

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Киров - 2025

Работа выполнена ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет» на кафедре «Разведения, кормления и частной зоотехнии»

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

Официальные оппоненты: **Полозюк Ольга Николаевна** – доктор биологических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», профессор кафедры терапии и пропедевтики

Остренко Константин Сергеевич - доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», заведующий лабораторией иммунобиотехнологии и микробиологии

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Защита диссертации состоится «23» декабря 2025 г. в 13-00 часов на заседании диссертационного совета 99.2.128.03 на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2 тел/факс (84663) 46-1-31, e-mail: ssaa@ssaa.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, на сайте университета <http://ssaa.ru> и на сайте ВАК Минобрнауки РФ <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Хакимов Исмагиль Насибуллович

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Важность свиноводства на сегодняшний день определена его участием в обеспечении страны мясной и сопутствующей ей продукцией, тем самым являясь одним из главных источников продовольственного обеспечения и элементом национальной безопасности государства (Гегамян Н.С. и др., 2006; Бекенёв В.А., 2012; Комлацкий Г.В., 2014; Мысик А.Т., 2015). 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 (Ильясова З.З., 2014). 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 (Бузлама В.С. и др., 2000; Татулов Ю.В. и др., 2006; Бараников А.И., 2008).

Многочисленными исследованиями показано, что снижению негативных факторов производственного ритма способствует использование совместно с рационами различных кормовых добавок в том числе и биологически активных веществ (Дикусаров В.Г. и др., 2006; Анохина В.В., 2008; Овчинников А.В. и др., 2012; Герасимович А.И. и др., 2019). 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 (Сафонов Г.А. и др., 1992; Сидоров М.А. и др., 2000; Зырянова К.Н. и др., 2024).

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 (Белов А.И., 2008; Некрасов Р.В. и др., 2013; Соколенко Г.Г. и др., 2015). 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 (Подчалимов М.И. и др., 2010; Фисинин В.И. и др., 2017; Шкредов В.В. и др., 2020). Применение пробиотиков начиная с ранних этапов выращивания так же влияет на повышении здоровья

молодых животных и следственно их показатель сохранности становится выше (Абрамова Н.В. и др., 2015).

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 (Петенко А.И. и др., 2006; Каиров В.Р. и др., 2010). 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 (Пономарев И.Н., 2010; Панфилов А.Б., 2020).

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 (Походня Г.С., 1988-2009; Водяников В.И. и др., 2012; Суслина Е.Н. и др., 2013; Микуленок В.Г. и др., 2018; Михайлова О.А., 2018).

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 (Походня Г.С., 2009; Мошкучело И.И. и др., 2011; Ковалева О.В. и др., 2013; Краснощекова Т.А. и др., 2013).

Применение пробиотиков оказывает комплексное положительное воздействие на организм животных что подтверждается многочисленными исследованиями, представленными в отечественной и зарубежной литературе (Пономаренко Ю.Н., 2013; Тищенко В.И., 2020; Шевцов А.А., 2021). 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 (. Егоров И.А, 2019; Гулюкин М.И., 2020; Неттесов В.В., 2021). Пробиотики способствуют повышению общей устойчивости организма животных к заболеваниям, что снижает их гибель (Тараканов И.С., 2017; Калашников А.П., 2019; Скрипниченко Г.Г., 2021; Ларионов С.В., 2022).

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 поросят-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 пробиотических 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 дорашивания.

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 дорашивания 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 дорашивании 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 Стьюденту 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 дорашивания;
- 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 Минсельхоза РФ 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.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научно-исследовательская работа проводилась в период с 2022 по 2025гг. на базе кафедры «Разведения, кормления и частной зоотехнии», ЦКП НО 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 дорастивания в

возрасте от 28 до 83 дней. Исследования проводили согласно дизайну научного исследования, иллюстрированного на рисунке 1.

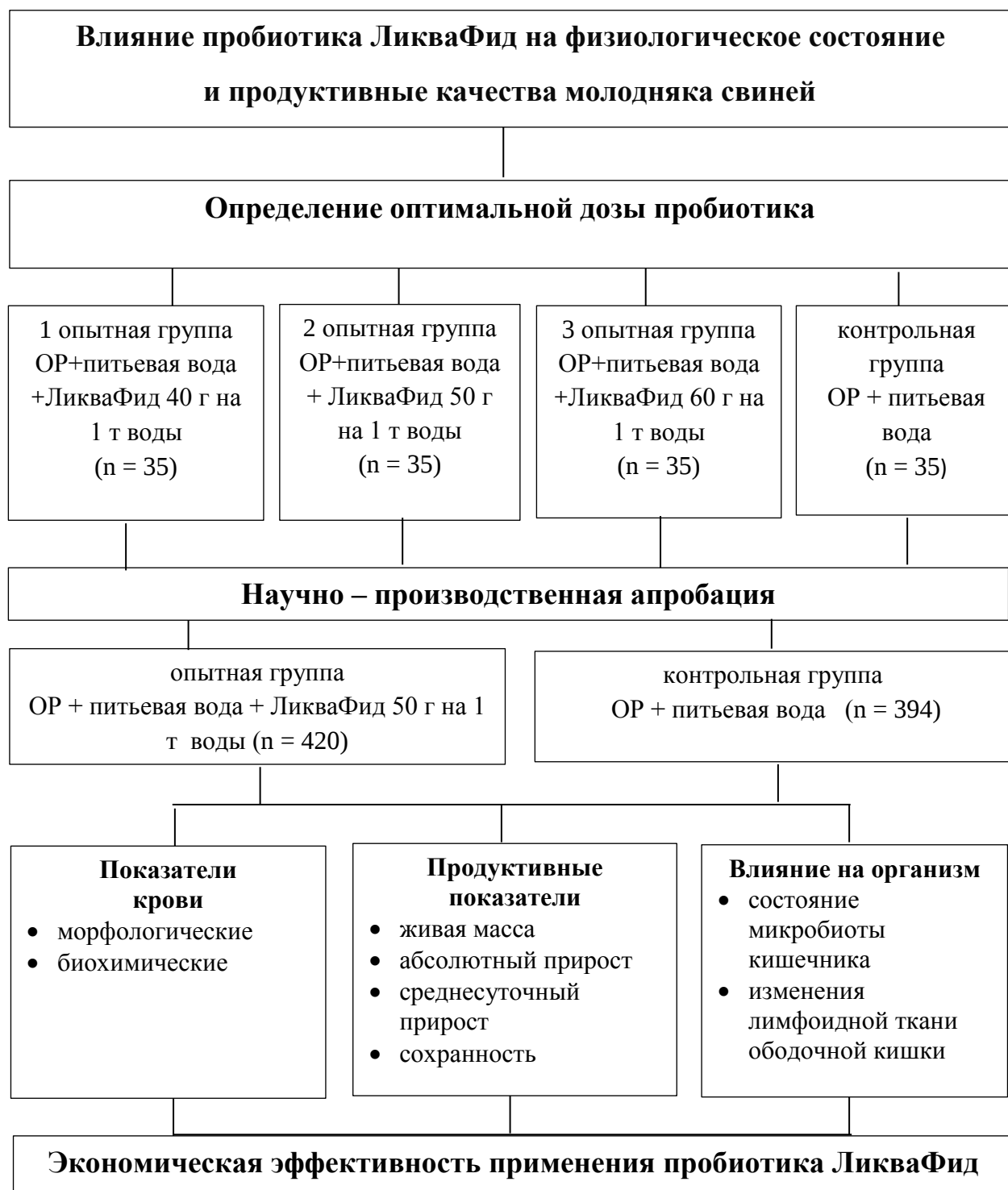


Рисунок 1 - Дизайн научно-производственного эксперимента

При проведении исследований по определению оптимальной дозы пробиотика ЛикваФид животных разделили по принципу аналогов на 4 группы,

размещенные по секциям в цехе дорашивания. 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 – в дозе 40 г/т, группа 2 – в дозе 50 г/т, группа 3 – в дозе 60 г/т. Все опытные группы получали пробиотик ежедневно в течение 58-дневного периода дорашивания. Контрольная группа получала основной (фоновый) рацион без пробиотика; питьевая вода не содержала пробиотик ЛикваФид. В ходе всего периода дорашивания осуществлялся мониторинг физиологического состояния животных опытных и контрольной групп. График измерения температуры тела, частоты пульса и дыхания включал постановку на дорашивание, еженедельные замеры в течение первых трех недель и замеры с интервалом в две недели в последующий период. За животными проводили наблюдения по приему корма и воды, а также по ее расходу в производственном помещении.

После определения оптимальной дозы пробиотика ЛикваФид все исследования проводили, используя его в количестве 50 г на тонну питьевой воды. 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 при постановке на исследование и по завершению эксперимента. 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). В сыворотке крови исследовали с помощью ветеринарного автоматического биохимического анализатора серии iMagis на биохимические показатели: общий белок, альбумин, аланинаминотрансферазу, аспартатаминотрансферазу, мочевины, 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 дорашивании провели убой животных в опытной (n=3) контрольной группе (n=3). Ободочную кишку экспериментальных свиней освобождали от содержимого и готовили макропрепараты согласно методике Т. Hellman (1921) для оценки лимфоидной ткани стенки кишечника. Полученный биоматериал делили на три отдела: проксимальный, средний и дистальный. На световом столе в препаратах определяли: плотность лимфогландулярных комплексов, плотность лимфоидных узелков в комплексе, плотность одиночных узелков (в

собственной пластинке и подслизистой основе) и расстояния между одиночными узелками.

Для молекулярно-биологических анализов биоматериал из ободочной и прямой кишки опытных (n=3) и контрольных животных (n=3) в количестве 3-4 г помещали в стерильные пластиковые пробирки Эппендорф. Содержимое ободочной кишки отобрали после убоя поросят, а фекалии получали при постановке на дорацивание, через 4 недели и по завершении дорацивания. Транспортировку и хранение осуществляли в термоконтейнере, хранили при -20°C. Тотальную ДНК экстрагировали с помощью набора (Genomic DNA Purification Kit, Thermo Fisher). Концентрацию ДНК измеряли флуориметром Qubit (Qubit dsDNA BR Assay Kit; >50 ng/μl). Количественный ПЦР-анализ микробиоты проводили на амплификаторе ДТ Lite-4 ("НПО ДНК-Технология") с использованием праймеров и набора Eva Green ("Синтол") по программе: 95°C - 3 мин (1 цикл); 40 циклов: 95°C-13 сек, 57°C-13 сек, 72°C-30 сек.

Для проведения научно-производственной 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 дорацивании выпаивали пробиотик ЛикваФид в количестве 50 г на 1 т питьевой воды. Животные контрольной группы (n=394) получали питьевую воду без добавления пробиотика.

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.

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

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.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

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

На свиномкомплексе применяется безвыгульная система содержания, где поросят на доращивании содержали крупногрупповым способом в станках на щелевых полах по 35 голов.

На доращивании предусмотрен сухой тип кормления. Корма животным выдаются при помощи специальных бункерных кормушек «БигДачмен». 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.

Воду животные получали вволю и не имели особых ограничений по её потреблению. Поение осуществляется через регулируемые ниппельные поилки, расположенные на высоте 20 и 45 см от решетчатого пола на одном трубопроводе. Исследуемый пробиотик ЛикваФид вводился животным аддитивно с питьевой водой посредством системы дозирующего оборудования.

Пробиотик ЛикваФид представляет собой специализированный двухштаммовый 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 1×10^7 КОЕ/г для *Bacillus megaterium* и не менее 1×10^7 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 Оработка оптимальной дозы пробиотика ЛикваФид при выращивании поросят в период доращивания

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 ($39,16 \pm 0,05$ – $39,58 \pm 0,08$), пульса ($86,20 \pm 2,15$ – $99,60 \pm 1,12$) и частоты дыхательных движений

(35,40±1,29-46,60±1,54). Отметим также, что у животных всех групп не наблюдалось снижение потребление корма и воды. При сравнительной оценке разных доз пробиотика установили, что доза 50 г/т воды оказалась максимально эффективной по продуктивным показателям и экономическому эффекту (табл. 1).

Таблица 1 – 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

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.

Таким образом, по комплексу показателей установили, что оптимальной дозой пробиотика ЛикваФид является 50 г/т питьевой воды.

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

Данные по общему анализу крови у опытных поросят при введении пробиотика в дозе 50 г/т питьевой 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% ($P<0,05$).

В конце периода дорастивания уровень общего белка в сыворотке крови в опытной группе повысился на 6,09%. При этом произошло изменение качественного состава белков 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%.

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%, $P<0,05$).

Максимальный уровень креатинина в сыворотке 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 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% ($P<0,01$).

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.

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.

Проведенные лабораторные исследования позволили заключить, что применение пробиотика ЛикваФид свиньям в технологической группе дорастивания 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

При использовании молекулярно-генетического метода ПЦР в реальном времени установили, что у поросят, получавших с питьевой водой пробиотик ЛикваФид в оптимальной дозе 50 г/т, общее количество бактерий в содержимом ободочной кишки составило $9,24 \pm 3,47 \times 10^7$ геномов/г, что в 3,12 раза больше, чем в контрольной группе (табл. 2). После 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%. При сравнительном количественном анализе между группами установили, что в опытной группе содержание бактериоидов 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.

Таблица 2 – Количество микроорганизмов в содержимом ободочной кишки свиней, lg геномов/г (n=3)

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

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

Среди условно-патогенных микроорганизмов в опытной группе доля в бактериальном сообществе пептострептококков была ниже на 4,32%, энтеробактерии – на 1,71% и актиномицетов – на 0,02%, чем в интактной группе. Доля фузобактерий, стрептококков и стафилококков была ниже на 0,002%, 5,63% и 0,006%, соответственно.

3.5 Микробиом фекалий молодняка поросят после применения пробиотика ЛикваФид

Положительная динамика воздействия оптимальной дозы пробиотика ЛикваФид на микробиом ободочной кишки сохраняется и в последующих отделах толстой кишки. Так, в опытной группе общее количество бактерий в фекалиях 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 масса в биологическом материале снизилась через 4 недели выращивания на $10^{7,91}$, а за весь период на $10^{7,89}$ по отношению к первоначальным значениям. Бактероиды, как представители нормальной микробиоты кишечника свиней, проявляют активный количественный рост на фоне пробиотика, 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 представителей рода эубактерий по окончании выращивания свиней в опытной группе возрастает на $10^{5,43}$, клостридий - на $10^{6,39}$, лактобацилл на $10^{5,97}$ ($P<0,05$), лактат утилизирующих бактерий - на $10^{5,08}$.

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

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

При макроморфологическом исследовании ободочной кишки свиней по завершении периода доращивания установили наличие в ней лимфогландулярных комплексов и одиночных лимфоидных образований, как в собственной пластинке, так и подслизистой основе (табл. 3).

Плотность лимфогландулярных комплексов на площади $82,5 \text{ см}^2$ 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 $15,00 \pm 3,51$ шт., что в 1,73 раза больше, чем у животных контрольной группы. В среднем отделе кишки

плотность изучаемых комплексов в опытной группе составляла $31,67 \pm 5,36$ шт., что на 37,7% больше, чем в интактной группе. В дистальном отделе стенки кишки после введения пробиотика плотность glandularных комплексов составила $28,33 \pm 2,33$ шт., что на 32,82% ($P < 0,05$) больше, чем в контрольной группе.

Таблица 3 – 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	$15,00 \pm 3,51$	$8,67 \pm 1,86$
	средний	$31,67 \pm 5,36$	$23,00 \pm 4,04$
	дистальный	$28,33 \pm 2,33$	$21,33 \pm 0,67^*$
Плотность лимфоидных узелков в 1 glandулярном комплексе, шт.	проксимальный	$5,59 \pm 0,30$	$4,61 \pm 0,31^*$
	средний	$3,48 \pm 0,72$	$3,03 \pm 0,25$
	дистальный	$5,76 \pm 0,78$	$4,45 \pm 0,37^{***}$
Расстояние между одиночными лимфоидными узелками, см	проксимальный	$2,38 \pm 0,09$	$3,91 \pm 0,25^{***}$
	средний	$1,70 \pm 0,12$	$2,05 \pm 0,16$
	дистальный	$1,51 \pm 0,14$	$1,96 \pm 0,15^*$
Плотность одиночных лимфоидных узелков на 1 см^2 , шт.	проксимальный	$1,62 \pm 0,14$	$1,27 \pm 0,14$
	средний	$2,51 \pm 0,18$	$1,95 \pm 0,25$
	дистальный	$1,63 \pm 0,24$	$1,38 \pm 0,12$
Плотность лимфоидных узелков в подслизистой основе, шт.	проксимальный	$1,73 \pm 0,10$	$1,64 \pm 0,15$
	средний	$1,63 \pm 0,26$	$1,33 \pm 0,25$
	дистальный	$2,97 \pm 0,47$	$2,35 \pm 0,21$

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

В опытной группе количество лимфоидных узелков glandулярном 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 см² 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.

3.7 Научно-производственная проверка результатов исследования

В ходе научно-производственной проверки установлено, что по комплексу показателей группа животных, получавшая пробиотик ЛикваФид в оптимальной дозе 50 г/т питьевой воды, превосходит контрольную группу (табл. 4).

Таблица 4 - 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

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 дорастивания высокий абсолютный прирост был выявлен у свиней опытной группы, разница по которому с интактной группой составила 1117,8 кг.

3.8 Экономическая эффективность применения пробиотика ЛикваФид

Экономическая эффективность выращивания молодняка свиней при выпаивании с питьевой водой пробиотика ЛикваФид в период производственной апробации представлена в таблице 5.

Таблица 5 - 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 дорастивания, г	625	590
Дополнительные затраты на 1 голову за счет использования ЛикваФид, 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 пробиотик 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

Расчет 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 рубль дополнительных затрат 6,55 рублей и повысило рентабельность выращивания молодняка 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 дорастивания 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 $9,24 \pm 3,47 \times 10^7$, 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 дорастивания. Введение в организм пробиотических штаммов микроорганизмов способствует увеличению как плотности лимфогландулярных комплексов на 32,82-73,01% и лимфоидных узелков в 1 glandулярном 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 дорастивания 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 дорастивания.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

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

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1 Филатов, А.В. Пробиотический комплекс "ЛикваФид" для молодняка свиней на дорастивании / А.В. Филатов, **А.В. Якимов** // Свиноводство. – 2021. – № 4. – С. 32-34. – DOI 10.37925/0039-713X-2021-4-32-34.

2 Филатов, А.В. Микробиом кишечника поросят в период дорастивания при использовании пробиотика "ЛикваФид" / А.В. Филатов, **А.В. Якимов**, А. И.

Бахтеева // Свиноводство. – 2023. – № 1. – С. 56-59. – DOI 10.37925/0039-713X-2023-1-56-59.

3 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-2024-1-15-1.

4 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.

Публикации в других изданиях

5 **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, 2020. – С. 68-70.

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

7 **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 г. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 467-469.

8 **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.

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

10 **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.