя 80 %), промышленные испытания лабораторного образца вакцины проводились совместно с сотрудниками кафедры инфекционных болезней ВГМУ, что отражено в совместных публикациях 25, 30 (вклад соискателя 80 %).

Биоинформационный анализ, филогенетический анализ, клинико-морфологический анализ выполнены соискателем лично.

Статистическая обработка данных, анализ, систематизация, оценка и обобщение результатов, формулировка выводов и практических рекомендаций, написание всех разделов диссертации, подготовка иллюстраций и приложений выполнены лично соискателем с учетом замечаний научного консультанта.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Результаты исследований доложены и обсуждены на заседании кафедры инфекционных болезней УО «ВГМУ», кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней, патологической анатомии и гистологии УО «ВГАВМ», а также на семинарах и конференциях: Международной научно-практической конференции «Современные проблемы инфекционной патологии у животных и людей», 23-24 октября 2017 г., г. Витебск, ВГАВМ; Международной научно-практической конференции «Современные подходы в решении проблем инфекционных болезней животных и человека. Работа в системе «One Health», 29-30 мая 2018 г., г. Витебск, ВГАВМ; Международной учебно-методической и научно-практической конференции, посвященной 140-летию со дня рождения академика К.И. Скрябина, 15-16 ноября 2018 г., г. Москва, Российская Федерация; конференции Евро-Азиатского Общества по инфекционным болезням и 6-й школе по инфектологии, 12-13 сентября 2019 г., г. Витебск; Международной научно-практической конференции «Инновационные решения актуальных вопросов биобезопасности», 11-12 ноября 2021 г., г. Казань, Российская Федерация; Международной научно-практической онлайн-конференции «Современные проблемы и достижения зооветеринарной науки», посвященной 90-летию зоотехнического образования в ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ» и 150-летию со дня рождения профессора К.Г. Боля, ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ», УО «ВГАВМ», НАО «Казахский НАИУ», 27-28 мая 2021 г.; Workshop BU-DNU 2021, "ACTUAL ASPECTS OF MOLECULAR BIOLOGY, GENETICS, BIOCHEMISTRY AND VETERINARY MEDICINE", April 29, 2021 г. Bingol University (Турция), Dnipro National University Oles Honchar's (Украина), 29 апреля 2021 г.; научно-практическом вебинаре «Коронавирус у мелких домашних животных: грамотная диагностика и лечение», журнал «Аграрная наука» (г. Москва), АНО «СОВЕТ» (г. Москва), 27 июля 2021 г.; республиканской научно-практической конференции с международным участием «Новые концепции и методы в микробиологии, вирусологии и иммунологии», 12 ноября 2021 г., г. Минск, РНПЦ эпидемиологии и микробиологии; семинаре для презентации проекта Четвертого Национального доклада по биобезопасности к Картахенскому протоколу по биобезопасности в рамках выполнения проекта ЮНЕП-ГЭФ, 29 ноября 2021 г., г. Минск

(Институт генетики и цитологии НАН Беларуси); научно-практической конференции «Биологическая безопасность Республики Беларусь: национальные интересы, угрозы, стратегические направления обеспечения, оценка состояния», 8 декабря 2021 г., г. Минск (БГМУ, РНПЦ эпидемиологии и микробиологии, Министерство здравоохранения); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы инфекционной патологии животных и пути их решения», посвященной Дню белорусской науки и 95-летию кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней УО ВГАВМ (15-16 декабря 2022 г., г. Витебск); VI Международной научной конференции «Достижения ученых – в ветеринарную практику», посвященной 60-летию аспирантуры ФГБУ «ВНИИЗЖ» (Российская Федерация, г. Владимир, 22-23 марта 2022 г.); Международной научно-практической конференции с трансляцией в интернет «Современные аспекты инфекционных болезней и микробиологии» (14-15 сентября, 2022 г., г. Гомель); Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Х.Х. Абдуллина «Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК» (г. Казань, 28-29 ноября 2024 г.); «Ветеринарная медицина в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий» – III Международной научно-практической конференции (30 января 2025 г., г. Витебск, г. Самарканд); семинаре по результатам подготовки Четвертого Национального доклада по биобезопасности к Картахенскому протоколу по биобезопасности в рамках выполнения проекта ЮНЕП-ГЭФ (г. Минск, 21 октября 2022 г.); Международном отраслевом форуме «Беларусь аграрная. Мясная ферма» (г. Минск, 28 сентября 2022 г.); Международном отраслевом форуме «Беларусь аграрная. Молочная ферма» (г. Минск, 17 февраля 2022 г.); «Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира» – Международной конференции (г. Благовещенск, 20-21 октября 2022 г.); XI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны» (г. Санкт-Петербург, 24-25 ноября 2022 г.); Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения доктора ветеринарных наук, профессора Н.И. Смирновой и Дню белорусской науки, «Актуальные вопросы ветеринарной вирусологии, микробиологии и болезней пчел в современных условиях» (г. Витебск, 7-8 декабря 2023 г.); Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» (г. Витебск, 4-6 ноября 2024 г.); республиканской научно-практической конференции с международным участием «Новые концепции и методы в микробиологии, вирусологии и иммунологии» (г. Минск, 30 мая 2025 г.).

Опубликование результатов диссертации

По результатам диссертационной работы опубликовано: 69 работ, из них 3 монографии, 28 статей в научных изданиях, включенных в перечень ВАК Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, 38 – материалы в сборниках научных трудов, конференций, тезисы докладов; опубликовано также 9 рекомендаций, 2 комплексных плана и Концепция национальной системы обеспечения биологической безопасности. Общий объем опубликованных материалов – 800 страниц (50 авторских листов), из которых лично автору принадлежат 500 страниц (31,25 авторских листа).

Структура и объем диссертации

Диссертация объемом 236 страницы текста компьютерного набора состоит из введения, общей характеристики работы, основной части, заключения, библиографического списка. Содержит 109 оригинальных макро- и микрофотографий, 14 таблиц. Список использованной литературы включает 293 источника, в том числе 271 – зарубежных авторов. Раздел «Приложения» содержит копии 27 документов, подтверждающих достоверность результатов работы, ее научную и практическую значимость.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы исследования

Диссертация выполнена в течение 2016 – 2025 гг. на базе кафедр инфекционных болезней с курсом ФПК и ПК ВГМУ и эпизоотологии и инфекционных болезней ВГАВМ. Работа по изучению циркуляции SARS-CoV-2 у различных видов животных в Республике Беларусь велась в период 2020 – 2025 гг. Исследования по выделению вируса или его генома проводились среди поголовья домашних и диких животных. Всего в мониторинге было задействовано 38 видов животных, из них: сельскохозяйственных – 6 видов, диких копытных – 5 видов, диких плотоядных, всеядных и животных зоопарка, пушных промысловых – 12 видов, домашних питомцев – 5 видов, мышевидных грызунов – 5 видов, птицы домашней – 1 вид, птицы дикой – 3 вида, птицы декоративной – 1 вид.

Для выявления циркуляции вируса SARS-CoV-2 в организме живых животных проводили отбор проб биологического материала: смывы со слизистых оболочек носовой полости, ротовой полости (глотки) и прямой кишки (клоаки у птиц). При падеже отбирали сердце со сгустком крови, легкие, селезенку, почки, печень, лимфатические узлы и лимфоидные ткани, головной мозг, плаценту, кусочки кожи с шерстью (шкур) от павших либо вынужденно

убитых животных. Для длительного хранения пробы замораживались при температуре -20°C .

Для изучения клинического и патоморфологического проявления циркуляции вируса SARS-CoV-2 было проведено 85 клинических исследований (норка американская, кошка домашняя, хорь темный, собака домашняя, носуха, попугай волнистый, мышшь желтогорлая, полевка серая, лошадь, свинья, коза камерунская, осел), 60 патологоанатомических и 360 гистологических исследований живых и павших животных с подтвержденным диагнозом на COVID-19. Для изучения эпизоотологических аспектов болезни и обнаружения вируса в объектах окружающей среды отбирали пробы почвы, пробы корма и воды, пробы наполнителя из лотков, смывы с ограждающих конструкций, смывы с поилок и кормушек, смывы с одежды и обуви персонала.

Работа по изучению циркуляции вируса гриппа (высокопатогенных и низкопатогенных штаммов) у различных видов птиц и млекопитающих в Республике Беларусь велась в период с 2020 по 2025 гг. Для выявления потенциальной циркуляции вируса гриппа птиц было задействовано 22 вида животных: сельскохозяйственных – 1 вид, диких копытных – 5 видов, диких плотоядных и всеядных – 4 вида, животных зоопарка – 1 вид, домашних питомцев – 2 вида, мышевидных грызунов – 5 видов, птицы – 4 вида. Для выявления дифференциальных критериев гриппа птиц было проведено 295 клинических, 1210 патологоанатомических и 771 гистологическое исследование птицы. Для гистологического исследования отбирали кусочки легких, печени, почек, сердца, поджелудочной железы, селезенки [И.Н. Громов и др., 2020 г.]. Гистологические срезы готовили на роторном (маятниковом) микротоме «MICROM HM 340 E», окрашивали гематоксилин-эозином и по Браше. Депарафинирование и окрашивание проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70». Гистологическое исследование проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6» (Российская Федерация).

Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программного обеспечения по вводу и предобработке изображения «ScopePhoto».

Циркуляцию вируса SARS-CoV-2 в популяции животных изучали путем выявления циркуляции в крови животных специфических антител к SARS-CoV-2 с использованием иммуноферментного анализа (производитель ID-VET, Франция, набор «ID Screener SARS-CoV-2 Double Antigen Multi-species»). Для обнаружения РНК вируса SARS-CoV-2 и РНК вируса птичьего гриппа использовались наборы «АртТест COVID-19», «АртТест Грипп А» (фирмы

«АртБиоТех», г. Минск), тест-система фирмы «Сивитал» (г. Витебск), с использованием метода ОТ-ПЦР.

Работа по выделению на культуре клеток VERO и секвенированию вируса SARS-CoV-2 проводилась в условиях лабораторий РНПЦ эпидемиологии и микробиологии (г. Минск). Выделение чистой культуры вируса проводили путем посева на культуру клеток VERO.

Секвенирование образцов вируса SARS-CoV-2 было выполнено с последующей сборкой последовательности вируса SARS-CoV-2. Использована технология Nanopore MinION с покрытием 2600x.

Результаты были депонированы в базе Gisaid [<https://gisaid.org/>]. Для обозначения и оценки клеточных линий вируса SARS-CoV-2 использовали номенклатурные системы Nextstrain и Pango, составленные в рамках базы данных GISAID.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Циркуляция вируса SARS-CoV-2 в популяциях животных в Республике Беларусь

Биологические закономерности циркуляции вируса SARS-CoV-2 у животных

В результате проведенных исследований по изучению циркуляции вируса SARS-CoV-2 в популяциях различных видов животных нами был выделен вирус у 13 из 38 обследованных видов. В данную группу вошли: кошка домашняя, собака, норка, хорь темный, носуха обыкновенная, лошадь, свинья домашняя, коза камерунская, осел, полевка рыжая, мышь желтогорлая, попугай волнистый, чирок-трескунок.

Частота обнаружения вируса SARS-CoV-2 у обследованных животных представлена в таблице 1.

Большое эпизоотическое и эпидемическое значение имеют данные о выделении SARS-CoV-2 из объектов окружающей среды.

Таблица 1 – Интенсивность циркуляции SARS-CoV-2 среди различных видов животных

Вид животного	Общее количество животных	Положительных проб по ПЦР	% положительных проб	95 % ДИ
Кошка домашняя	518	29	5,60	3,62-7,58
Норка американская	413	31	7,51	4,96-10,05
Собака	114	12	10,53	4,89-16,16
Хорь темный	6	2	33,33	0-71,05
Носуха	1	1	100	–
Коза камерунская	3	1	33,33	0-86,68
Лошадь	99	2	2,02	0-4,79
Свинья домашняя	74	2	2,70	0-6,40
Осел	2	1	50,0	–
Мышевидные грызуны	15	3	20,0	0-40,24
Попугай волнистый	2	1	50	–
Чирок-трескунок	3	2	66,66	33,34-100

Особенности циркуляции вируса SARS-CoV-2 у отряда млекопитающих семейства Куны (*Mustelidae*) и семейства Енотовые (*Procyonidae*)

Проведенные исследования позволили установить, что у данных видов животных возможна циркуляция SARS-CoV-2, вызывающая развитие тяжелых патологических процессов, определяющих симптоматику заболевания и обуславливающих, в ряде случаев, летальный исход. У норки американской более восприимчивы к SARS-CoV-2 животные породных линий, имеющих голубую (Blue) и коричневую (Braun) окраску шерстного покрова (меха), норки с сопутствующей инфекцией – алеутской болезнью норок. Было установлено, что наиболее высокая заболеваемость с яркой клинической картиной наблюдалась у молодых животных (первые дни и недели жизни) в популяции норки американской (от 30 % у взрослых животных до 60 % у молодняка в гнезде), с большим процентом летальных исходов болезнь протекала у старых животных и животных с ожирением. Летальность составила 20-40 % у молодняка и 30-70 % у взрослых особей. Широкой циркуляции вируса SARS-CoV-2 у животных способствуют фекально-оральный, контактный пути передачи, использование общих игл и другого инструментария (ятрогенный путь). У норок через 3 и 6 месяцев с момента инфицирования в легких обнаруживалась РНК вируса, был выделен жизнеспособный вирус. Клинические признаки и патоморфологические изменения имеют высокую степень схожести с таковыми у человека. Инкубационный период составляет от 5-7 дней до 2 недель.

Вирус SARS-CoV-2 в организме животных показал тропизм к респираторному тракту (рисунки 1–6), слизистым оболочкам желудочно-кишечного тракта. У молодняка течение основной болезни в большинстве случаев осложнялось вторичной инфекцией – стафилококкозом или стрептококкозом, на фоне чего развивался гнойный конъюнктивит, ринит, у отдельных животных – стоматит.

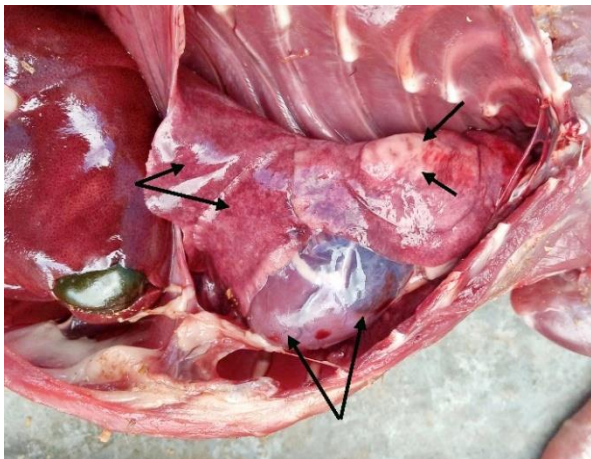


Рис. 1. Макрофото.

Патологоанатомические изменения у 6-месячной норки при COVID-19: острая венозная гиперемия (стрелки слева), эмфизема легких (стрелки справа), острое расширение сердца (стрелки внизу).
Фоновые процессы: интерстициальный гепатит, расширение желчного пузыря (слева)

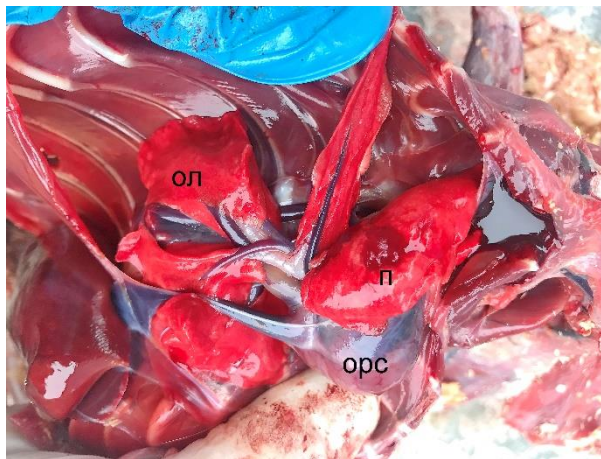


Рис. 2. Макрофото. Патологоанатомические изменения у 6-месячной норки, инфицированной коронавирусом SARS-CoV-2: отек легких (ол), участки пневмонии (п), острое расширение сердца (орс)

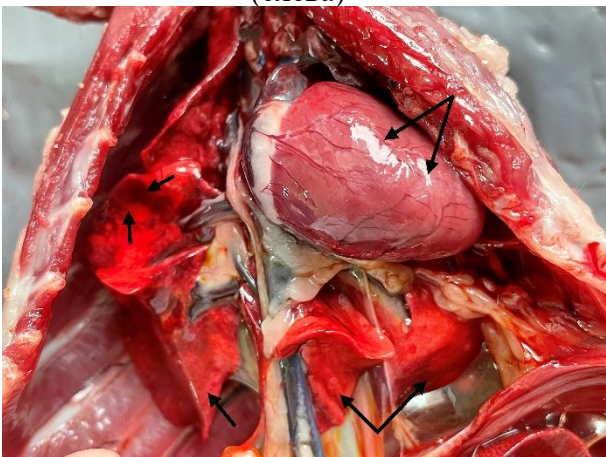


Рис. 3. Макрофото. Патологоанатомические изменения у 6-месячной норки, инфицированной коронавирусом SARS-CoV-2: отек легких (стрелки внизу), участки пневмонии (стрелки слева), острое расширение сердца, жировая дистрофия миокарда (стрелки справа)

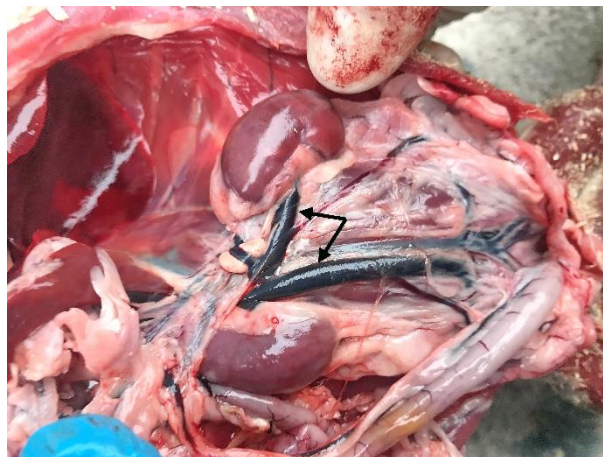


Рис. 4. Макрофото. Выраженное формирование посмертных свертков крови в каудальной полой вене 6-месячной норки, инфицированной коронавирусом SARS-CoV-2



Рис. 5. Макрофото. Острая венозная гиперемия слизистой оболочки языка у 6-месячной норки



Рис.6. Макрофото. Интерстициальная пневмония, участки эмфиземы (э), острое расширение сердца (орс) у 18-месячной норки

У 30-40 % молодых животных в течение 3-4 дней наблюдалась диарея, как следствие развивающегося дисбиоза на фоне коронавирусной инфекции. Продолжительность болезни у молодняка обычно составляла 2-3 недели, в отдельных случаях длилась 3-4 недели. Гибель у молодняка отмечали реже, смерть наступала на фоне осложнений от вторичных бактериальных инфекций. При остром течении болезни преобладали гемодинамические расстройства, глубокие нарушения со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Особенности циркуляции SARS-CoV-2 у хоря темного и носухи обыкновенной

Хорь темный и носуха обыкновенная показали высокую восприимчивость к SARS-CoV-2. Патогенное влияние вируса выражалось в стремительно развивающейся клинической картине, отмечалось развитие отеков, затрудненное дыхание, одышка, кашель, цианоз слизистых оболочек, признаки интоксикации. Наблюдали острое течение болезни и летальный исход. На органном, тканевом и клеточном уровнях развивались взаимосвязанные патологические процессы в сердечно-сосудистой и респираторной системе (в легких), в кровеносной системе.

Инкубационный период у хорей длится 7-10 дней, затем появляется лихорадка (до 40,5-40,7 °С), сменяющаяся резким снижением температуры до показателей, ниже физиологической нормы (37,5-36,5 °С), учащенное поверхностное дыхание (50-60 дыхательных движений в минуту) с преобладанием брюшного типа дыхания, цианоз видимых слизистых оболочек. В 70 % случаев (в наших исследованиях) у хорей регистрировалось резкое угнетение, слабость (малоподвижность), полный отказ от корма и воды, пониженная температура тела,

ярко выраженная одышка, брюшной тип дыхания и цианоз слизистых оболочек. Смерть животных наступала через 1-3 дня с момента заболевания.

У носухи наблюдалось стремительное развитие симптомокомплекса, указывающее на поражение органов респираторной и сердечно-сосудистой системы, что соответствует тропизму вируса: угнетение, отказ от корма, быстрое развитие признаков легочной и сердечной недостаточности (затрудненное дыхание, одышка, цианоз слизистых), смерть наступает в течение 2-х суток с момента проявления болезни.

Циркуляция вируса SARS-CoV-2 у отряда млекопитающих семейства Псовые (*Canidae*)

Серологические исследования позволили установить циркуляцию SARS-CoV-2 в организме собак – в 6,7 % случаев, при титре антител от 0.705 до 3.361. Циркуляция вируса имела место как у породных (французские бульдоги, кане-корсо, немецкая овчарка, карликовый пинчер), так и беспородных (содержащихся в приюте) собак. Выделение вируса у бродячих животных может указывать на циркуляцию вируса в свободноживущей популяции животных, либо на передачу вируса бродячим животным через контаминированные предметы (использованные средства индивидуальной защиты и средства личной гигиены). Не исключен алиментарный и контактный пути заражения.

Циркуляция вируса в организме собак не вызывала развития тяжелых патологических процессов, летальность при заболевании низкая. Заболеваемость собак возросла в период циркуляции дельта-штамма SARS-CoV-2 у населения, у животных проявлялись яркие клинические признаки: кашель – 15 %, одышка – 10 %, гнойный конъюнктивит – 50 %, диарея – 30 %. Влияние вируса на организм плода и новорожденных проявлялось высокой смертностью (до 100 % потомства), развитием патологических процессов в легких, сердце, почках и печени, наблюдались уродства и недоразвитие плода, что может указывать на трансплацентарное заражение.

Циркуляция вируса SARS-CoV-2 у других видов животных

РНК вируса было выделено в единичных пробах от: козы камерунской, свиньи домашней, лошади, осла, попугая волнистого, чирка-трескунка, желтогорлой мыши, рыжей полевки. Циркуляция вируса у данных видов животных проходила бессимптомно, либо со слабовыраженными симптомами (коза камерунская, лошадь), либо вызывала тяжелое течение с летальным исходом (попугай волнистый). У лошади и козы камерунской наблюдался ринит, серозные, серозно-катаральные истечения из носа, гиперемия слизистой оболочки носовой полости и конъюнктивит. Болезнь протекала подостро, без подъемов температуры и длилась 1,5-2 недели. У свиней и осла клинических

признаков не отмечалось. У волнистого попугая в течение недели отмечали отказ от корма, угнетение, затрудненное дыхание, малоподвижность, затем состояние птицы постепенно стабилизировалось, но она стала менее подвижной. Через 6 месяцев наступил рецидив болезни, была получена положительная ПЦР на COVID-19, у птицы пропал аппетит, голос, наблюдалась малоподвижность, угнетение, затрудненное дыхание, цианоз кожи и слизистых оболочек, птица пала. На вскрытии отмечали застойные и дистрофические явления в легких, печени, отек и участки эмфиземы в легких.

Молекулярно-генетический вариант вируса SARS-CoV-2, циркулирующего у животных

При секвенировании образцов вируса SARS-CoV-2, выделенных от кошки домашней (*Felis catus* Linnaeus, 1758) и норки американской (*Neovision vison* Schreber, 1777), была получена информация о 2 новых вариантах вируса SARS-CoV-2, относящихся по классификации Pango к подтипу B.1. Оба выделенных штамма вируса были зарегистрированы в международной базе GISAID с присвоением идентификационных данных. Были выявлены отдельные мутации в генетической структуре вируса (таблицы 2, 3).

Выявленная G-мутация в S-гене (позиция D614G) может свидетельствовать в пользу того, что данная мутация облегчает передачу вируса от человека к животным.

Таблица 2 – Список отличительных мутаций hCoV-19/minks/Belarus/RRPCEM-VIS_2216O/2021. Образец получен от *Mustela putorius furo* (2020-06-22) – Betacoronavirus Clade GH. GISAID Accession ID: EPI_ISL_2521999

Ген	Аминокислотные замены
S	D614G
S	R682Q
N	S194L
NS3	Q57H
NS7a	T61I
NS7a	V93F
NS7b	L6M
NSP2	A360V
NSP8	T141M
NSP12	P323L

Таблица 3 – Список отличительных мутаций hCoV-19/cat/Belarus/RRPCEM-VIS_18840/2021. Образец получен от *Felis catus* (2020/11/19) – Betacoronavirus Clade GH. GisaID Accession ID: EPI_ISL_2100634

Ген	Аминокислотные замены
S	D614G
N	S194L
NS3	Q57H
NS7a	T61I
NS7a	V93F
NS7b	L6M
NSP8	T141M
NSP12	P323L

Такая особенность обусловлена тем, что мутация в позиции D614G затрагивает спайк-белок вируса SARS-CoV-2, который играет важную роль в проникновении вируса в клетки хозяина. Установленный нами факт циркуляции таких вирусов у животных позволяет предположить, что в дальнейшем могут происходить мутации, приводящие не только к еще более широкому распространению вируса SARS-CoV-2 у животных и птиц, но и изменяющие его вирулентность.

Выявленная нами мутация R682Q расположена в рецептор-связывающем домене (RBD) спайк-белка у штамма вируса SARS-CoV-2, выделенного от животных, может потенциально влиять на взаимодействие вируса с рецептором АПФ2 и тем самым на способность проникновения вируса внутрь клеток человека и животных.

По разработанной шкале оценки риска, приведенной в Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь, совокупный уровень риска для COVID-19 составляет 29 баллов, что соответствует 1 группе – болезни высокого уровня риска (от 20 до 30 баллов).

Биологические и социально-экономические особенности циркуляции вируса гриппа птиц

Оценка рисков заноса и распространения вируса птичьего гриппа на территорию Республики Беларусь

Установлено, что Республика Беларусь в силу географического расположения находится в зоне постоянного риска заноса и распространения гриппа птиц, так как над территорией страны проходят крупные миграционные коридоры, наиболее значимые – Полесский, Днепровский, Балтийский. Высокая степень биологического риска связана с прохождением через территорию

Республики Беларусь и территорию отдельных областей с крупными птицеводческими предприятиями миграционных путей перелетных птиц, в первую очередь – водоплавающих, играющих важную роль в распространении вируса гриппа птиц. Выделены наиболее значимые в эпизоотическом и эпидемическом благополучии виды птиц, представляющие несколько отрядов как водных, так и околоводных видов птиц. Наиболее массовыми и значимыми с точки зрения возможного заноса и распространения вируса гриппа птиц (и ряда других возбудителей болезней, в том числе и зоонозных) являются следующие виды птиц: лебедь-шипун (*Cygnus olor*), белолобый гусь (*Anser albifrons*), гусь-гуменник (*Anser fabalis*), серый гусь (*Anser anser*), свиязь (*Anas Penelope*), шилохвост (*Anas acuta*), кряква (*Anas platyrhynchos*), чирок-трескунок (*Spatula querquedula*), широконоска (*Spatula clypeata*), красноглазая чернеть (*Aythya ferina*), серая утка (*Mareca strepera*). Отдельные виды птиц являются массовыми весенними мигрантами и могут быть вовлечены в перенос не только гриппа птиц, но и других зоонозов: большая белая цапля (*Ardea (Egretta) alba*), серая цапля (*Ardea cinerea*), большой баклан (*Phalacrocorax carbo*), лысуха (*Fulica atra*), серый журавль (*Grus grus*), чибис (*Vanellus vanellus*), турухтан (*Philomachus pugnax*), фифи (*Tringa glareola*), бекас (*Gallinago gallinago*), вальдшнеп (*Scolopax rusticola*). Данные виды являются наиболее многочисленными на осеннем пролете, к тому же они являются объектами охоты, что повышает их эпидемическую и эпизоотическую значимость. Озерная чайка (*Chroicocephalus (Larus) ridibundus*), серебристая чайка (*Larus argentatus*), чайка-хохотунья (*Larus cachinnans*), сизая чайка (*Larus canus*), клуша (*Larus fuscus*) – одни из значимых видов в современной эпизоотии гриппа птиц. Проведенный анализ распространения различных видов чаек на территории Республики Беларусь показал, что популяция довольно большая и имеет тенденцию к росту, отмечается растущая популяция различных видов чаек именно в городской черте (крыши и чердачные помещения, мелкие водоемы в городской черте), что, несомненно, повышает их эпидемическую и эпизоотическую роль.

Географическое расположение основных крупных птицефабрик в областях миграционных коридоров водоплавающих птиц (особенно в Могилевской, Минской и Витебской областях) является одним из факторов риска для заноса и распространения гриппа птиц и указывает на необходимость усиления биологической защиты и биологического контроля на территории птицеводческих предприятий. Основные виды домашней птицы, выращиваемой на предприятиях республики: курица домашняя (*Gallus domesticus*), индейка (*Meleagris gallopavo*), перепел японский (*Coturnix japonica*) и его гибриды/породы, утка домашняя (*Anas platyrhynchos f. domestica*), гусь домашний (*Anser sp.*), фазан (*Phasianus sp.*). Данные виды птицы высоко восприимчивы к вирусу гриппа птиц.

По шкале оценки риска, приведенной в Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь, степень биологической опасности для высокопатогенного гриппа птиц и низкопатогенного гриппа птиц определена как высокая. Совокупный уровень риска для высокопатогенного птичьего гриппа составил 25 баллов, для низкопатогенного гриппа птиц – 22 балла, что соответствует 1-й группе – болезни высокого уровня риска (от 20 до 30 баллов). Выявление индикатора (болезни) среднего и высокого уровней риска требует от республиканских органов государственного управления принятия решений о необходимости, объеме и сроках проведения санитарно-противоэпидемических, противоэпизоотических и иных мероприятий, направленных на минимизацию влияния риска на санитарно-эпидемиологическое и эпизоотическое благополучие.

Циркуляция вируса гриппа птиц в популяции домашней и дикой птицы, млекопитающих на территории Республики Беларусь

Циркуляция вируса птичьего гриппа низкопатогенного подтипа в популяции домашней птицы (куры) отмечается практически во всех областях республики, присутствие вируса в популяции выявляется при проведении серологических и молекулярно-генетических исследований. Циркуляция низкопатогенного штамма гриппа птиц (H9N2) регистрировалась во всех областях, кроме Гродненской. Данная статистика связана, в первую очередь, с концентрацией птицеводческих хозяйств и поголовьем птицы в областях, а также с более высокими рисками заноса возбудителя в период миграции птиц. Циркуляции высокопатогенных штаммов вируса гриппа птиц, а также циркуляции вируса болезни Ньюкасла как среди дикой, так и среди домашней птицы, на территории Республики Беларусь зарегистрировано не было. В пробах исследованных видов млекопитающих генома гриппа птиц выявлено не было.

Дифференциальные критерии гриппа птиц в клиническом проявлении

Определены основные критерии дифференциальной диагностики высокопатогенного (далее – ВПГП), низкопатогенного (далее – НПГП) гриппа птиц и болезни Ньюкасла (7-й генотип, далее – НБ), базирующиеся на заболеваемости, летальности, течении и форме проявления болезни, яйценоскости, аппетите, состоянии нервной системы, состоянии кожи и слизистых оболочек, динамике заболеваемости и падежа. Циркуляция ВПГП вызывала стремительное (молниеносное) или быстрое (острое) развитие (течение) болезни, с момента внедрения вируса до проявления первых клинических признаков проходит от нескольких часов до 3-5 суток, быстрое распространение среди поголовья и охват большого количества поголовья в

короткий промежуток времени (до 70-100 % поголовья в течение 2-3 суток), высокий процент летальности (до 70-100 %, особенно среди индейки, молодой несушки и цыплят). Интенсивность проявления клинических признаков высока: ярко выраженное поражение респираторной системы; ярко выраженное поражение нервной системы; резкое снижение продуктивности до полной потери яйценоскости. В то же время циркуляция НППП в подавляющем большинстве случаев вызывает медленный и не столь интенсивно проявляющийся инфекционный процесс, более длительный инкубационный период (от 5-7 до 10-14 дней), медленное распространение заболевания по стаду и низкий процент летальности (болезнь распространяется в условиях стада месяцами, заболеваемость – до 30-50 %, летальность – до 10-20 %, чаще – на фоне вторичных инфекций). Наблюдается постепенное, не сразу диагностируемое снижение яйценоскости, и лишь при анализе яйценоскости в течение нескольких месяцев можно отметить стойкое и постепенное снижение, объясняющееся тем, что болезнью охватывается все большее поголовье и развиваются вторичные инфекции на фоне НППП.

Циркуляция вируса НБ в своем клиническом проявлении сходна с таковой при НППП и ВППП и проявляется, в первую очередь, поражением нервной системы (энцефалитом), воспалением легких, кровоизлияниями во внутренних органах. По стаду болезнь распространялась быстро, за 3-5 дней. Анализ патологоанатомических и гистологических изменений при циркуляции НППП, ВППП либо вируса НБ выявил особенности в проявлении, которые и дают возможность предварительно дифференцировать вызываемые ими болезни.

Дифференциальные критерии низкопатогенного гриппа птиц со стороны патоморфологических изменений

Ведущие патологоанатомические изменения при остром течении болезни у *цыплят-бройлеров* характеризуются преобладанием гемодинамических расстройств, глубоких нарушений со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Характерный признак гриппа – серозно-геморрагические отеки подкожной клетчатки области головы и шеи (клетчатка студневидная, напоминает желе, темно-красного цвета). В сердце отмечается острое расширение всех полостей с развитием классического «круглого сердца» (1-й вариант), острое расширение правого желудочка («легочное сердце» – 2-й вариант), иногда – с выраженной острой венозной гиперемией миокарда. При отсутствии венозной гиперемии хорошо выражены признаки зернистой и жировой дистрофии с окрашиванием сердечной мышцы в серо-коричневый или желто-коричневый цвет. Кровь в полостях сердца, просвете крупных артерий и вен несвернувшаяся, темно-красного цвета (в норме посмертные свертки крови у птиц выражены достаточно хорошо в силу видовых особенностей). В носовой

полости и ротоглотке выявляется большое количество тягучей слизи. Слизистая оболочка органов дыхания набухшая, покрасневшая, пронизана кровоизлияниями. Возможно развитие фибринозно-гнойного синусита, имитирующего патологоанатомические признаки гемофилеза. Выражены кровоизлияния на слизистых и серозных оболочках (особенно в перикарде – имитация пастереллеза), внутренних органах, коже. Характерными признаками гриппа являются кровоизлияния на серозных оболочках и в месте перехода железистого желудка в мышечный. Даже при отсутствии макроскопически выраженных кровоизлияний они в 100 % случаев выявляются гистологически (в железистом желудке, почках, печени, селезенке, других органах) – «микроскопически выраженный» геморрагический диатез. Легкие не спавшиеся, форма не изменена, отежные, «налитые», консистенция уплотнена, цвет темно-красный. Кусочки пораженных легких всегда тонут. При разрезе органа выделяется кровянистая жидкость. В сердечной сорочке и грудобрюшной полости находят серозный экссудат и пленки фибрина. Внутренние органы (печень, почки) с признаками острой венозной гиперемии и зернистой дистрофии – незначительно увеличены в объеме, вишнево-красного цвета, консистенция мягкая, на разрезе обильно стекает кровь, рисунок строения малозаметен. Селезенка обычно нормальной величины, но может быть незначительно увеличена. Слизистая оболочка 12-перстной кишки набухшая, покрасневшая, матовая, складчатая, покрыта тонким слоем красной слизи. В головном мозге выявлены признаки расстройства кровообращения: гиперемия сосудов оболочек, множественные кровоизлияния и выраженный отек.

У кур-несушек яичных и мясных кроссов ведущие патологоанатомические изменения развиваются в сердечно-сосудистой, дыхательной и мочеполовой системах. Имеются кровоизлияния в эпикарде. В носовой полости и просвете гортани выявляется большое количество тягучей слизи. Слизистая оболочка носовой полости и гортани набухшая, покрасневшая, с точечными кровоизлияниями. Легкие не спавшиеся, отежные, форма не изменена. Печень и почки увеличены в объеме, вишнево-красного цвета, консистенция мягкая, на разрезе обильно стекает кровь. Закономерным признаком НПП у кур-несушек является желточный перитонит. При этом отдельные желточные фолликулы разрываются, их содержимое попадает в грудобрюшную полость. Имеются признаки воспаления серозных покровов (покраснение, матовость, наличие светло-желтых пленок или наложений фибрина). Однако отсутствуют признаки овариита, сальпингита, нет гнояного акцента, отсутствует или слабая реакция селезенки.

Дифференциальные критерии васкопатогенного гриппа птиц со стороны патоморфологических изменений

При циркуляции ВПГП в организме птицы было отмечено преобладание глубоких и необратимых изменений в сердечно-сосудистой системе, характеризующихся развитием геморрагического синдрома, инфекционного шока, сопровождающихся ДВС-синдромом, нарастающей в короткие сроки сочетанной сердечной и дыхательной недостаточностью, признаками которых являются выраженные застойные изменения в коже, ее производных, внутренних органах, мягких тканях в области головы и шеи. В связи с быстрым течением ВПГП при патологоанатомическом вскрытии менее выражены воспалительные процессы в органах дыхания. В то же время гистологически ярко проявляются некроз покровного и железистого эпителия, серозный воспалительный отек слизистой оболочки гортани, трахеи и парабронхов легких. Более закономерны и интенсивны изменения в поджелудочной железе – серозный воспалительный отек, некрозы в ее паренхиме. На фоне глубоких нарушений в сосудистом русле при циркуляции возбудителя ВПГП более выражены явления альтерации в миокарде (обширный альтеративный миокардит), почках (некротический нефроз) и нервной системе (негнойный лимфоцитарный энцефалит, менингит, кровоизлияния и микронекрозы).

Разработка ДНК-вакцин для профилактики экономически значимых вирусных болезней в свиноводческой отрасли

Разработка модели ДНК-вакцины для профилактики респираторно-репродуктивного синдрома, цирковирусной болезни, трансмиссивного гастроэнтерита свиней

Разработана модель ДНК-вакцины для профилактики респираторно-репродуктивного синдрома, цирковирусной болезни, трансмиссивного гастроэнтерита свиней. Детальный анализ структуры вирусов позволил выбрать антигены, провести оптимизацию исходных генетических последовательностей перед их синтезом и клонированием для существенного повышения эффективности экспрессии в организме животных. В ходе оптимизации часть нуклеотидов заменена синонимичными кодонами, при этом структура кодируемого белка оставалась прежней. Учитывались следующие элементы: вторичная структура мРНК, используемые кодоны и их частота, прямые и обратные повторы, сайты полиаденилирования, сайты связывания, содержание CpG динуклеотидов, соотношение GC%, участки сплайсинга.

Таблица 4—Оптимизация исходных генетических последовательностей

	Генетические последовательности
PCC	ATGACGTATCCAAGGAGGCGTTACCGAAGGAGAAGACACCGCCCCCGCAGCCATCTTGGCCAGA TCCTCCGCCCGCCGCCCTGGCTCGTCCACCCCGCCACCGTTACCGCTGGAGAAGGAAAAATGG CATCTTCAACGCCCGCCTCTCCCGCACCTTCGGATATACTGTCAAGGCTACCACAGTCAGCACGC CCTCCTGGGCGGTGGACATGCTGAGATTTAATCTTGACGACTTTGTTCCCCCGGGAGGGGGGACC AACAAAATCTCTATACCCCTTTGAATACTACAGAATAAGAAAAGGTTAAGGTTGAATTCTGGCCCTG CTCCCCGATCACCCAGGGTGACAGGGGAGTTGGATCCAGTGCTATTATTCTAGATGACAACCTTTG TAATAAAGGCCACAGCCCAAACCTATGACCCCTATGTAACTACTCCTCCCGCCATACAATCCCC CAACCCTTCTCCTACCACTCCCGTTACTTCACACCCAAACCTGTTCTTGATTCCACTATTGATTAC TTCCAACCAAATAACAAAAGGAATCAGCTGTGGATGAGACTACAAACCAGTAGAAATGTGGACC ACGTAGGCCTCGGCACTGCGTTCGAAAACAGTAAATACGACCAGGACTACAATATCCGTGTAAC CATGTATGTACAATTCAGAGAATTTAATCTTAAAGACCCCCCACTTAAACCCTGA
PRR	ATGTTGGAGAAATGCTTGACCGCGGGCTGTTGCTCGCGATTGCTTTCTTTGTGGTGTATCGTGCC GTTCTGTTTTGCTGTGCTCGCCAACGCCAGCAACAGCAGCAGCTCCCATCTACAGCTGATTTACA ACTTGACGTTATGTGAGCTGAATGGCACAGATTGGCTAGCCAACAGATTTGATTGGGCAGTGGA GAGTTTTGTCATTTTTCCCGTTTTGACTCACATTGTCTCCTATGGTGCCCTCACCAAGCCATTTT CTTGACACAGTCGCTTAGTCACTGTGTCTACCGCCGGGTTTGTTCACGGGCGGTATGTCCTAAG TAGCATCTACGCGGTCTGTGCCCTGGCTGCGTTGACTTGCTTTGTCATTAGGTTTGCAAAGAATT GCATGTCCTGGCGCTATGCGTGCACCAGATATACCAACTTTCTTTTGGACACTAAGGGCAGACTC TATCGTTGGCGGTCGCCCCGTCATCATAGAGAAAAGGGGCAAAGTTGAGGTGCAAGGTCATCTGA TCGACCTCAAAAGAGTTGTGCTTGATGGTCCGTGGCAACCCCTATAACCAGAGTTTCAGCGGAA CAATGGGGTCGTCCTTGA
TGE	ATGGCCAACCAGGGACAACGTGTCAGTTGGGGAGATGAATCTACCAAAAACACGTGGTTCGTTCCA ATTCCCCTGGTTCGGAAGAATAATAACATACCTCTTTCAATCTTCAACCCCATACCCCTCCAACAA GGTTCAAAATTTTGAACCTTATGTCCGAGAGACTTTGTACCCAAAGGAATAGGTAACAGGGATC AACAGATTGGTTATTGGAATAGACAACTCGCTATCGCATGGTGAAGGGCCAACGTAAAGAGCT TCCTGAAAGGTGGTTCTTCTACTACTTAGGTAAGTGGACCTCATGCAGATGCCAAATTTAAAGATA AATTAGATGGAGTTGTCTGGGTTGCCAAGGATGGTGGCCATGAACAAACCAACCACGCTTGGTAG TCGTGGTGTAAATAATGAATCCAAAGCTTTGAAATTCGATGGTAAAGTGCCAGGCCAATTTCAA CTTGAAGTTAATCAATCAAGAGACAATTCAAGGTCACGCTCTCAATCTAGATCTCGGTCTAGAAA TAGATCTCAATCTAGAGGCAGGCAACAATTCAATAACAAGAAGGATGACAGTGTAGAACAAGCT GTTCTTGCCGCACTTAAAAAGTTAGGTGTTGACACAGAAAAACAACAGCAACGCTCTCGTTCTA AATCTAAAGAACGTAGTAACCTAAGACAAGAGATACTACACCTAAGAATGAAAACAACACA CCTGGAAGAGAACTGCAGGTAAGGTGATGTGACAAGATTTTATGGAGCTAGAAGCAGTTTCAGC CAATTTTGGTGACACTGACCTCGTTGCCAATGGGAGCAGTGCCAAGCATTACCCACAACCTGGCTG AATGTGTTCCATCTGTGTCTAGCATTCTGTTTGGAAAGCTATTGGACTTCAAAGGAAGATGGCGAC CAGATAGAAGTACGTTTACACACAAAATACCACTTGCCAAAGGATGATCCTAAGACTGGACAAT TCCTTCAGCAGATTAATGCCTATGCTCGTCCATCAGAAGTGGCAAAAGAACAGAGAAAAAGAAA ATCTCGTTCTAAATCTGCAGAAAGGTGAGCAAGATGTGGTACCTGATGCATTAATAGAAAAT TATACAGATGTGTTTGTGACACACAGGTTGAGATAATTGATGAGGTAACGAACTGA

Включение в ДНК-вакцину участков, кодирующих HbsAg, позволяет оценивать экспрессию в цитоплазме эукариотической клетки нуклеиновых кислот, кодирующих синтез запрограммированных белков по появлению антител к указанному антигену. С целью увеличения привесов у вакцинированных животных в состав вакцины включен участок, кодирующий соматостатин. В качестве вектора стабильной и высокой экспрессии в клетках животных выбрана плаزمида pсDNA3.1+. Выбор обусловлен наличием: цитомегаловирусного промотора, который активен в большинстве видов клеток; сайта мультиклонирования с 10 точками рестрикции; вставок, стабилизирующих

гены после транскрипции (BGH pA/SV40 pA); 2 генов резистентности для селекции и размножения плазмиды; причем плазида сравнительно небольшого размера. Таким образом, созданная модель ДНК-вакцины состоит из 4 компонентов. Каждый компонент вакцины представляет собой отдельный вариант ДНК плазмиды, кодирующей соответствующий антиген.

Эффективность созданной модели вакцины для профилактики респираторно-репродуктивного синдрома, цирковирусной болезни, трансмиссивного гастроэнтерита свиней

С целью оценки эффективности созданной модели ДНК-вакцины были проведены опытные испытания в условиях свинокомплексов Витебской области. Препарат вводили однократно в три точки: четырехглавую мышцу бедра, внутримышечно; длиннейшую мышцу (область шеи), внутримышечно; ушную раковину, подкожно. В месте введения вакцины проводилась электропорация. За животными велось клиническое наблюдение с оценкой местной реакции в месте введения вакцины, общего состояния. Учитывались следующие показатели по группам: заболеваемость, летальность, среднесуточный привес, живая масса при сдаче животного на убой. Окончание эксперимента – дата сдачи животных на убой. Контроль за приживаемостью плазмиды осуществлялся по выявлению антител к HbsAg в крови животных опытных групп методом ИФА.

В результате эксперимента отсутствовала местная воспалительная реакция; за весь период эксперимента не регистрировалось заболеваемости желудочно-кишечными и респираторными патологиями, а также падежа по опытной группе. Антитела к HbsAg были выявлены у всех животных опытной группы. Средний вес животных опытной группы к окончанию эксперимента составил 121,6 кг, контрольной – 109,6 кг. Разница в среднем весе животных составила +11 кг живого веса в опытной группе. Среди животных контрольной группы выявляли животных с патологией как желудочно-кишечного, так и респираторного тракта, животным проводилась симптоматическая и патогенетическая терапия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Установлено, что вирус SARS-CoV-2 способен циркулировать в организме домашних, диких, промысловых млекопитающих и птиц: норки американской (95 % ДИ 4,96-10,05), хоря темного (95 % ДИ 0-71,05), собаки (95 % ДИ 4,89-16,16), кошки домашней (95 % ДИ 3,62-7,58), потенциально – лошади, (95 % ДИ 0-4,79), козы камерунской (95 % ДИ 0-86,68), свиньи домашней (95 % ДИ 0-6,40), мышевидных грызунов (95 % ДИ 0-40,24), чирка-трескунка (95 % ДИ 33,34-100), носухи, осли, попугая волнистого; обладает выраженной пантропностью, но чаще выделяется у животных из смывов со слизистой оболочки ротовой полости (глотки), носовой полости, конъюнктивы, со слизистой оболочки прямой кишки. Вирусовыделение наблюдается в течение 2 недель – 1 месяца, при этом наиболее интенсивно вирус экскретируется в первые 7-10 дней болезни. Возбудитель обнаруживается в истечениях из носовой полости, в смывах с глотки и конъюнктивы (в 70 % случаев), с фекалиями животных (в 30 % случаев). Вирус выделяется из органов переболевших животных в течение 3-6 месяцев, что указывает на потенциальное длительное вирусоносительство. Вирус SARS-CoV-2 может находиться в объектах окружающей среды: почве (95 % ДИ 14,1-55,9), воде (95 % ДИ 0-28,59), наполнителе (95 % ДИ 16,46-50,20), кормах (95 % ДИ 0-44,79), ограждающих предметах (95 % ДИ 2,47-37,53), что имеет большое эпизоотическое и эпидемическое значение [3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 21, 23, 24, 26, 31, 34, 44, 51, 52, 61, 62, 63, 64, 66, 69].

2. Установлено, что вирус SARS-CoV-2 в организме животных может приводить к развитию инфекционной болезни, при этом клинические признаки наиболее ярко выражены у норки американской, хоря темного, носухи, клинические признаки средней интенсивности наблюдались у лошадей, козы камерунской, попугая волнистого, тогда как у собак, свиней и осли они либо слабо выражены, либо наблюдается субклиническое течение заболевания. Основные симптомы: поражение респираторного тракта (ринит, кашель, одышка, затрудненное дыхание) – 100 %, развитие конъюнктивита – 30-50 %, поражение желудочно-кишечного тракта – 30 %, клинические признаки заболевания проявляются в течение 2-3 недель. Наиболее тяжело болеют новорожденные, старые животные и животные с лишним весом (ожирением). При инфицировании животных вирусом SARS-CoV-2 наблюдается повреждение эпителиоцитов кровеносных сосудов, усиливается тромбообразование. На фоне данной коронавирусной инфекции (как и при большинстве заболеваний, вызванных циркуляцией корона- и рядом других вирусов) развиваются вторичные бактериальные инфекции (стрептококкоз, стафилококкоз),

проявляющиеся катарально-гнойным конъюнктивитом и ринитом, и дисбиоз кишечника [1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 14, 17, 18, 19, 21, 24, 31, 44, 51, 52].

3. У большинства видов животных, инфицированных вирусом SARS-CoV-2, имеет место низкая летальность, тогда как у хоря темного – от 33,33 % (95 % ДИ 0-71,05) до 70-100 % (от общего количества заболевших во время вспышки), а у норки американской составляет от 24,21 % (95 % ДИ 20,08-28,34) до 40-70 % (от общего количества заболевших во время вспышки). Как при остром, так и при хроническом течении заболевания развиваются тяжелые и ярко выраженные патологические процессы, проявляющиеся характерными патологоанатомическими признаками и гистологическими изменениями. Наиболее характерные поражения наблюдаются у норки американской и хоря темного при остром течении в легких, в сердце, в кровеносных сосудах, при хроническом – мультисистемное поражение органов. Инфицирование вирусом SARS-CoV-2 беременных самок приводит к развитию уродств: «заячья губа», расщепление верхнего неба, недоразвитие костей черепа, конечностей и таза, укорочение нижней челюсти, наблюдается рождение мертвого или нежизнеспособного потомства. Серологические исследования у собак установили циркуляцию вируса SARS-CoV-2 в организме данных животных в 6,7 % случаев, с достаточно высоким титром антител (до 3.361 Ед.) к данному вирусу среди собак, у которых отмечали мертворожденность и уродства у щенков [3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 19, 21, 24, 31, 44, 48, 51, 52].

4. Разработана шкала оценки степени биологической опасности (риска) для COVID-19, вошедшая в Концепцию национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь. Совокупный уровень риска для COVID-19 составляет 29 баллов, что соответствует 1-й группе – болезни высокого уровня риска (от 20 до 30 баллов). Выявление индикатора (болезни) среднего и высокого уровней риска требует от республиканских органов государственного управления принятия решений о необходимости, объеме и сроках проведения санитарно-противоэпидемических, противоэпизоотических и иных мероприятий, направленных на минимизацию влияния риска на санитарно-эпидемиологическое и эпизоотическое благополучие [3, 11, 16, 22, 23, 39, 40, 46, 47].

5. Выделены два новых штамма вируса SARS-CoV-2 от кошки домашней, имеющего мутации: Spike D614G, N S194L, NS3 Q57H, NS7a T61I, NS7a V93F, NS7b L6M, NSP8 T141M, NSP12 P323L, и от норки американской, имеющего мутации: Spike D614G, Spike R682Q, N S194L, NS3 Q57H, NS7a T61I, NS7a V93F, NS7b L6M, NSP2 A360V, NSP8 T141M, NSP12 P32, относящиеся по классификации Pango к подтипу B.1. Выявленная мутация R682Q расположена в рецептор-связывающем домене (RBD) спайк-белка у штамма вируса SARS-CoV-2, выделенного от животных, может потенциально влиять на взаимодействие

вируса с рецептором АПФ2 и тем самым на способность проникновения вируса внутрь клеток человека и животных. Установленный нами факт циркуляции таких вирусов у животных позволяет предположить, что в дальнейшем могут происходить мутации, приводящие не только к еще более широкому распространению вируса SARS-CoV-2 у животных и птиц, но и изменяющие его вирулентность. Выявленные новые штаммы вируса SARS-CoV-2 зарегистрированы в международной базе данных: hCoV-19/minks/Belarus/RRPCEM-VIS_2216O/2021 и hCoV-19/cat/Belarus/RRPCEM-VIS_1884O/2021 [3, 11, 13, 16, 22, 24, 33, 31, 56, 58, 61].

6. Определена высокая степень риска заноса гриппа птиц на птицеводческие предприятия Республики Беларусь. Определены наиболее массовые и значимые виды птиц с точки зрения возможного заноса и распространения вируса гриппа и ряда других возбудителей болезней: лебедь-шипун (*Cygnus olor*), белолобый гусь (*Anser albifrons*), гусь-гуменник (*Anser fabalis*), серый гусь (*Anser anser*), свиязь (*Anas Penelope*), шилохвост (*Anas acuta*), кряква (*Anas platyrhynchos*), чирок-трескунок (*Spatula querquedula*), широконоска (*Spatula clypeata*), красноголовая чернеть (*Aythya ferina*), серая утка (*Mareca strepera*), большая белая цапля (*Ardea alba*), серая цапля (*Ardea cinerea*), большой баклан (*Phalacrocorax carbo*), лысуха (*Fulica atra*), серый журавль (*Grus grus*), чибис (*Vanellus vanellus*), турухтан (*Philomachus pugnax*), фифи (*Tringa glareola*), бекас (*Gallinago gallinago*), вальдшнеп (*Scolopax rusticola*), речная крачка (*Sterna hirundo*), черная крачка (*Chlidonias niger*), белокрылая крачка (*Chlidonias leucoptera*), озерная чайка (*Chroicocephalus ridibundus*), серебристая чайка (*Larus argentatus*), чайка-хохотунья (*Larus cachinnans*), сизая чайка (*Larus canus*), клуша (*Larus fuscus*). Для данных видов водоплавающей (водной и околоводной) птицы имеют место миграционные коридоры: Полесский, Днепровский, Балтийский, обуславливающие высокую степень биологического риска заноса и распространения гриппа птиц, что позволяет конкретизировать мероприятия по проведению постоянного мониторинга и контроля за биологической защитой птицеводческих предприятий и частного подворья, усилению эпизоотического и эпидемического надзора, особенно на приграничных территориях и территориях с высокой плотностью птицеводческих предприятий (Могилевская, Витебская, Минская, Гомельская, Брестская области) [3, 11, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 60].

7. В соответствии со шкалой оценки степени биологической опасности (Концепция национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь) совокупный уровень биологического риска для высокопатогенного птичьего гриппа составляет 25 баллов, для низкопатогенного – 22 балла, что соответствует 1-й группе – болезни высокого уровня риска [3, 11, 13, 16, 22, 23, 28, 29]. Установлены основные критерии для дифференциальной

диагностики патологических состояний (болезни), вызванных циркулирующей высокопатогенного штамма птичьего гриппа H5N1, низкопатогенного штамма H9N2 и болезни Ньюкасла 7-го генотипа. Наибольшее дифференциально-диагностическое значение имеют клинические признаки и эпизоотологические особенности: течение болезни, заболеваемость и летальность, скорость распространения и интенсивность болезни, продуктивность (яйценоскость), симптомокомплекс поражения нервной и респираторной системы. При распространении высокопатогенного вируса гриппа птиц H5N1 отмечается молниеносное или острое течение болезни с инкубационным периодом от нескольких часов до 3-5 суток, стремительное распространение болезни и охват большого поголовья птицы в течение короткого промежутка времени (до 70-100 % поголовья в течение 2-3 суток), высокая летальность (до 70-100 %, особенно среди индейки, молодой несушки и цыплят). При распространении низкопатогенных штаммов вируса гриппа, таких как выделенный нами H9N2, в подавляющем большинстве случаев клиническое проявление болезни развивается медленно, наблюдается более длительный инкубационный период (от 5-7 до 10-14 дней), имеет место медленное распространение болезни по стаду и низкий процент летальности (болезнь распространяется в условиях стада месяцами, заболеваемость до 30-50 %, летальность – до 10-20 %, чаще – на фоне вторичных инфекций). Циркуляция в стаде низкопатогенных штаммов вируса гриппа приводит к постепенному, не сразу диагностируемому снижению яйценоскости. Наиболее сходной с ВППП и НППП болезнью является болезнь Ньюкасла: сверхострое и острое течение, вызванное, чаще всего, 7-м генотипом вируса, протекает подобно ВППП, тогда как подострое течение у вакцинированной птицы либо инфицирование низкопатогенными штаммами вирусом НБ протекает подобно НППП. Выявленные критерии дают возможность постановки в короткие сроки максимально точного предварительного и окончательного диагноза, быстрой организации и проведения всех необходимых мероприятий по предотвращению дальнейшего распространения болезни и ликвидации вспышки болезни, что позволит не допустить заражения иных видов животных и населения, минимизировать экономические затраты [3, 5, 12, 14, 15, 23, 26, 28, 35, 37, 38, 42, 43, 45, 46, 49, 50, 53].

8. Создана ДНК-вакцина для профилактики экономически и социально значимых вирусных болезней свиней: репродуктивно-респираторного синдрома, цирковирусной инфекции и трансмиссивного гастроэнтерита, кодирующая белки указанных вирусов: gp6, OPC2 и ORF1b соответственно. В качестве вектора стабильной и высокой экспрессии в клетках животных применена плаزمиды рсDNA3.1+ с наличием цитомегаловирусного промотора, активным в большинстве видов клеток; сайта мультиклонирования с 10 точками рестрикции; вставок, стабилизирующих гены после транскрипции (BGH рА/SV40 рА),

имеющая 2 гена резистентности к антибактериальным препаратам, необходимым для селекции и размножения плазмиды. В состав вакцины включены участки, кодирующие поверхностный антиген гепатита В (HbsAg), появление антител к которому позволяет оценивать экспрессию в цитоплазме эукариотической клетки нуклеиновых кислот. Для увеличения привесов у вакцинированных животных в состав вакцины включен участок, кодирующий соматостатин. Оптимальный состав вакцины позволил получить положительные результаты в проведенных исследованиях, что указывает на потенциальную возможность ее использования в ветеринарной практике [3, 25, 30, 68].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные результаты исследований по особенностям проявления COVID-19 у различных видов животных явились базисом для разработки рекомендаций по «Клиническому проявлению и патоморфологическим изменениям у различных видов животных при COVID-19», включающих выявление клинических и патологоанатомических признаков, гистологических изменений; результаты исследований по мониторингу и выявлению вируса SARS-CoV-2 в различном биологическом материале явились базисом для рекомендаций по «Лабораторной диагностике COVID-19 у животных», включающих сбор анамнестических данных, изучение эпизоотической и эпидемической обстановки, отбор проб биологического материала и проведение лабораторной диагностики. Полученные результаты исследований по изучению эпизоотологических и эпидемических особенностей COVID-19, биологических особенностей вируса SARS-CoV-2 и выявление циркуляции данного вируса в популяциях различных видов животных явились базисом для разработки «Рекомендаций по профилактике коронавирусной инфекции (COVID-19) в организациях, осуществляющих деятельность по содержанию и обслуживанию животных», «Комплексного плана по предупреждению распространения COVID-19 в Республике Беларусь». Полученные результаты исследований по изучению и выявлению наиболее характерных эпизоотических особенностей, клинических и патологоанатомических признаков, гистологических изменений, выявлению критериев дифференциальной диагностики гриппа птиц явились базисом для разработки рекомендаций по «Патоморфологии и диагностике инфекционных болезней птиц, протекающих с респираторным синдромом», «Отбору и фиксации патологического материала для гистологической диагностики болезней птиц», «Отбору образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных». Полученные результаты исследований по изучению эпизоотологических, эпидемических и биологических особенностей гриппа птиц явились базисом для разработки «Комплексного плана мероприятий по профилактике гриппа птиц на территории

Республики Беларусь». Полученные результаты исследований по распространению COVID-19, гриппа птиц и ряда других зоонозных заболеваний, имеющих значение для биологической безопасности страны, изучение биологических особенностей возбудителей данных заболеваний явились базисом для разработки «Рекомендаций по правилам и методам сбора проб биологического материала при эпизоотологическом обследовании территорий на природно-очаговые болезни», рекомендаций «Комплексная диагностика гриппа птиц у млекопитающих», рекомендаций «Профилактика респираторных инфекций (COVID-19 и грипп птиц) при работе с животными». Внедрение вышеописанных методов диагностики социально значимых респираторных вирусных инфекций обеспечит снижение трудовых затрат на проведение стандартных диагностических процедур и значительно повысит достоверность постановки лабораторного диагноза. Совершенствование профилактических мероприятий позволит снизить биологические риски для населения страны и экономические затраты на проведение лечебно-профилактических мероприятий и мероприятий по ликвидации болезней как среди населения, так и среди поголовья животных. Выявление циркуляции отдельных социально значимых вирусов, установление круга хозяев для данных патогенов, разработка критериев и установление степени биологических рисков для патогенов, зоонозная природа патогенов и современная ситуация по распространению патогенов именно зоонозного происхождения легли в основу разработки «Концепции национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь», которая, в свою очередь, вошла как отдельный раздел в Концепцию Национальной безопасности Республики Беларусь. Полученные результаты исследований были внедрены в учебный процесс в УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», УО «Гродненский государственный медицинский университет» при ведении занятий и чтении лекций для студентов, магистрантов, слушателей факультета повышения квалификации и переподготовки кадров. Полученные результаты по эффективности разработанной модели ДНК-вакцины были внедрены в производственный процесс.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Монографии

1. Микробиоценозы желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных на фоне заразных болезней : монография / И. А. Субботина, А. М. Субботин, Л. В. Сыса, Б. Н. Бакыев, Д. М. Черкас. – Витебск : Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, 2019. – 176 с.

2. Инфекционные болезни животных, регистрируемые в союзном государстве: монография / П. А. Красочко, Н. И. Гавриченко, О. Ю. Черных, Д. С. Конотоп, Н. В. Сеница, И. М. Донник, А. А. Лысенко, Р. А. Кривонос, В. И. Дорожкин, Г. Э. Дремач, Д. Г. Готовский, Н. С. Мотузко, М. И. Гулюкин, В. В. Максимович, Б. В. Уша, А. М. Мисник, Д. Д. Морозов, А. Г. Коцаев, Н. А. Ковалев, А. В. Бублов, В. А. Машеро, В. Н. Шевкопляс, А. А. Шевченко, Я. П. Яромчик, А. М. Гулюкин, П. П. Красочко, А. В. Притыченко, Ю. Д. Дробин, А. И. Клименко, В. С. Прудников, Ш. В. Вацаев, И. А. Красочко, И. А. Субботина, С. Л. Гайсенек. – Краснодар : Кубан. гос. аграр. ун-т, 2020. – 385 с.

3. Субботина, И. А. Циркуляция социально значимых респираторных вирусов в популяциях млекопитающих и птиц, значение для биологической безопасности : монография / И. А. Субботина, В. М. Семенов, И. И. Куприянов. – Витебск : Витеб. гос. мед. ун-т, 2025. – 180 с.

Статьи в научных изданиях, включенных в перечень ВАК Беларуси для опубликования результатов диссертационных исследований

4. Субботина, И. А. COVID-19 в аспектах ветеринарной медицины / И. А. Субботина, И. И. Куприянов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2020. – Т. 56, вып. 3. – С. 54–59.

5. Громов, И. Н. Патоморфологическая и дифференциальная диагностика гриппа птиц / И. Н. Громов, И. А. Субботина, Е. В. Коцюба // Новости медико-биологических наук. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 39–48.

6. Субботина, И. А. Патоморфология спонтанной коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 у котят породы мэйн-кун / И. А. Субботина, И. Н. Громов, И. И. Куприянов // Аграрная наука. – 2021 – № 4. – С. 21–24.

7. Субботина, И. А. Патологоантомические и гистологические изменения у норки европейской (*Mustela lutreola*) при спонтанном инфицировании коронавирусом SARS-CoV-2 / И. А. Субботина, И. Н. Громов // Ветеринария сегодня. – 2021. – № 2. – С. 103–112.

8. Subotsina, I. Features of clinical and pathomorphological picture in spontaneous infection of a domestic cat (lat. *Félis catus*) with SARS-CoV-2

coronavirus / I. Subotsina, I. Gromov, I. Kupryianav // Науковий вісник ветеринарної медицини. – 2021. – № 1. – С. 79–91.

9. Субботина, И. А. Клинические симптомы и патоморфологические изменения у хорька темного (*Mustela putorius*) при спонтанном инфицировании коронавирусом SARS-CoV-2 / И. А. Субботина, И. Н. Громов // Ветеринария. – 2021. – № 8. – С. 24–28.

10. Субботина, И. А. Проявление COVID-19 и циркуляция SARS-CoV-2 у различных видов животных / И. А. Субботина // Новости медико-биологических наук. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 93–97.

11. Проблема зоонозных болезней глазами ветеринарной службы / И. А. Субботина, А. М. Субботин, С. С. Лащук, А. А. Осмоловский // Новости медико-биологических наук. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 104–110.

12. Гистологические изменения у цыплят-бройлеров при низкопатогенном гриппе / И. Н. Громов, И. А. Субботина, Е. В. Коцюба, М. А. Реутенко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / Бел. гос. с.-х. акад. – Горки, 2022. – Вып. 25, ч. 2. – С. 266–272.

13. Основные тенденции и национальные интересы в области биологической безопасности / А. М. Дронина, А. Л. Лешкевич, И. А. Субботина, Г. В. Мозгова, Т. В. Железнова, И. А. Даровских, Е. С. Носова, В. Ю. Арчаков, А. М. Субботин, П. И. Савков, В. А. Горбунов, М. О. Досина, А. В. Кильчевский, А. А. Тарасенко // Новости медико-биологических наук. – 2022. – Т. 22, № 2. – С. 126–132.

14. Распространение болезней кур, протекающий с респираторным синдромом в условиях интенсивного ведения птицеводства Республики Беларусь / И. Н. Громов, И. А. Субботина, Д. О. Журов, И. А. Даровских, В. А. Левкина, Е. В. Коцюба // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2022. – № 1. – С. 31–35.

15. Громов, И. Н. Особенности патоморфологического проявления низкопатогенного гриппа у кур-несушек / И. Н. Громов, И. А. Субботина, Е. В. Коцюба // Аграрная наука. – 2022. – № 3. – С. 19–22.

16. Работа ветеринарной службы в рамках обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь / А. М. Субботин, И. И. Смильгинь, И. А. Даровских, И. А. Субботина // Новости медико-биологических наук. – 2022. – Т. 22, № 2. – С. 112–117.

17. Субботина, И. А. Циркуляция SARS-CoV-2 и проявление COVID-19 у норки американской (*Mustela Vision*) / И. А. Субботина // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2022. – № 4. – С. 43–47.

18. Субботина, И. А. Мониторинг циркуляции SARS-CoV-2 и проявление COVID-19 у собак / И. А. Субботина // Ученые записки учреждения образования

«Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 4. – С. 82–86.

19. Субботина, И. А. Лечебно-профилактические мероприятия при COVID-19 у домашних питомцев / И. А. Субботина, И. И. Куприянов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2023. – Т. 59, вып. 1. – С. 38–42.

20. Субботина, И. А. Разработка комплексного плана мероприятий по профилактике COVID-19 при работе с животными / И. А. Субботина // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2023. – № 1. – С. 52–55.

21. Субботина, И. А. Восприимчивость различных видов животных к SARS-COV-2 / И. А. Субботина, И. И. Куприянов // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2023. – Т. 60 : Ветеринария. – С. 144–154.

22. Субботина, И. А. Ветеринарная служба и ее роль в обеспечении биологической безопасности Республики Беларусь / И. А. Субботина, А. М. Субботин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2023. – Т. 59, вып. 2. – С. 66–69.

23. Субботина, И. А. Зоонозные болезни в вопросе биологической безопасности, их мониторинг и профилактика / И. А. Субботина // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2023. – Т. 59, вып. 2. – С. 70–73.

24. Субботина, И. А. Биологические и молекулярно-генетические особенности SARS-CoV-2 / И. А. Субботина, В. М. Семенов, И. И. Куприянов // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2023. – Т. 22, № 6. – С. 76–82.

25. Субботина, И. А. Разработка комплексной ДНК-вакцины против репродуктивно-респираторного синдрома, цирковирусной инфекции и вирусного трансмиссивного гастроэнтерита свиней / И. А. Субботина, В. М. Семенов, С. К. Егоров // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 1. – С. 111–116.

26. Субботина, И. А. Современная ситуация по гриппу птиц, оценка рисков заноса и распространения в Республике Беларусь / И. А. Субботина // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 1. – С. 107–110.

27. Субботина, И. А. Отдельные виды птиц как потенциальные источники вирусов гриппа / И. А. Субботина, И. Э. Самусенко, А. А. Осмоловский // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2024. – № 1. – С. 115–120.

28. Субботина, И. А. Оценка степени значимости гриппа птиц и болезни Ньюкасла как биологических угроз / И. А. Субботина // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2024. – № 1. – С. 121–123.

29. Субботина, И. А. Оценка рисков заноса и распространения гриппа птиц на территории Республики Беларусь и на приграничных территориях / И. А. Субботина, А. А. Лысенко, О. Ю. Черных // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 111. – С. 253–258.

30. Разработка ДНК-вакцин для профилактики экономически значимых болезней в свиноводческой отрасли / И. А. Субботина, В. М. Семенов, С. К. Егоров, О. Ю. Черных, А. А. Лысенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 114. – С. 276–282.

31. Субботина, И. А. Выделение SARS-CoV-2 из организма животных и его молекулярно-генетические характеристики / И. А. Субботина, И. И. Куприянов, В. М. Семенов // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2025. – № 2. – С. 42–46.

Статьи в сборниках научных трудов и материалах конференций

32. Семенов, В. М. Животное – человек: эстафета инфекционных болезней / В. М. Семенов, В. В. Максимович, И. А. Субботина // Современные проблемы инфекционной патологии у животных и людей : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию каф. эпизоотологии и инфекц. болезней животных, Витебск, 23–24 окт. 2017 г. / Всемир. орг. охраны здоровья животных [и др.] ; редкол.: Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2017. – С. 49–63.

33. Communicable diseases common to man and animals – current state of the problem / I. Subbotina, I. Andamov, B. Bakyev, I. Kuprijanov, Safar-zadeh Hamid Rafik ogly // Науковий вісник ветеринарної медицини : зб. наук. пр. – Біла Церква, 2019. – Вип. 2. – С. 36–45.

34. Субботина, И. А. Выделение SARS-CoV-2 в популяции домашних животных / И. А. Субботина, А. М. Субботин, И. И. Куприянов // Белорусское сельское хозяйство. – 2020. – № 11. – С. 28–32.

35. Громов, И. Патоморфология и диагностика ньюкаслской болезни птиц / И. Громов, И. Субботина, Е. Коцюба // Ветеринарное дело. – 2021. – № 12. – С. 13–18.

36. Субботина, И. А. Выделение SARS-CoV-2 и симптомокомплекс COVID-19 у различных видов животных / И. А. Субботина, А. М. Субботин, И. И. Куприянов // Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., г. Благовещенск,

20–21 окт. 2022 г. / Дальневост. гос. аграр. ун-т, Хэйлунцзян. аграр. науч.-техн. компания «Лэши», Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины. – Благовещенск, 2022. – С. 132–133.

37. Гистологические изменения в головном мозге цыплят-бройлеров при низкопатогенном гриппе / И. Н. Громов, И. А. Субботина, М. А. Реутенко, Е. В. Коцюба // Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., г. Благовещенск, 20–21 окт. 2022 г. / Дальневост. гос. аграр. ун-т, Хэйлунцзян. аграр. науч.-техн. компания «Лэши», Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины. – Благовещенск, 2022. – С. 94–95.

38. Структурные нарушения в сердечно-сосудистой системе птиц при низкопатогенном гриппе / И. Н. Громов, И. А. Субботина, М. А. Реутенко, Е. В. Коцюба // Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., г. Благовещенск, 20–21 окт. 2022 г. / Дальневост. гос. аграр. ун-т, Хэйлунцзян. аграр. науч.-техн. компания «Лэши», Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины. – Благовещенск, 2022. – С. 96–97.

39. Дронина, А. М. Совершенствование системы биобезопасности в Республике Беларусь / А. М. Дронина, И. А. Субботина, А. Л. Лешкевич // Четвертый Национальный доклад по выполнению Республикой Беларусь обязательств по Картахенскому протоколу по биобезопасности : проект ЮНЕП-ГЭФ «Поддержка в подготовке 4-х Национальных докладов по биобезопасности к Картахенскому протоколу по биобезопасности для Азиатско-Тихоокеанского Региона, группы стран Латинской Америки, Центральной и Восточной Европы», Минск, 29 нояб. 2022 г. / Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси ; сост.: Г. В. Мозгова [и др.]. – Мн., 2022. – С. 97–112.

40. Субботина, И. А. Контроль зоонозных болезней как один из ключевых моментов биологической безопасности / И. А. Субботина // Четвертый Национальный доклад по выполнению Республикой Беларусь обязательств по Картахенскому протоколу по биобезопасности : проект ЮНЕП-ГЭФ «Поддержка в подготовке 4-х Национальных докладов по биобезопасности к Картахенскому протоколу по биобезопасности для Азиатско-Тихоокеанского Региона, группы стран Латинской Америки, Центральной и Восточной Европы», Минск, 29 нояб. 2022 г. / Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси ; сост.: Г. В. Мозгова [и др.]. – Мн., 2022. – С. 113–124.

41. Анализ эпизоотической ситуации по низкопатогенному гриппу птиц / Люй Джиго, Е. В. Коцюба, И. Н. Громов, И. А. Субботина // Иностранцы студенты – белорусской науке : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. иностр. студентов и магистрантов, г. Витебск, 20 апр. 2022 г. / Витеб. гос. акад.

ветеринар. медицины ; редкол.: Н. И. Гавриченко (гл. ред.), Д. Н. Федотов, А. А. Белко. – Витебск, 2022. – С. 10–12.

42. Громов, И. Н. Патоморфологические изменения у кур-несушек при ассоциативном течении низкопатогенного гриппа и хронического полимикотоксикоза / И. Н. Громов, И. А. Субботина, Е. В. Коцюба // Современные научно-практические достижения в ветеринарии : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Киров, 13–14 апр. 2022 г. / Вят. гос. аграр.-техн. ун-т. – Киров, 2022. – Вып. 13. – С. 56–61.

43. Роль гистологического исследования в диагностике низкопатогенного гриппа у цыплят-бройлеров / И. Н. Громов, И. А. Субботина, М. А. Реутенко, Е. В. Коцюба, А. С. Сенченкова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : материалы XI Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / С.-Петерб. гос. ун-т ветеринар. медицины, Петров. акад. наук и искусств ; редкол.: К. В. Племяшов (отв. ред.) [и др.]. – СПб., 2022. – С. 118–119.

44. Субботина, И. А. Циркуляция SARS-CoV-2 в популяциях домашних и диких животных / И. А. Субботина // Труды Федерального центра охраны здоровья животных. – Владимир, 2022. – Т. 18 : По материалам VI Международной научной конференции «Достижения ученых – в ветеринарную практику», посвященной 60-летию учреждения аспирантуры ФГБУ «ВНИИЗЖ». – С. 233–244.

45. Громов, И. Птицеводство: принципы дифференциальной патоморфологической диагностики гриппа и болезни Ньюкасла / И. Громов, И. Субботина, Е. Коцюба // Белорусское сельское хозяйство. – 2022. – № 2. – С. 46–51.

46. Субботин, А. Биологическая безопасность и ее значение для Беларуси / Александр Субботин, Ирина Субботина, Владимир Арчаков // Белорусское сельское хозяйство : ежемесячный научно-практический аграрный журнал / учредитель: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. — 2022. — № 4. — С. 10—13.

47. Усовершенствование системы биологической безопасности в Республике Беларусь / А. М. Дронина, А. Л. Лешкевич, И. А. Субботина, Г. В. Мозговая, Т. В. Железнова, П. И. Савков, М. О. Досина, А. А. Тарасенко // Журнал инфектологии. – 2022. – Т. 14, № 4, прил. 1 : Современные аспекты инфекционных болезней и микробиологии : Междунар. науч.-практ. конф. с трансляцией в Интернет, 14–15 сент. 2022 г., Гомель. – С. 33.

48. Субботина, И. А Патоморфология COVID-19 у норки американской / И. А. Субботина, И. Н. Громов // Перспективы развития современной ветеринарной науки : сб. науч. тр. по итогам Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 55-летию Прикасп. зон. науч.-исслед. ветеринар.

ин-та – фил. ФГБНУ «ФАНЦ РД», 22–23 сент. 2022 г. / Прикасп. зон. науч.-исслед. ветеринар. ин-т – фил. Федер. аграр. науч. центра Респ. Дагестан ; редкол.: Н. М. Ниматулаев [и др.]. – Махачкала, 2022. – С. 455–467.

49. Патоморфология ассоциативного течения хронического полимикотоксикоза и низкопатогенного гриппа у кур-несушек / И. Н. Громов, И. А. Субботина, Е. В. Коцюба, А. С. Сенченкова, О. Ю. Черных // Перспективы развития современной ветеринарной науки : сб. науч. тр. по итогам Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 55-летию Прикасп. зон. науч.-исслед. ветеринар. ин-та – фил. ФГБНУ «ФАНЦ РД», 22–23 сент. 2022 г. / Прикасп. зон. науч.-исслед. ветеринар. ин-т – фил. Федер. аграр. науч. центра Респ. Дагестан ; редкол.: Н. М. Ниматулаев [и др.]. – Махачкала, 2022. – С. 151–156.

50. Громов, И. Патоморфология острых септических бактериозов и вириозов птиц, протекающих с преимущественным поражением органов дыхания / И. Громов, И. Субботина, Е. Коцюба // Ветеринарное дело. – 2022. – № 2. – С. 6–14.

51. Куприянов, И. И. Патоморфология и клиническая картина спонтанной коронавирусной инфекции, вызванной SARS-CoV-2, у кошки домашней (*Felis catus*) на территории Республики Беларусь / И. И. Куприянов, И. А. Субботина // Труды Федерального центра охраны здоровья животных. – Владимир, 2022. – Т. 18 : По материалам VI Международной научной конференции «Достижения ученых – в ветеринарную практику», посвященной 60-летию учреждения аспирантуры ФГБУ «ВНИИЗЖ». – С. 245–266.

52. Субботина, И. А. Домашние и дикие животные как возможные источники и резервуары возбудителя COVID-19 / И. А. Субботина // Актуальные проблемы инфекционной патологии животных и пути их решения : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Дню бел. науки и 95-летию каф. эпизоотологии и инфекц. болезней, 15–16 дек. 2022 г. / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины ; редкол.: Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2022. – С. 106–109.

53. Субботина, И. Птичий грипп – чума птицеводов / И. Субботина // Белорусское сельское хозяйство. – 2022. – № 1. – С. 60–63.

54. Субботина, И. А. Зоонозы в контексте биологической безопасности / И. А. Субботина, И. А. Даровских, С. С. Лащук // Ветеринария в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 23–25 мая 2023 г. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2023. – С. 105–107.

55. Субботина, И. А. Профилактика COVID-19 при работе с животными / И. А. Субботина // Ветеринария в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 23–25 мая 2023 г. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2023. – С. 56–59.

56. Субботина, И. Молекулярно-генетические исследования в ветеринарии – секвенирование и микрочипирование / И. Субботина // Белорусское сельское хозяйство. – 2023. – № 1. – С. 42–45.

57. Субботина, И. Грипп птиц – казалось бы, при чем тут КРС? / И. Субботина // Белорусское сельское хозяйство. – 2024. – № 6. – С. 93–95.

58. Субботина, И. А. Молекулярно-генетические особенности SARS-CoV-2, циркулирующего в организме животных / И. А. Субботина, И. И. Куприянов // Ветеринарная медицина в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., 1 февр. 2024 г., г. Витебск, г. Самарканд / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Самарканд. гос. ун-т ветеринар. медицины, животноводства и биотехнологий ; редкол.: Н. И. Гавриченко, Д. Н. Федотов, Ю. А. Столярова. – Витебск, 2024. – С. 88–90.

59. Совершенствование диагностики и профилактики природно-очаговых болезней / Л. В. Сыса, Жад Мортада, А. А. Осмоловский, Е. И. Фадеенкова, И. А. Субботина // Ветеринарная медицина в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., 1 февр. 2024 г., г. Витебск, г. Самарканд / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Самарканд. гос. ун-т ветеринар. медицины, животноводства и биотехнологий ; редкол.: Н. И. Гавриченко, Д. Н. Федотов, Ю. А. Столярова. – Витебск, 2024. – С. 91–93.

60. Субботина, И. А. Современная глобальная ситуация по гриппу птиц и оценка рисков его распространения на территории Республики Беларусь / И. А. Субботина, И. Н. Громов, С. А. Большаков // Ветеринарная медицина в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., 1 февр. 2024 г., г. Витебск, г. Самарканд / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Самарканд. гос. ун-т ветеринар. медицины, животноводства и биотехнологий ; редкол.: Н. И. Гавриченко, Д. Н. Федотов, Ю. А. Столярова. – Витебск, 2024. – С. 48–50.

61. Subotsina, I. Some aspects of biology and molecular genetic of SARS-CoV-2 / I. Subotsina, V. Semenov, I. Kupriyanov // Znanstvena Misel. – 2024. – Vol. 1, № 88. – P. 3–5.

62. Субботина, И. А. Некоторые аспекты локализации возбудителей природно-очаговых инфекций на территории Витебской области / И. А. Субботина, Т. А. Ревякина, А. А. Роговая // Роль ветеринарной науки и образования в современном обществе : к 100-летию Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Витебск, 4–5 нояб., 2024 г. / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины ; редкол.: О. С. Горлова (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2024. – С. 264–267.

63. Субботина, И. А. SARS-CoV-2 у различных видов животных и его биологические особенности / И. А. Субботина, И. И. Куприянов // Ветеринарная медицина в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий : материалы

III Междунар. науч.-практ. конф., 30 янв. 2025 г., г. Витебск, г. Самарканд / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Самарканд. гос. ун-т ветеринар. медицины, животноводства и биотехнологий ; редкол.: О. С. Горлова (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2025. – С. 190–195.

64. Локализация возбудителей природно-очаговых инфекций на территории Витебской области / Т. С. Ревякина, А. А. Осмоловский, Е. И. Фадеевкова, И. А. Субботина // Ветеринарная медицина в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 30 янв. 2025 г., г. Витебск, г. Самарканд / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Самарканд. гос. ун-т ветеринар. медицины, животноводства и биотехнологий ; редкол.: О. С. Горлова (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2025. – С. 274–278.

65. Перелетные птицы как один из основных векторов гриппа птиц / И. А. Субботина, А. А. Роговая, А. Д. Кушнерова, Т. С. Ревякина // Ветеринарная медицина в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 30 янв. 2025 г., г. Витебск, г. Самарканд / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Самарканд. гос. ун-т ветеринар. медицины, животноводства и биотехнологий ; редкол.: О. С. Горлова (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2025. – С. 278–281.

66. Субботина, И. А. Циркуляция SARS-CoV-2 в дикой фауне / И. А. Субботина // Новые концепции и методы в микробиологии, вирусологии и иммунологии : сб. тез. докл. респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Минск, 30 мая 2025 г. / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья ; редкол.: В. А. Горбунов (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2025. – С. 167–168.

67. Громов, И. Грипп и ньюкаслская болезнь птиц – как поставить диагноз? / И. Н. Громов, И. Субботина // Вестник академии ветеринарной медицины. – 2025. – Март. – С. 2–3.

68. Субботина, И. А. ДНК вакцины в свиноводстве: белорусский опыт / И. А. Субботина, В. М. Семенов // Белорусское сельское хозяйство. – 2024. – № 9. – С. 34–36.

69. Субботина, И. Об угрозах, которые несет дикая фауна / И. А. Субботина, Т. Ревякина, А. Роговая // Белорусское сельское хозяйство. – 2025. – № 8. – С. 38–40.

Публикации, подтверждающие практическую значимость работы

70. Рекомендации по профилактике коронавирусной инфекции (COVID-19) в организациях, осуществляющих деятельность по содержанию и обслуживанию животных : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь, М-вом с.-х. Респ. Беларусь 19 апр. 2021 г. № 7-19/7123 / А. Л. Лешкевич,

И. А. Дорофейчик, И. И. Царик, И. А. Субботина // Государственное учреждение «Мостовский районный центр гигиены и эпидемиологии».

71. Комплексный план по предупреждению распространения COVID-19 в Республике Беларусь : утв. зам. Премьер-министра Республики Беларусь, 3.06.2021 года. № 06/38/204-211/322 / Мин-во здравоохранения Республики Беларусь, Мин-во сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; разработ. И. А. Субботина [и др.].

72. Комплексный план мероприятий по профилактике гриппа птиц на территории Республики Беларусь : утв. Зам. Премьер-министра Респ. Беларусь 15 окт. 2021 г. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь ; разработ.: И. А. Субботина [и др.].

73. Патоморфология и диагностика инфекционных болезней птиц, протекающих с респираторным синдромом : рекомендации / И. Н. Громов, И. А. Субботина, Д. О. Журов, И. А. Даровских, В. А. Левкина, Е. В. Коцюба. – Витебск : Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, 2022. – 63 с.

74. Отбор и фиксация патологического материала для гистологической диагностики болезней птиц : рекомендации / И. Н. Громов, В. С. Прудников, Н. О. Лазовская, И. А. Субботина, Д. О. Журов, В. Н. Афонюшкин, Т. А. Островская, И. А. Даровских, В. А. Левкина, Л. П. Мищенко, М. К. Селиханова, Е. В. Коцюба, М. А. Реутенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Витебск : Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, 2022. – 47 с.

75. Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных : рекомендации / И. Н. Громов, В. С. Прудников, П. А. Красочко, Н. С. Мотузко, И. А. Субботина, Д. О. Журов, Т. А. Островская, И. А. Дорофейчик, С. В. Даровских, В. А. Левкина, И. И. Куприянов, Е. И. Фадеенкова, А. А. Осмоловский, Сафар заде Гамид Рафиг оглы, Л. П. Мищенко, М. К. Селиханова, Е. В. Коцюба, Люй Чжиго, М. А. Реутенко ; Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины. – 2-е изд., перераб. и доп. – Витебск : Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, 2022. – 62 с.

76. Лабораторная диагностика COVID-19 у животных : рекомендации / И. А. Субботина, И. И. Куприянов, А. М. Субботин, Сафар заде Гамид Рафиг оглы. – Витебск : Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, 2022. – 31 с.

77. Концепция национальной системы обеспечения биологической безопасности : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 22 марта 2022 г. № 161 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь.

78. Комплексная диагностика гриппа птиц у млекопитающих : рекомендации / И. Н. Громов, И. А. Субботина, С. В. Даровских, А. А. Карташова, Т. С. Ревякина, А. А. Роговая, Р. К. Багара. – Витебск : Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, 2025. – 35 с.

79. Профилактика респираторных инфекций (COVID-19 и грипп птиц) при работе с животными : рекомендации / И. А. Субботина, А. Л. Лешкевич, А. М. Субботин, И. И. Куприянов, Т. С. Ревякина, А. А. Роговая, Р. К. Багара. – Витебск : Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, 2025. – 34 с.

80. Правила и методы сбора проб биологического материала при эпизоотологическом обследовании территорий на природно-очаговые болезни : рекомендации / И. А. Субботина, С. В. Даровских, В. И. Шлеменков, А. А. Осмоловский, И. И. Куприянов, Т. С. Ревякина, А. А. Роговая, Р. К. Багара. – Витебск : Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, 2025. – 45 с.

81. Клиническое проявление и патоморфологические изменения у различных видов животных при COVID-19 / И. А. Субботина, И. Н. Громов, А. М. Субботин, Д. А. Бондич, И. И. Куприянов, Т. С. Ревякина, Сафар заде Гамид Рафиг оглы, О. Г. Сыроежкина, А. А. Роговая, Р. К. Багара. – Витебск : Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, 2025. – 45 с.

РЭЗІЮМЭ

Субоціна Ірына Анатоляеўна

Сацыяльна значныя рэспіраторныя вірусы ў папуляцыях млекакормячых і птушак, іх значэнне для біялагічнай бяспекі

Ключавыя словы: каранавірус SARS-CoV-2, вірус грыпу тып А, падтып H9N2, падтып H5N1, біябяспека, ДНК-вакцына.

Мэта даследавання: удасканаленне комплексу мер эпізаатычнага сачэння і прафілактыкі для забеспячэння біялагічнай бяспекі на аснове ўстаноўленых эпізаатычных, клінічных, марфалагічных і малекулярна-генетычных заканамернасцей сацыяльна значных рэспіраторных вірусаў у папуляцыях млекакормячых і птушак.

Метады даследавання і апаратура: клінічныя, патамарфалагічныя, гематалагічныя, малекулярна-генетычныя. Ампліфікатар Bio-Rad C1000™ ThermalCycler, аптычны модуль Bio-Rad CFX96™, аўтамат «MICROM STP 120», аўтаматычная станцыя «MICROM HMS 70», мікратом «MICROM HM 340 E».

Атрыманыя вынікі і іх навізна: пацверджана здольнасць SARS-CoV-2 інфіцыраваць 13 відаў жывёл, вызначаны характэрны сімптомакомплекс і эпізаатычныя асаблівасці COVID-19 у жывёл. Выдзелены ад жывёл і зарэгістраваны ў міжнароднай базе GISAID два штамы SARS-CoV-2, якія адносяцца да падтыпу B.1. Устаноўлена высокая ступень рызыкі заносу і распаўсюджвання віруса грыпу птушак на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь. Устаноўлены крытэрыі дыферэнцыяльнай дыягностыкі хвароб, выкліканых вірусам грыпу птушак падтыпаў H5N1 і H9N2 і вірусам хваробы Ньюкасла 7-га генатыпу. Распрацавана шкала ацэнкі ступені біялагічнай небяспекі, якая ўвайшла ў Канцэпцыю нацыянальнай сістэмы забеспячэння біялагічнай бяспекі Рэспублікі Беларусь, і вызначаны сукупны ўзровень рызыкі для COVID-19, грыпу птушак – хваробы высокага ўзроўню рызыкі. Створана мадэль ДНК-вакцыны для прафілактыкі рэпрадуктыўна-рэспіраторнага сіндрому, цыркавіруснай інфекцыі і трансмісіўнага гаэстраэнтэрыту свіней, якая дазваляе павялічваць прыбаўленне жывёлы ў вазе за кошт уключэння ў склад вакцыны ўчастка, які кадзіруе саматастатын.

Рэкамендацыі да выкарыстання: на падставе вынікаў даследаванняў распрацавана і зацверджана 24 нарматыўных тэхнічных прававых актаў (НТПА).

Вобласць прымянення: ахова здароўя, ветэрынарная медыцына, АПК, біятэхналагічная вытворчасць, навукова-даследчыя ўстановы і ўстановы адукацыі.

РЕЗЮМЕ

Субботина Ирина Анатольевна

Социально значимые респираторные вирусы в популяциях млекопитающих и птиц, их значение для биологической безопасности

Ключевые слова: коронавирус SARS-CoV-2, вирус гриппа тип А, подтип H9N2, подтип H5N1, биобезопасность, ДНК-вакцина

Цель исследования: усовершенствование комплекса мер эпизоотического слежения и профилактики для обеспечения биологической безопасности на основе установленных эпизоотических, клинических, морфологических и молекулярно-генетических закономерностей социально значимых респираторных вирусов в популяциях млекопитающих и птиц.

Методы исследования и аппаратура: клинические, патоморфологические, гематологические, молекулярно-генетические. Амплификатор Bio-Rad C1000™ Thermal Cycler, оптический модуль Bio-Rad CFX96™, автомат «MICROM STP 120», автоматическая станция «MICROM HMS 70», микротом «MICROM HM 340 E».

Полученные результаты и их новизна: подтверждена способность SARS-CoV-2 инфицировать 13 видов животных, определен характерный симптомокомплекс и эпизоотические особенности COVID-19 у животных. Выделены от животных и зарегистрированы в международной базе GISAID два штамма SARS-CoV-2, относящиеся к подтипу B.1. Установлена высокая степень риска заноса и распространения вируса гриппа птиц на территорию Республики Беларусь. Установлены критерии дифференциальной диагностики болезней, вызванных вирусом гриппа птиц подтипов H5N1 и H9N2 и вирусом болезни Ньюкасла 7-го генотипа. Разработана шкала оценки степени биологической опасности, вошедшая в Концепцию национальной системы обеспечения биологической безопасности Республики Беларусь, и определен совокупный уровень риска для COVID-19, гриппа птиц – болезни высокого уровня риска. Создана модель ДНК-вакцины для профилактики репродуктивно-респираторного синдрома, цирковирусной инфекции и трансмиссивного гастроэнтерита свиней, позволяющая увеличивать привесы у животных за счет включения в состав вакцины участка, кодирующего соматостатин.

Рекомендации к использованию: на основании результатов исследований разработаны и утверждены 24 ТНПА.

Область применения: здравоохранение, ветеринарная медицина, АПК, биотехнологическое производство, научно-исследовательские учреждения и учреждения образования.

SUMMARY

Iryna Anatolyevna Subotsina

Socially significant respiratory viruses in mammalian and avian populations, and their significance for biological safety

Keywords: SARS-CoV-2 coronavirus, Influenza A virus, subtype H9N2, subtype H5N1, biosecurity, DNA-vaccine

Research objective: to improve the complex of epizootic surveillance and prevention for ensuring biological safety, based on established epizootic, clinical, morphological, and molecular-genetic patterns of socially significant respiratory viruses in mammalian and avian populations.

Research methods and equipment: clinical, pathomorphological, hematological, molecular-genetic. Bio-Rad C1000TM Thermal Cycler amplifier, Bio-Rad CFX96TM optical module, "MICROM STP 120" automatic processor, "MICROM HMS 70" automatic station, "MICROM HM 340 E" microtome.

Results obtained and their novelty: the potential of SARS-CoV-2 to infect 13 animal species was confirmed, and the characteristic symptom complex and epizootic features of COVID-19 in animals were determined. Two strains of SARS-CoV-2 belonging to the B.1 subtype were isolated from animals and registered in the international GISAID database. A high degree of risk of introduction and spread of avian influenza virus in the territory of the Republic of Belarus was established. Criteria for the differential diagnosis of diseases caused by avian influenza virus subtypes H5N1 and H9N2 and Newcastle disease virus of the 7th genotype were established. A scale for assessing the degree of biological hazard was developed, which was included in the Concept of the National System for Ensuring Biological Safety of the Republic of Belarus, and the total risk level for COVID-19, avian influenza – diseases of high-risk level – was determined. A DNA-vaccine model was created for the prevention of porcine reproductive and respiratory syndrome, circovirus infection, and transmissible gastroenteritis, allowing for increased weight gain in animals due to the inclusion of a somatostatin-encoding site in the vaccine composition.

Recommendations for use: based on the research results, 24 normative technical legal acts (NTLAs) were developed and approved.

Area of application: healthcare, veterinary medicine, agribusiness, biotechnological production, research institutions, and educational establishments.



Научное издание

СУББОТИНА
Ирина Анатольевна

СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫЕ РЕСПИРАТОРНЫЕ ВИРУСЫ В ПОПУЛЯЦИЯХ
МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПТИЦ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ
ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора ветеринарных наук

по специальности 06.02.02 – ветеринарная микробиология, вирусология,
эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология

Подписано в печать 05.05.2026.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,85. Уч.-изд. л. 3,06.
Тираж 60 экз. Заказ 284.

Издатель и полиграфическое исполнение учреждение образования
«Витебский государственный медицинский университет»
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/320 от 21.05.2025.
ЛП №02330/453 от 30.12.2013.
пр-т Фрунзе, 27, 210023, г. Витебск