



ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ

УДК 619:612.017.1

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2021.4.11

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ РЕПРОДУКТИВНО-РЕСПИРАТОРНОГО СИНДРОМА СВИНЕЙ (РРСС)

Гусев А.А. -д.в.н., член-корреспондент РАН, проф., директор по науке, АО «Покровский завод биопрепаратов», Енгашев С.В.-д.в.н., академик РАН, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, Бабак В.А.- к.в.н., зав. лабораторией, Филиал РГП «Национальный центр биотехнологии» (г. Степногорск, Республика Казахстан).

Ключевые слова: инфекционные болезни, репродуктивно-респираторный синдром свиней, РРСС, колостральный иммунитет, вакцинопрофилактика, иммуногенность.

Key words: infectious diseases, reproductive and respiratory syndrome of pigs, RRSS, humoral and cellular immune response, vaccination, immunogenicity.

РЕФЕРАТ



На сегодняшний день вирус репродуктивно-респираторного синдрома свиней (РРСС) зарегистрирован в большинстве государств мира, в том числе и в России. Данное заболевание остаётся одной из важных проблем в свиноводстве, поскольку наносит огромные убытки этой отрасли.

Авторами было проведено исследование, где представлены эпизоотологические данные и клинические признаки заболеваемости РРСС в условиях племенного хозяйства «Заднепровский» и материалы по оценке эффективности вакцинопрофилактики РРСС с анализом экономических показателей. Диагноз на РРСС ставили на основании клинических, патологоанатомических и серологических методов исследований. По количеству антител в сыворотке крови животных судили о напряжённости иммунитета к вирусу РРСС. Специфические к вирусу антитела определяли иммуноферментным методом (ИФА).

Установлено что, если вирус появляется в стаде впервые, заболевают все свиноматки у которых нарушается репродуктивная функция, сопровождающаяся 100% абортами, преждевременным рождением. Среди родившихся от больных свиноматок поросят отмечается большое количество мертворожденных, а среди выживших поросят наблюдается высокая смертность, отставание в росте и непригодность для выращивания. Отмечено, что количество мертворожденных поросят всегда выше в первые моменты появления заболевания, чем при повторном опоросе.

После выздоровления основная масса свиноматок быстро восстанавливается и при повторном опоросе приносит жизнеспособных поросят. Иммунизация поросят на фоне снижения материнского иммунитета живой вакциной против РРСС сопровождается формированием напряжённого иммунитета, защищающего их от заболевания.

В настоящее время на многих свинокомплексах вакцинация свиней против РРСС входит в обязательную программу профилактических прививок против инфекционных болезней.

ВВЕДЕНИЕ

Впервые о репродуктивно-респираторном синдроме свиней (РРСС) заговорили в период с 1987 по 1992 годы, когда в странах Северной Америки и Западной Европы появилась информация о массовом возникновении у свиноматок болезни, которая приводит к нарушению воспроизводства и её не удаётся диагностировать. Лишь в 1991 году вирусологами Центрального ветеринарного института (Лелистад, Нидерланды) была установлена вирусная природа возбудителя. На сегодняшний день данная болезнь остаётся одной из важных проблем в свиноводстве во всём мире, поскольку наносит огромные убытки этой отрасли. Вирус РРСС зарегистрирован в большинстве государств мира, в том числе и в России. Хотя получить точные цифры затруднительно, по приблизительной оценке, даже в развитых странах от РРСС недополучают около 20-30% поголовья свиней в результате абортоток, мертворожденных и погибшего молодняка свиней [4, 8, 10].

В настоящее время классифицируют два генотипа вируса РРСС: американский и европейский, которые существенно отличаются друг от друга на генетическом уровне и ранее отличались по географическому расположению. В 2006 году в Юго-Восточной Азии (Китай, Вьетнам) выявили новый «атипичный» высокопатогенный штамм вируса РРСС американского генотипа, для которого характерно быстрое распространение и инфицирование до 100 % свиней в хозяйстве, приводящее к гибели, массовым репродуктивным нарушениям, как у молодняка, так и у взрослых животных. Такое молниеносное течение болезни представляет собой социально-экономическую опасность. Название «атипичный» связано с тем, что характер болезни отличается от классических американских и европейских типов возбудителя РРСС. Наиболее широко данный тип распространился в КНР. Болезнь приобрела форму эпизоотии и по своим симптомам напоминала классическую чуму свиней. Распространение репродуктивно-респираторного синдрома

свиней очень быстрое, и за несколько лет он может охватить значительные территории [6]. В основном это связано с технологией ведения свиноводства (круглогодичные или туровые опоросы), величиной оборота стада, наличием или отсутствием специфического иммунитета, состоянием естественной резистентности, с условиями кормления и содержания [2].

Вирус РРСС распространяется среди восприимчивого поголовья как горизонтальным, так и вертикальным путем. Наиболее часто регистрируется горизонтальная трансмиссия, которая становится возможной благодаря непосредственному контакту с вирусом, выделяющимся во внешнюю среду с секретами и экскрементами свиней. Вирус может передаваться трансплацентарно, а также существует высокая вероятность аэрогенного пути заражения свиноводческих ферм. Одним из путей распространения инфекции в хозяйствах с замкнутым циклом производства является заражение свиноматок инфицированной спермой. Вирус РРСС на благополучные фермы заносится инфицированными свиньями и контаминированной спермой. Особенно опасно, когда болезнь возникает на племенных фермах и оттуда с животными разносится в другие хозяйства [1, 3, 11].

Длительная локализация вируса, инаппаратная форма течения инфекции, тесные хозяйственно-экономические отношения – всё это приводит к поддержанию длительного неблагополучия по данной болезни в хозяйствах. Во многих популяциях животных после острой вспышки регистрируется длительное хроническое течение. В эндемичной форме вирус продолжает долгое время циркулировать в стаде. Наибольшее число положительно реагирующих свиней приходится на поросят-сосунков и свиноматок, а наименьшее – на откорм [6, 7, 8]. Было отмечено, что количество мертворожденных поросят всегда выше в первые моменты появления заболевания, чем при её рецидивах. Это можно объяснить наличием остаточного иммунитета у переболев-

ших животных. В стадах, имевших неоднократный контакт с возбудителем, инфицированные животные приобретают защиту и становятся устойчивыми к дальнейшим случаям острого развития РРСС, по меньшей мере, в течение шести месяцев. Переболевшие свиньи приобретают иммунитет, но служат источником инфекции, так как вирус может сохраняться в этой популяции, в течение полугода после исчезновения симптомов болезни [3, 7].

У больных и переболевших хряков-производителей отмечают снижение потенции, активности сперматозоидов, депрессию, повышение температуры, рвоту. Сперматозоиды менее активны, появляются дефекты акросомы. Переболевшие хряки являются вирусоносителями на протяжении трёх и более месяцев. Если вирус появляется в стаде впервые, к заболеванию предрасположены животные всех возрастных групп [8]. Взрослые животные переносят болезнь быстрее и легче. На неблагополучных по респираторному синдрому свинофермах в большей степени инфекция наносит серьёзные потери поросётам-отъёмышам. После подсосного периода у поросят происходит постепенное снижение титров антител против вируса РРСС в крови и уже к 25-35 дню жизни колюstralный иммунитет у поросят исчезает. В связи с этим, появляются восприимчивые к РРСС поросята и возможность постоянного циркулирования вируса среди животных. Всё это позволяет в определённой степени объяснить длительное неблагополучие хозяйств по данной болезни [4]. С момента угасания острой формы репродуктивно-респираторного синдрома свиней и переходом её в латентную, в организме животных могут обнаруживаться другие возбудители инфекционных болезней, которые вызывают вспышки вторично наложенных болезней.

Это является особенностью данной инфекции поскольку вирус обладает характерным иммуносупрессивным действием. Вирус поражает непосредственно лимфоидные ткани, доказательством служит наличие некроза лимфоидных фолли-

кул и выделение вируса из различных лимфоидных тканей. Осложняться РРСС может пастереллёзом, сальмонеллёзом, колибактериозом, энтерококкозом и другими инфекциями, а также незаразными болезнями на почве нарушения всех видов обмена веществ, усугубляющих течение болезни [3, 5]. Ущерб от заболевания складывается из потерь животных, вызванных нарушением репродуктивной функции характеризующейся поздними абортами, преждевременными родами, прохолостами свиноматок, рождением мёртвых, мумифицированных, нежизнеспособных поросят, гибелью новорожденных и заболеваемостью поросят-отъёмышей и свиней. В результате хозяйства недополучают поросят, привесов, а также несут косвенные затраты на ветеринарно-санитарные и охранные мероприятия. Наибольшие экономические потери приносят острые массовые вспышки болезни [12].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данные по клиническому и патологоанатомическому проявлению болезни наблюдали в 2009-2010 годы на спонтанно инфицированной благополучной по РРСС свиноферме «Заднепровской», Витебской области у не вакцинированных свиноматок. Диагноз на РРСС ставили на основании клинических, патологоанатомических и серологических методов исследований. По количеству антител в сыворотке крови животных судили о напряжённости иммунитета к вирусу РРСС. Специфические к вирусу антитела определяли иммуноферментным методом (ИФА).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Клинические признаки у свиноматок проявились в основном в конце супоросности, поскольку занос инфекции в хозяйство произошёл в третий период беременности. В течение первых дней с момента заболевания РРСС у заболевших свиноматок отмечалась лихорадка, угнетение, потеря аппетита и цианоз периферических участков тела (ушей, пяточка, вульвы), которые асали через 1,5-2 недели (рисунок 1 и 2). Течение РРСС у не вак-



Клиническое проявление РРСС у свиноматок: красно-синее окрашивание кожных конечностей и вульвы

Рис. 1 – Клиническое проявление РРСС у свиноматок.



Клиническое проявление РРСС у свиноматок: красно-синее окрашивание кожных и пяточка

Рис. 2 – Клиническое проявление РРСС у свиноматок.



Рис. 3 – Клиническое проявление РРСС у поросят.

цинированных свиноматок сопровождалось нарушением репродуктивной функции, которое сопровождалось практически 100% абортными, преждевременным рождением мёртвых, слабых, уродливых и мумифицированных поросят. В среднем около половины поросят родились мёртвыми. У новорожденных поросят наблюдалась маленькая живая масса, слабый или полностью отсутствующий сосательный рефлекс, отставание в росте, аномалии развития скелета (непропорциональные туловище и конечности, врожденные уродства костей черепа). У многих отмечаются значительные поражения глаз: катаральный, гнойный конъюнктивит-кератит и выпуклость глаз (рисунок 3). У половины заболевших наблюдались нервные расстройства (нарушение координации движений в виде «семенящей» походки, парезы, параличи). Смертность среди оставшихся в

живых поросят была высока, они отставали в росте и были не пригодны для откорма. На графике рисунка 4 отражена типичная картина снижения материнского иммунитета у поросят к 30 дню, после которого происходит заражение с последующим переболеванием и формированием постинфекционного иммунитета к 90 дню жизни. В таблице 1 приведены экономические показатели племфермы первого тура опоросов после перенесённой болезни: в среднем от каждой свиноматки было получено 3,7 технологичных поросят массой 1,0 кг, из которых в дальнейшем выжило 54,8%. В момент отъёма средние суточные привесы по группе (0-35) равнялись 215 г. В группе отъёмышей из 556 голов пало 30 гол, вынуждено убито 30 гол, сохранность составила 89,3%.

После абортов свиноматки теряли в весе, были истощены, но в течение полутора месяцев восстановились. Оплодотворяемость переболевших свиноматок во втором туре составила 96%. От 249 свиноматок получили 3265 поросят, из которых технологичных было 2722 головы с весом 1,6 кг. От одной свиноматки в среднем было получено 11 технологичных поросят. Сохранность поросят по группе 0-35 дней составила 100%. При повторном опоросе (второй тур) у переболевших свиноматок родились поросята, которые с молозивом матери получили антитела против РРСС. Поскольку переболевшие свиньи служат источником инфекции, а продолжительность защиты поросят, создаваемая материнскими анти-

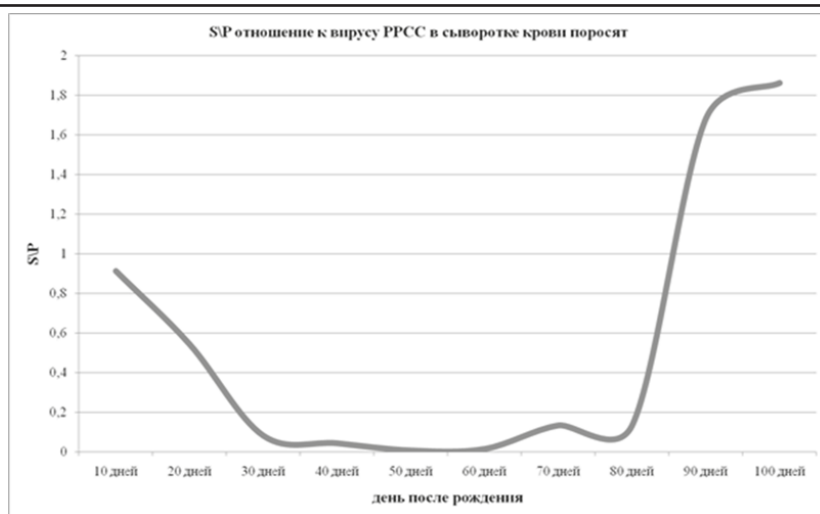


Рис.4 – S/P отношение к вирусу РРСС в сыворотке крови поросят.

Таблица 1

**Результаты по первому и второму туру опоросов на племферме
«Заднепровской»**

Показатели	1 тур	2 тур
Опоросилось	274 гол	249 гол
Получено поросят	3090	3265
многоплодие	11,2 гол	13,1
живых	1710 гол (55,4%)	3080 гол (94,4%)
слабых	696 гол (22,5%)	358 гол (11%0
мёртвых	1380 гол (44,6%)	185 гол (5,6%)
технологичных	1014 гол (32,9%)	2722 гол (83,4%)
Выход технологичных поросят на одну свиноматку	3,7 гол.	11 гол.
Средний вес поросёнка при опоросе	1кг	1,6кг
Падёж	458 гол (45,2%)	нет
Сохранность	54,8%	100%
С/суточный привес по группе (0-35 дн.)	215 гр.	310 гр.
Отъём	556 гол.	2344 гол.
Сохранность	89,3%	97,4%
С/суточный привес по группе (36-100 дн.)	450 г	600 г

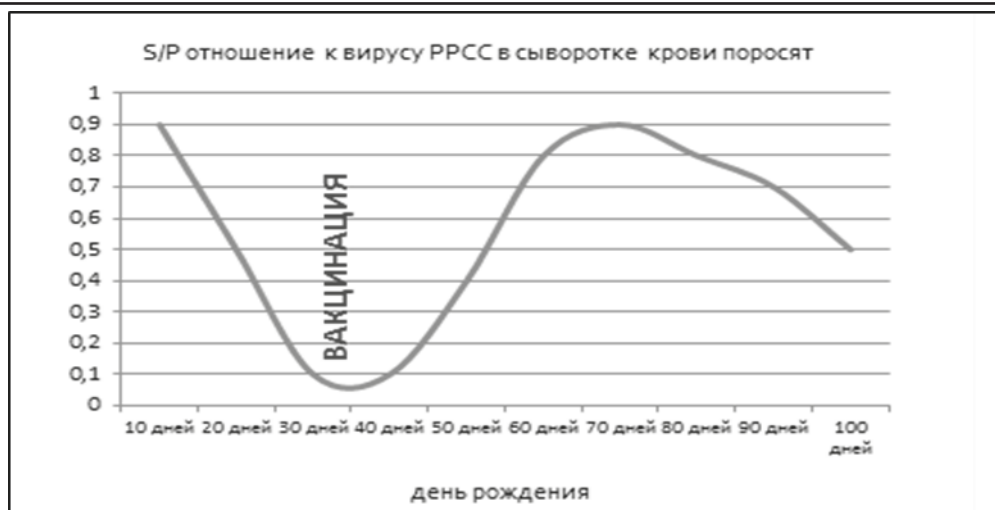


Рис. 5 – Динамика роста антител к вирусу РРСС в сыворотке крови поросят, полученных от свиноматок иммунизированных вакциной против РРСС и привитых живой вакциной РРСС на 20-25 день жизни.

телями, не более месяца было принято решение вакцинировать поросят в возрасте 25-30 дней. Для иммунизации использовали живую вакцину на основе аттенуированного штамма вируса РРСС. Динамика снижения титров материнских антител и формирования активного пост-вакцинального иммунитета приведена на рисунке 5. На графике видно, что у новорожденных поросят к 25-му дню происходит угасание материнского иммунитета до уровня, при котором полевой штамм вируса РРСС может вызвать болезнь. После вакцинации у поросят отмечался подъем титра антител, который к 50-70 дню достиг своего максимума. Сохранность поросят второго тура опороса в группе доращивания (36-100) составила 97,4%, а среднесуточные привесы 600 гр. Масса поросят при рождении равнялась 1,6 кг, а средние суточные привесы к отёму составляла 310 гр. Отход среди поросят был минимальным 2% (таблица 1).

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, если вирус появляется в стаде впервые, заболевают все свиноматки у которых нарушается репродуктивная функция, сопровождающаяся 100% абортами, преждевременным ро-

ждением. Среди родившихся поросят наблюдается высокая смертность, а оставшиеся в живых непригодны для выращивания. Отмечено, что количество мертворожденных поросят всегда выше в первые моменты появления болезни, чем при повторном опоросе. Это можно объяснить наличием остаточного иммунитета у животных. В стадах, имевших контакт с возбудителем, инфицированные животные приобретают защиту и становятся устойчивыми к дальнейшим случаям острого развития РРСС, по меньшей мере, в течение полугода. После переболевания свиноматки в течении полутора месяцев восстановились, и при повторном опоросе принесли жизнеспособных поросят.

В настоящее время на многих свино-комплексах вакцинация свиней против РРСС входит в обязательную программу профилактических прививок против инфекционных болезней. Однако, несмотря на проводимую вакцинацию (в основном свиноматок и хряков), хозяйства остаются неблагополучными по РРСС. Основной причиной при этом является отсутствие полного популяционного иммунитета, который заключается в том, что вакцинация отдельных групп животных важна в

основном для защиты отдельных групп животных, но для снижения количества восприимчивых особей необходима поголовная вакцинация всего поголовья животных в данном хозяйстве, в результате чего прерывается распространение болезни.

Популяционный иммунитет, который связан с применением вакцин, обеспечивающих поголовный иммунитет, в существенной степени зависит от количества вакцинированных животных на свиноматке, а также от правильно выбранной вакцины и времени для проведения вакцинации, и ревакцинации. Поэтому для снижения экономических потерь и ликвидации болезни необходимо вакцинировать всё поголовье свиней, находящихся в хозяйстве. Нереально добиться улучшения ситуации по РРСС, вакцинируя только свиноматок и хряков и не вакцинируя остальные группы животных, на которых циркулирует вирус РРСС. Такие хозяйства остаются неблагополучными по РРСС и основной ущерб от болезни наблюдается среди поросят отъёмышей, так как к этому времени у них исчезает материнский иммунитет.

Среди заболевших поросят отмечалось отставание в росте и большой падёж до 30%. Тяжесть заболевания объясняется тем, что возникающий инфекционный процесс сопровождается генерализованной иммуносупрессией, снижающей иммунный статус организма и повышающий его восприимчивость к вторичным вирусным и бактериальным инфекциям. На фоне этого снижается эффективность вакцинаций и от других инфекций, что впоследствии может спровоцировать возникновение особо опасных или ассоциированных болезней. Таким образом, получить положительный эффект в хозяйстве возможно только при тотальной вакцинации животных. Под тотальной вакцинацией понимается вакцинирование основных и ремонтных свиноматок, хряков и поросят, находящихся на дорастивании и откорме.

Прежде чем перейти к рассмотрению конкретных рекомендаций по вакцинации, мы рассмотрим виды имеющихся в наличии вакцин против РРСС. Вакцины

против РРСС выпускаются в двух видах: живые (аттенуированные) и убитые (инактивированные). Живые вакцины, используемые для иммунизации, содержат ослабленный вирус, у которого снижена вирулентность. В такой вакцине вирус остаётся жизнеспособным и после вакцинации, размножаясь внутри организма животного без развития значительной патологии тканей или клинических признаков инфекционной болезни, создаёт значительное количество вирусных частиц, на которые реагирует иммунная система животных формированием специфического иммунитета. При вакцинации животного, у которого нет материнских антител, живые вакцины обычно формируют защиту уже при однократном введении. При наличии материнского, поствакцинального или постинфекционного иммунитета вакцинация живыми вакцинами не эффективна, поскольку антитела препятствуют размножению вируса. Поэтому успешную вакцинацию живой вакциной можно проводить при отсутствии иммунитета или на фоне его угасания.

Инактивированные вакцины содержат убитый, но антигенно целостный вирус. Для повышения их иммуногенной активности применяют адъюванты. Применение инактивированных вакцин на новорожденных поросятах по высокому фону материнских также не эффективно, как и живых. Инактивированные вакцины в основном применяются для ревакцинации животных, у которых присутствует иммунологическая память.

С экономической точки зрения вакцинацию поросят необходимо проводить живой вакциной. Неотъемлемой частью поголовной вакцинации свиней является ревакцинация, которую следует проводить инактивированной вакциной согласно временным интервалам для различных групп свиней (подсвинки, свиноматки, хряки), поскольку эти группы животных содержат антитела, при которых вакцинация живой вакциной не эффективна.

В настоящее время разработаны и коммерчески доступны оба типа вакцин для

профилактики РРСС. В последнее десятилетие проводятся исследования по разработке и испытанию генно-инженерных вакцин, а также разрабатываются платформы для создания вакцин, комбинирующую в себе поиск антигенных детерминант с использованием методов биоинформатики, генетической инженерии для создания гибридного белка и получения белка в клетках млекопитающих.

Комбинация этих подходов, позволит получать вакцины с высокой иммуногенностью, широким спектром действия и низким уровнем побочных эффектов.

ВЫВОДЫ

1. Если вирус появляется в стаде впервые, заболевают все свиноматки у которых нарушается репродуктивная функция, сопровождающаяся 100% абортами, преждевременным рождением.

2. Среди родившихся от больных свиноматок поросят отмечается большое количество мертворожденных, а среди выживших поросят наблюдается высокая смертность, отставание в росте и непригодность для выращивания.

3. После переболевания основная масса свиноматок быстро восстанавливается и при повторном опоросе принести жизнеспособных поросят.

4. Иммунизация поросят на фоне снижения материнского иммунитета живой вакциной против РРСС сопровождается формированием напряжённого иммунитета, защищающего их от заражения.

MODERN PROBLEMS OF REPRODUCTIVE AND RESPIRATORY SYNDROME OF PIGS (RRSS) VACCINE PREVENTION.

Gusev A.A., PhD in Veterinary Science, Corresponding member of the RAS, Professor, director of Science, Pokrov; Engashev S.V., PhD in Veterinary Science, Academician of the RAS, Professor; Babak V.A., PhD in Veterinary Science, Head of laboratory, Stepnogorsk.

ABSTRACT

To date, the swine reproductive and respiratory syndrome virus (RRSS) has been registered in most countries of the world, including Russia. This disease remains one

of the important problems in pig breeding, as it causes huge losses to this industry.

The authors conducted a study where epizootological data and clinical signs of the incidence of RRSS in the conditions of the breeding farm "Zadneprovsky" and materials for evaluating the effectiveness of RRSS vaccine prevention with an analysis of economic indicators. The diagnosis of RRSS was made on the basis of clinical, pathoanatomic and serological research methods. By the number of antibodies in the blood serum of animals, the intensity of immunity to the RRSS virus was judged. Virus-specific antibodies were determined by enzyme immunoassay (ELISA).

It is established that if the virus appears in the herd for the first time, all sows with impaired reproductive function, accompanied by 100% abortions, premature birth, become ill. Among the piglets born from sick sows, there are a large number of stillbirths, and among the surviving piglets, there is a high mortality rate, stunting and unsuitability for cultivation. It is noted that the number of stillborn piglets is always higher in the first moments of the onset of the disease than with repeated farrowing.

After getting over the disease, the bulk of sows quickly recover and, with repeated farrowing, bring viable piglets. Immunization of piglets against the background of a decrease in maternal immunity with a live vaccine against RRSS is accompanied by the formation of a tense immunity that protects them from the disease.

Currently, in many pig farms, vaccination of pigs against RRSS is included in the mandatory program of preventive vaccinations against infectious diseases.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абаилдина, М.Ш. Клинические признаки у свиней при репродуктивно-респираторном синдроме свиней / М.Ш. Абаилдина, О.Р. Курченкова, С.В. Чернигова // Перспективы развития науки и образования: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 30 апр. 2016 г. - Тамбов, 2016. - С. 7-8.

2. Ануфриев, П.А. Клинико-эпизоотологическая и патоморфологиче-

- ская диагностика репродуктивно-респираторного синдрома свиней / П.А. Ануфриев, П.А. Паршин, С.М. Сулейманов // Вестник РУДН, серия агрономия и животноводство. - 2009. - С. 74-80.
3. Владыкин, М.С. Иммунный статус свиней, больных пневмонией, вызванной вирусом РРСС / М.С. Владыкин, А.Н. Бодряков // Инновационные процессы в АПК: Сборник статей: материалы III Международ. науч.-практ. конф. преподавателей, молодых учёных, аспирантов и студентов факультета РУДН. -М., 2011. - С. 315-316.
4. Голубцов, А.В. Клинико-эпизоотологическая характеристика и профилактика репродуктивно-респираторного синдрома свиней: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.03 / Голубцов Андрей Васильевич. - Воронеж, 2000. - 21 с.
5. Крысенко, Ю.Г. Особенности патоморфологических проявлений ассоциированных респираторных болезней свиней / Ю.Г. Крысенко, Е.И. Трошин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2010. - № 3. - С. 40-42.
6. Кукушкин, С.А. Эпизоотология и меры борьбы с репродуктивно-респираторным синдромом свиней в мире и в Российской Федерации / С.А. Кукушкин // Ветеринарная патология. - 2006. - №4. - С. 89- 95.
7. Машнин, Д.В. Некоторые клинико-морфологические аспекты репродуктивно-респираторного синдрома свиней в хозяйствах Западной Сибири / Д.В. Машнин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2007. - С. 72.
8. Мониторинг репродуктивно-респираторного синдрома свиней в некоторых областях Республики Беларусь / А.А. Згировская и [др.] // Ученые записки УО Витебская ордена «Знак Почёта» ГАВМ. - Т. 47. - 2011. - С. 51-53.
9. Орлякин, Б.Г. Специфическая профилактика репродуктивно-респираторного синдрома свиней / Б.Г. Орлякин, Т.В. Гребенникова // Свиноводство. - 2010.- №3.- С. 67-69.
10. Identification of radically different variants of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in Eastern Europe: towards a common ancestor for European and American viruses / T. Stadejek [et al.] // Journal of General Virology. - 2002. - P. 1861-1873.
11. Kvisgaard, L.K. Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus (PRRSV): PhD thesis / L.K. Kvisgaard. - 2013. - p. 177.
12. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus modulates apoptosis during replication in alveolar macrophages / S. Costers [et al.] // Archive Virology. -2008. - P. 1453-1465.