

**ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИНИН ЖАРЧЫСЫ. АЙЫЛ ЧАРБА:
АГРОНОМИЯ, ВЕТЕРИНАРИЯ ЖАНА ЗООТЕХНИЯ**

ВЕСТНИК ОШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО:
АГРОНОМИЯ, ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

JOURNAL OF OSH STATE UNIVERSITY. AGRICULTURE: AGRONOMY, VETERINARY AND
ZOOTECHNICS

e-ISSN: 1694-8696

№4(9)/2024, 98-111

ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК: 636.022.82/39

DOI: [https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4\(9\)_13](https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4(9)_13)

**ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ
ПОРΟΣЯТ ПРИ ЦИРКОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ**

ЦИРКОВИРУСУК ИНФЕКЦИЯДАГЫ ТОРОПОЙЛОРДУН ИЧКИ ОРГАНДАРЫНЫН
ПАТОМОРФОЛОГИЯЛЫК ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

PATHOMORPHOLOGICAL FEATURES OF PIGLETS' INTERNAL ORGANS IN CASE OF
CIRCOVIRUS INFECTION

Бурков Павел Валерьевич

Бурков Павел Валерьевич

Burkov Pavel Valerievich

к.в.н., Южно – Уральский государственный аграрный университет

в.и.к., Түштүк – Урал мамлекеттик агрардык университети

candidate of veterinary sciences, South – Ural state agrarian university

burcovpavel@mail.ru

ORCID: 0000-0001-7515-5670

Дерхо Марина Аркадьевна

Дерхо Марина Аркадьевна

Derkho Marina Arkadyevna

д.б.н., профессор, Южно – Уральский государственный аграрный университет

б.и.д., профессор, Түштүк – Урал мамлекеттик агрардык университети

doctor of biological sciences, professor, South – Ural state agrarian university

derkho2010@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-3818-0556

Ребезов Максим Борисович

Ребезов Максим Борисович

Rebezov Maxim Borisovich

д.с.х.н., профессор, Уральский государственный аграрный университет

а.ч.и.д., профессор, Урал мамлекеттик агрардык университети

doctor of agricultural sciences, professor, Ural state agrarian university

rebezov@ya.ru

ORCID: 0000-0003-0857-5143

Щербаков Павел Николаевич

Щербаков Павел Николаевич

Shcherbakov Pavel Nikolaevich

д.в.н., профессор, Южно – Уральский государственный аграрный университет

в.и.д., профессор, Түштүк – Урал мамлекеттик агрардык университети

doctor of veterinary science, professor, South – Ural state agrarian university

scherbakov_pavel@mail.ru

ORCID: 0000-0001-8685-4645

Дерхо Арина Олеговна

Дерхо Арина Олеговна

Derkho Arina Olegovna

аспирант, Южно – Уральский государственный аграрный университет

аспирант, Түштүк – Урал мамлекеттик агрардык университети

graduate student, South – Ural state agrarian university

arina_avrora@mail.ru

ORCID: 0000-0002-1914-8721

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ПОРОСЯТ ПРИ ЦИРКОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

Аннотация

Изучены патоморфологические и микроскопические изменения у поросят, имеющих характерные клинические проявления цирковиральной инфекции. Установлено, что в период дорастивания основной причиной выбытия животных из стада (13,10%) являются цирковиральные заболевания свиней. Клиническая картина цирковиральной инфекции проявляется в виде синдрома мульти системного истощения после отъема и синдрома дерматита и нефропатии. В роли коинфекции присоединяется вирус репродуктивно-респираторного синдрома свиней (PRRS). При патологоанатомическом исследовании органов от поросят, имеющих положительную реакцию на цирковиральную инфекцию в методе ПЦР и подвергнутых диагностической эвтаназии, выявлены признаки интерстициальной пневмонии с распространенными ателектазами и мелкими фокусами серозной пневмонии; гипоплазия лимфоидной ткани; интерстициальный нефрит; изменения в печени по типу острого гепатита; эндокардит и миокардит. Гистологические исследования внутренних органов свидетельствуют о наличии у поросят абсцедирующей гнойной пневмонии. Выявлены также морфологические проявления септицемии и септикопиемии: гнойный эндокардит, гнойный перикардит, очаговый миокардит, белковая дистрофия почки с наличием гнойного инфильтрата в области чашечно-лоханочной системы, тяжелая белковая дистрофия печени, гиперплазия лимфоидной ткани.

Ключевые слова: piglets, circovirus diseases, клинические признаки, патоморфологическая и микроскопическая картина.

Цирковиральная инфекция дагы торопойлордун ички органдарынын патоморфологиялык өзгөчөлүктөрү

Pathomorphological features of piglets' internal organs in case of circovirus infection

Аннотация

Цирковиральная инфекциясынын мүнөздүү клиникалык көрүнүштөрү менен чочкорлордун патоморфологиялык жана микроскопиялык өзгөрүүлөрү изилденген. Вегетация мезгилинде малдын үйүрдөн кетишинин негизги себеби (13,10%) чочкорлордун цирковиральной оорулары экендиги аныкталган. Цирковиральная инфекциянын клиникалык көрүнүшү эмчектен чыгаргандан кийин көп системалуу алсыздык синдрому жана дерматит жана нефропатия синдрому түрүндө көрүнөт. Чочконун репродуктивдүү жана респиратордук синдромуна вирус (PRRSV) – коинфекция. ПЦР ыкмасын колдонуу менен цирковиральна оң реакциясы бар жана диагностикалык эвтаназияга дуушар болгон чочкорлордун органдарын өлгөндөн кийин текшерүүдө кеңири таралган ателектаз жана сероздук пневмониянын майда очоктору менен интерстициалдык пневмониянын белгилери аныкталган; лимфоиддик ткандардын гипоплазиясы; интерстициалдык нефрит; курч гепатит сыяктуу боордо өзгөрүүлөр; эндокардит жана миокардит. Ички органдардын гистологиялык изилдөөлөрү чочкорлордун ириңдүү пневмониясынын бар экендигин көрсөтөт. Септицемия жана септикопиемиянын морфологиялык көрүнүштөрү да аныкталган: ириңдүү эндокардит, ириңдүү перикардит, фокалдык миокардит, жыйноочу системанын аймагында ириңдүү инфильтраттын болушу менен бөйрөктүн протеиндик дистрофиясы, боордун оор протеиндик дистрофиясы, ткандын гиперплазиясы.

Ачкыч сөздөр: торопойлор, цирковиральна оорулары, клиникалык белгилер, патоморфологиялык жана микроскопиялык сүрөт.

Abstract

The pathomorphological and microscopic changes in piglets with characteristic clinical manifestations of circovirus infection were studied. It was found that during the growing period, the main reason for the withdrawal of animals from the herd (13.10%) is porcine circovirus diseases. The clinical picture of porcine circovirus infection is manifested in the form of multisystem wasting syndrome after weaning and dermatitis and nephropathy syndrome. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRS) is added as a coinfection. Pathological examination of organs from piglets with a positive reaction to circovirus in the PCR method and subjected to diagnostic euthanasia revealed signs of interstitial pneumonia with widespread atelectasis and small foci of serous pneumonia; lymphoid tissue hypoplasia; interstitial nephritis; changes in the liver such as acute hepatitis; endocarditis and myocarditis. Histological examination of internal organs indicates the presence of abscessing purulent pneumonia in piglets. Morphological manifestations of septicemia and septicopyemia were also revealed: purulent endocarditis, purulent pericarditis, focal myocarditis, protein dystrophy of the kidney with the presence of purulent infiltrate in the area of the calyceal-pelvic system, severe protein dystrophy of the liver, hyperplasia of lymphoid tissue.

Keywords: piglets, circovirus diseases, clinical signs, pathomorphological and microscopic picture.

Введение

Свиноводство является одной из самой рентабельной отраслей промышленного животноводства. Разработка мероприятий по содержанию [1], кормлению [2-4] и разведению [5-7], что позволяет обеспечить рентабельность производства свинины [8, 9] и повысить биологическую и пищевую ценность продукции животного происхождения [10-12].

Однако распространение заболеваний снижает эффективность производства свинины. Цирковирусная инфекция свиней, в основном инициированная вирусом цирковируса типа 2 (PCV 2), оказывает во всем мире значительное влияние на экономическую эффективность свиноводства из-за высокой распространенности и патогенности возбудителя [13-15].

Экономические потери свиноводческих предприятий обусловлены увеличением смертности и снижением среднесуточных приростов товарных поросят, а также расходами на обработку туш, дополнительное использование лекарственных препаратов и ветеринарных услуг, кормов, электроэнергии и т.д. [16].

PCV 2, как основной патоген, в геноме имеет около 1700 нуклеотидов [17] и дифференцируется на генотипы 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g и 2h за счет вариации последовательности ДНК [18, 19].

Особенностью цирковируса является способность присоединять различные коинфекции, определяя возможность развития «смешанных инфекций PCV 2» в виде синдрома мульти системного истощения свиней после отъема, синдрома дерматита и нефропатии свиней, респираторных заболеваний и репродуктивных проблем [20-23].

Эпидемиологические исследования [24, 25] показывают, что серо позитивность животных к PCV 2 в свиноводческих предприятиях достигает 57,07-72,90%.

В условиях значительной интенсификации свиноводства в последние годы создаются условия для распространения вирусных инфекций у свиней. При этом PCV 2 играет ключевую роль в этиологии заболеваний, сопряженных с его циркуляцией [26]. Поэтому контроль, за распространенностью PCV 2 имеет решающее значение в уменьшении возможностей появления новых различных генотипов вируса.

Установлено, что PCV 2 циркулирует в популяции свиней даже в условиях отсутствия «серьезных» клинических проблем [27, 28]. При этом в его распространении важную роль играют избирательное иммунное давление на организм животных, как за счет «естественного инфицирования», так и вакцинных реакций [29-32].

Вакцины против цирковируса, обладая антигенными свойствами, хотя и ограничивают распространенность вируса в стаде, но не способствуют формированию полноценной защиты организма [33-35]. Например, в США вирус выявлялся у 11,30-29,00% привитых свиней [36], а в России эффективность вакцинации составляла от 73,30 до 86,70% [37, 38].

Несмотря на то, что цирковирус PCV 2 был идентифицирован в 1998 году как возбудитель синдрома мульти системного истощения поросят после отъема [39], патогенез заболевания еще до сих пор полностью не изучен. Это актуализирует исследования, в которых раскрываются процессы, происходящие во внутренних органах животных [40, 41], и, посредством которых вирусные частицы реализуют свое действие.

В связи с этим целью нашей работы явилось изучение патоморфологических и микроскопических изменений у поросят, имеющих характерные клинические проявления цирковирусной инфекции.

Материал и методы исследования

Экспериментальные данные получены авторским коллективом в ходе выполнения локальной экспериментальной работы на одном из свинокомплексов агрофирмы Челябинской области (Россия) в январе – апреле 2024 года.

Объектом исследования служил товарный молодняк свиней в период доращивания. Средняя ежемесячная численность поголовья на свинокомплексе варьировала от 4200 до 4500 голов.

Профилактика цирковирусной инфекции предусматривала вакцинацию поросят при отъеме от матерей в 21-суточном возрасте вакциной, содержащей протективный антиген ORF2 PCV2.

После отъема поросят переводили в цех доращивания, используя клеточное содержание. Конструкция клеток предусматривала наличие автоматических поилок и кормушек. Доступ к воде и корму был свободным. Питательная ценность используемых комбикормов была сбалансирована по рекомендациям Genesis.

Здоровье поросят в период доращивания ежедневно контролировалось ветеринарными специалистами свинокомплекса. При выявлении клинических признаков цирковирусной инфекции животных переводили в санитарный блок. Для подтверждения диагноза кровь от больных поросят исследовали в Челябинском филиале ФГБУ «ВНИИЗЖ» методом ПЦР-РВ. Животных с положительным результатом (40-80-суточного возраста) подвергали эвтаназии с диагностической целью. Её проводили во вскрывочном боксе утилизационного завода агрофирмы. От диагностически убитых поросят брали биоматериал (легкие, сердце, почки, селезенка, печень) для гистологических исследований.

Кусочки органов фиксировали при помощи 10%-ного раствора нейтрального формалина (24 ч). Далее после промывки заливали в парафин, используя последовательное обезвоживание образцов, пересушивание, нагревание и пропитывание парафином.

Для изготовления гистологических срезов использовали санный микротом МС-2 (Россия), что позволяло контролировать их толщину на уровне 5-6 мкм. Полученные гистологические срезы перед окраской депарафинировали, используя ксилол. Для окраски срезов применяли гематоксилин и эозин. Микроскопию гистологических срезов проводили, используя микроскоп Leica DMRXA (Германия). Для получения фотографий - камеру Leica DFC 290 (Германия).

В период доращивания контролировалось выбытие поросят из стада, определяемое падежом и санитарным браком. С этой целью использовалась учетная документация, ведущаяся на свинокомплексе. Данный показатель рассчитывался как процент поросят, выбывших из стада к концу периода доращивания от числа поступивших.

Результаты и обсуждение

Клинические признаки цирковиральной инфекции по-прежнему являются «краеугольным камнем» при диагностике заболевания [Segalés J. 2012]. При наблюдении за поросятами в условиях санблока экспериментального свиного комплекса были дифференцированы следующие клинические формы, в виде которых проявлялась цирковиральная инфекция:

1. Синдром мульти системного истощения после отъема, проявлялся у поросят через две-три после перевода в цех доращивания. На начальной стадии его развития поросята отказывались от корма или неохотно его поедали в малом количестве. Это определяло низкий уровень среднесуточных приростов массы тела. Сначала поросята отставали в росте, а затем теряли вес, что приводило к истощению организма. Видимые слизистые оболочки характеризовались бледностью или имели желтушный оттенок, выявлялась одышка, атаксия и лихорадка. В некоторых случаях диагностировались нервные явления (тремор, паралич), а также увеличение паховых поверхностных лимфатических узлов. На следующей стадии развития синдрома присоединялись респираторные клинические признаки за счет осложнения PCV 2 коинфекцией (репродуктивно-респираторным синдром свиней).

2. Синдром дерматита и нефропатии, его признаки выявлялись у поросят уже в первую неделю после перевода в цех доращивания. Данный синдром не имел широкого распространения в исследуемом стаде. На начальной стадии развития синдром характеризовался появлением на коже в области спины, живота, промежности темно-красных пятен, превращающихся затем в эриматозные бляшки. У некоторых поросят синдром проявлялся в генерализованной форме, при которой были поражены все кожные покровы (кожа темно-коричневая, складчатая).

Важным экономическим показателем является сохранность товарных поросят, позволяющая, в конечном итоге, получать большее количество продукции. При этом сохранность поголовья напрямую связана с экономическими потерями предприятия, имеющими денежное выражение.

Период доращивания является одним из самых важных в технологической схеме выращивания товарных животных. Для него характерны наиболее существенные потери поголовья, так как он сопряжен со становлением физиологических функций в организме молодняка, включая и иммунитет в условиях стрессового воздействия технологических факторов, в том числе и отъема от матерей [20].

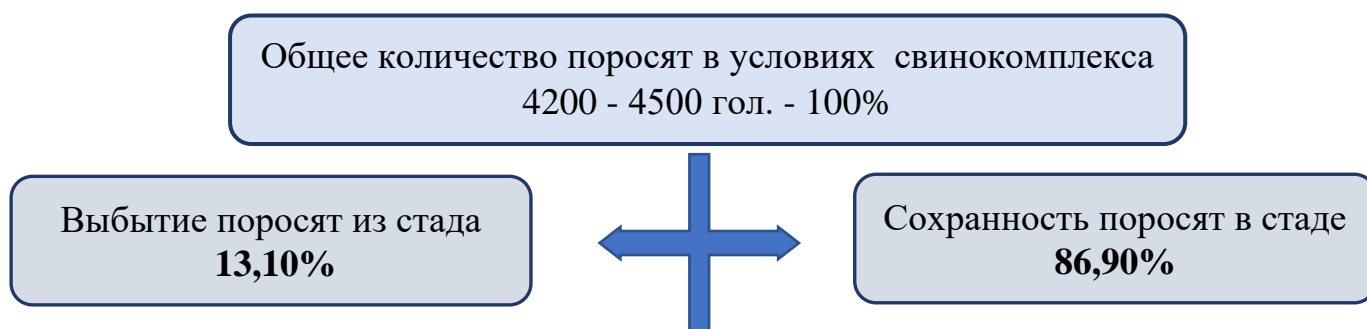




Рисунок 1. Показатели «движения» поросят в период доращивания

В период доращивания выбытие поросят из стада и соответственно сохранность поголовья за период исследований составили 13,10 и 89,90% (рис. 1). При этом в выбытии поросят из стада санитарный брак составлял только 2,05%, а основной причиной являлся падеж, инициированный цирковирусными заболеваниями свиней (ЦВЗ).

Одним из критериев постановки диагноза при ЦВЗ является наличие характерных патологоанатомических изменений во внутренних органах, включая и лимфоидные.

Так при вскрытии поросят, подвергнутых эвтаназии с диагностической целью, выявляли увеличение лимфатических узлов. Особенно была изменена форма наружных паховых лимфоузлов. В тоже время лимфоузлы сохраняли упругую консистенцию, но при их разрезе паренхима выступала за края разреза.

Легкие поросят были увеличены в размере, имели темно-красный цвет и притупленные края. Просвет трахеи и бронхов содержал пенистую жидкость. В крупных бронхах слизистая гиперимирована, набухшая и покрыта слизью. Слизь выделялась и при надавливании на мелкие бронхи. Легкие сохраняли дольчатость, хотя междольчатые пространства были расширены, заполнены прозрачной жидкостью. Орган имел или плотную, или резиноподобную консистенцию.

Печень у поросят была увеличена, края притупленные, консистенция дряблая (ткань легко рвалась при надавливании). Орган имел неравномерную окраску с наличием очагов некроза. Паренхима печени выступала над поверхностью разреза, а его края не сходились.

Селезенка у всех поросят была увеличена в объеме, хорошо наполнена кровью. Края органа, чаще всего, были притупленные.

При патологоанатомическом обследовании сердца отмечали признаки серозной атрофии жира. Почки имели правильную форму, упругую консистенцию и нормальный размер. Для них было характерно наличие кровоизлияний различного размера.

При гистологическом описании легких было акцентировано внимание на полнокровии сосудов всех калибров. В нескольких препаратах на обширных участках просветы альвеол заполнял плотный гнойный экссудат, состоящий преимущественно из нейтрофильных лейкоцитов с примесью лимфоцитов и альвеолярных макрофагов (рис. 2А, Б, В).

В просветах бронхов - плотные белковые массы, среди которых лежат скопления нейтрофильных лейкоцитов. Стенки бронхов отечны, разволокнены, с густой нейтрофильно-лимфоцитарной инфильтрацией (рис. 2Б). В некоторых препаратах видны участки полного расплавления межальвеолярных перегородок с формированием микроабсцессов (рис. 2В).

При исследовании препаратов в масляной иммерсии выявлялись кокки как в составе бронхиальной слизи (рис. 1Г), так и в составе альвеолярного экссудата (рис. 1, Д, Е).

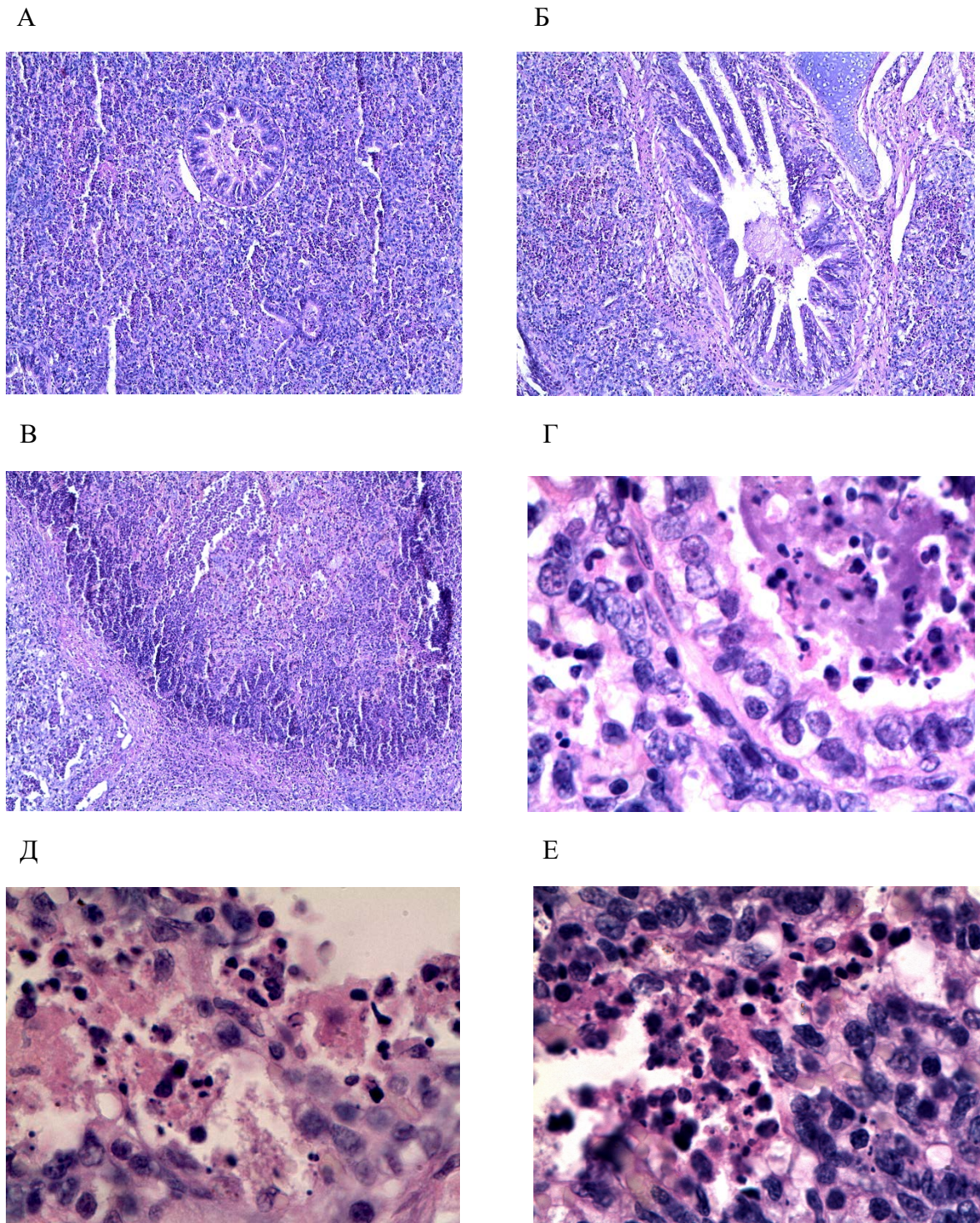


Рисунок 2. Микроскопическая картина в легком: А – очаг гнойной пневмонии, ув.х100;

Б – стенка бронха среднего калибра разрыхлена, инфильтрирована нейтрофильными лейкоцитами, в просвете бронха – плотные белковые массы с примесью нейтрофильных лейкоцитов, ув.х100; В – микроабсцесс (стрелка); Г – в белковых массах, заполняющих просвет бронхиолы видны кокки (стрелки), ув.х 1000, МИ; Д, Е – кокки (стрелки) в составе гнойного экссудата в альвеолах, ув.х1000, МИ

Окраска - гематоксилин-эозин

В гистологических срезах сердца наблюдали венозное и капиллярное полнокровие, умеренный отек межленточной ткани. В субэндокардиальной области в нескольких полях зрения видна очаговая нейтрофильно-лимфоцитарная инфильтрация (рис. 3А). Перикард

разволокнен, утолщен за счет инфильтрации сегментоядерными лейкоцитами с примесью небольшого количества лимфоцитов и макрофагов. Такой же экссудат определяется и в эпикарде (рис. 3 Б). В некоторых полях зрения перикард и эпикард плотно спаяны между собой нитями фибрина. В толще миокарда в сосудах видны лейкостазы с явлениями миграции лейкоцитов за пределы сосудистых стенок и распространением по межмышечным прослойкам межленточной ткани (рис. 3 В).

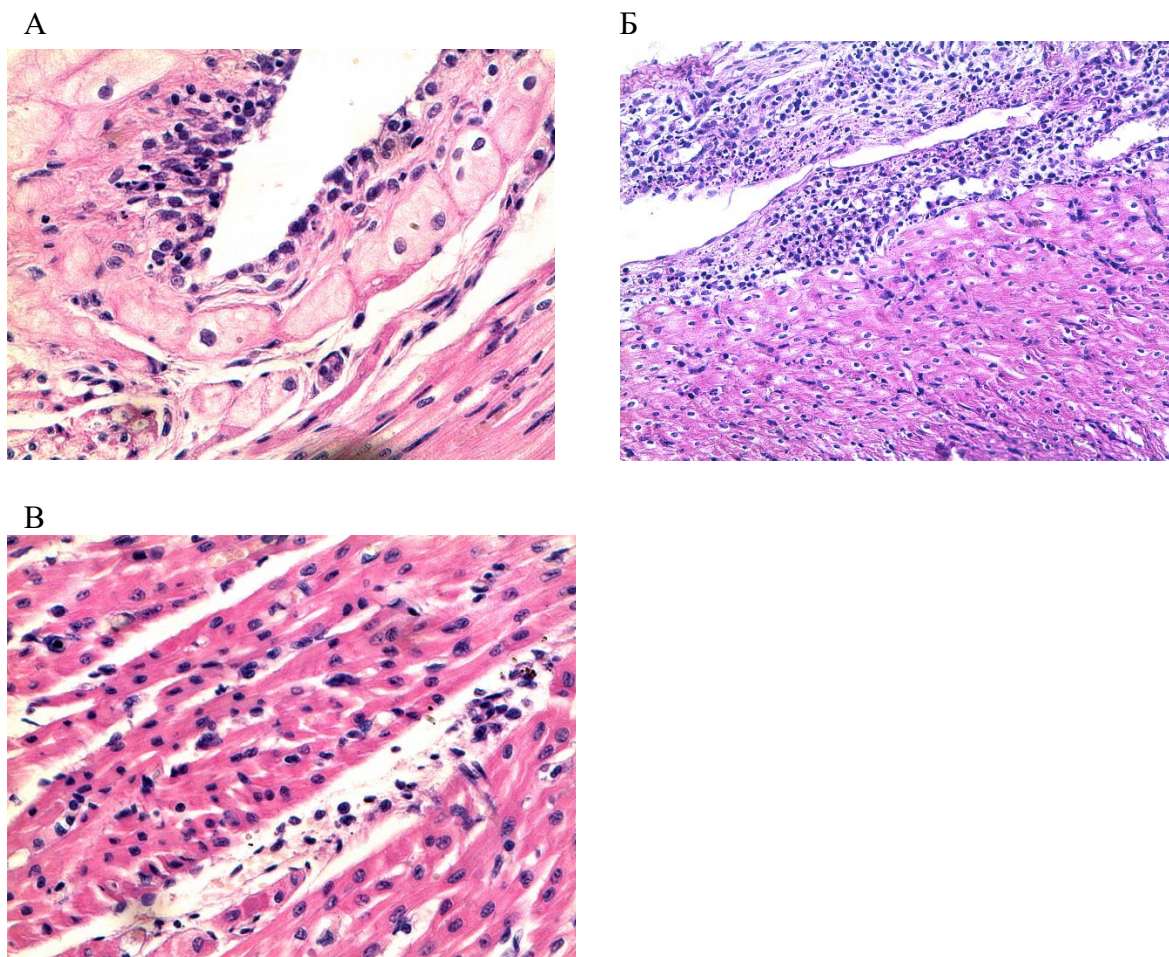


Рисунок 3. Микроскопическая картина в сердце: А – лейкоцитарный инфильтрат (стрелка) в субэндокардиальной зоне, ув.х400; Б – густая лейкоцитарная инфильтрация перикарда и эпикарда; стрелкой указана область формирующейся сайки перикарда и эпикарда, ув.х200; В – лейкодиапедез с явлениями интрамурального распространения лейкоцитов за пределы сосудистой стенки, ув.х400
Окраска - гематоксилин-эозин

В гистологических срезах селезенки (рис. 4А) и пахового лимфатического узла (рис. 4 Б) обнаружена гиперплазия белой пульпы со светлыми центрами размножения.

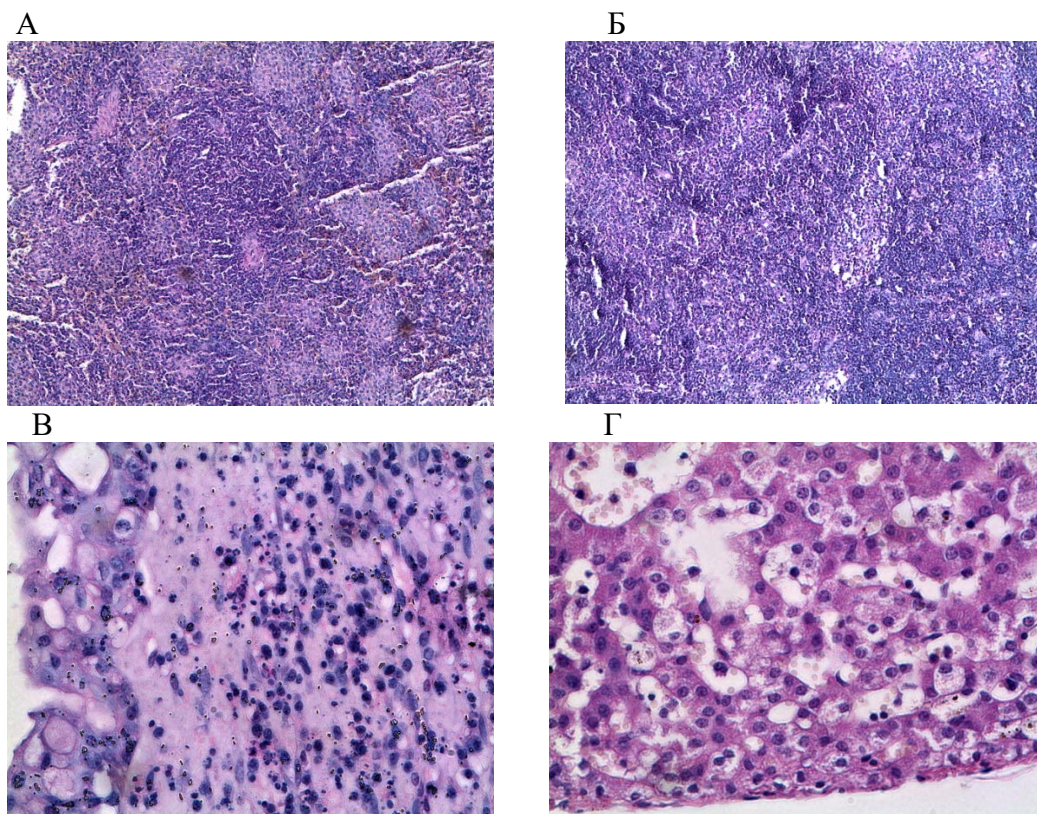


Рисунок 4. Микроскопическая картина селезенки, лимфатических узлов, почки и печени: А – гиперплазия белой пульпы селезенки со светлыми центрами размножения, ув.х100; Б – гиперплазия лимфатического узла светлыми центрами размножения, ув.х100; В – нейтрофильный инфильтрат в субэпителиальной зоне чашечно-лоханочной системы почки, ув.х400; Г – тяжелая баллонная дистрофия и очаги некробиозов гепатоцитов, ув.х200
Окраска: гематоксилин-эозин

В гистосрезях печени (рис. 4 Г) выявлено венозное и капиллярное полнокровие. Балочное строение сохранено. На фоне диффузной зернистой дистрофии видны участки тяжелой баллонной дистрофии и некробиоза гепатоцитов.

При исследовании микроскопического строения почек отмечено венозное и капиллярное полнокровие всех слоев. В корковом слое - зернистая и гидropическая дистрофия эпителия извитых канальцев. В области чашечно-лоханочной системы в субэпителиальной зоне определяется инфильтрат, состоящий из сегментоядерных лейкоцитов с примесью небольшого количества лимфоцитов и макрофагов.

Вывод

Таким образом, совокупность клинических, вирусологических, патоморфологических и микроскопических исследований внутренних органов поросят позволяет отнести свиноккомплекс к неблагоприятному по цирковирусным заболеваниям свиней.

Клиническая картина цирковирусной инфекции проявляется в виде синдрома мульти системного истощения после отъема и синдрома дерматита и нефропатии. В роли коинфекции присоединяется вирус репродуктивно-респираторного синдрома свиней (РРСС).

При патологоанатомическом исследовании органов от поросят, имеющих положительную реакцию на цирковирус в методе ПЦР и подвергнутых диагностической

эвтаназию, выявлены признаки интерстициальной пневмонии с распространенными ателектазами и мелкими фокусами серозной пневмонии; гипоплазия лимфоидной ткани; интерстициальный нефрит; изменения в печени по типу острого гепатита; эндокардит и миокардит. Гистологические исследования внутренних органов поросят свидетельствуют о наличии у них абсцедирующей гнойной пневмонии.

Выявлены также морфологические проявления септицемии и септикопиемии: гнойный эндокардит, гнойный перикардит, очаговый миокардит, белковая дистрофия почки с наличием гнойного инфильтрата в области чашечно-лоханочной системы, тяжелая белковая дистрофия печени, гиперплазия лимфоидной ткани.

Это подтверждается, что в период доращивания основной причиной выбытия животных на уровне 13,10% из стада являются цирковирусные заболевания свиней, определяющие падеж (11,05%) и санитарный брак (2,05%).

Финансирование

Материалы подготовлены в рамках регионального конкурса Российского научного фонда 2021 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (No. 19–16–00068-Р 22–16–20007).

FUNDING The materials were prepared within the framework of the regional competition of the Russian Science Foundation in 2021 “Conducting foundation scientific research and search for scientific research by individual scientific groups” (No. 19–16–00068-Р 22–16–20007).

Литература

1. Ребезов М.Б. (2002). Использование природных цеолитов Южного Урала для улучшения микроклимата животноводческих помещений. // Свиноводство. № 6. С. 29-30. EDN: TVKQDF

2. Максимюк Н.Н., Ребезов М.Б. (1999). Изменение продуктивности и резистентности поросят под влиянием пептидных кормовых добавок // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, животноводства, товароведения, обществознания и подготовки кадров на Южном Урале. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Уральского государственного института ветеринарной медицины. Троицк. С. 231-232. EDN: ZAKYNH

3. Мурашов А.Г., Ермолова Е.М., Ермолов С.М., Ребезов М.Б., Сычёва Л.В., Морозова В.Н., Лукин Е.В. (2021). Использование пробиотика в рационе свиноматок // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. № 5 (91). С. 234-238. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-91-5-234-238

4. Мурашов А.Г., Ермолова Е.М., Ермолов С.М., Ребезов М.Б., Миронова И.В., Лукин Е.В. (2021). Эффективность использования пробиотика Бифидум баг в рационе свиноматок на Южном Урале // Аграрный вестник Приморья. № 3 (23). С. 54-58. EDN: HCUTGN

5. Стволов С.С., Белооков А.А., Белоокова О.В., Гриценко С.А., Ребезов М.Б. (2023). Оценка влияния хряков-производителей различной селекции на показатели свиноматок и помесей первого поколения // Аграрная наука. № 2. С. 65-69. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-65-69

6. Гриценко С.А., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Соломаха С.В. (2023). Характеристика изменчивости показателей крови свинок родительских пород, используемых для промышленного скрещивания // *Аграрная наука*. № 5. С. 42-48. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-370-5-42-48
7. Белооков А.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б. (2024). Влияния хряков-производителей различной селекции на экономические показатели использования свиноматок // *Аграрная наука*. № 8. С. 96-100. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-385-8-96-100
8. Белооков А.А., Белоокова О.В., Стволов С.С., Гриценко С.А., Ребезов М.Б., Зяблицева М.А. (2023). Оценка мясных качеств помесного молодняка свиней разной селекции. // *Аграрная наука*. № 4. С. 70-74. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-70-74
9. Белооков А.А., Ребезов М.Б., Стволов С.С. (2024). Мясные качества помесного молодняка свиней. // *Аграрная наука*. № 2. С. 71-75. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-379-2-71-75
10. Косилов В.И., Никонова Е.А., Быкова О.А., Ребезов М.Б., Седых Т.А., Губайдуллин Н.М., Газеев И.Р., Галиева З.А. (2024). Пищевая ценность мясной продукции чистопородного и помесного молодняка свиней // *Вестник Ошского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния*. № 1. С. 200-206. DOI: 10.52754/16948696_2024_1(6)_27
11. Косилов В.И., Комарова Н.К., Ребезов М.Б., Быкова О.А. (2024). Биологическая полноценность мышечной ткани чистопородного и помесного молодняка свиней // *Современное состояние и перспективы производства и переработки сельскохозяйственной продукции и продуктов питания. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. Оренбург*. С. 155-157. EDN: VQWVRM
12. Косилов В.И., Комарова Н.К., Ребезов М.Б., Быкова О.А., Егемкулов Н.А. (2024). Биологическая полноценность длиннейшей мышцы свиней разного генотипа // *Функциональные продукты питания – здоровье молодёжи. сборник статей III Международной научно-практической конференции*. Уфа. С. 110-113. EDN: МУКТGV
13. Burkov P.V., Shcherbakov P.N., Derkho M.A., Rebezov M.B. (2022). Peculiarities of post-vaccination immunity formation against porcine circovirus infection and its correction // *Agrarian Science*. № 363(10), С. 30-36. DOI: 10.32634/0869– 8155–2022–363–10–30–36
14. Бурков П.В., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Щербачев П.Н. (2023). Цирковирус как фактор, контролирующей эффективность беременности у свиноматок // *Аграрная наука*. № 8. С. 27-35. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-373-8-27-35
15. Yang K., Wang Z., Wang X., Bi M., Hu S., Li K., ... Mo X. (2024). Epidemiological investigation and analysis of the infection of porcine circovirus in Xinjiang // *Virology Journal*. № 21(1). С. 230. DOI: 10.1186/s12985-024-02504-w
16. Alarcon P., Rushton J., Wieland B. (2013). Cost of post-weaning multi-systemic wasting syndrome and porcine circovirus type-2 subclinical infection in England - an economic disease model // *Preventive Veterinary Medicine*. №110 (2). С. 88-102. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2013.02.010.
17. Allan G.M., McNeilly F., Kennedy S. et al. (1998). Isolation of porcine circovirus-like viruses from pigs with a wasting disease in the USA and Europe // *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. № 10 (1). С. 3-10. DOI: 10.1177/104063879801000102

18. Davies B., Wang X., Dvorak C.M., Marthaler D., Murtaugh M.P. (2016). Diagnostic phylogenetics reveals a new Porcine circovirus 2 cluster // *Virus Research*. № 217. С. 32-37. DOI: 10.1016/j.virusres.2016.02.010
19. Jia Y., Zhu Q., Xu T., Chen X., Li H., Ma M.,... Chen H. (2022). Detection and genetic characteristics of porcine circovirus type 2 and 3 in Henan province of China // *Molecular and Cellular Probes*. № 61. С. 101790. DOI: 10.1016/j.mcp.2022.101790
20. Darwich L., Mateu E. (2012). Immunology of porcine circovirus type 2 (PCV2). *Virus Research*. № 164(1-2). С. 61-67. DOI: 10.1016/j.virusres.2011.12.003
21. Ouyang T., Zhang X., Liu X., Ren L. (2019). Co-Infection of Swine with Porcine Circovirus Type 2 and Other Swine Viruses // *Viruses*. № 11 (2). С. 185. DOI: 10.3390/v11020185
22. Turlewicz-Podbielska H., Augustyniak A., Pomorska-Mól M. (2022). Novel Porcine Circoviruses in View of Lessons Learned from Porcine Circovirus Type 2-Epidemiology and Threat to Pigs and Other Species // *Viruses*. № 14 (2). С. 261. DOI: 10.3390/v14020261
23. Бурков П.В., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Щербаков П.Н., Дерхо А.О., Степанова К.В. (2023). Иммунологический статус свиноматок в ходе репродуктивного цикла и коррекция его состояния биостимулятором антиген направленного действия // *Аграрная наука*. № 12. С. 58-66. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-377-12-58-66
24. Chen N., Xiao Y., Li X., Li S., Xie N., Yan X., ... Zhu J. (2021). Development and application of a quadruplex real-time PCR assay for differential detection of porcine circoviruses (PCV1 to PCV4) in Jiangsu province of China from 2016 to 2020 // *Transboundary and Emerging Diseases*. № 68 (3). С. 1615-1624. DOI: 10.1111/tbed.13833
25. Jia Y., Zhu Q., Xu T., Chen X., Li H., Ma M.,... Chen H. (2022). Detection and genetic characteristics of porcine circovirus type 2 and 3 in Henan province of China // *Molecular and Cellular Probes*. № 61. С. 101790. DOI: 10.1016/j.mcp.2022.101790
26. Turlewicz-Podbielska H., Augustyniak A., Pomorska-Mól M. (2022). Novel Porcine Circoviruses in View of Lessons Learned from Porcine Circovirus Type 2-Epidemiology and Threat to Pigs and Other Species // *Viruses*. № 14 (2). С. 261. DOI: 10.3390/v14020261
27. Segalés J., Kekarainen T., Cortey M. (2013). The natural history of porcine circovirus type 2: from an inoffensive virus to a devastating swine disease? // *Veterinary Microbiology*. № 165(1-2). С. 13-20. DOI: 10.1016/j.vetmic.2012.12.033
28. Бурков П.В., Щербаков П.Н., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Дерхо А.О. (2024). Некоторые особенности токсикологических свойств специфического иммунобиостимулятора «Трансфер-фактор» в доклинических испытаниях // *Аграрный вестник Урала*. Т. 24. № 09. С. 1172-1192. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-09-1172-1192
29. Segalés J. (2012). Porcine circovirus type 2 (PCV2) infections: clinical signs, pathology and laboratory diagnosis // *Virus Research*. № 164(1-2). С. 10-19. DOI: 10.1016/j.virusres.2011.10.007
30. Franzo G., Cortey M., Segalés J., Hughes J., Drigo M. (2016). Phylodynamic analysis of porcine circovirus type 2 reveals global waves of emerging genotypes and the circulation of recombinant forms // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. №100. С. 269-280. DOI: 10.1016/j.ympev.2016.04.028
31. Бурков П.В., Дерхо М.А., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б., Степанова К.В., Дерхо А.О. (2024). Способ повышения репродуктивной способности свиноматок за счет коррекции поствакцинального иммунитета к цирковирусу // Патент на изобретение RU 2824948 С1, 16.08.2024. Заявка от 06.10.2023. EDN: UGRYNC

32. Бурков П.В., Щербаков П.Н., Дерхо М.А., Ребезов М.Б. (2023). Способ повышения поствакцинального иммунитета против цирковирусной инфекции свиней // Патент на изобретение RU 2796458 С1, 23.05.2023. Заявка № 2022117718 от 28.06.2022. EDN: BFLАНМ
33. Franzo G., Tucciarone С.М., Cecchinato M., Drigo M. (2016) Porcine circovirus type 2 (PCV2) evolution before and after the vaccination introduction: A large scale epidemiological study // *Scientific Reports*. № 6. С. 39458. DOI: 10.1038/srep39458.
34. Бурков П.В., Щербаков П.Н., Дерхо М.А., Ребезов М.Б. (2022). Особенности формирования поствакцинального иммунитета против цирковирусной инфекции свиней и его коррекции // *Аграрная наука*. № 10. С. 32-37. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-363-10-32-37
35. Бурков П.В., Ребезов М.Б., Дерхо М.А., Щербаков П.Н., Дерхо А.О. (2024). Иммунометаболические особенности формирования поствакцинального иммунитета против ЦВС-2 у свиноматок // *Аграрная наука*. № 7. С. 38-48. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-384-7-38-48
36. Xiao С.Т., Harmon К.М., Halbur P.G., Opriessnig T. (2016) PCV2d-2 is the predominant type of PCV2 DNA in pig samples collected in the U.S. during 2014-2016 // *Vet Microbiol*. № 197. С. 72-77. DOI: 10.1016/j.vetmic.2016.11.009
37. Крысенко Ю.Г., Трошин Е.И. (2012). Сравнительная эффективность вакцинации при цирковирусной инфекции свиней // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. Т. 209. С. 183-186.
38. Гринь С.А., Матвеева И.Н., Богомолова О.А., Федоров Ю.Н., Попова В.М., Крюкова Е.Н., Литенкова И.Ю. (2019). Цирковирусная инфекция свиней 2-го типа и антигенная активность вакцины против этой инфекции // *Ветеринария*. № 12. С. 20-26. DOI: 10.30896/0042-4846.2019.22.12.20-26
39. Ellis J., Hassard L., Clark E., Harding J., Allan G., Willson P., ... Haines D. (1998). Isolation of circovirus from lesions of pigs with postweaning multisystemic wasting syndrome // *The Canadian Veterinary Journal*. № 39 (1). С. 44-51.
40. Derkho M.A., Burkov P.V., Scherbakov P.N., Rebezov M.B., Stepanova K.V., Ansori A.N.M. (2022). Contribution of some immunological and metabolic factors to formation of piglets' post-vaccination immunity // *Theory and Practice of Meat Processing*. № 7(3). С. 193-199. DOI: 10.21323/2414-438X-2022-7-3-193-199
41. Бурков П.В., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Щербаков П.Н., Дерхо А.О. (2024). Экспериментальное исследование острой токсичности внутримышечной формы специфического иммунобиостимулятора - трансфер-фактор // *Аграрная наука*. № 9. С. 40-47. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-40-47.