Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Вятский государственный агротехнологический университет»

На правах рукописи

ЯКИМОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА ЛИКВАФИД НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

4.2.4 Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
Филатов Андрей Викторович, доктор ветеринарных наук, профессор

Киров 2025

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ..... 4

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ..... 10

1.1 Биологические особенности свиней 10

1.2 Физиологические особенности и микробиом кишечника в разных отделах и его динамика на разных этапах технологии производства свинины..... 23

1.3 Применение пробиотиков для повышения продуктивных качеств молодняка свиней..... 34

Заключение по обзору литературы 45

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ..... 47

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ..... 53

3.1 Характеристика условий проведения экспериментальных исследований на молодняке свиней в технологической группе доращивания..... 53

3.2 Отработка оптимальной дозы пробиотика ЛикваФид при выращивании поросят в период доращивания 57

3.3 Морфологические и биохимические показатели крови молодняка свиней при использовании пробиотика ЛикваФид..... 67

3.4 Микробиом содержимого ободочной кишки поросят 74

3.5 Микробиом фекалий молодняка поросят после применения пробиотика ЛикваФид..... 80

3.6 Морфология лимфоидной ткани стенки ободочной кишки свиней после применения пробиотика ЛикваФид 86

3.7 Научно-производственная проверка результатов исследования 94

3.8 Экономическая эффективность применения пробиотика ЛикваФид 96

4 Обсуждение результатов исследования..... 98

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 107

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ 109

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ 109

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 110

ПРИЛОЖЕНИЕ 148

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Важность свиноводства на сегодняшний день определенна его участием в обеспечении страны мясной и сопутствующей ей продукцией, тем самым являясь одним из главных источников продовольственного обеспечения и элементом национальной безопасности государства [8, 24, 54, 87]. Большинство из новых методов для развития этой отрасли находят решения в стабильном производстве чистой продукции с точки зрения экологических норм, а также снижении и в лучшем случае исключении использования антибиотиков и других химиотерапевтических веществ [40]. Параллельно с этим в современном свиноводстве идёт ориентация на повышение интенсивности в производстве, главным образом с целью увеличения продуктивности. Однако часто увеличение интенсивности производства ведёт к недостаточному контролю растущих потребностей организма разводимых животных. Происходит увеличение нагрузки, что нередко провоцирует стресс у животных, нарушения в иммунном статусе животных, и ухудшение обменных процессов организма, что в итоге часто становится стимулирующим действием к развитию заболеваний [7, 12, 154].

Многочисленными исследованиями показано, что снижению негативных факторов производственного ритма способствует использование совместно с рационами различных кормовых добавок в том числе и биологически активных веществ [4, 26, 33, 96]. Среди множества применяемых биологически активных веществ достойную нишу занимают пробиотические средства и в настоящее время их применение в животноводстве, а в частности свиноводстве всё ещё является инновационным направлением [37, 93, 132].

Обоснованность применения пробиотиков при выращивании свиней уже нашло достаточно широкий спектр использования. Во-первых, и что является одним из основных способов, это введение живых микроорганизмов с целью повышения продуктивных качеств животных и сохранности [9, 88, 142]. Рост количественных и качественных показателей продуктивности

достигается за счет улучшения переваримости кормов и их биодоступности, что снижает затраты корма на единицу продукции и повышает рентабельность [10, 109, 187]. Применение пробиотиков начиная с ранних этапов выращивания так же влияет на повышении здоровья молодых животных и следственно их показатель сохранности становится выше [1].

Во-вторых, пробиотики стали одним из способов повышения резистентных показателей организма животных и в том числе могут использоваться как препараты, обладающие антимикробным действием. Следовательно, применение пробиотиков может позволить снизить использование антибиотиков или заменить их аналогичными пробиотиками, но более эффективными [44, 107]. Микрофлора кишечника тесно взаимодействует с органами иммунитета, в частности, с лимфоидной системой кишечника. Для созревания и активной деятельности, связанной с кишечником лимфоидной ткани необходимо не только воздействие антигенов корма, но и антигены микроорганизмов-симбионтов. Поэтому нормализация микробиоценоза кишечника рассматривается как коррекция иммунодефицитного состояния у молодняка свиней [106, 112].

С учетом вышеотмеченного постоянный и активный поиск новых штаммов микроорганизмов и создание на их основе ещё не протестированных в свиноводстве кормовых добавок, создаёт научный интерес исследования их с точки зрения оптимальной дозы, способа введения, влияния на здоровье и основные продуктивные качества животных в определенных технологических группах отрасли свиноводства. Исходя из многих вышесказанных положительных свойств, остаётся интерес проведения достоверных исследований по апробации и внедрению наиболее перспективных спорообразующих пробиотических штаммов при выращивании молодняка свиней.

Степень разработанности темы исследований. Достижение высоких производственных показателей в организации промышленной технологии производства свинины возможно при полном раскрытии генетического

потенциала животных с помощью строго соблюдаемых регламентов их кормления и содержания [20, 76, 81, 115, 116, 117, 150].

Биологически активные соединения рассматриваются как неотъемлемые компоненты в рационах свиней, среди которых достойное место нашли микроэлементы, витамины, ферменты, гормоны, средства, содержащие живые полезные микроорганизмы, продукты их жизнедеятельности и другие [48, 98, 115, 120,].

Применение пробиотиков оказывает комплексное положительное воздействие на организм животных, что подтверждается многочисленными исследованиями, представленными в отечественной и зарубежной литературе [113, 157, 182]. В свиноводстве отмечают улучшение показателей роста молодняка свиней за счёт оптимизации метаболизма, которая приводит к более полному усвоению питательных веществ и снижению кормовых затрат на единицу прироста [29, 35, 90]. Пробиотики способствуют повышению общей устойчивости организма животных к заболеваниям, что снижает их гибель [45,64,139,152].

Цель и задачи исследований. Цель исследования – установление влияния пробиотика ЛикваФид, применяемого с питьевой водой, на формирование микробиома кишечника, повышение продуктивных показателей и сохранности поросят на доращивании.

Достигалась цель через следующие задачи:

– установить оптимальную дозу применения пробиотика ЛикваФид при выпаивании поросятам-отъемышам в период доращивания;

- определить основные клинико-этологические показатели молодняка свиней при использовании пробиотика;

- изучить морфологические и биохимические показатели крови поросят при применении пробиотика ЛикваФид;

- определить количественный и качественный состав микробиоты содержимого кишечника у молодняка свиней под влиянием пробиотика ЛикваФид;

- изучить влияние пробитических штаммов на лимфоидную ткань стенки ободочной кишки свиней;

- определить рост, развитие и сохранность поросят на доращивании при применении пробиотика ЛикваФид;

- рассчитать экономическую эффективность использования пробиотика ЛикваФид при выращивании молодняка свиней.

Научная новизна. Впервые научно обоснована оригинальная возможность применения пробиотика ЛикваФид с питьевой водой молодняку свиней в период доращивания. Изучено биологическое действие спорообразующих пробиотических штаммов на клинико-физиологическое состояние, морфологические и биохимические показатели крови, количественный и качественный состав микробиоты кишечника, состояние лимфоидной ткани ободочной кишки поросят. Впервые дано экспериментальное и практическое обоснование применения пробиотика ЛикваФид на рост и развитие, сохранность молодняка свиней, установлена экономическая эффективность его применения.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведенные исследования позволили с научной точки зрения дать аргументированные доказательства обоснованности использования пробиотика ЛикваФид совместно с водой для молодняка свиней в период доращивания.

С практической точки зрения значимость исследования состоит в расширении спектра результативно используемых пробиотических средств в свиноводстве. Применение пробиотика ЛикваФид оказывает положительное воздействие на метаболические процессы и общее здоровье молодняка свиней и повышает в период доращивания абсолютный прирост живой массы на 2,32%, среднесуточный прирост - на 5,94% и итоговую живую массу тела к концу технологического периода - на 2,34%.

Результаты исследований внедрены в АО «Агрофирма «Дороничи» Кировской области.

Методология и методы исследований. Методологической основой изучения эффективности пробиотика ЛикваФид при выращивании молодняка свиней на доращивании служил комплексный подход научного поиска с использованием зоотехнических, физиологических, морфологических, биохимических, морфометрических, молекулярно-биологических, экономические методов и современного лабораторного оборудования. Эксперименты поставлены по общепринятым методикам в свиноводстве.

Результаты, полученные в ходе научных изысканий, подвергались оценке и обработке с использованием программных методов обработки цифровой информации и выполнения вариационной статистики с определением критерия достоверности по Стъюденту на ПК.

Основные положения, выносимые на защиту:

- оптимальная доза пробиотика ЛикваФид для молодняка свиней в послеотъемный период составляет 50 г на тонну питьевой воды;
- использование пробиотика ЛикваФид улучшает клинико-физиологическое состояние, морфологические и биохимические показатели крови, микробиом кишечника, морфологию лимфоидной ткани стенки ободочной кишки поросят;
- спорообразующие пробиотические штаммы, введенные с питьевой водой, повышают рост и развитие молодняка свиней в период доращивания;
- использование пробиотика ЛикваФид обеспечивает получение дополнительной прибыли и повышение рентабельности при выращивании поросят.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Основные научные положения, заключение, практическое предложение, сформированные в научно-квалификационной работе, отвечают цели и задачам исследований, вытекают из представленного материала обоснованность и достоверность, которого подтверждена лабораторными, производственными и статистическими исследованиями.

Материалы научно-квалификационной работы апробированы на: XI международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны» (Санкт-Петербург, 2022), V научно-практическая конференции с международным участием «Зоотехническая наука в условиях современных вызовов» (Киров, 2023), XII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 215-летию «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны» (Санкт-Петербург, 2023), XIII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 300-летию РАН «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны» (Санкт-Петербург, 2024), I-II этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по Приволжскому федеральному округу (2023).

Публикации результатов исследований. Всего по теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 4 работы в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Общий объем публикаций составляет 3,33 печ. л., из которых 1,78 печ. л. принадлежат лично соискателю.

Объем и структура работы. Текст научно-квалификационной работы изложен на 155 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований и их обсуждения, заключения, списка литературы и приложений. Текст диссертационной работы иллюстрирован 15 таблицами, 18 рисунками и 7 приложениями. Список литературы включает 304 источника, в том числе 107 иностранных авторов.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Биологические особенности свиней

Скороспелость и высокая продуктивность животных в совокупности с высокой рентабельностью в экономическом плане – это самые правильные слова для описания такой сельскохозяйственной отрасли как свиноводство. Достижение таких показателей для отрасли обоснованы особенностями в том числе и самих свиней как биологического вида.

Свиньи, являясь эврифагами, имеют пищеварительную систему, адаптированную для переработки разнообразной пищи. Их организм успешно усваивает питательные элементы из растительных и животных источников, причем наиболее эффективно — те вещества, которые не зависят от участия микроорганизмов в метаболизме: сахара, крахмал, жиры и белки [51, 52, 99, 108, 115].

Преимуществом всеядности является гибкость в кормлении: рацион формируется с учетом масштаба хозяйства, доступности местных кормовых ресурсов и экономической целесообразности. Это позволяет оптимизировать затраты, сохраняя питательную ценность кормов, и подтверждает неприхотливость свиней, делая их разведение рентабельным в различных условиях [27, 70, 86, 94].

Раньше в небольших свиноводческих предприятиях, активно применяли пищевые отходы для откорма животных: остатки молочного производства, переработанных овощей, а также другие побочные продукты пищепрома. Это позволяло снижать затраты на корма и эффективно утилизировать пищевые отходы. В качестве дополнения к рациону использовались корнеплоды (свёкла, картофель), зелёная масса летом и силос зимой [6, 176].

В настоящее время в промышленном свиноводстве базой рациона служат концентрированные корма. Для каждой технологической группы (свиноматки, поросята на доращивании, хряки, животные на откорме)

подбираются специализированные рецепты комбикормов — смеси с точно рассчитанным соотношением протеинов, углеводов, витаминов и минералов. Их состав адаптируется под физиологическое состояние животных (рост, супоросность, лактация) и этап производственного цикла [13, 56, 69, 103, 138].

Согласно исследованию Н.С.-А. Ниязова [111], посвящённому анализу воздействия различных уровней протеина и незаменимых аминокислот в рационе на рост, развитие, усвоение питательных веществ корма, а также на азотистый и липидный обмен у свиней, было установлено следующее. Применение комбикормов с вариативным содержанием сырого протеина (19,4%, 15,8%, 15,2%), лизина (0,92%, 0,80%, 0,65%) и метионина+цистина (0,64%, 0,52%, 0,49%) в фазы выращивания и откорма способствует значительному повышению продуктивности животных.

В свиноводческих хозяйствах, работающих по промышленным технологиям, для оптимизации роста поросят активно применяют специализированные комбикорма — престартеры и стартеры, разработанные по особым рецептурам [135].

Ключевым критерием эффективности таких кормов, согласно исследованию, А. Коробова [59], является динамика прироста живой массы. Установлено, что поросята, получавшие стартерные комбикорма, демонстрировали значительно более высокие показатели скорости роста по сравнению с животными, которых кормили стандартными комбикормами

Согласно данным R. Saintilan et al. [281] эффективность кормления растущих свиней коррелирует с динамикой потребления клетчатки, скоростью роста и метаболизмом аминокислот. Улучшение коэффициента конверсии корма интенсифицирует среднесуточный прирост массы в течение всего онтогенетического цикла, тогда как оптимизация остаточного потребления корма снижает этот прирост на стартовом этапе, но пролонгирует фазу компенсаторного роста, обеспечивая неизменность суммарного прироста массы на протяжении всего периода. Данные различия

в ростовых параметрах детерминируют изменения в процессе белковой аккумуляции.

Повышение эффективности кормления по обоим критериям сопряжено с возрастающей потребностью в усвояемом лизине — лимитирующей аминокислоте в свиноводстве. У высокопродуктивных особей в начальный период испытаний наблюдается дисбаланс аминокислотного профиля при стандартном рационе, что требует модификации нутритивного состава кормов [63, 41, 158, 177].

В первую очередь период до и после супоросности требует поддержки самих свиноматок в кондиционном состоянии, за счёт обеспечения полностью соответствующими по количеству нужной энергии комбикормами [55, 118, 136, 300].

При формировании концепции идеального белка для свиноматок ключевые аминокислоты демонстрируют динамическую значимость в зависимости от срока беременности. На ранних этапах гестации возрастает роль треонина, критически важного для эмбрионального развития и метаболических процессов. В то же время на поздних сроках беременности приоритет смещается в сторону лейцина и аргинина, которые поддерживают интенсивный рост плодов, синтез молока и метаболическую адаптацию организма свиноматки к предстоящей лактации [242].

Исследования Wu et al. [300] говорят, что если свиноматки во время супоросности в недостатке обеспечены такими аминокислотами как лизин и метионин, то происходят нарушения в формировании мышечных волокон у поросят, находящихся в утробе, что негативно для дальнейшего сохранения их высокого уровня жизнеспособности

Более того исследование S.W. Kim et al. [242] утверждает, что для особей с выраженной потерей массы тела критически важно повышение уровня триптофана, который способствует восстановлению энергетического баланса и снижению стрессовых реакций. В то же время у свиноматок,

сохраняющих стабильный вес, акцент смещается на увеличение доли валина относительно лизина**.**

Использование кормов с высоким содержанием клетчатки в период супоросности способствует усилению сытости, что минимизирует стресс и агрессивное поведение свиноматок, вызванное чувством голода [204, 245].

Дополнение комбикормов в свиноводстве витаминно-минеральными премиксами, и биологически активными веществами повышает питательную ценность рациона, улучшает усвояемость корма и укрепляет здоровье животных [61, 57, 143, 191].

Для сохранения высоких показателей у поросят в подсосный период одна из задач обеспечивать саму свиноматку правильными кормами с вышесказанными дополнениями, чтобы в последствии получить качественное молозиво и молоко, которое будет употреблено поросятами [78, 126].

А. В.Корниенко и В. Е. Улитько [58] утверждают, что введение в рационы свиноматки сернокислого цинка то есть его баланс по отношению к кальцию способствует повышению выделения молозива и молока в период лактации.

Исследование по введение добавки монолаурат альфа-глицерина в рацион свиноматок привело к повышению уровня иммуноглобулинов типа A и G в молоке и изменению количества жирных кислот (лауриновой, пентадециловой, гептадекановая, линолевой, линоленовой, лигноцериновой, докозагексаеновая), что в последствии способствовало улучшению здоровья поросят. Модификация жирнокислотного профиля и усиление иммунных свойств молока демонстрируют потенциал данной добавки для оптимизации питания лактирующих животных и поддержки раннего развития потомства [248].

Исследовательские данные G. Picone, M. Zappaterra, D. Luise, et al. [272] позволили выявить зависимость состава молозива от генетических особенностей породы и внешних факторов среды, которые совместно

модулируют концентрацию метаболитов. Это может иметь прямое отношение к выживаемости и показателям роста новорождённых поросят. В частности, ацетат, таурин, диметиламины и цис-аконитаты проявили статистически значимую связь с повышением выживаемости и ускорением набора массы, что позволяет рассматривать их как биохимические маркеры, способствующие адаптации потомства в ранний постнатальный период.

Согласно исследованию, Б. Клоуза [47], в рационе супоросных свиноматок необходимо последовательно увеличивать долю минеральных элементов (Ca, P, Fe, Zn, Mn, Se и др.) на 5% с каждой новой беременностью. Эти вещества критически важны для развития скелета плодов и обеспечения физиологических процессов, связанных с лактацией.

Благодаря, в том числе всеядности в последствии молодняк поросят демонстрируют высокие темпы роста.

Стремительный прирост с рождения обеспечивается почти полным усвоением питательных веществ из молозива и составляет 90–98%. Уже к возрасту в 28 дней живая масса поросят увеличивается в 5 раз, что в разы превышает показатели телят, ягнят или молодняка птицы. При этом на 1 кг прироста требуется всего 3,6–4 кг молока.

Живая масса поросят демонстрирует значительный рост — к двухмесячному возрасту она увеличивается в 13–15 раз по сравнению с массой при рождении. Этот стремительный прирост становится особенно выраженным после перехода на дополнительный корм, который молодняк начинает активно потреблять с месячного возраста. Эта динамика подчёркивает уникальную адаптивность организма поросят, способных эффективно использовать как материнское молоко, так и внешние кормовые ресурсы для интенсивного развития [130, 141].

Несколько учёных подчеркивают, что этап доращивания поросят представляет собой ключевой и наиболее трудоемкий период в свиноводстве. Они отмечают, что адаптация молодняка к стрессовым факторам — таким как отъем от свиноматки, прекращение лактационного кормления, смена

рациона, а также перегруппировка животных в условиях доращивания — сопряжена со значительным замедлением динамики набора живой массы. Данные процессы, по их мнению, напрямую влияют на продуктивность подрастающего молодняка в этот период [17, 122].

Период доращивания поросят характеризуется критически важным этапом развития их иммунного статуса. Формирование устойчивой иммунной защиты в это время напрямую определяет жизнеспособность и продуктивные качества животных в ходе последующего откорма, так и на этапе промышленной переработки [19, 171].

Оптимизировать данный период возможно при применении различных кормовых и биологических добавок [103,104].

Рост поросят имеет выраженную половую специфику. Самцы демонстрируют более высокие темпы развития по сравнению с самками, но эти различия проявляются не сразу. Первые 30 дней жизни динамика роста у особей обоих полов практически одинакова, что связано с незрелостью половых желез и отсутствием активного влияния гормонов [91,125,181].

Начиная с двухмесячного возраста**,** у поросят наблюдается выраженное расхождение в темпах развития: самцы (хряки) демонстрируют более интенсивный рост, постепенно опережая самок (свинок). Пиковые различия в массе тела фиксируются в промежутке от 6 до 24 месяцев, когда скорость прироста у хряков становится максимально контрастной по сравнению с показателями свинок. В этот период самцы не только увеличивают массу быстрее, но и достигают значительно превосходящих размеров, что подчеркивает влияние половых гормонов на физиологическое развитие животных.

Замедление роста у самок совпадает с физиологической зрелостью и первым опоросом (14–15 месяцев), тогда как у самцов снижение темпов развития происходит позже — к 18–22 месяцам. Это объясняет, почему формирование тела у самок завершается раньше, чем у самцов [11, 14, 114, 125, 145,].

Также следует отметить, что в совокупности с высокой скоростью роста свиньи демонстрируют исключительную эффективность в преобразовании корма в прирост живой массы, уступая в этом лишь некоторым видам сельскохозяйственной птицы. При оптимальных условиях содержания и сбалансированном рационе молодые особи современных пород требуют существенно меньше кормовых ресурсов для набора живой массы по сравнению с другими животными.

Ключевым критерием оценки рентабельности здесь служит не объём корма, затраченный на живую массу, а его расход на конечный продукт — мясо в туше после убоя. Такой подход учитывает только съедобные части, исключая второстепенные компоненты, что позволяет точнее определить экономическую целесообразность выращивания [53].

Результаты исследования В.Н. Василенко совместно с Н.А. Коваленко [15] свидетельствуют, что применение породно-линейной гибридизации с использованием животных австрийской селекции способствует значительному улучшению производственных показателей. Установлено сокращение возраста достижения убойных кондиций на 2–18 суток ($P<0,05–0,001$) по сравнению с традиционными методами, что позволяет оптимизировать сроки откорма. Также зафиксировано снижение затрат кормовых ресурсов на единицу продукции на 0,06–0,2 корм. Ед. ($P<0,05–0,001$), что повышает экономическую эффективность производства. Помимо этого, метод обеспечивает увеличение среднесуточного прироста живой массы в диапазоне 8,2–135,1 г ($P<0,05–0,001$), что подтверждает его потенциал для интенсификации роста животных.

Экспериментальные данные А.М. Ухтверова [163] при исследовании крупной белой породы свидетельствуют, что при переходе от недокорма к нормированному или повышенному уровню кормления организм животных, в зависимости от генетических особенностей, активно компенсирует потери ресурсов, вызванные дефицитом питания. Наиболее интенсивное восстановление наблюдается в первые два месяца полноценного кормления,

однако к третьему месяцу выращивания свиней компенсаторные процессы практически прекращаются. При этом изменение уровня кормления в опытной группе демонстрирует вариабельность в динамике роста тканей и органов. Даже увеличение рациона на 30% сверх нормы не позволяет полностью нивелировать негативные последствия предшествующего двухмесячного недокорма, приводящего к 30%-ной потере массы тела. Чем сильнее был выражен дефицит кормления, тем сложнее восстановить физиологически нормальные параметры развития отдельных частей тела — это ограничение сохраняется как при нормированном, так и при усиленном питании.

Обратившись к истории происхождения свиней можно выделить следующую приобретённую биологическую особенность — полицикличность.

Так, полицикличность, выраженная в способности к многократному размножению в течение года, кардинально отличает домашних свиней от их диких предков — кабанов. Дикие кабаны, подчиняясь природным циклам, приносят 1–2 помёта в год (чаще весной), что связано с сезонностью кормовой базы и необходимостью повысить выживаемость потомства. Домашние свиньи, благодаря многовековой селекции и улучшенным условиям содержания, демонстрируют полиэстричность — половые циклы повторяются каждые 18–24 дня, что позволяет получать до 2,5 опоросов в год и до 30 поросят ежегодно от одной свиноматки. Это в разы превышает показатели диких сородичей: у кабанов в помёте рождается 4–6 детёнышей, а у домашних свиней — 10–14. Интервал между опоросами у свиноматок сокращён до 5–6 месяцев (против 12 месяцев у диких форм) за счёт оптимизации кормления, контроля микроклимата и ветеринарного сопровождения. Ключевыми причинами таких изменений стали искусственный отбор на повышение репродуктивных качеств, стабильное кормление, ускоренное половое созревание (с 8–12 месяцев у кабанов до 5–6 месяцев у домашних свиней) и генетические адаптации [183, 189].

Рассмотрим развитие репродуктивных особенностей у домашних свиней под влиянием селекции подробнее.

Небольшая длительность до наступления срока первого осеменения среди других разводимых сельскохозяйственных животных даёт ряд преимуществ свиньям в производстве продукции. Несмотря на то, что в стандартных условиях свинья уже может быть оплодотворена в 6 месяцев, достижение наиболее оптимальной для первого осеменения зрелости обычно у свинок наступает в возрасте 8-9 месяцев. Осеменение в 6 месяцев не оптимально как минимум, потому что несёт негативное влияние на основные репродуктивные показатели у свиней и продуктивные показатели у в последствии полученных поросят [155].

Так, согласно исследованию О.Л. Третьяковой, с соавторами[161] наблюдается что у свиней, оплодотворенных в возрасте 6-7,5 месяцев продолжительность их продуктивного хозяйственного использования составляет всего 3 опроса, а в случае плодотворного осеменения в возрасте 7-8 и 8-9 месяцев составляет уже 5-6 опоросов, в свою очередь начало осеменения в 10 месяцев снижает длительность использования до 4-5 опоросов.

Данные, полученные И. Н. Токаревым [159] показывают, что наибольшие показатели по многоплодности достигают свиньи при первом осеменении в диапазоне от 8-10 месяцев и в среднем они выше на 22-28 процентов по отношению к осеменённым в 6-7 месяцев и на 4-13 процентов больше, чем у осеменённых в возрасте 11-12 месяцев.

У свиней, разводимых в условиях промышленных комплексов на сегодняшний день срок супоросности длинной в среднем от 114-136 дней, но отмечается, что у свиней современных пород и гибридов происходит уменьшение этого срока до 102-105 дней [43].

Длительность супоросности влияет и на потомство, примером будет меньшая масса при рождении у свиней с более коротким сроком и это зачастую отмечают при супоросности в 105 дней [137]. Период между

опоросом и наступлением последующей охоты довольно короткий и уже способен наступить через 21 день [43].

Как уже было сказано, что обеспечение свиней достаточной кормовой базой, условиями содержания и проведение селекционно-генетических мероприятий позволили от домашних свиней получить более количественное многоплодие.

Многоплодие свиней — важнейший биологический показатель, определяющий количество живых поросят, полученных за один опорос. В среднем при опоросе от современной свиноматки, можно получить приплод размером от 10-16 поросят, что безусловно занимает высшую позицию среди сельскохозяйственных животных. В свою очередь количество поросят в приплоде также разнится в зависимости от породной принадлежности физиологических особенностей животных и проводимых селекционных работ и может достигать показателей выше диапазона 10-16, а именно до 18 и более поросят [34, 186, 192]. В совокупности эти факторы позволяют получать от свиней продукцию практически круглый год.

В свиноводстве важно различать потенциальное и фактическое многоплодие свиноматок.

Потенциальное многоплодие отражает количество созревающих яйцеклеток, способных к оплодотворению, и в среднем составляет 16–20 и более ооцитов. Однако фактическое многоплодие, под которым понимают число живых поросят при рождении, всегда ниже из-за эмбриональной смертности, достигающей диапазона в 30–50% [156].

Основными причинами таких потерь являются биологические факторы, такие как неполноценность яйцеклеток или спермиев (генетические дефекты, низкое качество спермы хряков) и гибель эмбрионов до имплантации, а также управленческие ошибки, включающие нарушения в кормлении (дисбаланс питательных веществ, дефицит витаминов), неправильные условия содержания (температурный стресс, антисанитария) и

репродуктивный менеджмент (несвоевременное или некорректное осеменение, чрезмерная эксплуатация животных)[46,174,175].

Для снижения эмбриональной смертности необходимо использовать генетически проверенных производителей, оптимизировать рационы и условия содержания, а также строго соблюдать технологии осеменения, такие как выбор оптимального времени и дозировки спермы. Например, введение в рацион свиноматок селена и витамина Е повышает выживаемость эмбрионов на 10–15%, что подтверждается исследованиями [67,238, 262, 270].

Исследования, подтверждают, что у свиноматок крупной белой породы наблюдается множественная овуляция, при которой количество созревающих яйцеклеток (18–22 у взрослых особей и 14–17 у молодых) значительно превышает число рождаемых поросят. Лишь 30–35% оплодотворённых эмбрионов достигают стадии жизнеспособного плода, что связано с динамикой эмбриональных потерь. В первые 48 часов после овуляции гибнет 5–7% яйцеклеток из-за несовместимости гамет или нарушений оплодотворения, а к 45-му дню гестации потери возрастают до 20–25% вследствие недостаточной имплантации или дефицита питательных веществ К моменту опороса сохраняется около 30–35% зародышей, в результате чего взрослые свиноматки приносят 10–12 поросят, а молодые — 8–10, несмотря на изначально большее количество овуляций [149].

Возраст свиноматки — ключевой фактор, определяющий её репродуктивную продуктивность и в том числе многоплодие. Некоторые исследования говорят, что первый опорос зачастую всегда хуже по показателю многоплодности.

Как утверждает Koketsu et al. [243] многоплодие имеет прогрессию с каждым опоросом в сторону увеличения, в стандартных условиях максимальное многоплодие наступает в диапазоне от третьего до пятого опороса и в дальнейшем снижается в результате старения животного и соответственно его репродуктивной системы.

Согласно данным исследования А.И. Шендакова [186] многоплодие импортных пород свиней йоркшир и ландрас (датского происхождения) выше, чем у пород ливенской и каликенской отечественного происхождения и составило 14 голов у импортных и 10 голов у отечественных соответственно.

Работа А.Б. Саткеевой [131] показывает, что положительная динамика по возрастанию воспроизводительных качеств у свиней помесных пород крупная белая на ландрас в сравнении с чистопородными свиньями породы крупная белая выше и отмечается в среднем большая многоплодность на 1 голову.

В свою очередь в исследовании И.Ю. Свинарева с соавторами [133] видна положительная тенденция к переходу с чистопородных свиней Ландрас к гибридам F_1 в сочетании йоркшир на ландрас, и обусловлено большей многоплодностью на 1-2 головы у гибридных свинок.

В исследованиях В.С. Лобанова в соавторстве с А.В. Филатовым [65] показывается эффективность применении гормональных препаратов для повышения многоплодия, где, согласно исследованию, введение Прогестамаг® позволило увеличить многоплодие на 1 голову в совокупности с улучшением самой оплодотворяемости и снижением эмбриональной смертности.

Согласно данным А.В. Филатова и А.В. Минина [168] за последние десятилетия в промышленном свиноводстве наблюдаются значительные изменения генетического потенциала животных. Результатом успешной селекционной работы стал устойчивый рост продуктивности маточного поголовья: общее многоплодие свиноматок за период исследования увеличилось на 1,8 поросенка. При этом количество живых поросят при опоросе возросло на 1,5 головы, а сохранность молодняка к моменту отъема улучшилась на 1,1 головы. Эти достижения демонстрируют прогресс отрасли в повышении как количественных, так и качественных показателей воспроизводства.

Не менее важной биологической особенностью, связанной с многоплодием, остаётся следующий показатель — крупноплодие.

Крупноплодность, являясь генетически детерминированным показателем, напрямую зависит от породных характеристик свиней. Живая масса при рождении поросят колеблется от 800 г до 2 кг, при этом наблюдается прямая зависимость между крупноплодностью и интенсивностью постнатального роста особей. Например, у дюрков масса новорожденных составляет 1,5–2 кг, тогда как у ландрасов и скороспелых мясных пород этот показатель ниже — 1,4–1,6 кг [42,73].

По данным А.В. Павлова и С.М Околышева [97,105] поросята, имеющие больший вес при их рождении в последствии, имеют показатели по среднесуточному приросту и весу при отъёме выше, чем у более мелких поросят и в среднем обгоняют их на 20 грамм в сутки и 1 кг живой массы соответственно.

Исследования Л.Н. Гамко с соавторами [22] и В.А. Стрельцова [147] говорят, что высокая живая масса при рождении поросёнка в свою очередь имеет прямую зависимость и с последующей их высокой сохранностью. Отметим также, что часто поросята, имеющие массу при рождении до 0,7 кг и ниже, обычно имеют сохранность в размере 30-40 процентов, тогда как имеющие от 1.3 кг и более имеют сохранность, стремящуюся к диапазону от 90 до 100 процентов [79].

Для достижения более высокой продуктивности, повышения качества выхода мясной продукции, улучшения общего здоровья и сохранности, необходимо также применять имеющиеся подходы, знания и методики в кормлении свиней и в анализе конверсии кормов, правильности составления рационов с учётом пола и возраста и в том числе должны опираться на биологические особенности разводимых свиней [110,129]. Исходя из этого так же имеется высокая значимость исследования применения различных кормовых и биологических добавок, используемых в рационах разводимых животных.

1.2 Физиологические особенности и микробиом кишечника в разных отделах и его динамика на разных этапах технологии производства свинины

Кишечник свиней является самым крупным и длинным внутренним органом, разделённым на тонкую и толстую кишку. Тонкая кишка относительно размера доминирует над толстой кишкой. Так, соотношение длины толстой кишки к тонкой кишке следующее: у 30-дневных эмбрионов 1:2,25; у 60-дневных-3,81; у новорожденных 1:4,29 и у взрослых 1: 4,49. Диаметр тонкой кишки у 30-дневных эмбрионов превышает диаметр толстых эмбрионов, а у 50-дневных плодов они равны. Диаметр толстой кишки у новорожденных животных в 2 раза больше, а у взрослых в 3-4 раза больше диаметра тонкой кишки [222].

Тонкая кишка подразделяется на двенадцатиперстную кишку, тощую кишку и подвздошную кишку. У свиней тощая кишка занимает почти 80% тонкой кишки и где корма в основном перевариваются до питательных веществ, а затем всасываются. Основная функция тонкой кишки заключается в последовательном выполнении процессов переваривания и всасывания питательных веществ, включающих полостное пищеварение (за счёт ферментов поджелудочной железы и желчи), пристеночное (мембранное) пищеварение на поверхности микроворсинок энтероцитов, заключительную ферментативную обработку в слизистом слое, активное всасывание продуктов гидролиза через эпителий, а также транспорт нутриентов в кровь и лимфу для доставки к тканям организма [264].

Толстая кишка своё название приобрела благодаря особенности в виде более толстого диаметра в сравнении с тонкой кишкой. Толстой кишке, так же, как и тонкой кишке, присуща дифференциация, а именно на слепую, ободочную и в конечном итоге прямую кишку. Толстый отдел кишечника равно как тонкий выполняет функцию пищеварения, однако имеет ряд особенностей в виду своего строения и требуемой физиологически выполняемой функции. Во-первых, по всей длине толстого кишечника

происходит всасывание воды. Во-вторых, результатом пищеварения в толстом отделе является образование не всасываемых и всасываемых питательных. Итогом пищеварения становится образование каловых масс с сопутствующим уменьшением объёма химуса, а также его плотности. Говоря более конкретно о всеядных животных, можно также сказать, что ферментная активность и участие ферментов пищеварения в толстом отделе выражены слабо. В свою очередь сильно выражена симбиотная активность и пищеварение за счёт населяющих толстую кишку бактерий [38].

Актуальные исследования определяют нормальную микрофлору животных как динамическое сообщество — совокупность особых микробиоценозов, населяющих различные участки организма (кишечник, кожу, слизистые). У здоровых особей она представлена сложным комплексом из более 500 видов микроорганизмов (бактерии, грибы, археи), чей качественный и количественный состав варьируется в зависимости от локализации: например, в кишечнике доминируют анаэробные бактерии, а на слизистые дыхательные пути — условно-патогенные стрептококки. Эта система обладает высокой чувствительностью к любым изменениям — физиологическим (возраст, диета) или патологическим (инфекции, интоксикации), реагируя сдвигами в видовом балансе. Одновременно микробиоценозы выполняют защитную роль, подавляя размножение патогенов за счет конкуренции за ресурсы, синтеза антимикробных веществ и поддержания локального иммунитета, что делает их ключевым элементом гомеостаза организма [2, 5, 70, 172, 190, 234, 269].

Влияние нормальной микрофлоры на здоровье организма начинает своё подтверждение 90-х годов с выведения и исследования стерильных животных. Такие особи были получены через кесарево сечение и выращены в изолированных стерильных камерах, исключающих присутствие вирусов, бактерий и других микроорганизмов. Основной причиной смертности у стерильных животных выступала атония кишечника. Дополнительные эксперименты показали, что отсутствие микробов приводит к анатомическим

и функциональным изменениям. Например, у стерильных животных наблюдалась недоразвитая собственная пластинка слизистой кишечника, крайне низкий уровень иммуноглобулинов в сыворотке и секретах, замедленная перистальтика, а также удвоенный срок обновления кишечного эпителия — 4 дня вместо 2 в сравнении с обычными животными. Эти данные подчеркивают критическую роль микробиоты в поддержании физиологических процессов [216].

Как уже говорилось в исследованиях Agazzi A. И Invernizzi G. Et. Al. «многочисленные и сложные микробные сообщества находятся в желудочно-кишечном тракте домашних животных, которые могут состоять из бактерий, простейших, грибов, архей и вирусов. Поэтому в течение последних 30 лет обширные исследования были посвящены характеристике пищеварительного микробного состава и функционального разнообразия, что привело к лучшему пониманию основного участия кишечной микробиоты в питании и здоровье животных. Среди ценных эффектов микробные сообщества желудочно-кишечного тракта направлены на переваривание и ферментацию растительных полимеров. Кроме того, местная микробиота кишечника отвечает за синтез витаминов, биоконверсию токсичных соединений в нетоксичные остатки, стимуляцию иммунной системы, поддержание перистальтики кишечника и целостности слизистой оболочки кишечника и играет барьерную роль против колонизации патогенами» [158].

Микробиота кишечника свиней представляет собой сложную экосистему со свойственными ей стремительными изменениями в процессе онтогенеза [184].

Доказано, что «кишечник с присущей ему микрофлорой образует единую экосистему, в которой кишечная среда контролирует микрофлору, а микрофлора, в свою очередь, влияет на кишечную среду» [267].

Duarte M. E. Et al. «кишечник свиней колонизирован плотным, динамичным и очень сложным сообществом микроорганизмов, состоящим в основном из бактерий. Вдоль кишечника и от слизистой до просвета рисунок

микробиоты заметно изменяется из-за физико-химических различий в микросреде. Микробиота, связанная со слизистой оболочкой, непосредственно взаимодействует с иммунными клетками кишечника, повышая их способность модулировать иммунную систему. Кроме того, большинство клеток иммунной системы расположены в кишечнике. Микробиота, связанная со слизистой оболочкой, непосредственно взаимодействует с иммунными клетками кишечника, повышая их способность модулировать иммунную систему. Кроме того, большинство клеток иммунной системы расположены в кишечнике» [219].

В работе Gerritsen J Et al. «нормальную микрофлору разделяют на облигатную (постоянную, симбионтную, резидентную, индигенную, автохтонную, аллохтонную), факультативную и транзиторную. К облигатной микрофлоре относятся микроорганизмы, постоянно входящие в состав нормальной микрофлоры кишечника (непатогенные, условно-патогенные). Участвуя в метаболизме организма хозяина, они препятствуют проникновению в кишечный биотоп патогенных бактерий. Представители факультативной микрофлоры достаточно часто, но не всегда, встречаются и у здоровых свиней. К транзиторной микрофлоре принадлежат случайно занесенные в кишечник непатогенные, условно-патогенные и патогенные микроорганизмы. При нормальном состоянии микроэкологии кишечного тракта эти микроорганизмы, как правило, не способны к длительному пребыванию в нем и не вызывают развитие патологического процесса» [226]. Выявлено, что наиболее разнообразный видовой состав микроорганизмов содержится в желудочно-кишечном тракте. При этом микробиоценоз различных отделов пищеварительной системы свиней разительно отличается друг от друга как по качественным, так и количественным составам [230, 247].

По данным Молевой А. А. «микрофлора тонкого и толстого отделов кишечника у поросят до 5-6-месячного возраста стабилизируется и представлена облигатной (лактобациллы, бифидобактерии, бактероиды,

непатогенные коки формы) и факультативной (условно-патогенные стафилококки, стрептококки, патогенные серогруппы кишечной палочки, клостридии, протеи, грибы) микрофлорой. Для нормального физиологического состояния кишечника свиней, облигатная микрофлора составляет 94-95,2 %, факультативная – 4,8-6%» [82]. Установлено, что «микрофлору желудочно-кишечного тракта делят на просветную (П) и мукозную (М) микрофлору. П-микрофлору составляют микробы, локализованные в просвете кишечника. В качественном отношении микрофлора стула похожа на микрофлору толстой кишки. Мукозная микрофлора – это микроорганизмы, тесно ассоциированные со слизистой оболочкой кишечника и образующие плотный бактериальный пласт. Однако это разделение является относительным, так как эпителиальный покров толстой кишки обновляется очень быстро и постоянно, поэтому микроорганизмы, колонизирующие слизистую кишечника, постоянно попадают в просвет кишечника» [82].

Сопоставляя биоразнообразие кишечника свиней, толстая кишка выигрывает по заселённости микроорганизмами в сравнении с тонкой. Более низкое разнообразие сообщества микроорганизмов в тонкой кишке объясняется наиболее быстрым продвижением химуса, воздействием желчи и пищеварительных ферментов в сравнении с толстой кишкой.

Поэтому в толстой кишке происходит в основном микробная ферментация поступающих в организм питательных веществ [200, 241]. Так и за счёт микробиоты в просвете толстой кишки, например, происходит расщепление клетчатки [218, 265].

Толстая кишка является основным местом для микробной ферментации у свиней с большим микробным разнообразием по сравнению с тонкой кишкой [200, 241].

Кроме того, микробиота в просвете толстой кишки играет важную роль в деградации клетчатки и в энергетическом метаболизме [218, 265].

Метаболизм аминокислот в толстой кишике вносит значительный вклад в общий белковый обмен организма, что напрямую зависит от уровня поступающих белков и азота. Ключевую роль в этом процессе играет микробиота толстой кишки, которая не только участвует в переваривании и ферментации белков и аминокислот, но также способна к их синтезу. Колоноциты — клетки слизистой оболочки толстого кишечника — могут метаболизировать и, вероятно, синтезировать аминокислоты, хотя их образование, по-видимому, зависит от веществ, поступающих через кровоток. Важным аспектом является всасывание азота в толстой кишке, а также потенциальное усвоение аминокислот, присутствующих в просвете кишечника. Эти механизмы подчеркивают комплексное взаимодействие между микробиотой, тканями кишечника и системой кровообращения в регуляции белкового баланса организма [257].

Тем не менее, тощая кишка является основным местом для переваривания и всасывания питательных веществ, и значительное количество ферментации клетчатки все еще происходит в тонкой кишке [210].

Crespo-Piazuelo et al. [214] сообщили, что большая питательная функция микробиоты в тощей кишке больше связана с энергетическим метаболизмом и деградацией клетчатки. В дополнение к пищеварительным функциям, кишечная микробиота продуцирует биологически активные соединения, которые могут влиять на тощую кишневую иммунную систему, барьерную функцию и пролиферацию клеток [235].

Согласно Zhao et al. [203], микробиота тонкой кишки содержала больше иммунных функций, связанных с болезнями, раком и инфекционными заболеваниями, по сравнению с микробиотой толстой кишки.

Кроме того, Wiarda et al. [296] сообщили, что популяции Т-клеток более распространены в тонкой кишке, чем в толстой кишке у свиней в

возрасте 8 недель, тогда как это было аналогично у свиней в возрасте 4 недель.

Petry et al. [271] сообщили, что взаимодействие между диетой, микробиотой и реакциями иммунной системы более эффективно в тонком кишечнике.

Кроме того, Gresse et al. [228] предположили, что характеристика фекальной микробиоты может оказаться недостаточной при исследовании этиологии инфекций после отъема из-за кишечных инфекций или мест размножения, расположенных в тощей кишке, подвздошной кишке или сегментах толстой кишки. Поэтому, учитывая, что большинство пищевых соединений перевариваются, всасываются и метаболизируются в тонком кишечнике, подвергая слизистую оболочку воздействию различных экзогенных антигенов и микробных компонентов из рациона, толстая кишка, по-видимому, является ключевым местом для анализа взаимодействия между диетами, кишечной микробиотой и здоровьем кишечника.

В толстом отделе кишечника свиней протеолитическая активность в основном приписывается родам *Bacteroides, Propionibacterium, Streptococcus, Fusobacterium, Clostridium и Lactobacillus* [215].

Результаты NGS секвенирования слепых отростков толстого кишечника в динамике показывают рост и преумножение количества биоразнообразия в микробиоме кишечника свиней. На первых стадиях формирования микробиоты заметно превалирование бактериодов рода *Prevotell.* С возрастом доминирование данных бактериодов снижалось и происходило вытеснение вышеупомянутых ЛЖК-синтезирующими бактериями рода *Megasphaera* и иными. В результате формируется итоговый вид микробиоты кишечника. Стоит отметить, что вышесказанные изменения так же несут за собой увеличение количества и соотношения ЛЖК [210].

Толстый отдел кишечника, обладая оптимальными условиями, служит основной зоной локализации и размножения микроорганизмов. Добавление растительных кормов (зеленых или в виде травяной муки) в рационы свиней

интенсифицирует развитие бактериальной флоры [277]. Хотя кишечное сообщество включает условно-патогенные виды, представляющие постоянную угрозу для полезных ассоциаций, его стабильность подтверждает наличие действенных механизмов контроля бактериальной пролиферации и сохранения эубиотического состояния. Ключевую защитную роль играет антагонистическая активность нормофлоры, подавляющая размножение патогенных микробов [85].

Вопрос о том, подвергается ли кишечник впервые воздействию микробов в матке или во время родов, все еще остается спорным [202, 217, 275, 288].

Возможная колонизация внутриутробной микробиоты или воздействие на плод метаболитов микробиоты из микробиоты материнского кишечника окажет значительное влияние на развитие функций кишечника и иммунную систему, изменяющую послеродовую колонизацию [266, 295]. Оценили развитие кишечной микробиоты у свиней и сообщили, что микробиота в образцах мекония отличается от микробиоты, собранной из образцов фекалий во время лактации. Хотя образцы мекония были собраны в течение 6 часов после рождения, авторы предположили, что микробиота мекония могла передаваться от свиноматки внутриутробно. Тем не менее, наиболее общепринятой концепцией является то, что у новорожденных есть микробиота, первоначально установленная во время родов [266, 295].

Ещё во время нахождения в утробе матери происходит формирование и развитие микробиоты кишечника у поросят. Основу влияния на характеристики качественных и количественных показателей микробиоты кишечника поросят несут внешние и внутренние факторы. К внешним факторам относят параметры среды обитания и особенности кормления. Внутренние же в свою очередь правильно ассоциировать с организмом свиноматки [225].

Одна из особенностей пищеварительной системы свиней является её так называемая различность в разные возрастные периоды животного. Не

достигшие 3-недельного возраста поросята ещё не способны к выработке соляной кислоты в желудке. В свою очередь соляная кислота необходима для правильной работы ферментов, таких как пепсин и химозин, обладающих функцией переработки белка, а также липазы, расщепляющей жиры. Следовательно, не способны корректно выполнять свои функции. Этот период в развитии пищеварительной системы принятый называть возрастной ахлоргидрией имеет серьезное влияние на последующее формирование барьерной функции организма свиньи. В таком желудочном соке слаба способность к перевариванию, так же отсутствует возможность бактерицидного действия. Именно по этой причине поражением кишечными патогенами страдают в основе своей новорожденные поросята [225].

Первостепенным источником патогенов и инфекций является свиноматка, страдающая дисбиотическими нарушениями и передающая патогенную микрофлору через продукты жизнедеятельности и молоко.

Взрослея у поросят желудочный сок, начинает приобретать в своем составе свободную соляную кислоту, и её объём продолжает расти в процессе онтогенеза. В месячном возрасте желудочный сок поросят уже содержит 0,2% свободной соляной кислоты, а 2,5-3 месячному возрасту достигает оптимального объёма для выполнения желудочного пищеварения [38].

Не менее важным для физиологии пищеварительного тракта является период отъёма поросят. Не редко в этот период наблюдаются диареи у поросят. В первую очередь это спровоцировано переходом на другие корма, с более высокими концентрациями протеина. Так же на возникновение поносов у поросят в этот период влияют стрессы, и прекращение дачи молозива, содержащего в себе антитела матери [235].

«Периоды отъема и после отъема являются наиболее стрессовыми условиями в коммерческом производстве свиней, что приводит к временному снижению потребления корма, ингибированию показателей роста, негативному влиянию на иммунную функцию и равновесие кишечной микробиоты, что в конечном итоге приводит к повышенной

восприимчивости к расстройствам кишечника, инфекциям и диарее у свиней» [258].

Показано, что «у новорожденных поросят желудочно-кишечный тракт к первому сосанию практически свободен от микрофлоры. После потребления молозива большую часть (до 90%) из общего числа аэробных составляет группа бактерий кишечной палочки. Происходит также «заселение» желудочно-кишечного тракта микро- и стрептококками, протеус и лактобациллами. Примерно через 4 дня после рождения формирование кишечной микрофлоры заканчивается. У поросят в естественных и искусственных условиях обнаружены примерно одинаковые группы микроорганизмов. Видовой состав и соотношение отдельных групп микробов в пищеварительном тракте свиней варьируются в зависимости от возраста животных и состава рациона (прежде всего типа используемых углеводов)» [225, 229]. Так, по данным Pieper R.; Janczyk P.; Schumann R.; Souffrant W. B. «основными видами лактобактерий у поросят к периоду отъема является *L. Acidophilus* (44,4 %), *L. Fermentum* (35,7 %), *L. Salivarius* (15,3 %)» [273].

Прибегая к использованию молекулярно-биологических инструментов, можно обнаружить дисбиотические нарушения в микрофлоре поросят в отъёмный период. И тем самым доказывая, что в кишечнике отъёмышей виден заметный спад по количеству лактобактерий и энтерококков, обладающих антимикробным действием в сравнении с поросятами сосунами.

У свиней без значительных отклонений в здоровье бактерии, обладающие благотворным эффектом, заселяют ЖКТ тем самым формируя некую биоплёнку. Биоплёнка распространяется по всей поверхности слизистого эпителия выступая препятствием для кишечных патогенов и блокирует их колонизацию в целом. Отъёмные же поросята имеют отклонения в виде частичной гибели микрофлоры и на фоне этого заметен рост патогенной микрофлоры, в частности, патогенных клостридий в том числе *Clostridium perfringens* [219].

Резкое размножение *Clostridium perfringens* создаёт собой проблему в виде воспаления кишечника. Такая ситуация выступает толчком для роста численности и других патогенных бактерий, в том числе токсичных прежде всего *E. coli.* Обусловлено это тем, что в результате воспалительной реакции в кишечнике организм животного начинает синтез реактивных веществ таких как оксид азота, обладающий бактерицидным действием. В то же время выступая и проблемой для организма. Достигнув просвета кишечника оксид азота переходит в состояние нитрата. Нитратная среда довольно благоприятна для роста именно штаммов *E. coli.* К тому же с ростом поступающего кислорода к воспалённой кишке, произведённого более интенсивным кровотоком в результате воспаления, может возникнуть преобладание факультативных анаэробов таких как семейство *Enterobacteriaceae* [220].

Как итог в результате активной репродукции кишечных патогенов развивается диарея с последующим обезвоживанием. Так же происходит нарушение цельности эпителия кишечника и инфильтрация патогенов в кровоток. Наблюдаются нарушения и в структуре кишечника. Атрофия ворсинок, гиперплазия крипт, которые в свою очередь влекут за собой дисфункцию кишечного барьера.

Потребность в мониторинге состояния микробиоценоза у поросят отъёмышей подтверждаются и дополняются информацией анализа NGS – секвенирования их ободочной кишки.

Ослабленные болезнью животные в сопоставлении к здоровым в составе своего кишечника начинают терять полезные виды микроорганизмов с свойствами бактерицидного действия и напротив приобретают представителей нежелательной микрофлоры.

Заметен рост проницаемости кишечного эпителия в период отъёма. Нежелательным последствием этого могут стать проникающие сквозь неё патогены и их токсины. Стресс во время отъёма может благоприятствовать

появлению воспаления в кишечнике и последующем его обострением влиянием патогенов [228].

Таким образом, состав микробиоты желудочно-кишечного тракта, связанный со слизистой оболочкой и его содержимым может являться одним из основных показателей здоровья кишечника и всего организма, что свидетельствует о перспективности дальнейших исследований.

1.3 Применение пробиотиков для повышения продуктивных качеств молодняка свиней

На современном этапе развития животноводства для достижения лучшего здоровья, благополучия и продуктивности животных значительное внимание уделяется использованию кормовых добавок, позволяющих манипулировать экосистемой микробиоты кишечника. Основными эффектами пробиотических добавок являются снижение адгезивных возможностей к колонизации патогенных бактерий и повышение иммунитета слизистой оболочки хозяина, что приводит к снижению патогенной нагрузки, улучшению состояния здоровья животных, а также к исключению риска попадания патогенов в пищевые продукты [211, 297].

Слово «пробиотик» происходит от греческих слов «про» и «биотик», что означает «для жизни» [227], и был определен как «живая микробная кормовая добавка, которая благотворно влияет на животное-хозяина, улучшая его кишечный микробный баланс» [224].

«Основное понятие «пробиотики» появилось давно, когда их употребляли, либо как натуральные компоненты пищи, либо как ферментированные продукты. Интерес к кишечной микробиологии и диетическому использованию пробиотиков начался в конце 1800-х и начале 1900-х годов на фоне нарушений микробиоценозов человека и животных, а также роста устойчивости к антибиотикам, вызванного их нерациональным использованием и усугублением экологических проблем» [278].

«Растущий интерес был также мотивирован выделением Эшерихом кишечной палочки в конце 1800-х годов, а также активными исследованиями преимуществ кормления молочнокислыми бактериями и лактозой на рубеже 20-го века» [278].

Нобелевский лауреат И.И. Мечников установил связь между долголетием болгар и их регулярным употреблением йогурта. В 1907 году учёный представил выводы о том, что аутохтонные бактерии в организме человека могут наносить вред, тогда как молочнокислые микроорганизмы в составе йогурта обладают оздоровительным эффектом [241,244]. Мечников идентифицировал ключевой для ферментации продуктов штамм как *Bacillus bulgaricus* (позже отнесённый к роду *Lactobacillus*). Уже в 1920-х годах этот пробиотик начали применять для профилактики широкого спектра заболеваний, включая нарушения работы желудочно-кишечного тракта [279, 288].

Понятие «пробиотик» возникло в 1965 г. (Lilly & Stillwell) как концептуальная альтернатива антибиотикам [249]. Ученые определили эти вещества как активные агенты микробной природы, стимулирующие развитие других микроорганизмов, акцентируя их функцию поддержки комменсальной микрофлоры в противовес антимикробному действию антибиотиков. Эта концепция сформировала базис для восприятия пробиотиков как модуляторов микробиоты, направленных на активацию полезных симбионтов.

Сегодня термин «пробиотик» относится к «живым микроорганизмам, которые, вводимые в адекватных количествах, оказывают благотворное физиологическое воздействие на хозяина», согласно продовольственной и сельскохозяйственной организации и Всемирной организации здравоохранения [221].

Согласно одной из принятых классификаций по составу пробиотики можно разделить на группы монопробиотики, полипробиотики, пребиотики и синбиотики [127].

Монопробиотики — это препараты, содержащие только один вид и штамм микроорганизмов. К ним относятся средства на основе бифидобактерий (*Bifidobacterium*), лактобактерий (*Lactobacillus*), кишечной палочки (*Escherichia coli*), бактерий рода *Bacillus*, а также дрожжей *Saccharomyces*, которые формируют отдельные подгруппы в зависимости от используемого штамма [285].

Полипробиотики — это препараты, содержащие несколько штаммов одного вида полезных микроорганизмов. Главное преимущество перед монопробиотиками заключается в синергии штаммов: комбинация бактерий с разными свойствами повышает устойчивость к агрессивной среде ЖКТ, улучшает выживаемость и способность колонизировать кишечник [290].

Пребиотики — это вещества, которые не перевариваются организмом на этапах до попадания в толстый кишечник, где они избирательно метаболизируются кишечными бактериями. Их основная задача заключается в регуляции состава микрофлоры путем увеличения численности и активности бифидобактерий и лактобацилл, что способствует улучшению состояния здоровья [256].

Термин «синбиотик» применяется к добавкам, сочетающим в составе пробиотики (живые полезные микроорганизмы) и пребиотики (вещества, стимулирующие их активность). Ключевой особенностью таких комплексов является их симбиоз — пребиотический компонент избирательно поддерживает метаболизм и размножение конкретных штаммов пробиотиков [285, 199].

Пробиотики классифицируют и по функциональному назначению и источнику получения [260].

Гетеропробиотики, включают универсальные штаммы микроорганизмов, которые применяются у разных видов животных и людей без вне зависимости от источника их происхождения.

Гомопробиотики, в отличие от них, используются только для представителей того вида, из которого они были выделены (например,

штаммы, полученные от человека, — для людей, от коров — для крупного рогатого скота).

Аутопробиотики – это микроорганизмы, извлеченные из микрофлоры конкретного организма и применяемые для восстановления его собственной микробиоты, что обеспечивает персонализированный подход к лечению и коррекции дисбалансов.

Для обеспечения успешного применения пробиотики должны обладать такими важными характеристиками: не вызывать патологию желудочно-кишечного тракта, обладать устойчивостью к желудочному соку и желчи, способность адгезии к эпителию и являться антагонистами болезнетворных микроорганизмов [213].

Микробные виды, которые в последнее время используются в смесях пробиотиков, многочисленны и разнообразны. Основные микробные группы, такие как *Bacteroides, Clostridium, Bifidobacterium, Eubacterium, Lactobacillus, Enterobacteriaceae, Streptococcus, Fusobacterium, Peptostreptococcus и Propionibacterium*, используются у свиней [255].

По мнению Chaucheyras-Durand F (2010), «дрожжи (*Saccharomyces boulardii*) и бактерии (*Lactobacillus, Enterococcus spp., Pediococcus spp., Bifidobacterium spp., Bacillus spp.*) являются наиболее распространенными пробиотиками, используемыми для моногастральных животных для нацеливания на толстый отдел кишечника, который содержит обильное и очень разнообразное количество микробной популяции, в основном состоящей из бактерий и архей» [209].

«Способ действия пробиотиков не всегда хорошо понятен из-за того, что различные штаммы пробиотиков могут иметь различные функции и выживаемость по всему кишечнику, воздействуя на хозяина млекопитающих по-разному» [212].

При использовании штамма *S. Boulardii, P. Acidi* и *Lactobacillus sobrius* поросятам наблюдается повышение кишечной секреции IgA и снижение энтеротоксиногенной кишечной палочки в кишечнике молодняка [244, 246]

И другие исследования по введению непосредственно *Lactobacillus sobrius* имеют схожие результаты, а именно снижение патогенной кишечной палочки в кишечнике животного [280].

Экспериментальные исследования демонстрируют положительное влияние пробиотических штаммов на здоровье поросят. Так, при введении *Lactobacillus bulgaricus* в рацион животных, искусственно инфицированных *E. coli*, наблюдалось ускорение роста и снижение частоты диарейного синдрома по сравнению с контрольной группой [128].

Отдельные работы, например, исследование Е.А. Смирновой [140], выявили способность *L. Bulgaricus* нейтрализовать энтеротоксин *E. coli* в условиях in vitro. Эти данные подчеркивают потенциал лактобактерий в модуляции кишечных инфекций за счет прямого ингибирования патогенов и детоксикации их метаболитов.

Shin et al. Сообщили, что «пробиотик *Lactobacillus plantarum*, добавляемый свиньям от лактации до 4 недель после отъема, увеличивал разнообразие и богатство микробиоты, рост молочнокислых бактерий и относительное изобилие *Erysipelotrichaceae, Sphaerochaetaceae, Spirochaetaceae* и *Christensenellaceae*, в то время как это уменьшило обилие *Prevotellaceae* в образцах фекалий. Хотя большее количество *Prevotellaceae* было связано со здоровой микробиотой, авторы также сообщили, что добавки *L. Plantarum* увеличивали концентрацию сывороточного иммуноглобулина G (IgG), подавляли экспрессию генов, связанных с иммунной системой, и усиливали эпителиальные слои в подвздошной кишке» [286].

Пробиотик на основе уже другого шмамма *L. Plantarum* ZLP001 аналогично положительно влияет на барьерную способность кишечника за счет поддержания целостности эпителия и предотвращения проницаемости кишечника, вызванной энтеротоксигенными штаммами *Escherichia coli*. Кроме того, активизирует иммунные функции помогая в секреции антимикробных пептидов для защиты от патогенов [294].

Введение *Lactobacillus plantarum* в рацион растущих свиней в исследовании J Hu et al. Привело к значительному улучшению продуктивности и физиолого-биохимических показателей. На 3-й и 6-й неделях эксперимента у животных наблюдалось увеличение живой массы тела, рост среднесуточных привесов и оптимизация коэффициента конверсии корма за счёт более эффективного использования питательных веществ. Параллельно применение пробиотика способствовало снижению концентрации аммиака (NH_3) в фекалиях на 18–22%, что указывает на уменьшение эмиссии вредных газов и улучшение микроклимата в свинарниках. Кроме того, добавка *L. Plantarum* повысила общую усвояемость сухого вещества в желудочно-кишечном тракте на 6–8% [232].

Опираясь на исследования А.Г. Миронова и С.В. Малова, иммуностимулирующий эффект инактивированных лактобактерий обусловлен преимущественно мурамилдипептидом — структурным компонентом их клеточной стенки. Иммуномодулирующие свойства этого соединения, как отмечают авторы, хорошо изучены и включают активацию макрофагов, а также стимуляцию секреторного звена иммунной системы. Мурамилдипептид, являясь естественным лигандом для внутриклеточных рецепторов, способен усиливать неспецифическую резистентность организма, что подтверждает его ключевую роль в механизме действия пробиотических штаммов [77].

Включение штамма *Bacillus subtilis* в корм привело к снижению у поросят отъёмнышей энтеротоксигенной *E. Coli*, а также спор *Bacillus licheniformis* и *B. Subtilis*, снизило заболеваемость и смертность, улучшило эксплуатационные параметры свиней на откорме и качество туши [201, 205].

Использование пробиотика *Bacillus subtilis* DSM 32315 в рационах поросят отъёмышей на фоне здоровья кишечника способствовало повышению жизнеспособности молодняка и производству мясной продукции [233].

Введение в рацион свиней на доращивании и откорме пробиотика на основе *Bacillus* другого штамма (400 мг/кг корма, эквивалентно 6×10^8 КОЕ/кг), содержащего смесь жизнеспособных спор *Bacillus amyloliquefaciens* DSM 25840 и *Bacillus subtilis* DSM 32324, продемонстрировало положительные эффекты. У животных наблюдалась тенденция к оптимизации коэффициента конверсии корма в период роста и в период откорма. Кроме того, применение пробиотика способствовало снижению частоты ветеринарных вмешательств, связанных с илеитом, что указывает на его потенциал в поддержании кишечного здоровья [292].

Добавление в рацион *Bacillus subtilis* свиноматкам «показало коррекцию кишечной микробиоты поросят, что проявлялось в сокращении патогенных сообществ (например, *Escherichia coli, Clostridium perfringens*) в толстой и подвздошной кишке соответственно» [263]. Другие исследования совокупного использования штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, подтверждают вышесказанное показывая эффективность их в предотвращении колибактериоза [74].

Введение в рацион комбинации *Bacillus subtilis* и *B. Licheniformis* также приводило к сокращению случаев диареи и гибели поросят, а также к увеличению массы гнезда на момент отъёма и стимуляции темпов роста молодых поросят [259].

Исследования свидетельствуют, что включение *Bacillus licheniformis* в рацион поросят-отъёмышей в дозировке 500 мг/кг корма способствует повышению среднесуточного прироста массы, снижению частоты диарейных проявлений, усилению антиоксидантной активности, улучшению иммунного статуса и модуляции состава кишечной микробиоты. Кроме того, применение *B. Licheniformis* стимулирует увеличение численности представителей родов *Oscillospira* и *Clostridium sensu stricto 1*, что ассоциировано с улучшением продуктивности животных [303].

Проведённая работа Wongsamart et al. Выявила, что применение *Bacillus licheniformis* в качестве кормовой добавки для

свиноматок способствует модуляции микробиома материнского молока. Эти изменения, в свою очередь, влияют на колонизацию бактерий в желудочно-кишечном тракте поросят, что сопровождается снижением частоты диарейных случаев в потомстве. Несмотря на кратковременный характер изменений в структуре микробного сообщества, использование *B. Licheniformis* привело к увеличению доли благотворных бактерий, таких как *Lactobacillus*, *Pediococcus*,*Bacteroides* и *Bifidobacterium*, в молозиве. Увеличение полезных бактерий может свидетельствовать о целесообразности дальнейшего применения таких пробиотиков для оптимизации микробного профиля молока и молозива с целью профилактики кишечных нарушений молодняка [298].

Использование пробиотика на основе *B. Cereus* показало снижение распространенность диареи, и высокую конверсию корма, а также улучшению качества мясной продукции [304].

Исследования Scharek et al. [283] утверждают, что пробиотик *B. Cereus* var. Toyoi эффективен с точки зрения активизации иммунитета поросят в отъёмный период кишечника за счёт увеличения количества клеток в кишечном эпителии содержащих Т-цитотоксические лимфоциты.

Исследования О. Е. Кротовой говорят, что «выпаивание поросятам до 35-ти дневного возраста пробиотического препарата «Бифидумбактерин» и экстракта двенадцатиперстной кишки, а также препарата «Ветом 1.1» в комплексе с ЭДК позволяет улучшить сохранность поросят, активизировать естественную резистентность, повысить живую массу на 8,85 и 5,11%, получить более высокую прибыль и, соответственно, уровень рентабельности на 3,58 и 4,88%» [60].

Исследования, демонстрируют эффективность пробиотических препаратов «Лактобифид» и «Иммунобак» в животноводстве. Применение этих добавок способствовало увеличению живой массы подсвинков на 6,08 кг (для «Лактобифида») и 8,93 кг (для «Иммунобака»). Среднесуточный

прирост массы у животных составил 135 г и 194 г соответственно, а относительный прирост достиг 13,4% и 26,4%.

Кроме того, препарат «Иммунобак» показал иммуномодулирующий эффект: фагоцитарная активность повысилась на 3,9% у боровов и на 4,9% у маток, что подтверждает его роль в укреплении защитных функций организма сельскохозяйственных животных [123].

Е.И Федюк и М.М Кочуев [164] при исследовании тех же пробиотических комплексов Лактобифид и Иммунобак получили схожие результаты, что подкрепляет эффективность их применения.

Так, Н. А. Юрина с соавторами [21] рекомендует с первого дня жизни поросят применять пробиотик «Моноспорин», отмечая, что при этом увеличивается их живая масса, снижаются затраты кормов на 1 кг прироста и себестоимость продукции.

Эффективность пробиотика подтверждают исследования Д. В. Осепчука с соавторами [100], в результате которых отмечено повышение на 2,5 % сохранности поросят, получавших 1 мл/гол. «Моноспорина» в течение первых двух месяцев жизни, а также снижение затрат корма на 1 кг прироста живой массы на 1,7 %. Согласно исследованиям, Р. В. Некрасова с соавт. [119] использование пробиотика «ЛАКТОМИРОВИН-СП» привело к эффекту в виде снижении затрат комбикормов с сопутствующим повышением среднесуточных приростов в 8 процентов у поросят.

Схожи результаты исследования Р. М. Попова [50] и также показало положительное влияние пробиотика «ПРО-А» на животных аналогично «ЛАКТОМИРОВИНУ-СП», выраженное в улучшении конверсии корма и увеличению среднесуточного прироста в среднем на 70 грамм.

По данным О. П. Татарчука [153], «применение пробиотика «Анимавит» в составе рациона поросят-отъемышей также повышает сохранность на 5,0– 10,0 % и среднесуточные приросты живой массы до 10,0%».

И. А. Никулина и И. Н. Миколайчук [92] установили положительный эффект на среднесуточные приросты (на уровне 275 г) поросят при выращивании их до двухмесячного возраста при введении в корм 0,3 % молочнокислой кормовой добавки с пробиотиком.

Молочнокислые закваски эффективны и по исследованиям других учёных. Применение таких заквасок как МКЗ-С и МКЗ-Т в рационе свиней повышало приросты живой массы на откорме и положительно сказывалось на качестве мяса выражаясь в изменении в соотношении мышечной и жировой ткани [32, 84].

При этом по данным В. П. Кучерявого [62], «при скармливании растущему и откармливаемому молодняку свиней пробиотика «Лактомин» среднесуточный прирост живой массы рано отнятых поросят повысился на 16,0%, молодняка на доращивании – на 17,0–22,0%, свиней на откорме – на 18,5%. При этом зафиксировано снижение затрат корма на единицу прироста живой массы на 15,0–18,0 %».

Повышение среднесуточных приростов живой массы поросят на 9,9% отметили Р. В. Некрасов с соавторами [89] при включении в состав комбикорма 0,1% пробиотика лактоамиловорин. А. Е. Чиков [179] пришел к выводу, что «увеличение среднесуточного прироста живой массы поросят-сосунов на 11,8% произошло из-за улучшения их аппетита под действием пробиотического препарат «Бацелл».

В тоже время исследования И. В. Черепанов [178] показывает, что применение пробиотика «Бацелл» в рационе молодняка свиней на последующих этапах выращивания поросят позитивно влияет на убойных выход и в среднем повышает его на 5% с сопутствующим улучшением в балансе мышечной и жировой ткани.

Л. Н. Гамко и Ю. Н. Черненок [23], при изучении продуктивности откормочного молодняка свиней, вводили в их рацион комплекс пробиотиков Ситексфлор № 1 и Ситексфлор № 5 (по 15 мл/гол. И 20 мл/гол. Каждого

препарат, периодически, три раза в неделю), что привело к повышению абсолютного прироста живой массы на 13,25 и 7,37 кг.

Стимулирующее действие на рост и развитие поросят отмечено в опытах Н. Ю. Трифонова [162] по применению пробиотиков «Биоспорин» и «Ветом2». Так, живая масса и среднесуточный прирост четырехмесячного молодняка были достоверно выше контроля на 7,7–8,1 %, динамика экстерьерных промеров соответствовала весовым изменениям.

С. Ф. Даусов [30] изучал эффективность пробиотических кормовых добавок «Гресс» и «Ветом» в рационе поросят и подтвердил повышение энергии роста и сохранности молодняка на 5,7–6,3% и 16,0–18,5%, при этом отметив снижение заболеваемости на 21,0–23,0%.

Эффективность пробиотических препаратов «Ветом 1.1» и «Проваген» при 90-дневном откорме свиней изучала Э. Е. Острикова [102] и в результате получила приросты тушь на 11,9 и 13,2 кг больше, чем у сверстников контрольной группы, а также животные опытных групп отличались более высокой убойной массой (на 12,9 и 14,6 кг) и убойным выходом у маток (на 3,03 и 3,13%).

Пробиотик «Проваген» способствует лучшему перевариванию питательных веществ у поросят, что подтверждают данные, полученные в исследованиях Н. В. Абрамковой с соавторами [1]. Так, переваривание сухого вещества увеличилось на 1,4 %, сырого протеина – на 2,1%, сырого жира – на 3,8%, сырой клетчатки – на 2,4%, БЭВ – на 3,0%.

С. И. Горбунов с соавторами [28] «при изучении эффективности применения пробиотической добавки лактобел при выращивании поросят-отъемышей помимо увеличения живой массы четырехмесячных поросят на 8,5–9,0%, а среднесуточного прироста – на 14,6–14,9% также получили повышение коэффициента переваримости питательных веществ. Так, переваривание сухого вещества было выше, чем в контроле, на 3,9–4,3%, органического вещества – на 2,1–2,3%, сырого протеина – на 2,9–3,1%, сырого жира – на 2,8–3,0 %, сырой клетчатки – на 2,7–2,9%, БЭВ – на 2,1–

2,2%. При этом было отмечено повышение бактерицидной и лизоцимной активности на 6,18–6,19 и 4,7–4,8%. Прослеживалась четкая тенденция увеличения количества белка, гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, сахара, кальция, фосфора в крови поросят опытных групп».

Пробиотическая кормовая добавка «Пролам» тоже согласно исследованию И.А. Алексеева и Д.Г. Венгренюка [3] несёт положительную динамику с точки зрения улучшения естественной резистентности организма животных. Что также объясняется повышением фагоцитарной, лизоцимной и бактерицидной активности как крови, так и сыворотки.

В исследованиях Г. О. Нугуманова и Ф. С. Хазиахметова [95] по включению в рацион отъемышей 0,5 мл на 10 кг живой массы поросят пробиотика «Витафорт» также отмечают повышение среднесуточного прироста и снижение расхода корма на 21,5 и 16,1 %, при более высоких экстерьерных показателях опытных особей.

Заключение по обзору литературы

Учитывая биологические особенности свиней как моногастричных животных, строение и функционирование их желудочно-кишечного тракта (относительно небольшой однокамерный желудок и развитый толстый отдел, особенно слепая кишка, где происходит основное микробное ферментирование клетчатки) определяют ключевую роль сложной и динамичной кишечной микробиоты. Эта микробиота критически важна для пищеварения, синтеза витаминов, формирования иммунитета и защиты от патогенов. Однако данная система высокочувствительна к дисбалансам, особенно в критические периоды (ранний постнатальный период, отъем, смена корма, стресс), что проявляется нарушениями пищеварения, снижением конверсии корма и продуктивности, повышением заболеваемости.

Применение пробиотических средств на основе *Bacillus* spp. является высокоэффективным инструментом коррекции этих нарушений, оказывая комплексное положительное воздействие на желудочно-кишечный тракт,

физиологическое состояние и продуктивность. Данные пробиотические штаммы нормализуют микробиоценоз, подавляя патогенную микрофлору (*Clostridium, E. Coli,* бактерий рода *Salmonella*) и стимулируя рост популяций полезных бифидо- и лактобактерий. Это способствует снижению частоты диарей и дисбактериозов. Укрепление кишечного барьера достигается за счет стимуляции выработки бактериоцинов и короткоцепочечных жирных кислот (уксусная, пропионовая), что минимизирует проникновение токсинов и патогенов.

На физиологическом уровне пробиотики усиливают ферментативную активность (протеазы, целлюлазы), повышая усвояемость питательных веществ и снижая конверсию корма, а также активируют иммунитет (усиление синтеза интерферона, повышение уровня гемоглобина и эритроцитов). Дополнительным преимуществом является их детоксицирующая функция (нейтрализация микотоксинов и нитратов в кормах). В результате отмечается значимое повышение продуктивности: у свиноматок улучшаются показатели многоплодия, молочности, а у молодняка увеличиваются сохранность и среднесуточные приросты живой массы.

Экономическая эффективность проявляется в снижении себестоимости продукции, повышении рентабельности и значительном сокращении использования антибиотиков, что обеспечивает биобезопасность мяса.

Таким образом, целенаправленное введение и изучение новых пробиотических штаммов позволяет расширить спектр применяемых средств, для оптимизации микробиома в организме хозяина, дать возможность для создания перспективной альтернативы антимикробным средствам, обеспечивая устойчивое развитие свиноводства через комплексную оптимизацию физиологического статуса животных и экономических показателей отрасли.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научно-исследовательская работа проводилась в период с 2022 по 2025гг. на базе кафедры разведения, кормления и частной зоотехнии, центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, свиноводческого комплекса АО «Агрофирма «Дороничи» (Кирово-Чепецкий район, Кировская область) и молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ» (г. Санкт-Петербург). Исследования проведены на поросятах (ДхЛхКБ) в период доращивания в возрасте от 28 до 83 дней. Система содержания животных – безвыгульная, способ содержания – групповой. Условия содержания были унифицированы при использовании технологического оборудования фирмы Big Dutchman. Исследования проводили согласно дизайну научного исследования, иллюстрированного на рисунке 1.

При проведении исследований по определению оптимальной дозы пробиотика ЛикваФид животных разделили по принципу аналогов на 4 группы, размещенные по секциям в цехе доращивания. В каждой секции для индивидуального учета продуктивных показателей был выделен один станок вместимостью 35 голов. Опытные группы получали пробиотик ЛикваФид, вносимый с питьевой водой через медикатор: группа 1 (n=749) – в дозе 40 г/т, группа 2 (n=729) – в дозе 50 г/т, группа 3 (n=734) – в дозе 60 г/т. Все опытные группы получали препарат ежедневно в течение 58-дневного периода доращивания. Контрольная группа (n=749) получала основной (фоновый) рацион без пробиотика; питьевая вода не содержала пробиотика ЛикваФид.

После определения оптимальной дозы пробиотика ЛикваФид все исследования проводили, используя его в количестве 50 г на тонну питьевой воды.

Рисунок 1 - Дизайн научно-производственного эксперимента

В ходе всего периода доращивания осуществлялся мониторинг физиологического состояния животных опытных и контрольной групп. График измерения температуры тела, частоты пульса и дыхания включал постановку на доращивание, еженедельные замеры в течение первых трех недель и замеры с интервалом в две недели в последующий период. Для термометрии молодняка свиней использовали медицинский электронный инфракрасный термометр серии WF-5000, а частоту пульса и дыхания определяли путем подсчета за одну минуту согласно общепринятым в клинической диагностике методикам. За животными проводили наблюдения по приему корма и воды, а также по ее расходу в производственном помещении.

Для анализа морфологических и биохимических показателей крови у 10 голов молодняка свиней опытной и контрольной группы в производственных условиях проводили взятие крови из яремной вены с использованием вакуумных систем «Lab-Vac» при постановке на исследование и по завершению эксперимента.

Общий анализ крови и определение биохимических показателей в сыворотке крови проводили в лаборатории иммунобиохимического анализа биологических объектов ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ. Полученную цельную кровь исследовали с помощью гематологического анализатора Abacus junior VET (Diatron®, Vienna, Austria) на следующие показатели: гемоглобин, эритроциты, лейкоциты. Также в цельной крови определяли содержания веществ низкой и средней молекулярной массы в плазме и эритроцитах по методу М.Я.Малаховой в модификации И.П.Степановой (2004). При получении сыворотки крови в ней исследовали с помощью ветеринарного автоматического биохимического анализатора серии iMagis на биохимические показатели: общий белок, альбумин, аланинаминотрансферазу, аспартатаминотрансферазу, мочевину, креатинин, общий билирубин, прямой билирубин, глюкозу, железо. В сыворотке крови

проводили определение общих иммуноглобулинов – по реакции с Na_2SO_4 (б/в, х.ч.).

Для изучения микробиоциноза и лимфоидной ткани ободочной кишки поросят на доращивании провели убой животных в опытной (n=3) контрольной группе (n=3). Ободочную кишку экспериментальных свиней освобождали от содержимого и готовили макропрепараты согласно методике T. Hellman (1921) для оценки лимфоидной ткани стенки кишечника. Полученный биоматериал исследуемой делили на три отдела: проксимальный, средний и дистальный. В готовых тотальных макропрепаратах в стенке ободочной кишки на световом столе определяли плотность лимфогландулярных комплексов на площади участка кишки, плотности лимфоидных узелков в 1 гландулярном комплексе, плотность одиночных лимфоидных образований, как в собственной пластинке, так и подслизистой основе и расстояния между одиночными лимфоидными узелками.

Лабораторные исследования содержимого ободочной кишки и в дальнейшем фекалий осуществляли с применением молекулярно-биологических анализов в молекулярно-генетической лаборатории компании «БИОТРОФ». Отбор содержимого ободочной кишечники свиней проводили с соблюдением правила асептики непосредственно после убоя животных. Биоматериал из ободочной кишки в количестве 3-4 г помещали в стерильные пластиковые пробирки Эппендорфа. Аналогично отбору биоматериала из ободочной кишки с соблюдением правил асептики из прямой кишки животных отбирали 2-4 г фекалий. Фекалии от свиней опытной и контрольной групп (n=3) отбирали при постановке в технологическую группу и через 4 недели, а также перед переводом на откорм. Образцы помещали в стерильные пробирки Эппендорф.

Транспортировка материала осуществлялась в термоконтейнере с охлаждающими элементами. Хранение биопроб до лабораторных исследований осуществлялась при температуре -20 ºС.

Извлечение тотальной ДНК происходило с применением набора Genomic DNA Purification Kit (Thermo Fisher Scientific, США), задачей которого является экстракция ДНК из обширного числа источников. Анализ работы флуориметра Qubit в совокупности с набором реагентов Qubit dsDNA BR Assay Kit (Thermo Fisher Scientific, Литва) показал результаты в количественном эквиваленте ДНК не менее 50 ng/μl.

Для проведения ПЦР в реальном времени задействованы специальный прибор амплификатор ДТ Lite-4 (ООО «НПО ДНК-Технология», Россия) и необходимые наборы реактивов разноплановогo спектра применения для его работы. Амплификатор способен выполнить анализ общего количественного и качественного состава отдельных таксонов бактерий, грибов и в том числе архей. Немаловажно, что прибор способен определять и патогенные микроорганизмы. Для проведения реакции на амплификаторе использовались реактивы входящих в состав набора для ПЦР-РВ с наличием в составе красителя Eva Green (ЗАО «Синтол», Россия) и необходимых для этого соответствующих праймеров (5'-3'). Перечень праймеров приведен в таблице. Сами условия проведения амплификации предопределены используемыми праймерами и соответствовали их оптимальным требованиям во всех циклах работы амплификатора. Оптимальными условиями работы праймеров в нашем случае были: 95°С — 3 мин. (1 цикл); 95°С-13 сек., 57°С- 13 сек., мин., 72°С-30 сек. (40 циклов).

В процессе проведения научно-производственных экспериментов отслеживалась динамика живой массы молодняка свиней путем их взвешивания, которое проводилось утром до кормления. По результатам взвешивания животных рассчитывали абсолютный, среднесуточный и валовый прирост живой массы тела.

Для проведения научно-производственного апробации поросят после отъема в возрасте 28 дней разделили по принципу аналогов на две группы: опытную и контрольную. Свиньям опытной группы (n=420) с питьевой водой ежедневно в период содержания на доращивании выпаивали пробиотик

ЛикваФид в количестве 50 г на 1 т воды. Животные контрольной группы (n=394) получали питьевую воду без добавления пробиотика.

Экономическую эффективность выращивания поросят в технологической группе доращивания рассчитывали на основе дополнительных затрат, сложившихся на предприятии в период проведения эксперимента, а также от прибыли при использовании пробиотика ЛикваФид по методике ВАСХНИЛ (1983).

Все полученные в ходе исследований количественные данные были подвергнуты статистической обработке. Для каждой анализируемой выборки вычисляли среднее арифметическое значение (M) и стандартную ошибку среднего (m). Обработка данных выполнялась на персональном компьютере IBM-Pentium IV под управлением операционной системы Windows-2000 с использованием программного пакета Microsoft Office 2010. Применялись стандартные методы математической статистики; статистическая значимость различий оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента. Различия между сравниваемыми величинами считались статистически значимыми при уровне достоверности $p \leq 0,05$.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Характеристика условий проведения экспериментальных исследований на молодняке свиней в технологической группе доращивания

Животноводческий объект представляет собой совокупность производственных зданий репродуктора и доращивания, который функционирует как предприятие закрытого типа. На всех въездах/входах установлены ветеринарно-санитарные объекты (санпропускник, дезинфекционные барьеры и коврики), обязательные для использования, как сотрудниками, так и транспортом. Для обеспечения биобезопасности действует строгий пропускной режим: запрещены вход посторонних лиц и въезд транспорта, не связанных с производственным процессом. Цель данных мер — полностью исключить занос и распространение заразных заболеваний на территории комплекса.

Все производственные корпуса объединены центральным проходом-галереей. Здание доращивания имеет размерность в 108х18 м и состоит из 9 комнат-секций, где молодняк проходит данный технологический период. Общая вместимость его составляет 4500 голов. Основу технологии составляют принципы непрерывности и ритмичности производственного цикла.

На свинокомплексе применяется безвыгульная система содержания, где поросята на доращивании содержатся крупногрупповым способом. Содержат поросят в станках на щелевых полах по 35 голов (рис 2.).

Ритмичность производства обеспечивается строго равномерным формированием производственных групп животных и их синхронизированным перемещением по всей технологической цепи, реализуя ключевой организационный принцип «все свободно – все занято», означающий полную взаимосвязь между освобождением и немедленным заполнением производственных секций. Мерой этого ритма служит

продолжительность формирования производственной группы на каждой из стадий процесса – от момента опороса до доращивания.

С целью создания комфортных условий и поддержания оптимального микроклимата на предприятии внедрена система автоматизированного управления микроклиматом в помещениях через систему датчиков температуры, установленных в каждом производственном боксе.

Температурный режим регулируется системой «БигДачмен». Состоит она из газового теплогенератора ДжетМастер со встроенным вентилятором для разноса тепла вдоль производственного корпуса. Параметры микроклимата в зоне содержания молодняка на доращивании показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры микроклимата участка доращивания

День после поступления	Возраст, дней	Приток воздуха, м. куб/гол	Температура, ℃
1	28	3	28
7	40	3,5	27,5
14	46	4,6	27
21	53	5,8	26,5
28	60	7,1	26
35	68	8,4	25,5
42	75	9,8	25
49 -56	78	11,5	24

В дополнении для регуляции влажности и снижении температуры в жаркие периоды имеется система туманообразования и контроля влажности также интегрированная к системе датчиков контроля микроклимата.

В основе решения вентиляции на комплексе лежит система отрицательного давления. При этом разряжение в помещения создается за счёт удаляемого наружу воздуха посредством вытяжных каминов. Вытяжные камины представляют собой устанавливаемые в кровле в районе конька вентшахты, снабженные электродвигателями и вентиляторами, приводимыми в действие автоматикой.

В производственных помещениях используется только искусственная освещенность, которая составляет 2,6-3,3 Вт/м^2.

Для навозоудаления применяется самосплавная система периодического действия.

Рисунок 2 – Содержание свиней на доращивании

На доращивании предусмотрен сухой тип кормления. Корма животным выдаются при помощи специальных бункерных кормушек «БигДачмен», высота установки которых регулируется (35-45 см для доращивания) с помощью болтов или тросовой системы для оптимального доступа. Эти кормушки обеспечивают точное и адаптивное дозирование корма, минимизируя его потери. Свежий корм подаётся в них автоматически

по трубопроводам от центрального хранилища посредством пневмотранспорта, поступая в кормушки, согласно установленной норме кормления. Конструкция с регулируемыми заслонками и зонами доступа позволяет оптимизировать потребление в зависимости от возраста и физиологического состояния животных, способствуя равномерному росту и снижению конкуренции у кормушки.

Поросята возрастом 25-45 дней получают комбикорм СПК-3, а 35-60 дней СПК-4. Для поросят, достигших возраста 61-80 дней, применим корм СПК-5. Данные о рецептурах рационов показаны в приложении 1-3.

Важным фактором создания оптимальных условий содержания и кормления и остаётся обеспечение животных водой. Как уже было сказано, воду животные получают вволю и не имеют особых ограничений по её потреблению. Поение осуществляется через регулируемые ниппельные поилки, расположенные на высоте 20 и 45 см от решётчатого пола на одном трубопроводе. Для введения в питьевую воду веществ, критически зависящих от точной концентрации (ветпрепаратов, витаминов, лечебно-профилактических добавок), в систему водопоения встроен медикатор – устройство, гарантирующее их фиксированное дозирование.

Исследуемый пробиотик ЛикваФид вводился животным аддитивно с питьевой водой посредством системы дозирующего оборудования. Пробиотик ЛикваФид представляет собой специализированный двуштаммовый пробиотический комплекс, разработанный для коррекции микробиоценоза и функциональной оптимизации желудочно-кишечного тракта животных. Основу его состава формируют селекционированные штаммы спорообразующих аэробных бактерий *Bacillus megaterium* и *Bacillus subtilis*, характеризующиеся выраженной антагонистической активностью в отношении условно-патогенной микрофлоры, высоким ферментативным потенциалом и резистентностью к физико-химическим факторам желудочно-кишечной среды. Микробиологический титр средства составляет не менее 1×10^8 КОЕ/г для *Bacillus megaterium* и не менее 1×10^8 КОЕ/г для *Bacillus*

subtilis. В качестве инертного носителя используется пищевая лактоза. Адаптация пробиотика ЛикваФид к гидродинамическому внесению обеспечивают гомогенное распределение пробиотических штаммов в водной среде и точную дозировку на поголовье свиней.

3.2 Отработка оптимальной дозы пробиотика ЛикваФид при выращивании поросят в период доращивания

Положительное влияние на организм животных любых биологически активных веществ, в том числе и пробиотиков зависит от правильно подобранной и физиологически обоснованной оптимальной дозы. Поскольку для молодняка свиней наиболее эффективным хозяйственно-полезным признаком, характеризующим его рост и развитие, является живая масса, а также сохранность, нами были изучены данные показатели при обосновании оптимальной дозировки пробиотика ЛикваФид.

Оценку эффективности разных доз пробиотика ЛикваФид проводили в два этапа в 4 секциях цеха доращивания. Для этого свиньям каждой секции использовали выпаивание пробиотика из расчета 40, 50 и 60 г на одну тонну водопроводной воды. Еще одна секция животных служила отрицательным контролем. На первом этапе в каждой секции доращивания подобрали один станок по 35 голов в каждом, в которых проводили индивидуальный учет живой массы и сохранности. На втором этапе были оценены продуктивные показатели всего поголовья поросят и их жизнеспособность по каждой секции.

В процессе исследования в параллель с отработкой доз, проводили наблюдение за поведением животных и их аппетитом, фиксируя физиологическое состояние животных опытных и контрольных группы в течение всего периода доращивания.

Поросята охотно подходили к автоматическим поилкам, и пили воду, а также к бункерным кормушкам и употребляли корм. Не изменялось и

поведение свиней на доращивании. Общее состояние свиней за весь период было удовлетворительным.

Мониторинг основных клинических показателей у молодняка свиней подтверждал наши наблюдения за животными во время экспериментальных исследований. Данные клинических измерений отражены в таблицах 2-4.

Таблица 2 — Показатели температуры поросят на доращивании, ^{0}C (n=10)

Период исследования	Группа			
	опытная			контрольная
	40г/т	50г/т	60г/т	
При постановке	39,52±0,05	39,46±0,05	39,58±0,08	39,42±0,04
Через 1 неделю	39,46±0,02	39,46±0,02	39,44±0,04	39,36±0,05
Через 2 недели	39,42±0,04	39,34±0,05	39,42±0,05	39,24±0,05
Через 3 недели	39,40±0,03	39,26±0,05	39,44±0,06	39,22±0,07
Через 5 недель	39,34±0,05	39,20±0,05	39,38±0,08	39,20±0,05
Через 7 недель	39,32±0,04	39,16±0,05	39,32±0,07	39,10±0,07

Представленные в таблице 2 цифровые показатели температуры тела животных контрольной и опытных групп поросят свидетельствую о нахождении их в пределах физиологической нормы. Между исследуемыми группами молодняка на протяжении всего периода исследования не наблюдаются различия кроме группы животных, которой вводился пробиотик в дозировке 60г/т. Во всех группах кроме опытной, где препарат вводился в дозировке 60г/т регистрируется снижение температуры тела от постановки к 7 неделе выращивания поросят, что характеризуется увеличением возраста и физиологическим замедлением обменных процессов в организме. В свою очередь заметна возможная реакция организма на недостаточно оптимальную для животного дозировку в группе с мерой

введения пробиотика в 60 г/т. Это выражено наиболее сильным отклонением температуры к верхней границе физиологической нормы относительно других опытных и контрольной групп.

При определении пульса выявили его колебания в опытных группах в пределах 86,20-97,00 ударов в минуту с дозировкой 50 г/т, 87,80-97,40 ударов — с дозировкой 40 г/т и 92,80-99,20 ударов — в опытной группе с дозой в 60г/т. В свою очередь в контрольной группе данный диапазон составил – 83,40-95,60 ударов в минуту. Это свидетельствуют об отсутствии значительных различий между группами (табл. 3). Данный показатель во всех группах животных на протяжении всего периода исследований соответствовал физиологической норме 90-120 ударов в минуту для данного возрастного периода. Однако стоить отметить, что в группе с применением пробиотика, дозируемого 60 г/т заметны наиболее высокие показатели частоты пульса среди всех групп исследуемых животных.

Таблица 3 — Показатели пульса поросят на доращивании, ударов/минуту (n=10)

Период исследования	Группа			
	опытная			контрольная
	40г/т	50г/т	60г/т	
При постановке	91,80±1,39	91,60±2,14	92,80±2,31	95,60±3,37
Через 1 неделю	93,00±1,67	97,00±3,32	94,40±2,46	91,60±3,33
Через 2 недели	94,40±1,50	92,40±3,06	97,60/±1,12	87,40±2,79
Через 3 недели	97,40±2,16	88,80±2,42	99,20±1,46	85,80±3,01
Через 5 недель	87,80±1,77	90,40±2,86	99,60±1,12	86,40±2,34
Через 7 недель	89,40±1,63	86,20±2,15	98,80±0,80	83,40±2,56

Цифровые значения, представленные в таблице 4, свидетельствуют о преимущественном нахождении их в референсных значениях. Небольшое учащение дыхания наблюдается в опытных группах поросят как в начале

постановки на доращивание, так и через неделю его регистрации. Но в целом через 2 недели после постановки частота дыхания нормализуется и входит в предел от 35-40 дыханий в минуту, как в опытных, так и в контрольной группах.

Таблица 4 — Показатели дыхания поросят на доращивании, дыхательных движений в минуту (n=10)

Период исследования	Группа			
	опытная			контрольная
	40г/т	50г/т	60г/т	
При постановке	45,00±1,64	44,80±1,62	46,60±1,54	42,60±0,98
Через 1 неделю	43,40±1,21	45,60±2,71	45,80±0,66	40,60±1,54
Через 2 недели	38,00±0,84	37,60±1,33	44,80±0,37	38,60±1,08
Через 3 недели	38,80±1,07	39,00±2,24	42,20±1,50	40,80±1,66
Через 5 недель	35,80±1,16	40,60±2,36	38,60±1,03	35,20±1,85
Через 7 недель	35,40±1,29	36,00±2,83	37,40±0,93	35,40±1,78

Обобщая результаты клинического обследования, можно констатировать, что применение пробиотика не отразилось отрицательно на физиологическом состоянии поросят. Поведение поросят в опытной и контрольной группе оставалось идентичным на протяжении всего исследования, животные не проявляли лишней раздражительности. Так же следует добавить, что в период исследования у поросят не изменялась потребность в воде, сохранялся хороший аппетит. Высокая поедаемость кормов создает перспективу получение высоких среднесуточных приростов живой массы поросят.

Результаты первого этапа исследования по динамике живой массы, величине прироста и жизнеспособности поросят представлены в таблице 5 и рисунках 3, 4, 5.

При постановке на доращивание животные экспериментальных групп имели среднюю живую массу от 7,72 до 7,98 кг. В течение технологического периода среди них регистрировали высокую сохранность, как в опытных, так и контрольной группе. Падеж был отмечен только в одной опытной группе при применении пробиотика в дозе 60 г/т воды, который не был связан с патологией органов пищеварения.

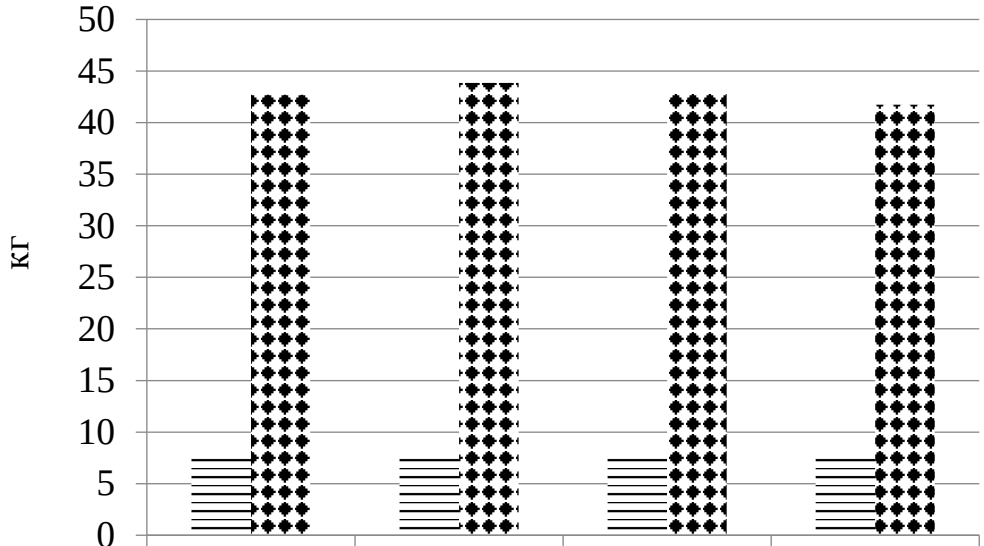
Таблица 5 – Динамика живой массы, величина прироста и сохранность молодняка свиней

Показатель	Группа			
	опытная			контрольная
	40 г/ т воды	50 г/ т воды	60 г/ т воды	
Количество животных, гол.	35	35	35	35
Живая масса при отъеме, кг	7,98±0,10	7,77±0,04	7,72±0,10	7,89±0,06
Живая масса при переводе на откорм	42,71±0,37	43,84±0,42***	42,94±0,38*	41,74±0,39
Сохранность, %	100	100	97,14	100
Абсолютный прирост, кг	34,73±0,34	36,07±0,29***	35,22±0,30**	33,85±0,37
Среднесуточный прирост, г	598,79±5,68	621,90±6,47***	607,24±6,83*	583,62±6,64

Примечание: *P<0,05; **P<0,01 ***P<0,001 – по отношению к контрольной группе

По завершению периода доращивания средняя живая масса свиней была выше в группах, где применялся пробиотик ЛикваФид, по сравнению с интактным молодняком (рис. 3). Средняя живая масса поросят в контрольной группе составила 41,74±0,39 кг, что меньше на 0,97 кг, 2,10 кг (P<0,001) и 1,20 кг (P<0,05), чем в группах при применении пробиотика ЛикваФид в дозе

40, 50 и 60 г на тонну воды, соответственно. Данный положительный эффект прироста живой массы свидетельствует о лучшем усвоении питательных веществ с кормом при поступлении в организм пробиотика. Среди опытных групп наибольшая живая масса регистрировалась у свиней при вводе с водой пробиотика ЛикваФида в дозе 50 г/т — 43,84±0,42 кг, что больше на 1,13 кг и 0,90 кг, чем при выпаивании пробиотического комплекса в дозе 40 г/т и 60 г/т воды.



	40 г/т воды	50 г/т воды	60 г/т воды	контрольная
= Живая масса при отъеме	7,98	7,77	7,72	7,89
◆ Живая масса при переводе на откорм	42,71	43,84	42,94	41,74

Рисунок 3 – Живая масса поросят при отъеме и при переводе на откорм

Анализ расчетных данных по абсолютному приросту и среднесуточному приросту показал преимущество использования пробиотика ЛикваФид в дозе 50 г/т воды (рис. 4 и 5). Так, абсолютный прирост в данной дозировке составил 36,07 кг, тогда как при использовании пробиотика в дозе 40 г/т воды, 60 г/т воды и контрольной группе он был, соответственно, ниже на 1,34 кг, 0,85 кг и 2,22 кг.

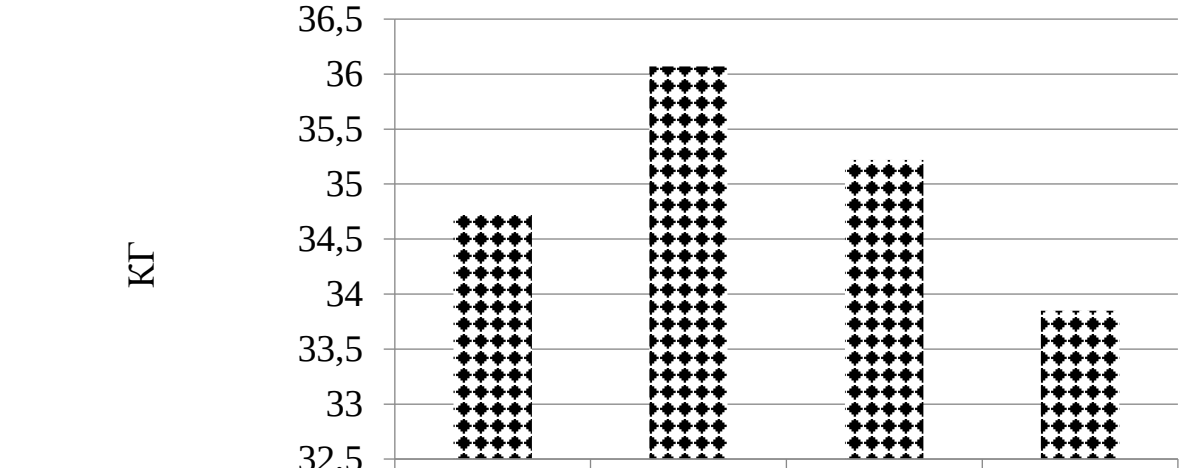


Рисунок 4 – Абсолютный прирост поросят за период доращивания

Среднесуточный прирост живой массы свиней имел подобную динамику в исследуемых группах. Данный прирост в опытной группе 50 г/т воды составил 621,90 г, что больше на 23,11 г, 14,66 г и 38,28 г, чем в группе с дозой пробиотика 40 г/т, 60 г/т и интактными животными.

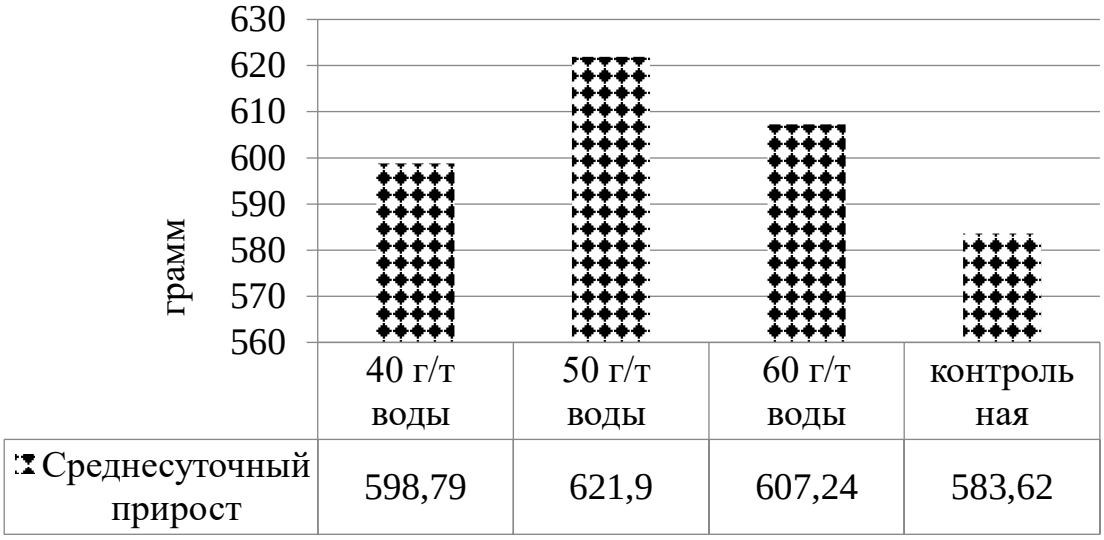


Рисунок 5 – Среднесуточный прирост живой массы свиней за период доращивания

Следовательно, по результатам контрольных взвешиваний, можно констатировать, что пробиотик ЛикваФид оказывает положительный эффект на продуктивные показатели поросят на доращивании. Наиболее

выраженные положительные изменения живой массы молодняка свиней были выявлены при использовании пробиотика в дозе 50 г/т питьевой воды.

На втором этапе эксперимента провели оценку продуктивных показателей и жизнеспособности свиней на доращивании по всему поголовью секций цеха доращивания. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Динамика живой массы, величина прироста и сохранность молодняка свиней

Показатель	Группа			
	опытная			контрольная
	40 г/ т воды	50 г/ т воды	60 г/ т воды	
Поставлено на доращивание, гол	749	729	734	749
Живая масса при отъеме, кг	7,9	7,9	7,8	7,8
Передано на откорм, гол.	738	709	713	732
Сохранность, %	98,53	97,25	97,14	97,73
Живая масса при переводе на откорм, кг	41,45	42,74	41,97	40,99
Абсолютный прирост, кг	33,55	34,84	34,17	33,19
Среднесуточный прирост, г	578,45	600,69	589,13	572,24

При анализе цифровых значений, представленных в таблице 6 видно, что животные, получавшие пробиотик ЛикваФид при переводе на откорм, в отличие от свиней интактной группы имели большую живую массу. В группе с дозой 40 г/т воды изучаемый показатель превышал контрольную группу на 0,46 кг, 50 г/т воды – на 1,75 кг и 60 г/т воды – на 0,98 кг. При этом, сравнивая группы при использовании разных доз пробиотика, была выявлена наибольшая живая масса у поросят в группе 50 г/т воды. В данной группе изучаемый показатель был выше на 1,29 кг и на 0,77 кг, чем в группе с пробиотика ЛикваФид в дозе 40 и 60 г/т воды.

Абсолютный прирост за период исследования в опытных группах был выше, чем контрольной. Так, данный показатель у интактных животных был ниже на 0,36 кг, 1,65 кг и 0,98 кг, чем в группах при применении пробиотика ЛикваФид из расчета 40, 50 и 60 г/т воды. Лучший результат показали животные в группе 50 г/т воды, и составил выше группы 40 г/т – на 1,23 кг, 60 г/т – на 0,67 кг и контрольной – на 1,65 кг.

Аналогичные результаты наблюдаются по среднесуточным приростам живой массы. За период доращивания молодняк свиней контрольной группы имел более низкие значения по данному расчетному показателю, уступая по нему животным опытных групп на 6,21 г, 28,45 г и 16,89 г, соответственно. У поросят опытных групп высокий среднесуточный прирост имела группа с дозой пробиотика ЛикваФид 50 г/т воды, у них данный показатель был больше на 22,24 г и 11,56 г, чем с дозой 40 и 60 г/т воды.

При обосновании экономической эффективности применения оптимальной дозы пробиотика ЛикваФид использованы сравнительные продуктивные показатели свиней опытных и контрольной группы в технологический период доращивания. Результаты исследования представлены в таблице 7.

Расчет экономической эффективности применения пробиотика ЛикваФид проводили по разнице среднесуточных приростов, полученных в опытной и контрольной группах животных, а также с учётом затрат на приобретение пробиотического комплекса. Для этого использовали следующую формулу:

$$Э = (М \times Т \times Цж) \times ((СП_1 — СП_2)\text{-}М/1000) \times З, \text{ где}$$

Э – эффективность использования биодобавки, руб.

М — количество наблюдаемых животных, гол.

Т — период наблюдения, дни

Цж — средняя цена реализации 1 кг свинины в живом весе, руб.;

$СП_1$, - среднесуточный прирост 1 животного полученный за период в группе с использованием пробиотика ЛикваФид, г;

$СП_2$ — среднесуточный прирост, полученный на 1 животное за период в контрольной группе, г;

З – затраты на приобретение пробиотика ЛикваФид за период на 1 животное, руб.

Таблица 7 – Экономическая эффективность применения разных доз ЛикваФида свиньям на доращивании

Показатель	Группа			
	опытная			контрольная
	40 г/ т воды	50 г/ т воды	60 г/ т воды	
Количество животных в группе, гол.	738	709	713	732
Период наблюдения, дн.	58			
Цена реализации 1 кг свинины в живом весе, руб.	110			
Среднесуточный прирост за период доращивания, кг	578,45	600,69	589,13	572,24
Стоимость пробиотика, использованного на 1 животное за период доращивания, руб.	32,92	41,04	49,22	-
Экономическая эффективность использования пробиотика в группе, руб.	18339,30	111376,81	51585,55	-
Экономическая эффективность использования пробиотика в расчете на 1 животное, руб.	24,85	157,09	72,35	-

За период исследования в опытных группах расход пробиотика ЛикваФид в группе 40 г/т воды составил 8,1 кг, 50 г/т воды – 9,7 кг и 60 г/ т воды – 11,7 кг. При стоимости пробиотика 3000 рублей за 1 кг общие затраты составили 24300 руб., 29100 руб. и 35100 руб., соответственно. Стоимость пробиотического средства, использованного на одно животное за весь период

доращивания в группе 40 г/т воды, составила 32,92 руб., 50 г/т воды – 41,04 руб. и 60 г/ т воды – 49,22 руб.

На основании расчетных данных экономическая эффективность использования пробиотика ЛикваФид наиболее высокой была получена в группе 50 г/ т воды — 111376,81 руб., что на 93037,51 руб. и 59791,26 руб. больше, чем в группах 40 и 60 г/т воды.

Наибольшая экономическая эффективность использования пробиотика ЛикваФид в расчете на 1 животное также была получена в группе 50 г/т воды. Разница между группами составила 132,24 руб. и 84,74 руб., соответственно.

Таким образом, применение пробиотика с водой демонстрирует положительную динамику показателей, характеризующих рост и развитие молодняка свиней. При сравнении показателей разных опытных групп, получавших пробиотик ЛикваФид, наиболее эффективным действием в отношении живой массы, абсолютного и среднесуточного прироста обладала группа с выпаиванием пробиотических штаммов с водой в дозе 50 г/т. При проведении экономических расчетов установили, что применение пробиотика ЛикваФид в период доращивания молодняку свиней является экономически целесообразным. Наибольшая экономическая эффективность при его использовании достигает из расчета 50 г/т питьевой воды.

3.3 Морфологические и биохимические показатели крови молодняка свиней при использовании пробиотика ЛикваФид

Изучение морфологических и биохимических показателей крови имеет большое значение при обосновании влияния биологически активных добавок на организм молодняка свиней в период доращивания. Комплексный анализ данных показателей дает возможность оценить состояние сложных метаболических процессов в организме животных, обеспечивающих его рост, развитие и жизнедеятельность.

Нами в течение экспериментального периода у молодняка свиней отбиралась кровь для определения морфологических и биохимических показателей. В опытной группе использовалась оптимальная доза пробиотика ЛикваФид 50 г на тонну питьевой воды. Полученные результаты лабораторных анализов представлены в таблице 8, 9 и 10.

Таблица 8 – Морфологические показатели поросят (n=10)

Показатель	Группа			
	опытная		контрольная	
	до опыта	после опыта	до опыта	после опыта
Гемоглобин, г/л	94,00±3,00	97,50±2,27	94,70±2,21	97,70±2,70
Эритроциты, $x10^{12}$/л	6,08±0,23	6,65±0,10*	6,15±0,14	6,22±0,12xx
Лейкоциты, $x10^{9}$/л	15,64±0,86	14,90±1,07	16,00±0,93	14,85±1,12

Примечание: *P<0,05 – по отношению к значениям в начале опыта; xxP<0,01 – по отношению к значениям опытной группы.

Из данных таблицы 8 следует, что гематологические показатели на момент начала экспериментального исследования практически не отличались и находились в пределах физиологической нормы. По завершению исследования в общем анализе крови были установлены некоторые различия по изучаемым показателям. Так, по окончанию экспериментального периода у молодняка свиней опытной группы, получавших пробиотик, произошло увеличение уровня гемоглобина на 3,72% и количества эритроцитов на 9,38% (P<0,05). В контрольной группе также отмечали в крови повышение гемоглобина и эритроцитов, соответственно, на 3,16% и 1,14%, однако эти изменения были менее выражены. Следует отметить, что по завершению исследования у свиней опытной группы в крови количество эритроцитов было статистически выше на 6,91% (P<0,05) в сравнении с интактными животными. Положительная динамика в увеличении количества эритроцитов и уровня гемоглобина в крови опытных животных свидетельствует о лучшем снабжении тканей организма кислородом и, как следствие, более

интенсивном течении в нем окислительно-восстановительных процессов. Изменение количества лейкоцитов в крови молодняка обеих групп носило статистически не достоверный характер и находилось в диапазоне референсных значений.

Цифровые значения, представленные в таблице 9, свидетельствуют о том, что в начале опыта между сравниваемыми группами свиней большинство изучаемых в сыворотке крови показателей были идентичными и находились в границах физиологической нормы. Дальнейшие лабораторные исследования показали, что применение животным опытной группы пробиотика ЛикваФид позитивно отразилось на динамике биохимических показателей.

В конце периода доращивания уровень общего белка в опытной и контрольной группе повысился на 6,09% и 4,14%, соответственно. При этом произошло изменение качественного состава белков сыворотки крови в организме свиней, которое характеризовалось достоверным снижением уровня альбуминов в опытной группе на 18,98% ($P<0,01$) и в контрольной группе – на 17,57% ($P<0,01$), а также повышением уровня глобулинов, соответственно, на 50,66% ($P<0,01$) и 34,42% ($P<0,01$).

Уровень общих иммуноглобулинов в начальном периоде исследования в опытной группе был выше на 55,69% ($P<0,01$), чем в контрольной группе. По завершению экспериментальных исследований изучаемый показатель увеличился как в опытной, так и контрольной группе, соответственно, на 48,66% ($P<0,01$) и 52,10% ($P<0,001$) по отношению к исходному уровню.

В экспериментальных группах молодняка свиней отмечалось повышение в сыворотке содержания мочевины. Наиболее выраженное повышение мочевины регистрировали в контрольной группе на 55,32% ($P<0,05$), тогда как в опытной группе она увеличилась на 34,42%. В группе свиней, получавших пробиотик ЛикваФид, повышение уровня общего белка на фоне не значительного повышения образования мочевины в сыворотке

крови свидетельствует о более выраженном биологическом синтезе белков и аминокислот, чем в контрольной группе.

Таблица 9 – Биохимические показатели поросят (n=10)

Показатель	Группа				Норма
	опытная		контрольная		
	до опыта	после опыта	до опыта	после опыта	
Общий белок, г/л	42,81±2,25	45,59±1,10	42,76±0,99	44,61±1,63	55-75
Альбумины, г/л	29,84±1,25	25,08±0,73**	30,12±0,95	25,62±0,7**	25,8 - 39,7
Глобулины, г/л	12,97±1,24	19,54±0,86**	12,64±0,63	16,99±1,31**	15,3-49,2
Мочевина, ммоль/л	2,30±0,41	3,00±0,48	2,82±0,40	4,38±0,58*	3,1-9,2
АлАТ, Ед/л	53,17±4,89	37,59±4,62*	45,98±4,75	60,08±3,18*, xx	8,2-57,3
АсАТ, Ед/л	55,64±7,86	30,26±3,01**	45,33±2,62	56,30±8,96x	8,6-48,5
Билирубин общий, мкмоль/л	16,44±1,46	18,25±1,06	14,70±1,17	15,30±1,16	18-32
Билирубин прямой, мкмоль/л	1,14±0,08	1,20±0,16	1,17±0,06	1,17±0,12	0,9-46,8
Креатинин, мкмоль/л	128,42±6,18	85,08±1,93***	136,96±4,75	110,58±6,43**, xx	44,3 - 138,4
Глюкоза, ммоль/л	5,92±0,23	4,48±0,13***	5,80±0,17	5,12±0,17*, xx	3,4-6,0
Железо, мкмоль/л	28,99±5,34	16,04±0,89*	28,39±2,93	17,20±2,27**	10-30
Общие иммуноглобулины, мг%	52,00±5,67	77,30±3,79**	33,40±0,91xx	84,20±4,66***	

Примечание:*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001 – по отношению к значениям в начале опыта; xP<0,05, xxP<0,01 – по отношению к значениям опытной группы.

Активность аминотрансфераз в сыворотке крови животных в опытной и контрольной группе носила противоположный характер. Так, активность аланинаминотрансферазы у опытных животных снижалась на 29,30% ($P<0,05$), тогда как в контрольной группе она повышалась на 30,67% ($P<0,05$). При этом в контрольной группе активность данного фермента была выше в 1,6 раза ($P<0,05$), чем в опытной группе. Активность аспартатаминотрансферазы в сыворотке имела подобную тенденцию. В опытной группе регистрировали снижение фермента на 45,61% ($P<0,01$), а в контрольной группе его увеличение на 24,20%. При этом отмечалось статистически достоверное различие между сравниваемыми группами животных (на 86,06%, $P<0,05$). Следовательно, можно предположить, что введение молодняку свиней пробиотика ЛикваФид снижает нагрузку на печень в процессе его интенсивного выращивания и тем самым уменьшает лизис гепатоцитов.

Содержание общего и прямого билирубина в сыворотке у всех исследуемых животных изменялось не значительно в пределах референсных значений, что свидетельствует о физиологическом течение метаболических процессов в печени и нормальном течении различных биохимических процессов.

Максимальный уровень креатинина в сыворотке регистрировали у животных обеих групп в начале опыта. После его завершения отмечалось достоверное снижение данного показателя в опытной группе на 33,74% ($P<0,001$), а в контрольной группе на 19,26% ($P<0,01$). При этом содержание креатенина в контрольной группе было выше на 29,98% ($P<0,01$) в сравнении с опытной группой. Уменьшение содержания креатинина в сыворотке крови у животных, которым применяли пробиотика ЛикваФид, может является подтверждением физиологического функционирования почек и косвенно о его эффективности для снижения уровня эндоинтоксикации организма.

Содержание глюкозы в сыворотке в обеих группах снижалось в пределах физиологических значений, что связано со значительными

энергетическими затратами организма животных в данный технологический период. Наиболее выраженное понижение данного показателя происходило опытной группе на 24,32% (P<0,001), а наименее — в контрольной группе на 11,72% (P<0,05). При этом в конце экспериментального периода содержание глюкозы в опытной группе было меньше на 12,54% (P<0,01), чем в интактной группе.

В процессе интенсивного роста молодняка наблюдается снижение в сыворотке крови содержание железа, как в опытной группе, так и контрольной группе, соответственно, на 44,67% (P<0,05) и 39,42% (P<0,01). Некоторое понижение железа в пределах физиологических значений объясняется высокой скоростью роста свиней в период доращивания и использованием его не только из рациона, но и из резервов организма.

В дальнейшем провели изучение содержание веществ низкой и средней молекулярной массы в крови экспериментальных животных. Результаты лабораторного исследования крови молодняка свиней представлены в таблице 10.

Из данных, представленных в таблице 10 следует, что в начале эксперимента по содержанию веществ низкой и средней молекулярной массы в крови имелись различия на межгрупповом уровне. В опытной группе содержание веществ низкой и средней молекулярной массы в плазме и эритроцитах было выше у молодняка свиней соответственно на 16,79% и 13,77% (P<0,01) в сравнении с контрольной группой. По завершению исследований, у животных, получавших пробиотик ЛикваФид, регистрировали снижение содержания веществ низкой и средней молекулярной массы в плазме на 20% (P<0,05) и в эритроцитарной массе на 13,16% (P<0,01). В этот же временной период в контрольной группе наблюдали повышение уровня данных показателей на 19,71% и 7,98% (P<0,05). При этом содержание веществ низкой и средней молекулярной массы у интактных животных было выше в плазме на 28,13% (P<0,05), а в эритроцитарной массе на 9,30% (P<0,05) по отношению к опытным

животным. Следовательно, использование молодняку свиней пробиотика ЛикваФид позволило стабилизировать данный показатель, тогда как у контрольных животных произошло увеличение концентрации веществ низкой и средней молекулярной массы, что указывает на повышение токсической нагрузки на их организм.

Таблица 10 – Содержание веществ низкой и средней молекулярной массы в крови молодняка свиней (n=10)

Показатель	Группа			
	опытная		контрольная	
	до опыта	после опыта	до опыта	после опыта
Содержание ВНСММ: плазма, усл. ед.	1,60±0,07	1,28±0,10 *	1,37±0,10	1,64±0,10 x
эритроцитарная масса, усл. ед.	10,41±0,30	9,04±0,27 **	9,15±0,14 xx	9,88±0,22 *, x

Примечание: *P<0,05, **P<0,01 – по отношению к значениям в начале опыта; xP<0,05, xxP<0,01 – по отношению к значениям опытной группы

Таким образом, морфологические и биохимические показатели крови у молодняка свиней на доращивании в условиях экспериментального исследования находились преимущественно в границах физиологических значений, как в опытной, так и в контрольной группе, однако, при анализе ряда изучаемых показателей отмечалась тенденция, как к увеличению, так и к снижению их цифровых значений, отражающих физиологическое состояние организма животных. Проведенные лабораторные исследования позволили заключить, что применение пробиотика ЛикваФид в дозе 50 г/т питьевой воды свиньям в технологической группе доращивания оказало благоприятное воздействие на их организм, проявившееся наиболее стойким эффектом на активность процесса гемопоэза и нормализацией метаболических процессов.

3.4 Микробиом содержимого ободочной кишки поросят

Количественное и качественное изменение популяции микроорганизмов в кишечнике позволяет судить о роли биологически активных веществ, включая пробиотики, при их применении животным. Поскольку микроэкологическая система кишечника имеет большое значение для создания метаболического и иммунологического равновесия организма животных необходимого для их сохранения здоровья, роста, развития и продуктивности.

В ходе проведенных исследований была выполнена сравнительная оценка микробиоценоза содержимого ободочной кишки свиней методом ПЦР в реальном времени по завершении технологического периода доращивания. В опытной группе молодняку свиней в питьевую воду вводили пробиотик ЛикваФид в оптимальной дозе 50 г на тонну, а животных в контрольной группе содержали без пробиотика. Результаты лабораторных исследований представлены в таблице 11.

Из цифрового материала таблицы, следует, что общая бактериальная масса и качественные показатели содержимого ободочной кишки свиней по завершению периода доращивания существенного различаются между группами. Так, после использования поросятам пробиотика ЛикваФид общее количество бактерий в содержимом кишечника составило 9,24±3,47 $x10^7$ геномов/г, что в 3,12 раза больше, чем в контроле. Такое количественное увеличение разнообразия микробиоты в просвете ободочной кишки, на фоне применения пробиотика, лимитируется благоприятными условиями для ее роста и развития, среди которых оптимальный уровень pH среды и наличие питательных субстратов.

Таблица 11 –Количество микроорганизмов в содержимом ободочной кишки свиней, lg геномов/г (n=3)

Микроорганизмы	Группа	
	опытная	контрольная
Общее количество бактерий	9,24±3,47 x10^7	2,96±2,50 x10^7
Нормофлора		
Prevotella spp. И Porphyromonas spp.	15,28±8,17 x10^6	3,96±1,81 x10^6
Eubacterium spp.	7,37±4,21 x10^6	1,94±0,68 x10^6
Lachnobacterium spp., Clostridium spp.	4,42±2,80 x10^7	1,01±0,75 x10^7
Lactobacillus spp.	2,05±0,62 x10^7	0,85±0,83 x10^7
Megasphaera spp., Veillonella spp., Dialister spp.	10,15±5,17 x10^5	2,37±0,97 x10^5
Нежелательная микрофлора		
Peptostreptococcus spp.	15,28±8,17 x10^5	17,68±1,90 x10^5
Enterobacteriaceae	4,15±1,90 x10^5	6,42±1,43 x10^5
Mobiluncus spp., Corynebacterium spp.	0,92±0,35 x10^4	1,00±0,29 x10^4
Atopobium spp.	5,28±1,91 x10^1	5,28±1,91 x10^1
Патогены		
Fusobacterium spp., Sneathia spp., Leptotrichia sp	0,33±0,33 x10^3	2,10±2,10 x10^3
Streptococcus spp.	2,42±3,40 x10^6	2,44±1,37 x10^6
Staphylococcus spp.	4,91±2,58 x10^3	3,34±0,83 x10^3
Mycoplasma spp.	<п.д.о.*	<п.д.о.*
Ureaplasma spp.	<п.д.о.*	<п.д.о.*
Candida spp.	10,17±5,63 x10^4	0,54±0,04 x10^4

Примечание: <п.д.о.* - предел достоверного определения методом количественной ПЦР

При использовании молекулярно-генетических подходов в исследовании содержимого ободочной кишки в обоих группах выявили представителей нормофлоры, нежелательных и патогенных микроорганизмов. Необходимо отметить, что у всех животных полезные

микроорганизмы превалировали в количественном составе, что свидетельствовало о их здоровом состоянии. Вместе с тем, структура между различными микробными популяциями от общего количества бактерий в подопытных группах существенно различалась. На фоне применения пробиотического комплекса происходило увеличение доли в бактериальном сообществе представителей нормофлоры на 12,05% при снижении условно-патогенных и патогенных микроорганизмов на 6,05% и 5,54%, соответственно, чем в контроле (рис.6).

В структуре нормофлоры у подопытного молодняка свиней самые многочисленные популяции микроорганизмов были клостридий родов *Lachnobacterium spp., Clostridium spp*., лактобацилл рода *Lactobacillus spp*. и бактероиды родов *Prevotella spp.* и *Porphyromonas spp.*, а наименьшие — эубактерий рода *Eubacterium spp.* и лактат-утилизирующих бактерий родов *Megasphaera spp., Veillonella spp., Dialister spp*. (рис.7).

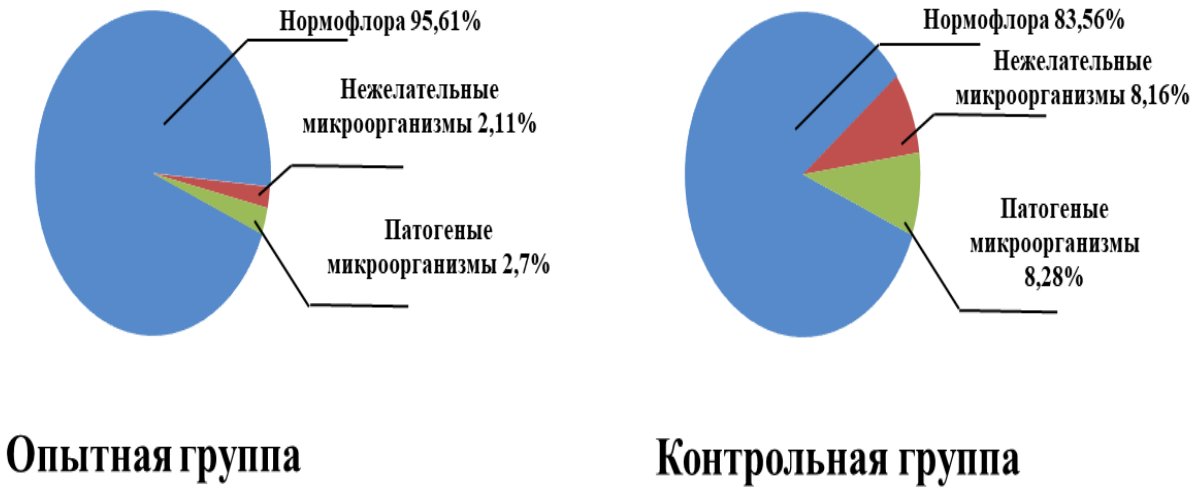


Рисунок 6 – Структура микробных популяций от общего количества бактерий в содержимом ободочной кишки

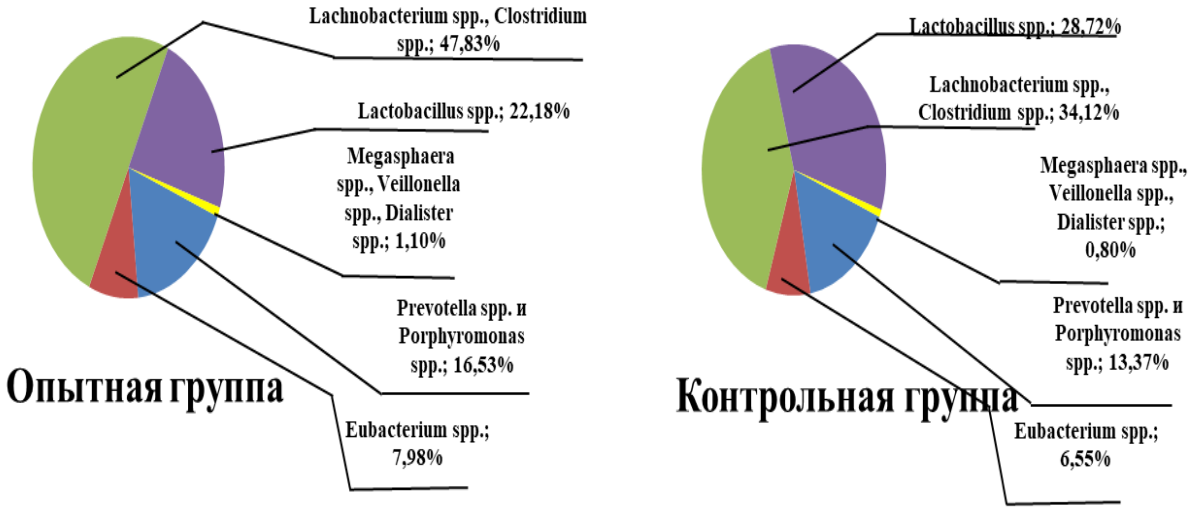


Рисунок 7 – Доля микроорганизмов нормофлоры в содержимом ободочной кишки свиней

При сравнительном количественном анализе между группами установили, что в опытной группе содержание бактероидов было больше в 5,54 раза, эубактерий – в 6,25 раз, клостридий – в 4,68 раза, лактобацилл – в 2,41 раза и лактат-утилизирующих бактерий – в 4,28 раза, чем в контрольной группе.

Доминирующими обитателями ободочной кишки оказались представители родов *Lachnobacterium spp., Clostridium spp.* обладающие ферментами для расщепления крахмалистых полисахаридов, что указывает на более полный метаболизм легкогидролизуемых компонентов кормов. Вместе с представителями родов *Prevotella spp., Porphyromonas spp.* и *Eubacterium* они способствуют повышению ферментации целлюлозы в просвете кишечника при использовании растительных полисахаридов рациона. По мнению Reichardt et al. (2014) семейства *Lachnospiraceae, Clostridiaceae* и *Bacteroidaceae* включают пропионат-продуцирующие бактерии [276].

Усиленная генерация пропионата может оказать важное влияние на физиологию хозяина, регулируя экспрессию генов и являясь сигнальной молекулой [254].

Пропионат обладает противовоспалительными свойствами на слизистой оболочке кишечника и после всасывания способствует глюконеогенезу в печени и может способствовать сытости [261].

Высокая доля рода *Lactobacillus spp.* обладающих иммуномодулирующей и антимикробной активностью, поддерживает высокий уровень локальной резистентности организма. Высокое кишечное изобилие лактобактерий и бифидобактерий, как правило, связано со здоровьем кишечника, поскольку эти роды могут способствовать подавлению роста условно-патогенных микроорганизмов [268, 284, 293, 302] и оказывают иммуномодулирующее действие [239, 249].

Несмотря на то, что данные отношения были получены для фекалиев, они, вероятно, отражают условия также в ободочной кишке.

Увеличение бактерий родов *Megasphaera spp., Veillonella spp., Dialister spp.* свидетельствует об увеличении синтеза микробиотой летучих жирных кислот, которые могут использоваться на пролиферацию слизистой оболочки кишечника, а также покрывать энергопотребности макроорганизма. Продукты жизнедеятельности лактат-утилизирующих бактерий обладают значительной антимикробной активностью в отношении патогенных форм микроорганизмов.

За счет увеличения полезных бактерий при использовании пробиотика ЛикваФид наблюдается снижение доли нежелательных и патогенных микроорганизмов в их структуре от общей бактериальной массы (рис. 8 и 9). Так, среди условно-патогенных микроорганизмов в опытной группе доля в бактериальном сообществе пептострептококков рода *Peptostreptococcus spp.* была ниже на 4,32%, энтеробактерии *сем. Enterobacteriaceae* – на 1,71% и актиномицетов родов *Mobiluncus spp., Corynebacterium spp.* – на 0,02%, чем в интактной группе. Представители рода *Peptostreptococcus spp.* всегда

присутствуют в содержимом кишечника, а станут ли данные микроорганизмы опасны для здоровья, зависит от их количественного состава или резкого снижения резистентности организма. Несмотря на принадлежность *Enterobacteriaceae* к комменсальной микробиоте свиней, они содержат оппортунистические патогены, такие как сальмонелла или энтеротоксигенная кишечная палочка [220].

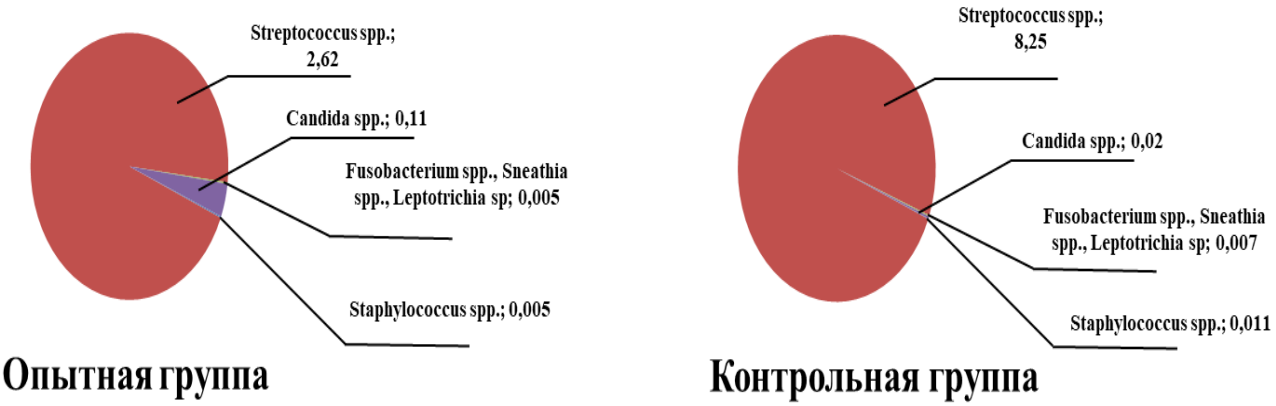


Рисунок 8 – Доля нежелательных микроорганизмов в содержимом ободочной кишки животных

Исследованиями Л.А.Ильиной [39] установлено, что у свиней с низкими показателями продуктивности и склонных к проявлению патологий в различных системах организма наблюдается повышение в различных отделах кишечника энтеробактерий, в том числе вида *Salmonella enteriditis*. Являясь pH-чувствительными бактериями, возможно, уменьшение обилия сем. *Enterobacteriaceae* было связанно с понижением просветного водородного показателя в ободочной кишке.

Среди патогенных микроорганизмов доля фузобактерий родов *Fusobacterium spp., Sneathia spp., Leptotrichia spp*/, стрептококков рода Streptococcus spp. и стафилококков рода *Staphylococcus spp.* была ниже на 0,002%, 5,63% и 0,006%, соответственно. Обращает внимание на себя наличие в содержимом кишечника большого количества представителей рода

Streptococcus spp., что свидетельствует о циркуляции стрептококковой инфекции среди поголовья свиней промышленного предприятия.

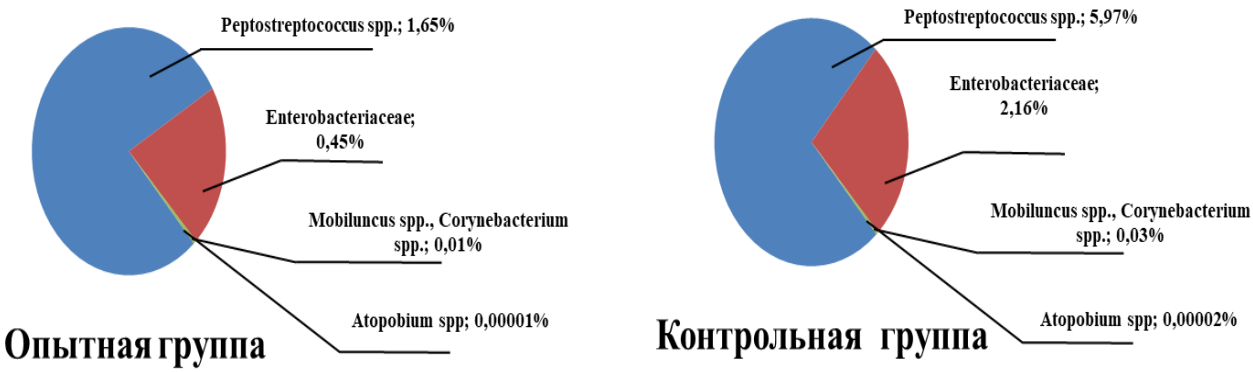


Рисунок 9 – Доля содержания патогенных микроорганизмов в содержимом ободочной кишки животных

Таким образом, применение поросятам в период доращивания пробиотика ЛикваФид способствует количественной и качественной нормализации микробиоты ободочной кишки.

3.5 Микробиом фекалий молодняка поросят после применения пробиотика ЛикваФид

Анализ динамики микробиоты свидетельствует о позитивном действии пробиотических штаммов на количественный и качественный состав микроорганизмов в содержимом прямой кишки. При применении пробиотика ЛикваФид в оптимальной дозе отмечается повышение общей микробной массы в фекалиях поросят, а при его отсутствии у интактных животных – снижение данного показателя на протяжение периода доращивания (табл. 12). Так, в опытной группе общее количество бактерий в биологическом материале увеличилось через 4 недели выращивания свиней на $10^{6,06}$, а к завершающему периоду выращивания — на $10^{6,67}$. За весь период доращивания микробное разнообразие выросло на $10^{6,77}$. В контрольной группе общая микробная массав фекалиях снизилась через 4 недели

Таблица 12 — Динамика концентрации геномов фекального микробиома (ДНК-геномов 1×10^{x}/г) (n=3)

Микроорганизмы	Группа					
	опытная			контрольная		
	1 неделя	4 неделя	8 неделя	1 неделя	4 неделя	8 неделя
Общее количество бактерий	5,84±4,98	6,27±5,85	6,82±6,57	7,93±7,76	6,68±5,95	6,87±6,46
Нормофлора						
Prevotella spp. И Porphyromonas spp.	4,76±3,63	5,58±5,11*	6,14±6,00	7,58±7,27	6,05±5,23	6,36±5,68
Eubacterium spp.	5,35±4,68	5,33±5,15	5,70±5,24	6,34±5,99	5,31±4,41	5,70±5,33
Lachnobacterium spp., Clostridium spp.	6,04±5,84	5,89±5,35	6,55±6,13	7,47±7,31	6,45±5,77	6,60±6,22
Lactobacillus spp.	4,89±4,43	5,47±5,02	6,01±5,52*	6,44±6,40	5,67±4,52	5,27±5,04
Megasphaera spp., Veillonella spp., Dialister spp.	4,46± 3,84	4,28±3,89	5,15±4,74	5,82±5,22	4,81±3,92*	5,64±5,25
Нежелательная микрофлора						
Peptostreptococcus spp.	4,86±4,24	4,50±4,22	4,19±3,64*	6,35±6,30	5,16±4,47	5,45±5,06
Enterobacteriaceae	4,29±4,18	3,64±3,28	3,27±2,98	6,77±6,70	4,63±4,01	4,89±4,78
Mobiluncus spp., Corynebacterium spp.	3,89±3,43	3,95±3,57	3,36±2,93	4,10±3,80	3,83±3,66	3,47±3,03
Atopobium spp.	2,96±2,63	1,73±0,52	3,11±2,99	1,30±1,06	3,05±2,51*	3,43±3,41
Патогены						
Fusobacterium spp., Sneathia spp., Leptotrichia sp	2,92±2,92	3,56±3,33	3,60±3,35	5,32±5,32	3,33±3,02	2,64±2,63
Streptococcus spp.	3,83±2,72	3,55±2,87*	3,43±3,06*	5,20±4,73	5,57±4,77*	5,93±5,76
Staphylococcus spp.	2,52±2,52	2,82±2,82	3,10±2,85	3,42±3,07	3,57±3,28	3,07±2,78
Mycoplasma spp.	< п.д.о.	< п.д.о.	< п.д.о.	< п.д.о.	< п.д.о.	< п.д.о.
Ureaplasma spp.	< п.д.о.	< п.д.о.	< п.д.о.	< п.д.о.	< п.д.о.	< п.д.о.
Candida spp.	3,38±2,66	3,54±3,15	3,28±2,81	3,54±3,18	3,85±3,17	3,66±2,52

Примечание: *P<0,05– по отношению к предыдущим значениям

выращивания на $10^{7,91}$, а за весь период на $10^{7,89}$ по отношению к первоначальным значениям. Более интенсивный бактериальный рост в содержимом кишечника необходимо рассматривать как процесс, связанный с нормализацией количественного и качественного биоценоза в его нижних отделах желудочно-кишечного тракта свиней. Основанием для данного утверждения является увеличение в опытной группе количественного состава бактерий, относящихся к нормофлоре, что свидетельствует о благоприятных условиях в просвете кишечника.

Бактероиды, как представители нормальной микробиоты кишечника свиней, проявляют активный количественный рост на фоне пробиотического комплекса, содержание которых увеличилось в кале через 4 недели на $10^{5,50}$ (P<0,05), к концу доращивания на $10^{5,99}$, а за весь период доращивания на $10^{6,11}$. Представители данных родов в контрольной группе снижается на $10^{7,56}$, на $10^{6,05}$ и $10^{7,55}$, соответственно. Колонизируя толстую кишку, данные бактерии участвуют разрушении белков и полисахаридов в клеточной стенке растений, образуя короткоцепочечные жирные кислоты, которые усваиваются в организме свиней [206,251] и изменении липидного обмена хозяина, увеличивая удержание жира и адипогенез [207, 237].

Количество бактерий рода *Eubacterium spp.* в первой половине доращивания снижается как в опытной, так и контрольной группе на $10^{4,10}$ и $10^{6,30}$, соответственно. По окончанию выращивания свиней в этой технологической группе количество эубактерий в опытной группе возрастает на $10^{5,43}$, а в контрольной группе остается ниже на $10^{6,23}$ по отношению к первоначальным значениям.

Подобная динамика в фекальной микробиоте отмечается в отношении рода *Lachnobacterium spp., Clostridium spp*. По истечению 4 недель выращивания молодняка в подопытных группах отмечается снижение представителей клостридий на $10^{5,52}$ и $10^{7,42}$, соответственно. По завершения периода дорашивания количество бактерии данных родов в опытной группе

увеличивается на $10^{6,39}$, а в интактной группе остается ниже на $10^{7,40}$ по отношению к началу исследования. Клостридии тесно связаны с метаболизмом клетчатки в организме свиней. При ферментации углеводов в просвете кишечника с участием клостридий образуются бутират и ацетат, а также формиат или пропионат [232].

Введение пробиотика ЛикваФид через систему водопоения поросятам на доращивании способствовало увеличению численности рода *Lactobacillus spp.* в фекалиях на протяжении всего периода наблюдения. В тот же период у животных, не получавших пробиотические штаммы, регистрировали снижение в кале данных микроорганизмов. Так, в опытной группе количество лактобактерий в биологическом материале увеличивалось через 4 недели на $10^{5,33}$, а к окончанию доращивания – на $10^{5,97}$ ($P<0,05$) по отношению к первоначальным значениям. В контрольной группе в этот же временной промежуток отмечалось снижение лактобактерий на $10^{6,36}$ и $10^{6,41}$, соответственно. Численное увеличение лактобактерий в просвете кишечника при использовании пробиотических штаммов необходимо рассматривать как элемент, способствующий локальному и общему здоровью организма. По мнению Houdijk et al. [231] эта группа микроорганизмов обычно считается полезной, поскольку их прикрепление к слизистой оболочке может защитить животных от кишечной инфекции. Бактерии рода *Lactobacillus spp* повышают уровень IgA в кишечнике, последний являясь основным иммуноглобулином в системе слизистых оболочек необходим для защиты поверхности слизистой оболочки от токсинов, вирусов и кишечных патогенов [301]. Данные микроорганизмы, регулируя экспрессию цитокинов и усиливают барьерную функцию кишечника [299]. Выявлена положительная связь между увеличением численности популяции рода *Lactobacillus spp.* и интенсивностью прироста массы тела поросятах и других животных [250,299].

В фекальном микробиоме молодняка свиней отмечается волнообразная динамика изменения численности микроорганизмов рода *Megasphaera spp.*,

Veillonella spp., Dialister spp. В опытной и контрольной группе в первой половине доращивания отмечается снижение количества этих бактерий на $10^{4,01}$ и $10^{5,78}$ (P<0,05), соответственно. По окончанию периода наблюдения численность лактат-утилизирующих бактерий увеличивалась в группах на $10^{5,08}$ и $10^{5,57}$ по отношению к предыдущему исследованию. Данные бактерии предотвращают накопление лактата и ацетата в просвете кишечника преобразуя его в бутират и поддерживают слабокислую среду в толстой кишке [268]. Продукты жизнедеятельности лактат-утилизирующих бактерий обладают значительной антимикробной активностью в отношении патогенных форм микроорганизмов [167].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что прием в организм пробиотика ЛикваФид изменяет фекальную микробиоту, сопровождающуюся увеличением численности нормофлоры в просвете кишечника, что создает предпосылки для более полного использования питательных веществ основного рациона, способствует образованию полезных метаболитов и антимикробных веществ и, как следствие, может положительно отразиться на росте молодняка свиней в период доращивания.

В период выращивания молодняка свиней наблюдается преимущественное снижение нежелательной микрофлоры в образцах кала у экспериментальных животных. Количество бактерий рода *Peptostreptococcus spp.* в опытной группе через 4 недели снизилось на $10^{4,62}$ и концу исследования на $10^{4,76}$ (P<0,05) по отношению к первоначальным значениям. В контрольной группе снижение данных микроорганизмов произошло на $10^{6,33}$ и $10^{6,30}$, соответственно. Представители данного рода относятся к постоянным обитателям толстой кишки свиней, которые в ходе своей жизнедеятельности поддерживают водородный показатель содержимого кишечника в кислой среде. Снижение численности пептострептококков необходимо рассматривать, как положительную тенденцию, поскольку данные микроорганизмы при снижении резистентности организма в

ассоциации с другой микробиотой могут выступить возбудителями смешенных инфекций.

Представителей семейства *Enterobacteriaceae* через 4 недели и концу выращивания поросят в опытной группе было ниже на $10^{4,17}$ и на $10^{4,24}$, а в интактной группе - на $10^{6,77}$ и на $10^{6,76}$ по отношению к данным первоначального исследования. К микроорганизмам данного семейства относятся кишечная палочка, сальмонеллы, шигеллы которые могут проявлять свои патогенные свойства и выступать этиологическим фактором острых кишечных инфекций [83].

Численность актиномицетов, относящихся к роду *Mobiluncus spp., Corynebacterium spp.,* снижалась в экспериментальных группах к окончанию периода доращивания свиней. Так, количество данных бактерий в фекалиях животных в опытной группе снизилось на $10^{3,74}$, а в контрольной группе — на $10^{3,99}$ по сравнению с первоначальным уровнем. Количество бактерии рода *Atopobium spp.* в опытной группе через 4 недели от начала наблюдения снижалось на $10^{2,93}$, однако по окончанию доращивания повышалось на $10^{2,56}$ по отношению к первоначальным значениям. В контрольной группе численность данных бактериальных клеток в эти же временные промежутки увеличилась на $10^{3,04}$ ($P<0,05$) и $10^{3,43}$.

Среди патогенных микроорганизмов в фекальной микробиоте в исследуемых группах животных регистрировали снижение одних представителей и увеличение других. Анализ количественной динамики бактерий рода *Fusobacterium spp., Sneathia spp., Leptotrichia sp, Staphylococcus spp.,* дрожжеподобных грибов *Candida* выявили, что рассматриваемая микрофлора находиться в состоянии динамического равновесия и обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма.

Вместе с тем, в группе поросят, получавших пробиотик ЛикваФид, наблюдали наиболее выраженное снижение представителей рода *Streptococcus spp*. В этой группе снижение данных микроорганизмов через 4 недели произошло на $10^{3,51}$($P<0,05$), а к концу исследования на $10^{3,61}$ ($P<0,05$)

по отношению к первоначальным значениям. В интактной группе регистрировали обратную динамику, где численность стрептококков в эти же временные промежутки увеличилась на $10^{5,35}$ ($P<0,05$) и $10^{5,85}$. Многие свиноводческие предприятия, включая в котором проходили исследования, являются неблагополучными по стрептококкозу среди молодняка свиней, следовательно, значимое снижение данных микроорганизмов в опытной группе может рассматриваться как элемент профилактики данной патологии в свиноводстве.

Введение молодняку свиней в период доращивания пробиотика ЛикваФид приводит к изменению в фекальной микробиоте качественного и количественного состава нормальной микрофлоры, что способно нормализовать гомеостаз желудочно-кишечного тракта и всего организма в целом, а также повысить продуктивные качества животных. Показательно, что метаболическая активность родов *Prevotella spp., Porphyromonas spp., Eubacterium spp., Lachnobacterium spp., Clostridium spp., Megasphaera spp., Veillonella spp.* и *Dialister spp.* обуславливает ферментацию полисахаридов (гликанов), продукцию основных короткоцепочечных жирных кислот (бутират, пропионат, ацетат) и важнейших интермедиатов микробного метаболизма (лактат, сукцинат, формиат), а совместно с родом *Lactobacillus spp.* являться продуцентами некоторых биологически активных соединений (противовоспалительные, антимикробные, иммуностимулирующие).

3.6 Морфология лимфоидной ткани стенки ободочной кишки свиней после применения пробиотика ЛикваФид

Лимфоидная ткань стенки кишечника относиться к периферическим органам иммуногенеза. На ее развитие и становление во многом влияет заселяющие кишечную трубку микроорганизмы. В связи с этим нами была изучена морфология лимфоидной ткани стенки ободочной кишки после

применения пробиотика ЛикваФид в оптимальной дозе поросятам в период доращивания.

При макроморфологическом исследовании ободочной кишки свиней в возрасте 3 месяцев (84 суток) по завершении периода доращивания установили наличие в ней лимфогландулярных комплексов и одиночных лимфоидных образований, как в собственной пластинке, так и подслизистой основе. Морфометрические данные по распределению лимфоидной ткани в проксимальном, среднем и дистальном отделе в стенке ободочной кишки представлены в таблице 13 и рисунках 10-18.

Таблица 13 – Морфологические параметры лимфоидной ткани ободочной кишки поросят после применения пробиотика ЛикваФид (n=3)

Показатель	Отдел ободочной кишки	Группа	
		опытная	контрольная
Плотность лимфогландулярных комплексов на площадь участка кишки, шт.	проксимальный	15,00±3,51	8,67±1,86
	средний	31,67±5,36	23,00±4,04
	дистальный	28,33±2,33	21,33±0,67*
Плотность лимфоидных узелков в 1 гландулярном комплексе, шт.	проксимальный	5,59±0,30	4,61±0,31*
	средний	3,48±0,72	3,03±0,25
	дистальный	5,76±0,78	4,45±0,37***
Расстояние между одиночными лимфоидными узелками, см	проксимальный	2,38±0,09	3,91±0,25***
	средний	1,70±0,12	2,05±0,16
	дистальный	1,51±0,14	1,96±0,15*
Плотность одиночных лимфоидных узелков на 1 $см^2$, шт.	проксимальный	1,62±0,14	1,27±0,14
	средний	2,51±0,18	1,95±0,25
	дистальный	1,63±0,24	1,38±0,12
Плотность лимфоидных узелков в подслизистой основе, шт.	проксимальный	1,73±0,10	1,64±0,15
	средний	1,63±0,26	1,33±0,25
	дистальный	2,97±0,47	2,35±0,21

Примечание: *P< 0,05; ***P<0,001 — по отношению к опытной группе

Лимфогландулярные комплексы расположены диффузно в стенке всех отделов ободочной кишки (рис. 10, 11, 12). Они имеют площадь в среднем 0,3 $см^2$. Плотность лимфогландулярных комплексов на площади 82,5 $см^2$ в каждом отделе исследуемого участка кишки имеет вариабельность от 12 до 42 в опытной группе и от 6 до 36 в контрольной группе. Наибольшее количество комплексов встречается в среднем и дистальном отделе, а наименьшее – в проксимальном отделе стенки ободочной кишки. В проксимальном отделе стенки кишки после применения пробиотика ЛикваФид плотность лимфогландулярных комплексов составила 15,00±3,51 шт., что в 1,73 раза больше, чем у животных контрольной группы. В среднем отделе кишки плотность изучаемых комплексов в опытной группе составляла 31,67±5,36 шт., что на 37,7% больше, чем в интактной группе. В дистальном отделе стенки кишки после введения пробиотического комплекса плотность гландулярных комплексов составила 28,33±2,33 шт., что на 32,82% ($P<0,05$) больше, чем в контрольной группе.

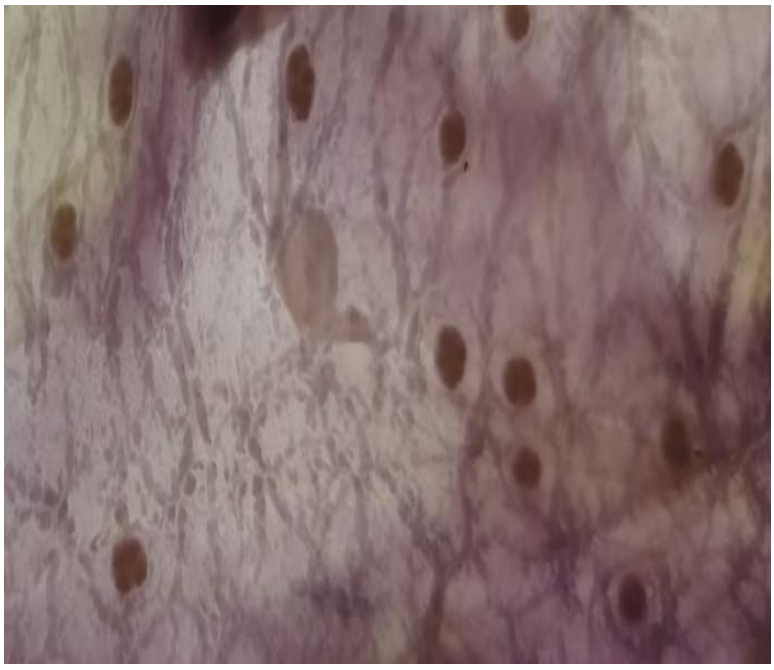


Рисунок 10 — Лимфогландулярные комплексы в дистальном отделе стенки ободочной кишки свиней опытной группы

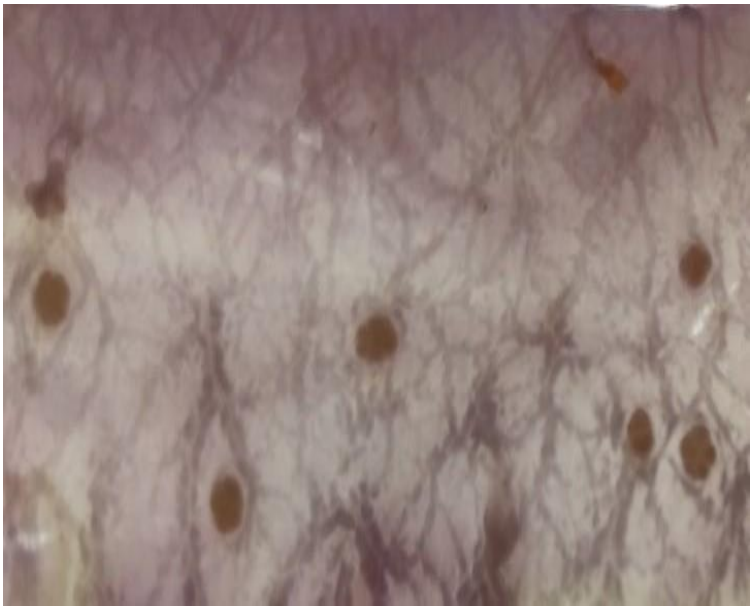


Рисунок 11 — Лимфогландулярные комплексы в дистальном отделе стенки ободочной кишки свиней контрольной группы

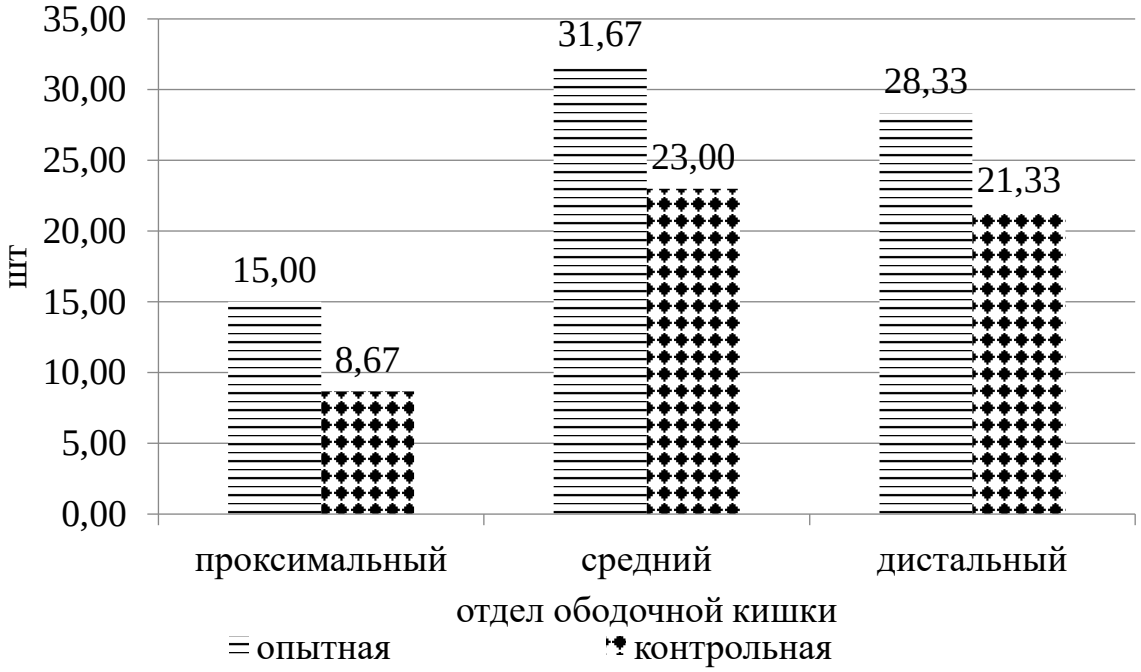


Рисунок 12 – Плотность лимфоидных гландулярных комплексов на площадь участка кишки

Наибольшая плотность лимфоидных узелков в одном лимфогландулярном комплексе среди экспериментальных групп выявлена в проксимальном и дистальном отделах, а наименьшая – в среднем отделе стенки ободочной кишки (рис. 13, 14, 15). Во всех отделах кишки плотность лимфоидных узелков в лимфогландулярном комплексе выше после применения пробиотика ЛикваФид. Так, в опытной группе количество лимфоидных узелков гландулярном комплексе в проксимальном отделе больше на 21,26% (P<0,05), в среднем отделе – на 14,85% и дистальном отделе – на 29,44% (P<0,001), чем в контрольной группе.

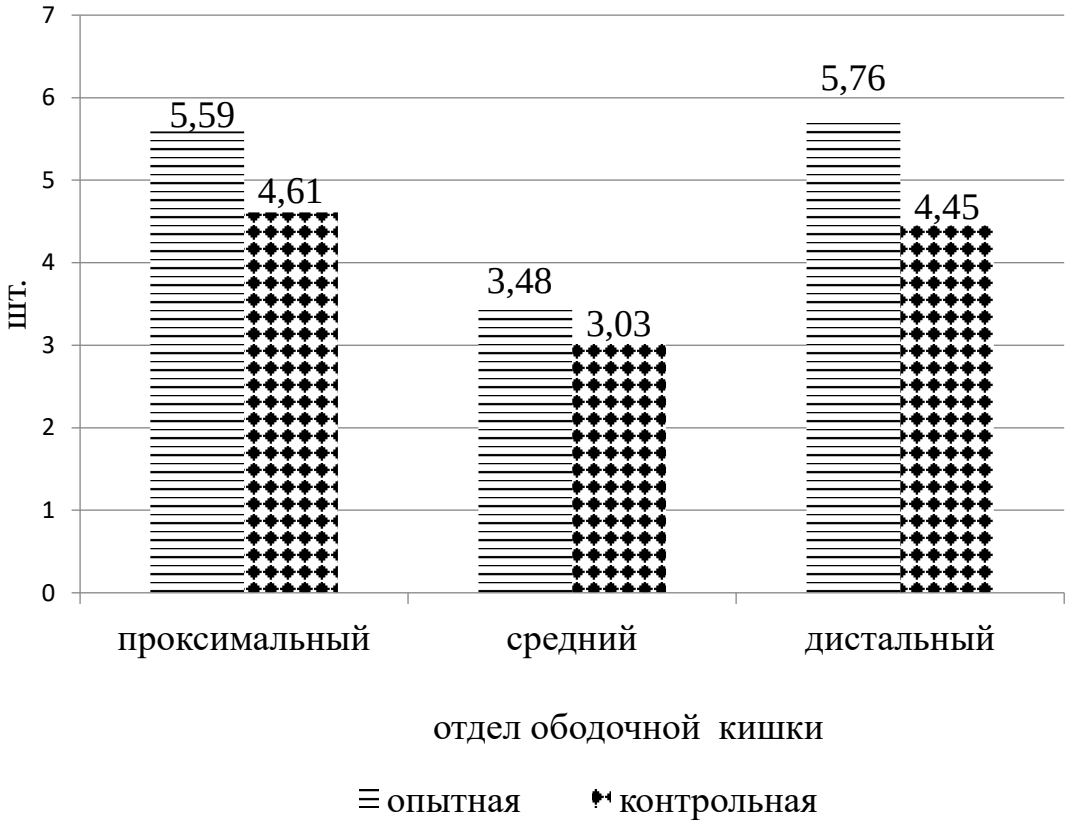


Рисунок 13 — Плотность лимфоидных узелков в одном гландулярном комплексе

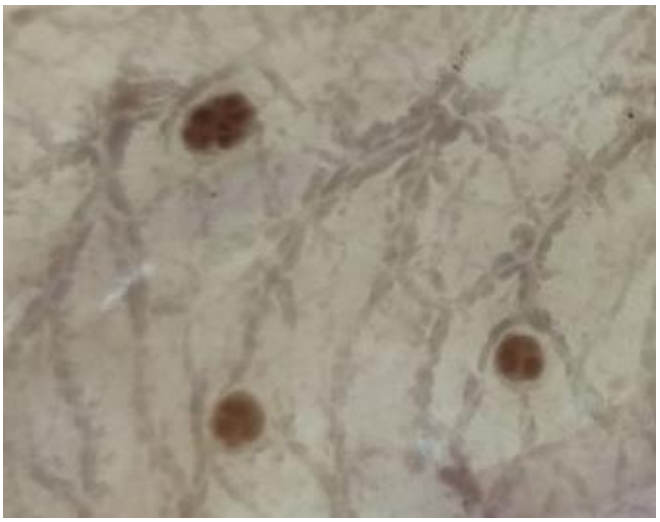


Рисунок 14 — Лимфоидные узелки в 1 гланулярном комплексе на участке ободочной кишки опытной группы свиней (дистальный отдел)

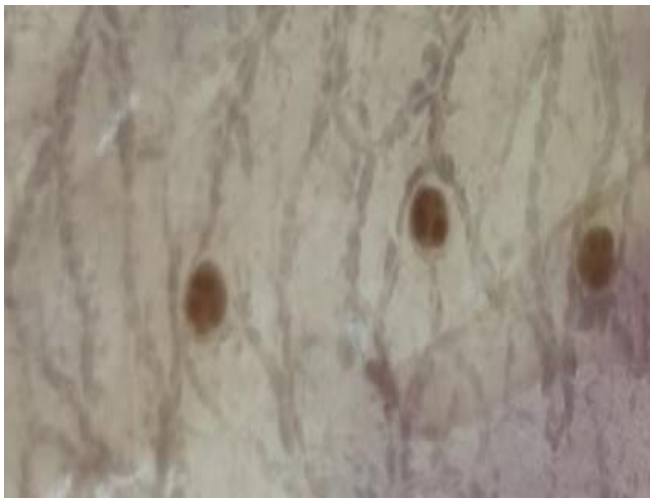


Рисунок 15 — Лимфоидные узелки в 1 гланулярном комплексе на участке ободочной кишки контрольной группы свиней (дистальный отдел)

Наибольшее расстояние между лимфоидными узелками в обоих группах регистрировали в проксимальном отделе, а минимальное – в среднем и дистальном отделах стенки кишки (рис. 16). Полученные морфометрические данные связаны с плотностью размещения лимфогландулярных комплексов. В опытной группе расстояние между лимфоидными узелками в проксимальном отделе меньше на 39,13%

(P<0,001), в среднем отделе – на 17,07% и дистальном отделе – на 22,96% (P<0,05), чем в интактной группе.

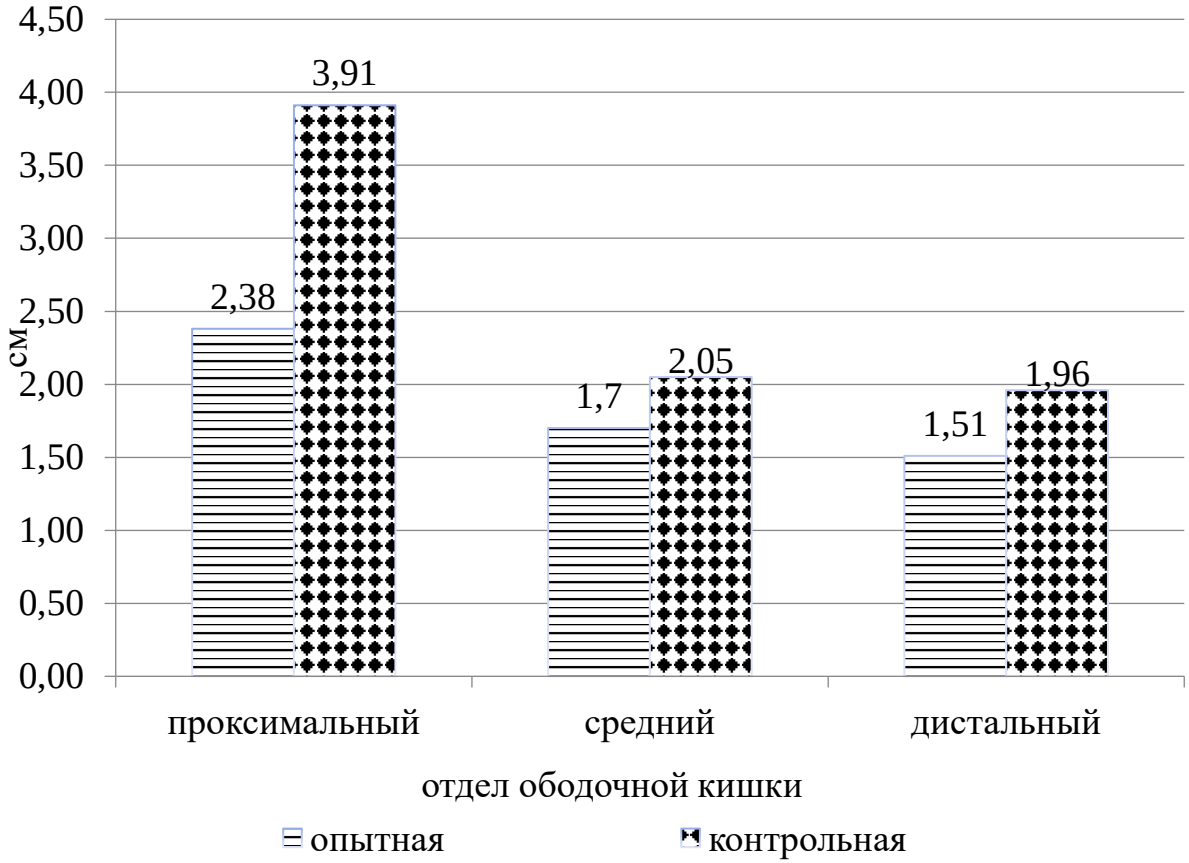


Рисунок 16 – Расстояние между одиночными лимфоидными узелками

В стенке ободочной кишки свиней одиночные лимфоидные образования расположены диффузно. Размеры их составляют около 1 мм. В экспериментальных группах плотность лимфоидных узелков на 1 $см^2$ несколько больше в среднем отделе кишки по сравнению с проксимальным и дистальным отделами (рис. 17). В опытной группе плотность лимфоидных узелков на 1 $см^2$ в проксимальном отделе выше на 27,56%, в среднем отделе – на 28,72% и дистальном отделе – на 18,12%, чем в контрольной группе.

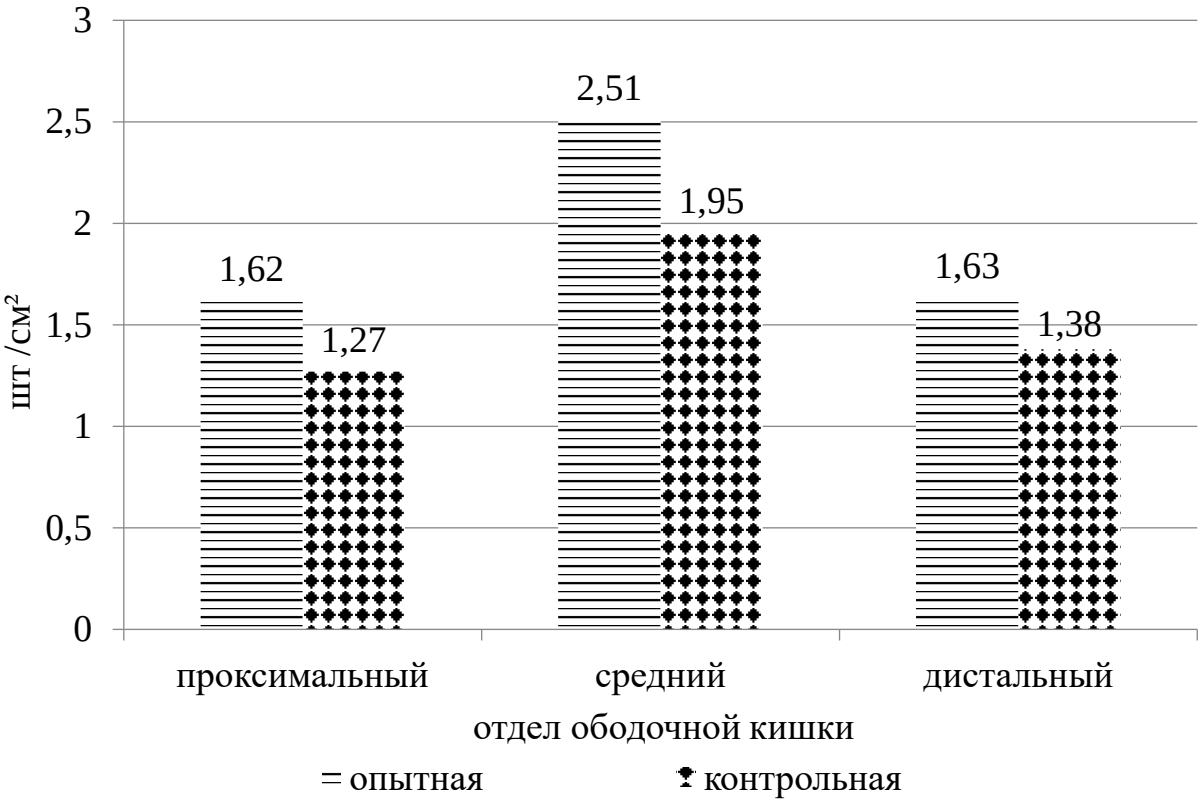


Рисунок 17 - Плотность одиночных лимфоидных узелков на 1 см^2

Наименьшую плотность одиночных лимфоидных узелков в подслизистой основе кишки выявили в проксимальном и среднем отделе, а несколько выше в дистальном отделе кишечника (рис. 18). Во всех отделах ободочной кишки животных после применения пробиотика ЛикваФид регистрировали недостоверное увеличение количества одиночных лимфоидных образований в подслизистой основе. Так, в опытной группе их плотность в проксимальном отделе больше на 5,49%, в среднем отделе – на 22,56% и дистальном отделе – на 26,39% ($P<0,05$), чем в интактной группе.

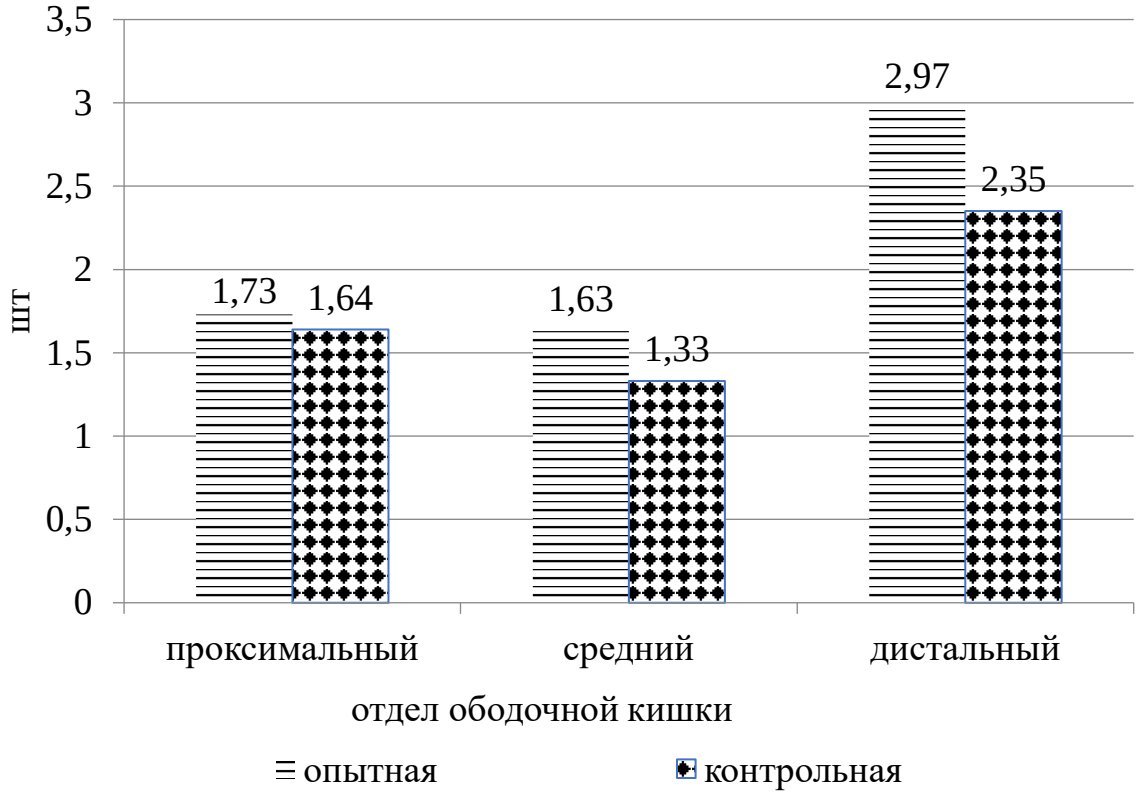


Рисунок 18 - Плотность одиночных лимфоидных узелков в подслизистой основе, шт.

Таким образом, применение пробиотика ЛикваФид положительно влияет на развитие лимфоидной ткани ободочной кишки свиней в период доращивания. Введение в организм пробиотических штаммов микроорганизмов способствует увеличению как плотности лимфогландулярных комплексов, так и плотности размещения в них одиночных лимфоидных узелков в стенке ободочной кишки, как собственной пластинке слизистой оболочки, так и в подслизистой основе.

3.7 Научно-производственная проверка результатов исследования

Научно-производственную проверку результатов исследования провели на 814 головах молодняка свиней во время технологического периода доращивания.

Весь молодняк свиней, включенный в исследование, вне зависимости от группы, содержался в идентичных условиях при безвыгульной системе содержания, способ содержания — групповой при использовании технологического оборудования Big Dutchman, в станках с размещение по 25-30 голов. Кормление осуществлялось полнорационными комбикормами с учетом возрастных особенностей комбикормом СПК-3 до возраста 45 дней и СПК-5 до возраста 83 дня.

По результатам научно-хозяйственного опыта была проведена производственная апробация пробиотика ЛикваФид в дозе 50 г/т питьевой воды. Исследование его влияния на рост и развитие молодняка свиней на этапе доращивания проводилось на 814 животных.Результаты производственной апробации представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Результаты научно-производственной проверки

Показатель	Группа	
	опытная	контрольная
Количество животных:		
при постановке на производственную проверку, гол.	420	394
при снятии с производственной проверки, гол.	412	388
Сохранность, %	98,10	98,48
Живая масса 1 животного:		
в начале периода доращивания, кг	7,10	6,93
в конце периода доращивания, кг	40,30	39,38
Абсолютный прирост 1 животного, кг	33,20	32,45
Среднесуточный прирост, г	625	590
Абсолютный прирост по группе, кг	13678,4	12560,6

Анализ полученных данных, представленных в таблице 14 позволяет, заключить, что по комплексу показателей группа животных, получавшая пробиотик ЛикваФид, превосходит контрольную группу. Так, живая масса одного животного в конце периода доращивания в опытной группе составила 40,30 кг, что 0,92 кг (на 2,34%) больше, чем в контрольной группе. Молодняк свиней, получавший пробиотик, имел более высокие результаты по абсолютному приросту на 1 голову, превосходя по данному показателю животных контрольной группы на 0,75 кг (на 2,32 %). Аналогичные данные были поучены по среднесуточному приросту, который был выше на 35,0 г (на 5,94%). Также за весь возрастной период доращивания высокий абсолютный прирост был выявлен у свиней опытной группы, разница по которому с интактной группой составила 1117,8 кг.

Сохранность животных в данный технологический период не имела существенных различий между опытной и контрольной группой и составила 98,10% и 98,48%, соответственно.

Таким образом, выпаивание молодняку свиней в течение всего возрастного периода доращивания пробиотика ЛикваФид оказывает положительное влияние на рост и развитие животных и обеспечивает высокую сохранность поголовья в условиях промышленной технологии производства свинины.

3.8 Экономическая эффективность применения пробиотика ЛикваФид

Экономическая эффективность выращивание молодняка свиней при выпаивании с питьевой водой пробиотика ЛикваФид в период производственной апробации представлена в таблице 16.

Расчёт экономической эффективности показал, что применение пробиотика ЛикваФид в рационах свиней с питьевой водой способствует получению дополнительной прибыли на одно животное в размере 187,04 рублей. Отсюда, применение пробиотика обеспечило дополнительную

прибыль на 1 руб. дополнительных затрат 6,55 рублей и повысило рентабельность выращивания молодняка на 1,9%.

Таблица 15 - Экономическая эффективность выпаивания пробиотика ЛикваФид молодняку свиней

Показатель	Группа	
	опытная	контрольная
Количество животных в группе, гол.	412	388
Период наблюдения, дн.	56	
Цена реализации 1 кг свинины в живом весе, руб.	110	
Среднесуточный прирост за период доращивания, г	625	590
Дополнительные затраты на 1 голову за счет использования пробиотика, руб.	28,56	-
Прибыль от использования пробиотика в группе, руб.	77060,48	-
Прибыль от использования пробиотика за период в расчете на 1 животное, руб.	187,04	-
Затраты на ЛикваФид в течение периода эксперимента, руб.	11760	-
Выручка от условной реализации свинины в живом весе, руб.	1826396	1680738,4
Прибыль от условной реализации свинины в живом весе, руб.	577607	516738
Затраты на комбикорма на группу, руб.	1171728	1164000
Получено дополнительно прибыли на 1 руб. дополнительных затрат, руб.	6,55	-
Рентабельность, %	46,3	44,4

Таким образом, применение поросятам пробиотика ЛикваФид на протяжении всего периода доращивания является экономически выгодным.

4 Обсуждение результатов исследования

Свиноводство как отрасль, лидирующая по объемам производства мяса, фундаментально значимо для продовольственной безопасности и экономик многих государств [8,24,54,87]. В условиях тенденции к повсеместным ограничениям на применение антибиотиков как основных способов предотвращения заболеваний, пробиотики трансформировались из вспомогательной добавки в технологическую необходимость. Их ключевая ценность заключается в комплексном воздействии: антагонизме против энтеропатогенов, стимуляции иммунного ответа, оптимизации переваривания кормов и усвоения нутриентов, что ведет к улучшению конверсии корма. Дополнительно, пробиотики повышают резистентность животных к стресс-факторам (отъем, транспортировка) и способствуют снижению экологической нагрузки за счет уменьшения экскреции азота и фосфора. Таким образом, внедрение пробиотиков становится неотъемлемым элементом современных, эффективных и экологически сбалансированных систем свиноводства, обеспечивающих рентабельность и соответствие жестким ветеринарно-санитарным нормам в пост-антибиотическую эру [4, 7,12, 26, 33, 37, 93, 96, 132, 142,154].

По данным литературы, довольно часто к перспективным пробиотикам относят их версии на основе рода *Bacillus* [74, 201, 203, 233, 259, 292, 303].

Одним из новых пробиотиков разработанных на основе штаммов представителей рода *Bacillus* является пробиотик ЛикваФид. Однако на сегодняшний день пробиотик ЛикваФид практически не имеет доказательной базы исследований по его безвредности и эффективности в свиноводстве.

Для обоснования введения пробиотика ЛикваФид с водой для свиней в период доращивания нами впервые проведена отработка доз и разработана наиболее экономически и физиологически обоснованная оптимальная дозировка.

В ходе исследования нами впервые был предложен способ введения данного спорового пробиотика с питьевой водой для поросят на доращивании. Животные, разделенные на группы, получали пробиотик ЛикваФид из расчёта 40, 50 и 60 г/т воды соответственно, контрольной группе пробиотик не вводился. В течение всего экспериментального периода нами зафиксировано, что пробиотик ЛикваФид не оказывал негативного воздействия на подопытных поросят, что подтверждается сохранением в оптимальных значениях их основных физиологических показателей — температуры, пульса и частоты дыхательных движений. Отметим также, что у животных всех групп не наблюдалось снижение потребление корма и воды. При сравнительной оценке разных доз пробиотического комплекса установили, что доза 50 г/т воды оказалась максимально эффективной по продуктивным показателям и экономическому эффекту. При переводе на откорм животные этой группы имели среднюю живую массу 43,84 кг ($P<0,001$), которая больше на 1,13 кг и 0,90 кг в сравнении с группами 40 г/т воды и 60 г/т соответственно, а также превосходит группу контроля на 2,10 кг ($P<0,001$). Аналогичные преимущества дозировки в 50 г/т наблюдаются при анализе показателей абсолютного и среднесуточного прироста. Так, абсолютный прирост в данной дозировке составил 36,07 кг, и оказался выше в сравнении с дозировками в 40 г/т воды, 60 г/т воды и контрольной группой на 1,34 кг, 0,85 кг и 2,22 кг ($P<0,001$), соответственно. Среднесуточный прирост в группе 50 г/т питьевой воды (621,90 г) превышал значения в группах: 40 г/т - на 23,11 г, 60 г/т - на 14,66 г и интактной - на 38,28 г ($P<0,001$). С учётом затрат на различные дозы пробиотика и полученные приросты, дозировка в 50 г/т воды позволила достичь экономического эффекта на группу животных в 111376,81 руб. В сопоставление группе 40 г/т и 60 г/т этот показатель выше на 93037,51 руб. и 59791,26 руб. Показатель экономической эффективности на 1 животное при дозе в 50 г/т составил 157,09 руб. и оказался выше групп 40 г/т и 60 г/т на 32,24 руб. и на 84,74 руб., соответственно.

Кровь поросят на доращивании – ключевой индикатор фармакологического воздействия. Расшифровка ее морфологического и биохимического профиля открывает доступ к скрытым механизмам метаболизма, напрямую определяющим рост, развитие и физиологический статус молодого организма в ответ на применение препаратов. Что делает детальный морфологический и биохимический мониторинг необходимым звеном в изучении механизмов действия пробиотиков, позволяя не только подтвердить их положительный эффект, но и научно обосновать оптимальные дозировки и схемы применения для максимальной продуктивности молодняка [16, 72].

Данные по общему анализу крови у опытных поросят при введении пробиотика 50 г/т воды на момент окончания экспериментального периода демонстрируют положительные и наиболее выраженные изменения.

Уровень гемоглобина в опытной группе увеличился на 3,72%, а количество эритроцитов – на 9,38% ($P<0,05$). В контрольной группе гемоглобин повысился на 4,64%, а эритроциты – на 1,14%. К концу исследования количество эритроцитов у свиней опытной группы был выше, чем у интактных животных, на 6,91% ($P<0,05$). Рост эритроцитов и гемоглобина у опытных животных указывает на усиление кислородтранспортной функции крови, что оптимизирует тканевую оксигенацию и интенсифицирует аэробный метаболизм [25, 49, 104, 148].

В конце периода доращивания уровень общего белка в опытной группе повысился на 6,09%. При этом произошло изменение качественного состава белков сыворотки крови в организме свиней, которое характеризовалось достоверным снижением уровня альбуминов в опытной группе на 18,98% ($P<0,01$), а также повышением уровня глобулинов, соответственно, на 50,66% ($P<0,01$). Наиболее выраженное повышение мочевины регистрировали в контрольной группе на 55,32% ($P<0,05$), тогда как в опытной группе она увеличилась на 34,42%. У свиней, получавших пробиотик ЛикваФид, значимый рост общего белка при минимальном приросте мочевины

указывает на усиление реутилизации аминокислот для биосинтеза [31, 146, 173].

Активность аланинаминотрансферазы у опытных животных снижалась на 29,30% (P<0,05). Активность аспартатаминотрансферазы в сыворотке имела подобную тенденцию. В опытной группе регистрировали снижение фермента на 45,61% (P<0,01). Кроме того, данные показателей изучаемых трансаминаз позволяют предположить, что включение пробиотика ЛикваФид с питьевой водой молодняка свиней снижает метаболическую нагрузку на гепатобилиарную систему в условиях интенсивного выращивания, минимизируя деструкцию гепатоцитов [31, 146, 173].

Максимальный уровень креатинина в сыворотке крови регистрировали у животных в начале опыта. После его завершения отмечалось достоверное снижение данного показателя в опытной группе на 33,74% (P<0,001).

Содержание глюкозы в сыворотке крови снижалось в пределах физиологических значений, что связано со значительными энергетическими затратами организма животных в данный технологический период [80, 144]. Наиболее выраженное понижение показателя происходило опытной группе на 24,32% (P<0,001). При этом в конце экспериментального периода содержание глюкозы в опытной группе было меньше на 12,54% (P<0,01), чем в интактной группе.

В процессе интенсивного роста молодняка наблюдается снижение в сыворотке крови содержание железа опытной группе, на 44,67% (P<0,05).

Уровень общих иммуноглобулинов в начальном периоде исследования в опытной группе был выше на 55,69% (P<0,01). По завершению экспериментальных исследований изучаемый показатель увеличился на 48,66% (P<0,01) по отношению к исходному уровню.

При изучении содержание веществ низкой и средней молекулярной массы в крови свиней установили, что у животных опытной группы в начале эксперимента данных веществ в плазме и эритроцитах было выше на 16,79% и 13,77% (P<0,01) соответственно. Тогда как по завершению исследований, у

животных, получавших пробиотический коплекс, регистрировали снижение содержания веществ низкой и средней молекулярной массы в плазме на 20% ($P<0,05$) и в эритроцитарной массе на 13,16% ($P<0,01$). Следовательно, использование молодняку свиней пробиотика ЛиквaФид позволило стабилизировать показатели метаболического профиля.

О положительной роли пробиотиков на морфо-биохимические показатели крови в организме свиней свидетельствовали авторы [18, 66, 101, 134, 188, 121].

От состояния микроэкологической системы кишечника зависит метаболическое и иммунологическое равновесие организма животных, а значит, их здоровье, рост, развитие и продуктивность [208, 274, 282, 289]. Поэтому мы провели сравнительную оценку микробиоценоза ободочной кишки свиней методом ПЦР в реальном времени после периода доращивания. При использовании молекулярно-генетического метода установили, что поросята, употреблявшие с водой пробиотика ЛиквaФид по общему количеству бактерий (9,24±3,47 х10^7 геномов/г) в содержимом кишечника превосходили интактных в 3,12 раза. Рост разнообразия микробиоты ободочной кишки при введении пробиотиков обусловлен благоприятными условиями, включая оптимальный pH и наличие питательных субстратов [263, 286, 291, 303].

Отметим также, что после применение изучаемого пробиотика происходило увеличение доли в бактериальном сообществе представителей нормофлоры на 12,05% при снижении условно-патогенных и патогенных микроорганизмов на 6,05% и 5,54%. При сравнительном количественном анализе между группами установили, что в опытной группе содержание бактероидов было больше в 5,54 раза, эубактерий – в 6,25 раз, клостридий – в 4,68 раза, лактобацилл – в 2,41 раза и лактат-утилизирующих бактерий – в 4,28 раза, чем в контрольной группе. Доминирующими обитателями в ободочном отделе кишечника оказались *Lachnobacterium spp.* и *Clostridium spp.* (расщепляют крахмал) совместно с *Prevotella spp., Porphyromonas spp.* и

Eubacterium усиливают ферментацию целлюлозы из растительных полисахаридов рациона [236].

По мнению Reichardt et al. (2014) семейства *Lachnospiraceae, Clostridiaceae* и *Bacteroidaceae* включают пропионат-продуцирующие бактерии [276].

Усиленная генерация пропионата значимо влияет на физиологию хозяина, регулируя экспрессию генов, и выступает сигнальной молекулой [254]. После всасывания пропионат противовоспалительные свойства в кишечнике, стимулирует глюконеогенез в печени и способствует сытости [261].

Высокая доля рода *Lactobacillus spp.* обладающих, иммуномодулирующей и антимикробной активностью, поддерживает высокий уровень локальной резистентности организма [239, 240, 268, 284, 293, 302].

Повышение доли *Megasphaera spp., Veillonella spp., Dialister spp.* свидетельствует об увеличении продукции ЛЖК, служащих энергией для слизистой оболочки и макроорганизма. Метаболиты данных бактерий также активны против патогенной микрофлоры [252].

Как уже было сказано при повышении нормофлоры наблюдается снижение условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. Среди условно-патогенных микроорганизмов в опытной группе доля в бактериальном сообществе рода *Peptostreptococcus spp*. была ниже на 4,32%, сем. *Enterobacteriaceae* – на 1,71% и родов *Mobiluncus spp., Corynebacterium spp.* – на 0,02%, чем в интактной группе. Исследования Л.А. Ильиной [39] показали: низкопродуктивные свиньи с системными патологиями имеют повышенный уровень энтеробактерий (в т.ч. *Salmonella enteritidis*) в кишечнике. Уменьшение обилия *Enterobacteriaceae*, вероятно, обусловлено снижением pH в ободочной кишке, учитывая их pH-чувствительность.

Среди патогенных микроорганизмов доля родов *Fusobacterium spp., Sneathia spp., Leptotrichia sp, Streptococcus spp.* и *Staphylococcus spp.* у опытных поросят была ниже на 0,002%, 5,63% и 0,006%, соответственно.

Положительная динамика воздействия пробиотика ЛикваФид на микробиом ободочного отдела кишечника сохраняется и в последующих отделах. Так в фекалиях опытных поросят отмечается повышение общей микробной массы. Общее количество бактерий в биологическом материале увеличилось через 4 недели выращивания свиней на $10^{6,06}$, а к завершающему периоду выращивания — на $10^{6,67}$. За весь период доращивания микробное разнообразие выросло на $10^{6,77}$. Бактероиды, как представители нормальной микробиоты кишечника свиней, проявляют активный количественный рост на фоне пробиотического комплекса, содержание которых увеличилось в кале через 4 недели на $10^{5,50}$ ($P<0,05$), к концу доращивания на $10^{5,99}$, а за весь период доращивания на $10^{6,11}$. Количество бактерий рода *Eubacterium spp.*. по окончанию выращивания свиней в опытной группе возрастает на $10^{5,43}$, *Lachnobacterium spp.* и *Clostridium spp.* — на $10^{6,39}$, *Lactobacillus spp.* в– на $10^{5,97}$ ($P<0,05$), *Megasphaera spp., Veillonella spp., Dialister spp*. — на $10^{5,08}$.

В период выращивания молодняка свиней наблюдается преимущественное снижение нежелательной микрофлоры в образцах кала у экспериментальных животных. Так, количество бактерий рода *Peptostreptococcus spp.* в опытной группе снизилось и концу исследования на $10^{4,76}$ ($P<0,05$), представителей семейства *Enterobacteriaceae* - на $10^{4,24}$, рода *Mobiluncus spp., Corynebacterium spp.,* - на $10^{3,74}$. Среди патогенных микроорганизмов в фекальной микробиоте опытных животных регистрировали снижение представителей рода *Streptococcus spp*. на $10^{3,61}$ ($P<0,05$).

Наши данные о коррекции микробного пейзажа содержимого желудочно-кишечного тракта животных согласуются [1, 28, 39,75, 128, 213, 232, 233, 244, 246, 259, 263, 280, 294, 303].

Учитывая влияние микробиоты на развитие кишечной лимфоидной ткани – периферического органа иммунитета, далее нами проанализирована её морфология в ободочной кишке поросят после применения пробиотика ЛикваФид.

У свиней после периода доращивания в ободочной кишке идентифицированы лимфогландулярные комплексы и одиночные лимфоидные структуры в пределах слизистой оболочки (включая собственную пластинку и подслизистую основу). Плотность лимфогландулярных комплексов на площади 82,5 $см^2$ в каждом отделе исследуемого участка кишки имеет вариабельность от 12 до 42 в опытной группе и от 6 до 36 в контрольной группе. В проксимальном отделе стенки кишки после применения пробиотика ЛикваФида плотность лимфогландулярных комплексов составила 15,00±3,51 шт., что в 1,73 раза больше, чем у животных контрольной группы. В среднем отделе кишки плотность изучаемых комплексов в опытной группе составляла 31,67±5,36 шт., что на 37,7% больше, чем в интактной группе. В дистальном отделе стенки кишки после введения пробиотика плотность гландулярных комплексов составила 28,33±2,33 шт., что на 32,82% ($P<0,05$) больше, чем в контрольной группе. В опытной группе количество лимфоидных узелков гландулярном комплексе в проксимальном отделе больше на 21,26% ($P<0,05$), в среднем отделе – на 14,85% и дистальном отделе – на 29,44% ($P<0,001$), чем в контрольной группе.В опытной группе расстояние между лимфоидными узелками в проксимальном отделе меньше на 39,13% ($P<0,001$), в среднем отделе – на 17,07% и дистальном отделе – на 22,96% ($P<0,05$), чем в интактной группе.

В опытной группе плотность лимфоидных узелков на 1 $см^2$ в проксимальном отделе выше на 27,56%, в среднем отделе – на 28,72% и дистальном отделе – на 18,12%, чем в контрольной группе. Количество одиночных лимфоидных образований в подслизистой основе у опытной группы по плотности в проксимальном отделе больше на 5,49%, в среднем

отделе – на 22,56% и дистальном отделе – на 26,39% (P<0,05), чем в интактной группе.

Наши исследования по развитию лимфоидной ткани у молодняка свиней на фоне применения пробиотических средств согласуются с работами И.Н. Пономарева [112], А.Е. Зубарева [36]. Так, при применении пробиотика БЦЛ и Ветом 1.1 выявлено, что в стенке тонкой кишки уменьшается количество лимфоидных бляшек, но обнаруживается увеличение их размеров и плотности лимфоидных узелков на 1см^2 площади бляшки. Площадь полосовидной лимфоидной бляшки выше в опытных группах животных. Плотность лимфоидных узелков на 1 см^2 бляшки также выше, чем в контроле [112]. Пробиотический штамм *L. Paracasei* способствует развитию кишечной лимфоидной ткани у поросят. Его применение приводит к увеличению плотности лимфоидных узелков в бляшках, усиливает иммунные реакции крови, стимулирует созревание плазматических клеток и миграцию макрофагов в зародышевые центры этих узелков [36].

Итогом исследования стала постановка научно-производственной апробации и расчет экономического эффекта. Установили, что по комплексу показателей группа животных, получавшая пробиотик ЛикваФид, превосходит контрольную группу. Так, живая масса одного животного в конце периода доращивания в опытной группе составила 40,30 кг, что на 0,92 кг (на 2,34%) больше, чем в контрольной группе. Абсолютный прирост на 1 голову, превосходил животных контрольной группы на 0,75 кг (на 2,32 %), а среднесуточный прирост, был выше на 35,0 г (на 5,94%). За весь возрастной период доращивания высокий абсолютный прирост был выявлен у свиней опытной группы, разница по которому с интактной группой составила 1117,8 кг. Расчёт экономической эффективности показал обоснованность использования пробиотика ЛикваФид с водой молодняку свиней на доращивании. Дополнительная прибыль на 1 руб. дополнительных затрат составила 6,55 руб., а рентабельность выращивания молодняка повысилась на 1,9%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании экспериментальных данных установлено, что пробиотик ЛикваФид в разных дозах демонстрирует положительную динамику показателей, характеризующих рост и развитие молодняка свиней. Сравнительный анализ зоотехнических параметров между экспериментальными группами, получавшими пробиотик ЛикваФид, выявил, что наиболее выраженный эффект в отношении повышения живой массы тела, абсолютного и среднесуточного приростов, а также экономической эффективности производства был достигнут при использовании дозы пробиотических штаммов 50 г/т, вводимой с питьевой водой.

2. Проведенные лабораторные исследования позволили заключить, что применение пробиотика ЛикваФид в оптимальной дозе 50 г/т питьевой воды свиньям в технологической группе доращивания оказало благоприятное воздействие на их организм, проявившееся наиболее стойким эффектом на активность процесса гемопоэза и нормализацией метаболических процессов. Так, в крови молодняка свиней, получавший пробиотик, регистрировали увеличение уровня гемоглобина на 3,72%, количества эритроцитов на 9,38%, общего белка на 6,09%, глобулинов на 50,66% ($P<0,01$), при снижении уровня альбуминов на 18,98% ($P<0,01$), креатинина на 33,74% ($P<0,001$), глюкозы на 24,32% ($P<0,001$), железа на 44,67% ($P<0,05$), содержания веществ низкой и средней молекулярной массы в плазме на 20% ($P<0,05$) и в эритроцитарной массе на 13,16% ($P<0,01$).

3. У поросят, получавших пробиотик ЛикваФид в дозе 50 г/т питьевой воды, общее количество бактерий в содержимом ободочной кишки составило $9,24\pm3,47\times10^7$, что в 3,12 раза выше, чем в контрольной группе. На фоне применения пробиотика происходило увеличение доли в бактериальном сообществе представителей нормофлоры на 12,05% при снижении условно-патогенных и патогенных микроорганизмов на 6,05% и 5,54%, соответственно. Среди представителей нормальной микрофлоры кишечника регистрировали увеличение родов клостридий в 4,68 раза, лактобацилл в 2,41

раза, бактероидов в 5,54 раза, эубактерий в 6,25 раз, лактат-утилизирующих бактерий в 4,28 раза.

4. Введение пробиотика ЛикваФид молодняку свиней с питьевой водой в оптимальной дозе 50 г/т приводит к увеличению общей микробной массы с $10^{5,84}$ до $10^{6,82}$ геномов/г в фекалиях за счет роста представителей нормофлоры и уменьшения нежелательных и патогенных микроорганизмов. В биологическом материале происходит увеличение представителей рода бактероидов на $10^{6,11}$, эубактерий на $10^{5,43}$, клостридий на $10^{6,39}$, лактобацилл на $10^{5,97}$ ($P<0,05$), лактат-утилизирующих бактерий на $10^{5,08}$ при снижении рода пептострептококков на $10^{4,76}$ ($P<0,05$), актиномицетов на $10^{3,74}$ стрептококков на $10^{3,61}$ ($P<0,05$) и семейства энтеробактерий на $10^{6,77}$.

5. Пробиотик ЛикваФид в оптимальной дозе положительно влияет на развитие лимфоидной ткани ободочной кишки свиней в период доращивания. Введение в организм пробиотических штаммов микроорганизмов способствует увеличению как плотности лимфогландулярных комплексов на 32,82-73,01% и лимфоидных узелков в 1 гландулярном комплексе на 14,85-29,44% ($P<0,05$-$0,001$), так и плотности размещения в них одиночных лимфоидных узелков в стенке ободочной кишки, как собственной пластинке слизистой оболочки на 18,12-28,72% так и в подслизистой основе на 5,49-26,39%.

6. В условиях промышленной технологии производства свинины в конце периода доращивания применение пробиотика способствовало увеличению живой массы одного животного в опытной группе на 0,92 кг (2,34%), абсолютного прироста на 0,75 кг (2,32 %) среднесуточного прироста на 35,0 г (5,94%) при сохранности 98,10%.

7. Расчет экономической эффективности применения пробиотика ЛикваФид показал, что его введение с питьевой водой обеспечивает получение 6,55 руб. дополнительной прибыли на 1 руб. дополнительных затрат и повышает рентабельность выращивания молодняка на 1,9%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для нормализации микробиоты желудочно-кишечного тракта, увеличения продуктивности и повышения сохранности молодняка свиней рекомендуем применять пробиотик ЛикваФид с питьевой водой групповым методом из расчета 50 г на тонну воды в течении всего периода доращивания.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Созданы научно-обоснованные предпосылки для дальнейшего исследования пробиотик ЛикваФид на свиньях в иные физиологические периоды онтогенеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамкова, Н. В. Эффективность применения пробиотика «Проваген» в технологии выращивания поросят / Н. В. Абрамкова, С. В. Мошкина, И. В. Червонова // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 201–204.

2. Агафонова Н. А. и др. Эффективность препарата Бактистатин в лечении постинфекционного синдрома раздраженного кишечника //Лечебное дело. – 2017. – №. 3.

3. Алексеев, И. А. Рост, развитие, сохранность и продуктивность молодняка свиней при применении пробиотической кормовой добавки «Пролам» / И. А. Алексеев, Д. Г. Венгренюк // Ветеринарный врач. – 2013. – № 2. – С. 62-64. – EDN QBUHKZ.

4. Анохина В. В. Продуктивность и обмен веществ при скармливании молодняку свиней разных по составу кормосмесей с добавкой пробиотика // Свиноводство. 2008. № 2. С. 20–21.

5. Апатенко В. М. Полипаразитизм и паразитоценозы как модели одного биологического явления //Вет. медицина: Меж вид. Темат. Наук. Зб. – Х., 2003. – Вип. 82. – С. 38-42.

6. Бабайлова Г.П. Технология производства свинины / Г.П. Бабайлова. – Киров, 2002. – 192 с

7. Бараников А.И. Методы повышения резистентности свиней. Актуальные проблемы производства свинины в Российской Федерации / А.И. Бараников // Материалы одиннадцатого заседания Межвузовского координационного совета по свиноводству и Республиканской научно-производственной конференции. – Персиановский. — 2008. – С. 67

8. Бекенёв, В.А. Технология разведения и содержания свиней: уч. Пособие / В. А. Бекенёв // Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 416 с.

9. Белов, А.И. Пробиотики в сельском хозяйстве / А.И. Белов // АгроПресс. – 2008. – № 5. – С. 36–38.

10. Биопрепарат на основе штамма Lactobacillus plantarum L-211 для животноводства. Сообщение II. Кормление поросят / В. И. Фисинин, О. А. Артемьева, И. И. Чеботарев [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52, № 2. – С. 418-424. – DOI 10.15389/agrobiology.2017.2.418rus. – EDN YMFVPH.

11. Бреславец, П.И. Динамика роста, развитие и мясные качества некастрированных и кастрированных хрячков / П.И. Бреславец, Г.С. Походня // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. №4.

12. Бузлама, В. С. Мероприятия по профилактике стресса и повышению резистентности животных / В. С. Бузлама, М. И. Рецкий // Комплексная экологически безопасная система ветеринарной защиты здоровья животных. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2000. – С. 29-45. – EDN YWYHBK.

13. Булгаков, А. Способ повышения эффективности рационов / А. Булгаков, Н. Невинская, Т. Силивирова // Комбикорма. – 2006. – № 5. – С. 53-56. – EDN HULPVZ

14. Буров, С. В. Рост и развитие свиней в зависимости от пола / С. В. Буров, А. Л. Алексеев, Е. А. Крыштоп // Все о мясе. – 2011. – № 1. – С. 18-19. – EDN NDPYQX.

15. Василенко, В.Н. Продуктивность свиней разных генотипов в условиях промышленной технологии / В.Н. Василенко, Н.А. Коваленко // Известия ОГАУ. 2013. №4 (42).

16. Васильева Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. — М.: Агропромиздат, 2000. — 359 с.

17. Власова, О. Ранний или поздний отъем. Что лучше? / О. Власова, С. Ермолов // Животноводство России. – 2021. – № 6. – С. 31-33. – DOI 10.25701/ZZR.2021.64.83.017. – EDN URHYHG.

18. Влияние пробиотического препарата «Ветоспорин-с» на биохимические показатели крови и рост поросят-отъемышей / И. В. Аникиенко, О. П. Ильина, Л. Н. Карелина, И. И. Силкин // Вестник ИрГСХА. – 2018. – № 85. – С. 124-134. – EDN LAUTNB.

19. Водянников, В.И. Профилактика технологических стрессов на заключительном откорме молодняка свиней / В. И. Водянников, В. В. Шкаленко // Свиноводство. – 2017. – № 2. – С. 23-24. – EDN YGAHOD.

20. Водянников, В.И. Биологические аспекты интенсификации производства свинины на промышленной основе: монография / В.И. Водянников, В.Н. Шарнин, В.В. Шкаленко. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2012. – 283 с.

21. Выращивание поросят-сосунов на рационах с пробиотиком / Н. А. Юрина, Н. А. Омельченко, А. Е. Чиков, С. И. Кононенко, Д. В. Осепчук // Сб. науч. тр. / Всероссийский НИИ овцеводства и козоводства. – 2014. – Т. 3, № 7. – С. 355–359.

22. Гамко, Л.Н. Влияние пробиотических добавок на продуктивность и использование азота у молодняка свиней при разных сроках отъёма / Л.Н. Гамко, И.И. Сидоров, А.Г. Менякина // Вестник Ульяновской ГСХА. 2021. №2 (54).

23. Гамко, Л.Н. Продуктивность свиноматок и их потомства при скармливании пробиотиков / Л. Н. Гамко, Ю. Н. Черненок // Вестник ветеринарии. – 2009. – № 3(50). – С. 49–54.

24. Гегамян, Н.С. Повышение эффективности производства продукции свиноводства / Н.С. Гегамян, Е.И. Семенова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. — 2006. - №2. — С. 9-31.

25. Гематологические показатели в онтогенезе свиней / А. М. Хохлов, В. И. Герасимов, В.В. Каряка [и др.] // Интенсивность и конкурентоспособность отраслей животноводства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения и 50-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ,

Заслуженного ученого Брянской области, Почетного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Гамко Леонида Никифоровича, Кокино, 21–22 апреля 2016 года. – Кокино: Брянский государственный аграрный университет, 2016. – С. 305-309. – EDN VULWPZ.

26. Герасимович, А.И. Влияние кормовых добавок из местных кормовых ресурсов на биологические и продуктивные показатели молодняка свиней в условиях Приамурья / А.И. Герасимович, Т.А. Краснощекова, Н.М. Костомахин // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. — 2019. - № 9. — С. 3-12.

27. Голушко, В. Нормирование энергопротеинового питания свиней / В. Голушко, В. Рощин, С. Линкевич, А. Голушко // Свиноводство. – 2008.– № 3. – С. 13–16.

28. Горбунов, С.И. Технология приготовления и использования бифидогенной кормовой добавки лактобел в рационах поросят-отъемышей / С.И. Горбунов, А.Н. Чабаев, А. Н. Асташев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 3. – С. 70–72.

29. Гулюкин, М.И. Пробиотики как фактор повышения резистентности у сельскохозяйственных животных / М. И. Гулюкин, А. С. Петров // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 8 (194). – С. 32–38.

30. Даусов, С.Ф. Эффективность применения пробиотических добавок в свиноводстве / С.Ф. Даусов // Современные проблемы интенсификации производства свинины в странах СНГ : сб. науч. тр. XVII Междунар. науч.-практ. конф. По свиноводству. – Ульяновск, 2010. – Т. 1. – С. 87–90

31. Демидович, А.П. Диагностическое значение биохимических показателей крови (белковый, углеводный, липидный обмен). — Витебск: ВГАВМ, 2019. — 32 с.

32. Денисенко, Е.А. Влияние пробиотической молочнокислой закваски на продуктивность свиней и качество мясного сырья : автореф. дисс. … канд. с-х. наук : 06.02.10 / Денисенко Елена Арнольдовна. – Краснодар, 2015. – 28 с.

33. Дикусаров, В.Г. Улучшение протеиновой и минеральной питательности рационов свиней / В.Г. Дикусаров, СИ. Николаев, П.В. Подзолков // Стратегия научного обеспечения развития конкурентоспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества: материалы Всеросс. науч.- практ. конф. — Волгоград, 2006. — Ч. 2. — С. 200-202.

34. Дойлидов, В. Способы отбора при селекции на многоплодие / В. Дойлидов // Животноводство России. – 2022. – № S1. – С. 5-7. – EDN LRDBDW.

35. Егоров, И.А. Влияние пробиотических добавок на продуктивность поросят / И. А. Егоров // Ветеринария и кормление. – 2019. – № 4. – С. 45–50.

36. Зубарев, А.Е. Морфология лимфоидной ткани кишечника поросят при применении пробиотического штамма *Lacticaseibacillus paracasei*: диссертация … кандидата биологических наук: 06.02.01 / Зубарев Антон Евгеньевич; [Место защиты: Башкир. Гос. аграр. Ун-т]. — Уфа, 2018. — 18 с.

37. Зырянова, К.Н. Анализ пробиотических препаратов для животных / К. Н. Зырянова, И.Р. Селиванова, Д.И. Гильдиков // Неделя молодежной науки: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 17–19 апреля 2024 года. – Москва: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, 2024. – С. 108-110. – EDN ESUQJD.

38. Аршавский, И.А. Возрастная физиология животных / И.А.Аршавский, А.В.Квасницкий, В.Н.Никитин и др. // – М. : изд.-во «Колос», 1967. 431 с.

39. Ильина, Л. А. Микробиом сельскохозяйственных животных, его связь со здоровьем и продуктивностью: диссертация … доктора биологических наук: / Ильина Лариса Александровна; [Место защиты: Всерос. Науч.-исслед. Ин-т животноводства].- Санкт-Петербург, 2022.- 365 с.

40. Ильясова, З.З. Опыт экологического свиноводства в условиях Германии / З.З. Ильясова // Современные достижения ветеринарной медицины и биологии — в сельскохозяйственное производство : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РСФСР и Башкирской АССР, доктора ветеринарных наук, профессора Хамита Валеевича Аюпова (1914-1987 гг.), Уфа, 21–22 февраля 2014 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2014. – С. 298-301. – EDN SELWQX.

41. Использование незаменимых аминокислот и обменой энергии комбикормов на синтез мышечной и жировой тканей у молодняка свиней различных генотипов / В.М. Голушко, В.А. Рощин, С.А. Линкевич [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2012. – Т. 47, № 2. – С. 40-47. – EDN WACRBH.

42. Кабанов, В.Д. Интенсивное производство свинины / В.Д. Кабанов. – Москва, 2003. – 400 с.

43. Казьмина, Я.А. Продолжительность беременности и длительность периода между опоросом и осеменением свиноматок разных пород / Я. А. Казьмина, Е.Г. Лозовая, В.А. Сотникова // Молодежная наука —развитию агропромышленного комплекса : материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2022 года. Том ч.2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2023. – С. 117-122. – EDN MKYLXX.

44. Каиров, В.Р. Рост и развитие раноотнятых поросят под действием биологически активных добавок /В.Р. Каиров, М.С. Газзаева, Б.А. Кесаев //Известия Горского государственного аграрного универститета. -2010. —Т. 47. -№ 1. —С. 63-67.

45. Калашников, А.П. Биохимические аспекты кормления свиней с применением пробиотиков / А. П. Калашников // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 7. – С. 89–93.

46. Камычек, М. Антиоксиданты улучшают репродуктивную функцию свиноматок / М. Камычек // Свиноводство, 2013. - № 6. — С.65-67.

47. Клоуз, Б. Стратегия увеличения продуктивного долголетия свиноматок / Б. Клоуз // Промышленное и племенное свиноводство, 2007. - № 3. – С. 18-20.

48. Ковалева, О.В. Использование ферментных добавок в животноводстве: / О.В. Ковалева, М.Г. Волынкина, И.Е. Иванова. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2013. – 152 с. – EDN YZARHV.

49. Коваленко, Н.А. Динамика биохимических показателей крови молодняка свиней крупной белой породы австрийской селекции в процессе адаптации / Н.А. Коваленко // Ветеринарная патология. 2012. №2 (40).

50. Комбикорма с пробиотиком «ПРО-А» повышают продуктивность молодняка свиней при доращивании / Р. М. Попов, В. С. Зотеев, Г. А. Симонов, С. В. Зотеев // Эффективное животноводство. – 2015. – № 11(120). – С. 16-17. – EDN VWDAFX.

51. Комлацкий, В.И. Этология свиней /В.И. Комлацкий. – Краснодар. 2002. – 448 с

52. Комлацкий, В.И. Биология и этология свиней / В.И. Комлацкий, Л.Ф. Величко, В.А. Величко //Учебное пособие.–Краснодар, КубГАУ. – 2017. – Т. 130.

53. Комлацкий, В.И. Биологические основы производства свинины / В.И. Комлацкий, Л.Ф. Величко. — Краснодар: Типография Кубанского государственного аграрного университета, 2010. — 176 с.

54. Комлацкий, Г.В. Индустриализация и интенсификация отрасли свиноводства на юге России: спец. 06.02.07 «Разведение, селекция и генетика

сельскохозяйственных животных»: дис. … д-ра. с.-х. наук / Комлацкий Григорий Васильевич. — Черкесск, 2014. — 367 с.

55. Кононенко, С.И. Способ повышения продуктивного действия рациона / С.И. Кононенко // Зоотехния. 2008. № 4. С. 14-15.

56. Кононенко, С.И. Комбмкорма с рапсовым жмыхом для свиней / С. И. Кононенко, А.Е. Чиков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 72. – С. 456-472. – EDN OIUFEN.

57. Кормовые добавки в составе рационов для свиней / С. И. Кононенко, А. Б. Власов, О.В. Плужникова, В.И. Лозовой // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2012. – Т. 3, № 1-1. – С. 90-93. – EDN PFHWEL.

58. Корниенко, А.В. Улитько Василий Ефимович Биологическая доступность каротина из рациона свиноматок их продуктивность при разном соотношении в нём кальция и цинка / А.В. Корниенко, В.Е. Улитько // Вестник Ульяновской ГСХА. 2016. № 3.

59. Коробов, А.П. Эффективность использования стартерного комбикорма в кормлении поросят-сосунов / А. П. Коробов, А. А. Васильев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 3. – С. 43-44. – EDN WIHAHF.

60. Кротова, О.Е. Научно-практическое обоснование использования пробиотических, белковых и минеральных кормовых добавок нового поколения в промышленном птицеводстве и свиноводстве: диссертация … доктора биологических наук: 06.02.10.- Волгоград, 2021.- 319 с.

61. Куприянов, С.В. Использование премикса и ферментного препарата в кормлении молодняка мясных свиней / С.В. Куприянов, Б.Т. Абилов // Зоотехния. – 2007. – № 11. – С. 15-17. – EDN JWZSIH.

62. Кучерявый, В.П. Эффективность использования «Лактомина» в рационах молодняка свиней / В.П. Кучерявый // Современные проблемы интенсификации производства свинины в странах СНГ : сб. науч. тр. XVII

Междунар. науч.-практ. конф. По свиноводству. – Ульяновск, 2010. – Т. 1. – С. 157–162

63. Лаврентьев, А.Ю. Лизин в рационах молодняка свиней / А.Ю. Лаврентьев // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2021 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета «Золотой колос», 2021. – С. 681-684. – EDN BUEPUK.

64. Ларионов, С.В. Экономическая эффективность применения пробиотиков в свиноводческих комплексах / С.В. Ларионов // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 3. – С. 55–59.

65. Лобанов, В.С. Эмбриональные потери у свиноматок и методы их профилактики / В.С. Лобанов, А.В. Филатов // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2019. №22 (1).

66. Лучкин, К.Ю. Гематологические показатели свиней при применении в их рационе пробиотиков / К.Ю. Лучкин, О.Ю. Рудишин, С.В. Бурцева // Вестник АГАУ. 2013. №3 (101).

67. Макарцев, Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных / Н.Г. Макарцев. – Калуга: Издательство научной литературы Н.Ф. Бочкаревой, 2007. – 608 с.

68. Мунтеан М. Влияние содержания и кормления свиноматок на количество поросят-отъёмышей и мясную продуктивность / М. Мунтеан, И.Д. Тарпиан, Ф. Муселин, Л. Вадува, И. Петроман // Животноводство и кормопроизводство. 2023. №3.

69. Маркин, Ю. Предстартерные корма для свиней / Ю. Маркин, А. Клименко, В. Антошин // Комбикорма. – 2009. – № 6. – С. 75-76. – EDN NXYKUT.

70. Мартыненко, Я.Н. Влияние основных факторов патогенности кишечной палочки на развитие болезни при эшерихиозе / Я.Н. Мартыненко,

А. С. Тищенко Influence of the main factors of E. coli pathogenicity on the development of the disease in escherichiosis //ББК 65.32 Н34. – 2018. – С. 200

71. Махаев, Е.А. Рекомендации по детализированному кормлению свиней мясного типа: Справочное пособие рассмотрено, одобрено и рекомендовано к публикации: Учёным советом ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Протокол № 5 от 11 апреля 2016 г.; Секцией животноводства и племенного дела Научно-технического совета Минсельхоза России. Протокол № 11 от 1 июля 2016 г. / Е.А. Махаев, А.Т. Мысик, Н.И. Стрекозов. – Дубровицы : Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста, 2016. – 118 с. – ISBN 978-5-902483-42-7. – EDN XGBOPZ.

72. Мейер, Д. Ветеринарная лабораторная медицина : интерпретация и диагностика / Д. Мейер ; Денни Мейер, Джон Харви ; под ред. Ю. М. Кеда ; пер. с англ. Л. А. Певницкого. – Москва : Софион, 2007. – 458 с. – (Серия : Ветеринарные науки). – ISBN 5-9668-0016-2. – EDN QKYNIX.

73. Мельникова Е.Е. Выбор селекционных критериев для определения комплексной племенной ценности свиней крупной белой породы в условиях закрытой популяции/ Е.Е. Мельникова, А.А. Сермягин, С.Н. Харитонов// Свиноводство. – 2019. – №1. – С.13-17.

74. Мешков, В.М. Из опыта применения пробиотика термоспорина поросятам-сосунам / В.М. Мешков, Л.Г. Кислинская, М.А. Дьяконова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 2, № 34-1. – С. 85–86.

75. Микробиом сельскохозяйственных животных: связь со здоровьем и продуктивностью / Г. Ю. Лаптев, Н. И. Новикова, Е. А. Йылдырым [и др.]. – Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2020. – 336 с. – ISBN 978-5-906109-99-6. – EDN ONQNKC.

76. Микуленок, В.Г. Полнорационные комбикорма в условиях промышленного свиноводства / В.Г. Микуленок, А.В. Жалнеровская, А.В. Кахнович. —Витебск: ВГАВМ, 2018. — 60 с.

77. Миронов, А. Использование ферментативное пробиотика

целлобактерина / А.Миронов, С.Малов // Свиноводство. 2004. - №2. —С.30.

78. Миропольская, О.В. Современные технологии — путь к успеху в выращивании поросят / О.В. Миропольская // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. №6-1.

79. Михайлов, Н.В., Руководство по воспроизводству свиней: практические советы / Н.В. Михайлов, А.И. Баранников // Персиановский, 2009. 21 с.

80. Михайлова, Е.А. Физиология системы крови / Е.А. Михайлова //Великие Луки: ВЛГАФК. – 2019.

81. Михайлова, О.А. Тенденции развития мирового свиноводства / О.А. Михайлова // Вестник аграрной науки. — 2018. - № 1 (70). — С. 36-45.

82. Молева А.А. Динамика формирования микропаразитоценозов при нематодозах свиней и коррекция ее антгельминтиками и пробиотиками: дис. Кандидата вет. наук: 16.00.03, 03.00.19 / Молева Алена Александровна. – Иваново, 2004. – 147 с.

83. Молотихина Н.Г. Медицинское значение энтеробактерий https://12sanepid.ru/press/publications/3780.html.

84. Москаленко, Е.А. Применение молочнокислой закваски на основе лакто- и пропионовокислых бактерий в кормлении свиней / Е.А. Москаленко, Н.Н. Забашта // Сб. науч. тр. СКНИИЖ. – 2015. – Ч. 1. – С. 106–110.

85. Мошкутело И. Правильно ли мы кормим свиней? / И. Мошкутело, В. Николаев, И. Авсянникова // Животноводство России. – 2002. – № 5. – С 28-31.

86. Мысик, А.Т. Требования к кормлению свиней / А.Т. Мысик // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. – 2006. – Т. 16, № 3. – С. 18-23. – EDN NQTMOZ.

87. Мысик, А.Т. Развитие животноводства в мире и России/ А.Т. Мысик // Зоотехния. — 2015. - № 1. — С. 2-5.

88. Некрасов, Р.В. Пробиотики в кормлении поросят / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, О.И. Бобровская // Свиноводство, 2013.- №6.- С.31-33.

89. Некрасов, Р.В. Использование пробиотиков нового поколения в кормлении свиней / Р.В. Некрасов, М.П. Кирилов, Н.А. Ушакова // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2010. – № 3. – С. 64–79

90. Неттесов, В.В. Микробиологические препараты в современном животноводстве: монография / В. В. Неттесов // – Москва: КолосС, 2021. – 184 с.

91. Никитченко, В.Е. Закономерности роста тканей у свиней / В.Е. Никитченко, Д.В. Никитченко // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2008. №4.

92. Никулина, И.А. Использование молочнокислой кормовой добавки с пробиотиками молодняка свиней / И.А. Никулина, И.Н. Миколайчук // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 6. – С. 6–10.

93. Нормальная микрофлора животных и ее коррекция пробиотиками / М.А. Сидоров, В.В. Субботин, Н.В. Данилевская, А.В. Иванов // Ветеринария. – 2000. – № 11. – С. 17-21. – EDN ULCFPB.

94. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах (Посвящается 100-летию со дня рождения академика Алексея Петровича Калашникова (1918–2010): монография / Р.В. Некрасов, А.В. Головин, Е.А. Махаев, А.Т. Мысик, М.Г. Чабаев [и др.]. — Москва, 2018. – 300 с. – ISBN 978-5-906906-77-9.

95. Нугуманов, Г.О. Рост и развитие поросят-отъемышей при использовании в рационах пробиотика «Витафорт» / Г.О. Нугуманов, Ф.С. Хазиахметов // Вестник Башкирского государственного университета. – 2013. – № 4. – С. 18.

96. Овчинников, А.В. Стимулирующая добавка в кормлении поросят-отъёмышей / А.В. Овчинников, А.И. Дарьин, Ю.А. Нестеров // Нива Поволжья. – 2012. – № 2 (23). – С. 76-79.

97. Околышев, С. Живая масса при рождении и продуктивность свиней / С. Околышев, Ю. Тимошенко // Животноводство России. – 2021. – № S1. – С. 31-33. – DOI 10.25701/ZZR.2020.53.83.011. – EDN MTAOYR.

98. Оптимизация микроминерального питания молодняка крупного рогатого скота и свиней путем использования нетрадиционных кормов и хелатных соединений нормируемых микроэлементов / Т.А. Краснощекова, В.А. Рыжков, Е.В. Туаева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 37-40. – EDN RSYJHJ.

99. Организация и технология производства свинины / В.Я. Горин, Н.И. Карпенко, В.М. Борзенков [и др.]. – Белгород : Белгородское книжное издательство «Везелица», 2011. – 704 с. – ISBN 978-5-86295-240-7. – EDN UDIFOJ.

100. Осепчук, Д.В. Коррекционное действие сухого пробиотического препарата на организм молодняка свиней, отстающего в росте / Д.В. Осепчук, Н.А. Пышманцева, Н.А. Омельченко // Актуальные проблемы современной ветеринарии : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2011. – Ч. 1. – С. 209–214.

101. Острикова Э.Е. Динамика морфологического состава крови ремонтных свинок использовании пробиотиков и биостимуляторов / Э.Е. Острикова // Ветеринарная патология. 2012. №2 (40).

102. Острикова, Э.Е. Влияние пробиотиков на откормочные и мясные качества свиней / Э.Е. Острикова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2011. – № 74. – С. 1–8.

103. Оценка вариации питательных веществ в комбикорме / И. Панин, Ю. Колпаков, Е. Шенцова, В. Гречишников // Комбикорма. – 2009. – № 5. – С. 76-77. – EDN MNTJJR.

104. Ошуркова Ю.Л. Гематологические показатели крови молодняка свиней по данным автоматизированного анализа / Ю.Л. Ошуркова, Л.Л. Фомина, Е.С. Ткачева, М.Н. Ошуркова // Молочнохозяйственный вестник. 2020. №4

(40).

105. Павлов, А.В. Больший вес при рождении — лучше результаты на доращивании / А.В. Павлов // Свиноводство. – 2010. – № 7. – С. 19. – EDN NCUPXB.

106. Панфилов, А.Б. Особенность лимфоидной ткани стенки тонкой кишки поросят при даче им пробиотика Lactobacillus paracasei / А.Б. Панфилов, А.Е. Зубарев // Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы: Коллективная монография. В 2 частях. Том Часть 2. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 123-137. – EDN BLSQEU.164. – EDN XNGEAD.

107. Петенко А.И. Обеспечение биологической безопасности кормов / А.И. Петенко, А.К. Карганян, А.Г. Кощаев, В.А. Ярошенко // Ветеринария. – 2006. – № 7. – С. 7-11.

108. Повышение продуктивности свиней / Г.С. Походня, Г.В. Ескин, А.Г. Нарижный [и др.]. – Белгород : Издательство БелГСХА, 2004. – 517 с. – ISBN 5-86146-116-3. – EDN UCZCXR.

109. Подчалимов, М.И. Влияние кормовых добавок на продуктивность молодняка свиней / М.И. Подчалимов, Е.М. Грибанова, С.В. Злобин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. №3.

110. Показатели кормового поведения как новые селекционные признаки в разведении свиней / А.А. Сермягин, А.А. Белоус, Е.А. Требунских, Н.А. Зиновьева // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, № 6. – С. 1126-1138. – DOI 10.15389/agrobiology.2020.6.1126rus. – EDN XIGEJW.

111. Полнорационные комбикорма с различным уровнем протеина и аминокислот для свиней / Н.С. А. Ниязов, В.Ф. Мишин, Ю.П. Мурашкин // Зоотехния. – 2007. – № 7. – С. 11-12. – EDN JWLFLL.

112. Пономарев, И.Н. Морфология лимфоидной ткани свиней при болезнях пищеварительной системы: автореферат дис. … кандидата ветеринарных

наук: 06.02.01 / Пономарев Игорь Николаевич; [Место защиты: Сарат. Гос. аграр. Ун-т им. Н.И. Вавилова]. — Саратов, 2010. — 18 с.

113. Пономаренко, Ю.Н. Оптимизация кормления поросят с использованием биологически активных добавок / Ю.Н. Пономаренко // Зоотехния. – 2018. – № 12. – С. 18–22.

114. Походня, Г. Особенности роста хряков,боровов и свинок / Г. Походня, Ю. Бреславец // Животноводство России. – 2021. – № 11. – С. 23-24. – DOI 10.25701/ZZR.2021.54.22.011. – EDN WKISKL.

115. Походня, Г. С. Свиноводство и технология производства свинины / Г. С. Походня. – Белгород : Белгородское книжное издательство «Везелица», 2009. – 776 с. – ISBN 978-5-86295-199-8. – EDN USMOBT.

116. Походня, Г.С. Основные факторы интенсификации воспроизводства и выращивания свиней в промышленных комплексах: автореферат дис. Доктора сельскохозяйственных наук: 06.02.04 / Походня Григорий Семенович. — Дубровицы, 1988. — 53 с.

117. Походня, Г.С. Свиноводство: учебное пособие / Г.С. Походня, А.Г. Нарижный, П.И. Бреславец, Г.В. Ескин, Е.Г. Федорчук, А.П. Бреславец. – М.: Колос, 2009. – 500 с.

118. Природные адаптогены в кормлении свиней (обзор исследований) / Р.В. Некрасов, Н.В. Боголюбова, Ю.П. Фомичев, М.Г. Чабаев, А.А. Семенова и др. // Актуальные проблемы инновационного развития животноводства: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2019. С. 369-373.

119. Пробиотик лактоамиловорин в кормлении поросят на доращивании / Р. В. Некрасов, М. Г. Чабаев, Н. И. Анисова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 6. – С. 57-59. – EDN SHUDFV.

120. Пробиотический препарат ПКД в системе выращивания поросят / И. И. Мошкутело, П. В. Александров, В. П. Северин [и др.] // Зоотехния. – 2011. – № 7. – С. 10-12. – EDN NUSFLR.

121. Пробиотический штамм Lactobacillus reuteri и его влияние на продуктивность поросят в послеотъемный период / А. Н. Овчарова, Л. Л.

Полякова, О. В. Софронова, К. С. Остренко // Свиноводство. – 2021. – № 2. – С. 61-64. – DOI 10.37925/0039-713X-2021-2-61-64. – EDN ZBISDX.

122. Продуктивный потенциал растущего молодняка свиней при использовании различных адаптогенов / М.Г. Чабаев, Е.Ю. Цис, А.В. Мишуров [и др.] // Свиноводство. – 2020. – № 5. – С. 19-23. – DOI 10.37925/0039-713X-2020-5-19-23. – EDN PFPMKV.

123. Прохоренко, О.В. Продуктивность и резистентность свиней степного типа при использовании пробиотиков: автореф. дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Прохоренко Ольга Васильевна. – пос. Персиановский, 2010. – 26 с.

124. Псхациева, З.В. Влияние совместного применения пробиотика и сорбента на баланс веществ поросят-отъемышей / З.В. Псхациева // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 52, № 2. – С. 95-99. – EDN TVWJPN.

125. Разнонаправленный половой диморфизм по живой массе у домашних свиней / С.В. Никитин, С.П. Князев, К.С. Шатохин [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19, № 5. – С. 624-629. – DOI 10.18699/VJ15.079. – EDN VDUBPT.

126. Рахматов, Л.А. Взаимосвязь развития поросят с молочностью и химическим составом молока свиноматок / Л.А. Рахматов // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2011. №1.

127. Рубель, И.С. Пробиотики в животноводстве. Эволюция пробиотиков [Электронный ресурс] / И. С. Wong // ТД «Геотек». – 2013. – Режим доступа :http://eotec.com.ua/veterinariya/probiotiki-v-zhivotnovodstve-evolyutsiyaprobiotikov.html. С. Кислюк, Г. Лаптев // Сельскохозяйственные вести. - №4.-2002. — 35 с.

128. Самсонова, О.Е. Воспроизводительные, откормочные и мясные качества свиней в зависимости от условий кормления и генотипа животных в условиях центрально-черноземной зоны / О.Е. Самсонова, В.А. Бабушкин. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2019. – 116 с. – ISBN 978-5-4480-0233-5. – EDN VUGEZJ.

129. Самсонова, О.Е. Продуктивные качества свиней в зависимости от технологии кормления / О. Е. Самсонова // Science Time. – 2016. – № 9(33). – С. 216-219. – EDN WSWWEV.

130. Саткеева, А.Б. Воспроизводительные качества свиноматок в зависимости от их породности / А.Б. Саткеева // Известия ОГАУ. 2022. №5 (97)

131. Сафонов, Г.А. Пробиотики как фактор, стабилизирующий здоровье животных / Г.А. Сафонов, Т.А. Калинина, В.П. Романов // Ветеринария. – 1992. – № 7-8. – С. 3-4. – EDN PZBHUB.

132. Свинарев, И.Ю. Анализ воспроизводительных качеств чистопородных свиноматок породы ландрас и гибридов F1 (йоркшир × ландрас) / И.Ю. Свинарев, А.Ю. Гончаров // Научный журнал КубГАУ. 2011. №70.

133. Сеин, О.Б. Физиолого-биохимический статус у свиней при включении в рацион пробиотика «Лактобифадол» / О.Б. Сеин, Д. В. Трубников, Д. П. Черников // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №9.

134. Семенов, А.С. Использование престартеров при выращивании поросят в период подсоса и доращивания / А.С. Семенов, Л.В. Сычева, Т.Н. Вяткина // Пермский аграрный вестник : Сборник научных трудов LXVIII Всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 16–17 апреля 2008 года. Том 2. – Пермь: Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, 2008. – С. 50-53. – EDN RZQYMZ.

135. Сердюченко, И.В. Кормление лактирующих свиноматок гибридной породы F1 / И.В. Сердюченко, А.Э. Сергеев, Г.О. Амельчаков // Эффективное животноводство. – 2023. – № 7(189). – С. 54-55. – DOI 10.24412/cl-33489-2023-7-54-55. – EDN XNJHZK.

136. Серяков, И.С. Влияние продолжительности супоросности на репродуктивные качества свиноматок / И.С. Серяков, Н.В. Подскребкин, Е.В.

Пищелко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2018. №21 (2).

137. Система функционального питания свиней / И. Мошкутело, В. Шарнин, А. Ковалев, М. Чабаев // Свиноводство. – 2019. – № 3. – С. 23-26. – EDN TECATZ.

138. Скрипниченко, Г.Г. Влияние пробиотиков на мясные качества свиней / Г.Г. Скрипниченко // Мясная индустрия. – 2021. – № 5. – С. 40–43.

139. Смирнова Е.А. Технология производства пробиотика КД-5 и его использование в свиноводстве// Диссертация кандидата биологических наук : 03.00.23 Моск. Гос. акад. Ветеринар. Медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина.- Москва. — 2009.- 192 с.

140. Сницаренко, Г.Н. Переваримость и эффективность использования энергии у молодняка свиней на доращивании / Г.Н. Сницаренко, Л.Н. Гамко // Свиноводство. – 2021. – № 5. – С. 24-26. – DOI 10.37925/0039-713X-2021-5-24-26. – EDN BFAFCC.

141. Соколенко, Г.Г. Пробиотики в рациональном кормлении животных / Г.Г. Соколенко, Б.П. Лазарев, С.В. Миньченко // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. 2015. № 1. С. 72 — 78.

142. Соколов, В.В. Применение БВМД «Анимит-1» и «Анимит-3» в кормлении свиней / В.В. Соколов, А.В. Максимов, О.В. Неклюдова // Свиноводство. – 2000. – № 4. – С. 16-18. – EDN RVKTWF.

143. Сравнительная физиология животных / А.А. Иванов, О.А. Войнова, Д.А. Ксенофонтов [и др.]. – 2-е, Стереотипное. – Санкт-Петербург : Издательство Лань, 2015. – 416 с. – ISBN 978-5-8114-0932-7. – EDN REKYOV.

144. Степочкин, А.А. Биология развития свиней в онтогенезе / А.А. Степочкин, Л.П. Тельцов, В.А. Столяров // Механизмы и закономерности индивидуального развития человека и животных : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-

летию заслуженного деятеля науки Российской Федерации, доктора биологических наук, профессора Тельцова Леонида Петровича, Саранск, 12–13 октября 2012 года. – Саранск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», 2013. – С. 157-165. – EDN RTVPMZ.

145. Стрекольников А.А. Активация белкового обмена у супоросных свиней в условиях промышленного содержания / А.А. Стрекольников, Л.Ю.Карпенко, Н.А.Шинкаревич, А.А.Бахта, А.И.Козицина // Международный вестник ветеринарии. — 2021г. - №4. — С. 160 — 165. — https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2021.4.166.

146. Стрельцов В.А. Репродуктивные качества свиней в зависимости от их живой массы, гнезд разной величины и соотношения полов в помете // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. 2008. №1.

147. Стрижиков, В.К. Морфо и гистохимические аспекты адаптации эритроцитов в крови свиней в ранние фазы постнатального периода онтогенеза / В.К. Стрижиков, В.В. Сытько // Известия ОГАУ. 2014. №5 (49)

148. Студенцов, А.П. Акушерство, гинекология и биотехника репродукции животных / А.П. Студенцов, В.С. Шипилов, В.Я. Никитин. — М.: КолосС, 2011. – 440 с.

149. Суслина, Е.Н. Селекционные методы улучшения качественных показателей мяса свиней / Е.Н. Суслина, А.А. Новиков, А.Ю. Бельтюкова // Свиноводство. – 2013. – № 4. – С. 7-9. – EDN QBHJUB.

150. Сычёва Л.В. Заменитель цельного молока «Порсимилк» в кормлении поросят // Достижения науки и техники АПК. 2013. №4.

151. Тараканов, И.С. Метаболизм белков у свиней при использовании пробиотических комплексов / И. С. Тараканов // Вестник РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. – 2017. – № 6. – С. 112–117.

152. Татарчук, О.П. Характеристика пробиотического штамма Bacillus subtilis CBS 117162 и кормовой добавки на его основе / О.П. Татарчук // Ветеринария. – 2012. – № 4. – С. 20–22

153. Татулов Ю.В. Стандартизация производства высококачественной свинины в России / Ю.В. Татулов, С.Б. Воскресенский // Свиноферма. — 2006. — № 7. — С. 37-39.

154. Технология выращивания и репродуктивного использования ремонтных свинок / А.Г. Нарижный, А.Ч. Джамалдинов, А.В. Филатов [и др.]. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – 131 с. – ISBN 978-5-9907854-3-4. – EDN VUGPCZ.

155. Тимошенко А.С. Сравнительная продуктивность разных пород свиней / Тимошенко А.С., Величко Л.Ф. // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: мат. X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. – 2017. – С. 283-284.

156. Тищенко, В.И. Профилактика желудочно-кишечных заболеваний у поросят / В. И. Тищенко // Ветеринарная практика. – 2020. – № 2. – С. 25–29.

157. Тлецерук, И.Р. Эффективность использования кормового нетрадиционного компонента / И.Р. Тлецерук // Ветеринария и кормление. – 2019. – № 3. – С. 11-13. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-3-2. – EDN FPZLOZ.

158. Токарев, И.Н. Влияние возраста первого осеменения на продуктивность свиноматок в условиях ООО «Уфимский СГЦ» / И. Н. Токарев, А.В. Близнецов, Д.И. Мещенко // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2(58). – С. 59-64. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-58-2-59-64. – EDN FKFBKZ.

159. Токарев, И.Н. Влияние пробиотика «Споровит» на рост, развитие и гематологические показатели поросят на доращивании в ЗАО «Аургазинский свинокомплекс» / И.Н. Токарев, С.Р. Ганиева, А.В. Близнецов // Российский

электронный научный журнал. – 2015. – № 2(16). – С. 156-169. – EDN WFKHCN.

160. Третьякова, О.Л. Влияние возраста первого осеменения ремонтных свинок на их продуктивность / О.Л. Третьякова, А.С. Дегтярь, В.С. Солонникова, Н.С. Крючкова // Известия ОГАУ. 2022. №2 (94).

161. Трифонов, Н.Ю. Использование пробиотиков «Биоспорин», «Ветом2» и эфирного масла эвкалипта на фоне аэроионизации при выращивании молодняка свиней : дисс. … канд. вет. наук : 06.02.05 / Трифонов Николай Юрьевич. – Чебоксары, 2010. – 141 с

162. Ухтверов, А.М. Особенности роста и развития свиней крупной белой породы при различных уровнях кормления / А.М. Ухтверов // Известия НВ АУК. 2024. №5 (77).

163. Федюк, Е.И. Продуктивность, откормочные качества и резистентность свиней при введении в рацион пробиотиков лактобифид и иммунобак / Е.И. Федюк, М.М. Кочуев // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(8). – С. 16-23. – EDN SABARN.

164. Филатов, А.В. Коррекция микробиома молодняка свиней / А.В. Филатов, А.В. Якимов // Эффективное животноводство. – 2023. – № 7(189). – С. 35-36. – EDN LGYEFM.

165. Филатов, А.В. Метагеномный анализ фекальной микробиоты молодняка свиней при использовании пробиотических штаммов Bacillus / А.В. Филатов, А.В. Якимов // Свиноводство. – 2025. – № 2. – С. 34-38. – DOI 10.37925/0039-713X-2025-2-34-38. – EDN MCKZOO.

166. Филатов, А.В. Микробиом кишечника поросят в период доращивания при использовании пробиотика «ЛиквaФид» / А.В. Филатов, А.В. Якимов, А.И. Бахтеева // Свиноводство. – 2023. – № 1. – С. 56-59. – DOI 10.37925/0039-713X-2023-1-56-59. – EDN ASMLEX

167. Филатов, А.В. Многоплодие высокопродуктивных свиноматок и пути повышения показателей воспроизводства / А.В. Филатов, А.В. Минин // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов: Сборник трудов IV

научно-практической конференции с международным участием, Киров, 30 ноября 2022 года. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 141-144. – EDN RNDLIF.

168. Филатов, А.В. Пробиотический комплекс «ЛикваФид» для молодняка свиней на доращивании / А.В. Филатов, А.В. Якимов // Свиноводство. – 2021. – № 4. – С. 32-34. – DOI 10.37925/0039-713X-2021-4-32-34. – EDN AWTGBA.

169. Филатов, А.В. Экономическое обоснование применения пробиотического комплекса «ЛикваФид» молодняку свиней / А.В. Филатов, А.В. Якимов // Свиноводство. – 2024. – № 1. – С. 15-17. – DOI 10.37925/0039-713X-2024-1-15-17. – EDN CGEPLX.

170. Хайновский, А.В. Рост и развитие поросят в период доращивания при включении премиксов в рецепты стартерных и гроуэрных комбикормов / А.В. Хайновский, Л.В. Сычёва, Ж.А. Перевойко // Известия ОГАУ. 2023. №1 (99).

171. Хайтович, А.Б. Микробиологические механизмы развития ишемической болезни кишечника / А.Б. Хайтович, В.З. Харченко, Р.А. Мневец //Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2017. – Т. 7. – №. 1. – С. 89-94.

172. Хлебус Н.К. Биохимические показатели крови подсосных свиноматок, рост и развитие поросят при применении комплексного гепатопротекторного препарата / Н.К. Хлебус // Сельскохозяйственный журнал. 2016. № 9. — С. 337-340.

173. Хлопицкий В.П. Критические периоды в развитии плода, приводящие к эмбриональной смертности у свиноматок/В.П. Хлопицкий, А.Г. Нежданов. Свиноводство, 2015. №6. С. 19–23.

174. Хлопицкий В.П. Основные причины эмбриональной смертности и современные средства по увеличению многоплодия маток/В.П. Хлопицкий, Конопелько, Ю.В. Промышленное и племенное свиноводство / Ю.В.

Конопелько, К.А Кривенцев, С.В. Палазюк // 2009. №4. С. 51–54.

175. Хохрин С.Н. Кормление свиней, птицы, кроликов и пушных зверей: справочное пособие / С.Н. Хохрин. – СПб.: ПРОФИ – ИНФОРМ, 2004. – 544 с.

176. Хоченков, А.А. Качество компонентов животного происхождения для выработки комбикормов / А.А. Хоченков, И.В. Котович, О.П. Позывайло // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2021. – Т. 57, № 1. – С. 112-116. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-112-116. – EDN OYLIJQ.

177. Черепанов, И.В. «Бацелл» повышает сохранность и привесы поросятотъемышей [Электронный ресурс] / И.В. Черепанов // Деловой крестьянин. – 2008, окт. – № 10. – Режим доступа: biotechagro.ru

178. Чиков, А.Е. Пробиотик «Бацелл» в комбикормах свиней на откорме с повышенным содержанием клетчатки [Электронный ресурс] / А.Е. Чиков, Н. А. Омельченко, Н.А. Пышманцева // Животноводство и молочное дело. – 2013. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/probiotik-batsell-vkombikormah-sviney-na-otkorme-s-povyshennym-soderzhaniem-kletchatki.

179. Чиков, А.Е. Рост поросят и воспроизводительные функции свиноматок / А.Е. Чиков // Интеграция науки, образования и бизнеса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – пос. Персиановский, 2010. – Т. 1. – С. 376–378.

180. Чымба, Ч.Х. Влияние половой принадлежности на мясную продуктивность свиней / Ч.Х. Чымба, Н.А. Чалова // Современные проблемы и перспективы агропромышленного комплекса Сибири: Материалы XVI региональной научно-студенческой конференции аграрных вузов СФО, Кемерово, 05–07 апреля 2017 года. – Кемерово: Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2017. – С. 181-184. – EDN YMPMBF.

181. Шевцов, А.А. Рентабельность производства свинины при использовании пробиотиков / А.А. Шевцов // Экономика и управление в АПК. – 2021. – № 11. – С. 76–81.

182. Шейко, И.П. Свиноводство: учебник для студентов учреждений высшего образования по специальности «Зоотехния» / И.П. Шейко, В.С. Смирнов, Р.И. Шейко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 376 с. – ISBN 978-985-7060-22-1. – EDN FYEFWA.

183. Шейко, И.П. Биология и онтогенез свиньи / И.П. Шейко, И.В. Смирнов, Р.И. Шейко // Свиноводство: Учебник. –Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – С.17-21.

184. Шендаков А.И. Оценка потенциала многоплодия в современной селекции племенных свиней / А.И. Шендаков // Вестник ОрелГАУ. 2019. №2 (77).

185. Шендаков, А.И. Оценка потенциала многоплодия в современной селекции племенных свиней / А.И. Шендаков // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 2(77). – С. 77-84. – DOI 10.15217/ISSN2587-666X.2019.2.77. – EDN PMBAQG.

186. Шкредов, В.В. Влияние различных режимов выпаивания пробиотической добавки галлобакт-ф на рост и развитие поросят-отъёмышей / В.В. Шкредов, Р.В. Чусь, А.Г. Кощаев // Вестник Курганской ГСХА. 2020. №4 (36).

187. Шубина, Т.П. Применение препарата «ЭМПРОБИО» при лечении гастроэнтерита поросят / Т.П. Шубина, Н.В. Чопорова // МНИЖ. 2023. №2 (128).

188. Эволюционный процесс при доместикации свиней / А.М. Хохлов, В.И. Герасимов, В.В. Каряка [и др.] // Интенсивность и конкурентоспособность отраслей животноводства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения и 50-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного ученого Брянской области, Почетного профессора Брянского

ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Гамко Леонида Никифоровича, Кокино, 21–22 апреля 2016 года. – Кокино: Брянский государственный аграрный университет, 2016. – С. 201-206. – EDN VULWHN.

189. Эленшлегер, А.А. Влияние препарата «Ветом 2» на микробный пейзаж кишечника у телят после антибиотикотерапии / А.А. Эленшлегер, В.А. Афанасьев //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 2 (148).

190. Эффективность комбинированного использования БВМД при откорме помесных свиней / Б.Т. Абилов, В.В. Семенов, И.А. Сергеев // Зоотехния. – 2008. – № 8. – С. 18-19. – EDN NBKTFV.

191. Эффективность скрещивания свиноматок крупной белой породы с хряками породы дюрок импортной селекции / Г.С. Походня, А.Н. Ивченко, Д.В. Коробов, Т.А. Малахова // Таврический научный обозреватель. – 2016. – № 5-2(10). – С. 172-178. – EDN WCKXQB.

192. Якимов, А.В. Гематологический профиль свиней на доращивании при применении пробиотического комплекса / А.В. Якимов // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: Материалы XIII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 300-летию РАН, Санкт-Петербург, 21–22 ноября 2024 года. – Санкт-Петербург, 2024. – С. 716-717. – EDN MSROES.

193. Якимов, А.В. Клинические и продуктивные показатели молодняка свиней на фоне применения пробиотического комплекса Ликвафид / А.В. Якимов // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : материалы XII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 215-летию СПбГУВМ, Санкт-Петербург, 23–24 ноября 2023 года. – Санкт-Петербург: Перевощикова Юлия Владимировна, 2023. – С. 467-469. – EDN RLWWDN.

194. Якимов, А.В. Основные физиологические показатели молодняка свиней на доращивании при применении пробиотика Ликвафид / А.В.

Якимов, А.В. Филатов // Инновации и достижения в сельском хозяйстве: Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Киров, 22 декабря 2020 года. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 68-70. – EDN VUPXZG.

195. Якимов, А.В. Продуктивная и экономическая эффективность введения пробиотического комплекса Ликвафид поросятам на доращивании / А.В. Якимов, А.В. Филатов // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов: Сборник трудов V научно-практической конференции с международным участием, Киров, 30 ноября 2023 года. – Киров: ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2023. – С. 198-201. – EDN DMXVYZ

196. Якимов, А. ЛикваФид® от ООО «БИОТРОФ»: польза очевидна / А. Якимов, А. Филатов // Животноводство России. – 2024. – № S1. – С. 24-25. – EDN UACXNY.

197. A, Agazzi A, Invernizzi G, et al. The beneficial role of Probiotics in monogastric animal nutrition and health. J Dairy Vet Anim Res. 2015;2(4):116-132. DOI: 10.15406/jdvar.2015.02.00041

198. Adebola O. O., Corcoran O., Morgan W. A. Synbiotics: the impact of potential prebiotics inulin, lactulose and lactobionic acid on the survival and growth of lactobacilli probiotics //Journal of functional foods. – 2014. – Т. 10. – С. 75-84. https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.05.010

199. Adhikari B., Kim S. W., Kwon Y. M. Characterization of microbiota associated with digesta and mucosa in different regions of gastrointestinal tract of nursery pigs //International journal of molecular sciences. – 2019. – Т. 20. – №. 7. – С. 1630.

200. Alexopoulos C, Georgoulakis IE, Tzivara A, Kyriakis CS, Govaris A, Kyriakis SC. Field evaluation of the effect of a probiotic-containing Bacillus licheniformis and Bacillus subtilis spores on the health status, performance, and carcass quality of grower and finisher pigs. J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med. 2004 Aug;51(6):306-12. Doi: 10.1111/j.1439-0442.2004.00637.x.

201. Ardissone A. N. et al. Meconium microbiome analysis identifies bacteria correlated with premature birth //PloS one. – 2014. – Т. 9. – №. 3. – С. E90784.

202. Article Source: The Dynamic Distribution of Porcine Microbiota across Different Ages and Gastrointestinal Tract Segments Zhao W, Wang Y, Liu S, Huang J, Zhai Z, et al. The Dynamic Distribution of Porcine Microbiota across Different Ages and Gastrointestinal Tract Segments. PLOS ONE 10(2): e0117441. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117441

203. Athorn R. Z. et al. Feeding level and dietary energy source during early pregnancy in first parity sows: effects on pregnancy and litter size. – 2011.

204. Bhandari SK, Xu B, Nyachoti CM, Giesting DW, Krause DO. Evaluation of alternatives to antibiotics using an Escherichia coli K88+ model of piglet diarrhea: effects on gut microbial ecology. J Anim Sci. 2008 Apr;86(4):836-47. Doi: 10.2527/jas.2006-822.

205. Brüssow H., Parkinson S. J. You are what you eat //Nature biotechnology. – 2014. – Т. 32. – №. 3. – С. 243-245. https://doi.org/10.1038/nbt.2845.

206. Canfora E. E., Jocken J. W., Blaak E. E. Short-chain fatty acids in control of body weight and insulin sensitivity //Nature Reviews Endocrinology. – 2015. – Т. 11. – №. 10. – С. 577-591. https://doi.org/10.1038/nrendo.2015.128.

207. Cerf-Bensussan N., Gaboriau-Routhiau V. The immune system and the gut microbiota: friends or foes? // Nature Reviews Immunology. 2010. Vol. 10. No. 10. P. 735–744.

208. Chaucheyras-Durand F, Durand H. Probiotics in animal nutrition and health. Benef Microb. 2010;1(1):3–9.

209. Chen H., Zhang S., Kim S. W. Effects of supplemental xylanase on health of the small intestine in nursery pigs fed diets with corn distillers' dried grains with solubles //Journal of Animal Science. – 2020. – Т. 98. – №. 6. – С. Skaa185.

210. Choct M. Managing gut health through nutrition. *Br Poult Sci.* 2009;50(1):9–15.

211. Collado MC, Isolauri E, Salminen S, et al. The impact of probiotic on gut health. Curr Drug Metab. 2009;10(1):68–78.

212. Collins JK, Thornton G, Sullivan GO. Selection of Probiotic Strains for Human Applications. Int Dairy J. 1998;8(5–6):487–490.

213. Crespo-Piazuelo D. et al. Characterization of bacterial microbiota compositions along the intestinal tract in pigs and their interactions and functions //Scientific Reports. – 2018. – T. 8. – №. 1. – C. 1-12.

214. Davila A.M., Blachier F., Gotteland M., Andriamihaja M., Benetti P.H., Sanz Y., et al. Intestinal luminal nitrogen metabolism: role of the gut microbiota and consequences for the host Pharmacol Res, 68 (2013), pp. 95-107, 10.1016/j.phrs.2012.11.005

215. Davis CP. Normal Flora. In: Baron S, editor. Medical Microbiology. 4th edition. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996. Chapter 6. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7617/

216. de Goffau M. C. et al. Batch effects account for the main findings of an in utero human intestinal bacterial colonization study //Microbiome. – 2021. – T. 9. – №. 1. – C. 1-7.

217. Den Besten G. et al. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism //Journal of lipid research. – 2013. – T. 54. – №. 9. – C. 2325-2340.

218. Duarte M. E., Kim S. W. Intestinal microbiota and its interaction to intestinal health in nursery pigs //Animal Nutrition. – 2022. – T. 8. – №. 1. – C. 169-184. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.05.001

219. Fairbrother J. M., Nadeau É., Gyles C. L. Escherichia coli in postweaning diarrhea in pigs: an update on bacterial types, pathogenesis, and prevention strategies //Animal health research reviews. – 2005. – T. 6. – №. 1. – C. 17-39. https://doi.org/10.1079/AHR2005105

220. FAO/WHO. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. London: Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. FAO. 2002.

221. Fouhse J. M., Zijlstra R. T. Impact of resistant vs. digested starch on starch energy value in the pig gut //Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. – 2018. – Т. 15. – С. 12-20

222. Fukuda S, Toh H, Hase K, Oshima K, Nakanishi Y, Yoshimura K, et al. Bifidobacteria can protect from enteropathogenic infection through production of acetate. Nature. 2011;469(7331):543–7.

223. Fuller R. Probiotics in man and animals. J Appl Bacteriol. 1989;66(5):365–378.

224. Fuller, R., Barrow P.A., Brooker B.E. Bacteria associated with gastric epithelium of neonatal pigs. Appl. Environ. Microbiol 1978. 35:582-591

225. Gerritsen J., Smidt H., Rijkers G. T., de Vos W. M. Intestinal microbiota in human health and disease: the impact of probiotics. Genes Nutr. 2011: 6: 209-240.

226. Gibson GR, Fuller R. Aspects of in vitro and in vivo research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. The Journal of Nutrition. 2000;130(2 Suppl):391S–395S.

227. Gresse, R.; Chaucheyras Durand, F.; Dunière, L.; Blanquet-Diot, S.; Forano, E. Microbiota Composition and Functional Profiling Throughout the Gastrointestinal Tract of Commercial Weaning Piglets. *Microorganisms* 2019, *7*, 343. https://doi.org/10.3390/microorganisms7090343

228. Hojberg, O., N. Canibe, B. Knudsen, and B. B. Jensen, 2003 — Potential Rates of Fermentation in Digesta from the astrointestinal Tract of Pigs: Effect of Feeding Fermented Liquid Feed. Appl. Environ. Microbiol. 69:408-418

229. Hongping L. I. et al. Effects of probiotics on intestinal microflora in very low birth weight infants on the 14th postnatal day //Chinese Journal of Neonatology. – 2017. – Т. 32. – №. 4. – С. 264-268.

230. Houdijk J, Hartemink R, Verstegen M, Bosch M (2002). Effects of dietary non-digestible oligosaccharides on microbial characteristics of ileal 138iarr and faeces in weaner pigs. Arch. Anim. Nutr. 56(4):297-307.

231. Hu J., Park J. H., Kim I. H. Effect of dietary supplementation with Lactobacillus plantarum on growth performance, fecal score, fecal microbial

counts, gas emission and nutrient digestibility in growing pigs //Animal Feed Science and Technology. – 2022. – T. 290. – C. 115295. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115295

232. Illa Carla S Carvalho, Bruno Alexander N Silva, Elenice A Moraes, Henrique G Brand, Maria M Luspa, Debora Cristine O Carvalho, Fabrina S Luna, Larissa A Cardoso, Rodrigo L Domingos, Flavio Igor G Rebordoes, Mateus F Gonçalves, Stephane A Motta, PSVI-5 Effect of probiotic supplementation on performance and intestinal integrity in weaned piglets, Journal of Animal Science, Volume 99, Issue Supplement_3, November 2021, Page 401, https://doi.org/10.1093/jas/skab235.728

233. Influence of the normal flora on mucosal morphology and cellular renewal in the ileum. A comparison of germ-free and conventional mice. ABRAMS GD, BAUER H, SPRINZ H. Lab Invest. 1963 Mar;12:355-64.

234. Jin, J., Jia, J., Zhang, L. et al. Inflammatory cytokines of the jejunum, barrier proteins, and reactions of the microbiome-metabolome to early supplemental feeding of suckling pigs Bamei. BMC Microbiol 20, 169 (2020). https://doi.org/10.1186/s12866-020-01847-y

235. Jones S. Trends in microbiome research //Nat Biotechnol. – 2013. – T. 31. – №. 277. – C. 10.1038. https://doi.org/10.1038/nbt.2546

236. Jørgensen H. et al. The energy value of short-chain fatty acids infused into the caecum of pigs //British Journal of Nutrition. – 1997. – T. 77. – №. 5. –C. 745-756. https://doi.org/10.1079/BJN19970072.

237. Kaïs H. Al-Gubory, Paul A. Fowler, Catherine Garrel, The roles of cellular reactive oxygen species, oxidative stress and antioxidants in pregnancy outcomes, The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, Volume 42, Issue 10,2010, Pages 1634-1650, ISSN 1357-2725, https://doi.org/10.1016/j.biocel.2010.06.001.

238. Kamiya T. et al. Improvement of intestinal immune cell function by lactic acid bacteria for dairy products //Microorganisms. – 2016. – T. 5. – №. 1. – C. 1. https://doi.org/10.3390/microorganisms5010001

239. Kandasamy S. et al. Lactobacilli and Bifidobacteria enhance mucosal B cell responses and differentially modulate systemic antibody responses to an oral human rotavirus vaccine in a neonatal gnotobiotic pig disease model //Gut microbes. – 2014. – Т. 5. – №. 5. – С. 639-651. https://doi.org/10.4161/19490976.2014.969972

240. Kelly J. et al. Composition and diversity of mucosa-associated microbiota along the entire length of the pig gastrointestinal tract; dietary influences //Environmental microbiology. – 2017. – Т. 19. – №. 4. – С. 1425-1438.

241. Kim S. W. et al. Application of ideal protein and amino acid requirements for gestating sows //IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal-IV CLANA CBNA/AMENA-de. – 2010. – Т. 23.

242. Koketsu Y., Tani S., Iida R**.** Sow longevity associated with neonatal mortality, lifetime efficiency and herd productivity // *Livestock Production Science*. 2006. Vol. 100. No. 2-3. P. 193–198. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2005.09.011

243. Konstantinov SR, Smidt H, Akkermans AD, Casini L, Trevisi P, Mazzoni M, De Filippi S, Bosi P, de Vos WM. Feeding of Lactobacillus sobrius reduces Escherichia coli F4 levels in the gut and promotes growth of infected piglets. FEMS Microbiol Ecol. 2008 Dec;66(3):599-607. Doi: 10.1111/j.1574-6941.2008.00517.x.

244. Langendijk P. et al. Feeding level and dietary fibre content during early pregnancy in gilts and effects on pregnancy and litter size. – 2011.

245. Lessard M, Dupuis M, Gagnon N, Nadeau E, Matte JJ, Goulet J, Fairbrother JM. Administration of Pediococcus acidilactici or Saccharomyces cerevisiae boulardii modulates development of porcine mucosal immunity and reduces intestinal bacterial translocation after Escherichia coli challenge. J Anim Sci. 2009 Mar;87(3):922-34. Doi: 10.2527/jas.2008-0919.

246. Levesque C. L. et al. In a neonatal piglet model of intestinal failure, administration of antibiotics and lack of enteral nutrition have a greater impact on

intestinal microflora than surgical resection alone //Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. – 2017. – Т. 41. – №. 6. – С. 938-945.

247. Li, L., Wang, H., Dong, S. *et al.* Supplementation with alpha-glycerol monolaurate during late gestation and lactation enhances sow performance, ameliorates milk composition, and improves growth of suckling piglets. *J Animal Sci Biotechnol* **14**, 47 (2023). https://doi.org/10.1186/s40104-023-00848-x

248. Lilly D. M., Stillwell R. H. Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms //Science. – 1965. – Т. 147. – №. 3659. – С. 747-748.

249. Lin J. Effect of antibiotic growth promoters on intestinal microbiota in food animals: a novel model for studying the relationship between gut microbiota and human obesity? //Frontiers in microbiology. – 2011. – Т. 2. – С. 53. DOI: 10.3389/FMMICB.2011.00053

250. Liu H, Ivarsson E, Dicksved J, Lundh T, Lindberg JE. Inclusion of chicory (Cichorium intybus L.) in pigs' diets affects the intestinal microenvironment and the gut microbiota. Appl Environ Microbiol. 2012 Jun;78(12):4102-9. https://doi.org/ 10.1128/AEM.07702-11.

251. Liu P. et al. Dietary corn bran altered the diversity of microbial communities and cytokine production in weaned pigs //Frontiers in microbiology. – 2018. – Т. 9. – С. 2090. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02090

252. Liu W, Zhu WY, Yao W, Mao SY. [Isolation and identification of a lactate-utilizing, butyrate-producing bacterium and its primary metabolic characteristics]. Wei Sheng Wu Xue Bao. 2007 Jun;47 (3):435-40. Chinese. PMID: 17672301.

253. Louis P., Flint H. J. Formation of propionate and butyrate by the human colonic microbiota //Environmental microbiology. – 2017. – Т. 19. – №. 1. – С. 29-41. https://doi.org/10.1111/1462-2920.13589

254. Mackie R, Aminov R, White B, et al. Molecular ecology and diversity in gut microbial ecosystems. In: Cronjé P, editor. Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. London: CAB International; 2000;61–77.

255. Manning T. S., Gibson G. R. Prebiotics //Best practice & research clinical gastroenterology. – 2004. – Т. 18. – №. 2. – С. 287-298.

https://doi.org/10.1016/j.bpg.2003.10.008

256. Metges, C. C., & Loh, G. (2003). “Intestinal microbial amino acid synthesis and its importance for the amino acid homeostasis of the monogastric host”. In *Progress in research on energy and protein metabolism*. Leiden, The Netherlands: Wageningen Academic. https://doi.org/10.3920/9789086865208_111

257. Modesto M, D’Aimmo MR, Stefanini I, et al. A novel strategy to select Bifidobacterium strains and prebiotics as natural growth promoters in newly weaned pigs. Livestock Science. 2009;122(2–3):248–258.

258. Mordenti A, Martelli G. Sporogenic Probiotics in Pig Farming. Rivista di Suinicoltura. 1999;40(5):30–41

259. Morelli L., Callegari M. L. Taxonomy and biology of probiotics //Probiotics in Food Safety and Human Health. – 2005. – С. 67-83.

260. Morrison D. J., Preston T. Formation of short chain fatty acids by the gut microbiota and their impact on human metabolism //Gut microbes. – 2016. – Т. 7. – №. 3. – С. 189-200. https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1134082

261. Mou D. et al. Maternal supplementation of organic selenium during gestation improves sows and offspring antioxidant capacity and inflammatory status and promotes embryo survival //Food & Function. – 2020. – Т. 11. – №. 9. – С. 7748-7761. https://doi.org/10.1039/D0FO00832J

262. Nadia Everaert, 134 Effect of Sow Nutrition on Offspring’s Gut Microbiota, *Journal of Animal Science*, Volume 99, Issue Supplement_3, November 2021, Pages 67–68, https://doi.org/10.1093/jas/skab235.122

263. Newman M. A. et al. Transglycosylated starch improves insulin response and alters lipid and amino acid metabolome in a growing pig model //Nutrients. – 2017. – Т. 9. – №. 3. – С. 291

264. Niu Q. et al. Dynamic distribution of the gut microbiota and the relationship with apparent crude fiber digestibility and growth stages in pigs //Scientific reports. – 2015. – Т. 5. – №. 1. – С. 1-7.

265. Nowland T. L. et al. Development and function of the intestinal microbiome and potential implications for pig production //Animals. – 2019. – Т. 9. – №. 3. – С. 76.

266. O'Hara A. M., Shanahan F. The gut flora as a forgotten organ. EMBO Reports. 2006;7: c. 688-693.

267. O'Shea C. J. et al. Indices of gastrointestinal fermentation and manure emissions of growing-finishing pigs as influenced through singular or combined consumption of Lactobacillus plantarum and inulin //Journal of Animal Science. – 2012. – Т. 90. – №. 11. – С. 3848-3857. https://doi.org/10.1093/ansci/91.7.3474

268. Overview of gut flora and probiotics. Holzapfel W. H., Haberer P, Snel J., Schillinger U., Huis in't Veld J. H. Int J Food Microbiol. 1998 May 26;41[2]:85-101. Review.

269. P.F. Surai, V.I. Fisinin, Selenium in sow nutrition, Animal Feed Science and Technology, Volume 211, 2016, Pages 18-30, ISSN 0377-8401, https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.11.006.(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840115300626)

270. Petry AL, Patience JF, Koester LR, Huntley NF, Bedford MR, et al. (2021) Xylanase modulates the microbiota of ileal mucosa and digesta of pigs fed corn-based arabinoxylans likely through both a stimbiotic and prebiotic mechanism. PLOS ONE16(1):e0246144. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246144

271. Picone, G., Zappaterra, M., Luise, D. *et al.* Metabolomics characterization of colostrum in three sow breeds and its influences on piglets' survival and litter growth rates. *J Animal Sci Biotechnol* **9**, 23 (2018). https://doi.org/10.1186/s40104-018-0237-1

272. Pieper, R.; Janczyk, P.; Schumann, R.; Souffrant, W. B. The intestinal microflora of piglets around weaning — with emphasis on lactobacilli. Archiva Zootechnica 2006 Vol. 9 pp. 28-40

273. Portune K.J. et al. Gut microbiota, diet, and obesity-related disorders. The good, the bad, and the future challenges // Molecular Nutrition & Food Research.

2017. Vol. 61. No. 1. Art. 1600252.

274. Rackaityte E. et al. Corroborating evidence refutes batch effect as explanation for fetal bacteria //Microbiome. – 2021. – Т. 9. – №. 1. – С. 1-4.;

275. Reichardt, N., Duncan, S., Young, P. *et al.* Phylogenetic distribution of three pathways for propionate production within the human gut microbiota. *ISME J* 8, 1323-1335 (2014). https://doi.org/10.1038/ismej.2014.14

276. Rekiel A., Gajewska J., Topol K., Sawosz E. Effect of intensity of feeding on the intestinal microflora of pigs. Pol J Microbiol. 2005;54(4):331-4.

277. Rettger L, Cheplin H. A Treatise on the Transformation of the Intestinal Flora, with Special Reference to the Implantation of Bacillus acidophlus. New Haven: Yale University Press; 1921.

278. Rolfe RD. The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal health. J Nutr. 2000;130(2S Suppl):396S–402S.

279. Roselli, M., Finamore, A., Britti, M.S., Konstantinov, S.R., Smidt, H., de Vos, W.M., Mengheri, E. *The Novel Porcine Lactobacillus sobrius Strain Protects Intestinal Cells from Enterotoxigenic Escherichia coli K88 Infection and Prevents Membrane Barrier Damage1,2* / M. Roselli, A. Finamore, M.S. Britti, S.R. Konstantinov, H. Smidt, W.M. de Vos, E. Mengheri // The Journal of Nutrition. — 2007. — Vol. 137. — No. 12. — P. 2709–2716. — ISSN 0022-3166. — DOI: 10.1093/jn/137.12.2709.

280. Saintilan R. et al. Phenotypic and genetic relationships between growth and feed intake curves and feed efficiency and amino acid requirements in the growing pig //Animal. – 2015. – Т. 9. – №. 1. – С. 18-27. DOI: https://doi.org/10.1017/S1751731114002171

281. Sang Y., Blecha F. Porcine host defense peptides: expanding repertoire and functions // Developmental & Comparative Immunology. 2009. Vol. 33. No. 3. P. 334–343.

282. Scharek, L., Altherr, B.J., Tölke, C., Schmidt, M.F.G. *Influence of the probiotic Bacillus cereus var. toyoi on the intestinal immunity of piglets* / L. Scharek, B.J. Altherr, C. Tölke, M.F.G. Schmidt // Veterinary Immunology and

Immunopathology. — 2007. — Vol. 120. — No. 3–4. — P. 136–147. — ISSN 0165-2427. — DOI: 10.1016/j.vetimm.2007.07.015.

283. Schmidt E. G. W. et al. Antigen-presenting cells exposed to Lactobacillus acidophilus NCFM, Bifidobacterium bifidum BI-98, and BI-504 reduce regulatory T cell activity //Inflammatory bowel diseases. – 2010. – Т. 16. – №. 3. – С. 390-400. https://doi.org/10.1002/ibd.21068

284. Schrezenmeir J, de Vrese M. Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition. Am J Clin Nutr. 2001 Feb;73(2 Suppl):361S-364S. https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.361s

285. Shin D, Chang SY, Bogere P, Won K, Choi JY, et al. (2019) Beneficial roles of probiotics on the modulation of gut microbiota and immune response in pigs. PLOS ONE 14(8): e0220843. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220843

286. Stavric S, Kornegay E. Microbial probiotics for pigs and poultry. In: Wallace R, Chesson A, editors. Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH; 1995.

287. Stinson L. F. et al. The not-so-sterile womb: evidence that the human fetus is exposed to bacteria prior to birth //Frontiers in microbiology. – 2019. – С. 1124.

288. Summers K.L. et al. The piglet mycobiome during the weaning transition: a pilot study // Journal of Animal Science. 2019. Vol. 97. No. 7. P. 2889–2900.

289. Timmerman H.M., Koning C.J.M., Mulder L., Rombouts F.M., Beynen A.C. Monostrain, multistrain and multispecies probiotics Acomparison of functionality and efficacy. International Journal of Food Microbiology. 2004; 96: 3: 219–233.

290. Upadhaya, S.D., Kim, I.H. Maintenance of gut microbiome stability for optimum intestinal health in pigs – a review. J Animal Sci Biotechnol 13, 140 (2022). https://doi.org/10.1186/s40104-022-00790-4

291. Van der Peet-Schwering C. M. C. et al. Effects of a mixture of Bacillus amyloliquefaciens and Bacillus subtilis on the performance of growing-finishing pigs //Animal Feed Science and Technology. – 2020. – Т. 261. – С. 114409. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114409

292. Wan Z. et al. In vitro evaluation of swine-derived Lactobacillus reuteri: probiotic properties and effects on intestinal porcine epithelial cells challenged with enterotoxigenic Escherichia coli K88 //Journal of microbiology and biotechnology. – 2016. – Т. 26. – №. 6. – С. 1018-1025. https://doi.org/10.4014/jmb.1510.10089

293. Wang J, Ji H, Wang S, Liu H, Zhang W, Zhang D and Wang Y (2018) Probiotic *Lactobacillus plantarum* Promotes Intestinal Barrier Function by Strengthening the Epithelium and Modulating Gut Microbiota. *Front. Microbiol.* 9:1953. Doi: 10.3389/fmicb.2018.01953

294. Wang X. et al. Longitudinal investigation of the swine gut microbiome from birth to market reveals stage and growth performance associated bacteria //Microbiome. – 2019. – Т. 7. – №. 1. – С. 1-18.

295. Wiarda JE, Trachsel JM, Bond ZF, Byrne KA, Gabler NK and Loving CL (2020) Intraepithelial T Cells Diverge by Intestinal Location as Pigs Age. Front. Immunol. 11:1139. Doi: 10.3389/fimmu.2020.01139]

296. Williams BA, Verstegen MW, Tamminga S. Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health. Nutr Res Rev. 2001;14(2):207–228.

297. Wongsamart R. et al. Probiotic Bacillus licheniformis DSMZ 28710 improves sow milk microbiota and enhances piglet health outcomes //Scientific Reports. – 2025. – Т. 15. – №. 1. – С. 17. https://doi.org/10.1038/s41598-024-84573-z

298. Wu Z, Yang K, Zhang A, Chang W, Zheng A, Chen Z, et al. Effects of Lactobacillus acidophilus on the growth performance, immune response, and intestinal barrier function of broiler chickens challenged with Escherichia coli O157. Poult Sci. 2021;100(9):101323.

299. Wu, G., Bazer, F. W., *Bacillus cereus, E. faecium, Saccharomyces cerevisae boulardii*, T. A., Jaeger, L. A., Johnson, G. A., Kim, S. W., … & Spencer, T. E. (2007). Important roles for the arginine family of amino acids in swine nutrition

and production. *Livestock Science*, *112*(1-2), 8-22. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.07.003

300. Xin J, Zeng D, Wang H, Sun N, Zhao Y, Dan Y, et al. Probiotic Lactobacillus johnsonii BS15 promotes growth performance, intestinal immunity, and gut microbiota in piglets. Probiotics Antimicrob Proteins. 2020;12(1):184–93.

301. Yang Y. et al. Feed fermentation with reuteran-and levan-producing Lactobacillus reuteri reduces colonization of weanling pigs by enterotoxigenic Escherichia coli //Applied and environmental microbiology. – 2015. – Т. 81. – №. 17. – С. 5743-5752. https://doi.org/10.1128/AEM.01525-15

302. Yu X. et al. Effects of Bacillus licheniformis on growth performance, diarrhea incidence, antioxidant capacity, immune function, and fecal microflora in weaned piglets //Animals. – 2022. – Т. 12. – №. 13. – С. 1609. https://doi.org/10.3390/ani12131609

303. Zani JL, da Cruz FW, dos Santos AF, Gil-Turnes C. Effect of probiotic CenBiot on the control of 147iarrhea and feed efficiency in pigs. J Appl Microbiol. 1998 Jan;84(1):68-71. Doi: 10.1046/j.1365-2672.1997.00309.x.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

Рецепт комбикорма СПК-3

Состав рецепта	Количество ввода, % / 1т	Количество ввода, кг / 2т
	100,00	2 000,00
Ячмень	30,81	616,18
Пшеница прод	34,97	699,4
шрот соевый	4,58	91,56
Соя БГТО	6,00	120
Масло подсолнечное	0,50	10
монокальций фосфат	0,32	6,4
Лизин	0,08	1,56
метионин	0,08	1,54
треонин	0,12	2,32
валин	0,05	1,08
триптофан	0,03	0,52
БИОФИТ	0,25	5
Nuklospray S21-20	3,00	60
Протеинмол/Лактомикс	4,02	80,44
Филакс, Физал	0,10	2
ТОКСАУТ форте	0,10	2
БВМК престарт 15%	15,00	300

Приложение Б

Рецепт комбикорма СПК-4

Состав рецепта	Количество ввода, % / 1т	Количество ввода, кг / 2т
	100,00	2 000,00
Ячмень	26,72	534,48
Пшеница фур	22,00	440
Пшеница прод	20,00	400
Горох	2,50	50
Жмых подсолнечный	2,00	40
шрот соевый	2,00	40
Соя БГТО	10,00	200
Известняковая мука	0,95	19,06
Масло подсолнечное	0,61	12,28
монокальций фосфат	0,63	12,64
соль	0,47	9,42
Лизин	0,59	11,74
метионин	0,17	3,4
треонин	0,26	5,18
валин	0,08	1,5
триптофан	0,03	0,56
БИОФИТ	0,25	5
Протеинмол/Лактомикс	10,00	200
Филакс, Физал	0,10	2
кармуазин	0,01	0,14
Лизометхелатодрай	0,03	0,6
ТОКСАУТ форте	0,10	2
Премикс 51166	0,50	10

Приложение В

Рецепт комбикорма СПК-5

Состав рецепта	Количество ввода, % / 1т	Количество ввода, кг / 2т
	100,00	2 000,00
Ячмень	24,71	494,2
Пшеница фур	41,63	832,52
Горох	4,00	80
Рожь	3,00	60
Жмых подсолнечный	6,00	120
шрот соевый	4,75	95,08
Соя БГТО	12,00	240
Известняковая мука	0,65	13,04
Масло подсолнечное	0,50	10
монокальций фосфат	0,48	9,64
соль	0,49	9,82
Лизин	0,55	10,94
метионин	0,10	2,04
треонин	0,25	4,96
валин	0,02	0,42
триптофан	0,02	0,34
БИОФИТ	0,15	3
Филакс, Физал	0,10	2
ТОКСАУТ форте	0,10	2
Премикс 51166	0,40	8
Премикс 51218	0,10	2

Приложение Г

Утверждаю
начальник СГЦ «Широковицы»
М.Ушаков

АО "Агрофирма "Дороний"
Селекционно-генетический центр
ИНН 4346000273 КПП 434901001
613004, Кировская область,
Кирово-Чепецкий район, д.Широковицы
Тел.:(8332)554-035 (прием), 554-013 (бухгал.)

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

научно-исследовательской работы в производство

Мы нижеперечисленные, зоотехник Некрасова А.А., бригадир участ доращивания Дюпина К.В., техник по племенному делу Вардосанидзе Е составили настоящий акт в том, что с 17.03.2024 года при выращива молодняка свиней в технологической группе доращивания использу пробиотический комплекс ЛикваФид в дозе 50 г/т питьевой воды.

Введение пробиотического комплекса ЛикваФид в дозе 50г/т вод технологический период доращивания способствует увеличению ср массы на 3-4% и сохранности на 4-6%.

Зоотехник А.А. Некрасова

Бригадир участка доращивания К.В. Дюпина

Техник по племенному делу Е.В. Вардосанид

Приложение Д

«УТВЕРЖДАЮ»
Врио проректор по учебно-методической
работе ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ

_____ М.С. Поярков
«_____»_____2025 г.

КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

О внедрении в учебный процесс результатов научных исследований Якимова Алексея Викторовича «Влияние пробиотика ЛикваФид на физиологическое состояние и продуктивные качества молодняка свиней».

Настоящим удостоверяем, что материалы диссертационной работы Якимова А.В. используются в учебном процессе кафедры разведения, кормления и частной зоотехнии.

Может быть использован как справочный материал при чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий и будут учтены при выполнении выпускных квалификационных работ студентов по направлению 36.03.02 Зоотехния и 36.04.02 Зоотехния научных исследований аспирантов кафедры.

Материалы рассмотрены на заседании кафедры «13» мая 2025 года (протокол № 5).

Заведующий кафедрой
к.б.н., доцент М.С. Дурсенев

13.05.2025

Приложение Е

ВЯТСКАЯ ГСХА 1930

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

Диплом

I степени

награждается магистрант
ФГБОУ ВО Вятская ГСХА

Якимов Алексей Викторович

За победу в конференции I этапа Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в 2021 году
по номинации «Зоотехния»

Ректор
ФГБОУ ВО Вятская ГСХА *Е.С. Симбирских*
17.03.2021 г.
г. Киров

Приложение Ж

ИжГСХА

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

студент ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ

Якимов
Алексей Викторович

за активное участие

во II этапе Всероссийского конкурса
на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов
и молодых ученых высших учебных
заведений МСХ РФ по ПФО
в номинации «Зоотехния»

Врио ректора **А.А. Брацихин**

Приказ от 13 апреля 2021 г. № 742-с
г. Ижевск, 2021