

ФРОЛОВ ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ

**МОРФОЛОГИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ПОДСВИНКОВ
ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В СОСТАВ РАЦИОНОВ ПОЛИСАХАРИДА
ХИТОЗАН**

**4.2.1. ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ,
ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата ветеринарных наук

Саратов – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова»

Научный руководитель: **Зирук Ирина Владимировна**
доктор ветеринарных наук, доцент

Официальные оппоненты: **Мерзленко Руслан Александрович**
доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», профессор кафедры инфекционной и инвазионной патологии, г. Белгород

Гладких Любовь Павловна
кандидат ветеринарных наук, доцент ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», доцент кафедры морфологии, акушерства и терапии, г. Чебоксары

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург.

Защита диссертации состоится « » декабря 2025 года в 09:00 на заседании диссертационного совета 35.2.035.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», по адресу: 410005, г. Саратов, ул. Соколова, 335, УК № 3, диссертационный зал. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Вавиловский университет и на сайте www.vavilovsar.ru.

Отзывы направлять ученому секретарю диссертационного совета 35.2.035.02 по адресу: 410012, г. Саратов, просп. им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3., ФГБОУ ВО Вавиловский университет; e-mail: vetdust@mail.ru

Автореферат разослан «___» октября 2025 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Егунова Алла Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Выращивание свиней для получения мясной продукции с каждым годом расширяет свои границы и непрерывно связывает, развивая и совершенствуя новые методы и технологии ведения отрасли. В современных условиях ведения промышленного свиноводства наблюдается увеличение поголовья свиней, следовательно, и производители наращивают объемы производимой продукции [Ушакова Н.А. и др., 2019; Федоров Ю.Н. и др., 2000; Топурия Л.Ю., 2009, 2013; Дежаткина С.В., 2013, Стекольников А.А. и др., 2021].

В условиях сложного современного ведения отрасли свиноводства чаще всего используют кормовые подкормки или добавки в минимальном количестве, что негативно отражается на получении достаточного качества продукции животных, и эффективность усвоения поглощаемых животными кормов снижается, как следствие, приводит к использованию дешевых добавок, например, полисахаридов [Фисинин В.И., 2008; Топурия Л.Ю., 2009; Дежаткина С.В., 2011]. Полисахариды – составляющие структуры многих организмов, проявляющихся изолированно и в составе различных комплексов с жирами, белками или нуклеиновыми кислотами [Рысмухамбетова Г.Е., 2005, 2006].

Под термином «полисахариды» принято понимать высокомолекулярные продукты поликонденсации моносахаридов, связанные друг с другом гликозидными связями, которые образуют линейные или разветвленные цепи [Burchard, W., 2005].

Указанные соединения могут различаться по локализации в клетках, их строению, физическим или химическим свойствам. За последние десятилетия новый спектр микробных продуктов, так называемых, полисахаридов, значительно увеличился, при этом значительно важен промышленности. Полисахариды также используются в качестве альтернатив для различных синтетических или природных водорастворимых полимеров [Bajaj M., 2011; Li Y. et al., 2020; Kumari S. et al., 2015; Рысмухамбетова Г.Е., 2005].

Результаты исследований многих авторов доказывают, что более оптимальное использование полисахаридов в рационах разных видов животных в определенном соотношении или растворенном виде [Чичерин И.Ю. и др., 2015; Ушакова Н.А. и др., 2019; Федоров Ю.Н. и др., 2000]. Биологическая роль полисахаридов достаточно разнообразна, поэтому продолжительное время полисахариды и их комплексы рассматривают, как наиболее перспективное направление в ветеринарной животноводческой отраслях. По данным, полученным Шамшуриным Д.В. (2004) и авторами: «хитозан способен индуцировать устойчивость к вирусным болезням у растений, ингибировать вирусные инфекции у животных и служить барьером для развития фаговых инфекций в зараженной культуре микроорганизмов».

Полисахарид хитозан, по мнению Бакаевой Л.Н. и Топурия Г.М., (2011), а также Горовой Л.Ф. и Косякова В.Н. (2002) «обладает уникальным свойством соединять в общую структуру элементы материалов различного влагосодержания: сухих со средней влажностью и увлажнённых структур. Бактерицидное действие хитозана способствует его положительному применению при хранении пищевой продукции». Бикмиев Д.Р. и Седых Т.А. (2013), считают, что «хитозан способен выводить из организма тяжёлые металлы и оказывать радиопротекторное действие, которое было изучено и оценено в экспериментах на лабораторных и сельскохозяйственных животных, потребляемых пораженные корма».

В последнее время отрасль животноводства достаточно часто и распространённо использует кормовые добавки, состоящие из полисахаридов, в том числе и хитозана. В изучаемых нами литературных источниках имеются не информативные, часто недостаточные или вообще противоречивые сведения по динамике морфометрических и морфологических показателей органов пищеварительного канала лабораторных животных и свиней при включении в состав рационов полисахарида хитозан, что и послужило основанием при выборе темы данной диссертационной работы.

Степень разработанности темы. В настоящее время морфологическое строение пищеварительного канала свиней освещено достаточно в научных трудах Мухамадьяровой А.Л. (2008); Гоноховой М. (2008); Самылиной В.А. (2009); Воробьевым Д.В., Воробьевым

В.И. (2011); Орловой Т.Н. (2017); Мысик А.Т. (2017); Овчинниковым А.А. (2017); Омаровым Р.Ш. (2017); Салаутиным В.В. и др. (2013, 2017, 2019); Обуховой А.В., Семеновым В.Г. (2020); Гладких Л.П., Успешным А.В. (2020); Шинкаревич Н.А., Карпенко Л.Ю., Бахта А.А. (2021, 2022). Характеристикой и изучением биологического влияния на организм животных различных полисахаридов занимались отечественные и зарубежные авторы Яхина А. и др. (2000); Рысмухамбетова Г.Е. (2005, 2006); Минаев С.А. (2005); Суркова Н.А. (2007); Шкатов М.А. (2008); Фисинин В.И. (2008); Топурия Л.Ю. (2009); Козлов А.С. и др. (2010); Kumirska J. (2010); Пасько М.В., Миллер Е.А., Зирук И.В., Рысмухамбетова Г.Е. (2010); Schmid J. (2015); Косолапов А.В., Буряков Н.П., Прохоров Е.О. (2015); Сагитова М.Г. (2015); Косолапов А.В. (2016, 2017).

Цель и задачи исследований. Цель работы – определить оптимальную дозу положительного влияния полисахарида хитозан на гомеостаз лабораторных животных и дать комплексную морфологическую оценку влияния полисахарида на пищеварительный канал подсвинков.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

1. изучить влияние полисахарида хитозан на рост и развитие, общий гомеостаз лабораторных животных – крыс и определить оптимальную дозу, положительно влияющую на физиологическое состояние крыс;
2. изучить органо– и морфометрические параметры печени, желудка, тонкой и толстой кишок подсвинков при добавлении в рационы полисахарида хитозана;
3. определить морфологические и микроморфометрические изменения в печени, желудке, тонкой и толстой кишках у подсвинков при добавлении в рационы полисахарида хитозана;
4. изучить влияние полисахарида хитозана на морфо– и биохимические характеристики крови подсвинков;
5. определить состояние микробиома кишечника при добавлении в рационы полисахарида хитозана;
6. обосновать экономическую эффективность использования полисахарида хитозана.

Научная новизна и ценность полученных результатов. Впервые в условиях Поволжского региона были получены новые данные исследований по положительному влиянию полисахарида хитозана на общий гомеостаз организма крыс в дозе 0,03г/кг, а также доказана его положительная роль на морфологические характеристики органов пищеварительного канала подсвинков в возрастном аспекте. Выявлена положительная динамика массовых и линейных характеристик органов пищеварительного канала подсвинков при добавлении в корма полисахарида хитозан. В результате проведенного исследования приобретены новые данные по морфо– и гистологическим показателям органов пищеварительного канала, морфо– и биохимическим характеристикам крови у подсвинков и коррекции микробиома кишечника.

Теоретическая и практическая и значимость работы. Результаты проведенной диссертационной работы по изучению влияния природного полисахарида хитозан на организм подсвинков относятся к исследованиям прикладного характера, которые дополняют и расширяют морфологические характеристики органов пищеварительного канала, морфо– и биохимическим данным крови при введении природного полисахарида хитозан подсвинкам, способствуя положительной оценки общего гомеостаза изучаемых животных и позволяют сделать заключение о высокоэффективных, происходящих в их организме естественных процессах. Положительное влияние природного полисахарида хитозана на морфологические параметры печени, желудка, тонкой и толстой кишок подсвинков может способствовать повышению производственных и экономических показателей в хозяйствах.

Данные, полученные нами в результате проведенной диссертационной работы, внедрены в практическую деятельность в хозяйствах ООО «Ягоднополянское» Татищевского района Саратовской области; ООО «Эксперт» и ИП «Федоров А.В.» Ульяновского района Ульяновской области; ООО «АПК – Рязань» площадка №–2 «Дорашивание, откорм» д. Моловка Кораблинского района, Рязанской области и на

племенном свиноводческом комплексе ООО «Агрофирма «Рубеж» Пугачевского района Саратовской области.

Материалы проведенных исследований расширяют и дополняют имеющиеся данные по морфологическим характеристикам органов пищеварительного канала, а также будут востребованы при изучении и уточнении параметров возрастной морфологии. Полученные результаты используются в учебном процессе при чтении лекций, проведении лабораторных и практических занятий по дисциплинам морфологического и клинического цикла, в практическом обучении, а также в научно–исследовательской работе студентов, аспирантов и докторантов в ФГБОУ ВО Вавиловский университет, а также ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ и ФГБОУ ВО Московская ГАВМиБ им. К.И. Скрябина.

Методология и методы исследований. Методологическим подходом к решению поставленных задач явилось комплексное изучение общего гомеостаза и морфометрических параметров органов пищеварительного канала подсвинков, анализ и обобщение полученных результатов.

Объектом исследований служило изучение влияния полисахарида хитозан на подсвинков крупной белой породы.

При проведении исследований нами применялись стандартные зоотехнические, гематологические, биохимические и морфологические методы с использованием современного оборудования лабораторий ФГБОУ ВО Вавиловском университете. Производственный опыт проводили в условиях свиноводческого комплекса ООО «Агрофирма «Рубеж» Пугачевского района Саратовской области. Полученные результаты подвергались статистическому анализу с помощью определения достоверности критерия (t) Стьюдента.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Определение оптимальной дозы полисахарида хитозан и её влияние на рост, развитие и гомеостаз лабораторных животных;
2. Добавление природного полисахарида хитозан способствует нормализации морфологических и морфометрических характеристик печени, желудка, тонкой и толстой кишок подсвинков;
3. Применение полисахарида хитозана повышает интенсивность роста, органомерические и весовые параметры, морфо– и биохимические характеристики подсвинков;
4. Влияние полисахарида хитозан на микробиом кишечника;
5. Использование в составе кормов подсвинкам полисахарида хитозана улучшает экономические и производственные показатели хозяйства.

Степень достоверности и апробация результатов. Научные исследования по теме диссертационной работы проведены на современном сертифицированном оборудовании для морфологических исследований в лабораториях Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова» на животных достаточной численности. Подтверждение полученных данных проводили с помощью определения достоверности критерия (t) Стьюдента.

Основные результаты проведенных исследований были апробированы на конференциях различного уровня: ФГБОУ ВО Вавиловский университет (Саратов, 2021 – 2024); Международной научно – практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны» (Санкт Петербург, 2022, 2024); Днях студенческой ветеринарной науки XVIII Международной научно–практической конференции: Аграрная наука – сельскому хозяйству (Барнаул, 2023); II Всероссийской студенческой научно–практической конференции (Киров, 2023); VII Международной студенческой научной конференции: в мире научных открытий (Ульяновск, 2023); XVIII Всероссийской студенческой научной конференции: Студенческая наука – взгляд в будущее (Красноярск, 2023); Всероссийской (национальной) научно–практической конференции (Нижний Новгород, 2024); II Международной научно–практической конференции: Современные научные тенденции в ветеринарии (Пенза, 2024); Международной научно–практической

конференции «Теория и практика клинической биохимии и лабораторной диагностики», посвященной 105-летию кафедры биохимии и физиологии СПбГУВМ (Санкт-Петербург, 2024); конкурсе «Серебряный микроскоп» получен диплом второй степени в рамках XXXIII Международного ветеринарного конгресса (Москва, 2025).

Публикации результатов исследований. По теме диссертационной работы опубликовано 16 научных работ, в том числе 4 статьи в журналах, рецензируемых перечнем ВАК РФ, 1 в издании, входящем в международный перечень Scopus, получено свидетельство о государственной регистрации базы данных. Общий объем публикаций 2,1 п.л., из которых 1,8 п.л. принадлежат лично соискателю.

Личный вклад. Диссертационная работа включает в себя исследования, проведенные в период с 2021 по 2024 год. Оба этапа эксперимента по изучению влияния природного полисахарида хитозан на организм лабораторных животных – беспородных крыс и свиней, организованы и проведены автором лично, схемы опытов, применение полисахарида хитозана, отбор проб и кусочков внутренних органов для дальнейшего изучения, сбор и анализ полученных результатов обоих этапов эксперимента проводились непосредственно автором диссертации. По результатам полученных данных написаны научные труды, сформированы презентации и составлены к ним доклады для публичных выступлений на конференциях различного уровня.

Соответствие работы паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология по пунктам 11 и 21.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 135 страницах компьютерного текста и включает в себя введение, обзор литературы, собственные исследования, обсуждение результатов исследования, заключение, практические предложения, перспективы дальнейшей разработки темы, списка использованной литературы, состоящего из 184 источника, 43 из которых – зарубежные авторы. Работа иллюстрирована 16 таблицами, 39 рисунками и 6 приложениями.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ МЕТОДОЛОГИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по диссертационной работе проведены в период с 2021 по 2025 год на базе морфологической лаборатории кафедры «Морфология, патология животных и биология» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова».

Научные исследования проведены в два этапа (рисунок 1).

Первый этап проведен в условиях ветеринарной клиники ФГБОУ ВО Вавиловский университет. В ходе проведения первого этапа исследований определяли биологическую безопасность полисахарида хитозан на организме лабораторных животных – беспородных крысах. Влияние хитозана изучали на клинически здоровых лабораторных животных – 15 самцах крыс весом в среднем 300г. Контрольную группу животных кормили согласно общепринятой рецептуре полнорационных комбикормов для крыс, находящихся в краткосрочных экспериментах.

Возраст крыс на начало опытного периода составлял шесть месяцев, к концу – 7,5 месяцев, опыт длился 45 суток. Животные были разделены на три группы: контрольная и две опытные. Все животные из эксперимента были выдержаны на карантине – три недели (21 день), которые на данном этапе получали корма, предварительно зараженные микотоксинами (лабораторно подтвержденный – афлотоксин). Корма заражали микотоксинами с целью смоделировать нарушение пищеварения у всех животных опыта и провести анализ, какое влияние полисахариды оказывают на процессы пищеварения у подопытных животных. Лабораторным животным (крысам) 1-й опытной группы давали полисахарид – хитозан в дозе 0,03г/кг массы животного, 2-й – хитозан (доза 0,05г/кг массы животного).

Животные контрольной группы содержались в повседневных условиях клиники и получали аналогичные корма. Крысы опытных групп получали хитозан однократно, утром с водой. Все животные эксперимента ежедневно подвергались взвешиванию, внешнему осмотру с

контролем за поведением, состоянием наружного покрова и видимых слизистых оболочек. Для контроля за общим гомеостазом организма лабораторных животных отбирали кровь в начале и в конце эксперимента для изучения морфологических и биохимических показателей, утром, натощак, которую консервировали 5% раствором цитрата натрия на водной основе. Кровь изучали в лаборатории УНТИЦ «Ветеринарный госпиталь» ФГБОУ ВО Вавиловский университет. Состояние морфологических показателей изучали на гематологическом анализаторе PCE – 90Vet, а биохимические – с помощью биохимического анализатора BioChem –SA. Убой лабораторных животных проводили в конце опыта – 7,5 месячном возрасте.



Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Определение микробной обсеменённости содержимого толстой кишки у крыс осуществляли в конце эксперимента. Пробы изучали в условиях кафедры «Микробиология и биотехнология» Вавиловского университета и в условиях лаборатории Энитест г. Москва.

По результатам первого этапа исследований было принято решение о проведении второго этапа для изучения влияния полисахарида хитозана на организм продуктивных животных – подсвинков в дозе 0,03 г/кг массы животного. Второй этап – научно-производственный опыт проведен в условиях ООО «Агрофирмы «Рубеж» Пугачевского района Саратовской области. По принципу аналогов было сформировано две группы подсвинков крупной белой породы: контрольная и опытная по 15 голов в каждой группе со средней живой массой 36,5кг. Животные содержались в общепринятых условиях агрофирмы. В контрольной группе использовали основной рацион агрофирмы, сбалансированный по питательным веществам. К основному рациону опытной группы ежедневно с водой добавляли полисахарид хитозан в дозе 0,03г/кг массы животного. Возраст животных на начало опыта составлял 3-и месяца, к концу – 7 месяцев. Комбикорма были изготовлены в условиях ООО «Агрофирмы «Рубеж», где учитывали суточную потребность свиней в питательных веществах.

Ежедневно, на протяжении всего второго этапа эксперимента, проводили взвешивание подсвинков на весах с ценой деления 0,1г. В 3-х, 5-и и 7-и месячном возрасте отбирали пробы крови свиней из латеральной ушной вены и её консервировали 5% раствором цитрата натрия. Морфологические показатели исследовали на гематологическом анализаторе PCE-90Vet и на биохимическом BioChem-SA.

Убой животных проведен в середине – в 5-и месячном возрасте и конце эксперимента – 7-и месяцев. В продуктах проведенного убоя нами было изучено: органомерические и линейные параметры желудка, тонкой и толстой кишок, а также печени. Указанные кусочки отбирали для гистологического и морфометрического изучения фиксировали в 10% водном нейтральном растворе формалина. Весовые показатели: желудка (без содержимого) и печени изучали с точностью до 0,1г на весах. Линейные параметры слоистых органов пищеварительного аппарата осуществляли мерной лентой с ценой деления 0,1см. В тонкой и толстой кишках отбор кусочков проводили из краниальных, медиальных и каудальных отделов. Отобранные материалы в результате убоя, изучали по общепринятым методикам, изложенным в методическом руководстве «Морфологические исследования в ветеринарных лабораториях». Отбор проб для определения микробиоценоза содержимого толстой кишки подсвинков осуществляли в середине и конце 2 этапа эксперимента – в 5-и 7-и месячном возрасте. Пробы изучали в условиях микробиологической лаборатории кафедры «Микробиология и биотехнология» Вавиловского университета и в условиях лаборатории Энитест г. Москва. Цифровой материал изучали при помощи определения достоверности статической обработки критерия (t) Стьюдента.

Влияние полисахарида хитозан на динамику роста и развития, общего гомеостаза организма лабораторных животных

Все лабораторные животные были достаточно активными, их кожные покровы чистые, без каких – либо видимых нарушений. В процессе проведения исследований происходило увеличение массы как у опытных, так и контрольных животных (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика живой массы лабораторных животных, г (n=15)

Возраст крыс, неделя	Показатели		
	Группа		
	Контроль	1-я опытная 0,05 г/кг Хитозан	2-я опытная 0,03 г/кг Хитозан
1 неделя	302,5±3,02	300,5±3,04	301,2±3,13
2 неделя	310,7±3,12	314,1±3,11	314,5±3,07
3 неделя	318,6±2,07	334,5±3,04	331,4±4,01
4 неделя	321,6±3,11	339,3±4,01	340,1±3,12
5 неделя	323,0±3,05	345,3±3,03	347,3±2,03
6 неделя	332,3±3,08	373,2±3,06*	373,5±3,04*

Примечание: *P>0,05 с контролем

В начале эксперимента живая масса у всех групп лабораторных крыс находилась на стабильно одинаковом уровне и в среднем составляла – 301,9г. К середине эксперимента наибольший показатель живой массы был у животных 2-й опытной группы и составлял 340,1±3,12г, что выше контроля на – 5,4%, а разница между 1-й опытной группой минимальная –1–2г. К концу эксперимента динамика превосходства живой массы крыс, получавших полисахарид хитозан, сохранилась. Живая масса крыс 2-й опытной группы в конце эксперимента превышала аналогов контроля на 11,0%. В начале эксперимента живая масса у всех групп лабораторных крыс находилась на стабильно одинаковом уровне и в среднем составляла – 301,9г. К середине эксперимента наибольший показатель живой массы был у животных 2-й опытной группы и составлял 340,1±3,12г, что выше контроля на – 5,4%, а разница между 1-й опытной группой минимальная –1–2г. К концу эксперимента динамика превосходства живой массы крыс, получавших полисахарид хитозан, сохранилась. Живая масса крыс 2-й опытной группы в конце эксперимента превышала аналогов контроля на 11,0%.

Гематологические показатели крови крыс по проведенному первому этапу эксперимента представлены в таблице 2. Количество эритроцитов у крыс всех подопытной групп в начале эксперимента находилась на относительно одинаковом уровне – $6,67 \cdot 10^{12}/л$. К середине

эксперимента, анализируемый нами показатель у крыс контрольной группы равнялся – $6,20 \pm 0,04 \cdot 10^{12}/л$, у крыс 1-й опытной – $8,25 \pm 0,02 \cdot 10^{12}/л$, во 2-й – $8,69 \pm 0,01 \cdot 10^{12}/л$. Количество эритроцитов в конце эксперимента у крыс 1-й опытной группы на 74,9% и во 2-й на – 71,1% было выше по сравнению с аналогами контрольной группы.

Таблица 2 – Морфологические и биохимические показатели крови крыс (n=15)

Показатели	Период								
	Начало эксперимента			Середина эксперимента			Конец эксперимента		
	Контр оль	1-я опытн ая	2-я опытн ая	Контр оль	1-я опытн ая	2-я опытна я	Контр оль	1-я опытна я	2-я опытна я
Эритроциты, $10^{12}/л$	6,45 $\pm 0,01$	6,80 $\pm 0,12$	6,82 $\pm 0,14$	6,20 $\pm 0,04$	8,25 $\pm 0,02^*$	8,69 $\pm 0,01^*$	6,26 $\pm 0,11$	8,35 $\pm 0,13^*$	8,80 $\pm 0,09^*$
Гематокрит	38,30 $\pm 0,32$	38,70 $\pm 0,21$	38,10 $\pm 0,27$	40,10 $\pm 0,31$	41,00 $\pm 0,35$	41,30 $\pm 0,21$	41,60 $\pm 0,71$	45,70 $\pm 0,54^*$	46,70 $\pm 0,66^*$
Гемоглобин, г/л	120,10 $\pm 2,37$	121,80 $\pm 2,16$	120,10 $\pm 2,43$	128,10 $\pm 2,31$	130,40 $\pm 2,16$	130,10 $\pm 2,11$	131,00 $\pm 2,24$	135,50 $\pm 2,24^*$	135,80 $\pm 2,32^*$
Лейкоциты, $10^9/л$	12,19 $\pm 0,45$	12,31 $\pm 0,32$	12,34 $\pm 0,47$	12,10 $\pm 0,28$	9,65 $\pm 0,61^*$	9,44 $\pm 0,37^*$	10,43 $\pm 0,43$	6,57 $\pm 0,19^*$	6,62 $\pm 0,12^*$
Общ. белок, г/л	68,20 $\pm 1,15$	68,40 $\pm 1,19$	68,80 $\pm 1,21$	69,20 $\pm 1,18$	69,80 $\pm 1,27$	71,30 $\pm 1,27$	70,80 $\pm 1,41$	72,20 $\pm 1,48$	72,80 $\pm 1,45$
АЛТ, ед/л	51,60 $\pm 0,51$	52,10 $\pm 0,27$	52,20 $\pm 0,41$	52,00 $\pm 0,71$	54,50 $\pm 0,53$	57,3 $\pm 0,49^*$	53,10 $\pm 0,12$	58,50 $\pm 0,44^*$	58,40 $\pm 0,45^*$
АСТ, ед/л	40,30 $\pm 0,24$	42,00 $\pm 0,21$	42,10 $\pm 0,64$	42,10 $\pm 0,46$	43,20 $\pm 0,51$	45,50 $\pm 0,32^*$	44,10 $\pm 0,37$	46,50 $\pm 0,41$	46,50 $\pm 0,73$
Альбумины, г/л	28,40 $\pm 0,52$	29,00 $\pm 0,53$	29,00 $\pm 0,61$	29,30 $\pm 0,54$	31,00 $\pm 0,62$	33,10 $\pm 0,44$	31,50 $\pm 0,65$	32,30 $\pm 0,51$	32,80 $\pm 0,61$
Глобулины, г/л	39,80 $\pm 0,50$	39,40 $\pm 0,51$	39,80 $\pm 0,54$	39,90 $\pm 0,61$	38,80 $\pm 0,72$	38,20 $\pm 0,55$	39,30 $\pm 0,62$	39,90 $\pm 0,75$	40,10 $\pm 0,81$
Мочевина, ммоль/л	4,10 $\pm 0,03$	5,20 $\pm 0,05^*$	5,10 $\pm 0,08^*$	5,10 $\pm 0,09$	6,30 $\pm 0,04^*$	6,00 $\pm 0,07$	5,50 $\pm 0,23$	7,10 $\pm 0,17$	7,10 $\pm 0,43$
Билирубин, мкмоль/л	0,81 $\pm 0,05$	0,83 $\pm 0,04$	0,81 $\pm 0,03$	0,84 $\pm 0,07$	1,40 $\pm 0,06$	1,20 $\pm 0,08$	0,85 $\pm 0,05$	1,90 $\pm 0,04$	1,70 $\pm 0,03$

Примечание: * $p \leq 0,05$ с контролем

Уровень гемоглобина у всех изучаемых нами групп крыс в начале эксперимента находился на относительно равном уровне, составляя – 120,60 г/л. В конце эксперимента наблюдалась картина значительного превосходства у крыс 1-й и 2-й опытной групп над аналогами контроля на: 4,5 и 4,8 г/л ($p > 0,05$) соответственно

В начале эксперимента количество лейкоцитов во всех группах эксперимента находилось на стабильном уровне составляя – $12,30 \cdot 10^9/л$. На протяжении всего эксперимента количество лейкоцитов снижалось. В конце проводимого эксперимента изучаемый показатель составлял: в контроле – $10,43 \pm 0,17 \cdot 10^9/л$, у животных 1-й опытной группы – $6,57 \pm 0,19 \cdot 10^9/л$ и во 2-й – $6,62 \pm 0,12 \cdot 10^9/л$ соответственно.

Снижение количества лейкоцитов в опытных группах крыс указывает на то, что добавляемый полисахарид хитозан обладает противовоспалительной функцией, и, по нашему мнению, способствует нормализации метаболических процессов и снижению воспалительного процесса пищеварительного канала в опытных группах, которые наблюдались в начале эксперимента во всех изучаемых группах животных в минимальном количестве. В контрольной группе животных картина изменилась минимально, наличие воспалительных процессов осталось на аналогичном уровне.

К концу эксперимента концентрация общего белка увеличивалась на 1,9% в 1-й опытной группе и на 2,9% во 2-й группе соответственно по сравнению с аналогами контроля.

Концентрация альбуминов на начало исследования в среднем составляла $28,88 \pm 0,56$ г/л. В ходе проведения исследования наблюдали положительную динамику в увеличении к концу опытного периода концентрация альбуминов, которая в среднем составляла $32,28 \pm 0,55$ г/л.

Концентрация глобулинов на начало эксперимента в среднем составляла $39,80 \pm 0,52$ г/л. К концу опытного периода наблюдали увеличение анализируемого показателя и значение в среднем составило $39,60 \pm 0,75$ г/л.

Соблюдая методику проведения первого этапа эксперимента, проводили убой лабораторных животных, согласно рекомендации по деонтологии медико-биологических экспериментов – 7,5 месячном возрасте (конец эксперимента). При вскрытии проводили контроль за внешним состоянием внутренних органов.

В ходе проведения послеубойной экспертизы внутренних органов крыс всех подопытных животных выявили некоторые изменения. Тушки крыс контрольной группы слабо обескровлены, упругость мышц недостаточно выражена, последние на разрезе темно-красного цвета. Внутренние органы брюшной и грудной полостей лабораторных животных без видимых изменений их структуры. Строма лимфатических узлов на разрезе дряблая и достаточно рыхлая. Паренхиматозные органы – селезенка, печень и легкие достаточно выраженной плотной структуры. Макроструктура изучаемых органов у животных опытных сохранена. Органы пищеварительной системы с наружной поверхности темно-синей окраски. На разрезе слизистая оболочка кишок и желудка была темно-розового цвета, их содержимое в достаточном количестве с неперевавшими частицами корма, жидкой консистенции. В содержимом толстой кишки наблюдали признаки дисбактериоза: консистенция каловых масс жидкая, содержит примеси слизи, а также гнилостного запаха кала.

Тушки крыс опытных групп хорошо обескровлены, запах на поверхности разреза и внутри его специфический, мышцы умеренно упругой консистенции, последние на разрезе бледно-розового цвета, немного влажные. Паренхима лимфатических узлов плотной консистенции, без видимых изменений. Внутренние органы грудной и брюшной полостей без видимых визуальных изменений. Макроструктура печени и легких у животных опытных групп сохранена. Органы пищеварительной системы с наружной поверхности блестящие, гладкие, светло-розового цвета. Видимые кровеносные сосуды незначительно кровенаполнены. На разрезе слизистая оболочка кишок и желудка была светло-розового цвета, консистенция толстых кишок содержит кашицеобразные неперевавшие частицы корма в минимальном количестве.

В ходе проведения первого этапа исследований нами был изучен микробиоценоз внутреннего содержимого толстой кишки крыс и результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Микробиоценоз содержимого толстой кишки у крыс (n=15)

Вид микроорганизмов, КОЕ/г	Конец эксперимента		
	Контроль	1-я опыт	2-я опыт
Бифидобактерии	10^4	10^6	10^7
Лактобактерии	10^4	10^6	10^7
Клостридии	10^3	10^2	10^2
E.coli типичные	10^7	10^5	10^5
E.coli лактозонегативные	10^6	10^4	10^3
Enterobacter sp.	10^6	10^4	10^3
Золотистый стафилококк	10^5	10^4	10^3
Энтерококки	10^8	10^4	10^4
Грибы рода Candida	10^3	–	–

Содержание лакто- и бифидобактерий к концу опыта повышалось в опытных группах и составляло 10^7 и 10^6 КОЕ/г, в контроле изучаемые показатели были значительно ниже и также у них наблюдали признаки дисбактериоза толстой кишки.

Стабильное количество клостридий присутствовало у крыс обеих опытных групп в пределах 10^2 КОЕ/г. Кишечная палочка фиксировалась у крыс всех подопытных групп первого этапа эксперимента. В контрольной группе количество изучаемого микроорганизма составляло – 10^7 КОЕ/г, в опытных группах – 10^5 КОЕ/г. Грибы рода кандиды выявили у крыс интактной группы – 10^3 КОЕ/г, в опытной группе грибы в конце опыта отсутствовали. По нашему мнению, применение полисахарида хитозан в корма крыс опытных групп препятствовало развитию у них патогенных грибов.

Аналогичную картину снижения наблюдали к концу эксперимента по золотистому

стафилококку и энтерококкам у крыс опытных групп. Изучая микробиоценоз толстой кишки крыс нами выявлено, что добавление в состав кормов полисахарида хитозан оказывает позитивное влияние на изучаемый показатель и увеличивает устойчивость показателей микробиота к патогенным факторам.

Изменение морфологических показателей организма подсвинков под влиянием полисахарида хитозан

По результатам проведенного первого этапа эксперимента, установлено, что добавление полисахарида хитозана в минимальном количестве (0,03 г/кг) положительно влияет на организм лабораторных животных, поэтому принято решение провести второй этап исследований на сельскохозяйственных животных – подсвинках с добавлением в их состав рациона полисахарида хитозан в дозе 0,03 г/кг.

Второй этап – научно–производственный опыт проведен на подсвинках крупной белой породы в условиях ООО «Агрофирмы «Рубеж» Пугачевского района Саратовской области. Весовые параметры желудка у подсвинков второго этапа эксперимента в 7–и месячном возрасте различались. Масса желудка у животных научно–производственного опыта в конце исследований в 1–й опытной группе превышала на 8,05% таковые данные группы контроля.

Таблица 4 – Показатели веса внутренних органов подсвинков после убоя (n=10)

Орган	7 мес.	
	Контроль	Опыт
Желудок, гр	698,00±4,41	759,10±4,43*
Тонкая кишка, м	18,78±0,77	19,73±0,76
Толстая кишка, м	6,03±0,03	6,22±0,02
Печень, гр	1680,20±9,68	1870,00±9,74*
Почки, гр	239,00±2,44	280,30±2,47*
Селезенка, гр	62,10±0,73	75,20±0,84*
Сердце, гр	220,40±2,54	240,10±2,53*
Лёгкие, гр	720,50±5,37	780,80±5,39*

Примечание: * $p \leq 0,05$ с контролем

Данные таблицы 4 указывают на то, что у подсвинков опытной группы в конце эксперимента линейные показатели тонкой кишки находились в пределах 19,73±0,76м, что на 4,8% выше, чем в контроле, соответственно. Показатель длины толстой кишки у подсвинков опытной группы составлял 6,22±0,02м, что на 3,05% больше, чем в контроле. Существенная разница наблюдалась по показателю массы печени. Так, масса печени у животных опытной группы превосходит своих аналогов контроля на 10,2%, что, по нашему мнению, данное превосходство указывает на увеличение, связанное с возрастными особенностями организма подсвинков опытной группы.

Результаты массовых показателей тела подсвинков второго этапа эксперимента представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнение показателей живой массы и среднесуточных приростов подсвинков (n=30)

Показатели	Контроль	Опыт
Средняя живая масса в начале опыта, кг.	36,5±0,54	36,9±0,58
Средняя живая масса в середине опыта, кг.	72,2±0,77	81,0±0,76*
Средняя живая масса в конце опыта, кг.	84,6±1,02	101,3±1,14*
Абсолютный прирост, кг.	48,1±0,48	56,8±0,55*
Среднесуточный прирост, г.	400,8±5,02	536,6±5,04*

Примечание: * $p \leq 0,05$ с контролем

Средняя живая масса подсвинков изучаемых групп опыта варьировала. В начале эксперимента живая масса (таблица 5) у подсвинков в контроле соответствовала 36,5±0,54 кг, в опытной – 36,9±0,58 кг. К 5–и и 7–и месячному возрасту наблюдали увеличение изучаемого параметра и максимально показатель – 101,3±1,14 кг наблюдали в опытной группе. Анализируя данные таблицы 5, можно заключить, что за период проведения научно–производственного

опыта наилучший среднесуточный прирост наблюдался у животных опытной группы – $536,6 \pm 5,04$ ($p > 0,05$) г и был выше контроля на 135,8 грамма.

Анализируя органомерические и весовые показатели следует, что в опытной группе превышали таковые показатели контроля. Следовательно, добавление в рационы подсвинков полисахарида хитозан характеризует лучшее развитие живой массы опытной группы, что указывает на получение большего количества производимой продукции – свинины.

Гомеостаз подсвинков при добавлении в их рационы полисахарида хитозан Морфологические и биохимические показатели крови подсвинков

Результаты анализа гематологических показателей крови подсвинков подопытных групп второго этапа эксперимента в ООО «Агрофирма Рубеж» приводятся в сводной таблице 6. Количество эритроцитов у подсвинков всех подопытной групп в начале опытного периода находилась на относительно стабильном уровне и составляла $5,9 \cdot 10^{12}/л$.

Таблица 6 – Морфологические и биохимические показатели крови подсвинков ($n=30$)

Показатели	Возраст подсвинков					
	3 мес.		5 мес.		7 мес.	
	Группы					
	Контроль	Опытная	Контроль	Опытная	Контроль	Опытная
1	2	3	4	5	6	7
Эритроциты, 10 ¹² /л	6,1±0,01	5,8±0,01	6,2±0,01	6,3±0,02	6,6±0,02	6,8±0,02
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	9,7±0,20	8,1±0,10	9,0±0,19	8,5±0,14	9,1±0,07	8,6±0,09
Гемоглобин, г/л	123,2±5,43	131,0±5,33	125,5±5,41	134,2±5,41	125,7±5,24	136,2±5,23
Гематокрит, %	40,8±0,77	43,1±0,63	41,1±0,66	45,0±0,65*	40,6±0,77	46,5±0,76*
Билирубин, мкмоль/л	21,7±0,55	19,0±0,63*	22,7±0,74	27,4±0,63*	26,9±0,70	27,9±0,74
АЛТ, ед/л	32,5±0,44	33,6±0,32	33,0±0,56	36,0±0,61*	34,0±0,57	35,5±0,57
АСТ, ед/л	69,6±2,66	69,4±2,06	68,2±2,08	70,2±2,05	69,2±2,04	75,0±2,07*
Общ. белок, г/л	5,8±0,03	5,2±0,08*	5,6±0,09	5,4±0,10	5,7±0,07	5,3±0,06
Мочевина, ммоль/л	86,5±3,34	90,2±3,28	84,2±3,61	101,5±4,42*	87,1±3,44	96,3±4,57*
Креатинин, ммоль/л	6,4±0,01	5,9±0,01	6,2±0,01	6,1±0,01	6,5±0,01	6,0±0,01

Примечание: * $p \leq 0,05$ с контролем

К 5-и месячному возрасту, изучаемый показатель у животных контрольной группы составлял $6,2 \pm 0,01 \cdot 10^{12}/л$, в опытной группе равнялся $6,3 \pm 0,02 \cdot 10^{12}$. Количество эритроцитов в 7-и месячном возрасте у подсвинков опытной группы повысилось на 17,2% по сравнению с показателями начала опыта. У подсвинков опытной группы при добавлении в корма полисахарида наблюдали положительную динамику в увеличении концентрации гемоглобина на конец опытного периода по сравнению с аналогами контроля на 7,7%.

В начале опытного периода содержание лейкоцитов во всех группах в среднем находилось на одинаковом уровне и составляло $8,8 \cdot 10^9/л$. В конце второго этапа эксперимента количество лейкоцитов составляло в контрольной группе – $9,1 \pm 0,07 \cdot 10^9/л$, в опытной – $8,6 \pm 0,09 \cdot 10^9/л$.

Концентрация общего белка у подсвинков опытной группы превосходила на 8,9% ($p > 0,05$) по сравнению с таковыми контроля, на конец опыта. В начале исследований в среднем показатели АСТ и АЛТ составляли $33,05 \pm 0,32$ ед/л и $20,35 \pm 0,35$, соответственно. Активность ферментов аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы у подсвинков опытной группы составляла $27,9 \pm 0,74$ ед/л и $35,5 \pm 0,57$ ед/л, что на 1,5 и 1,0 ед/л больше, чем у интактных животных.

Таким образом, добавление в рационы подсвинков полисахарида хитозан не оказывает негативного воздействия на исследуемые показатели крови подсвинков, а, напротив улучшает течение метаболических процессов поддерживая при этом гомеостаз организма.

**Морфология органов пищеварительного канала подсвинков при добавлении в их
рационы полисахарида хитозан**
Морфология стенки желудка

Морфологическая структура стенки желудка изучаемых нами групп подсвинков достаточно схожа по общему строению в обеих группах эксперимента.

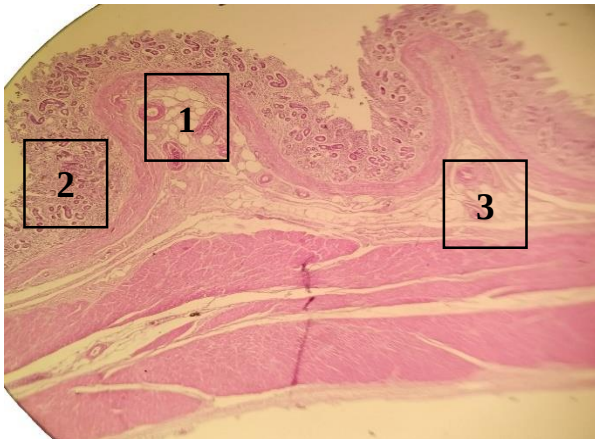


Рисунок 2 – Оболочки желудка подсвинков контрольной группы, возраст 7 месяцев. Слизистая рельефна (1), трубчатые железы с десквамацией (2), разволокнение подслизистого слоя (3). Окраска гематоксилином и эозином Ув. х 100.

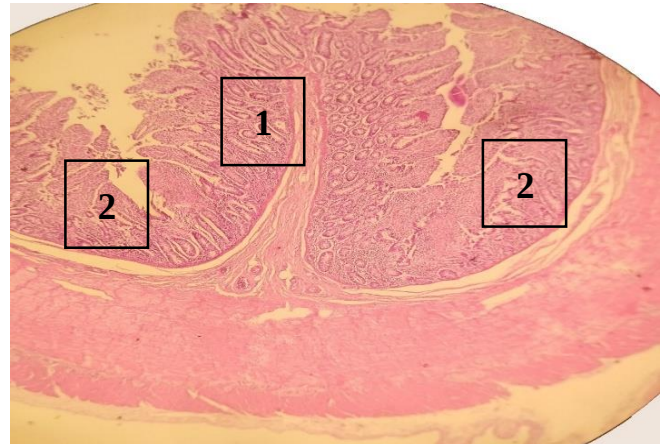


Рисунок 3 – Оболочки желудка подсвинков опытной группы, возраст 7 месяцев. Рельеф слизистой неровный (1), складки и ямки выражены (2), структура их четкая. Окраска гематоксилином и эозином Ув. х 100.

Слизистая оболочка органа выстлана однослойным призматическим эпителием; собственной пластинкой, выраженной рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью; мышечной пластинкой, состоящей из пучков гладких миоцитов, необходимых для сокращения слизистой и передвижение пищевого кома в следующий отдел, а также образованию и выведению секрета железами изучаемой оболочки. Она достаточно рельефна, содержит складки и ямки в виде овальных углублений эпителия в собственную пластинку. Форма эпителиоцитов цилиндрическая. Собственная пластинка слизистой достаточно выражена, представлена простыми трубчатыми железами, состоящие из клеток: добавочных, главных и париетальных, которые разделены минимальным количеством прослоек рыхлой соединительной ткани с достаточным кровоснабжением. При проведении морфологического анализа стенки сосудов желудка у подсвинков опытной группы более выражена их структура, наблюдается их полнокровие. Подслизистая пластинка представлена рыхлой соединительной тканью. Структура мышечной оболочки представлена слоями трех слоев миоцитов: косых, циркулярных и продольных с разграничением между ними прослойкой из соединительной ткани. Серозная оболочка желудка состоит из мезотелия хорошо просматриваемой прослойки рыхлой соединительной ткани (рисунок 2, 3).

Неровности слизистой оболочки выражены за счет многочисленных складок и ямок. Складки слизистой оболочки изучаемого органа хорошо визуализируются у подсвинков опытной группы. Воронкообразные углубления поверхности слизистой оболочки желудка завершаются трубчатыми железами, которые аналогично более выражены у подсвинков опытной группы, нежели у аналогов контроля. Гистологическая картина стенки желудка в контрольной и опытной группах подсвинков была однотипна. У подсвинков группы контроля фиксировали десквамацию эпителия трубчатых желез эпителиального слоя, кровоизлияния на внутренней стенке подслизистой основы были единичны, соединительнотканые разволокнения данного слоя достаточно развиты. У животных опытной группы визуализировали неровные структуры слизистой оболочки желудка с дифференцировкой на складки и ямки, кровоизлияния не фиксировали. Поверхность эпителиального слоя в области желудочных ямок содержала в

умеренном количестве слизи. В толще собственной и мышечной пластинок хорошо просматриваются овальной формы фундальные железы, выстланные однослойным цилиндрическим эпителием с четкой дифференцировкой на отделы и увеличением с возрастом его толщины.

Таблица 7 – Морфометрические параметры стенки желудка подсвинков, мкм (n=30)

Объект исследований		Толщина стенки, мкм		
		Слизистая оболочка	Мышечная оболочка	Серозная оболочка
5 мес.	Контроль	60,30±0,83	16,32±1,25	7,70±0,26
	Опыт	67,41±1,56*	17,21±1,26	7,81±0,25
7 мес.	Контроль	81,24±0,76	17,06±0,93	8,20±0,22
	Опыт	102,31±1,06*	19,23±0,89*	8,60±0,23

Примечание: * $p \leq 0,05$ с контролем

В 5-и месячном возрасте (таблица 7) толщина слизистой оболочки желудка варьировала между животными контроля и опыта на 7,11 мкм. К концу второго этапа эксперимента изучаемый показатель между опытом и контролем составил разницу в 21,07 мкм. Так, анализируемая толщина к концу эксперимента была выше у опытных животных на 20,7%. Толщина мышечного слоя достаточно варьировала в середине второго этапа эксперимента в пределах 16–17 мкм. К концу эксперимента данный изучаемый показатель колебался минимально, разница между контролем и опытными животными составило порядка 1–2 мкм. Параметры толщины серозного слоя у подсвинков обеих групп эксперимента варьировали в пределах 1–1,5 мкм

Выявленное нами утолщение оболочек стенки желудка указывает на положительное влияние полисахарида хитозана у подсвинков опытной группы на морфологию и функцию слизистой оболочки, а также способствует увеличению всасывательной функции органа и, следовательно, лучшей усвояемости кормов, без дополнительных затрат организма.

Морфология стенки тонкой кишки

При гистологическом исследовании стенки тонкой кишки у подсвинков обеих подопытных групп установлено, что морфологические структуры органа, построены по общему возрастному и физиологическому типу. Морфологическая структура изучаемого органа представлена слизистым, мышечным и серозным слоями. Слизистый слой образует многочисленные продольные и циркулярные складки, специальные выросты – ворсинки и углубления – крипты. Форма ворсинок и крипт вытянутая. Слои стенки слизистого выражены эпителиальным, собственной и мышечной пластинками и подслизистой основой. Эпителиальный слой представлен однослойным цилиндрическим эпителием, который образован каемчатыми и бокаловидными клетками. На их апикальном крае выявляли исчерченную каемку, более выраженную у подсвинков опытной группы. Границы эпителиоцитов у подсвинков опытной группы четкие и выраженные, что отсутствует у аналогов контроля. Крипты изучаемого органа имели вытянутую овальную форму, в их стенках у подсвинков опытной групп дифференцировали каемчатые и бокаловидные клетки. В цитоплазме последних визуализировали ядра, расположенные преимущественно ближе к центру и округлой формы. В контрольной группе подсвинков изучаемые клетки тонкой кишки сгруппированы в малые, слабо дифференцированные группы, ядра которых наблюдали на периферии клеток (рисунок 4, 5).

В ядрах каемчатых и бокаловидных эпителиоцитов у подсвинков опытной групп фиксировали 1–2 ядрышка тонкой кишки, которые были округлой формы, с выраженными контурами и умеренным скоплением хроматина. В собственной пластинке слизистой оболочки подсвинков опытной группы визуализировали минимальное расположение рыхлой волокнистой соединительной ткани с достаточным содержанием клеток Панета, в которых наблюдали цитоплазму с минимальным количеством зернистости и округлой формы ядра. Мышечная пластинка слизистой анализируемого органа состояла из 2-х слоев

миоцитов: кольцевого и продольного. В подслизистой основе наблюдали рыхлую волокнистую ткань с структурированными кровеносными сосудами и трубчато-альвеолярными железами, более выраженными у подсвинков опытной группы. Серозная оболочка представлена мезотелием и рыхлой соединительной тканью, целостность которой не изменена у обеих групп подсвинков.

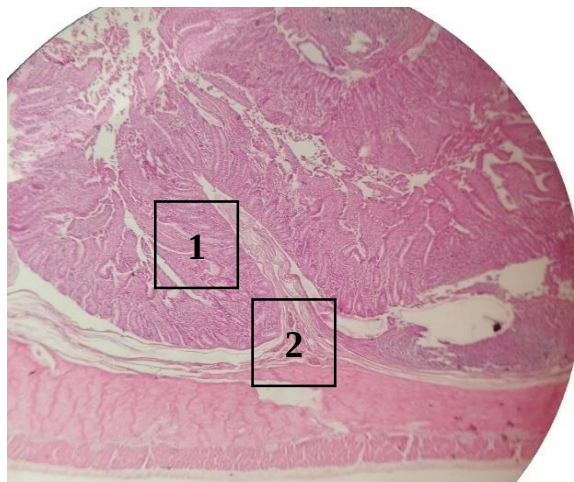


Рисунок 4 – Двенадцатиперстная кишка подсвинков контрольной группы в 7-и месячном возрасте. Ворсины и крипты выражены (1), целостность слоев органа минимально нарушена в подслизистом слое (2). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 40.



Рисунок 5 – Двенадцатиперстная кишка подсвинков опытной группы. Четкое расположение ворсин и крипт кишки (1). Оболочки достаточно структурированы. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 40.

В середине опыта у исследуемых групп подсвинков толщина слизистого слоя в среднем составила $33,38 \pm 0,52$ ($p > 0,05$) мкм. К концу исследования показатели группы опыта превысили значения группы контроля на 13,09 мкм. Соответственно, показатель группы опыта к концу исследования был выше на 24,2% (таблица 8).

Таблица 8 – Морфометрические параметры стенки тонкой кишки подсвинков, мкм ($n=30$)

Объект исследований		Толщина стенки, мкм		
		Слизистая оболочка	Мышечная оболочка	Серозная оболочка
5 мес.	Контроль	$30,36 \pm 0,53$	$15,32 \pm 1,65$	$7,73 \pm 0,25$
	Опыт	$36,41 \pm 0,52^*$	$16,25 \pm 0,74$	$7,80 \pm 0,24$
7 мес.	Контроль	$41,22 \pm 0,72$	$16,51 \pm 0,75$	$8,20 \pm 0,23$
	Опыт	$54,31 \pm 0,78^*$	$19,10 \pm 0,77^*$	$8,62 \pm 0,22$

Примечание: * $p \leq 0,05$ с контролем

Толщина мышечной оболочки у подсвинков опытной группы второго этапа эксперимента к концу исследований составляла $19,10 \pm 0,77$ мкм, превышая таковых результатов аналогов контроля на 13,6%. Изменения толщины мышечного слоя свидетельствуют не только о возрастных изменениях, но и о положительном влиянии добавки в рационе на организм животных. В ходе опыта наблюдали минимальную динамику изменения толщины серозной оболочки. Так, у подсвинков опыта 5-и месячного возраста показатель составил $7,73 \pm 0,25$ мкм. В 7-и месячном возрасте показатель опыта составил $8,62 \pm 0,22$ мкм, что больше на 4,9% у животных контроля.

Следует сказать, что включение в составы рационов подсвинков полисахарида хитозан оказывает достаточно положительное влияние на процессы пищеварения: переваривания,

всасывания и усвоения питательных веществ потребляемых кормов, следовательно, на морфологию стенки тонкой кишки подсвинков опытной группы.

Морфология стенки толстой кишки

Нарушений целостности стенок толстой кишки у подсвинков подопытной групп не наблюдали. В ходе проведения анализа структуры стенки толстой кишки выявили, что последняя представлена основными оболочками: слизистой с подслизистым слоем, мышечной и серозной.

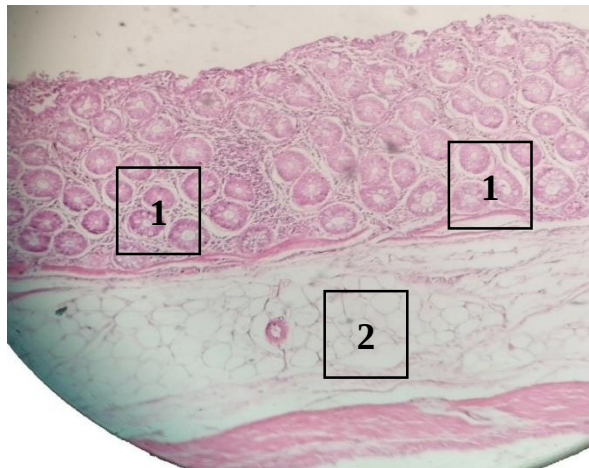


Рисунок 6 – Стенка толстой кишки подсвинков контрольной группы в 7-и месячном возрасте. Крипты слизистой оболочки со слабо дифференцированными клетками (1). Визуализируется расслоение прослойки рыхлой соединительной ткани в подслизистом слое (2). Окраска гематоксилином и эозином Ув. х 100.

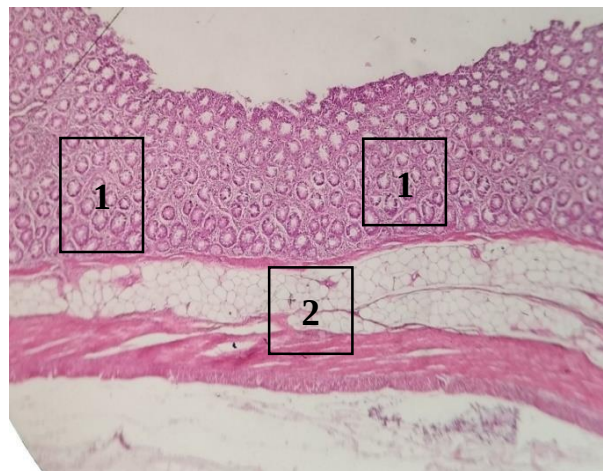


Рисунок 7 – Стенка толстой кишки подсвинков опытной группы в 7-и месячном возрасте. Крипты слизистой оболочки достаточно дифференцированы (1). Прослойки рыхлой соединительной ткани между миоцитами минимальны (2). Окраска гематоксилином и эозином Ув. х 100.

Эпителиальный слой выстлан однослойным столбчатым эпителием, на поверхности которого отсутствуют ворсинки. Морфологической особенностью строения стенки толстой кишки является наличие достаточно глубоких, четкой структурой и разграничением между друг другом, округло – овальной формы крипт, которые более выражены у подсвинков опытной группы. Так, у животных группы контроля наблюдали десквамацию эпителия, слабую дифференцировку клеток крипт. Эпителиоциты крипт подсвинков опытной группы содержат большее количество каемчатых и эндокринных клеток. В подслизистом слое органа подсвинков опытной группы визуализируются единичные лимфатические узелки (рисунок 6, 7). В мышечной оболочке наблюдали два слоя гладких миоцитов с минимальными прослойками рыхлой соединительной ткани у животных опытной группы, а в контрольной – прослойка занимает гораздо большее пространство. Серозная оболочка покрыта соединительной тканью с мезотелием.

Форма крипт у подсвинков опытной группы цилиндрическая, больше вытянутая и морфологическое строение стенок анализируемого органа без выраженных изменений. Бокаловидные клетки у указанных групп животных с четко выраженной овально – округлой формой, в минимальном количестве клеток визуализировали зернистость в цитоплазме, их ядра округлые, кариолема четкая и хорошо выраженная, в кариоплазме скопление хроматина минимально, ядрышки в количестве 1–2 штуки. Незначительное разрастание рыхлой волокнистой соединительной ткани стенки толстой кишки наблюдали у подсвинков контроля, структура крипт толстой кишки слабо выражена, бокаловидные клетки основной пластинки более крупнее, чем у аналогов опытной группы.

Толщина оболочек толстой кишки исследуемых нами животных представлена в таблице 9. Морфометрические характеристики толщины слизистого слоя у всех подопытных групп эксперимента варьировали в середине исследований и среднем составляли 23,00–27,50 мкм. К

концу второго этапа эксперимента изучаемый параметр повышался и составил в опытной группе – $30,31 \pm 0,61$ мкм, что больше аналогов контроля на 4,09 мкм. Соответственно, показатель группы опыта к концу исследования был выше на 13,6%. Толщина мышечной оболочки опытной группы в середине опыта не превышала 17,00 мкм. К концу опыта изучаемый показатель группы опыта составил $17,11 \pm 0,47$ мкм. Соответственно, показатель группы опыта к концу исследования был выше на 4,7%, по сравнению с группой контроля. Толщина серозной оболочки на протяжении опытного периода находилась на стабильно одинаковом уровне и составляла в среднем $7,20 \pm 0,23$ мкм. К концу исследования толщина изучаемого слоя у подсвинков опытной группы превышала аналогов контроля на 12,3 %.

Таблица 9 – Морфометрические параметры стенки толстой кишки подсвинков, мкм (n=30)

Объект исследований		Толщина стенки, мкм		
		Слизистая оболочка	Мышечная оболочка	Серозная оболочка
5 мес.	контроль	$23,31 \pm 0,43$	$15,90 \pm 0,61$	$6,81 \pm 0,27$
	опыт	$27,42 \pm 0,52^*$	$16,22 \pm 0,64$	$7,60 \pm 0,25$
7 мес.	контроль	$26,22 \pm 0,59$	$16,30 \pm 0,49$	$7,30 \pm 0,24$
	опыт	$30,31 \pm 0,61^*$	$17,11 \pm 0,47$	$8,32 \pm 0,23$

Примечание: * $p \leq 0,05$ с контролем

По нашему мнению, выявленная нами микроскопическая структура оболочек толстой кишки подсвинков опытной группы не нарушена и колебания её толщины связаны с включением полисахарида хитозана в состав кормов в дозе 0,03 г/кг, который увеличивает площадь всасывания питательных веществ.

Морфология печени

Морфологическое строение печени у изучаемых нами животных второго этапа эксперимента обеих групп соответствовало физиологическому возрасту, изменений структуры органа не выявлено.

У подсвинков опытной группы отмечали хорошо развитую паренхиму в виде долек с умеренным разрастанием соединительной ткани. Балки, следующие от стенок долек до центральных вен, расположены радиально. Гепатоциты многогранной и кубической форм. Хорошо выражены междольковые триады, включающие в себя междольковые артерию и вену, а также желчный выводной проток. У животных группы контроля наблюдали декомплексацию балочных структур долек, междольковая ткань слабо дифференцирована, триады нечёткие, мало визуализируются, их стенки деформированы (рисунок 8, 9).

У подсвинков контрольной группы гепатоциты локализовались малыми скоплениями, у некоторых из них в поле зрения наблюдали малое количество ядер, локализованных ближе к периферии клеток, перисинусоидальное пространство занимает большую площадь, чем клетки. У подсвинков же опытной группы границы гепатоцитов четко выражены, структурированы, в форме шестигранника, перисинусоидальное пространство минимальное и расположено равномерно. В цитоплазме гепатоцитов ядра округлой или овальной формы, большая часть их расположены в центре клеток. Кариолема ядер у животных опытной группы четко выражена, без изменений, в кариоплазме визуализировали конденсированные глыбки и гранулы хроматина. Количество ядрышек в среднем не превышало 3–4 штук. У группы контроля внеклеточный матрикс развит слабо. У животных опытной группы общее морфологическое строение гепатоцитов и внеклеточных структур не нарушено, последние достаточно плотно прилегают друг к другу, перисинусоидальное пространство четкое и достаточно выражено.

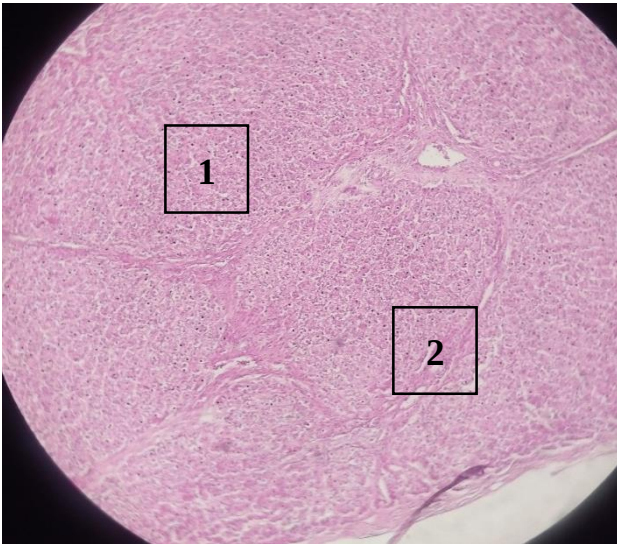


Рисунок 8 – Печень подсвинков контрольной группы в 7-и месячном возрасте. Дольки многогранные (1) с декомплексацией балочных структур, междольковая ткань (2) слабо дифференцирована. Окраска гематоксилином и эозином Ув. х 150.

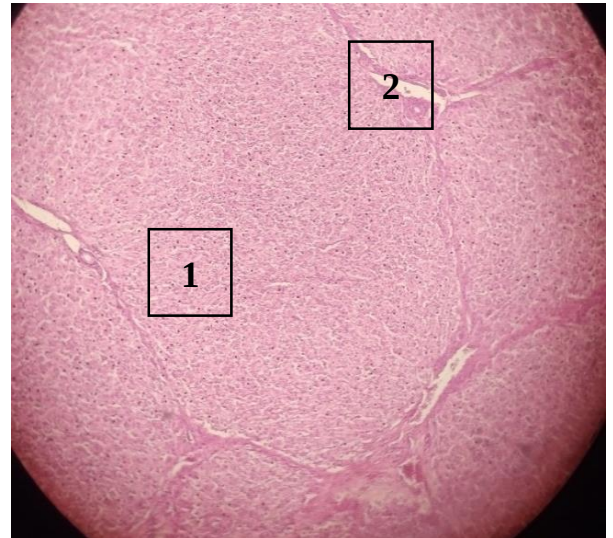


Рисунок 9 – Печень подсвинков опытной группы в 7-и месячном возрасте. Дольки многогранные (1), балки расположены радиально, междольковая ткань и триады четко выражена (2). Окраска гематоксилином и эозином Ув. х 150.

Морфометрические параметры печени у животных подопытных групп второго этапа эксперимента варьировали, данные сведены в таблицу 10. Радиус от центральной вены дольки до её стенки у свиней в середине эксперимента в группе контроля находился на уровне $20,10 \pm 0,46$ мкм, в опыте – $25,42 \pm 0,52$ ($p > 0,05$) мкм. В конце исследований анализируемый показатель варьировал в контроле составил $32,31 \pm 0,68$ мкм, в опытной – $39,84 \pm 0,72$ мкм и превосходство составляло в среднем на 10,1%. Превосходство радиуса у подсвинков опытной группы говорит о более интенсивном кровообращении и повышенном метаболизме веществ организма у животных опытной группы.

Таблица 10 – Радиус печеночных долек подсвинков (n=30)

Группы	Радиус печеночных долек, мкм	
	5 мес.	7 мес.
Контроль	$20,10 \pm 0,46$	$32,31 \pm 0,68$
Опыт	$25,42 \pm 0,52^*$	$39,84 \pm 0,72^*$

Примечание: * $p \leq 0,05$ с контролем

Гистоморфологический и морфометрический анализ гепатоцитов печени исследуемых нами опытной группы животных выявил, что видимых или патологических изменений не наблюдали, макро- и микроскопическая структура анализируемого органа сохранена. Следовательно, применение в кормлении подсвинков полисахарида хитозан способствует более интенсивному течению метаболических процессов.

Микробиоценоз толстой кишки у подсвинков

Результаты проведенного нами изучения микробиоценоза толстой кишки подсвинков представлены в таблице 11. Содержание лакто- и бифидобактерий повышалось, что наблюдали на протяжении всего второго этапа эксперимента у животных опытной группы и составляло 10^7 и 10^8 КОЕ/г, у аналогов контроля анализируемые данные находились на более низком уровне и у них же выявляли наличие дисбактериоза кишки. Стабильное количество клостридий присутствовало у подсвинков обеих групп на протяжении всего второго этапа эксперимента, но к концу уже уменьшалось в опытной группе до 10^2 КОЕ/г. Кишечную палочку выявили у подсвинков обеих групп. Так, в опытной группе к концу исследований количество анализируемого показателя уменьшилось до 10^4 – 10^5 КОЕ/г, в контроле же на протяжении всего эксперимента находилось на стабильно одинаковом уровне – 10^7 КОЕ/г.

Таблица 11 – Динамика микробиоценоза толстой кишки у подсвинков (n=30)

Вид микроорганизмов, КОЕ/г	3 мес.		5 мес.		7 мес.	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Бифидобактерии	10^6	10^6	10^6	10^7	10^6	10^8
Лактобактерии	10^5	10^5	10^5	10^6	10^5	10^7
Клостридии	10^3	10^3	10^3	10^2	10^3	10^2
E.coli типичные	10^7	10^7	10^7	10^6	10^7	10^5
E.coli лактозонегативные	10^6	10^6	10^6	10^4	10^6	10^4
Enterobacter sp.	10^6	10^6	10^6	10^5	10^8	10^3
Золотистый стафилококк	10^5	10^5	10^5	10^2	10^6	–
Энтерококки	10^5	10^5	10^5	10^4	10^8	10^2
Грибы рода Candida	10^3	10^3	10^3	10^3	10^2	–

Грибы кандиды лабораторно обнаружены в микробиоценозе у животных интактной группы в количестве $10^2 - 10^3$ КОЕ/г, у животных опытной группы грибы в конце второго этапа эксперимента отсутствовали. Аналогичную картину снижения к концу эксперимента наблюдали по золотистому стафилококку и энтерококкам у животных опытной группы. Анализ микробиоценоза толстой кишки подсвинков на протяжении второго этапа эксперимента показал, что введение в составе кормов полисахарида хитозан оказывает позитивное влияние на внутреннее содержимое изучаемого органа и увеличивает устойчивость нормофлоры к внешним патогенным факторам, снижая вероятность развития дисбактериоза, т.к. полисахарид хитозан является антиоксидантом и иммуностимулятором.

Экономическая эффективность при применении в рационах полисахарида хитозан

Для выявления решения о целесообразности проведения изучения влияния полисахарида хитозан на организм подсвинков произведен подсчет экономической эффективности, где учитывали полученные данные по продуктивности всех групп подсвинков на протяжении всего второго этапа эксперимента и рассчитывали в ценах, установленных в свиноводческом комплексе в ООО «Агрофирмы «Рубеж» Пугачевского района Саратовской области на период проведения исследований (2022 год).

Таблица 12 – Экономическая эффективность при применении полисахарида хитозан

Показатели	Контроль	Опыт
Средняя живая масса в начале опыта, кг.	36,5±0,54	36,9±0,58
Средняя живая масса в середине опыта, кг.	72,2±0,77	81,0±0,76*
Средняя живая масса в конце опыта, кг.	84,6±1,02	101,3±1,14*
Абсолютный прирост, кг.	48,1±0,48	56,8±0,55*
Среднесуточный прирост, г.	400,8±5,02	536,6±5,04*
Стоимость полисахарида, руб/кг.	–	1550
Количество использованного полисахарида, г.	–	634,4
Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы, к.ед.	7,6	6,4
Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы, руб.	11071	12148
Стоимость кормов, руб.	8341	8341
Общие затраты, руб.	19418	20489
Реализационная цена, руб/кг.	200	200
Выручка от реализации, руб.	67680	81040
Прибыль, руб.	48262	60551
Рентабельность, %.	17,3	19,4
Экономическая эффективность на 1 руб. затрат, руб.	–	–

Примечание: * $p \leq 0,05$ с контролем

Показатели экономической эффективности проведенного эксперимента рассчитывали по «Методике определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий», утвержденной Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 21.02.1997г и сведены в общую таблицу 12.

Средний прирост живой массы одного животного опытной группы составил $64,4 \pm 1,36$ кг, что выше прироста подсвинков контроля на 16,3 кг. Прибыль, полученная от подсвинков группы контроля, составила 753 руб., что на 400 рублей ниже, по сравнению с аналогами, получавшими полисахарид хитозан в дозе 0,03г/кг в сутки. Уровень рентабельности у подсвинков опытной группы был выше на 2,1%, по сравнению с животными контроля. Уровень эффективности применения полисахарида хитозан в рационы для подсвинков, рассчитанный на 1 рубль затрат, составил 2,9 руб.

На основании полученных данных проведенного комплексного исследования можно сделать вывод, что для повышения продуктивных и экономических показателей хозяйств эффективным является добавление в корма подсвинков полисахарида хитозан в дозе 0,03г/кг. Применение в составе рационах подсвинков применяемого полисахарида хитозан позволит снизить расходы на корма животным без потерь их продуктивности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По результатам проведенного первого эксперимента установлено оптимальное количество полисахарида хитозан, которое оказывает положительное влияние на организм лабораторных животных – крыс в дозе 0,03г/кг. Данное количество способствовало достоверному увеличению живой массы за весь период проведения эксперимента у крыс 2-й опытной группы и составляло $373,5 \pm 3,04$ г, что было выше контроля на 41,2 г. Количество лейкоцитов крови у животных группы контроля было выше на 6,3% по сравнению с опытными группами. Наличие грибов кандида в содержимом толстой кишки отмечали у животных интактной группы в среднем 10^3 КОЕ/г, у крыс опытных групп грибы в конце опыта отсутствовали, а содержание лакто- и бифидобактерий в опытных группах составляло 10^7 и 10^6 КОЕ/г, в контроле же значительно ниже – 10^4 КОЕ/г.

2. По результатам проведенного второго эксперимента установлено:

- максимальный среднесуточный прирост наблюдался у животных опытной группы – $536,6 \pm 5,04$ ($p > 0,05$) г и был выше контроля на 97 грамм;
- максимальный показатель средней живой массы составлял в опытной группе – $101,3 \pm 1,14$ кг ($p > 0,05$), что выше контроля на 16,7 кг;
- масса печени у животных опытной группы превосходила своих аналогов контроля на 190 грамм ($p > 0,05$);
- показатель длины толстой кишки у подсвинков опытной группы был больше на 0,19 м, чем в контроле;
- толщина слизистой оболочки желудка между контролем и опытом варьировала на протяжении всего исследования и к концу эксперимента была выше на 21,07 мкм ($p > 0,05$) у подсвинков опытной группы;
- толщина слизистого слоя тонкой кишки к концу исследования группы опыта превысила значения группы контроля на 24,2%. Аналогичную картину превосходства толщина мышечной оболочки наблюдали у животных опытной группы – $19,10 \pm 0,77$ мкм ($p > 0,05$), что было выше таковых данных контроля на 2,59 мкм;
- толщина слизистой оболочки толстой кишки у подсвинков к концу опыта увеличивалась в группе опыта на 4,09 мкм ($p > 0,05$) по сравнению с аналогами контроля. Соответственно, показатель группы опыта к концу исследования был выше на 13,6%. Идентичную картину превосходства по толщине мышечной оболочки на 0,81 мкм наблюдали у подсвинков опытной группы.
- радиус от центральной вены до стенки дольки печени у подсвинков в 7-и месячном возрасте у животных контроля составил $32,31 \pm 0,68$ мкм, у животных опытной – $39,84 \pm 0,72$ мкм ($p > 0,05$). Соответственно, показатели опытной групп к концу исследования были выше в среднем на 10,1% аналогов контроля.

3. Микробиоценоз содержимого толстой кишки варьировал на протяжении опыта.

Так, количество клостридий к концу эксперимента снизилось у подсвинков опытной группы до 10^2 КОЕ/г. Кишечная палочка присутствовала на протяжении всего производственного опыта на уровне – 10^7 КОЕ/г, в опытной группе к концу исследований количество ее снизилось до 10^4 – 10^5 КОЕ/г. Грибы кандида лабораторно обнаружены в микробиоценозе у животных интактной группы в количестве 10^2 – 10^3 КОЕ/г, у животных опытной группы грибы в конце второго этапа эксперимента отсутствовали. Следовательно, применение полисахарида хитозан в составе рационов подсвинков опытной группы способствовало развитию естественной микрофлоры.

4. У подсвинков опытной группы при добавлении в корма полисахарида хитозан наблюдали положительную динамику в увеличении концентрации гемоглобина по сравнению с аналогами контроля на 7,7%. В течение опытного периода количество лейкоцитов колебалось незначительно, так, в 7-и месячном возрасте количество лейкоцитов в контроле составляло $9,1 \pm 0,07 \times 10^9/\text{л}$, в опытной группе $8,6 \pm 0,09 \times 10^9/\text{л}$ ($p > 0,05$), соответственно. Стабильное количество лейкоцитов в крови исследуемых животных указывает на то, что включение в комбикорма полисахарида хитозан обеспечивает достаточно высокую резистентность организма.

5. Экономическая эффективность применения полисахарида хитозан в дозе 0,03г/кг в рационы для подсвинков, рассчитанная на 1 рубль затрат, составила 2,9 руб.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Для повышения производственных и экономических показателей при выращивании подсвинков на откорме рекомендуем добавлять природный полисахарид хитозан в дозе 0,03г/кг в свиноводческих хозяйствах различных форм собственности РФ.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Выполненные исследования позволили более детально изучить механизмы влияния полисахарида хитозан на морфологические и морфометрические показатели пищеварительного канала подсвинков.

В ходе проведенных исследований нами было доказано позитивное влияние природного полисахарида хитозан в составе компонента рационов на организм подсвинков, что позволяет рекомендовать его целенаправленно использовать в качестве коррекции дисбактериозов у них. Изучаемый нами полисахарид хитозан может служить перспективой для более детального изучения влияния на другие системы подсвинков и на других видах сельскохозяйственных животных.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ:

1. **Фролов В.В.** Влияние полисахаридов на морфологические показатели крови крыс/Фролов В.В., Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Кудинов А.В., Поветкин С.Н., Зирук П.В. //Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2023. – Т. – 254. – №2. – С. 285–291.

2. **Фролов В.В.** Основные показатели гомеостаза крыс после применения полисахаридов /Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Фролов В.В., Копчекчи К.А., Петрова Ю.В.// Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – №6. – С. 16–22.

3. **Фролов В.В.** Гомеостаз организма подсвинков при добавлении в корма полисахарида Хитозан /Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Фролов В.В., Копчекчи К.А.// Иппология и ветеринария.– 2024.– №4.– С. 350–358.

4. **Фролов В.В.** Морфология пищеварительного канала подсвинков при добавлении в рацион полисахаридов /Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Фролов В.В., Копчекчи К.А., Петрова Ю.В.// Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024.– Т. 2.– №12.– С. 42–49.

Статьи в изданиях, входящие в перечень Scopus:

5. **Фролов В.В.** Study of the Biological Properties of New Smart Packaging Materials for Use in Agricultural Industries / Gulsara Rysmukhambetova, Christina Beloglazova, Vladimir Frolov and Lydia Karpunina// BIO Web of Conferences 37. – 00157 (2021).

База данных:

6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623324 Российская Федерация. Морфологические характеристики органов пищеварительного канала

подсвинков при добавлении в корма полисахаридов: № 2024621301: заявл. 08.04.2024: опубл. 26.07.2024 Бюл. № 8. – 1с. / К. А. Копчекчи, М. Е. Копчекчи, И. В. Зирук, В. В. Фролов.

Статьи в других изданиях:

7. **Фролов В.В.** Влияние полисахаридов на гомеостаз подсвинков/ Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Фролов В.В., Копчекчи К.А. //В сборнике: Современные тенденции развития аграрной науки. Материалы Всероссийской (национальной) научно–практической конференции, приуроченной к 10–летию юбилею факультета перерабатывающих технологий. Нижний Новгород. – 2024. – С. 29–34.

8. **Фролов В.В.** Морфология крови крыс при добавлении в рацион полисахаридов / Копчекчи К.А., Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Фролов В.В. // Дни студенческой ветеринарной науки. Материалы II Всероссийской студенческой научно–практической конференции (Киров). Том Выпуск 2. – 2023. – С. 16–18.

9. **Фролов В.В.** Влияние полисахаридов на гематологические показатели крови подсвинков / Копчекчи К.А., Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Фролов В.В.// Современные научные тенденции в ветеринарии. Материалы II Международной научно–практической конференции. Пенза. – 2024. – С. 94–98.

10. **Фролов В.В.** Влияние полисахаридов на организм крыс / Копчекчи К.А., Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Фролов В.В., Кудинов А.В.// В мире научных открытий. Материалы VII Международной студенческой научной конференции. Ульяновск. – 2023 – С. 504–507.

11. **Фролов В.В.** Морфологическое исследование клеток крови крыс при добавлении в рацион полисахаридов / Копчекчи К.А., Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Фролов В.В. // Аграрная наука – сельскому хозяйству. Материалы XVIII Международной научно–практической конференции, приуроченная к 80–летию Алтайского ГАУ. Барнаул. – 2023. – С. 227–229.

12. **Фролов В.В.** Влияние полисахарида хитозана на организм крыс / Копчекчи К.А., Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Фролов В.В., Кудинов А.В.// Студенческая наука – взгляд в будущее. Материалы XVIII Всероссийской студенческой научной конференции. Красноярск. – 2023. – С. 83–85.

13. **Фролов В.В.** Влияние полисахаридов на морфологию крови крыс / Фролов В.В., Зирук И.В., Егунова А.В., Копчекчи М.Е., Фролов Д.С. //Материалы XI международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны». – СПб.2022. – С.526.

14. **Фролов В.В.** Влияние хитозана на морфологию печени подсвинков / Фролов В.В., Зирук И.В., Копчекчи К.А. //Материалы XIII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны». – СПб. 2024.– С. 640–642.

15. **Фролов В.В.** Морфология желудка подсвинков при добавлении в рацион полисахаридов / Фролов В.В., Зирук И.В., Ряскин А.В.// Материалы международной научно–практической конференции «Теория и практика клинической биохимии и лабораторной диагностики», посвященная 105–летию кафедры биохимии и физиологии СПбГУВМ. Санкт–Петербург. – 2024. – С. 53–55.

16. **Фролов, В.В.** Влияние полисахаридов на морфометрические показатели пищеварительного тракта подсвинков/ В.В. Фролов, И.В. Зирук, М.Е. Копчекчи, К.А. Копчекчи// Морфология в XXI веке: теория, методология, практика. Материалы Международной научно–практической конференции. Москва. – 2025. – С. 98–100.