

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет»

*На правах рукописи*



БАРЗАНОВА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА

ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ НА ОТКОРМОЧНЫЕ КАЧЕСТВА И  
ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА СВИНЕЙ

4.2.2. Санитария, гигиена, экология,  
ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Научный руководитель:  
Щербаков Павел Николаевич  
доктор ветеринарных наук, доцент

Троицк – 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....</b>	<b>9</b>
1.1. Внедрение инновационных технологий для интенсификации в отрасли свиноводства.....	9
1.2. Основные факторы, негативно влияющие на состояние животных в условиях животноводческих помещениях.....	16
1.3. Механизм влияния газовой среды на физиологическое состояние животных.....	23
1.3.1. Влияние серосодержащего газа (сероводорода) на физиологические процессы в организме.....	23
1.3.2. Влияние аммиака, содержащегося в воздушной среде на физиологическое состояние животных.....	26
1.4. Пути снижения концентрации газов аммиака и сероводорода в животноводческом помещении при интенсивной технологии выращивания товарного молодняка.....	30
1.5. Заключение к обзору литературы.....	37
<b>2. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>40</b>
2.1. Материал и методика исследования.....	40
2.2. Мониторинг концентрации газов аммиака и сероводорода, температурного режима в производственных помещениях, условий кормления при выращивании свиней.....	48
2.3. Изменение состава микрофлоры навозных стоков и воздуха после применения биологического деструктора навоза Микрозим.....	61
2.4. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на биохимические показатели крови в организме свиней.....	66
2.5. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на сохранность и откормочные качества свиней.....	77
2.6. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на показатели качества и безопасности свинины.....	79
2.6.1. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на товарные показатели свинины.....	79
2.6.2. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на органолептические показатели свинины.....	81

<i>2.6.3. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на биохимические показатели свинины.....</i>	<i>84</i>
<i>2.6.4. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на химический состав свинины.....</i>	<i>85</i>
<i>2.6.5. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на органолептические и физические показатели свиного шпика .....</i>	<i>87</i>
<i>2.6.6. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на микробиологические показатели свинины.....</i>	<i>89</i>
<b>3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....</b>	<b>91</b>
<b>4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	<b>95</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>103</b>
Выводы .....	103
Предложения для производства.....	104
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....</b>	<b>105</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>106</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность и степень разработанность темы исследования**

Российское сельское хозяйство получило новые возможности развития благодаря мерам, предпринятым Правительством России в ответ на санкции западных стран. Были введены ограничения на ввоз некоторых видов продовольствия, в том числе и на свинину. Это послужило мощной движущей силой развития отрасли [12, 81, 130, 148].

Свиноводство как скороспелая отрасль животноводства считается экономически выгодным и перспективным направлением в насыщении продовольственного рынка России белком животного происхождения. Каждый житель нашей страны должен быть обеспечен не только в достаточном количестве, но и качественной продукцией, которая должна удовлетворять его потребительские запросы [78, 102, 132, 148].

Эффективное и рентабельное производство свинины возможно только на крупных свиноводческих комплексах при большой концентрации поголовья на ограниченной площади, при интенсивной эксплуатации свиней и помещений, что ведёт к высокой производительности труда и высокой продуктивности животных [26, 33, 37, 40, 90].

Интенсификация свиноводства приводит к увеличению поголовья животных, тем самым вызывает повышение нагрузки на производственные помещения, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на параметрах микроклимата [97, 115, 118].

Экология воздушного пространства свиноводческого комплекса зависит от количества эмиссии аммиака и сероводорода, образующихся в результате разложения продуктов жизнедеятельности животных [13, 131, 151].

Газовоздушный состав вдыхаемого воздуха влияет на интенсивность обмена веществ в организме поросят, а как следствие, и на качество мяса [27, 80, 89].

На этом фоне особую актуальность в организации технологического процесса приобретает создание комфортной газовоздушной среды в помещении свинарников [137, 168, 173].

Свиноводство нуждается в разработке новых методов, направленных на снижение эмиссии газов аммиака и сероводорода. Одним из таких направлений снижения выделения газов является изменение микрофлоры навоза в свиноводческих помещениях при помощи биологического деструктора навоза Микрозим [126, 128].

В этой связи особую актуальность приобретает изучение влияния экологических факторов производственного помещения на откормочные и ветеринарно-санитарные показатели свинины.

Качество потребляемых продуктов – один из факторов, влияющих на физиологическое состояние человека. Разработка путей и механизмов улучшения качественных характеристик мясной продукции будет всегда иметь актуальность для сохранения здоровья нации.

**Цель и задачи исследований.** Цель нашей работы состояла в выявлении зависимости мясных показателей и качества свинины от экологической обстановки в производственном помещении. Для достижения цели перед нами были поставлены следующие задачи:

- 1) изменить концентрацию газов аммиака и сероводорода в производственных помещениях с помощью биологического деструктора навоза Микрозим;
- 2) изучить микробиологический пейзаж навозных стоков и воздуха в производственном помещении при использовании биологического деструктора;
- 3) выявить изменение биохимических показателей крови у свиней в зависимости от концентрации газов аммиака и сероводорода;
- 4) дать характеристику откормочных качеств свиней опытной и контрольной группы в зависимости от изменения концентрации газов аммиака и сероводорода;
- 5) дать оценку показателей качества и санитарной безопасности свинины в зависимости от изменения концентрации газов аммиака и сероводорода;
- 6) дать экономическую оценку результатов исследований.

**Научная новизна.** Впервые была изучена возможность улучшения откормочных качеств свиней, показателей качества и санитарной безопасности свинины

в результате снижения концентрации газов аммиака и сероводорода в производственных помещениях благодаря применению биологического деструктора навоза Микрозим.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Полученные данные при изучении исследовательского материала позволяют выявить экологические факторы производственного помещения, влияющие на откормочные и мясные качества свиней. Снижение концентрации газов аммиака и сероводорода в газовой среде производственного помещения при использовании биологического деструктора навоза способствует повышению среднесуточных привесов соответственно увеличению живой массы и улучшению ветеринарно-санитарных показателей свинины, что способствует повышению рентабельности производства.

Результаты исследования диссертации апробированы и внедрены для использования в ООО «Агрофирма Ариант» свиноводческом комплексе Челябинской области, а также используются в учебном процессе Южно-Уральском аграрном университете, ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова», ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени Д. Н. Прянишникова» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», осуществляющих подготовку ветеринарных врачей и ветеринарно-санитарных экспертов.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Влияние биологического деструктора навоза Микрозим на экологические факторы производственного помещения.
2. Влияние снижения экологической нагрузки производственного помещения на обменные процессы, откормочные качества свиней и ветеринарно-санитарные показатели свинины.
3. Экономическая эффективность применения биологического деструктора навоза Микрозим.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации были доложены на:

- международной научно-практической конференции «Ветеринарные и биологические науки – агропромышленному комплексу России» (г. Троицк, 2021 г.);
- международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности» (пос. Персиановский, ФГБОУ Донской государственной аграрный университет, 2021 г.);
- международном научном культурно-образовательном форуме «Евразия – 2022: социально-гуманитарное пространство в эпоху глобализации и цифровизации» (г. Челябинск, 2022 г.);
- национальной (всероссийской) научной конференции «Актуальные вопросы ветеринарных и сельскохозяйственных наук: теория и практика» (г. Троицк, 2022 г.);
- региональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Научные достижения генетики и биотехнологии в ветеринарной медицине и животноводстве» (г. Екатеринбург, 2023 г.);
- международной научно-практической конференции «Достижение науки-агропромышленному производству: приоритетные инновационные технологии в сельском хозяйстве и ветеринарии» (с. Миасское, г. Троицк, 2023 г.);
- национальной (всероссийской) научной конференции «Современная аграрная наука: теория и практика» ЮУрГАУ (г. Троицк, 2023 г.);
- научном форуме, посвященному «Дням науки Челябинской области» (г. Челябинск, 2023 г.);
- Межрегиональной Агропромышленной конференции МАК 2024 г. (г. Челябинск, 2024 г.);
- заседании круглого стола «Актуальные проблемы и их решение в АПК Уральского региона» (Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024 г.);
- пленарном заседании «LXIII Международной научно-практической конференции» ЮУрГАУ (г. Троицк, 2024 г.);
- международной выставке Агропром Урал (г. Екатеринбург, 2024 г.)

**Публикация результатов исследований.** По материалам диссертационной работы опубликовано 15 научных работ, в т. ч. 4 статьи – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методики, а также результатов собственных исследований, выводов и предложений производству, списка литературы, приложений.

Диссертационная работа изложена на 142 страницах компьютерного текста, содержит 29 таблиц, 16 рисунков. Список литературы включает 226 источников, в т. ч. 36 на иностранных языках.

# **1. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

## **1.1. Внедрение инновационных технологий для интенсификации в отрасли свиноводства**

Проблему производства мяса в России, как и в большинстве стран, предусматривается решать путём ускоренного развития свиноводства и дальнейшей интенсификации производства [123, 129].

Свиноводство отвечает современным требованиям рынка: короткий цикл промышленного выращивания, быстрая оборачиваемость капитала, большая востребованность свинины у населения, что определяет преимущество отрасли перед скотоводством. Повышение эффективности отрасли достигается реконструкцией и техническим переоснащением свиноводческих предприятий, которые должны основываться на новых технологиях при эксплуатации высокопродуктивных животных на основе достижений генетики в достаточно комфортных условиях кормления и содержания [7, 22, 39, 82, 90, 160, 170, 176, 182].

Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации в условиях санкционной политики западных стран информирует о необходимости модернизации сельскохозяйственного производства путём развития материально-технической базы сельскохозяйственных производителей, способствующей повышению производительности труда, энергоэффективности, ресурсосбережения и снижению потерь в сельскохозяйственном производстве [78, 149].

В условиях повышения интенсификации производства, на государственном уровне уделяется повышенное внимание цифровизации сельского хозяйства. В рамках Национальной технологической инициативы создаются приоритетные проекты с реализацией концепции «умного» животноводства с внедрением цифровых технологий, что требует дальнейших разработок [94, 109, 112, 160, 170].

Усовершенствование технологии направлено на создание оптимальных условий содержания и развития организма животного для получения продукции свиноводства высокого качества [86, 97, 109, 133, 147].

Сельскохозяйственный сектор Российской Федерации ставит перед собой задачи, направленные не только на решение вопросов импортозамещения, но и представление себя, как экспортёра сельскохозяйственной продукции.

При росте экспортных поставок российской свинины встает острая необходимость повышения качества продукции для дальнейшего расширения зоны экспорта [14].

Одним из способов повышения качества продукции свиноводства является прежде всего улучшение условий промышленного содержания свиней в условиях крупных свиноводческих комплексах [115, 118].

По мнению ряда ученых, занимающихся проблемами оптимизации микроклимата и санитарного состояния животноводческих помещений, определяющим фактором является улучшение вентиляции и навозоудаления [26, 73, 131, 151, 160].

Существующая система гидросмыва имеет негативные моменты, приводящие к огромному расходу воды (навоз разводится почти в три раза), а также сквозняки из навозных каналов приводят к заболеванию поросят.

Принципиально новая система навозоудаления основана на энергосберегающем методе, работающем по принципу самосплава и практически не требующем воды. В своих работах И. Е. Плаксин предлагает «... использовать самотечную систему периодического действия ванно-трубного типа при содержании всех половозрастных групп свиней. Функционирование системы осуществляется следующим образом: через щелевой пол твердая и жидкая фракции навоза поступают в навозоприемную ванну, после заполнения которой производится выемка пробки оператором. Навоз из ванны поступает в канализационные трубы и попадает в накопительный коллектор, откуда перекачивается в навозохранилище, где происходит его обеззараживание для дальнейшего использования в качестве органического удобрения» [131]. Этот автор выделяет преимущество данной системы в невысоких материальных затратах на строительство, достаточно быстрый монтаж оборудования, надёжность конструкции, экономичное использование воды, способствующие достижению оптимальных для жизнедеятельности животных показателей микроклимата в свиноводческих помещениях [131].

Несмотря на значительную экономию водных ресурсов и снижение количества навозных стоков, данная система имеет недостаток, обусловленный человеческим фактором. Этот недостаток может быть связан с несвоевременным открытием оператором пробки в навозоприемной ванне, а также непосредственным присутствием работника в секции во время поднятия пробки. Все это приводит к ухудшению показателей микроклимата, стрессу животных, а как следствие, к снижению продуктивности. Ученые разрабатывают методы преодоления данных недостатков с помощью минимизации ручного труда, т. е. применения средств автоматизации и роботизации процессов, осуществляемых оператором [131, 160, 170].

В своих научных трудах В. И. Базыкин, А. В. Трифанов разработали метод, позволяющий снизить высокие затраты ручного труда на выполнение операции подъема-опускания пробки в навозоприемной ванне для ее опорожнения. В. И. Базыкин, А. В. Трифанов предлагают «... использовать механизм подъёма-опускания пробок в ваннах, который приводится в действие оператором дистанционно на основании показаний датчиков уровня, расположенных в навозоприёмных ваннах, а также автоматическое включение системы обеспечения микроклимата для снижения концентрации вредных газов во время опорожнения ванн вне зависимости от показаний датчиков влажности и температуры» [7].

Таким образом, можно достичь максимальной продуктивности животных и получить продукцию высшего качества с использованием бесстрессовой технологии выращивания и откорма свиней [5, 72, 113, 114].

Интенсификация свиноводства изменила условия содержания животных. Финальные показатели продуктивности во многом определяются тем, насколько комфортный микроклимат был обеспечен во время выращивания. Поэтому очень важно иметь возможность управлять параметрами микроклимата независимо от времени суток, сезона года или сложившихся неблагоприятных климатических условий.

Системы вентиляции в свиноводческих помещениях весьма разнообразны по своим конструкторским особенностям, стоимостным показателям и условиям обслуживания. По мнению коллектива авторов И. П. Мирошниченко, Н. В. Пиме-

нова, С. Н. Тресницкого, А. С. Тресницкого, «... оптимизация микроклимата в свинарниках является жизненно важным аспектом эффективного содержания свиней, поскольку биохимические и физиологические процессы, а также поддержание температурного гомеостаза напрямую влияют на их рост. Несоответствие условий содержания может привести к снижению уровня продуктивности свиней и к увеличению затрат на кормление. В целях увеличения производства необходимо выявить наиболее эффективные системы регулирования зоогигиенических параметров, что позволит разработать научно обоснованные методы совершенствования систем вентиляции, что будет способствовать увеличению производства свинины» [133].

Н. Н. Новиковым и И. Е. Кольчик был проведен анализ технических решений для обеспечения воздухообмена и кондиционирования в животноводческих помещениях. Учёные пришли к выводам: «...для улучшения параметров микроклимата применять нестационарный режим вентиляции помещения, при котором не происходит образования застойных зон накопления вредных газов и паров, что повысит ассимилирующую способность воздуха; установить вентиляторы в зонах помещения так, чтобы исключить воздействие создаваемого ими воздушного потока непосредственно на животных и обеспечить возможность использовать их номинальную производительность; применять рациональные принципы, которые целесообразно реализовать на современном уровне развития техники; использовать систему мелкодисперсного распыления воды, уменьшающую намочание полов и подстилки в сравнении с крупнокапельным разбрызгиванием; разместить форсунки мелкодисперсного распыления воды в непосредственной близости от вентиляторов, что позволит достигнуть максимально интенсивного испарения воды и интенсивного охлаждения воздушного потока» [115]. Многие исследователи [112, 113, 114, 115] в своих работах предлагают решение, направленное на усовершенствование систем вентиляции в различных животноводческих объектах.

В работах российских исследователей рассматриваются различные элементы технологии систем микроклимата: система аэрационного типа; система с объёмным воздушным потоком, создающим прохладный бриз в зоне животных;

систем с приточно-вытяжными вентиляционными башнями, благодаря им обеспечивается эффективный контроль микроклимата [17, 18, 19, 176, 186].

Энергоэффективным способом является система регулирования микроклимата за счёт рационализации отопительной системы и системы воздухообмена (вентиляции). Одним из перспективных путей рационального использования электроэнергии в системах микроклимата сельскохозяйственных производственных помещений является создание и применение электрокалориферных установок, работающих совместно с теплообменными аппаратами. Экспериментальные исследования показывают, что применение теплообменной системы вентиляции по сравнению с электрокалориферной системой вентиляции и отопления позволяет снизить установленную мощность системы на 35–40% и при этом уменьшить сезонные расходы электроэнергии на 40–50% [100]. Расход электроэнергии зависит от климатической зоны функционирования сельхозпредприятия.

Активное развитие свиноводства и его дальнейшая интенсификация находится в прямой зависимости от совершенствования генетического потенциала породных линий, а также рационального использования мирового генофонда свиней [8, 92]. Для устойчивого получения гибридной силы у помесей товарного молодняка в промышленном свиноводстве интенсивно применяется межпородная, породно-линейная и межлинейная гибридизация. Для того чтобы получить высокопродуктивный товарный молодняк необходимо использовать два или три гетерозисных скрещивания чистопородных, высокопродуктивных животных с биологически полезными признаками [93, 111, 120, 122, 123]. По данным В. П. Ятусевич, «... для быстреего решения поставленной задачи многие хозяйства используют в воспроизводстве зарубежные мясные породы, которые характеризуются высокой скороспелостью и мясными качествами» [190].

И. П. Шейко в своей работе говорит, что «... систематический импорт зарубежных пород и их чистопородное разведение для массового производства свинины не всегда является оправданным и перспективным. В условиях отечественных промышленных комплексов импортные генотипы свиней с высокой мясно-

стью и интенсивным ростом оказываются менее стойкими к стрессам, более требовательными к условиям кормления и содержания, что в конечном итоге не всегда обеспечивает получение ожидаемых результатов» [185]. Свиньи импортных пород приспособлены к той среде, где селекционировались. И. П. Шейко, занимаясь селекцией импортных пород, пришел к выводу, что зарубежные породы обладают низкими адаптогенными свойствами в условиях климатических зон Российской Федерации, что отрицательно сказывается на их способности противостоять микробному фактору, репродуктивных способностях, уровне получаемой продукции [185]. С целью повышения адаптогенных факторов у свиней он предлагает использовать межпородное скрещивание свиней отечественной и импортных породных сочетаний [185].

Г. А. Фуниковым в условиях крупных свиноводческих комплексов в Смоленской области был проведен научно-производственный опыт по определению мясной продуктивности молодняка свиней отечественной, канадской и французской селекций различных породных сочетаний. Результат исследований показал, что трёхпородный молодняк французской селекции имеет лучшие показатели мясной продуктивности, чем трёхпородный молодняк российской селекции [183].

В Алтайском крае коллектив авторов (С. В. Бурцева, А. И. Афанасьева, В. А. Сарычев, К. Я. Мотовилов), изучая морфологические и биохимические показатели крови свиней разного генотипа, пришли к выводу о более интенсивном обмене веществ в организме у помесных свинок породы ландрас в сравнении с животными крупной белой породы, а также выявили более высокую скороспелость у помесной породы [111].

В Краснодарском крае учеными Н. Соколовым и Н. Зелковой ведется селекционная работа по совершенствованию линии свиней крупной белой породы не только с целью сохранения и улучшения мясных качеств животных, но и для повышения их воспроизводительной способности [154].

В настоящее время свинина востребована не только в качестве мясного продукта потребления, но и для производства различных видов продуктов питания, что

требует пристального внимания к органолептическим, физико-химическим свойствам продуктов убоя. Производители мясной продукции в конкурентной борьбе за потребителей должны обращать внимание на целый комплекс органолептических показателей (цвет, вкус, аромат, консистенцию, сочность, нежность).

И. Н. Казаровец, изучая качество мяса и сала чистопородного и гибридного молодняка свиней отечественной и зарубежной селекции, установил, что «... наименьшие потери мясного сока при нагревании были зафиксированы в образцах длиннейшей мышцы спины молодняка отечественных пород и сочетаний 34,76–35,49%. Отмечена тенденция более высокого значения по содержанию влаги в исследуемых образцах мяса у молодняка импортной селекции 75,0–75,6%» [92].

Селекция мясных пород свиней должна быть направлена не только на повышение мясных качеств, но и на улучшение откормочных и воспроизводительных качеств.

В статье В. А. Дуниной приведены результаты исследований по изучению особенностей телосложения молодняка свиней крупной белой породы с использованием хряков эстонской селекции для улучшения продуктивных качеств свиней местной репродукции в условиях Саратовской области. Животные, полученные от спаривания свиноматок крупной белой породы с хряками эстонской селекции, отличались более длинным туловищем (на 1,9–4,08%), обхватом груди (на 1,54–3,85%), глубиной груди (на 2,23–4,86%), шириной груди (на 1,32–3,59%), высотой в холке (на 0,69–3,13%) и в 6-месячном возрасте имели достоверное преимущество по индексу растянутости (на 1,79%), длинноногости (на 0,9%), но были менее сбиты (на 0,5%) [82].

В настоящее время ведется поиск наиболее удачных гетерозисных сочетаний. Межпородное скрещивание и гибридизация способствуют повышению продуктивных качеств животных на 10–15% [122].

Из приведенных научных данных можно сделать вывод, что проведение селекционной работы и улучшение условий выращивания способствует повышению откормочных и мясных качеств свиней. При этом следует отметить, что улучшение

биохимических процессов в организме животных можно достичь и другими способами, которые в литературных источниках мало освещены.

Свиноводство нуждается в разработке новых методов, направленных на снижение газов аммиака и сероводорода в газовоздушном пространстве свиноводческих помещений, образующихся в результате разложения продуктов жизнедеятельности животных.

В погоне за прибылью свиноводческие комплексы укрупняются за счёт концентрации поголовья на сравнительно небольшой площади, что приводит к нарушению условий содержания. В условиях большого скопления животных растёт бактериологическая нагрузка на органы дыхания, что является предрасполагающим фактором к возникновению легочных заболеваний.

Таким образом, технология выращивания свиней должна быть направлена и на создание благоприятной экологической обстановки в производственном помещении, что приведет к оптимальному физиологическому состоянию животного и получению продукции высокого качества.

## **1.2. Основные факторы, негативно влияющие на состояние животных в условиях животноводческих помещениях**

Качество животноводческой продукции зависит от экологической ситуации окружающей среды, в первую очередь, от ветеринарно-санитарного и гигиенического состояния воздуха, воды и кормов в условиях интенсивного свиноводства [121].

Интенсивное развитие свиноводства повлекло за собой изменение промышленной технологии содержания свиней, что привело к увеличению концентрации поголовья в технологических группах, а это существенно повлияло на микроклимат производственных помещений [79].

При увеличении поголовья в технологических группах повышается нагрузка на систему навозоудаления и вентиляцию производственного помещения, что, как следствие приводит к избыточному накоплению вредных газов, особенно углекислого газа, аммиака и сероводорода.

Продуктивность свиней зависит не только от заложенного генетического потенциала, но и от физиологического состояния свиней, на которое в большей степени влияет экологическая обстановка производственных помещений [4, 89, 107]. Усовершенствование организации основных параметров экологической обстановки является одной из важных задач современной науки в вопросах гигиены сельскохозяйственных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы [38, 134, 137].

По мнению А. В. Трифанова, В. И. Базыкина, Р. М. Ильина, от влияния микроклимата производственных помещений будет зависеть до 25–30% продуктивности сельскохозяйственных животных [176].

По данным Г. Н. Самарина, «...отклонение параметров микроклимата от установленных оптимальных пределов снижает продукцию животноводства на 10–20%, прирост живой массы – на 20–35%, повышает отход молодняка до 5–40%, увеличивает расход кормов, сокращает срок службы оборудования, машин и самих зданий, негативно влияет на здоровье обслуживающего персонала и устойчивость животных к заболеваниям» [145].

В своих исследованиях ученые Урала выявили, что выращивание животных на территориях неблагоприятных в экологическом плане, в органах и тканях накапливается значительное количество нескольких видов ксенобиотиков, что вызывает депрессию иммунной системы [136].

Экологическая обстановка производственного помещения складывается за счёт многих факторов, а именно: времени года, технологии содержания, от использованных материалов и конструкции помещения, воздухообмена, системы используемого навозоудаления [108]. Учёные, занимающиеся данной проблемой, определили главные показатели, влияющие на физиологическое состояние животных: температура, влажность, движение и химический состав воздуха, наличие в нем пыли и микрофлоры, световых и ультрафиолетовых лучей [38, 80, 145, 159, 176].

В своих трудах Г. М. Долженкова, Р. С. Гизатуллин, И. Н. Токарева излагают мысль о том, что потенциальная продуктивность животных из-за неудовлетворительных, зоогигиенических условий используется только на 70–80%, при этом понижается сохранность молодняка [80]. Поэтому создание оптимального

микроклимата в промышленном свиноводстве – это важнейший резерв увеличения производства продукции высокого качества [85].

Температура воздуха в помещении свиноводческого комплекса является первостепенным фактором, влияющим на состояние здоровья и продуктивность животных.

По мнению многих авторов, при выращивании молодняка свиней необходимо учитывать физиологические особенности, а именно не способность к температурной адаптации. В виду особенностей кровоснабжения, отсутствия шерстного покрова, необходимо жестко соблюдать температурный режим. Для раскрытия заложенного генетического потенциала в свинарниках должна поддерживаться постоянная температура, что является первостепенным значением [106, 180, 184, 219, 220].

По мнению В. А. Соляник, «... оптимальный температурный режим в зоне отдыха поросят в суточном возрасте составляет 32–34 °С, от 2 до 40-дневного возраста 29–31 °С, а при снижении температурного режима до 14–16 °С приводит к уменьшению массы к отъему на 1,2–1,4 кг по сравнению с гнездами, где температура была 27–32 °С» [155, 156].

Согласно законам природы, энергия роста и жизнедеятельности поросят может быть получена из энергии корма, которая расходуется на поддержания температуры тела, а оставшаяся энергия на рост и развитие. Следовательно, нахождение животных в оптимальных условиях ведёт к получению максимальной продукции при рациональном использовании корма [87, 98, 178].

В хорошо изолированных маточниках можно повысить температуру за счёт тепла, выделяемого животными. Температуру можно увеличить за счёт использования боксов для поросят и применения обогревательных ламп. В этих условиях при нормальном кормлении и содержании можно выращивать поросят с минимальными потерями [20].

Повышенная температура окружающего воздуха неблагоприятно сказывается на самочувствии поросят (они становятся вялыми), а оптимальной температурой считается та, которая возбуждает усиленную деятельность органов, улучшает обмен веществ, не ослабляет образование энергии, регулирует отдачу тепла, но

только до той границы, ниже которой животное уже неспособно компенсировать количество выделяемого тепла [20].

На поддержание оптимальной терморегуляции оказывают влияние такие факторы, как скорость движения воздуха, относительная влажность воздуха.

Скорость движения воздуха определяет наличие вентиляционных устройств и естественных сквозняков свиноводческого помещения. Увеличение скорости воздуха приводит к переохлаждению животных, особенно к этому чувствительны поросята.

Повышенная влажность увеличивает расход энергии корма на обогрев животного, однако пониженная влажность усиливает жажду, что впоследствии приводит к ухудшению аппетита и усвоению питательных веществ корма [101].

В целях экономии тепла для обогрева животных в свиноводческих комплексах снижают воздухообмен, что приводит к повышению загазованности воздуха [101, 138].

При некорректной работе вентиляции в газовой среде свиноводческих комплексов начинают накапливаться газы, такие как аммиак, сероводород и углекислый газ, в результате разложения азотсодержащих экскрементов животных [125, 211].

Наибольшая удельная масса в смеси газов воздуха животноводческого помещения приходится на аммиак.

Аммиак, являясь ядовитым газом, попадая с вдыхаемым воздухом в незначительном количестве намного ниже ПДК, существенно влияет на здоровье и продуктивность животных. Организм животных способен запускать защитный механизм нейтрализации токсичных газов, в том числе аммиака, выводя его из организма в виде мочевины при незначительной концентрации в окружающей среде. По мнению П. Н. Щербакова с соавторами, каждодневное вдыхание воздуха, содержащего аммиак, концентрация которого не превышала предельно допустимой концентрации, не приводит к патологическому состоянию, однако ослабляет организм, тем самым подготавливая почву для различных заболеваний, в особенности легочных» [35].

Благодаря своей гидрофильности, аммиак адсорбируется слизистыми оболочками, вызывая в них воспалительные процессы. При повышенной влажности в помещении и пониженной температуре этот газ растворяется в конденсате, адсорбируясь на различных поверхностях животноводческого помещения, а при повышении температуры происходит обратное выделение аммиака в воздух [221].

При вдыхании концентрации аммиака выше ПДК у животных наблюдают признаки отравления (спазмы голосовой щели, трахеальной и бронхиальной мускулатуры), в результате чего наступает смерть от отека лёгких или паралича дыхания. Проникая через альвеолярный эпителий лёгких, газ изменяет гемоглобин эритроцитов в щелочной гематин, в результате чего нарушаются окислительно-восстановительные реакции в организме, приводя к гипоксии тканей [121].

По данным С. Ю. Смоленцева, Л. М. Суфьянова, А. С. Госс, Н. А. Зырянова, при продолжительном нахождении в коровниках с повышенным содержанием аммиака у коров наблюдается резкое нарушение обменных процессов (изменение биохимических показателей крови), приводящих к снижению удоев [41, 150].

По мнению авторов, занимающихся в данном направлении, при сочетанном действии высоких концентраций аммиака с воздействием низких температур и высокой влажности воздуха на слизистых оболочках верхних дыхательных путей создаются благоприятные условия для активизации условно-патогенной микрофлоры [35, 158].

Высокая концентрация аммиака во вдыхаемом воздухе приводит к возбуждению нервной системы, затем к коматозному состоянию, впоследствии к параличу дыхания и смерти животного [121].

Постоянное влияние различных концентраций аммиака на работников сельскохозяйственных предприятий, деятельность которых связана с непосредственным уходом за животными, вызывает ухудшение самочувствия в течение рабочего дня, влияя на качество работы [23, 24].

Аммиак следует считать прямым показателем качества воздуха, что необходимо учитывать при санитарно-гигиенической оценке микроклимата [173].

Во время разложения экскрементов животных, содержащих белковые вещества корма, а также с газами из кишечника в газоздушное пространство помещения поступает газ сероводород. При неэффективной работе вентиляции и несвоевременной уборке навоза эмиссия сероводорода увеличивается.

Газ сероводород не имеет цвета, но обладает специфическим запахом тухлых яиц. В своих работах учёные излагают мысль о том, что повышенные концентрации сероводорода негативно влияют не только на животных и работников сельского хозяйства, но и разъедают металлические конструкции, а также изоляцию электрической проводки [83, 34].

Эмиссия сероводорода может оказывать как местное, так и общее действие на организм.

При местном воздействии сероводорода на животных наблюдаются воспалительные реакции со стороны конъюнктивы, слизистой носа, глотки, дыхательных путей, при этом животные испытывают дискомфорт, связанный со слёзотечением, светобоязнью, кашлем, хрипотой. При длительном пребывании в газоздушной среде с ПДК, не превышающей по сероводороду, у животных наблюдаются эрозии и помутнение роговой оболочки глаз; хронические конъюнктивиты; риниты; ларингиты; бронхиты.

При общем воздействии сероводорода наблюдаются изменения морфологических показателей крови, приводящие к гипоксии, а впоследствии к отравлению и смерти животного [179].

В своих работах Н. Н. Тризно раскрывает механизм действия сероводорода. Он констатирует способность сероводорода блокировать железосодержащие группировки ферментов, соприкасаясь со слизистыми оболочками дыхательных путей. Сероводород, соединяясь с тканевыми щелочами, образует сульфид натрия или калия, который вызывает воспаление слизистых оболочек. Сульфиды всасываются в кровь, гидролизуются и освобождают сероводород, который действует на нервную систему. В дальнейшем, по мнению Н. Н. Тризно, «...сероводород, соединяясь с железом гемоглобина, образует сернистое железо, лишённое каталитически действующего железа;

гемоглобин теряет способность поглощать кислород, и наступает кислородное голодание тканей. При концентрации его  $20 \text{ мг/м}^3$  и выше появляются симптомы отравления (слабость, раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, расстройство функции органов пищеварения, головная боль и др.), при концентрации  $1200 \text{ мг/м}^3$  и выше развивается тяжелая форма отравления, и в результате угнетения ферментов тканевого дыхания наступает смерть животных» [174].

Критическим содержанием сероводорода во вдыхаемом воздухе, способным вызвать моментальную смерть животного, считается  $1 \text{ мг/л}$ . Хроническое вдыхание незначительных доз сероводорода приводит к общей слабости, воспалению слизистых оболочек дыхательных путей, снижению продуктивности [179, 168].

Многие исследователи, изучающие влияние микроклимата на продукцию животноводства, обнаружили, что в помещениях с нерегулируемым микроклиматом содержание сероводорода было больше на 42%, угарного газа – 36%, углекислого – 33,4% и аммиака на 21,8% по сравнению с помещением, где создали комфортные условия жизнедеятельности, отвечающие физиологическим потребностям животных. На основе полученных результатов была выявлена разница в сторону увеличения среднесуточного удоя коров на 3,2 кг в группе комфортного содержания, что позволило получить дополнительную прибыль от реализации молока коров (цена 1 кг – 31,30 рублей) за зимний период в целом по корпусу прибыль составила 1802880 рублей [150].

Менее токсичным, но также влияющим на жизненные процессы в организме животных является углекислый газ. Углекислый газ образуется в процессе окислительно-восстановительных реакций в организме и выделяется с помощью лёгких [95]. При повышении концентрации этого газа в окружающей среде у животного возникает снижение защитных сил организма и нарушение воспроизводительной функции. Повышенные дозы углекислого газа раздражают слизистые оболочки конъюнктивы глаз и дыхательных путей, возникает кислородное голодание жизненно важных органов и тканей, снижается способность организма сопротивляться инфекционным заболеваниям [6].

Результаты мировых исследований, посвященных влиянию параметров микроклимата на показатели продуктивности свиней, демонстрируют значительное уменьшение экономической эффективности производства [144].

Учитывая вышеизложенное, необходимо продолжить изучение влияния отклонений параметров микроклимата в свиноводческих помещениях на продуктивность и санитарно-гигиенические показатели мяса [132, 215].

### **1.3. Механизм влияния газовой среды на физиологическое состояние животных**

#### ***1.3.1. Влияние серосодержащего газа (сероводорода) на физиологические процессы в организме***

Газовоздушное пространство – это среда, в которой животное вынуждено находиться весь период выращивания от рождения до убоя [195].

Содержание в воздухе серосодержащего газа (сероводорода) возникает в результате разложения фекальных масс животных [198]. Накопление концентрации сероводорода происходит при нарушении в технологии содержания и сбоях системы вентиляции.

По мнению авторов В. Е. Турищева, М. В. Мажитовой, изучавших токсикологию серосодержащих газов, сероводород отнесен к веществам высокой токсичности [91, 31].

Основной путь поступления сероводорода в организм поросят с вдыхаемым воздухом, т. е. ингаляционно.

По мнению многих исследователей [31, 76, 161, 187, 119], сероводород обладает разнообразным токсическим действием на организм млекопитающих. По словам авторов Е. В. Голубкиной, Н. Н. Дюкорева, М. П. Тризно, Т. А. Шишкиной, при вдыхании ничтожной концентрации сероводорода происходит раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, что в дальнейшем приводит к развитию патологии верхних дыхательных путей и пневмонии [142, 187].

По мнению ученого М. А Шишло, «... газ сероводород нарушает работу фермента оксидазы (цитохромоксидаза), который катализирует перенос электронов с цитохрома на кислород с образованием воды в аэробной дыхательной цепи переноса электронов» [188]. Исследователи отмечают, что при распаде сероводорода на ионы высвобождается HS-ион, который легко проникает через биологические мембраны и нарушает процессы внутриклеточного метаболизма, потому что блокирует работу фермента цитохромоксидазы, входящей в состав внутренней мембраны митохондрий всех эукариот [31, 110, 140, 142, 187, 188].

В ходе исследований было выяснено, что при воздействии сероводорода развивается острая, тканевая, кислородная недостаточность вследствие нарушения усвоения кислорода тканями, а также нарушается окислительное фосфорилирование и энергообразование.

Была отмечена цикличность: при сниженном количестве кислорода нарушается обмен энергией, что приводит к увеличению свободно радикального окисления, но при этом активизация (СРО) свободно- радикальных изменений приводит к нарушению мембран лизосом и митохондрий, увеличивая энергодефицит в клетке [110, 146].

По мнению автора И. С. Рожковой, «... механизм токсического действия сероводорода определяется в основном иницированием реакций сернистых соединений с протеинами и реакций свободно радикального окисления, что является универсальной ответной реакцией организма на воздействие экзотоксиканта. Большая часть поступившего в организм сероводорода, связывается с белковыми молекулами и ионами металлов, образуя низкорастворимые сульфиды, угнетающие ферментативную активность и нарушающие кислотно-щелочное равновесие в тканях» [140].

К подобным выводам приходит в своих исследованиях Е. Н. Барзанова опираясь на работы коллектива учёных (Л. А. Джигола, В. В. Шакирова, О. С. Садомяцева) о том, что «... серосодержащие токсиканты, т. е. вещества, образующиеся при разрушении сероводорода в организме млекопитающих, вступают в реакцию с различными макромолекулами белка, перекрывают SH-группы, которые укрепляют

структуру белковой молекулы, после чего исчезает монолитность мембран, изменяется их агрегатное состояние, что оказывает влияние на скорость роста» [77, 11].

О. А. Овсянникова в своих исследованиях отмечает увеличение уровня свободно радикального окисления в биомембранах, из-за чего происходит нарушение их агрегатного состояния, а это ведёт к увеличению скорости движения молекул липидов, что отражается на их прочности. О. А. Овсянникова приходит к выводу, что рН крови сдвигается в кислую сторону в результате окисления функционально активных SH-групп белков плазмы крови и тканей, что в дальнейшем способствует их трансформации в дисульфидные формы. Такие изменения приводят к денатурациям белков и распаду липидов, результатом чего является нарушение морфологической функции структуры биомембран. Как описывает автор, серосодержащие газы способны образовывать нерастворимые соли с медью, цинком, железом, кобальтом и другими двух и трех валентными металлами, что отрицательно сказывается на процессах метаболизма [116].

Наличие нейротропного эффекта серосодержащего газа нашло отражение в работах многих исследователей [203].

Научно-исследовательская группа М. В. Мажитовой считает, что газ, содержащий в себе серу, выборочно воздействует на клетки мозга. Это происходит из-за отсутствия в нервной ткани фермента глутатионпероксидазы и недостаточной активности фермента каталазы [31].

Научно-исследовательская группа И. С. Рожковой в своих работах отмечает влияние газа, содержащего сероводород, на лимфоидную ткань кишечника и паренхиму трахеобронхиальных лимфатических узлов. Учёные установили, что длительная интоксикация вызывает воспаление стромы и паренхимы в лимфатических узлах, увеличение площади мозговых тяжей, отсутствие центров размножения в лимфоидных узелках [140, 141].

В ходе исследований, проведенных В. Н. Боевым и др., установлено, что «... у крыс, подверженных ингаляции природным газом, содержащим сероводород в концентрации 300 мг/м<sup>3</sup>, усиление перекисного окисления липидов проявляется

увеличением уровня содержания малонового альдегида на 59% в печени и диеновых конъюгатов на 27%, начиная со 2-го часа после окончания эксперимента, а на 7-е сутки концентрация малонового альдегида понижается и достигает уровня контрольных значений» [21].

При вдыхании воздушной смеси, содержащей сероводород, развивается токсическая гипоксия. В первую очередь появляется дыхательная недостаточность. Аккумуляция сульф- и метгемоглобина приводит к нарушению доставки к клеткам кислорода.

В результате повышенной концентрации серосодержащего газа в газовой среде производственных помещений происходит нарушение окислительно-восстановительных реакций (ОВР), что препятствует использованию генетического потенциала интенсивного роста животных.

### *1.3.2. Влияние аммиака, содержащегося в воздушной среде на физиологическое состояние животных*

Жизнедеятельность организма напрямую зависит от экологических факторов окружающей среды [74, 202, 222].

Пригодность воздушного пространства свиноводческого комплекса для интенсивного откорма животных будет зависеть от количества эмиссии аммиака образующегося в результате разложения экскрементов животных [200, 204, 217, 222, 224].

Связи с этим морфофункциональное состояние систем организма животных будет определяться абиогенными факторами [158, 209].

Аммиак – это природное соединение азота с водородом, в силу своей распространенности оказывающее то или иное действие на любой физический, химический или биологический процесс на нашей планете, на все жизненно важные процессы в организме животных, растительных клетках и у микроорганизмов. Он является центром азотистого обмена, предшественником аминокислот, белков, пиримидиновых и пуриновых нуклеотидов [96].

Аммиак – высокоагрессивный газ, гидрофильный, легко проникающий в кровеносную систему и воздействующий на клетки организма [24]. Итоговая

оценка воздействия газа на клетки организма даёт возможность прогнозировать и проводить профилактику различных патологий [135, 163].

В норме содержание аммиака в крови сравнительно низкое, и при повышении его концентрации в несколько раз аммиак становится токсичным. По данным Е. А. Косенко, Ю. Г. Каминского, крысы в эксперименте погибают в судорогах через 10–15 минут после введения им сублетальных доз разных солей аммония. По их же данным, человек способен выдержать лишь 0,05%-ю концентрацию аммиака в воздушной атмосфере, более высокие концентрации губительны для человека.

Научно-исследовательские группы под руководством Н. Г. Беляева, И. В. Ржепаковского, С. И. Пискова доказали, что «... крысы, подвергавшиеся ингаляционной заправке парами аммиака в течении 2 часов в день на протяжении 45 суток, достоверно меньше на 75 г в сравнении с массой животных, пребывающих в обычной воздушной среде» [13].

Исследования, проводимые Н. Г. Беляевым, подтверждают выводы предыдущих авторов о том, что системное попадание в организм газа аммиака способствует снижению массы тела животных. Существует предположение, что это связано со способностью аммиака легко проникать через мембраны клеток и сдвигать в митохондриях реакцию, катализируемую глутаматдегидрогеназой в сторону образования глутамата. Уменьшение концентрации  $\alpha$ -кетоглутарата вызывает угнетение обмена аминокислот и, как следствие нарушение цикла Кребса, то есть гипоэнергетическое состояние организма [13].

Эти данные были подтверждены в научной работе Е. А. Косенко и Ю. Г. Каминского «Клеточные механизмы токсичности аммиака» авторы цитируют труды Бессман и Бессман (Bessman and Bessman, 1955), в которых учёные выдвигают «Теорию Истощения Цикла Кребса», где они высказывали гипотезу, согласно которой избыток аммиака в клетке может повлиять на митохондриальный обмен. Вступая в глутаматдегидрогеназную реакцию, он отвлекает из цикла трикарбоновых кислот  $\alpha$ -кетоглутарат и тем самым создаёт недостаток  $\alpha$ -кетоглутарата для нормального протекания реакций этого цикла [96].

Е. Н. Барзановой было проведено исследование влияние аммиака на белковый метаболизм в период выращивания поросят, из которого следует, что снижение эмиссии аммиака и сероводорода в воздухе производственных помещений положительно повлияло на белковый метаболизм, что в дальнейшем способствовало улучшению мясных качеств свинины [10].

Изучая морфологию крови при затравке парами аммиака у крыс, коллектив авторов (Н. Г. Беляев, И. В. Ржепаковский, С. И. Писков) обнаружил увеличение концентрации эритроцитов и гематокрита.

Исследователями была выдвинута гипотеза о связи данного эффекта с состоянием лёгкой гипоксии из-за сходства гемоглобина с кислородом в присутствии ионов аммония, итогом чего является снижение оксигенации тканей, что приводит к увеличению количества эритроцитов в крови. Установлено, что попадание аммиака в организм животного вызывает обезвоживание, вследствие чего изменяются морфологические свойства крови (повышается содержание эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов), ухудшаются реологические свойства крови, приводя к высокому гемокриту. В результате возрастает нагрузка на кардиомиоциты. По данным авторов, увеличение силы сокращения кардиомиоцитов приводит к гипертрофии сердца на 23,8% [13].

В отличие от предыдущих авторов, Г. В. Молянова (2009) в своих исследованиях обосновала влияние параметров микроклимата на систему крови поросят в раннем постнатальном онтогенезе, характеризующую сокращением форменных элементов крови на 0,5% крупной белой породы и на 3,21% у помесных поросят, помещенных в менее комфортные условия производственной зоны, что отражается на защитных силах молодого организма [110].

Сотрудники ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» А. В. Маланьев и Р. М. Асланов экспериментально подтвердили изменения, происходящие в биохимических показателях крови при затравке животных парами аммиака. Опыт проводили в специализированной камере в условиях, приближенных к животноводческим помещениям [104].

Острую токсичность паров аммиака определяли на лабораторных животных, различные дозы аммиака испаряли в течение 2 часов. Ученые А. В. Маланьев и Р. М. Асланов, изучая гематологию и биохимию крови на овцах и кроликах, пришли к выводу: «... активность аланинаминотрансферазы на 1-е и 3-и сутки повышалась по сравнению с фоновыми значениями на 79,7 и 83,3% соответственно, на 7-е сутки – на 55,3%, восстановление её величины происходило на 10-е сутки исследования, активность аспартатаминотрансферазы также возростала относительно фона на 1-е и 3-и сутки на 98,9% и 100,1% соответственно, на 7-е сутки – на 100,6%, ее возврат к физиологической норме отмечен на 10-е сутки эксперимента» [104].

В своих научных трудах Е. Г. Губеева рассказывает о том, что газ аммиак является гидрофильным. При ингаляционном отравлении аммиаком, газ вступает во взаимодействие с жидкостью содержащейся в тканях организма, и образует при этом щелочные соединения, происходит сдвиг рН плазмы крови в щелочную сторону. Такая биохимическая реакция приводит к появлению мелкопузырчатых скоплений в просвете сосудов легких, что подтверждено в гистологических препаратах. В верхних дыхательных путях развивается отек, что приводит к сужению голосовой щели, вследствие этого развивается гипоксия. Особенно к недостатку кислорода чувствительны нервные клетки (нейроны) [75].

Наиболее чувствительна к изменению условий окружающей среды – система размножения. Изменения в среде могут влиять на функции и морфологию полового аппарата. Это свойство даёт возможность наблюдать, как репродуктивная система реагирует на изменения среды обитания.

Научный коллектив под руководством Н. Г. Беляева подтверждает, что «... при ингаляционной затравке аммиаком в организме крыс происходит изменение гормональной секреции яичников и гиперфункция надпочечников, приводя к гиперандрогении» [13].

В своих исследованиях, посвященным влиянию аммиака на биологические системы, зарубежные учёные пришли к выводу, что «надпочечникам принадлежит ведущая роль в становлении адаптивных реакций, но при этом через гипоталамо-

гипофизарно-адренкортикальную систему (ГГАКС) реализуются опосредованные влияния неблагоприятных факторов на репродуктивную систему» [221].

Коллектив ученых провел исследование репродуктивной системы самцов белых крыс под влиянием паров аммиака. В проведенных исследованиях было зарегистрировано статистически достоверное увеличение массы обоих надпочечников по сравнению с массой надпочечников в контрольной группе, а также морфологические нарушения в структуре семенников крыс [29].

Учёные Н. Г. Беляев, И. В. Ржепаковский, С. И. Писков, продолжая изучать, как влияет аммиак на биологическую систему, наблюдали изменения в костной ткани животных. В своих исследованиях учёные использовали метод микрофотографии – это дало возможность обнаружить снижение минеральной плотности в разных отделах бедренной кости. Исследователи отметили снижение минеральной плотности в трабекулярном отделе бедренной кости самок крыс. Это нашло отражение в уменьшении количества трабекул, что привело к увеличению расстояния между ними (в сравнении с контрольной группой). В итоге эксперимента по ингаляционной заправке аммиаком минеральная плотность трабекулярного отдела костей крыс уменьшилась в два раза [13].

Исходя из вышеуказанного, мы приходим к выводу о том, что неблагоприятное газовоздушное пространство производственного помещения пагубно влияет на физиологическое состояние животного, что не позволяет в полной мере использовать генетический потенциал роста животного, а также получить продукцию высоко качества.

#### **1.4. Пути снижения концентрации газов аммиака и сероводорода в животноводческом помещении при интенсивной технологии выращивания товарного молодняка**

В связи с увеличением роста потребления мяса в мире растёт экспортный потенциал РФ, в результате чего планируется увеличение сельскохозяйственного поголовья за счёт введения новых мощностей и реконструкции существующих

комплексов, в которых станет возможным применить высокоинтенсивные технологии, которые позволят увеличить концентрацию поголовья на этих площадях.

В связи с этим на первый план выходят проблемы экологии крупных животноводческих комплексов, побочные продукты которых негативно влияют на окружающую среду [95, 152, 216]. Основная проблема связана с утилизацией и переработкой больших объёмов навоза и помета. Так, по данным Э. В. Васильева, А. Ю. Брюханова, Н. П. Козлова, «в зависимости от мощности на одном предприятии выделяется до 200 тыс. тонн в год» [25].

В настоящее время происходит реформирование российского экологического законодательства с целью его совершенствования и согласования с соответствующими европейскими стандартами.

В январе 2015 года вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации № 219-ФЗ, принятый 21 июля 2014 года. «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» предусматривающий внедрение наилучших достижений технологии в области экологии и природопользования [103, 124, 135, 137, 153, 193, 205].

С этой целью Л. Н. Андреев, А. В. Козлов в своих трудах предлагают «...повысить культуру производства и энергоэффективность современного промышленного животноводства, улучшить условия труда обслуживающего персонала с помощью использования систем частичной рециркуляции вентиляционного воздуха с высокоэффективной очисткой от пылевых частиц, микроорганизмов и вредных газов (аммиак и сероводород). В качестве фильтрующего элемента предлагается использовать специально разработанный двухступенчатый мокрый электрофильтр» [3].

Так как основой промышленного животноводства является высокая плотность размещения животных на ограниченном пространстве животноводческого помещения, такая концентрация животных приводит к накоплению продуктов их жизнедеятельности к которым относятся пылевые и аэрозольные частицы, концентрация вредных газов, содержание которых может значительно превышать предельно допустимые значения [196].

Для повышения энергоэффективности животноводческих предприятий и оптимизации условий пребывания персонала для обслуживания животных учёные Д. Н. Фомичев и А. Г. Пиркин предлагают «... использовать систему частичной рециркуляции вентиляционного воздуха с одновременной высокоэффективной очисткой и обеззараживанием воздушной среды. Данная система обеспечит санитарно-гигиенические требования по чистоте воздуха при сокращении кратности воздухообмена в 5–6 раз» [181, 182]. Разработанная система должна снизить затраты на электричество, требуемые для создания оптимального температурного режима внутри животноводческого помещения, так как подогретый внутренний воздух не выбрасывается наружу, а отправляется на рециркуляцию, пройдя очистку и обеззараживание, и возвращается обратно в помещение. Данная система будет функционировать в оптимальном варианте в случае частичного поступления свежего воздуха извне с целью обогащения рециркуляционного воздуха кислородом и выброса части скопившегося углекислого газа и влаги. Но, так как корпуса животноводческих помещений плотно застроены рядом друг с другом в целях концентрации на небольшой территории, возможно попадание в приточную систему вентиляции выбросов из вытяжной системы соседнего корпуса [84].

В. В. Юркин с соавторами подтверждает эффективность применения мокрого однозонного электрофильтра, производственные испытания которого показали высокую эффективность очистки рециркуляционного воздуха от пылевых и аэрозольных частиц (до 95,4%), микроорганизмов (до 77%), аммиака (до 83,8%) и сероводорода (до 50,0%) [189].

С помощью стратегий кормления сельскохозяйственных животных, возможно достичь уменьшением степени эмиссии аммиака, путем снижения содержания азота в экскрементах животных [143, 192, 197, 207].

Для достижения данной цели в рационе животных белок должен быть максимально использован, т. е. он практически полностью должен усваиваться организмом животного, что позволит уменьшить разложение непереваренных белковых веществ до конечного продукта распада, т. е. аммиака. Уменьшение количества азота в навозе снизит выбросы аммиака на всех стадиях разложения навоза [208, 214].

Степень выделения азота с экскрементами у различных видов сельскохозяйственных животных будет в большей степени зависеть от производственной системы, а, следовательно, стандартные значения экскреции следует рассчитывать на региональном уровне.

Избыток кормового белка в рационах сельскохозяйственных животных выводится в виде мочевины (мочевая кислота в помете птицы). Мочевина крови характеризует группу белкового обмена. Она является нутриентом крови, имеющий важное функциональное значение в процессах биохимической адаптации организма к изменению уровня и сбалансированности питания.

Содержание мочевины в крови и биологическая ценность протеинов коррелируют друг с другом. Контролируя в крови и молоке азот мочевины, можно определить, как сбалансировать рацион кормления и сделать его экономически выгодным и экологически безопасным.

Поэтому для оценки качества белка в практических условиях наиболее пригоден метод определения концентрации мочевины в крови и молоке, который вполне может заменить собой метод определения баланса азота как более современный [143].

Мочевина разлагаясь обладает высокой способностью к эмиссии аммиака в окружающую среду. Учёные из Китая считают, что, влияя на уровень белка в рационе, можно повлиять на снижение количества выделяемого азота в продуктах жизнедеятельности животных [210].

Кроме того, китайские учёные считают, регулируя рацион животных по протеину, можно эффективно вести борьбу с выбросами газов на всех дальнейших этапах переработки навоза (содержание скота, хранение, обработка, внесение в почву) [199].

Как показывает практика, почти для всех видов сельскохозяйственных животных характерно избыточное содержание белков в кормах, уменьшение которого могло бы позволить уменьшить содержание азота в экскрементах.

Учёные считают, что для свиней экскрецию азота можно уменьшить путем более точной корректировки кормового рациона в зависимости от кормовых потребностей в разный возрастной период на протяжении всего периода выращивания свиней.

Уровень содержания белка в кормовых рационах свиней можно снизить путем оптимизации содержания важнейших аминокислот, а не сырого белка. Применение этого метода приводит к увеличению себестоимости кормов, однако снижение эмиссии газов на всех этапах хранения и переработки навоза являются экологичными и экономически оправданными [210].

В результате интенсификации отрасли животноводческие объекты являются мощным источником активного загрязнения атмосферного воздуха широким спектром запахообразующих веществ, образующихся в процессе микробиологической деструкции навоза и навозных стоков [125, 127].

В своих работах китайские учёные изучили химические, газообразные соединения, входящие в состав атмосферного воздуха вблизи животноводческих предприятий: большая часть приходится на долю таких газов, как аммиак, сероводород, углекислый газ, метан и другие газообразные соединения [226].

В исследованиях американских учёных было идентифицировано порядка 200 химических соединений, содержащихся в воздухе свиноферм [185].

По мнению зарубежных учёных, объём и состав выделяемых в атмосферу продуктов разложения зависят от видового состава микробиоты населяющих экскременты животных, который, в свою очередь, зависит от технологии выращивания животных, от химического состава и свойства субстрата [223].

Согласно опубликованным данным, основным источником летучих жирных кислот являются бактерии pp. *Eubacterium* и *Clostridium* [201]; ведущими продуцентами аммиака – *C. aminophilum*, *Peptostreptococcus anaerobius* и *C. sticklandii* [117, 155, 203]; сероводорода – диссимилирующие сульфатредуцирующие бактерии pp. *Peptococcus* и *Desulfovibrio*, способные использовать сульфаты в качестве акцепторов электронов [194, 218, 225].

Коллектив учёных во главе с Л. В. Пилип считает, что «... благодаря высокому содержанию легкогидролизуемых органических соединений и нейтральной среде, навоз животных и навозные стоки являются благоприятной средой для развития различных аэробных и анаэробных микроорганизмов» [36].

Эти же авторы утверждают: «... наибольший вклад в эмиссию запахообразующих веществ вносит гнилостная микробиота. В процессе гниения (аммонификации) в окружающую среду животноводческих помещений выделяются вещества, обладающие не только выраженным неприятным запахом, но и проявляющие токсичные свойства, такие как аммиак и сероводород» [36].

Н. В. Сырчина с соавторами в своих исследованиях установили, что «... основу микробиоты навозных стоков составляют микроорганизмы, обитающие в кишечнике животных. Такие микроорганизмы проявляют высокую чувствительность к уровню рН. Смещение рН из области оптимальных значений в кислую или щелочную сторону приводит к угнетению жизнедеятельности или гибели части гнилостной микробиоты, что открывает определенные перспективы для снижения эмиссии за счёт регулирования рН биогенных отходов» [165].

Учёные, занимающиеся этой проблемой, предлагают для изменения рН в навозных стоках использовать химический способ обработки, применяя реактивы, которые, в свою очередь, повлияют на количество и состав гнилостной микробиоты [88].

В своих исследованиях авторы использовали серную кислоту, щелочь (гипохлорит натрия) и два препарата, реализуемых в розничной торговле, предназначенных для устранения неприятного запаха навозных стоков [32, 166]. Для объективной оценки наличия или отсутствия, а также интенсивности запаха была организована экспертная комиссия, которая путём органолептического исследования по шкале от 0 до 3 определяла интенсивность запаха навозных стоков.

Анализируя результаты проведенных исследований, Н. В. Сырчина и коллектив авторов выявили, что «... снижение рН до 5,5 за счёт внесения отходной серной кислоты уменьшило общее количество микробов в 8,81 раза, что коррелирует со снижением общего газовыделения в 1,62 раза; при добавлении реагента окисляющего

действия общее количество микробов повысилось в 1,21 раза, при этом общее газовыделение снизилось в 1,31 раза; добавление первого препарата привело к росту общего количества микробов в 1,16 раза, а газовыделение возросло в 2 раза; внесение второго препарата практически не изменило общее количество микробов, однако газовыделение выросло в 1,3 раза» [32].

Проведя многочисленные исследования, учёные пришли к выводу, что к более значимому изменению микробиологических популяций навозных стоков приводит использование химического метода, в данном случае подкисление с помощью серной кислоты. Исследователи обнаружили, что снижение pH до 5,5 приводит к снижению гнилостной микрофлоры, особенно ее представителей *Clostridium* spp., *Peptostreptococcus* sp., *Escherichia coli* и *Peptococcus* sp. Учёные считают, что метаболизм бактерий связан с продуцированием  $\text{NH}_3$ , однако в кислой среде летучий  $\text{NH}_3$  переходит в нелетучую форму – ион  $\text{NH}_4^+$ . Данный способ позволяет уменьшить эмиссию аммиака в окружающую среду [30, 163].

Из существующих методов утилизации органических отходов несомненный приоритет по показателям эффективности и безопасности отводится биологическим. Для переработки органических отходов используются микроорганизмы различных таксономических групп, позволяющие ускорить процесс деструкции органических компонентов экскрементов и получить экологически чистый субстрат [105, 128, 169, 171, 191, 213].

Прерогатива этого метода состоит в том, что предполагаемая смесь бактерий благодаря определённому микробному составу может ускорить разложение органических продуктов жизнедеятельности животных. Данный вид переработки позволит снизить экологическую нагрузку на газовоздушное пространство животноводческих помещений, а также повысить санитарно-гигиеническое состояние животноводческих помещений, снизить биологическую нагрузку на пахотные земли [15, 139, 172, 191, 226].

Механизм действия биологических деструкторов заключается в изменении направления биохимического разложения фекальных масс животных, с помощью

применения консорции микроорганизмов различных таксономических групп, которые ускоряют процесс деструкции органических компонентов навоза.

Предполагаемый результат от действия консорции микроорганизмов – это активное разложение сложных органических веществ, входящих в состав навоза, до более простых веществ, которые будут более доступны для прямого усвоения микроорганизмами и растениями. Кроме того, повышается агротехнический эффект от использования переработанного навоза за счёт увеличения его ценности как биодоступного для растений органического удобрения [28, 164, 167]. В результате воздействия микроорганизмов значительно улучшается экологическая обстановка не только в рабочей зоне открытого хранения навоза, но и в свинарниках [162, 163, 165].

Азот – это органогенный элемент, играющий важную роль в росте растений. Присутствие его в почве в определенном количестве обеспечивает высокий урожай сельскохозяйственных культур. В своих работах Ю. А. Бобкова пришла к выводу, что растения, выращенные на делянках с применением свиного навоза с деструктором, имели лучшие показатели урожайности и структуры в сравнении с делянками, где деструктор не применялся [16].

По данным Е. Н. Барзановой, применение биологического деструктора навоза Микрозим позволило снизить эмиссию аммиака в период откорма свиней на 58%, а сероводорода на 14% по сравнению с контрольной группой.

Данное исследование показало, что применение консорции микроорганизмов в биологическом деструкторе изменило микробиологический пейзаж навозных стоков, что впоследствии привело к изменению бактериальной контаминации воздуха в животноводческом помещении и положительно отразилось на откормочных и мясных качествах молодняка [9, 11].

## **1.5. Заключение к обзору литературы**

Стратегическое направление сельского хозяйства Российской Федерации в условиях санкционного давления заключается в обеспечении населения нашей страны в достаточном количестве продуктами животного происхождения [78, 81,

148]. По словам многих авторов это можно достичь благодаря интенсификации выращивания сельскохозяйственных животных [94, 112, 124, 175, 185]. Рентабельное производство, возможно лишь в условиях высокой концентрации поголовья на ограниченной площади, что влечет повышение нагрузки на производственные помещения, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на параметрах микроклимата [97, 113, 168]. В связи с этим увеличивается экологическая нагрузка не только на территории, прилегающие к животноводческим фермам и свиноводческим комплексам, но и на экологические факторы внутри животноводческих помещений [23, 26, 84, 86, 127].

В крупных свиноводческих комплексах разложение экскрементов животных, даже в условиях бесперебойной работы системы вентиляции приводит к усилению эмиссии аммиака и сероводорода. Как результат повышается газовая нагрузка в производственных помещениях, где содержатся сельскохозяйственные животные. Превышение предельно допустимой концентрации газов аммиака и сероводорода вызывает патологию органов и систем организма животных. Хроническое вдыхание низких концентраций этих газов приводит к снижению обменных процессов в организме животных, в результате чего не раскрывается генетический потенциал животных [35, 158].

Данная тема достаточно мало изучена, это связано с довольно коротким сроком технологического цикла выращивания животных. Эксперименты по изучению влияния газов в большей степени проводили работники медицины на лабораторных животных. Научно-исследовательской группой под руководством Н.Г. Беляева были сделаны выводы о том, что системное попадание в организм газа аммиака способствует снижению массы тела [13]. Это связано с тем, что аммиак легко проникает через мембраны клеток и сдвигает в митохондриях реакцию, катализируемую глутаматдегидрогеназой в сторону образования глутамата, в результате происходит угнетение синтеза аминокислот, нарушение в цикле Кребса, возникает гипонергетическое состояние организма [96].

Газовоздушный состав вдыхаемого воздуха влияет на интенсивность обмена веществ в организме поросят, а как следствие и на качество мяса [27, 80, 89].

Усовершенствование технологии содержания направлено на создание оптимальных условий для развития организма животного для получения продукции свиноводства высокого качества [97, 109, 132, 134].

Разработка путей и механизмов улучшения качественных характеристик мясной продукции будет всегда интересовать ученых нашей страны.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Материал и методика исследования

Научная работа выполнена в условиях ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет» на кафедре Инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы, межкафедральной учебной лаборатории, ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (г. Челябинск), а также в условиях агрохолдинга ООО «Ариант» Челябинской области в соответствии с НИОКР, приказ № 191 от 12.07.2022 по договору 86/21/АФ ДАГ ХД/2022 от 20.12.2021. Исследования проводились с 2020 по 2023 гг. совместно с кафедрой Кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции и кафедрой Незаразных болезней имени профессора А. А. Кабыша. Мы благодарим межкафедральную лабораторию Института ветеринарной медицины и кафедры, принимающих участие в НИОКР за проделанную работу и предоставленную информацию.

Изучение откормочных и ветеринарно-санитарных показателей мяса свиней в зависимости от зоогигиенических условий содержания проводилось на площадке вертикально интегрированного холдинга по производству мясной продукции в Уральском регионе. Хозяйство работает по принципу замкнутого производственного цикла от формирования собственной сырьевой базы до продажи готовой мясной продукции в сети фирменных магазинов.

На животноводческом предприятии для осуществления исследований были сформированы две группы по принципу пар аналогов, начиная с периода опороса до убоя. Количество поросят опытной группы на начало опыта составило ( $n = 1008$ ) головы. Количество поросят контрольной группы на начало опыта составило ( $n = 1198$ ) голов. Исследования проводили при одинаковом рационе с использованием комбикормов собственного производства с учётом возраста и технологии выращивания. Для достоверности использовали корма одной и той же партии выработки. Общая схема научного исследования представлена на Рисунке 1.

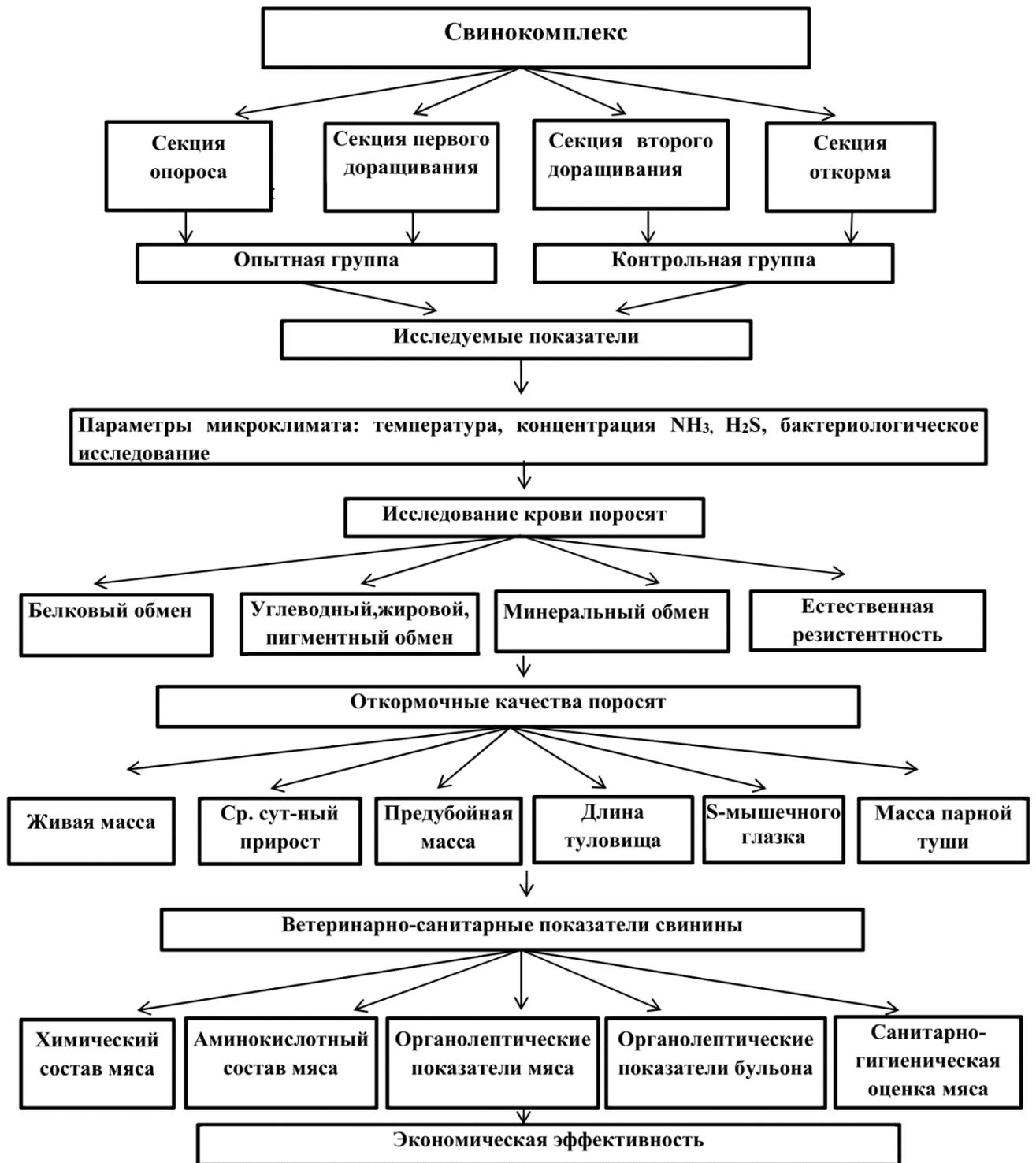


Рисунок 1 – Схема научного исследования

Микроклимат в свиноводческих помещениях поддерживался и контролировался при помощи автоматической системы BigDutchman с помощью приточно-вытяжной вентиляции, температура воздуха в помещениях варьировалась в зависимости от стадии выращивания молодняка на уровне 20–30 °С.

Поросята содержались в клетках, которые были оборудованы автоматическими кормушками и nippleными поилками. Пол в клетках щелевой, что обеспечивает возможность удаления навоза в навозные ванны, расположенные под полом и автоматически опорожняющиеся 1 раз в две недели. В навозные ванны под клетками поросят опытной группы однократно был внесён биологический деструктор навоза Микрозим из расчета 10 г на 1 м<sup>3</sup> жидкого навоза. По данным производителя, препарат состоит из смеси бактерий, которые при попадании во влажную среду активно размножаются за счёт использования органических азотсодержащих соединений экскрементов животных. Препарат является синергическим сообществом, способным заменить процессы гниения на процессы брожения и окисления. Размножаясь в навозных стоках, микроорганизмы за счёт численного перевеса подавляют гнилостную и патогенную микрофлору, обеспечивая эффективный процесс утилизации навоза. В течение 6 часов происходит заселение микроорганизмами всего объёма навозных ванн, затем идет биохимическое разрушение органики.

Биологический деструктор навоза содержит до 12 видов микроорганизмов, способных использовать органическую составляющую навоза, разрушая сложные органические вещества до более простых с образованием воды и углекислого газа. Согласно заявленным производителем характеристикам биопрепарата, товарную форму выпускают промышленным способом в сухой споровой форме на питательном носителе. Препарат безвреден для человека, животных, растений, некоррозионен, полностью биоразлагаем, соответствует 5-му классу опасности.

Концентрацию аммиака и сероводорода в воздухе свиноводческих помещений определяли многоканальным газоанализатором «Камета-М» (Россия). Отбор проб воздуха проводили на расстоянии от 5 до 10 см от щелевого пола, что соответствует уровню дыхания свиней в состоянии «лежа». Отбор проводили один раз в три дня в соответствии с ГОСТ Р ИСО 16000-1- 2007 [71]. Результат выражали в виде средней величины за период первого и второго доращивания и откорма.

Для биохимических исследований использовали сыворотку крови. Кровь у поросят контрольной и опытной групп брали по методу случайной выборки утром до кормления из краниальной полой вены. Для исследования брали образцы крови

(n = 10) от поросят в возрасте 60, 100 и 200 суток, что соответствует концу первого, второго периодов дорастивания и откорма.

Контроль за физиологическим состоянием поросят осуществляли путём изучения некоторых биохимических показателей крови на протяжении исследуемого периода.

Биохимические показатели крови определяли на спектрофотометре ПЭ-5300 с помощью набора реактивов:

- содержание неорганического фосфора в сыворотке крови определяли с помощью реактивов Клини Тест-НФ УФ (Кат № В11951);
- содержание щелочной фосфатазы в сыворотке крови с помощью нитрофенилфосфата (Кат. № В-12272);
- содержание кальция определяли фотометрически по инструкции № 8151-Пр/11;
- концентрацию ионов магния определяли колориметрическим методом без депротеинизации (Кат. № 319. 1.100-100 мл);
- концентрацию натрия в сыворотке крови энзиматическим колориметрическим методом с применением реагентов Натрий-Витал;
- содержание общего белка в сыворотке крови определяли с помощью набора реактивов Клиники Тест-ОБ по инструкции № 1937-Пр/11 РУ № ФСР 2011/10489;
- содержание креатинина в сыворотке крови определяли с помощью набора реагентов Клини Тест-Креатинин с депротеинизацией ТХУ Кат.№ В-11461, утвержденной приказом Росздравнадзора № 4612-Пр/10 РУ № ФСР 2010/ 07833;
- содержание общего и прямого билирубина в сыворотке крови определяли с помощью реагентов Клини Тест-Бил методом Йендрашика – Грофа Кат. № В-10902, утвержденной приказом Росздравнадзора № 1014-Пр/08 РУ № ФСР 2008/02104;
- активность аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в сыворотке крови определяли динитрофенилгидразиновым методом с помощью набора реагентов по инструкции, утвержденной приказом Росздравнадзором № 2513-Пр/12 и № 2512 -Пр/12;

– содержание холестерина в сыворотке крови определяли с помощью набора реактивов Клиники Тест-Холестерин (Кат № В-12450 инструкция утверждена приказом Росздравнадзором № 5438 РУ№РЗН 2019/8647);

– содержание глюкозы в сыворотке крови определяли с помощью реагентов ГлюСтар Кат № В-11001 (инструкция утверждена приказом Росздравнадзором № 8036-Пр/11 РУ № ФСР 2011/12478);

– содержание железа в сыворотке крови определяли с помощью Кат. № В-11151 (инструкция утверждена приказом Росздравнадзором № 10611-Пр/09 РУ № ФСР 2009/06424);

– определение мочевины в сыворотке крови осуществляли с помощью набора реагентов Мочевина-Ново (инструкция утверждена приказом Росздравнадзором № 2521-Пр/12).

О состоянии резистентности организма свиней судили по показателям фагоцитарной активности нейтрофилов. Для приготовления фагоцитирующей смеси к цельной крови добавляли суточную двухмиллиардную культуру *E. coli*, тщательно перемешивали и инкубировали в термостате при температуре 37 °С от 1 до 2 часов. Готовую смесь использовали для приготовления мазков. Для этого небольшую каплю крови помещали на предметное стекло, затем, отступая от одного края стекла на 1 см, под углом в 45° шлифованным стеклом делали равномерный мазок. После приготовления мазки быстро высушивали на воздухе до исчезновения влажного блеска, затем фиксировали и окрашивали. Для микроскопии использовали биологический микроскоп Микмед. Показатели фагоцитарной активности определяли по методическим указаниям под редакцией Е. А. Алексеевой. [1].

Бактериологические исследования навозных стоков и воздуха производственных помещений (ГОСТ Р 70152-2022) проводили общепринятыми бактериологическими методами с применением питательных сред различного назначения (дифференциально-диагностические, общепотребительные). Выросшие после 24-часового термостатирования микробные культуры типизировали с учётом морфологических и культуральных свойств. Применялась техника окраски мазков по Грамму.

После убоя животных внешний вид, категорию упитанности и качество технологической обработки свиных полутуш проводили визуально в соответствии с требованиями ГОСТ 31476-2012 [49].

Массу полутуш определяли взвешиванием с точностью до 0,1 кг, площадь мышечного глазка и толщину шпика между 6...7-м грудными позвонками с помощью измерительного штангенциркуля с точностью до 1 мм.

Туши после созревания в холодильных установках использовали для органолептического и биохимических исследований свинины в соответствии с ГОСТ 7269-2015 [63] от 10 туш, отнесенных к каждой из групп, отбирали по 3 цельных куска мяса массой 200 г: у зареза напротив 4-5-го шейных позвонков, в области лопатки и бедра. Каждый отобранный образец мяса упаковывали в пищевую полиэтиленовую пленку, вкладывали ярлыки и оформляли соответствующие сопроводительные документы.

Для определения химического состава мяса использовали следующие нормативные документы: для определения белка ГОСТ 25011-2017 [47], для определения влаги ГОСТ 97963-2016, для определения жира ГОСТ 23042-2015 [45], для определения массовой доли общей золы ГОСТ 31727-2012 [53], для определения аминокислотного состава животного белка ГОСТ 34132-2017 [60].

При **биохимических исследованиях** по методикам, описанным в ГОСТ 23392-2016 [46], определяли количество летучих жирных кислот методом отгонки водяным паром и титрования дистиллята гидроокисью калия; наличие продуктов первичного распада белков в бульоне методом осаждения из профильтрованного бульона продуктов первичного распада белков меди сульфатом.

По ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74) [66] потенциометрическим методом устанавливали величину рН мышечной ткани.

При **органолептическом анализе** мяса согласно ГОСТ 7269-2015 [63] устанавливали:

- внешний вид и цвет поверхности – визуально;
- влажность мышц на разрезе – пробой фильтровальной бумагой и уровнем ее промачивания;

- цвет на разрезе – зрительно;
- консистенцию – легким надавливанием пальцами и наблюдением за выравниваем ямки;
- запах – после прикладывания к поверхности продукта нагретого в горячей воде шпателя;
- состояние жира – цвет – визуально, консистенцию – растиранием между пальцами;
- состояние сухожилий – цвет – визуально, упругость и плотность – прощупыванием;
- прозрачность и аромат бульона – мясо пропускали через мясорубку с диаметром отверстий решетки 2 мм; 20 г мясного фарша помещали в коническую колбу на 100 см<sup>3</sup>, добавляли 60 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, закрывали часовым стеклом и ставили в кипящую водяную баню; запах мясного бульона определяли в процессе нагревания до 80...85 °С в момент появления паров, выходящих из открытой колбы; для определения прозрачности 20 см<sup>3</sup> бульона наливали в мерный цилиндр вместимостью 25 см<sup>3</sup>, диаметром 20 мм и устанавливали степень его прозрачности визуально.

Температуру плавления хребтового шпика определяли по ГОСТ 8285-91 [64], органолептические и физико-химические показатели жира определяли по ГОСТ Р 55485-2013 [70].

Санитарно-гигиеническую оценку свинины проводили в сертифицированной лаборатории.

Показатели микробиологической безопасности мяса определяли по ГОСТ Р 54354-2011-Мясо и мясные продукты [67]. Общие требования и методы микробиологического анализа, *Listeria monocytogenes* определяли по ГОСТ 32031-2012 [55], БГКП (колиформы) определяли по ГОСТ 31747-2012 [50], КМАФАнМ определяли по ГОСТ 10444.15-94 [42], патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, определяли по ГОСТ 31659-2012 [51].

Средние пробы комбикорма отбирались комиссионно с работниками комбикормового завода и исследовались на сертифицированном оборудовании межкафедральной лаборатории Института ветеринарной медицины Южно-Уральского ГАУ.

Анализ комбикорма проводился по методикам ГОСТа:

– ГОСТ 13496-2016 – Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира [43];

– ГОСТ 13496-2019 – Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина [44];

– ГОСТ 31675-2012 – Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации [52];

– ГОСТ 32195-2013 (ISO 13903:2005) – Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот [56];

– ГОСТ 32343-2013 (ISO 6869:2000) – Корма, комбикорма. Определение содержания кальция, меди, железа, магния, марганца, калия, натрия и цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии [57];

– ГОСТ 32933-2014 (ISO 5984:2002) – Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы [58];

– ГОСТ 33445-2015 Средства лекарственные для ветеринарного применения, корма, кормовые добавки. Определение массовой доли кобальта методом электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии [59];

– ГОСТ ISO 6491-2016 – Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания фосфора спектрометрическим методом [65];

– ГОСТ Р 54951-2012 (ISO 6496:1999) – Корма для животных. Определение содержания влаги [68];

– ГОСТ Р 55447-2013 – Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания кадмия, свинца, мышьяка ртути, хрома, олова, методом атомно-абсорбционной спектроскопии [69] для зоотехнического анализа на оборудовании фирмы «Velр», аминокислотном анализаторе «Капель-2» после кислотного гидролиза образцов корма. При определении минерального состава комбикорма методики зоотехнического анализа использовались для кальция и фосфора; магний и

микроэлементы определяли атомно-адсорбционным методом на спектрофотометре марки «Квант-2А». Экономическую эффективность ветеринарных мероприятий определяли в соответствии с методическими указаниями по И. Н. Никитину (1997). Основные расчёты, обработка полученных результатов исследований выполнялись с помощью специальных программ. В качестве критерия достоверности использовали критерий Стьюдента с уровнем значимости  $P \leq 0,05$ .

## **2.2. Мониторинг концентрации газов аммиака и сероводорода, температурного режима в производственных помещениях, условий кормления при выращивании свиней**

При постоянной интенсификации технологии выращивания животных решающими факторами являются использование сбалансированного кормового рациона, зооигиенические условия и наличие максимально благоприятного микроклимата.

Опыт проводили на площадке свиноводческого комплекса Челябинской области, рассчитанной на 65000 голов. Свинокомплекс входит в крупнейший агрохолдинг России. Агропромышленный комплекс замкнутого производственного цикла, занимающийся формированием собственной сырьевой базы до продажи готовой мясной продукции в сети фирменных магазинов Уральского региона.

На данном производстве трех фазная система содержания.



Рисунок 2 – Секция опороса

В 21-дневном возрасте после отъема поросят начинают формировать в группы по 18–25 голов с плотностью размещения  $0,6 \text{ м}^2$  до достижения 60-дневного возраста – первый период доращивания.



Рисунок 3 – Секция первого периода доращивания

Затем поросят перемещают в корпуса второго периода доращивания до достижения 100 дней.



Рисунок 4 – Секция второго периода доращивания

Технологический цикл периода откорма длится 100 дней, на откорме формируют группы одинаковых по живой массе в станки по 25–30 голов с площадью на голову 0,8 м<sup>2</sup>.

При организации первого, второго периодов доращивания и откорма используют систему автоматического кормления, для поения поросят используют сосковые поилки.



Рисунок 5 – Секция откорма

Для кормления свиней используют комбикорма – концентраты, разработанные с учётом пола и возраста свиней.

В зависимости от возраста для кормления поросят использовали полностью сбалансированные по питательным веществам комбикорма, начиная со стартового полнорационного комбикорма марки СК-3, затем использовали в зависимости от периода выращивания СК-4, СК-6, СК-7. Переход от одного рецепта комбикорма на другой производится постепенно в течение 3 дней. Схема кормления исследуемого молодняка представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Схема кормления

Марка корма	Половозрастная группа	Расход корма на голову в сутки, кг
СК-3	подсосный период 10-20 дней	0,20–0,35
СК-4	отъемный возраст от 21 до 60 дней	0,80–1,10
СК-6	период выращивания от 61 до 100 дней	1,20–1,80
СК-7	период откорма от 101 до 200 дней	2,50–3,00

В период выполнения исследовательской работы использовали рецепты полнорациональных комбикормов следующего состава (Таблица 2).

Таблица 2 – Рецепты комбикормов-концентратов, %

Состав	Рецепт			
	СК-3	СК-4	СК-6	СК-7
ЭЖЕ	1,40	1,4	1,39	1,36
ОЭ, МДж	14,05	13,95	13,86	13,63
Общая влага	10,58	11,87	10,75	11,65
Сухое в-во	89,42	88,13	89,25	88,35
Зола	5,1	4,60	4,5	4,0
Органическое вещество	84,32	83,53	84,75	84,35
Сырой протеин	18,55	17,05	16,4	15,9
Сырая клетчатка	3,0	3,4	4,36	4,75
Сырой жир	4,5	4,6	6,8	4,85
БЭВ	60,27	59,38	58,35	63,6
Са	0,7	0,6	0,6	0,5
Р	0,5	0,5	0,5	0,4
Лизин	1,15	1,04	0,99	0,75
Метионин	0,84	0,66	0,55	0,49
Треонин	0,95	0,82	0,75	0,46
Валин	0,84	0,75	0,74	0,46
Аргинин	0,91	0,98	0,82	0,42
Тирозин	0,45	0,47	0,37	0,23
Фенилаланин	0,83	0,77	0,65	0,49

## Продолжение таблицы 2

Состав	Рецепт			
	СК-3	СК-4	СК-6	СК-7
Гистидин	0,06	0,10	0,42	0,06
Лейцин + изолейцин	2,07	2,05	1,63	1,04
Пролин	1,44	1,48	1,46	1,00
Серин	0,91	0,81	0,73	0,46
Аланин	0,87	0,81	0,85	0,48
Глицин	0,82	0,69	1,02	0,45
Железо, мг	121,37	98,55	88,68	76,13
Медь, мг	237,08	154,59	88,77	87,71
Цинк, мг	355,51	358,9	139,88	131,06
Кобальт, мг	1,28	1,1	0,78	0,93
Свинец, мг	0	0	0	0
Марганец, мг	4,0	3,0	76,47	78,17
Магний, мг	357,45	408,8	400,2	400,0
Кадмий, мг	0	0	0,06	0,04
Никель, мг	0	0	0,98	0,79
Хром, мг	0	0	0,15	0,13

Рецептуры комбикормов в целом соответствуют рекомендуемым параметрам, определяющим их питательную ценность (обменная энергия, общая влажность, сухое вещество, сырой протеин, сырая клетчатка). Данная рецептура комбикормов была разработана специалистами предприятия, в целях реализации генетического потенциала используемых гибридов пород.

Для решения поставленных задач по повышению продуктивности животных важны не только корма, сбалансированные по питательным веществам, но не менее важно создать оптимальные зоогигиенические условия для выращивания молодняка свиней.

Параметры микроклимата не должны превышать, согласно зоотехническому справочнику (Гигиена и содержание животных, А. Ф. Кузнецов, 2003 г.) [99], следующие показатели:

– для подсосных свиноматок с поросятами-сосунами: температура, °С в первую неделю жизни 30–28 °С (иногда допускается от 35 °С – в первые 3–5 дней); во вторую неделю – 28–26 °С; в третью – 26–24 °С; в четвертую – 24–22 °С; концентрация аммиака – 10 мг/м<sup>3</sup>, концентрация сероводорода – 10 мг/м<sup>3</sup>, концентрация диоксида углерода – 0,2%, микробиологическая обсемененность – 40–50 тыс. микробных тел в 1 м<sup>3</sup>;

– для поросят-отъёмышей и ремонтного молодняка: температура 18–22 °С; концентрация аммиака – 20 мг/м<sup>3</sup>, концентрация сероводорода – 10 мг/м<sup>3</sup>, концентрация диоксида углерода – 0,2%, микробиологическая обсемененность – 40–50 тыс. микробных тел в 1 м<sup>3</sup>;

– для свиней в период откорма: температура поддерживается 14–20 °С; концентрация аммиака – 20 мг/м<sup>3</sup>, концентрация сероводорода – 10 мг/м<sup>3</sup>, концентрация диоксида углерода – 0,2%, микробиологическая обсемененность 100–150 тыс. микробных тел в 1 м<sup>3</sup>.

Микроклимат в корпусе поддерживается автоматической системой BigDutchman с помощью приточно-вытяжной вентиляции. Температурный режим поддерживается системой газовых пушек, а также лампами локального обогрева.

Исследуемые основные параметры микроклимата, влияющие на физиологическое состояние животных, а впоследствии на продуктивность и качество мясной продукции, в период проведения опыта представлены в Таблице 3.

Анализ Таблицы 3 показывает, что содержание животных контрольной группы только в период опороса и первого периода доращивания соответствует допустимым концентрациям, кроме температуры в животноводческом помещении, которая на 5,33 °С в период опороса и 4,6 °С в первый период доращивания была больше нормативных показателей. Во второй период доращивания концентрация углекислого газа на 0,05% превышает предельно допустимые концентрации. В период откорма содержание аммиака в контрольной группе на 12,3 мг/м<sup>3</sup> выше предельно допустимых концентраций, что составило 61,5%, концентрация углекислого газа была на 0,19% выше предельно допустимых концентраций, температурный режим в пределах нормы.

Таблица 3 – Показатели микроклимата в свиноводческих помещениях на протяжении опыта

Показатель	Показатели ПДК	Возрастной период			
		опорос	I доращивание	II доращивание	откорм
Контрольная группа					
Содержание NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup>	не более 20 мг/м <sup>3</sup>	3,62±0,15	6,23±0,19	6,86±0,23	32,3±4,0
Содержание H <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>	не более 10 мг/м <sup>3</sup>	1,19±0,10	2,08±0,70	3,39±0,69	3,43±0,80
Концентрация CO <sub>2</sub> , %	не более 0,2 %	0,08±0,01	0,09±0,01	0,25±0,05	0,39±0,06
Температура, °C	30–22 °C 14–20 °C	27,33±0,55	26,6±0,60	21,83±1,16	20,66±0,60
Опытная группа					
Содержание NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup>	не более 20 мг/м <sup>3</sup>	2,22±0,15	4,35±0,18***	4,75±0,70	18,8±3,00**
Содержание H <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>	не более 10 мг/м <sup>3</sup>	0,89±0,07	1,03±0,07	2,69±0,08	2,95±0,57
Концентрация CO <sub>2</sub> , %	не более 0,2 %	0,07±0,01	0,08±0,07	0,16±0,07	0,33±0,06
Температура, °C	18–22°C 18–20°C	29,88±0,10**	29,1±0,35*	25,33±0,55*	23,66±0,33***
Примечание – * – P ≤ 0,05 по отношению к контрольной группе; ** – P < 0,01 по отношению к контрольной группе; *** – P ≤ 0,001 по отношению к контрольной группе; 30–22 °C – температура для подсосных маток с поросятами-сосунами, порослят-отъемышей и ремонтного молодняка (справочник «Гигиена содержания животных», Кузнецов [99]); 14–20 °C – температура для откормочных поросят (справочник «Гигиена содержания животных», Кузнецов [99])					

В опытной группе на секции опороса и в первый период доращивания все параметры микроклимата были ниже предельно допустимых концентраций, кроме температуры, которая на 7,88°C и 7,1°C соответственно была выше верхней границы нормы. Во второй период доращивания все показатели были в пределах допустимой концентрации, кроме температуры воздуха, которая на 3,33 °C была выше верхней границы нормы. В период откорма концентрация углекислого газа на 0,13% выше ПДК, температурный показатель выше верхней границы нормы на 3,66 °C. В зависимости от применения препарата необходимо было отследить динамику концентрации газов и температурный режим в промышленных помещениях свиного комплекса, где содержались опытные и контрольные группы. С этой целью после исследования концентрации газов и температуры в помещении был построен график, который показал изменение концентрации газов и температуры в период проведения опыта.

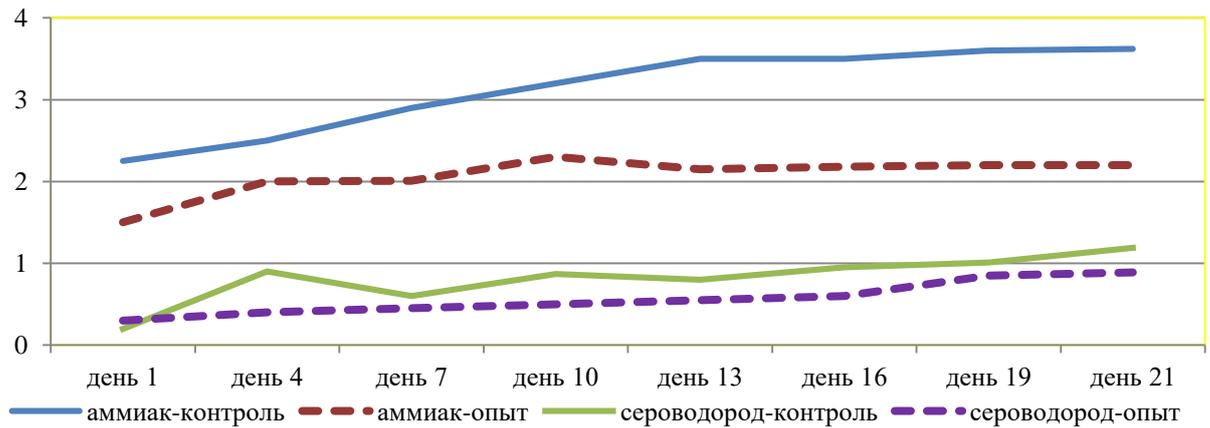


Рисунок 6 – Динамика газового состава воздуха животноводческих помещений в период опороса

Данный график демонстрирует, что концентрация аммиака в контрольной группе в течение исследуемого периода увеличивалась. К концу 21-го дня исследования показатель аммиака контрольной группы был выше показателей опытной группы на 38,67%. График концентрации газов, где применялся биологический деструктор навоза Микрозим, демонстрирует скачкообразное повышение и понижение количества аммиака до 13-го дня проведения опыта, с этого дня прослеживается тенденция к снижению концентрации аммиака, что связано со стабилизацией биохимических процессов в навозной жиже. График концентрации сероводорода находится на стабильно низком уровне от показателей ПДК, однако концентрация сероводорода в свиноводческом помещении опытной группы в конце периода была на 25,21% ниже показателей контрольной группы.

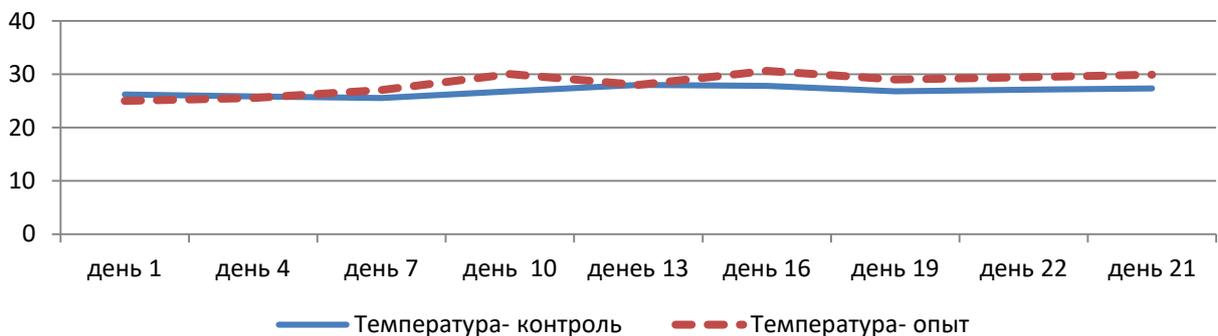


Рисунок 7 – Динамика изменения температурного режима животноводческого помещения в период опороса

Температурный показатель, где применяли биологический деструктор Микрозим, был стабильно на высоком уровне на 9,33% выше контрольной группы и на 35,81% выше верхней границы нормы, что можно объяснить экзотермическими процессами, возникающими в результате интенсивного размножения микрофлоры биологического деструктора навоза.

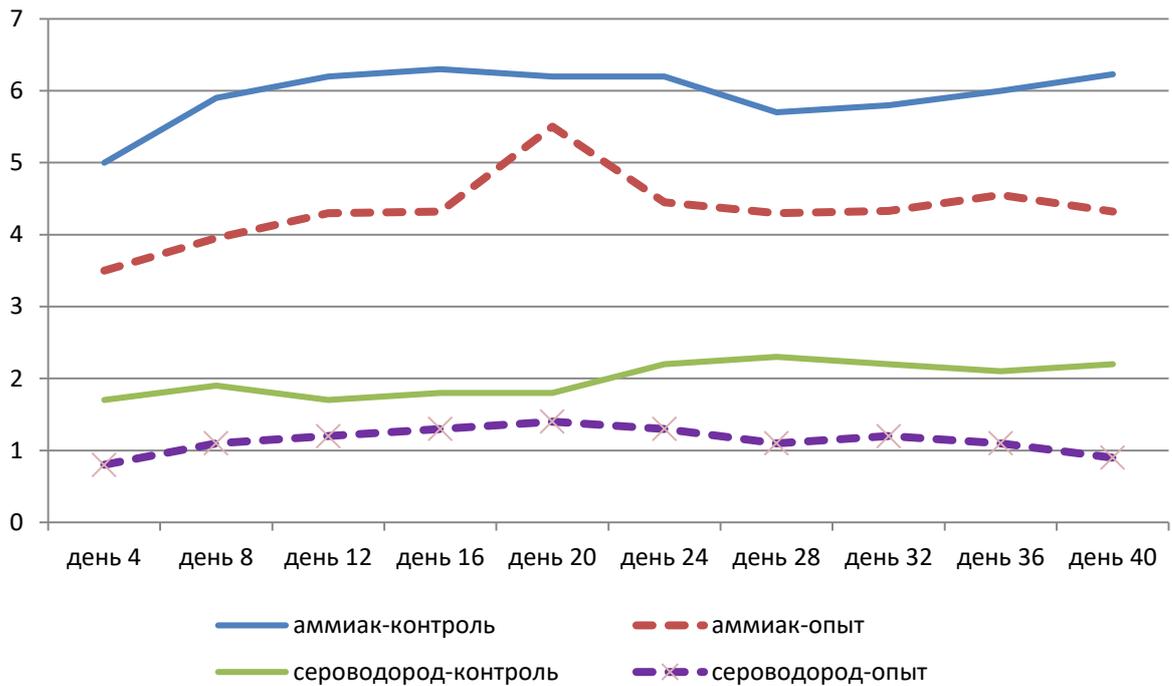


Рисунок 8 – Динамика газового состава воздуха животноводческих помещений в первый период доращивания

В первый период доращивания показатели газов были в пределах допустимых концентраций, однако концентрация аммиака в контрольной группе на 40-й день на 30,18% превышала концентрацию аммиака опытной группы, а концентрация сероводорода к концу первого периода доращивания в опытной группе была ниже на 50,48% от показателей контроля.

К концу первого периода доращивания показатели температуры опытной группы превысили на 9,39%, показатели контрольной группы, в этот период температурный режим в помещении обеих групп был выше верхней границы нормы в опытной группе на 32,27%, а контрольной группе на 20,99%.

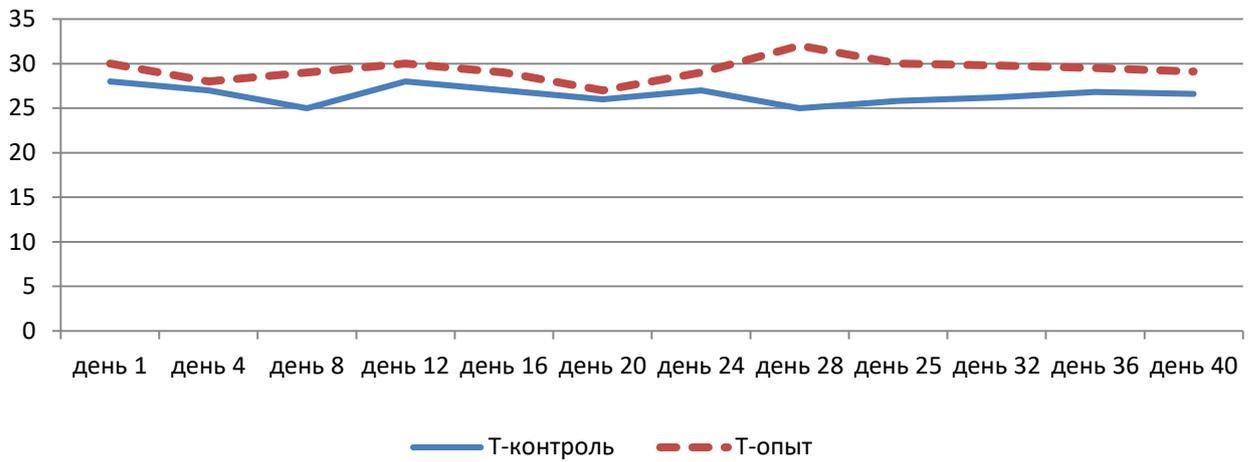


Рисунок 9 – Динамика изменения температурного режима животноводческого помещения в первый период доращивания

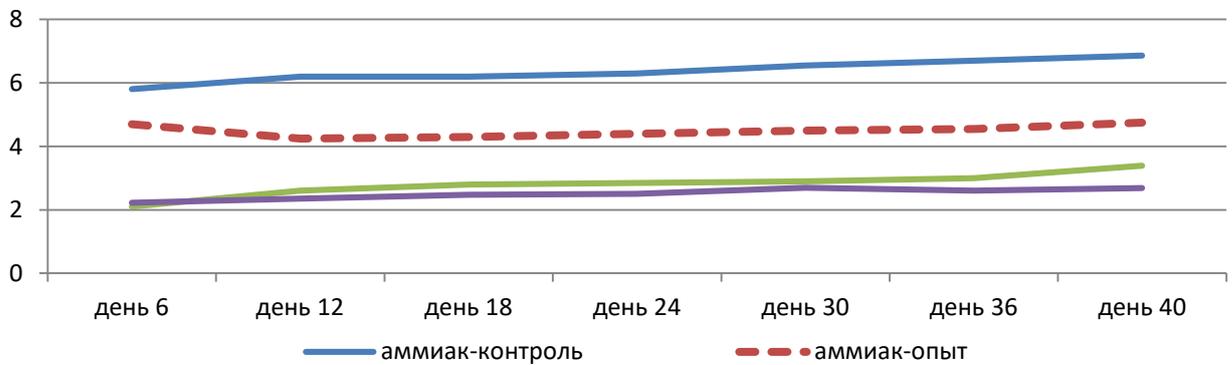


Рисунок 10 – Динамика газового состава воздуха животноводческих помещений во второй период доращивания

Анализируя графики концентрации аммиака опытной и контрольной групп, можно проследить стабильно нарастающие показатели в обеих группах. Однако показатели контрольной группы на сотый день проведения опыта на 31% были выше показателей опытной группы. Показатели концентрации сероводорода медленно нарастали, и к концу исследуемого периода эмиссия сероводорода в контрольной группе на 20,65% была выше, чем в опытной группе.

Температурные показатели обеих групп, начиная с первого дня измерения, стремились к снижению температуры, возможно, это связано со временем года в данный период исследования, показатели контрольной группы были ниже показателей опытной на 16%.

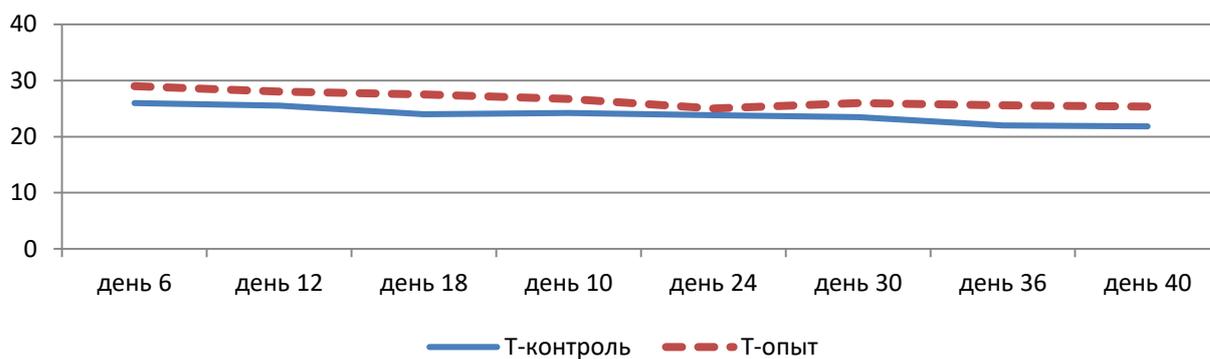


Рисунок 11 – Динамика температурного режима животноводческого помещения во второй период доращивания

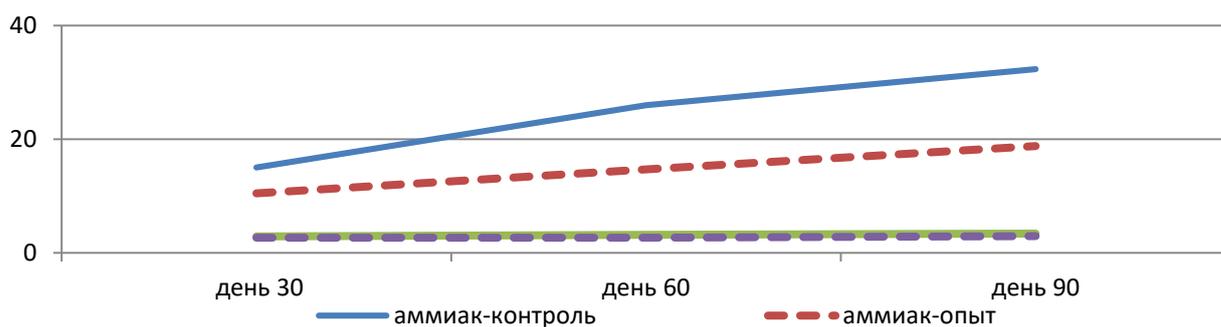


Рисунок 12 – Динамика газового состава воздуха животноводческих помещений в период откорма

Анализ графика контрольной группы показывает, что на 60 день периода откорма концентрация аммиака в контрольной группе превышала показатели опытной группы в среднем на 43%, а значение ПДК на 30%. В обеих группах показатели концентрации аммиака имели тенденцию к повышению. На 90-й день периода откорма в контрольной группе концентрация аммиака на 41,8% была выше показателей опытной группы и на 61,5% выше показателей ПДК.

Концентрация сероводорода в обеих группах находилась в нормативных пределах и держалась практически на одном уровне в опытной и контрольной группах.

Температурный режим обеих групп, начиная с первого дня периода откорма, приближался к нормативным значениям, но с 15-го дня исследования показатель температуры опытной группы начал увеличиваться, а показатели контрольной группы стали понижаться. К концу периода откорма температура опытной группы была на 14,52% выше контрольной группы и на 18,3% выше верхней границы нормы.

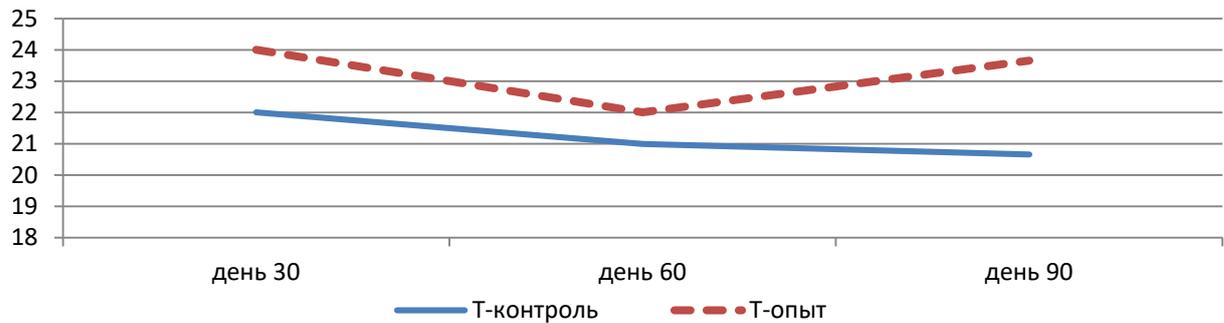


Рисунок 13 – Температурный режим животноводческого помещения в период откорма

Таким образом, проведенные исследования показывают, в результате применения биологического деструктора Микрозим показатели параметров микроклимата производственного помещения, где содержались поросята опытной группы, были более оптимальными для жизнедеятельности, что впоследствии отразилось на обмене веществ, а как следствие, на интенсивности роста и качестве мяса.

### 2.3. Изменение состава микрофлоры навозных стоков и воздуха после применения биологического деструктора навоза Микрозим

Навоз животных является питательной средой для развития многочисленных групп микроорганизмов, поэтому видовой состав навоза разнообразный, состоящий как из аэробных, анаэробных бактерий, так и факультативно анаэробных бактерий.

Активная микробиологическая деструкция органических компонентов навоза происходит на всем пути движения навозных стоков от места скопления до его утилизации.

Для изменения вектора биохимических процессов разложения навоза мы вносили в навозные ванны под клетками поросят опытной группы биологический деструктор навоза Микрозим из расчета 10 г на 1 м<sup>3</sup> жидкого навоза, однократно на всех периодах выращивания.

Для изучения трансформации микробного состава навоза нами были проведены бактериологические исследования навозных стоков с разной периодичностью.

Образцы навозных стоков отбирали в стерильную тару непосредственно из навозоприёмных ванн, расположенных в подпольном пространстве при заполнении секции поросятами, на 10-й и 20-й день содержания.



Рисунок 14 – Отбор проб навозной жижи

В лаборатории проводили ряд серийных десятикратных разведений и осуществляли высев исследуемого материала на общеупотребительные и дифференциально-диагностические питательные среды. Из каждого разведения производили посев на набор чашек Петри с плотной питательной средой методом параллельных высевок.

При учёте результатов определяли среднее количество колоний, выросших при посеве каждого разведения.

Пробы инкубировали при температуре 37 °С в течение 24–72 часов с последующей идентификацией микроорганизмов по определителю бактерий Бёрджи [117]. Подсчёт выросших колоний (КОЕ/мл) осуществляли поверхностным методом. Для бактериоскопических исследований из колоний микроорганизмов готовили фиксированные препараты на предметном стекле, окрашивали методом Грама, применяли иммерсионную световую микроскопию.

Бактериальный состав навозных стоков представлен в Таблице 4.

Таблица 4 – Бактериальный состав навозных стоков при использовании биодеструктора, КОЕ

Показатель	Препарат	ОМЧ	БГКП	<i>Staph.</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Nitrobacter</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Candida</i>
Бактериальная контаминация навозной жижи в секции опороса								
Постановка	Микрозим	$(2,7 \pm 0,25) \times 10^7$	$(6 \pm 0,26) \times 10^7$ ***	$(9,5 \pm 0,23) \times 10^6$ *	$(3 \pm 0,14) \times 10^5$ *	$(1 \pm 0,18) \times 10^6$ *	–	–
	Контроль	$(2,5 \pm 0,17) \times 10^7$	$(2,6 \pm 0,20) \times 10^7$	$(8,4 \pm 0,29) \times 10^6$	$(3 \pm 0,09) \times 10^6$	$(1 \pm 0,15) \times 10^7$	$(4 \pm 0,27) \times 10^2$	–
10-й день	Микрозим	$(3 \pm 0,11) \times 10^7$ *	$(8 \pm 0,21) \times 10^7$ ***	$(7,8 \pm 0,18) \times 10^6$ ***	$(5 \pm 0,20) \times 10^6$ ***	$(1,5 \pm 0,20) \times 10^7$	$(4 \pm 0,60) \times 10^2$ ***	–
	Контроль	$(1,6 \pm 0,38) \times 10^7$	$(2,3 \pm 0,25) \times 10^7$	$(8,7 \pm 0,12) \times 10^6$	$(7 \pm 0,37) \times 10^5$	$(2 \pm 0,17) \times 10^6$	$(1 \pm 0,36) \times 10^3$	–
20-й день	Микрозим	$(9,2 \pm 1,58) \times 10^6$ *	$(8 \pm 0,26) \times 10^5$ ***	$(1,6 \pm 0,43) \times 10^6$ *	$(5 \pm 0,44) \times 10^6$ ***	$(4,5 \pm 0,31) \times 10^7$ *	–	–
	Контроль	$(3,7 \pm 0,75) \times 10^7$	$(2,3 \pm 0,44) \times 10^7$	$(3,7 \pm 0,61) \times 10^6$	$(2 \pm 0,34) \times 10^6$	$(3 \pm 0,33) \times 10^7$	$(2 \pm 0,35) \times 10^7$	–
Бактериальная контаминация навозной жижи в секции I доращивание								
20-й день	Микрозим	$(8,7 \pm 0,45) \times 10^6$ ***	$(2,8 \pm 0,25) \times 10^6$	$(2,2 \pm 0,20) \times 10^6$ ***	$(5 \pm 0,27) \times 10^5$ ***	$(4 \pm 0,29) \times 10^6$ ***	$(1,7 \pm 0,5) \times 10^5$ *	–
	Контроль	$(1,1 \pm 0,41) \times 10^8$	$(3,1 \pm 0,17) \times 10^7$	$(4,1 \pm 0,20) \times 10^6$	$(2 \pm 0,32) \times 10^5$	$(2 \pm 0,32) \times 10^6$	$(2,7 \pm 0,8) \times 10^6$	–
Бактериальная контаминация навозной жижи в секции II доращивание								
20-й день	Микрозим	$(1,2 \pm 0,15) \times 10^6$ *	$(1,6 \pm 0,14) \times 10^6$ ***	$(6,3 \pm 0,24) \times 10^7$	$(5 \pm 0,35) \times 10^6$ *	$(2 \pm 0,14) \times 10^7$ *	–	–
	Контроль	$(2,1 \pm 0,18) \times 10^6$	$(9,8 \pm 0,96) \times 10^8$	$(7 \pm 0,07) \times 10^7$	$(9 \pm 1,04) \times 10^5$	$(3 \pm 0,25) \times 10^6$	$(9 \pm 0,44) \times 10^5$	$(1 \pm 0,38) \times 10^6$
Бактериальная контаминация навозной жижи в секции откорма								
20-й день	Микрозим	$(7,3 \pm 0,26) \times 10^6$ ***	$(5 \pm 0,50) \times 10^5$ *	$(4,1 \pm 0,91) \times 10^6$	$(8 \pm 0,98) \times 10^6$ *	$(1 \pm 0,52) \times 10^6$ *	–	–
	Контроль	$(5,3 \pm 0,33) \times 10^7$	$(8 \pm 0,21) \times 10^5$	$(5,3 \pm 0,4) \times 10^6$	$(5 \pm 0,46) \times 10^6$	$(2 \pm 0,51) \times 10^5$	$(4 \pm 0,26) \times 10^5$	$(3 \pm 0,11) \times 10^5$
Примечание – * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе; *** – $P \leq 0,001$ по отношению к контрольной группе								

Из бактериологических показателей мы учитывали общее микробное число (ОМЧ), бактерии группы кишечной палочки (БГКП), стафилококки (*Staph.*), молочно-кислые (*Lactobacillus*) и почвенные палочки (*Nitrobacter*), сальмонеллы (*Salmonella*) и дрожжи (*Candida*).

Как видно из данных Таблицы 4, микробный пейзаж навозных стоков в секции опороса зависела от длительности эксперимента. Максимальный набор различных микроорганизмов выявлялся при постановке опыта. При этом в ходе эксперимента биологический деструктор практически не влиял на общую микробную обсеменённость навоза, но модифицировал состав микроорганизмов.

Воздушное пространство промышленных помещений – это среда, в которой животное в зависимости от технологии выращивания находится от рождения до убоя. Источником микробного обсеменения воздуха служит подсохший навоз, сухой корм при раздаче, капельки слюны и слизи, частицы эпидермиса. Вследствие движения воздушных масс происходит бактериальная контаминация воздуха животноводческих помещений микрофлорой.

Большое скопление условно-патогенных микроорганизмов в воздушном пространстве могут спровоцировать осложнения при вирусных заболеваниях, в виду этого возникла необходимость определить бактериальную контаминацию воздуха. Бактериальная контаминация представлена в Таблице 5.



Рисунок 15 – Исследование воздуха седиментационным методом

Таблица 5 – Бактериальная контаминация воздуха при использовании биодеструктора, КОЕ

Показатель	Препарат	ОМЧ	БГКП	<i>Staph.</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Nitrobacter</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Candida</i>
Бактериальная контаминация навозной жижи в секции опороса								
Постановка	Микрозим	$(2,6 \pm 0,48) \times 10^4$	–	$(2,7 \pm 0,61) \times 10^{4*}$	$(6 \pm 0,75) \times 10^{2***}$	$(3 \pm 0,36) \times 10^{3***}$	$(2 \pm 0,14) \times 10^2$	–
	Контроль	$(3,2 \pm 0,29) \times 10^4$	$(2 \pm 0,39) \times 10^3$	$(1,2 \pm 0,26) \times 10^5$	$(1 \pm 0,23) \times 10^2$	$(1 \pm 0,23) \times 10^3$	–	–
10-й день	Микрозим	$(2,4 \pm 0,95) \times 10^4$	–	$(2,3 \pm 0,64) \times 10^4$	$(7 \pm 1,07) \times 10^{3***}$	$(7 \pm 0,9) \times 10^{4***}$	–	–
	Контроль	$(3,8 \pm 0,64) \times 10^4$	$(1,2 \pm 0,72) \times 10^3$	$(1,4 \pm 0,88) \times 10^4$	$(1 \pm 0,41) \times 10^3$	$(1 \pm 0,60) \times 10^4$	–	–
20-й день	Микрозим	$(2,8 \pm 0,59) \times 10^{4*}$	$(2 \pm 0,21) \times 10^{2*}$	–	$(5 \pm 1,28) \times 10^3$	$(1 \pm 0,21) \times 10^{4***}$	–	–
	Контроль	$(1 \pm 0,35) \times 10^6$	$(4 \pm 0,41) \times 10^3$	$(5,5 \pm 0,88) \times 10^4$	$(4 \pm 0,88) \times 10^2$	$(3 \pm 0,27) \times 10^3$	–	$(1,2 \pm 0,25) \times 10^3$
Бактериальная контаминация навозной жижи в секции I доращивание								
20-й день	Микрозим	$(7,5 \pm 0,41) \times 10^{3***}$	$(9 \pm 0,99) \times 10^{2***}$	$(6 \pm 0,20) \times 10^{2*}$	$(5 \pm 0,29) \times 10^{2*}$	$(1 \pm 0,05) \times 10^{3***}$	–	$(1 \pm 0,99) \times 10^7$
	Контроль	$(1,2 \pm 0,46) \times 10^4$	$(4 \pm 0,7) \times 10^3$	$(9,2 \pm 0,94) \times 10^3$	$(3 \pm 0,57) \times 10^1$	$(9 \pm 0,35) \times 10^2$	–	$(1,5 \pm 0,38) \times 10^3$
Бактериальная контаминация навозной жижи в секции II доращивание								
20-й день	Микрозим	$(1,8 \pm 0,39) \times 10^{4***}$	$(5,4 \pm 0,49) \times 10^{3***}$	$(1,6 \pm 0,33) \times 10^4$	$(3 \pm 0,30) \times 10^{3***}$	$(1 \pm 0,11) \times 10^4$	–	–
	Контроль	$(9,7 \pm 1,24) \times 10^4$	$(9,8 \pm 0,32) \times 10^4$	$(1,9 \pm 0,37) \times 10^5$	$(6 \pm 0,35) \times 10^2$	$(1 \pm 0,21) \times 10^3$	$(4,5 \pm 0,49) \times 10^2$	$(3 \pm 0,15) \times 10^3$
Бактериальная контаминация навозной жижи в секции откорма								
20-й день	Микрозим	$(9 \pm 0,6) \times 10^{3***}$	$(5 \pm 0,58) \times 10^{1***}$	$(5,7 \pm 1,06) \times 10^{3***}$	$(7 \pm 0,95) \times 10^{2***}$	$(4 \pm 0,24) \times 10^{3***}$	–	–
	Контроль	$(1,7 \pm 0,48) \times 10^4$	$(2 \pm 0,39) \times 10^2$	$(1,2 \pm 0,20) \times 10^4$	$(2 \pm 0,40) \times 10^2$	$(1 \pm 0,24) \times 10^3$	$(1 \pm 0,18) \times 10^1$	$(5 \pm 0,26) \times 10^1$
Примечание – * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе; *** – $P \leq 0,001$ по отношению к контрольной группе								

Так, в ходе эксперимента в воздушном пространстве, где содержалась опытная группа, уменьшалось количество бактерий группы кишечной палочки (БГКП), стафилококков (*Staph.*), сальмонелл (*Salmonella*), исчезали дрожжи (*Candida*) и возрастало число молочно-кислых (*Lactobacillus*) и почвенных палочек (*Nitrobacter*), что связано с применением препарата Микрозим.

Анализ микробного пейзажа навозной жижи показал, что препарат влияет на состав микробиоты навоза, снижая гнилостную микрофлору, что опосредованно повлияло на микробиоценоз воздушного пространства, который благоприятно отразился на сохранности и здоровье животных.

#### **2.4. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на биохимические показатели крови в организме свиней**

Условия микроклимата животноводческих помещений, а также кормление свиней оказывают существенное влияние на физиологическое состояние поросят, а также являются определяющими факторами при формировании естественной резистентности организма [121, 134, 168, 177]. Наибольшее значение для роста и развития организма оказывает качество газовоздушного пространства животноводческого помещения, которое во многом определяет гомеостатические параметры организма [89, 107].

Для выяснения механизма влияния различной концентрации газов на поросят в течение проведенного нами опыта были исследованы биохимические показатели крови.

Показатели белкового обмена поросят в первый период доращивания представлены в Таблице 6.

При изучении биохимических показателей крови поросят опытной группы в первый период доращивания было установлено, что количество общего белка на 11,14 г/л было достоверно больше, чем у их аналогов контрольной группы, что составило 19,93% ( $P \leq 0,001$ ) по отношению к контрольной группе. Количество альбуминов опытной группы достоверно больше на 8,08%, чем в контроле.

Таблица 6 – Показатели белкового обмена в группах поросят в первый период доращивания (n = 10),  $X \pm Sx$

Показатель	Референсные значения	Первый период доращивания	
		контрольная группа	опытная группа
Белок общий, г/л	55–75	55,88± 1,60	67,02±1,53***
Альбумин, %	28–45	26,68±1,74	34,76±0,87*
α-глобулины, %	14–20	16,60 ±1,08	15,62±0,59
β-глобулины, %	16–21	12,64±0,87	13,90±0,86
γ- глобулины, %	17–32	44,08±0,47	35,72±1,08*
АлАТ, ммоль/л х час	0,3–1,2	2,83±0,20	2,33±0,25
АсАТ, ммоль/л х час	0,6–2,1	1,74±0,08	1,96±0,13
Креатинин, мкмоль/л	70–208	139,64±9,37	131,76±2,38
Мочевина, ммоль/л	1,9–3,0	2,76±0,23	2,55±0,08
ЩФ, Е/л	42–108	383,52±17,86	448,18±14,42*

Примечание – \* –  $P \leq 0,05$  по отношению к контрольной группе; \*\*\* –  $P \leq 0,001$  по отношению к контрольной группе

Проведенные исследования крови показали, что у опытных поросят количество α-глобулинов находятся на нижней границе нормы, а показатели контрольной группы находятся на верхней границе нормы. Показатели β-глобулинов в контрольной группе на 9,96% ниже, чем показатели β-глобулинов опытной группы, хотя значение показателей обеих групп не соответствовали норме, но показатели опытной группы на 1,26% были ближе к нормативному значению, чем показатели контрольной группы.

Анализируя количество γ-глобулинов, можно отметить, что показатели исследуемых групп были выше нормы, но количество γ-глобулинов в контрольной группе на 8,36% ( $P \leq 0,05$ ) выше показателей опытной группы, что свидетельствует о нормализации уровня γ-глобулинов в белковом спектре крови опытной группы, т. к. γ-глобулины являются основой для синтеза иммунных глобулинов.

Показатели аланинаминотрансферазы исследуемых групп превышали нормативные значения. Количество фермента аланинаминотрансфераза в контрольной группе было выше на 17,67%, чем показатель фермента в опытной группе. Коэффициент де Ритиса в опытной группе 0,84, в контрольной группе 0,61 при норме

1,33, что позволяет говорить о признаках нарушения синтезирующей функции печени, однако в условиях пониженной газовой нагрузки в помещениях опытной группы, у животных коэффициент приближался к нормативному значению.

Показатели ферментов аспартатаминотрансфераза, креатинина, мочевины находятся в границах физиологической нормы и не имели достоверных различий.

Показатели щелочной фосфатазы обеих групп увеличены, показатели опытной группы увеличены относительно контрольной группы на 16,86%. При сравнении с физиологической нормой значение показателей в исследуемых группах были превышены, что в совокупности с увеличением показателей аланинаминотрансферазы дает возможность предположить о нарушении функции печени.

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод о том, что снижение концентрации газов аммиака и сероводорода оказало благоприятное влияние на функциональную работу печени, что способствовало синтезу белка. Показатели белкового обмена поросят во второй период доращивания представлены в Таблице 7.

Таблица 7 – Показатели белкового обмена у поросят во второй период доращивания (n = 10),  $X \pm Sx$

Показатель	Референсные значения	Первый период доращивания	
		контрольная группа	опытная группа
Белок общий, г/л	55–75	68,26± 0,58	73,26±0,86***
Альбумин, %	28–45	29,72±1,34	41,46±0,91
α-глобулины, %	14–20	17,58 ±0,86	14,46±0,31*
β-глобулины, %	16–21	13,52±0,29	15,22±0,33*
γ-глобулины, %	17–32	39,18±0,30	28,86±0,64*
АлАТ, ммоль/л х час	0,3–1,2	1,68±0,11	1,42±0,08
АсАТ, ммоль/л х час	0,6–2,1	1,07±0,09	1,25±0,06
Креатинин, мкмоль/л	70–208	139,64±3,63	137,48±9,82
Мочевина, ммоль/л	1,9–3,0	4,46±0,35	2,77±0,20*
ЩФ, Е/л	42–108	239,36±4,82	186,14±10,61*

Примечание – \* –  $P \leq 0,05$  по отношению к контрольной группе; \*\*\* –  $P \leq 0,001$  по отношению к контрольной группе

При исследовании биохимического профиля поросят второго периода доразивания отмечали колебания уровня общего белка в пределах физиологической нормы. Количество альбуминов в этом периоде у контрольной группы приближалось к нижней границе, в опытной группе к верхней границе референсных значений. Показатели контрольной группы на 39% ниже значения опытной группы по альбумину. Показатели  $\beta$ -глобулинов в контрольной группе на 2,48% меньше нижней границы нормы и на 1,7% ниже показателей опытной группы, что говорит о более низкой активности транспортных белков в организме животных контрольной группы. Показатели  $\gamma$ -глобулинов в контрольной группе были выше показателей опытной группы на 22,33%, а значение верхней границы превысили на 7,18%.

Показатель трансаминазной активности (АсАТ и АлАТ) незначительно отличались от контроля, соответствуя референсным значениям.

Показатели опытной группы демонстрировали более оптимальное физиологическое состояние подвинков в исследуемый период.

Данные биохимического исследования свиней на откорме представлены в Таблице 8.

Таблица 8 – Показатели белкового обмена взрослых свиней в период откорма (n = 10),  $X \pm Sx$

Показатель	Референсные значения	Первый период доразивания	
		контрольная группа	опытная группа
Белок общий, г/л	55–75	78,54±0,21	80,14±0,51*
Альбумин, %	28–45	32,48±0,75	42,14±0,84*
$\alpha$ -глобулины, %	14–20	18,24±1,44	13,68±0,37*
$\beta$ -глобулины, %	16–21	14,90±2,09	15,90±0,13
$\gamma$ -глобулины, %	17–32	34,38±0,35	28,28±0,75*
АлАТ, ммоль/л х час	0,3–1,2	1,57±0,10	1,31±0,06
АсАТ, ммоль/л х час	0,6–2,1	0,37±0,05	0,63±0,02*
Креатинин, мкмоль/л	70–208	205,26±5,14	201,72±1,60
Мочевина, ммоль/л	1,9–3,0	5,34±0,44	2,38±0,24*
ЩФ, Е/л	42–108	131,08±15,59	121,94±31,73

Примечание – \* –  $P \leq 0,05$  по отношению к контрольной группе

При анализе Таблицы 8 количество общего белка опытной группы достоверно на 2,03% больше показателей контрольной группы и 6,85% больше верхней границы физиологической нормы. Количество альбуминов в опытной группе достоверно на 9,66% выше показателей контрольной группы, но находится в пределах нормы. Показатели  $\alpha$ -глобулинов опытной группы достоверно на 4,56% ниже показателей контрольной группы и на 2,28% ниже нижней границы физиологической нормы. Количество  $\beta$ -глобулинов контрольной группы на 6,84% ниже опытной и на 6,87% ниже нижней границы физиологической нормы. Показатель  $\gamma$ -глобулинов контрольной группы на 17,74% выше показателей опытной группы, на 7,43% выше верхней границы физиологической нормы. Показатели креатинина в обеих группах соответствовали нормативным значениям. Показатель мочевины контрольной группы на 55,43% выше показателей опытной группы и на 78% выше верхней границы референсных значений ( $P \leq 0,05$ ).

Показатель фермента аланинтрансферазы контрольной группы на 9,16% выше показателей опытной группы и на 30,8% выше нормы. Фермент аспартатаминотрансферазы контрольной группы на 70,27% достоверно ниже показателей опытной группы и 38,33% ниже нижней границы нормы, показатели опытной группы в пределах нормы.

Показатель мочевины контрольной группы на 2,96 ммоль/л больше показателей опытной группы и на 78% больше верхней границы нормы. Показатели щелочной фосфатазы контрольной группы на 6,97% выше показателей опытной группы и 21,37% выше верхней границы физиологической нормы.

Белковый метаболизм в организме животных опытной группы имел анаболическую направленность, что проявлялось в виде усиленного синтеза альбуминов, тенденции к нормализации образования щелочной фосфатазы в условиях снижения токсической нагрузки на печень, где индикаторами служили ферменты АлАТ и АсАТ.

Данные биохимического исследования углеводного, жирового, пигментного обмена у поросят в первый период доращивания представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Биохимические показатели углеводного, жирового и пигментного обмена в организме поросят в первый период доращивания (n = 10),  $X \pm Sx$

Показатель	Референсные значения	Первый период доращивания	
		контрольная группа	опытная группа
Глюкоза, ммоль/л	4,8–5,6	5,49±0,35	5,46±0,41
Липиды общие, г/л	2,5–3,5	2,45±0,20	2,92±0,17
Холестерин общий, ммоль/л	1,5–2,5	2,64±0,15	2,22±0,04*
Билирубин общий, мкмоль/л	0,17–12	3,13±1,5	2,32±0,75
Примечание – * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе			

Показатели углеводного, жирового и пигментного обмена у исследуемых групп находятся в пределах физиологической нормы.

Показатель липидного обмена холестерин у поросят контрольной группы на 15,9% был выше показателей опытной группы и на 5,6% выше верхней границы нормы.

Данные биохимического исследования углеводного, жирового, пигментного обмена у поросят второго периода доращивания представлены в Таблице 10.

Таблица 10 – Биохимические показатели углеводного, жирового и пигментного обмена в организме поросят во второй период доращивания (n = 10),  $X \pm Sx$

Показатель	Референсные значения	Второй период доращивания	
		контрольная группа	опытная группа
Глюкоза, ммоль/л	4,8–5,6	5,84±0,06	5,49±0,25
Липиды общие, г/л	2,5–3,5	2,84±0,11	2,58±0,06
Холестерин общий, ммоль/л	1,5–2,5	3,10±0,20	2,71±0,02
Билирубин общий, мкмоль/л	0,17–12	3,13±1,5	2,32±0,75

Показатели углеводного, жирового и пигментного обмена у поросят опытных и контрольных групп не имели достоверных различий, хотя в опытной группе, где применялся препарат Микрозим, была снижена концентрация холестерина на 12,58% относительно показателей контрольной группы.

Данные биохимического исследования углеводного, жирового, пигментного обмена у свиней в период откорма в Таблице 11.

Таблица 11 – Биохимические показатели углеводного, жирового и пигментного обмена в организме свиней в период откорма (n = 10),  $X \pm Sx$

Показатель	Референсные значения	Период откорма	
		контрольная группа	опытная группа
Глюкоза, ммоль/л	4,8–5,6	5,38±0,21	5,52±0,15
Липиды общие, г/л	2,5–3,5	2,47±0,15	2,37±0,19
Холестерин общий, ммоль/л	1,5–2,5	3,31±0,14	3,14±0,27
Билирубин общий, мкмоль/л	0,17–12	3,62±0,70	3,05±0,52

Показатели сыворотки крови опытной и контрольной группы в период откорма не имели достоверных различий, все показатели находятся в референтных границах, однако показатели жирового обмена в контрольной группе незначительно превосходят показатели опытной группы на 5,41%, что свидетельствует о развитии жирового гепатоза, который в значительной степени больше выражен у поросят контрольной группы.

Показатели углеводного, пигментного обмена обеих групп были в пределах референтных значений.

На основании анализа научных данных и результатов собственных исследований, наблюдается тесная связь между минеральным, белковым, углеводным, липидным обменами. При сдвиге одного из звеньев обмена веществ нарушается любой другой биологический процесс.

Для жизнедеятельности и нормального функционирования организма животных необходимы минеральные вещества. Минеральные вещества не обладают питательностью, но они являются катализаторами всех обменных процессов, так как входят в состав витаминов, ферментных систем и гормонов.

Проведенные исследования сыворотки крови опытной и контрольной групп по показателям минерального обмена представлены в Таблице 12.

При анализе показателей Таблицы 12 в сыворотке крови наблюдается дисбаланс в натрий-калиевом насосе. Магний как внутриклеточный ион играет важную роль в нормальном функционировании клетки. Активирует ферменты, участвующие в обмене углеводов и белков, триггеров натрий-калиевого насоса и таким об-

разом участвует в поддержании уровня калия в клетке. Повышение количества калия в крови ведёт к понижению натрия в сыворотке крови. В опытной группе количество калия было выше на 16%, а количество натрия на 6% показателей контрольной группы.

Таблица 12 – Биохимические показатели крови минерального обмена поросят в первый период доращивания (n = 10),  $X \pm Sx$

Показатель	Референсные значения	Первый период доращивания	
		контрольная группа	опытная группа
Глюкоза, ммоль/л	2,0–2,8	2,01±0,10	2,33±0,19
Липиды общие, г/л	1,6–2,5	2,76±0,07	2,52±0,14*
Холестерин общий, ммоль/л	1,03–1,44	1,11±0,01	1,23±0,07
Билирубин общий, мкмоль/л	139–148	103,20±7,11	109,10±14,72
Примечание – * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе			

. Показатели общего кальция в пределах нормы в обеих группах. Показатель неорганического фосфора в контрольной группе на 10% выше верхней границы референтных значений и 8,69% выше показателя опытной группы. Показатель калия в контрольной группе на 71% выше верхней границы референтных значений и на 16% значения в опытной группе. Показатели минерального обмена поросят во второй период доращивания представлены в Таблице 13.

Таблица 13 – Биохимические показатели крови минерального обмена поросят во второй период доращивания (n = 10),  $X \pm Sx$

Показатель	Референсные значения	Второй период доращивания	
		контрольная группа	опытная группа
Общий кальций, ммоль/л	2,0–2,8	2,44±0,07	2,41±0,06
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,6–2,5	2,04±0,06	1,8±0,02*
Магний, ммоль/л	1,03–1,44	0,98±0,01	1,04±0,04
Натрий, ммоль/л	139–148	145,5±4,83	119,64±3,36***
Калий, ммоль/л	4,86–5,63	5,65±0,43	5,11±0,08*
Примечание – * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе; *** – $P \leq 0,001$ по отношению к контрольной группе			

При анализе показателей минерального обмена в сыворотке крови во второй период доращивания можно увидеть, что количество магния в контрольной группе на 6,12% меньше показателя опытной группы и на 4,8% меньше нижней границы референтных значений. Количество натрия в опытной группе достоверно было ниже на 17,77%, а количество калия на 10,56% ниже показателей контрольной группы.

Биохимические показатели крови минерального обмена свиней в период откорма представлены в Таблице 14.

Таблица 14 – Биохимические показатели крови минерального обмена свиней в период откорма (n = 10),  $\bar{X} \pm S_x$

Показатель	Референсные значения	Период откорма	
		контрольная группа	опытная группа
Общий кальций, ммоль/л	2,0–2,8	2,23±0,09	2,61±0,08
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,6–2,5	2,12±0,05	1,95±0,03
Магний, ммоль/л	1,03–1,44	1,05±0,02	1,23±0,03
Натрий, ммоль/л	139–148	145,5±4,83	135,64±5,16
Калий, ммоль/л	4,86–5,63	5,25±0,46	5,33±0,12

Показатели минерального обмена свиней в период откорма, представленные в таблице, не имели достоверных отличий и практически все находились в пределах физиологической нормы, кроме показателя натрия в опытной группе, который на 6,77% был ниже показателей контрольной группы и на 2,41% меньше нижней границы нормы.

Иммунная система свиней может самостоятельно сдерживать большинство болезнетворных микроорганизмов. Отсюда возникает необходимость в обеспечении содержания животных в благоприятных условиях путём снижения токсичных газов во вдыхаемом воздухе производственных помещений.

Результаты исследований неспецифической резистентности подопытных животных представлены в Таблице 17.

Данные Таблицы 17 показывают, что фагоцитарная активность опытной группы достоверно на 8% выше показателей контрольной группы. Фагоцитарное

число и индекс не имели достоверных отличий, но фагоцитарное число опытной группы было на 6% выше по отношению к контрольной группе, а фагоцитарный индекс на 14% выше показателей контрольной группы.

Таблица 17 – Естественная резистентность подопытного молодняка свиней (n = 10)

Показатели	Период откорма	
	Опытная группа	Контрольная группа
Фагоцитарная активность, %	30,34±0,72*	28,19±0,47
Фагоцитарное число	2,45±0,07	2,31±0,06
Фагоцитарный индекс	2,4 ±0,64	2,1±0,27
Примечание – * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе		

Благоприятные условия окружающей среды положительно отразились на иммунологической реактивности, а именно на достоверном превосходстве фагоцитарной активности животных опытной группы, что указывает на повышение неспецифического иммунитета.

Анализируя гематологический профиль поросят, отражающий изменение физиологического состояния животных в условиях коррекции газового состава воздуха в производственных помещениях за счёт использования биологического деструктора навоза Микрозим, мы пришли к выводу о том, что в условиях снижения газов аммиака и сероводорода у животных опытной группы повышалась концентрация общего белка на всем периоде выращивания.

Увеличение количества общего белка в крови происходило на фоне увеличения белков глобулиновых фракций, определяющих транспорт веществ и иммунологическую резистентность организма (Таблицы 6, 7, 8), и снижения уровня мочевины. При этом снижение уровня мочевины в крови поросят опытной группы отражало формирование анаболической направленности в белковом обмене, что в последующем отразилось на количестве мышечной ткани в организме животных. Данный эффект наблюдался на фоне снижения концентрации токсических газов в результате применения биологического деструктора навоза.

Снижение загазованности воздуха свиноводческих помещений положительно отразилось на выделительной функции почек, что объективно отмечено при анализе уровня креатинина.

Показатели трансаминазной активности (АсАТ и АлАТ) незначительно отличались от контроля, но при этом становилось более физиологичным соотношение между ферментами (коэффициент де Ритиса), что определяло направленность использования углеродных остатков аминокислот в процессах глюконеогенеза и цикле Кребса.

По анализу показателей ответственных за функцию гепатобилиарной системы было установлено, что в период откорма в опытной группе активность щелочной фосфатазы была ниже на 6,97% в сравнении с контролем. Мы приходим к выводу, что деструктор Микрозим снизил концентрацию токсических газов в воздушной среде, что оказало влияние на формирование биохимического статуса организма животных, что проявилось в виде формирования анаболической направленности белкового обмена (альбумины, мочевины), тенденции к нормализации состояния билиарной системы (маркер щелочная фосфатаза) в условиях снижения токсической нагрузки на печень (индикаторы АлАТ и АсАТ).

Показатели липидного обмена у поросят опытной и контрольной групп не имели достоверных различий, хотя в опытной группе, где применяли деструктор, снижалась концентрация холестерина, что свидетельствует о включении холестерина в биосинтетические процессы (Таблицы 9, 10, 11).

В минеральном составе крови не было выявлено существенных различий между опытными и контрольными группами, хотя соотношение катионов и анионов в крови поросят, выращиваемых в условиях снижения концентрации газов, свидетельствовало о более физиологичном их балансе (Таблицы 12, 13, 14).

В целом, совокупность полученных данных свидетельствует о нормализации метаболических функций печени в организме животных в условиях снижения токсической нагрузки на организм, что оказало благоприятное влияние на продуктивность животных.

## 2.5. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на сохранность и откормочные качества свиней

Увеличение размеров и массы тела организма в процессе индивидуального развития во времени считается ростом организма. О весовом росте животного судят на основании данных систематических взвешиваний. Это даёт возможность достаточно точно измерить прирост живой массы за определённый промежуток времени.

Изменение показателей живой массы контрольной и опытной групп животных в период проведения опыта отображается в Таблице 18.

Таблица 18 – Живая масса и среднесуточный прирост подсвинков (n = 100)

Показатели	Контрольная группа	Опытная группа	% от контрольной группы
Живая масса в начале периода, кг	1,2±0,07	1,2±0,05	100
Живая масса в конце периода, кг	115,50±2,38	121,03±1,50**	104,78
Среднесуточный прирост, г	0,572±0,03	0,598±0,02	104,74
Примечание – * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе			

Анализ откормочных качеств свидетельствует о том, что наилучшие результаты роста получены в опытной группе, где благодаря применению биологического деструктора произошло снижение концентрации газов аммиака и сероводорода. Данные, представленные в таблице за весь период выращивания, показывают, что среднесуточный прирост живой массы свиней опытной группы был выше на 27,0 г по сравнению с животными контрольной группы, что составило 4,78% благодаря применению биологического деструктора навоза Микрозим, условия содержания были более благоприятны.

Сохранность поголовья – это важный и один из основных показателей в любом производстве, который демонстрирует количество свиней, оставшихся к концу периода выращивания к начальному поголовью. На показатель сохранности поголовья оказывают влияние многочисленные факторы, в том числе и параметры микроклимата. От создания оптимальных условий содержания животных зависит раскрытие

генетического потенциала, а соответственно, и экономический эффект проводимых мероприятий. Сохранность поголовья по периодам показана в Таблице 19.

Таблица 19– Сохранность свиноголовья от рождения до убоя животных, %

Возрастной период	Контрольная группа	Опытная группа
21–60	83,92	93,70
61–100	96,0	97,0
101–200	95,0	98,0
В среднем за все периоды	91,64	96,23

Падеж молодняка в период доращивания и откорма представлена на Рисунке 9.

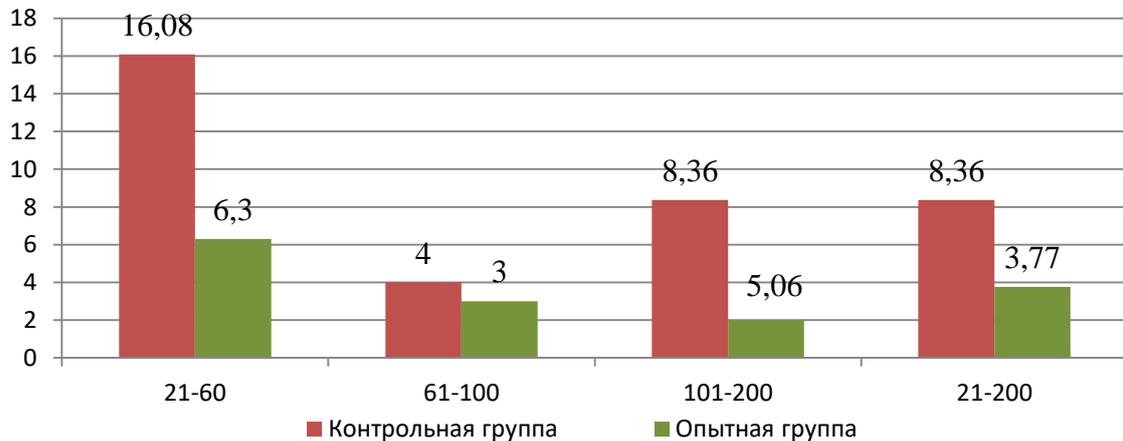


Рисунок 16 – Падеж поголовья по возрастным периодам, %

Анализ диаграммы показывает, что в первый период доращивания падёж в опытной группе был ниже на 9,78%, во второй период доращивания был ниже 1%, на откорме в опытной группе падёж ниже на 3,3% по отношению к контрольной группе. За весь период выращивания падёж в опытной группе был ниже на 4,59%, чем в контрольной группе.

Анализируя данные приведенные в таблице и диаграмме, мы приходим к выводу о том, что животные опытной группы, помещённые в более благоприятные условия, где применяли биологический деструктор навоза, имели более высокий среднесуточный прирост и живую массу в конце периода исследования, а также более низкий падеж на всем периоде выращивания.

## **2.6. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на показатели качества и безопасности свинины**

Показатели качества свинины характеризует совокупность свойств данного продукта, обеспечивающих физиологические потребности человека в пищевых веществах.

К показателям качества свинины относят её товарные показатели, органолептические и биохимические свойства мяса (пищевая и биологическая ценность, органолептические и физико-химические показатели шпика).

### ***2.6.1. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на товарные показатели свинины***

Товарные показатели включают показатели, нормируемые соответствующим ГОСТом, и показатели, определяемые при контрольном убое животного (масса жира-сырца, процентный выход туши, площадь «мышечного глазка»).

Товарные качества свинины зависят от многих факторов, главными из которых являются: породные особенности, возраст, условия кормления и содержания животных [27, 79, 80, 132, 166].

Сведения о товарных качествах свинины, полученной при убое животных опытной и контрольной групп приведены в Таблице 20.

Из сведений, представленных в Таблице 20, следует, что масса туш свиней опытной группы достоверно превышала данный показатель у свиней контрольной группы на 13 кг или на 15%, а толщина шпика у опытных животных была на 1,23 см или на 26% меньше толщины шпика, чем у свиней контрольной группы.

Таблица 20 – Результаты оценки товарных качеств свинины ( $X \pm S_x$ ; n = 100)

Характеристика по ГОСТ 31476-2012			фактически у свинины от животных					
			контрольной группы			опытной группы		
Характеристика мяса	Масса туши, кг	Толщина шпика, см	Характеристика мяса	Масса туши, кг	Толщина шпика <sup>1</sup> , см	Характеристика мяса	Масса туши, кг	Толщина шпика <sup>1</sup> , см
Туши свиной-молодняка (свинок и боровков). Мышечная ткань хорошо развита, особенно на спинной и тазобедренной частях. Шпик плотный, белого цвета или с розоватым оттенком. Шкура без опухолей, сыпи, кровоподтеков и травматических повреждений, затрагивающих подкожную ткань. Допускается на полутуше не более трех контрольных разрезов диаметром до 3,5 см	До 102 включ.	Свыше 3,0	Полутуши свиной-молодняка (свинок и боровков). Мышечная ткань хорошо развита. Шпик плотный, белого цвета. Шкура без опухолей, сыпи, кровоподтеков и травматических повреждений, затрагивающих подкожную ткань	90,3±1,83	4,77±0,05	Полутуши свиной-молодняка (свинок и боровков). Мышечная ткань хорошо развита. Шпик плотный, белого цвета. Шкура без опухолей, сыпи, кровоподтеков и травматических повреждений, затрагивающих подкожную ткань	103,55±2,00***	3,54±0,22*
Примечание – <sup>1</sup> – измерялась над остистыми отростками между 6-7-м спинными позвонками, толщина шкуры учитывалась; * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе; *** – $P \leq 0,001$ по отношению к контрольной группе								

Результаты контрольного убоя животных опытной и контрольной групп, приведены в Таблице 21.

Таблица 21 – Результаты контрольного убоя свиней ( $X \pm S_x$ ;  $n = 10$ )

Показатель	Значение у свинины	
	фактически от животных	
	контрольной группы	опытной группы
Длина туловища, см	92,4±0,22	96,6±0,41
Предубойная живая масса, кг	115,50	121,03
Выход туши, %	78%	85%
Площадь «мышечного глазка», см	33,0±0,58	34,0±0,58
Масса внутреннего жира-сырца, кг	2,86±0,17	2,22±0,17

Данные Таблицы 21 свидетельствуют о том, что показатели: предубойной массы, длины туловища, выхода туши, площади «мышечного глазка» свиньи опытной группы превосходили показатели контрольных животных-аналогов.

Из сведений, приведённых в Таблицах 20 и 21, следует, что снижение газовой нагрузки на организм свиней в течение производственного цикла выращивания ведёт к улучшению показателей, характеризующих товарные качества свинины, что в итоге может сократить период откорма животных и привести к увеличению рентабельности производства свинины.

### ***2.6.2. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на органолептические показатели свинины***

Органолептические исследования свинины, проведенные нами после убоя животных контрольной и опытной групп, показали следующие результаты.

Результаты органолептического исследования свинины представлены в Таблице 22. Из сведений, приведённых в Таблице 22, следует, что органолептические характеристики свинины, полученной при переработке животных опытной и контрольной групп, соответствовали требованиям ГОСТ 7269-2015 и каких-либо отличий не имели.

Таблица 22 – Результаты органолептического исследования свинины

Показатель	Характеристика свинины		
	по ГОСТ 7269-2015	фактически от животных	
		контрольной группы	опытной группы
Внешний вид и цвет поверхности	Имеется корочка подсыхания бледно-розового, бледно-красного или темно-красного цвета; жир мягкий, частично окрашен в ярко-красный цвет	Имеет корочку подсыхания бледно-розового цвета; жир мягкий, белого цвета	Имеет корочку подсыхания бледно-розового цвета; жир мягкий, белого цвета
Мышцы на разрезе	Слегка влажные; не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге. Цвет, свойственный данному виду мяса: для свинины – от светло-розового до темно-розового	Слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, серо-розового цвета	Слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, серо-розового цвета
Консистенция	Плотная, упругая. Образующаяся при надавливании ямка быстро выравнивается	Упругая – образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается	Упругая – образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается
Запах	Специфический, свойственный для каждого вида свежего, доброкачественного мяса	Специфический, свойственный свежей свинине	Специфический, свойственный свежей свинине
Состояние жира (цвет, запах, консистенция)	Не имеет запаха осаливания или прогоркания; у свиного – белый или бледно-розовый цвет, консистенция плотная, эластичная	Не имеет запаха осаливания или прогоркания; белого цвета, консистенция эластичная	Не имеет запаха осаливания или прогоркания; белого цвета, консистенция эластичная
Состояние сухожилий	Сухожилия упругие, плотные. Поверхность суставов гладкая, блестящая, от светло-розового до темно-красного цвета	Сухожилия упругие, плотные, поверхность суставов гладкая, блестящая	Сухожилия упругие, плотные, поверхность суставов гладкая, блестящая

9- балльная шкала для оценки качества мяса и мясопродуктов, разработанная Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В. М. Горбатова» (ФГБНУ «ВНИИМП им В.М. Горбатова»), включает словесное определение уровня качества каждого показателя по интенсивности желательности его в данном продукте. Результаты дегустационного анализа свинины приведены в Таблице 23. Из данных, представленных в Таблице 23, следует, что свинина от жи-

вотных опытной и контрольной групп характеризовалась высокими потребительскими качествами и при дегустационном анализе получила одинаковую итоговую оценку – 8 баллов.

Таблица 23 – Результаты дегустационного анализа свинины (n = 10)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Внешний вид	Очень хороший	Очень хороший
Запах (аромат)	Приятный и сильный	Приятный и сильный
Вкус	Вкусное	Вкусное
Консистенция (нежность, жесткость)	Нежная	Нежная
Сочность	Сочное	Сочное
Общая оценка качества	Очень хорошее	Очень хорошее
Оценка в баллах	8	8

Результаты дегустационного анализа бульона из свинины приведены в Таблице 24.

Таблица 24– Результаты дегустационного анализа бульона из свинины (n = 10)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Внешний вид	Немного не привлекательный (приемлемый)	Очень хороший
Запах (аромат)	Приятный, но недостаточно сильный	Приятный сильный
Вкус	Достаточно вкусный	Вкусный
Консистенция (нежность, жесткость)	Достаточно наваристый	Наваристый
Сочность	Хорошее	Очень хорошее
Общая оценка качества	6,25	8
Оценка в баллах	Немного не привлекательный (приемлемый)	Очень хороший

Из данных Таблицы 24 следует, что бульон из свинины, полученной при убой животных опытной и контрольной групп, имел достаточно высокие качественные характеристики, при этом бульон из мяса свиней опытной группы имел более привлекательный внешний вид, был более вкусным, ароматным и наваристым и в итоге

получил более высокую общую оценку – 8 баллов (бульон из мяса контрольных свиней – 6, 25 балла).

Из Таблицы видно, что предпочтение дегустационной комиссии были отданы бульону опытной группы.

### ***2.6.3. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на биохимические показатели свинины***

Результаты биохимических исследований свинины представлены в Таблице 25.

Таблица 25 – Результаты биохимических исследований свинины ( $X \pm S_x$ ;  $n = 5$ )

Показатель	Значение у свинины		
	норма	фактически от животных	
		контрольной группы	опытной группы
рН	5,7...6,2 <sup>1</sup>	6,17±0,12	5,81±0,22*
Реакция на пероксидазу	положительная <sup>1</sup>	положительная	положительная
Реакция на продукты белкового распада в бульоне	отрицательная <sup>1</sup>	сомнительная	отрицательная
Содержание ЛЖК, мг КОН на 100 г мяса	до 4,0 <sup>1</sup>	3,04±0,23	2,83±0,31**
Коэффициент «кислотность/окисляемость»	0,4...0,6 <sup>2</sup>	0,39±0,04	0,52±0,07
Содержание аминок-аммиачного азота, мг NaOH на 10 см <sup>3</sup> вытяжки	до 1,26 <sup>3</sup>	1,24±0,13	0,77±0,09**
Примечание – <sup>1</sup> – по В. А. Макарову; <sup>2</sup> – по В. Г. Колоболовскому; <sup>3</sup> – по А. С. Софронову; * – $P < 0,05$ по отношению к контрольной группе; ** – $P < 0,01$ по отношению к контрольной группе			

Из данных Таблицы 25 следует, что значения биохимических показателей свинины от животных опытной и контрольной групп соответствовали нормативным требованиям и значениям показателей свежего мяса, полученного при переработке здоровых животных. Однако величина рН мышечной ткани мяса опытных животных и содержание в ней аминок-аммиачного азота были достоверно ниже, а значение коэффициента «кислотность/окисляемость» у неё – достоверно выше по сравнению со значениями данных показателей у контрольных образцов свинины. Улучшение биохимических свойств мяса опытных животных может быть связано с более интенсивным белковым метаболизмом в их организме на фоне более низкой концентрации газов во вдыхаемом ими воздухе.

#### **2.6.4. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на химический состав свинины**

Мясо является основным источником полноценного белка, хорошо усвояемого организмом, также является источником жира и дополнительных факторов питания витаминов и минеральных веществ, поэтому важным показателем качество мяса является его химический состав [153]. На химический состав влияют многие факторы, такие как возраст, интенсивность выращивания и откорма, а также немаловажное значение имеют условия содержания животных. Сведения о химическом составе свинины от животных опытной и контрольной группы представлены в Таблице 26.

Таблица 26– Химический состав мышечной ткани, % ( $X \pm S_x$ ; n = 5)

Показатели	Контрольная группа	Опытная группа
Сухое вещество, %	31,04±0,46	34,68±0,64*
Влага, %	68,96±1,00	65,32±0,31*
«Сырой» протеин, %	16,70±0,52	19,71±0,67***
«Сырой» жир, %	12,52±0,36	12,70±0,09
«Сырая зола», %	1,10±0,04	1,40±0,43
Примечание – * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе; *** – $P \leq 0,001$ по отношению к контрольной группе		

Из анализа табличных данных следует, что химический состав мяса животных, содержащихся в различной газовой среде имел определенные отличия. Так, содержание сухого вещества в мясе свиней опытной группы было на 3,64%, содержание «сырого» протеина – на 3,01%, содержание «сырого» жира – на 0,18% больше, чем в мясе животных контрольной группы.

Достоверных различий в содержании «сырой» золы в мясе животных обеих групп не выявлено.

Приведённые данные свидетельствуют о более высоком уровне синтеза белков и липидов в скелетной мускулатуре животных опытной группы. Таким образом, уменьшение концентрации аммиака и сероводорода в газовой среде

свиноводческого помещения улучшает химический состав мяса и повышает его пищевую ценность.

Биологическая ценность мясопродуктов характеризуется степенью сбалансированности аминокислотного состава белковых компонентов мышечной ткани и уровнем переваримости и усвояемости белка в организме его потребителя – человека.

Более полное представление о степени полезности мяса как пищевого продукта даёт информация об аминокислотном составе белков мышечной ткани, а также соотношении в нем незаменимых и заменимых аминокислот.

Сведения об аминокислотном составе белков мышечной ткани свиней опытной и контрольной групп приведены в Таблице 27.

Таблица 27 – Содержание аминокислот в мышечной ткани откормочных поросят (г на 100 г мышечной ткани)

Аминокислоты	Группа (количество голов n = 3)	
	Контрольная группа	Опытная группа
Валин	0,92±0,01	0,92±0,04
Изолейцин + лейцин	1,28±0,02	1,27±0,05
Лизин	1,9±0,04	1,87±0,08
Метионин	0,54±0,03	0,54±0,03
Треонин	0,96±0	1,04±0,01*
Фенилаланин	0,83±0,01	0,85±0,01
<b>Сумма незаменимых аминокислот</b>	6,43	6,49
Аланин	1,09±0,21	1,38±0,06
Аргинин	1,33±0,05	1,49±0,03
Гистидин	0,67±0,04	0,60±0,21
Глицин	0,96±0,02	0,99±0,04
Серин	0,96±0,03	1,00±0,01
Пролин	0,81±0,01	0,84±0,02
Тирозин	0,82±0,02	0,78±0,04
<b>Сумма заменимых аминокислот</b>	6,64	7,08
<b>Общее количество аминокислот</b>	13,07	13,57
Примечание – * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе		

Из данных Таблицы 27 следует, что бóльшим содержанием незаменимых аминокислот характеризовались белки мышечной ткани животных опытной группы (6,49 г/100 г мышечной ткани), при этом содержание незаменимых аминокислот в мышечных белках мяса свиней контрольной группы составляло 6,43 г/100 г мышечной ткани, что на 0,06 г/100 г или на 0,93% меньше значения данного показателя у опытных образцов свинины.

В белках мышечной ткани свиней опытной группы по сравнению с контрольной группой содержалось достоверно бóльшее количество аминокислоты треонина на 0,08 г/100 г мышечной ткани или 8,33%, чем данной аминокислоты в мышечных белках животных контрольной группы.

Мышечные белки животных опытной группы по сравнению с мышечными белками контрольной группы, содержали и бóльшее количество заменимых аминокислот – 13,57 г/100 г мышечной ткани (в контроле – 13,07 г/100 г мышечной ткани), что на 0,5 г или на 3,82% меньше, чем в мышечных белках свиней опытной группы).

Таким образом, оптимизация состава газовой среды в свиноводческом помещении положительно влияет на аминокислотный состав мышечной ткани свинины и повышает биологическую ценность продукта.

#### ***2.6.5. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на органолептические и физические показатели свиного шпика***

Для улучшения органолептических свойств мясных продуктов в рецептуре используют жировую ткань, которая существенно влияет на суммарные функционально-технологические свойства сырья и в итоге на пищевую и биологическую ценность мясопродуктов.

Состав и свойства жировой ткани будут зависеть от условий откорма, генетической предрасположенности, места локализации.

Жировая ткань влияет на качество мяса и мясных продуктов в процессе их производства и хранения. Нежность и аромат мясных продуктов будет зависеть от количества жировой ткани.

С помощью жировой ткани (белково-жировой эмульсии) можно регулировать биологическую ценность мясных продуктов.

Для более полной оценки качества мяса свиней, содержащихся в разной газовой среде были определены органолептические и физические показатели хребтового шпика опытных и контрольных животных. Результаты испытаний представлены в Таблице 28.

Таблица 28 – Органолептические показатели хребтового шпика ( $X \pm S_x$ ;  $n = 10$ )

Показатель	Характеристика у шпика от животных	
	контрольной группы	опытной группы
Внешний вид	Поверхность чистая, без остатков щетины (при наличии шкуры), кровоподтеков, пятен, загрязнений края ровные	Поверхность чистая, без остатков щетины (при наличии шкуры), кровоподтеков, пятен, загрязнений края ровные
Цвет на разрезе	Шпик белого цвета или с розовым оттенком, без пожелтения, потемнения и других оттенков	Шпик белого цвета или с розовым оттенком, без пожелтения, потемнения и других оттенков
Запах	Свойственный доброкачественному шпику без окисления и прогоркания	Свойственный доброкачественному шпику без окисления и прогоркания
Консистенция	Плотная	Плотная

Из данных приведённых в Таблице 28 следует, что сенсорные характеристики шпика свиней опытной и контрольной групп согласно требованиям ГОСТ Р 55485-2013 соответствовали доброкачественному жировому сырью и каких-либо отличий не имели.

Существенное значение для технологических свойств мяса имеет температура плавления его жировой ткани. Температура плавления определяет переход жира из твердого состояния в жидкое, при этом данный показатель влияет на формирование органолептических свойств мясных продуктов.

В свою очередь жир с более низкой температурой плавления оказывает большее влияние на вкусовые качества мяса и мясопродуктов в связи с более ранним и интенсивным выделением ароматических веществ при его плавлении.

Результаты определения температуры плавления хребтового шпика животных опытной и контрольной групп, представлены в Таблице 29.

Таблица 29 – Физические показатели хребтового шпика ( $X \pm S_x$ ; n = 10)

Группы	Температура плавления, °С
Контрольная группа	29,0±0,24
Опытная группа	26,5±0,19

Из данных Таблицы 29 следует, что температура плавления хребтового шпика животных опытной группы была на 2,5 °С ниже, чем значение показателя у шпика животных контрольной группы. Так как усвояемость жиров в организме человека в значительной степени зависит от температуры их плавления, то лучше всего усваиваются жиры, температура плавления которых ниже или близка к температуре человеческого тела, то есть 37 °С, следовательно, хребтовый шпик свиной опытной группы, имеющий более низкую температуру плавления, характеризуется более высокой усвояемостью.

#### ***2.6.6. Влияние концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения на микробиологические показатели свинины***

Безопасность мяса и мясных продуктов достигается соблюдением ветеринарно-санитарных требований производственного контроля.

Мясо и мясные продукты представляют собой превосходную среду для роста микрофлоры, в том числе патогенной. Наиболее опасны для человека патогены пищевого происхождения бактерии рода *Salmonella* и токсинообразующий штамм *Listeria monocytogenes*. Эти бактерии являются наиболее распространенной причиной болезней пищевого происхождения.

В связи с этим нами были исследованы оказывающие вредное воздействие контаминанты биологической природы. Исследование микробиологических показателей проводили согласно нормативной документации: КМАФАнМ определяли по ГОСТ 10444.15-94, БГКП (колиформы) определяли по ГОСТ 31747-2012,

*Salmonella* определяли по ГОСТ 31746-2012, *Listeria monocytogenes* определяли по ГОСТ 32031-2012.

Проведенные исследования показывают, что все микробиологические показатели соответствовали нормативным требованиям как в опытной, так и в контрольной группе, однако такой показатель как КМАФАнМ в опытной группе был ниже на 24%.

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Нами была проведена оценка экономической эффективности исследований по внедрению препарата санитарного назначения биологического деструктора навоза Микрозим.

Экономический эффект от проведения ветеринарных мероприятий определяли путем расчета разности между себестоимостью продукции, полученной за счёт увеличения ее количества в результате осуществления ветеринарно-санитарных мероприятий с применением новых методов, и затратами на осуществление ветеринарно-санитарных мероприятий с применением базовых методов по общепринятой методике по И. Н. Никитину.

Для оценки экономической эффективности проведённых нами исследований по внедрению препарата санитарного назначения биологического деструктора Микрозим мы использовали формулу

$$Э_p = Э_э : З_в, \quad (1)$$

где  $Э_э$  – экономический эффект, руб.;

$З_в$  – затраты на проведение ветеринарных мероприятий.

Экономическая эффективность ( $Э_p$ ) применения препарата представляет собой отношение экономического эффекта ( $Э_э$ ) к ветеринарным затратам ( $З_в$ ). Для определения экономических показателей сравнение проводилось между 2 группами свиней – опытной и контрольной. Выращивание свиней контрольной группы осуществлялось без использования препарата, в опытной группе на всем периоде выращивания свиней использовали санитарный препарат.

Экономический эффект от проведения ветеринарно-санитарных мероприятий отражает разность между стоимостью продукции в результате применения препарата и без его использования.

$$Э_э = Д_с - З_в, \quad (2)$$

где  $Д_с$  – стоимость, полученная дополнительно за счет увеличения количества и повышения качества продукции, руб.;

$З_в$  – затраты на проведение ветеринарно-санитарных мероприятий, руб.

Для определения стоимости продукции, полученной за счет увеличения ее количества в результате осуществления ветеринарно-санитарных мероприятий с применением новых методов в условиях свиноводческого комплекса, мы применили формулу

$$D_c = V_n - V_6, \quad (3)$$

где  $V_n$  – себестоимость продукции, полученной при осуществлении ветеринарно-санитарных мероприятий с применением новых методов, ед. продукции;  
 $V_6$  – себестоимость продукции, полученной при осуществлении ветеринарно-санитарных мероприятий с применением базовых методов, ед. продукции.

Показатели себестоимости продукции с применением санитарного препарата рассчитывали по формулам:

$$V_n = M \times V_{пн} \times Ц, \quad (4)$$

где  $M$  – количество животных, гол.;

$V_{пн}$  – валовое количество живой массы, полученное от свиней опытной группы, где применяли новые методы санитарных мероприятий;

$Ц$  – цена реализации единицы продукции, руб.

$$V_n = 1000 \times 121,03 \times 105,42 = 12\,903\,408 \text{ руб.}$$

$$V_6 = M \times V_{пб} \times Ц, \quad (5)$$

где  $M$  – количество животных, гол.;

$V_{пб}$  – валовое количество живой массы, полученное от свиней контрольной группы, где применяли базовые методы санитарных мероприятий;

$Ц$  – цена реализации единицы продукции, руб.

$$V_6 = 1000 \times 115,5 \times 105,42 = 12\,176\,010 \text{ руб.}$$

Таким образом, показатель  $D_c$  – дополнительная стоимость, полученная дополнительно за счет увеличения количества и повышения качества продукции, составил:

$$D_c = 12\,903\,408 - 12\,176\,010 = 727\,398 \text{ руб.}$$

Для расчета затрат на осуществление ветеринарных мероприятий целесообразно использовать формулу

$$Z_B = Z_M + Z_{от} + O_{от}, \quad (6)$$

где  $Z_M$  – затраты материальные;

$Z_{от}$  – затраты на оплату труда ветеринарных работников;  
 $O_{от}$  – отчисления от оплаты труда.

Затраты материальные  $Z_m$  включают в себя стоимость использованного препарата, который мы применили для проведения ветеринарно-санитарных мероприятий. Стоимость одного килограмма препарата 900 руб., на период эксперимента нам понадобилось 104 кг, стоимостью 90 600 руб.

Для определения затрат на оплату труда ветеринарных работников, мы использовали формулу:

$$Z_{от} = Z_{вр} \times Z_{п/час}, \quad (7)$$

где  $Z_{вр}$  – затраты времени на проведение санитарных мероприятий, ч.,  
 $Z_{п/час}$  – зарплата работника, начисляемая в час.

Затраты времени  $Z_{вр}$  можно определить опытным путем. Затраты будут складываться из времени потраченного на внесение препарата и количества внесений препарата.

$$Z_{вр} = 30 \times 4 = 120 \text{ мин.}$$

Заработную плату в год  $Z_{п/час}$  (заработная плата в месяц умножается на 12) необходимо разделить на годовой эффективный фонд рабочего времени ветеринарных специалистов предприятий агропромышленного комплекса, который составляет 1761,4 часа. Заработная плата оператора на свиноводческом комплексе в среднем составляет 35000 руб. в месяц, в год – 420000 руб., в час, с учётом годового фонда рабочего времени (1761,4 часа) – 238,44 руб.

$$Z_{п/час} = 420000 : 1761,4 = 238,44 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда ветеринарных работников составили:

$$Z_{от} = 2 \times 238,44 = 476,88 \text{ руб.}$$

Отчисления от оплаты труда ( $O_{от}$ ) производят по установленным нормативам от фонда оплаты труда, которые составляют 30,2%. Например, затраты на оплату труда при применении санитарного препарата составили 476,88 руб. С учётом принятой величины начислений на заработную плату (30,2%) сумма отчислений от оплаты труда составила 144,01 руб.

Таким образом, затраты на осуществление ветеринарных мероприятий, рассчитываемые по формуле (6), равны:

$$З_{\text{в}} = 93600 + 476,88 + 144,01 = 94220,89 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от проведения ветеринарных мероприятий (Ээ) выражают разностью между стоимостью продукции, полученной за счет увеличения ее количества в результате осуществления ветеринарно-санитарных мероприятий с применением новых методов и затратами на осуществление ветеринарно-санитарных мероприятий с помощью базовых методов по формуле (2):

$$\text{Э}_3 = 727398 - 94220,89 = 633177,11 \text{ руб.}$$

Экономический результат мы рассчитали по формуле (1):

$$\text{Эр} = 633177,11 \div 94220,89 = 6,72 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономическая эффективность от применения биологического деструктора навоза Микрозим составляет 6,72 руб. на один рубль затрат.

#### 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Интенсивность промышленных циклов в свиноводстве Российской Федерации в последнее время наращивает темпы для более широкого обеспечения потребительского спроса качественной свиноводческой продукцией, что не может не отразиться на экологическом аспекте промышленных технологий, так как наиболее эффективное производство свинины возможно только на основе интенсификации свиноводства.

Изменения выращивания в современном свиноводстве повысили важность условий окружающей среды. Финальные показатели продуктивности во многом определяются тем, насколько был комфортный микроклимат во время выращивания животного. Поэтому, очень важно иметь возможность управлять параметрами микроклимата независимо от времени суток, сезона года или сложившихся климатических условий и тем самым воздействовать на все звенья промышленной технологии в интенсивном свиноводстве.

В своих трудах Г. М. Долженкова, Р. С. Гизатуллин, И. Н. Токарева излагают мысль о том, что потенциальная продуктивность животных из-за неудовлетворительных зоогигиенических условий используется только на 70–80%, при этом понижается сохранность молодняка [80]. Поэтому создание оптимального микроклимата в промышленном свиноводстве – это важнейший резерв увеличения производства продукции высокого качества [25].

Многие ученые Г. М. Долженкова [79], И. В. Ильин, М. Г. Курячий, И. Ю. Игнаткин [89], А. А. Чебыкина [184], Л. В. Сыса [168] в своих исследованиях подтверждают, что отклонение параметров микроклимата от установленных оптимальных пределов снижает сохранность, прирост живой массы, а также негативно влияет на качество конечной продукции.

Разлагаясь, продукты жизнедеятельности животных выделяют в воздушную среду помещения в большом количестве газы (аммиак, сероводород) [36].

Превышение предельно допустимых концентраций газов аммиака и сероводорода в воздухе производственных помещений возникает в случае нарушения работы вентиляции и навозоудаления. Особенно высокая концентрация аммиака и

сероводорода наблюдается в зоне расположения животных, т. е. на высоте 30–40 см от пола [33].

Аммиак является гидрофильным газом, поэтому при определенных условиях аммиак растворяется в конденсате, адсорбируется на стенках помещения, оборудовании, подстилке, а при высокой температуре и пониженном атмосферном давлении происходит обратное выделение аммиака в воздух, что в дальнейшем влечёт за собой его активную абсорбцию на поверхность тела животных, особенно на слизистые оболочки.

Продолжительное вдыхание воздуха в незначительных концентрациях аммиака не вызывает болезни у животных, однако снижает устойчивость организма, подготавливая почву для различных заболеваний в особенности легочных, снижает продуктивность, что не позволяет реализовать заложенный в них потенциал.

По данным П. Н. Щербакова и К. В. Степановой, ассоциация абиогенных факторов, во главе которых выступает аммиак, который активизирует размножение на поверхности сурфактанта условно-патогенной микрофлоры, способствует развитию также хронических воспалительных процессов в организме и снижению продуктивности животных [35].

Биологическое действие аммиака на организм животных изучено недостаточно. В современной отечественной литературе работ почти нет, так как повышение концентрации аммиака редко определяют в животноводческих хозяйствах и комплексах интенсивного промышленного животноводства, птицеводства и свиноводства ввиду большого объёма выращиваемых животных и бесперебойного цикла производства. Специалистами уделяется мало внимания повышению качества микроклимата и совершенствованию условий среды для животных. Политика интенсивного ведения животноводства оправдывает данную стратегию быстрым ростом животных, заменой поголовья и выбраковкой.

Согласно научно-исследовательским данным, проведенным на лабораторных крысах, при хронической ингаляционной заправке учёные обнаружили отставание в росте и темпах увеличения массы тела у исследуемых животных. Данное обстоя-

тельство учёные объясняют способностью аммиака легко проникать через мембраны клеток и сдвигать в митохондриях реакцию, катализируемую глутаматдегидрогеназой в сторону образования глутамата. Уменьшение концентрации  $\alpha$ -кетоглутарата вызывает угнетение обмена аминокислот и, как следствие, нарушение цикла Кребса, то есть гипоэнергетическое состояние организма [13].

Эти данные были подтверждены в научных трудах Е. А. Косенко и Ю. Г. Каминского «Клеточные механизмы токсичности аммиака». Эти авторы цитируют труды Бессман и Бессман (Bessman and Bessman, 1955), в которых авторы выдвигают «Теорию Истощения Цикла Кребса», где они высказывали гипотезу, согласно которой избыток аммиака в клетке может повлиять на митохондриальный обмен. Вступая в глутамат дегидрогеназную реакцию, он отвлекает из цикла трикарбоновых кислот  $\alpha$ -кетоглутарат и тем самым создает недостаток  $\alpha$ -кетоглутарата для нормального протекания реакций этого цикла [96].

Помимо выделения аммиака в газовойоздушную среду, при разложении навозных стоков в воздушное пространство выделяется и серосодержащий газ ( $H_2S$ ).

В своих работах учёные (В. В. Даршт [76]; Е. В. Голубкина, Н. Н. Тризно, В. Г. Пелых, С. В. Ушакова и др. [119, 122]) утверждают, что, поступая в организм, сероводород связывается с белковыми молекулами и ионами металлов, образуя низкорастворимые сульфиды, угнетающие ферментативную активность и нарушающие кислотно-щелочное равновесие в тканях. По мнению Л. А. Джигола, В. В. Шакировой, О. С. Садомцевой [77], М. В. Мажитовой [31], серосодержащие токсины, т. е. продукты расщепления сероводорода в организме млекопитающих, взаимодействуют с различными макромолекулами белка, блокируют SH-группы, поддерживающие структуру белковой молекулы, при этом нарушается агрегатное состояние и целостность мембран, что существенно влияет на интенсивность роста и качество мяса.

Нами было изучено влияние аммиака и сероводорода на белковый метаболизм в период интенсивного выращивания поросят в условиях промышленного свинокомплекса, на основании полученных данных можно сделать выводы, что

снижение эмиссии аммиака и сероводорода в воздух животноводческих помещений положительно влияет на белковый метаболизм, что в дальнейшем благоприятно влияет на мясные качества [10].

В связи с этим возникает актуальность в изучении влияния газов аммиака и сероводорода в помещениях свиноводческих комплексов на откормочные и санитарно-гигиенические показатели мяса.

Нами был проведён опыт на площадке свиноводческого комплекса Челябинской области, рассчитанного на 65 000 голов. Наше исследование было направлено на снижение концентрации газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственного помещения в результате изменения вектора разложения каловых масс животных с помощью применения биологического деструктора навоза Микрозим. Исследование проводилось на всех этапах выращивания животных.

После убоя свиней мы определяли влияние концентрации газов аммиака и сероводорода в газовой среде на мясные качества и ветеринарно-санитарные показатели мяса.

На данном производстве используется трёхфазная система содержания. Поросят после отъёма от маток в 21-дневном возрасте формируют в группы, которые размещают в корпуса первого доращивания и содержат до 60-дневного возраста, затем перемещают в корпуса второго доращивания до достижения 100 дней. Технологический цикл периода откорма длится 100 дней.

Исследование проводили на всех периодах технологического цикла, которые включают в себя периоды опороса, первого периода доращивания, второго периода доращивания, откорма.

Кормление осуществлялось полнорационными кормами. Рецептура комбикормов была разработана специалистами предприятия и сбалансирована по питательным веществам для используемых гибридных пород на данном предприятии.

Для оценки микроклимата в свиноводческих помещениях нами были отобраны и исследованы образцы газовой среды. Газовую среду исследовали с применением многоканального газоанализатора «Комета-М» (Россия). Отбор проб воздуха проводился на расстоянии от 5 до 10 см от щелевого пола, что

соответствует уровню дыхания свиней в состоянии «лежа». Отбор проводили один раз в три дня в соответствии с ГОСТ Р ИСО 16000-1 2007.

Мониторинг концентрации газов осуществляли в течение всего исследуемого периода начиная от периода опороса, заканчивая периодом откорма.

От периода опороса и к концу 21-го дня исследования показатели аммиака контрольной группы были выше показателей опытной группы на 38,67%.

Показатели аммиака в тех помещениях, где применялся биологический деструктор навоза Микрозим, имели скачкообразное повышение до 13 дня проведения опыта. После 13-го дня прослеживалась тенденция к снижению концентрации аммиака, что связано со стабилизацией биохимических процессов в навозной жиже. Концентрация сероводорода находилась на стабильно низком уровне от показателей ПДК, однако концентрация сероводорода в помещении опытной группы в конце периода была на 25,21% ниже показателей контрольной группы.

Анализируя показатели концентрации аммиака первого периода доращивания, мы отметили, что в контрольной группе концентрация аммиака к концу исследуемого периода на 30,18% превышала концентрацию аммиака опытной группы, а концентрация сероводорода к концу периода в опытной группе была ниже на 50,48% от показателей контрольной группы.

Концентрация аммиака опытной и контрольной группы во второй период доращивания стабильно нарастала в обеих группах, однако показатели контрольной группы на 100 день проведения опыта на 31% были выше показателей опытной группы. Показатели концентрации сероводорода нарастали медленно и к концу исследуемого периода эмиссия сероводорода в контрольной группе на 20,65% была выше, чем в опытной группе.

Анализируя показатели аммиака в период откорма, мы выявили в контрольной группе повышение концентрации аммиака на 60-й день периода исследования на 43% относительно опытной, а значение ПДК на 30%. В обеих группах показатели концентрации аммиака имели тенденцию к повышению. На 90-й день периода откорма в контрольной группе концентрация аммиака на 41,8% была выше показателей опытной группы и на 61,5% выше показателей ПДК.

Рентабельность производства зависит от уровня сохранности поголовья животных на протяжении всего технологического цикла. Анализируя данные, полученные в ходе эксперимента, мы выявили, что на первом доращивании в опытной группе сохранность поголовья была выше опытной группы на 9,78%, на втором доращивании выше на 1%, в период откорма выше на 3,3%. За весь период выращивания сохранность в опытной группе в среднем была выше на 4,59%, чем в контроле.

Газовоздушное пространство – это среда, в которой животное в зависимости от технологии содержания вынужденно находится весь период выращивания от рождения до убоя, поэтому состав газовоздушного пространства животноводческого помещения во многом определяет гомеостатические параметры организма.

Анализируя гематологический профиль поросят, отражающий изменение физиологического состояния животных в условиях коррекции газового состава воздуха в производственных помещениях за счёт использования биологического деструктора навоза Микрозим, мы пришли к выводу о том, что в условиях снижения газов аммиака и сероводорода у животных опытных групп повышалась концентрация общего белка на всех периодах выращивания.

Увеличение количества общего белка в крови происходило на фоне увеличения белков глобулиновых фракций, определяющих транспорт веществ и иммунологическую резистентность организма, и снижения уровня мочевины. При этом снижение уровня мочевины в крови поросят опытных групп отражало формирование анаболической направленности в белковом обмене, что в последующем отразилось на количестве мышечной ткани в организме животных. Данный эффект наблюдался на фоне снижения концентрации аммиака и сероводорода. Снижение загазованности воздуха свиноводческих помещений положительно отразилось на выделительной функции почек, что объективно отмечено при анализе уровня креатинина. Показатели трансаминазной активности (АсАТ и АлАТ) незначительно отличались от контроля, но при этом становилось более физиологичным соотношение между ферментами (коэффициент де Ритиса), что определяло направленность использования углеродных остатков аминокислот в процессах глюконеогенеза в цикле Кребса.

По анализу показателей, ответственных за функцию гепатобилиарной системы, было установлено, что в период откорма в опытной группе активность щелочной фосфатазы была ниже на 6,97% в сравнении с контролем. Мы приходим к выводу, что снижение концентрации газов оказало влияние на формирование биохимического статуса организма животных, что это проявлялось в виде формирования анаболической направленности белкового обмена (альбумины, мочевины), тенденции к нормализации состояния билиарной системы (маркер щелочная фосфатаза) в условиях снижения токсической нагрузки на печень (индикаторы АлАТ и АсАТ).

Показатели липидного обмена у поросят опытных и контрольных групп не имели достоверных различий, хотя в опытной группе, где применяли деструктор, снижалась концентрация холестерина, что свидетельствует о включении холестерина в биосинтетические процессы.

Благоприятные условия окружающей среды положительно отразились на иммунологической реактивности, а именно на достоверном превосходстве фагоцитарной активности животных опытной группы.

Для оценки санитарного состояния помещения проводили бактериологическое исследование воздушного пространства и навозных стоков.

Так, в ходе эксперимента в воздушном пространстве, где содержалась опытная группа уменьшалось количество бактерии группы кишечной палочки (БГКП), стафилококков (*Staph.*), сальмонелл (*Salmonella*), исчезали дрожжи (*Candida*) и возрастало число молочнокислых (*Lactobacillus*) и почвенных палочек (*Nitrobacter*), что связано с применением препарата Микрозим.

Анализ микробного пейзажа навозной жижи показал, что препарат влияет на состав микробиоты навоза, снижая гнилостную микрофлору, что опосредованно повлияло на микробиоценоз воздушного пространства, который благоприятно может отразиться на сохранности и здоровье животных.

Улучшение условий микроклимата животноводческих помещений отразилось на основных биологических процессах в организме поросят, что оказало влияние на среднесуточные привесы, а в последствии на живую массу животных. В опытной группе на 27 г среднесуточный привес был выше, а живая масса на 4,78%.

При исследовании пищевой ценности свинины опытных подсвинков исследование химического состава мяса показало, что содержание сухого вещества в опытной группе было на 3,64% выше контрольной группы.

Для определения биологической ценности мяса был проанализирован аминокислотный состав мышечной ткани, который показал, что максимальное количество аминокислот в белке свинины опытной группы – 13,57 г, а минимальное в свинине контрольной группы – 13,07 г, что на 0,5 г меньше, чем в опытной группе.

Для определения потребительских качеств свинины были проведены органолептические исследования. Данный вид исследования показал, что мясо обеих групп имеет высокие потребительские качества, но дегустационная комиссия отдала предпочтение свинине опытной группы.

Санитарно-гигиеническая оценка свинины обеих групп соответствовали нормативным требованиям.

Показатели микробиологической безопасности в обеих группах соответствовали нормативной документации, но в контрольной группе показатель КМА-ФАнМ на 24% превышал показатель опытной группы.

Биохимические показатели свежести мяса в обеих группах соответствовали свежему мясу. Величина активной кислотности (рН) была предпочтительнее в опытной группе.

Для оценки эффективности использования биологического деструктора навоза Микрозим определили экономическую эффективность проводимых ветеринарных мероприятий, которая составила 6,72 руб. на 1 рубль затрат, что говорит о высокой эффективности препарата.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Выводы

1. В результате применения биологического деструктора навоза Микрозим на протяжении всех периодов выращивания шло изменение концентраций аммиака и сероводорода в свиноводческих комплексах. В период опороса концентрации аммиака и сероводорода были снижены на 38,67% и 50,48%, в первом периоде доращивания на 30,18% ( $P \leq 0,001$ ) и 50,48%, во втором периоде доращивания на 31% и 20,65%, в период откорма на 61,5% ( $P \leq 0,01$ ) и 14% по отношению к контрольной группе соответственно.

2. В результате применения биологического деструктора навоза Микрозим на протяжении всех периодов выращивания шло изменение микробного пейзажа навозных стоков по сравнению с контрольной группой, что проявлялось снижением ОМЧ в 7 раз, БГКП в 208 раз, стафилококков (*Staph.*) в 1,4 раза, сальмонелл (*Salmonella*) в 16 раз (в период первого доращивания) и полного исчезновения (в остальные периоды), а также отсутствие дрожжей (*Candida*). На этом фоне возрастало число молочнокислых (*Lactobacillus*) в 3,2 раза и почвенных бактерий (*Nitrobacter*) в 4,5 раза. При исследовании микробной контаминации воздуха в производственном помещении было зарегистрировано снижение ОМЧ в 2 раза, БГКП в 9 раз, стафилококков в 9 раз, исчезновение сальмонелл (*Salmonella*) и дрожжей (*Candida*), увеличение численности молочнокислых (*Lactobacillus*) в 8 раз и почвенных бактерий (*Nitrobacter*) в 5 раз в воздушном пространстве опытной группы в сравнении с контрольной группой.

3. В результате снижения токсической, газовой нагрузки на организм у животных опытной группы повышалась концентрация общего белка и альбуминов по отношению к контрольной группе на всем периоде выращивания. Показатели опытной группы в период первого доращивания были выше по общему белку на 19,93% ( $P \leq 0,001$ ), по альбумину на 8,08% ( $P \leq 0,05$ ); во втором периоде доращивания показатели по общему белку на 7% ( $P \leq 0,05$ ), по альбумину на 39% (недостаточно); в период откорма показатели по общему белку на 6,85% ( $P \leq 0,05$ ), по

альбумину 9,66% ( $P \leq 0,05$ ). Белковый метаболизм в организме животных опытной группы имел анаболическую направленность, что проявлялось в виде усиленного синтеза альбуминов, тенденции к снижению образования фермента щелочной фосфатазы в условиях ослабления токсической нагрузки на печень, где индикаторами служили ферменты АлАТ и АсАТ.

4. Снижение концентрации газов аммиака и сероводорода отразилось на сохранности и откормочных свойствах опытных животных. В среднем сохранность по опытной группе была выше на 4,59% за весь технологический цикл, среднесуточный прирост выше на 27 г, а живая масса на 4,78% ( $P \leq 0,01$ ) в сравнении с контрольной группой.

5. В результате снижения концентрации газов аммиака и сероводорода химический состав свинины опытной группы превосходил контроль по количеству сухого вещества на 3,64% ( $P \leq 0,05$ ), количество незаменимой аминокислоты треонин было достоверно выше на 8,33% ( $P \leq 0,05$ ), общее количество аминокислот было больше на 3,82% (0,5 г/100 г мышечной ткани) в сравнении с контрольной группой. Показатель санитарной безопасности КМАФАнМ был ниже на 24% показателей контрольной группы.

6. Экономический эффект от использования биологического деструктора навоза Микрозим составил 6,72 руб. на 1 рубль затрат.

### **Предложения для производства**

Для улучшения пищевой и биологической ценности свинины, а также для повышения откормочных качеств и сохранности поголовья рекомендуем снижать концентрацию газов аммиака и сероводорода во вдыхаемом воздухе производственных помещений для выращивания свиней с помощью применения биологического деструктора навоза Микрозим, из расчета 10 г на 1 м<sup>3</sup>, распределяя его путем внесения в несколько точек навозной ванны, расположенной под щелевым полом в клетках животных в начале производственного цикла.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

АлАТ – аланинаминотрансфераза

АсАТ – аспартатаминотрансфераза

БГКП – бактерии группы кишечной палочки

ГГАКС – гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальная система

ГОСТ Р – национальный стандарт Российской Федерации

ГОСТ ИСО – национальный стандарт Российской Федерации гармонизированные с международными стандартами

КОЕ – колонеобразующая единица

ОВР – окислительно-восстановительные реакции

ОМЧ – общее микробное число

ООО – общество с ограниченной ответственностью

ОЭ – обменная энергия

ПДК – предельно допустимая концентрация

РФ – Российская Федерация

СРО – свободно-радикальное окисление

СК – свиной комбикорм

ЭКЕ – энергетическая кормовая единица

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, Е. А. Естественная резистентность животных : методические указания / Е. А. Алексеева ; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2016. – 64 с. : ил. – Текст : непосредственный.
2. Анализ уровней выбросов загрязняющих веществ и годового потребления ресурсов в промышленном свиноводстве Российской Федерации / В. И. Трухачев, И. Ю. Свиначев, О. Л. Третьякова [и др.]. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 12. – С. 60–64.
3. Андреев, Л. Н. Повышение культуры производства в технологических процессах АПК / Л. Н. Андреев, А. В. Козлов. – Текст : непосредственный // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2017. – № 11 (174). – С. 61–70.
4. Ашаева, Д. П. Зоогигиенические условия при откорме свиней на промышленной ферме / Д. П. Ашаева, М. П. Погребняк. – Текст : непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (19). – С. 31–35.
5. Базыкин, В. И. Научно-методическое обеспечение технологии бесстрессового содержания на малых свинофермах модульного типа / В. И. Базыкин ; Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». – Санкт-Петербург : ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2021. – 110 с. – Текст : непосредственный.
6. Базыкин, В. И. Способы снижения выбросов климатически активных газов на свинофермах / В. И. Базыкин. – Текст : непосредственный // АгроЭкоИнженерия. – 2023. – № 4 (117). – С. 113–130.
7. Базыкин, В. И. Алгоритм управления системой удаления навоза на свиноводческих предприятиях / В. И. Базыкин, А. В. Трифанов. – Текст : непосредственный // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 34–40.
8. Байтимова, Е. А. Адаптационные особенности свиней породы ландрас датской селекции / Е. А. Байтимова, О. Л. Янкина, Н. А. Ким. – Текст : непосредственный // Свиноводство. – 2020. – № 5. – С. 13–15.

9. Барзанова, Е. Н. Зависимость качественного состава газовой среды от бактериальной контаминации животноводческого помещения / Е. Н. Барзанова, П. Н. Щербаков. – Текст : непосредственный // Научные достижения генетики и биотехнологии в ветеринарной медицине и животноводстве : материалы региональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов / Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт. – Екатеринбург : ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, 2023. – С. 26–34.

10. Барзанова, Е. Н. Влияние препарата Микрозим на показатели белкового обмена растущих свиней на фоне снижения уровня аммиака и сероводорода в газовой среде производственных помещений / Е. Н. Барзанова, П. Н. Щербаков, М. А. Дерхо. – Текст : непосредственный // АПК России. – 2023. – Т. 30, № 1. – С. 59–66.

11. Барзанова, Е. Н. Адаптивная технология выращивания свиней, её влияние на пищевые качества мяса / Е. Н. Барзанова, П. Н. Щербаков, К. В. Степанова. – Текст : непосредственный // Пермский аграрный вестник. – 2023. – № 3 (43). – С. 62–67.

12. Бартнев, В. Влияние санкционного давления на продовольственную безопасность: традиционные и новые измерения / В. Бартнев // Пути к миру и безопасности. – 2022. – № 2 (63). – С. 11–37.

13. Беляев, Н. Г. Комплексное исследование влияния паров аммиака на морфофункциональное состояние организма самок крыс / Н. Г. Беляев, И. В. Ржепаковский, С. И. Писков. – Текст : непосредственный // Экология человека. – 2019. – № 8. – С. 4–11.

14. Берлова, Т. М. Пути повышения конкурентоспособности свиноводческого предприятия / Т. М. Берлова. – Текст : непосредственный // Экономика. Менеджмент. Сервис. Туризм. Культура (ЭМСТК-2022) : сборник статей XXII Международной научно-практической конференции, 20–21 октября 2022 года / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. – Барнаул : АлтГТУ, 2022. – С. 9–11.

15. Биологическое загрязнение пахотных земель отходами свиноводства / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, В. А. Козвонин [и др.]. – Текст : непосредственный // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 3. – С. 199–205.

16. Бобкова, Ю. А. Улучшение удобрительных свойств свиного навоза при совместном применении с биодеструктором / Ю. А. Бобкова. – Текст : непосредственный // Вестник аграрной науки. – 2018. – № 3 (72). – С. 11–17.

17. Бодров, В. И. Особенности расчета параметров микроклимата производственных сельскохозяйственных зданиях / В. И. Бодров. – Текст : непосредственный // Студенческая наука исследования в области архитектуры, строительства и охраны окружающей среды : тезисы докладов 33-й межвузовской студенческой научно-технической конференции по итогам научно-исследовательской работы студентов в 2013 году / Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Самара : СГАСУ, 2014. – С. 152–153.

18. Бодров, В. И. Влияние пассивных и активных элементов систем кондиционирования микроклимата на продуктивность животных / В. И. Бодров, М. В. Бодров. – Текст : непосредственный // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2010. – № 13. – С. 225–229.

19. Бодров, В. И. Научный подход при проектировании пассивных систем обеспечения параметров микроклимата производственных сельскохозяйственных зданий / В. И. Бодров, М. В. Бодров, Е. С. Якимов. – Текст : непосредственный // Великие реки' 2015 : труды научного конгресса 17-го Международного научно-промышленного форума / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2015. – Том 3. – С. 83–86.

20. Бодров, М. В. К вопросу создания малоэнергоёмких систем обеспечения параметров микроклимата свиноводческих комплексов / М. В. Бодров, А. Е. Руин, А. Ф. Юланова. – Текст : непосредственный // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды : материалы XXI Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика РААСН В. Н. Богословского, 27–30 сентября 2023 г., Москва / Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН [и др.]. – Волгоград : Издательство ВолгГМУ, 2023. – С. 175–180.

21. Боев, В. М. Сернистые соединения природного газа и их действие на организм / В. М. Боев, Н. П. Сетко. – Москва : Медицина, 2001. – 216 с. – Текст : непосредственный.

22. Брюханов, А. Ю. Методика расчетов комбинированной ресурсосберегающей системы навозоудаления на свиноводческих комплексах / А. Ю. Брюханов, Е. В. Шалавина, Э. В. Васильев. – Текст : непосредственный // Аграрная наука. – 2022. – № 10. – С. 136–142.

23. Бударина, О. В. Анализ международного опыта изучения влияния загрязнения атмосферного воздуха запахом на здоровье населения / О. В. Бударина, З. Ф. Сабирова, З. В. Шипулина. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 5. – С. 88–92.

24. Буеверов, А. О. Аммиак как нейро- и гепатотоксин: клинические аспекты / А. О. Буеверов. – Текст : непосредственный // Медицинский совет. – 2015. – № 13. – С. 80–85.

25. Васильев, Э. В. Оценка эффективности наилучших доступных технологий для интенсивного животноводства / Э. В. Васильев, А. Ю. Брюханов, Н. П. Козлова. – Текст : непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2016. – № 88. – С. 131–142.

26. Васильева, К. Р. К вопросу об оптимизации экологических характеристик систем навозоудаления в условиях свиноводческих комплексов / К. Р. Васильева. – Текст : непосредственный // Ветеринарная лабораторная практика : международная научно-практическая конференция / Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины. – Санкт-Петербург : ФГБОУ ВО «СПбГУВМ», 2023. – Том 2. – С. 119–121.

27. Взаимосвязь условий микроклимата с продуктивными качествами свиней / Д. Д. Чертков, А. А. Кретов, Б. Д. Чертков [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4–1 (22). – С. 22–29.

28. Влияние навозных стоков на почвенные фототрофные микроорганизмы / Л. В. Кондакова, Н. В. Сырчина, Л. В. Пилип, И. А. Кондакова. – Текст : непосредственный // Теоретическая и прикладная экология. – 2023. – № 2. – С. 190–197.

29. Влияние паров аммиака на репродуктивную систему самцов крыс / Н. Г. Беляев, Л. Д. Тимченко, И. В. Ржепаковский [и др.]. – Текст : непосредственный // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2021. – Т. 16, № 1. – С. 51–54.

30. Влияние подкисления навозных стоков на их микробиологические характеристики / Л. В. Пилип, В. А. Козвонин, Н. В. Сырчина [и др.]. – Текст : непосредственный // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 3. – С. 161–167.

31. Влияние природного серосодержащего газа на перекисное окисление липидов в тканях мозга и печени и корректирующие эффекты  $\alpha$ -токоферола / М. В. Мажитова, Д. А. Теплый, А. Г. Глинина, Т. В. Кузьмина. – Текст : непосредственный // Эколого-биологические проблемы Волжского региона Северного Прикаспия : материалы Всероссийской научной конференции / Астраханский государственный педагогический университет. – Астрахань : АГПУ, 1999. – С. 60–62.

32. Влияние различных препаратов на численность бактерий рода *Clostridium* в свиных навозных стоках / Н. В. Сырчина, Л. В. Пилип, Д. А. Кузнецов [и др.]. – Текст : непосредственный // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Киров, 1 декабря 2022 г. / Вятский государственный университет [и др.]. – Киров : ВятГУ, 2022. – С. 217–222.

33. Влияние разных типов вентиляции на показатели продуктивности поросят на доращивании / И. П. Мирошниченко, Н. В. Пименов, С. Н. Тресницкий, А. С. Тресницкий. – Текст : непосредственный // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – № 2. – С. 91–99.

34. Влияние сероводородсодержащего газа на состояние здоровья населения / Т. А. Эсаулова, О. В. Базаева, Е. Н. Зязина [и др.]. – Текст : непосредственный // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2020. – № 1. – С. 225–229.

35. Воздействие токсичных газов на организм телят при холодном методе выращивания / П. Н. Щербаков, Н. П. Щербаков, Т. Б. Щербакова, К. В. Степанова. – Текст : непосредственный // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2018. – № 16 (179). – С. 90–101.

36. Выявление микробных ассоциаций в отходах свиноводческих комплексов / Л. В. Пилип, В. А. Козвонин, Е. П. Колеватых, Н. В. Сырчина. – Текст : непосредственный // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Киров, 1 декабря 2022 г. / Вятский государственный университет [и др.]. – Киров : ВятГУ, 2022. – С. 213–217.

37. Генетические технологии для сохранения биоресурсного потенциала сельскохозяйственных животных / И. М. Донник, В. А. Макутина, А. Г. Исаева [и др.]. – Текст : непосредственный // Ветеринария Кубани. – 2023. – № 4. – С. 9–13.

38. Герасимова, О. А. Автоматизированная система обеспечения оптимального микроклимата для свинарника / О. А. Герасимова, С. В. Соловьев, С. И. Иванов. – Текст : непосредственный // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 2 (38). – С. 41–43.

39. Гигиена содержания, кормления и выращивания свиней в обеспечении рентабельности отрасли : монография / В. Г. Семенов, А. В. Соляник, В. Г. Тюрин [и др.] ; Чувашский государственный аграрный университет [и др.]. – Чебоксары : Крона-2, 2021. – 160 с. – Текст : непосредственный.

40. Гоголева, Ю. Б. Технология производства свинины, с использованием пробиотических препаратов для переработки органических отходов на ООО «Агрофирма Ариант» / Ю. Б. Гоголева. – Текст : непосредственный // Инновационная наука. – 2017. – № 11. – С. 60–62.

41. Госс, А. С. Влияние повышенных концентраций содержания аммиака в воздухе животноводческих помещений на организм крупного рогатого скота / А. С. Госс, Н. А. Зырянова. – Текст : непосредственный // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса : сборник трудов LVI научно-практиче-

ской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень : ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2023. – С. 14–18.

42. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации 21 февраля 1995 г. № 77 : взамен ГОС 10444.15-75 : дата введения 1996-01-01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом консервной и овощесушильной промышленности и Техническим комитетом по стандартизации ТК 93 «Продукты переработки плодов и овощей». – Москва : Стандартинформ, 2010. – II, 4 с. – Текст : непосредственный.

43. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2016 г. № 1464-ст : взамен ГОСТ 13496.15-97 : дата введения 2018-01-01 / разработан ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – Москва : Стандартинформ, 2016. – II, 9 с. – Текст : непосредственный.

44. ГОСТ 13496.4-2019. Корма, комбикорма, комбикормовые сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 августа 2019 г. № 488-ст : взамен ГОСТ 13496.4-93 : дата введения 2020-08-01 / разработан АО «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – Москва : Стандартинформ, 2019. – III, 15 с. – Текст : непосредственный.

45. ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11

марта 2016 г. № 142-ст : взамен ГОСТ 23042-86 : дата введения 2017-01-01 / разработан Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В. М. Горбатова». – Москва : Стандартиформ, 2019. – III, 8 с. – Текст : непосредственный.

46. ГОСТ 23392-2016. Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 февраля 2017 г. № 48-ст : взамен ГОСТ 23392-78 : дата введения 2018-01-01 / разработан Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В. М. Горбатова». – Москва : Стандартиформ, 2017. – III, 8 с. – Текст : непосредственный.

47. ГОСТ 25011-2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 сентября 2017 г. № 1017-ст : взамен ГОСТ 25011-81 : дата введения 2018-07-01 / разработан Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В. М. Горбатова». – Москва : Стандартиформ, 2018. – II, 13 с. – Текст : непосредственный.

48. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 26 марта 1997 г. № 112 : дата введения 1998-01-01 / разработан Институтом питания Российской Академии медицинских наук. – Москва : Стандартиформ, 2010. – II, 7 с.

49. ГОСТ 31476-2012. Свины для убоя. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и

метрологии от 16 октября 2012 г. № 507-ст : дата введения 2013-07-01 / подготовлен Государственным научным учреждением Всероссийским научно-исследовательским институтом мясной промышленности им. В. М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва : Стандартинформ, 2013. – II, 20 с. – Текст : непосредственный.

50. ГОСТ 31640-2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2012 г. № 436-ст : дата введения 2013-07-01 / разработан Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса», Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова». – Москва : Стандартинформ, 2012. – III, 7 с. – Текст : непосредственный.

51. ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002). Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella* : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2012 г. № 715-ст : дата введения 2013-07-01 / подготовлен Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности». – Москва : Стандартинформ, 2014. – IV, 20 с. – Текст : непосредственный.

52. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1752-ст : дата введения 2013-07-01 / подготовлен Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса», Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова». – Москва : Стандартинформ, 2014. – II, 9 с. – Текст : непосредственный.

53. ГОСТ 31727-2012 (ISO 936:1998). Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы жира : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1767-ст : дата введения 2013-07-01 / подготовлен Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В. М. Горбатова» Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва : Стандартинформ, 2013. – IV, 8 с. – Текст : непосредственный.

54. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1771-ст : дата введения 2013-07-01 / подготовлен Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности». – Москва : Стандартинформ, 2013. – III, 15 с. – Текст : непосредственный.

55. ГОСТ 32031-2012 (ISO 11290-1:1996/Amd.1:2004, NEQ). Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria Monocytogenes* : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июня 2013 г. № 309-ст : дата введения 2017-07-01 / разработан Государственным научным учреждением Всероссийским научно-исследовательским институтом мясной промышленности имени В. М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва : Стандартинформ, 2014. – II, 25 с. – Текст : непосредственный.

56. ГОСТ 32195-2013 (ISO 13903:2005). Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 2063-ст : дата введения 2015-07-

01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – Москва : Стандартинформ, 2014. – IV, 18 с. – Текст : непосредственный.

57. ГОСТ 32343-2013 (ISO 6869:2000). Корма, комбикорма. Определение содержания кальция, меди, железа, магния, марганца, калия, натрия и цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 марта 2014 г. № 271-ст : дата введения 2015-07-01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – Москва : Стандартинформ, 2014. – IV, 16 с. – Текст : непосредственный.

58. ГОСТ 32933-2014 (ISO 5984:2002). Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2014 г. № 1356-ст : дата введения 2016-01-01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – Москва : Стандартинформ, 2015. – III, 7 с. – Текст : непосредственный.

59. ГОСТ 33445-2015. Средства лекарственные для ветеринарного применения, корма, кормовые добавки. Определение массовой доли кобальта методом электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 ноября 2015 г. № 1807-ст : дата введения 2017-01-01 / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов». – Москва : Стандартинформ, 2016. – II, 6 с. – Текст : непосредственный.

60. ГОСТ 34132-2017. Мясо и мясные продукты. Метод определения аминокислотного состава животного белка : межгосударственный стандарт : издание

официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 сентября 2017 г. № 1093-ст : дата введения 2019-01-01 / разработан Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В. М. Горбатова». – Москва : Стандартинформ, 2017. – III, 16 с. – Текст : непосредственный.

61. ГОСТ 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 27 июня 2001 г. № 249-ст : дата введения 2002-07-01 / разработан Научно-производственной фирмой ООО «КОРТЭК», Федеральным центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора, Атлантическим научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии. – Москва : Стандартинформ, 2011. – II, 9 с. – Текст : непосредственный.

62. ГОСТ 53183-2008 (ЕН 13806:2002). Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. № 633-ст : дата введения 2011-01-01 / подготовлен Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности». – Москва : Стандартинформ, 2010. – IV, 7 с. – Текст : непосредственный.

63. ГОСТ 7269-2015. Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 марта 2016 г. № 140-ст : дата введения 2017-01-01 / разработан Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности

имени В. М. Горбатова». – Москва : Стандартиформ, 2019. – III, 11 с. – Текст : непосредственный.

64. ГОСТ 8285-91. Жиры животные топленые. Правила приемки и методы испытания : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26.06.91 № 1042 : взамен ГОСТ 8285-74 : дата введения 1992-07-01 / разработан и внесен Всесоюзным научно-исследовательским и конструкторским институтом мясной промышленности. – Москва : Стандартиформ, 2006. – 10 с. – Текст : непосредственный.

65. ГОСТ ISO 6491-2016 (ISO 6491:1998). Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания фосфора спектрометрическим методом : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 ноября 2016 г. № 1731-ст : дата введения 2018-01-01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – Москва : Стандартиформ, 2020. – III, 8 с. – Текст : непосредственный.

66. ГОСТ Р 51478-99 (ISO 2917:1974, IDT). Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН) : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 22 декабря 1999 г. № 634-ст : дата введения 2001-01-01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом мясной промышленности. – Москва : Стандартиформ, 2018. – III, 4 с. – Текст : непосредственный.

67. ГОСТ Р 54354-2011. Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 июля 2011 г. № 180-ст : дата введения 2013-01-01 / разработан Государственным научным учре-

ждением Всероссийским научно-исследовательским институтом мясной промышленности им. В. М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва : Стандартинформ, 2013. – III, 37 с. – Текст : непосредственный.

68. ГОСТ Р 54951-2012 (ИСО 6496:1999). Корма для животных. Определение содержания влаги : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2012 г. № 213-ст : дата введения 2013-07-01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – Москва : Стандартинформ, 2013. – III, 11 с. – Текст : непосредственный.

69. ГОСТ Р 55447-2013. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания кадмия, свинца, мышьяка, ртути, хрома, олова, методом атомно-абсорбционной спектроскопии : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 июня 2013 г. № 197-ст : дата введения 2014-07-01 / разработан Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности», Обществом с ограниченной ответственностью «ЛЮМЭКС-МАРКЕТИНГ». – Москва : Стандартинформ, 2014. – II, 17 с. – Текст : непосредственный.

70. ГОСТ Р 55485-2013. Продукты из шпика. Технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июня 2013 г. № 365-ст : дата введения 2014-07-01 / разработан Государственным научным учреждением Всероссийским научно-исследовательским институтом мясной промышленности им. В. М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва : Стандартинформ, 2015. – II, 17 с. – Текст : непосредственный.

71. ГОСТ Р ИСО 16000-1-2007. Воздух замкнутых помещений. Часть 1. Отбор проб. Общие положения : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 марта 2007 г. № 30-ст : дата введения 2007-10-01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем». – Москва : Стандартиформ, 2007. – IV, 20 с. – Текст : непосредственный.

72. Григорьева, Л. Н. Профилактика стрессов в промышленном свиноводстве и ветеринарно-санитарная экспертиза свинины / Л. Н. Григорьева, В. Г. Семенов. – Текст : непосредственный // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : материалы III Международной научно-практической конференции, г. Чебоксары, 8 сентября 2023 года / Чувашский государственный аграрный университет. – Чебоксары : Чувашский ГАУ, 2023. – С. 119–122.

73. Гриднев, П. И. Влияние технологических и технических решений на функционирование систем утилизации навоза / П. И. Гриднев, Т. Т. Гриднева. – Текст : непосредственный // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2019. – № 4 (36). – С. 24–32.

74. Гриднев, П. И. Эмиссия аммиака и ее последствия для окружающей среды / П. И. Гриднев, Т. Т. Гриднева, А. А. Шведов. – Текст : непосредственный // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2018. – № 1 (29). – С. 42–49.

75. Губеева, Е. Г. Механизмы токсического действия аммиака на слизистую оболочку верхних дыхательных путей (экспериментальное исследование) / Е. Г. Губеева. – Текст : непосредственный // Вестник оториноларингологии. – 2012. – № 1. – С. 14–16.

76. Даршт, В. В. Роль морфофункциональных нарушений малого круга кровообращения в расстройствах системной гемодинамики при остром отравлении природным газом / В. В. Даршт, В. А. Воронцов. – Текст : непосредственный //

Трансбронхиальная региональная электроплетизмография легких : [сборник статей] / АН СССР, Сибирское отделение, АМН СССР, Сибирское отделение, Институт физиологии. – Новосибирск : Наука, 1986. – С. 68–77.

77. Джигола, Л. А. Токсическое воздействие серы и ее производных на организм человека / Л. А. Джигола, В. В. Шакирова, О. С. Садомцева. – Текст : непосредственный // Астраханский вестник экологического образования. – 2019. – № 1 (49). – С. 152–160.

78. Доктрина продовольственной безопасности России : утверждена Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20. – Текст : электронный // ГАРАНТ.РУ : информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 15.06.2024).

79. Долженкова, Г. М. Откормочные и мясные качества свиней в зависимости от зоогигиенических условий содержания : специальность 06.02.04 «Ветеринарная хирургия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Долженкова Галина Михайловна. – Уфа, 2009. – 23 с. – Текст : непосредственный.

80. Долженкова, Г. М. Влияние параметров микроклимата на рост, откормочные и мясные качества подсвинков / Г. М. Долженкова, Р. С. Гизатуллин, И. Н. Токарев. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 8. – С. 57–59.

81. Донник, И. М. Продовольственная безопасность России в условиях новых вызовов и санкционного давления / И. М. Донник, О. А. Рущицкая. – Текст : непосредственный // Технологии безопасности жизнедеятельности. – 2023. – № 3. – С. 42–48.

82. Дунина, В. А. Продуктивность и экстерьерные особенности молодняка свиней крупной белой породы разной селекции / В. А. Дунина. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 4 (14). – С. 31–36.

83. Жеребцов, Б. В. Проблема очистки воздуха в промышленном животноводстве от сероводорода / Б. В. Жеребцов. – Текст : непосредственный // Эпоха науки. – 2017. – № 9. – С. 158–162.

84. Жеребцов, Б. В. Эффективность использования системы рециркуляции вентиляционного воздуха с его очисткой в животноводстве / Б. В. Жеребцов. – Текст : непосредственный // Техническое обеспечение технологий производства сельскохозяйственной продукции : материалы I Всероссийской научно-практической конференции, 15 июня 2017 г. / Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева – Курган : Издательство Курганской ГСХА, 2017. – С. 7–10.

85. Здоровый микроклимат в животноводческих помещениях / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, Н. М. Латышенко, И. А. Новикова. – Текст : непосредственный // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2022. – № 2 (15). – С. 101–105.

86. Иванов, А. В. Биологическая и химическая безопасность животноводства в современных условиях / А. В. Иванов. – Текст : непосредственный // Ветеринарный врач. – 2007. – № 1. – С. 2–3.

87. Игнаткин, И. Ю. Системы вентиляции и влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней / И. Ю. Игнаткин, М. Г. Курячий. – Текст : непосредственный // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 10 (17). – С. 16–34.

88. Изучение влияния химических препаратов на степень очистки воздушной среды при обработке животноводческих стоков / А. Ю. Сахаров, Г. А. Мысова, П. С. Коваленко [и др.]. – Текст : непосредственный // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Инновационные подходы ветеринарного благополучия при интенсивном ведении животноводства», посвященная 95-летию со дня рождения доктора ветеринарных наук, профессора Мамаева Нурутдина Хизроевича / Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр республики Дагестан»,

Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт. – Махачкала : АЛЕФ, 2023. – С. 276–279.

89. Ильин, И. В. Влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней / И. В. Ильин, М. Г. Курячий, И. Ю. Игнаткин. – Текст : непосредственный // Перспективное свиноводство: теория и практика. – 2011. – № 3. – С. 21–25.

90. К вопросу о цифровизации российского сельского хозяйства (обзор информационных материалов) / Б. А. Воронин, О. Г. Лоретц, А. Н. Митин [и др.]. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 2 (181). – С. 46–52.

91. К оценке токсического действия газа Астраханского месторождения на организм животных / В. Е. Туришев, В. Н. Старосветский, А. Э. Васильев [и др.]. – Текст : непосредственный // Влияние антропогенных факторов на морфогенез и структурные преобразования органов : Всероссийская конференция. – Астрахань : Астраханский медицинский институт, 1991. – С. 156–158.

92. Казаровец, И. Н. Качественные показатели мясной продуктивности туш свиней различных генотипов / И. Н. Казаровец. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2020. – № 23–2. – С. 134–140.

93. Качественная характеристика мяса свиней французской селекции / Г. А. Фуников, П. А. Кореневская, С. А. Грикшас, Н. М. Кертиева. – Текст : непосредственный // Доклады ТСХА : сборник статей / Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева. – Москва : РГАУ, 2021. – Выпуск 293, часть 1. – С. 718–721.

94. Койнова, А. Автоматизация и цифровизация – ключ к эволюции в свиноводстве / А. Койнова. – Текст : непосредственный // Эффективное животноводство. – 2020. – № 8 (165). – С. 66–72.

95. Комлацкий, Г. В. Технологические аспекты снижения выбросов парниковых газов в животноводстве / Г. В. Комлацкий. – Текст : электронный // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 181. – С. 116–126. – URL: <https://ej.kubagro.ru/2022/07/pdf/12.pdf> (дата обращения: 15.06.2024).

96. Косенко, Е. А. Клеточные механизмы токсичности аммиака / Е. А. Косенко, Ю. Г. Каминский. – Москва : URSS, 2007. – 287 с. – Текст : непосредственный.

97. Косогор, Д. В. Анализ современных систем создания микроклимата свиноводческих комплексов / Д. В. Косогор. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : сборник материалов LIV Студенческой научно-практической конференции, спецвыпуск, 10 ноября 2020 г. / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень : ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2020. – Часть 3. – С. 218–227.

98. Криштофорова, Б. В. Провизорные органы и жизнеспособность новорожденных животных : монография / Б. В. Криштофорова, Н. В. Саенко. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 403 с. : ил., табл. – Текст : непосредственный.

99. Кузнецов, А. Ф. Гигиена содержания животных : справочник / А. Ф. Кузнецов. – Санкт-Петербург : Лань, 2003. – 635 с. : табл. – Текст : непосредственный.

100. Лакомов, И. В. Повышение технико-экономической эффективности электротермических установок / И. В. Лакомов. – Текст : непосредственный // Перспективы инновационного развития и прогресс в агротехнических и энергетических системах : материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 24 ноября 2022 года / Российский государственный аграрный заочный университет. – Балашиха : Издательство ФГБОУ ВО РГАЗУ, 2022. – С. 76–80.

101. Лопаева, Н. Л. Влияние температуры и влажности воздуха в помещениях на сельскохозяйственных животных / Н. Лопаева. – Текст : непосредственный // Региональная научно-практическая конференция «Аграрная наука и производство: реализация важнейших технологий агропромышленного комплекса» / Уральский государственный аграрный университет. – Екатеринбург, 2021. – С. 100–105.

102. Лоретц, О. Г. Стратегическое развитие сельского хозяйства в регионе: программно-целевой метод / О. Г. Лоретц, Е. М. Кот, А. В. Ручкин. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2023. – Т. 23, № 3. – С. 93–102.

103. Максишко, Л. М. Экобезопасная технология переработки навозных отходов животноводства с абсорбцией парниковых газов / Л. М. Максишко. – Текст : непосредственный // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 1. – С. 205–209.

104. Маланьев, А. В. Влияние препарата РИА-1 и паров аммиака на организм животных / А. В. Маланьев, Р. М. Асланов. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 75–77.

105. Матросова, Л. Е. Биотехнологические решения при утилизации бесподстилочного свиного навоза / Л. Е. Матросова, М. Я. Трemasов, А. В. Иванов. – Текст : непосредственный // Биотехнология: состояние и перспективы развития : материалы V Московского международного конгресса. – Москва : Экспо-биохимтехнологии, 2009. – Часть 1. – С. 335.

106. Медведева, Ж. В. Влияние способов локального обогрева на показатели роста и сохранность поросят / Ж. В. Медведева, С. В. Бурцева, И. И. Клименок. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (198). – С. 87–92.

107. Мельникова, Н. Л. Влияние микроклимата на сохранность, интенсивность роста и развитие поросят / Н. Л. Мельникова. – Текст : непосредственный // Современные подходы к развитию агропромышленного, химического и лесного комплексов. Проблемы, тенденции, перспективы : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Великий Новгород, 17 марта 2021 года / Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2021. – С. 238–243.

108. Методика оценки микроклимата производственных помещений свиноводческих и молочно-товарных ферм и комплексов : методические указания / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, Л. Н. Шейграцова [и др.] ; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Жодино, 2022. – 29 с. – Текст : непосредственный.

109. Методология комплексного мониторинга технологий производства продукции животноводства : методические рекомендации / А. А. Хоченков, В. В. Соляник, С. В. Соляник [и др.] ; Национальная академия наук, Научно-практический

центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2020. – 43 с. – Текст : непосредственный.

110. Молянова, Г. В. Влияние изменяющихся условий микроклимата на клеточный состав крови свиней разных генотипов / Г. В. Молянова. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4 (28). – С. 284–287.

111. Морфологический и биохимический статус крови свиней разного генотипа ирландской селекции в условиях Алтайского края / С. В. Бурцева, А. И. Афанасьева, В. А. Сарычев, К. Я. Мотовилов. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5 (223). – С. 65–69.

112. Новиков, Н. Н. Разработка средств автоматизации для цифровых технологий в животноводстве / Н. Н. Новиков. – Текст : непосредственный // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2019. – № 1 (33). – С. 153–159.

113. Новиков, Н. Н. Современные инновационные системы микроклимата в животноводстве / Н. Н. Новиков. – Текст : непосредственный // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы международной научно-технической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика М. Е. Мацепуро (Минск, 17–18 октября 2018 г.) / Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск : Беларуская навука, 2018. – С. 188–191.

114. Новиков, Н. Н. Энергоэффективные системы микроклимата в помещениях для содержания животных / Н. Н. Новиков. – Текст : непосредственный // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2018. – № 4 (32). – С. 159–167.

115. Новиков, Н. Н. Современное оборудование и технические средства обеспечения микроклимата на животноводческих фермах / Н. Н. Новиков, И. Е. Кольчик. – Текст : непосредственный // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 1 (37). – С. 81–88.

116. Овсянникова, О. А. Влияние хронической интоксикации сероводородсодержащего газа на состояние перекисного окисления липидов, оксида азота и индуцибельной NO-синтетазы / О. А. Овсянникова, Т. А. Шишкина. – Текст : непосредственный // Дневник казанской медицинской школы. – 2018. – № 2 (20). – С. 98–102.

117. Определитель бактерий Берджи : в 2 томах. Том 1 / [Р. Беркли, Э. Бок, Д. Бун и др.] ; под ред. Дж. Хоулта [и др.]. – 9-е изд. – Москва : Мир, 1997. – 430 с. – Текст : непосредственный.

118. Особенности поддержания заданных параметров микроклимата для свиноводческих комплексов / А. А. Величков, В. Ю. Соколов, А. П. Козловцев, З. В. Макаровская. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6 (92). – С. 189–193.

119. Оценка параметров фибринолитической системы при воздействии газовых поллютантов / Н. Н. Тризно, Е. В. Голубкина, М. Н. Тризно [и др.]. – Текст : электронный // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 11. – С. 1582. – URL: <https://medconfer.com/files/archive/2016-11/2016-11-7-T-9929.pdf> (дата обращения: 12.07.2024).

120. Оценка продуктивных качеств свиней с применением методов популяционной селекции и молекулярно-генетических маркеров / А. А. Бальников, Н. М. Костомахин, Е. С. Гридюшко [и др.]. – Текст : непосредственный // Главный зоотехник. – 2020. – № 7. – С. 36–49.

121. Павлов, С. А. Параметры микроклимата животноводческих помещений и их влияние на организм животного / С. А. Павлов. – Текст : непосредственный // Климат, экология и сельское хозяйство Евразии : материалы XII Международной научно-практической конференции, 27–28 апреля 2023 года / Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского. – п. Молодежный : Издательство Иркутский ГАУ, 2023. – Том 1. – С. 281–286.

122. Пелых, В. Г. Продуктивность свиней зарубежной селекции / В. Г. Пелых, С. В. Ушакова, М. С. Круподер. – Текст : электронный // Современные научные

исследования и инновации. – 2020. – № 2 (106). – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2020/02/91449> (дата обращения: 12.07.2024).

123. Петриков, А. В. Стратегические направления совершенствования аграрной политики России в условиях санкционного давления / А. В. Петриков. – Текст : непосредственный // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2022. – Т. 235, № 3. – С. 122–133.

124. Петухова, М. С. Теоретико-методологический фундамент цифровой трансформации сельского хозяйства России: базовые понятия и этапы / М. С. Петухова, О. В. Агафонова. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2023. – Т. 23, № 4. – С. 79–89.

125. Пилип, Л. В. Проблема запахового загрязнения атмосферного воздуха животноводческими объектами / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина. – Текст : непосредственный // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2023. – № 2 (18). – С. 9–15.

126. Пилип, Л. В. Роль аммонификаторов в эмиссии аммиака из свиных навозных стоков / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина. – Текст : непосредственный // Известия КГТУ. – 2023. – № 68. – С. 46–54.

127. Пилип, Л. В. Экологическая проблема отрасли свиноводства / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина. – Текст : непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству : XIV Международная научно-практическая конференция : сборник материалов / Алтайский государственный аграрный университет. – Барнаул : РИО Алтайский ГАУ, 2019. – Книга 2. – С. 193–196.

128. Пилип, Л. В. Оценка эффективности микробиологических препаратов для устранения запаха / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, Д. А. Кузнецов. – Текст : непосредственный // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 24–25 апреля 2023 г. / Вятский государственный университет, Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. – Киров : ВятГУ, 2023. – Книга 1. – С. 425–428.

129. Плаксин, И. Е. Перспективные направления развития отрасли свиноводства в России / И. Е. Плаксин, С. И. Плаксин, А. В. Трифанов. – Текст : непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2020. – № 2 (103). – С. 72–81.

130. Плаксин, И. Е. Тенденции и перспективы развития свиноводства в России / И. Е. Плаксин, С. И. Плаксин, А. В. Трифанов. – Текст : непосредственный // АгроЭкоИнженерия. – 2022. – № 1 (110). – С. 155–168.

131. Плаксин, И. Е. Модель автоматизации процесса навозоудаления на свиноферме / И. Е. Плаксин, А. В. Трифанов. – Текст : непосредственный // АгроЭкоИнженерия. – 2021. – № 1 (106). – С. 99–107.

132. Повышение качества свинины / Е. Н. Соловьева, Л. Ю. Топурия, Г. М. Топурия, Л. Н. Трушина. – Текст : непосредственный // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продуктов питания : материалы Всероссийской научно-практической конференции, 17 мая 2017 года / Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева. – Курган : Издательство Курганской ГСХА, 2017. – С. 232–235.

133. Повышение эффективности мясного скотоводства за счёт развития материально-технической базы отрасли / Н. Л. Титов, М. М. Низамутдинов, Н. М. Якушкин, С. М. Яхин. – Текст : непосредственный // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4 (274). – С. 44–48.

134. Попович, С. О. Влияние микроклимата на здоровье свиней / С. О. Попович, О. В. Чепуштанова. – Текст : непосредственный // Современные технологии культивирования, переработки и хранения продукции АПК : сборник тезисов, подготовленный в рамках круглого стола 10 июня 2022 г. / Уральский государственный аграрный университет. – Екатеринбург : Уральский ГАУ, 2022. – Том 1. – С. 81–82.

135. Проблема использования инструментальных методов для контроля запахового загрязнения воздуха / Н. В. Сырчина, Д. А. Кузнецов, Т. Я. Ашихмина [и др.] . – Текст : непосредственный // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с

международным участием, 23–24 апреля 2018 г. / Вятский государственный университет, Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. – Киров : ВятГУ, 2023. – Книга 1. – С. 349–352.

136. Проблемы животноводства в промышленных регионах / И. М. Донник, И. А. Шкуратова, Э. И. Хасина [и др.]. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 3 (95). – С. 49–51.

137. Проблемы загрязнения воздуха в животноводстве и пути их решения / А. Г. Возмилов, В. Б. Файн, Д. В. Астафьев, Л. Н. Андреев. – Текст : непосредственный // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 9 (124). – С. 38–49.

138. Путан, А. А. Установка утилизации тепла с возможностью работы при низких температурах / А. А. Путан. – Текст : непосредственный // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 2 (117). – С. 27–40.

139. Рассолов, С. Н. Биологический способ утилизации свиного навоза / С. Н. Рассолов, О. А. Багно, К. В. Беспоместных. – Текст : непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 11 (110). – С. 220–224.

140. Рожкова, И. С. Окислительный стресс в ткани лимфатических узлов в условиях интоксикации / И. С. Рожкова. – Текст : непосредственный // Современные проблемы науки и образования : [материалы международных научных конференций]. – Москва : Академия Естествознания, 2021. – Том 21. – С. 77–80.

141. Рожкова, И. С. Особенности реакции лимфатических узлов и селезенки крыс на хроническую интоксикацию / И. С. Рожкова, Д. Л. Теплый. – Текст : непосредственный // Scientific achievements of the third millennium : Collection of scientific papers on materials IX International Scientific Conference, 31.05.2019 / International United Academy of Sciences. – Washington : SPC «LJournal», 2019. – Part 2. – P. 56–58.

142. Роль легких в поддержании баланса системы гемостаза на фоне хронического воздействия воздушных поллютантов / Е. В. Голубкина, О. С. Дюкарева, Н. Н. Тризно [и др.]. – Текст : непосредственный // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2018. – № 70. – С. 49–54.

143. Романенко, Л. В. Снижение эмиссии аммиака с помощью стратегий кормления / Л. В. Романенко, В. И. Волгин, З. Л. Федорова. – Текст : непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 5. – С. 121–122.

144. Салихов, Р. Б. Система контроля содержания аммиака в воздухе на агропромышленных комплексах / Р. Б. Салихов, А. А. Зиннатулина, А. В. Павлов. – Текст : непосредственный // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2020. – Т. 16, № 2. – С. 120–126.

145. Самарин, Г. Н. Энергосберегающая технология формирования микроклимата в животноводческих помещениях / Г. Н. Самарин. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 4. – С. 34–37.

146. Саноцкий, И. В. Отдаленные последствия влияния химических соединений на организм / И. В. Саноцкий, В. Н. Фоменко. – Москва : Медицина, 1979. – 231 с. – Текст : непосредственный.

147. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021660460 Российская Федерация. Программа для управления микроклиматом на свиноферме : № 2021619488 : заявл. 16.06.2021 : опубл. 25.06.2021 / С. Н. Костарев, О. В. Кочетова, Т. Г. Середа ; заявитель Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова. – 1 с. – Текст : непосредственный.

148. Семин, А. Н. Продовольственная безопасность как фактор обеспечения российского народосбережения / А. Н. Семин. – Текст : непосредственный // Агропродовольственная политика России. – 2022. – № 2–3. – С. 39–41.

149. Семин, А. Н. Уточнение и развитие отдельных положений Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации / А. Н. Семин. – Текст : непосредственный // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2022. – № 3. – С. 323–333.

150. Смоленцев, С. Ю. Влияние параметров микроклимата на молочную продуктивность коров / С. Ю. Смоленцев, Л. М. Суфьянова. – Текст : непосредственный // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : сбор-

ник статей XVII Международной научно-практической конференции, 24-25 октября 2022 г. / Пензенский государственный аграрный университет. – Пенза : МНИЦ ПГАУ, 2022. – С. 426–429.

151. Смолякова, А. Ю. Влияние разных систем навозоудаления на экологическое состояние окружающей среды / А. Ю. Смолякова. – Текст : непосредственный // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета «Студенческая наука – агропромышленному комплексу» / Горский государственный аграрный университет. – Владикавказ : Горский госагроуниверситет, 2022. – Выпуск 59, часть 1. – С. 198–200.

152. Снижение эмиссии запахообразующих веществ в условиях промышленных свиноводческих предприятий / Ю. Н. Терентьев, Н. В. Сырчина, Т. Я. Ашихмина, Л. В. Пилип. – Текст : непосредственный // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 2. – С. 113–120.

153. Лазарева, М. В. Экспериментальное обоснование влияния хелатных соединений микроэлементов на химический состав мяса перепелов / М. В. Лазарева, Н. А. Шкиль. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2024.1.142. – EDN TUOAIZ // Международный вестник ветеринарии. – 2024. – № 1. – С. 142–154.

154. Соколов, Н. Селекция свиней в товарном репродукторе / Н. Соколов, Н. Зелкова. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2021. – № S1. – С. 13–15.

155. Соляник, А. В. Особенности терморегуляции и обоснование потребности новорожденных поросят в обогреваемой площади / А. В. Соляник. – Текст : непосредственный // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, № 3. – С. 125–129.

156. Соляник, В. А. Оптимизация параметров микроклимата в зоне отдыха поросят / В. А. Соляник. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2019. – № 22–2. – С. 31–36.

157. Способ профилактики массовых респираторных болезней телят вирусно-бактериальной этиологии / П. Н. Сисягин, Е. П. Сисягина, Г. Р. Реджепова,

Д. М. Никулин. – Текст : непосредственный // Ветеринарная патология. – 2012. – № 2 (40). – С. 38–40.

158. Степанова, К. В. Санитарно-гигиеническое обоснование применения препарата «Биологический инактиватор токсичных газов в глубокой подстилке» при респираторных болезнях телят : специальность 06.02.05 «Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза» : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Степанова Ксения Вадимовна. – Троицк, 2019. – 149 с. – Текст : непосредственный.

159. Структура условно-патогенной микрофлоры на животноводческих предприятиях различного профиля / И. М. Донник, А. С. Кривоногова, Н. Б. Мусихина [и др.]. – Текст : непосредственный // Ветеринария Кубани. – 2019. – № 5. – С. 18–21.

160. Структурная схема управления технологическим процессом навозоудаления / В. В. Гордеев, Т. Ю. Миронова, В. Е. Хазанов [и др.]. – Текст : непосредственный // АгроЭкоИнженерия. – 2021. – № 2 (107). – С. 115–125.

161. Структурно-биохимическая реорганизация печени крыс при воздействии сероводородсодержащей газовой смеси / В. А. Шахламов, А. А. Стадников, Т. Г. Солнышкова. – Текст : непосредственный // Морфология. – 2003. – Т. 124, № 4. – С. 84–87.

162. Сырчина, Н. В. Влияние подкисления на эмиссию сероводорода в органических отходах свинокомплексов / Н. В. Сырчина, Л. В. Пилип. – Текст : непосредственный // Проблемы региональной экологии. – 2021. – № 4. – С. 102–106.

163. Сырчина, Н. В. Контроль запахового загрязнения атмосферного воздуха (обзор) / Н. В. Сырчина, Л. В. Пилип, Т. Я. Ашихмина. – Текст : непосредственный // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 2. – С. 26–34.

164. Сырчина, Н. В. Химическая деградация земель под воздействием отходов животноводства / Н. В. Сырчина, Л. В. Пилип, Т. Я. Ашихмина. – Текст : непосредственный // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 3. – С. 219–225.

165. Сырчина, Н. В. Регулирование эмиссии запахообразующих веществ из навозных стоков / Н. В. Сырчина, Л. В. Пилип, Е. П. Колеватых. – Текст : непосредственный // Технологии переработки отходов с получением новой продукции : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Киров, 30 ноября 2022 г. / Вятский государственный университет [и др.]. – Киров : ВятГУ, 2022. – С. 215–217.

166. Лазарева, М. В. влияние органических соединений микроэлементов на продуктивность свиней / М. В. Лазарева. – EDN WIKSFO // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка : материалы Международной научно-практической конференции, Витебск, 02–04 ноября 2023 года. – Витебск: Учреждение образования «Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины», 2023. – С. 210–215.

167. Сырчина, Н. В. Дезодорация свиного навоза, предназначенного для производства удобрений / Н. В. Сырчина, А. С. Шубин, Т. П. Береснева. – Текст : непосредственный // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 5–8 декабря 2016 г. / Вятский государственный университет, Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2016. – Книга 1. – С. 394–397.

168. Сыса, Л. В. Факторы, негативно влияющие на развитие молодняка в условиях свиноводческих хозяйств / Л. В. Сыса, С. А. Сыса, И. А. Субботина. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка : материалы Международной научно-практической конференции (г. Витебск, 02–04 ноября 2022 г. / Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – С. 186–191.

169. Тарасов, С. И. Эффективный способ снижения содержания аммиака в свинарниках / С. И. Тарасов. – Текст : непосредственный // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2019. – № 2 (34). – С. 106–113.

170. Технологические ресурсосберегающие параметры организации процесса навозоудаления / С. А. Кирикович, М. П. Пучка, Н. Н. Шматко [и др.]. – Текст : непосредственный // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы III Международной научно-практической конференции (г. Красноярск, 16–17 мая 2019 г.) / Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, Обособленное подразделение, Красноярский научно-исследовательский институт животноводства. – Красноярск : КрасНИИЖ ФИЦ КНЦ СО РАН, 2019. – С. 153–156.

171. Титова, В. И. Влияние биопрепаратов на эмиссию аммиака из жидкого свиного навоза / В. И. Титова, О. С. Мартянова. – Текст : непосредственный // Агрехимический вестник. – 2022. – № 5. – С. 59–64.

172. Титова, В. И. Эмиссия азота в форме аммиака из разных фракций свиного навоза при использовании биопрепаратов / В. И. Титова, О. С. Мартянова. – Текст : непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 7–2 (121). – С. 80–83.

173. Третьякова, О. Л. Экологические проблемы на предприятиях по производству свинины / О. Л. Третьякова, А. В. Жидкова, А. Н. Романцов. – Текст : непосредственный // Высшая школа: научные исследования : межвузовский международный конгресс : сборник научных статей по итогам работы. – Москва : Инфинити, 2022. – С. 89–93.

174. Тризно, Н. Н. Эколого-физиологические механизмы токсического отека легких при ингаляции сероводородсодержащего газа : специальность 14.00.17 «Нормальная физиология» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Тризно Николай Николаевич. – Астрахань, 1996. – 338 с. – Текст : непосредственный.

175. Трифанов, А. В. Предпосылки к разработке технологического решения для бесстрессового перемещения свиней / А. В. Трифанов, В. И. Базыкин. – Текст : непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 2 (99). – С. 295–301.

176. Трифанов, А. В. Исследование параметров микроклимата в свиноматке / А. В. Трифанов, В. И. Базыкин, Р. М. Ильин. – Текст : непосредственный // Агро-ЭкоИнженерия. – 2021. – № 1 (106). – С. 107–118.

177. Лазарева, В. Применение хелатных соединений микроэлементов и их влияние на физиологический статус свиней / В. Лазарева, Н. А. Шкиль // Вестник НГАУ. – 2025. – № 1 (74). – С. 177–185.

178. Укроженко, Д. С. Влияние температуры на поведение свиней / Д. С. Укроженко, О. В. Чепуштанова. – Текст : непосредственный // Современные технологии культивирования, переработки и хранения продукции АПК : сборник тезисов, подготовленный в рамках круглого стола 10 июня 2022 г. / Уральский государственный аграрный университет. – Екатеринбург : Уральский ГАУ, 2022. – Том 1. – С. 168–169.

179. Уракаева, А. У. Влияние сероводорода на организм животных / А. У. Уракаева. – Текст : электронный // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум – 2019» / Российская Академия Естествознания. – Москва : Академия Естествознания, 2019. – URL: <https://files.scienceforum.ru/pdf/2019/5c1a3bf073047.pdf> (дата обращения: 04.08.2023).

180. Усольцева, М. С. Терморегуляция свиней / М. С. Усольцева, О. В. Чепуштанова. – Текст : непосредственный // Современные технологии птицеводства и мелкого животноводства : сборник материалов круглого стола (8 декабря 2023 года) / Уральский государственный аграрный университет. – Екатеринбург : Ур-ГАУ, 2023. – Часть 1. – С. 197–198.

181. Фомичев, Д. Н. Электрофильтр для очистки воздуха в животноводческих помещениях / Д. Н. Фомичев, А. Г. Пиркин. – Текст : непосредственный //

Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК : материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся (24–26 марта 2021 года) / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – Санкт-Петербург : ФГБОУ ВО СПбГАУ, 2021. – Часть 1. – С. 388–390.

182. Лихошерст, Ю. И. Обоснование необходимости введение в рацион свиней эссенциальных микроэлементов / Ю. И. Лихошерст, М. В. Лазарева. – EDN UTWUOG // Вопросы ветеринарной науки и практики : сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов факультета ветеринарной медицины Новосибирского государственного аграрного университета, Новосибирск, 30 марта 2021 года. – Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 39–42.

183. Фуников, Г. А. Мясная продуктивность молодняка свиней отечественной, канадской и французской селекции / Г. А. Фуников. – Текст : непосредственный // Главный зоотехник. – 2020. – № 10 (207). – С. 42–49.

184. Чебыкина, А. А. Влияние температуры помещений на развитие поросят / А. А. Чебыкина, О. В. Чепуштанова. – Текст : непосредственный // Современные технологии культивирования, переработки и хранения продукции АПК : сборник тезисов, подготовленный в рамках круглого стола 10 июня 2022 г. / Уральский государственный аграрный университет. – Екатеринбург : Уральский ГАУ, 2022. – Том 1. – С. 178–179.

185. Шейко, И. П. Адаптация свиней высокоценных мясных генотипов в условиях промышленной технологии / И. П. Шейко, Л. А. Федоренкова, Р. И. Шейко. – Текст : непосредственный // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 9. – С. 10–12.

186. Шемятин, А. М. Реконструкция животноводческих помещений и трубных систем их вентиляции / А. М. Шемятин. – Текст : непосредственный // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 45. – С. 128–136.

187. Шишкина, Т. А. Патогенетические механизмы нарушения микроциркуляции в легких при хроническом воздействии сероводородсодержащим газом: экспериментальное исследование : специальность 14.00.16 «Патологическая физиология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Шишкина Татьяна Александровна. – Саратов, 2008. – 163 с. – Текст : непосредственный.

188. Шишло, М. А. О значении митохондрий в реакциях организма на действие сероводорода / М. А. Шишло. – Текст : непосредственный // Труды Центрального института курортологии и физиотерапии. Том 29 : Вопросы экспериментальной и клинической курортологии и физиотерапии. – Москва, 1975. — С. 25–28.

189. Юркин, В. В. Определение конструктивных параметров мокрого электрофильтра / В. В. Юркин, Б. В. Жеребцов, Л. Н. Андреев. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4 (102). – С. 175–182.

190. Ягусевич, В. П. Продуктивность свиней датской селекции в условиях промышленной технологии / В. П. Ягусевич, Л. С. Драчук. – Текст : непосредственный // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 1 (10). – С. 86–90.

191. A Bacterial Strain Identified as *Bacillus licheniformis* using Vitek 2 Effectively Reduced NH<sub>3</sub> Emission from Swine Manure / J.-S. Lim, D.-W. Han, S.-R. Lee [et al.]. – Text : direct // Journal of Animal Environmental Science. – 2015. – Vol. 3 (21). – P. 83–92.

192. A critical review of advancement in scientific research on food animal welfare-related air pollution / J. Q. Ni, M. A. Erasmus, C. C. Croney [et al.]. – DOI 10.1016/j.jhazmat.2020.124468. – Text : electronic // Journal of hazardous materials. – 2021. – Vol. 408. – P. 124468.

193. Aerobic solid-state fermentation of the solid fraction of pig slurry / R. Uvarov, E. Shalavina, A. Briukhanov, E. Vasilev. – Text : direct // Agronomy Research. – 2020. – Vol. 2 (18). – P. 1537–1546.

194. Affinity of hyperammonia-producing bacteria to produce bioammonium/ammonia utilizing five organic nitrogen substrates for potential use as an organic liquid fertilizer / B. K. Ward, R. J. Dufault, R. Hassell, M. A. Cutulle. – Text : direct // ACS Omega. – 2018. – Vol. 3 (9). – P. 11817–11822.

195. Air pollution from swine production facilities differing in waste management practice / J. A. Zahn, J. L. Hatfield, Y. S. Do, A. A. Dispirito. – Text : electronic // Proceedings of the Odors and Emission 2000 Conference April 16–19, 2000 / Water Environment Federation. – Cincinnati, 2000. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/228556752\\_Air\\_pollution\\_from\\_swine\\_production\\_facilities\\_differing\\_in\\_waste\\_management\\_practice](https://www.researchgate.net/publication/228556752_Air_pollution_from_swine_production_facilities_differing_in_waste_management_practice) (date of request: 15.06.2024).

196. An overview of engineering approaches to improving agricultural animal welfare / C. Croney, W. Muir, J.-Q. Ni [et al.]. – Text : direct // Journal of Agricultural and Environmental Ethics. – 2018. – Vol. 31. – P. 143–159.

197. Characteristics of PM<sub>2.5</sub> and Its Correlation with Feed, Manure and NH<sub>3</sub> in a Pig-Fattening House / S. Pu, S. Peng, J. Zhu [et al.]. – Text : electronic // Toxics. – 2022. – Vol. 3 (10). – P. 145. – URL: <https://www.mdpi.com/2305-6304/10/3/145> (date of request: 12.07.2024).

198. Characterization of skatole-producing microbial populations in enriched swine lagoon slurry / K. L. Cook, M. J. Rothrock, J. H. Loughrin, K. C. Doerner. – Text : direct // FEMS Microbiology Ecology. – 2007. – Vol. 2 (60). – P. 329–340.

199. Cho, S. Effect of Dietary Protein Levels on Composition of Odorous Compounds and Bacterial Ecology in Pig Manure / S. Cho, O. Hwang, S. Park. – Text : direct // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2015. – Vol. 28. – P. 1362–1370.

200. Ciganek, M. Chemical characterization of volatile organic compounds on animal farms / M. Ciganek, J. Neca. – Text : direct // Veterinarni Medicina. – 2008. – Vol. 12 (53). – P. 641–651.

201. Comparison of microbial communities in swine manure at various temperatures and storage times / J.-S. Lim, S. H. Yang, B.-S. Kim, E. Y. Lee. – Text : direct // Asian–Australasian Journal of Animal Sciences. – 2018. – Vol. 8 (31). – P. 1373–1380.

202. Donham, K. J. Community and occupational health concerns in pork production: a review / K. J. Donham. – DOI 10.2527/jas.2009-2554. – Text : electronic // Journal of animal science. – 2010. – Vol. 13 (88). – P. E102–E111.

203. Effect of environmental exposure to hydrogen sulfide on central nervous system and respiratory function: a systematic review of human studies / E. Lim, O. Mbowe, A. S. Lee, J. Davis. – Text : direct // International journal of occupational and environmental health. – 2016. – Vol. 1 (22). – P. 80–90.

204. Effect of Storage Period on the Changes of Odorous Compound Concentrations and Bacterial Ecology for Identifying the Cause of Odor Production from Pig Slurry / O. H. Hwang, S. B. Cho, D. W. Han [et al.]. – DOI 10.1371/journal.pone.0162714 // PLoS ONE. – 2016. – Vol. 9 (11). – P. e0162714.

205. Effects of Dietary Treatment on Odor and VOCs Emitted From Swine Manure / L. Cai, J. A. Koziel, B. Kerr, S. Trabue. – DOI 10.31274/ans\_air-180814-952. – Text : electronic // Iowa State University Animal Industry Report. – 2009. – Vol. 1 (6).

206. Greenhouse gas and ammonia emission mitigation priorities for UK policy targets / S. Buckingham, C. F. E. Topp, P. Smith [et al.]. – Text : direct // Frontiers of Agricultural Science and Engineering. – 2023. – Vol. 2 (10). – P. 268–280.

207. High concentrations of atmospheric ammonia induce alterations of gene expression in the breast muscle of broilers (*Gallus gallus*) based on RNA-Seq / B. Yi, L. Chen, R. Sa [et al.]. – DOI 10.1186/s12864-016-2961-2 // BMC Genomics. – 2016. – Vol. 1 (17). – P. 598.

208. Katongole, C. B. The Effects of Dietary Crude Protein Level on Ammonia Emissions from Slurry from Lactating Holstein-Friesian Cows as Measured in Open-Circuit Respiration Chambers / C. B. Katongole, T. Yan. – Text : electronic // Animals. – 2022. – Vol. 10 (12). – P. 1243. – URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/10/1243> (date of request: 15.07.2024).

209. Kitamura, M. The unfolded protein response triggered by environmental factors / M. Kitamura. – Text : direct // Seminars in immunopathology. – 2013. – Vol. 3 (35). – P. 259–275.

210. Lei, X. J. H. Effects of different levels of dietary protein with or without plant extract YGF251 on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, fecal microbial shedding, and fecal gas emission in growing pigs / X. J. Lei, S. I. Lee, I. H. Kim. – Text : direct // *Animal science journal*. – 2019. – Vol. 4 (90). – P. 547–553.

211. Liu, M. Ammonium dissociation for swine and dairy cattle manures / M. Liu, D. Giard, S. Barrington. – Text : direct // *Journal of Environmental Protection*. – 2013. – Vol. 4 (5). – P. 6–15.

212. Odor composition analysis and odor indicator selection during sewage sludge composting / Y. Zhu, G. Zheng, D. Gao D. [et al.]. – Text : direct // *Journal of the Air and Waste Management Association*. – 2016. – Vol. 9 (66). – P. 930–940.

213. Rahman, S. Efficacy of a microbial additive in reducing odor, ammonia, and hydrogen sulfide emissions from farrowing-gestation swine operation / S. Rahman, T. DeSutter, Q. Zhang. – Text : electronic // *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. – 2011. – Vol. 3 (13). – URL: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1940/1486> (date of request: 12.07.2024).

214. Review: Ammonia emissions from dairy farms and beef feedlots / A. N. Hristov, M. Hanigan, A. Cole [et al.]. – Text : electronic // *Canadian Journal of Animal Science*. – 2011. – Vol. 1 (91). – P. 1–35. – URL: <https://cdnscepub.com/doi/pdf/10.4141/CJAS10034> (date of request: 15.07.2024).

215. Rothhammer, V. The aryl hydrocarbon receptor: an environmental sensor integrating immune responses in health and disease / V. Rothhammer, F. J. Quintana. – Text : direct // *Nature reviews. Immunology*. – 2019. – Vol. 3 (19). – P. 184–197.

216. Schneider, F. Emissionspotenzial landwirtschaftlicher Tierhaltungen: Milchvieh / F. Schneider, R. Eichelser, S. Naser. – Text : direct // *Landtechnik*. – 2006. – Bd. 4 (61). – S. 218–219.

217. Scientific assessment of animal welfare / P. H. Hemsworth, D. J. Mellor, G. M. Cronin, A. J. Tilbrook. – Text : direct // *New Zealand veterinary journal*. – 2015. – Vol. 1 (63). – P. 24–30.

218. St-Pierre, B. Implications from distinct sulfate-reducing bacteria populations between cattle manure and digestate in the elucidation of H<sub>2</sub>S production during anaerobic digestion of animal slurry / St-B. Pierre, A. G. Wright. – Text : direct // Applied Microbiology Biotechnology. – 2017. – Vol. 13 (101). – P. 5543–5556.

219. Tan, C. L. Regulation of Body Temperature by the Nervous System / C. L. Tan, Z. A. Knight. – Text : direct // Neuron. – 2018. – Vol. 1 (98). – P. 31–48.

220. The neuroscience of adaptive thermoregulation / M. J. Jr. Angilletta, J. P. Youngblood, L. K. Neel, J. M. Vanden Brooks. – Text : direct // Neuroscience Letters. – 2019. – Vol. 692. – P. 127–136.

221. Visek, W. J. Ammonia: Its Effects on Biological Systems, Metabolic Hormones, and Reproduction / W. J. Visek. – Text : direct // Journal of dairy science. – 1984. – Vol. 3 (67). – P. 481–498.

222. Volatile organic compounds at swine facilities: a critical review / J. Q. Ni, W. P. Robarge, C. Xiao, A. J. Heber. – Text : direct // Chemosphere. – 2012. – Vol. 7 (89). – P. 769–788.

223. Whitehead, T. R. Characterization and comparison of microbial populations in swine faeces and manure storage pits by 16S rDNA gene sequence analyses / T. R. Whitehead, M. A. Cotta. – Text : direct // Anaerobe. – 2001. – Vol. 4 (7). – P. 181–187.

224. Whitehead, T. R. Isolation and identification of hyper-ammonia producing bacteria from swine manure storage pits / T. R. Whitehead, M. A. Cotta. – Text : direct // Current Microbiology. – 2004. – Vol. 1 (48). – P. 20–26.

225. Whitehead, T. R. Inhibition of hydrogen sulfide, methane, and total gas production and sulfate-reducing bacteria in in vitro swine manure by tannins, with focus on condensed quebracho tannins / T. R. Whitehead, C. Spence, M. A. Cotta. – Text : direct // Applied microbiology and biotechnology. – 2013. – Vol. 18 (97). – P. 8403–8409.

226. Zhu, J. A review of microbiology in swine manure odor control / J. Zhu. – Text : direct // Agriculture Ecosystems and Environment. – 2000. – Vol. 2 (78). – P. 93–106.