

ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции»

На правах рукописи



Тарасов Евгений Николаевич

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ДИ-ЛАКТОЦИН-Я»
НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И ОЛИГОСАХАРИДОВ ПРИ
ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов
животноводства;

06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных
животных и технология кормов

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор биологических наук,
профессор, член-корреспондент РАН,
Сложенкина Марина Ивановна

Сергиев Посад - 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 Природные органические вещества в качестве кормовых добавок в рационах моногастричных животных как способ активизации обменных процессов и повышения продуктивности	12
1.2 Глицин и его роль в жизнедеятельности организма.....	16
1.3 Лактулоза в сочетании с органическими кислотами и их роль в формировании микробиоты кишечника и продуктивности птиц	23
1.4 Заключение по обзору литературы.....	37
2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	39
3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	45
3.1 Установление оптимальной дозировки скармливания новой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» в рационах цыплят-бройлеров	45
3.1.1 Влияние различных дозировок кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» на динамику живой массы цыплят-бройлеров кросса Росс 308.....	45
3.1.2 Влияние различных доз кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» на мясную продуктивность цыплят-бройлеров.....	49
3.2 Эффективность новой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» на основе органических кислот и олигосахаридов в сравнительном аспекте с кормовой добавкой «Истман Энханз», содержащей диметилглицинат натрия, при выращивании цыплят-бройлеров	52
3.2.1 Содержание и кормление подопытных цыплят	53
3.2.2 Микробиота слепых отростков кишечника подопытных цыплят-бройлеров .	53
3.2.3 Биоконверсия корма (переваримость, усвоение питательных веществ, баланс азота, кальция и фосфора)	56

3.2.4 Основные морфо-биохимические показатели крови, естественная резистентность и уровень антиоксидантной защиты цыплят-бройлеров	61
3.2.5 Параметры интенсивности роста и развития цыплят-бройлеров	69
3.2.6 Влияние изучаемых добавок на убойные и мясные показатели, развитие органов пищеварения и сердечно-легочную емкость подопытных цыплят	72
3.2.7 Физико-химические свойства мяса птицы	77
3.2.8 Органолептическая оценка грудных мышц подопытных бройлеров	86
3.2.9 Экономическая эффективность применения изучаемых добавок при выращивании цыплят-бройлеров	88
3.3 Производственная проверка результатов научно-исследовательского опыта.....	89
ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	105
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	138
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	139

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Российское птицеводство – стабильно функционирующая отрасль, которую можно назвать гарантом продовольственной безопасности. Несмотря на возникающие проблемы, многие производители сохраняют объемы производства и качество производимой продукции на должном уровне [Фисинин В.И., 2020; Бобылева Г.А., 2021].

В последние годы производство мяса птицы в России находится на уровне, обеспечивающем потребность на 100%. Устойчивый прирост производства мяса всех видов птиц, позволил обеспечить поставки этой продукции за рубеж, а открытие китайского рынка дало возможность с 2020 года экспортировать мяса больше, чем импортировать. Для того, чтобы сохранить достигнутые рубежи, необходимо уделить особое внимание племенной работе и, по возможности, уйти от зависимости поставок племенных яиц и суточного молодняка из-за рубежа. Поставки племенного молодняка за последние два года снизились, в связи с закрытием границ, связанное с пандемией, однако птицеводческие хозяйства Российской Федерации пока к этому не готовы. [Гущин В.В., 2017; Черепанов С.В., Фисинин В.И., 2020; <https://specagro.ru/news/202103/pticevodstvo-v-rossii-trendy-problemy-perspektivy>].

Для увеличения продуктивности, сохранности птиц, а также безопасности и качественных показателей яиц и мяса птицеводы все чаще используют в кормлении птиц кормовые биологически активные добавки, способные стимулировать рост птицы, активизировать обменные процессы. За последние 50 лет интенсивная селекция, улучшение в кормлении и содержании привели к существенному увеличению общей продуктивности бройлеров. Важным неблагоприятным последствием упорного отбора в сторону быстрорастущих

высокопродуктивных кроссов бройлеров является значительное снижение относительной сердечно-легочной емкости. Havenstein G.V. et al. [2003b] обнаружили увеличение относительного выхода тушек на 20% и уменьшение относительного размера сердца и легких на 10 и 9% у бройлеров кросса Росс 308. Сердечно-легочная способность современных быстрорастущих кроссов бройлеров недостаточна для поддержания физиологического гомеостаза, что является основным фактором, способствующим наблюдаемому увеличению смертности, особенно при синдроме легочной гипертензии, также называемом синдромом асцита бройлеров. Более того, новые кормовые добавки должны заменить как ранее широко используемые кормовые антибиотики, так и гормональные стимуляторы роста, которые сейчас строго регулируются для обеспечения безопасности потребителей и окружающей среды. [Steinfeld H., 2003; Lević J., Sredanović S. et al., 2007; Подобед Л.И., 2014; Фисинин В.И., 2017; Сложенкина М.И., Горлов И.Ф. и др., 2021].

Известно, что организм цыплят практически не способен синтезировать глицин. В связи с этим в молодом возрасте глицин считается незаменимой аминокислотой у птиц из-за недостаточной скорости биосинтеза [Klasing K.C., 2000; Егоров И.А., и др. 2018; Байковская Е.Ю. и др. 2021]. Способными восполнить недостающий глицин в организме являются добавки: диметилглицинат натрия – третичная аминокислота, занимающая значимое место в разнообразных биологических процессах, в том числе в клеточном метаболизме холина и бетаина, выступая источником глицина для синтеза глутатиона [Frisen R.W. et al., 2007; Prola L. et al., 2013], а также аминокислота глицин в сочетании с лактулозой и другими органическими кислотами [Горлов И.Ф., Комарова З.Б. и др., 2015; Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Храмцов А.Г. и др., 2021].

Исходя из этого, было принято решение изучить влияние новой кормовой добавки на основе органических кислот, включая глицин, и олигосахаридов («Ди-лактоцин-Я») в сравнительном аспекте с зарубежной кормовой добавкой, содержащей диметилглицинат натрия («Истман Энханз»), на формирование мясной продуктивности цыплят-бройлеров.

Степень разработанности темы исследований. В научном мире наблюдается определенный интерес к глицинсодержащим кормовым добавкам и, в частности, диметилглицинату натрия, а также к пребиотическим препаратам (лактолоза) в сочетании с органическими кислотами, которые находят широкое применение в кормлении птиц. Изучению их влияния на формирование кишечной микрофлоры, обменные процессы и зоотехнические параметры выращивания цыплят-бройлеров на мясо, посвятили свои исследования такие ученые, как Darling P.V. et al., 2000; Nariganesh K. et al., 2000; Garrow T.A., 2001; Хаустов В.Н., 2003; Craig S.A.S., 2004; Крюков О.В., 2005; Мордакин В.Н., 2006; Кокоева И.Б., 2006; Садовая С. и др. 2007; Pere S. et al., 2009; Meléndez-Hevia E.A. et al., 2009; Фисинин В.И., 2009, 2017, 2020; Лысенко С.Н., 2009; Currell K., Ayed A. et al, 2010; Kalmar I.D., Cools A. et al., 2010; Kalmar I.D., Cools A. et al., 2011; Савченко А.А. и др., 2011; Комарова З.Б., 2012; Новиков Н.А. и др., 2012; Скворцова Л.Н. и др., 2012; Wu G., 2013; Rinttilä T., Apajalahti J., 2013; Attia Y.A. et al., 2013; Wang W. et al., 2013; Cho J.H., Kim I.H., 2014; Svihus, B., 2014; Шапошников А.А. и др., 2014; Темираев Р.Б. и др., 2015; Мамукаев М.Н. и др., 2015; Горлов И.Ф. и др., 2015; Calik A., Ergün A., 2015; Naqid I.A. et al., 2015; Алексеев В.А. и др., 2016; Карсанова М.Д. и др., 2016; Ravindran V. et al., 2016; Mohammadigheisar M. et al., 2016; Егоров И.А., Вертипрахов В.Г., Ленкова Т.Н. и др., 2017; Tasharofi S. et al., 2017; Егоров И.А., Манукян В.А., Ленкова Т.Н. и др., 2018; Feng C. et al., 2018; Лосякова Е.В. и др., 2018; Bai K. et al., 2019; Черепанов С.В., Фисинин В.И. и др., 2020; Скворцова Л.Н., 2019; Chalvatzi S. et al., 2020; Байковская Е.Ю. и др., 2021; Сложенкина М.И., Горлов И.Ф. и др., 2021; Кольберг Н.А., Садовников Н.В. (RL: <http://webmvc.com/vetarticles/birds/aviculture/rol-pecheni-v-obmene-veshchestv.php>).

Несмотря на определённую разработанность изучаемой темы, многие вопросы влияния этих кормовых добавок и препаратов на обменные процессы, желудочно-кишечный тракт, сердечно-легочную емкость и другое до конца не изучены. При этом как в мире, так и в Российской Федерации разрабатываются новые кормовые добавки и препараты с различным сочетанием ингредиентов, что требует

глубокого изучения и научного обоснования воздействия этих добавок на организм птиц.

Цель и задачи исследований. Целью данной работы, выполненной в рамках государственного задания ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» и гранта РФФИ 21-16-00025, являлось изучение эффективности использования новой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» в сравнении с зарубежной – «Истман Энханз» в кормлении цыплят-бройлеров кросса Росс 308.

В соответствии с целью были поставлены задачи исследований:

1. Установить оптимальную дозировку скармливания новой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» в рационах цыплят-бройлеров кросса Росс 308.

2. Определить воздействие новой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» в сравнительном аспекте с кормовой добавкой «Истман Энханз» на формирование мясной продуктивности и качество мяса цыплят-бройлеров посредством изучения:

- микробиоты слепых отростков кишечника цыплят-бройлеров;
- биоконверсии корма (переваримость, усвоение питательных веществ, включая баланс и использование азота, кальция и фосфора);
- обменных процессов в организме бройлеров (морфологический и биохимический составы крови, естественная резистентность, уровень антиоксидантной защиты);
- параметров интенсивности роста и развития;
- убойных и мясных показателей, развития органов пищеварения и сердечно-легочной емкости подопытных цыплят-бройлеров;
- физико-химических свойств мяса (химический состав, включая аминокислотный, минеральный и жирнокислотный), кулинарно-технологические и сенсорные показатели;
- расчета экономической эффективности от применения изучаемых добавок.

3. Провести производственную проверку полученных результатов в процессе научно-исследовательского опыта.

Научная новизна исследований заключается в том, что с участием соискателя научными сотрудниками ГНУ НИИММП разработана кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» (ТУ 10.91.10.260-10514645-2022), проведены исследования и доказана экономическая эффективность ее применения в сравнении с зарубежной кормовой добавкой «Истман Энханз» (регистрационный № ПВИ-2-42.20/05736) при производстве мяса бройлеров. Впервые проведен комплекс исследований сравниваемых кормовых добавок на цыплятах-бройлерах Росс 308, результаты которых позволили дать научное обоснование о целесообразности их применения в промышленном птицеводстве.

Результаты исследований подтверждают новизну исследований, их приоритетность патентом РФ на изобретение RU 2764917.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты, полученные в процессе проведения исследований, дополняют теоретические знания, имеющиеся в сфере поиска, сравнения и применения кормовых добавок, содержащих глицин, обладающих антиоксидантными свойствами, снижая эффекты окислительного стресса и связанные с ним изменения уровней метаболитов плазмы крови, предотвращая синдром легочной гипертензии (синдром асцита), а также в сочетании с лактулозой и органическими кислотами, обладающими антибактериальными свойствами, способными стабилизировать микробиоту кишечника. Испытание кормовых добавок («Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я») в производственных условиях показало целесообразность их использования для увеличения объемов производства мяса цыплят-бройлеров и улучшения его качества.

Доказана возможность применения при выращивании цыплят-бройлеров кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я», содержащих органические кислоты, в том числе глицин и олигосахариды, которые нормализуют микробиоту кишечника, повышают биоконверсию корма, активизируют обменные процессы, обеспечивают развитие внутренних органов, увеличивая сердечно-легочную емкость: масса сердца бройлеров опытных групп увеличилась на 10,06 (P<0,01) и 7,75% (P<0,05), легких – на 8,74 (P<0,01) и 8,14% (P<0,01), а также

мясную продуктивность: убойный выход в опытных группах превышал контроль на 0,8 и 1,1%, при этом масса грудных мышц, характеризующая мясную продуктивность бройлеров, возросла на 7,19 ($P<0,05$) и 8,29% ($P<0,01$). Выход тушек I сорта в опытных группах превосходил контрольные значения на 1,9 и 2,4%, а экономическая эффективность возросла на 5,85 и 8,44% соответственно.

Методология и методы диссертационного исследования.

Методологическая основа постановки цели и задач исследований базировалась на научных разработках отечественных и зарубежных ученых, направленных на преобразование имеющихся и изыскание новых путей повышения продуктивности и резистентности птиц, используя глицинсодержащие кормовые добавки в сочетании с лактулозой и другими органическими кислотами.

При проведении комплексных исследований, используя современные приборы и оборудование, применяли доступные, узаконенные, а также оригинальные методы исследований, запланированные при постановке опытов. Анализ цифрового материала и оценку различий между группами определяли с помощью статистических и математических методов, с применением пакета программ «Microsoft Office», которые позволили обеспечить объективность полученных результатов и выводов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Научное обоснование оптимальной дозы введения в рацион цыплят-бройлеров новой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я».

2. Результаты воздействия кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» в сравнительном аспекте с кормовой добавкой «Истман Энханз» на организм выращиваемых цыплят-бройлеров:

- формирование микробиоты слепых отростков кишечника подопытных цыплят-бройлеров;
- биоконверсия корма (переваримость, усвоение питательных веществ корма, включая баланс и использование азота, кальция и фосфора);

- обменные процессы в организме бройлеров (морфологический и биохимический составы крови, естественная резистентность, уровень антиоксидантной защиты);
- параметры интенсивности роста и развития;
- убойные и мясные показатели, развитие органов пищеварения и сердечно-легочной емкости подопытных цыплят-бройлеров;
- физико-химические свойства мяса (химический состав, включая аминокислотный, минеральный и жирнокислотный), кулинарно-технологические и сенсорные показатели;
- экономическая эффективность от применения изучаемых кормовых добавок.

3. Результаты производственной проверки.

Степень достоверности и апробация результатов. Проведенные в диссертационной работе исследования дали возможность сформулировать адекватные заключения, выводы и рекомендации производству. Достоверность результатов, полученных на достаточном поголовье птиц, подтверждена биометрической обработкой с определением критерия t – Стьюдента и доказана положительными результатами при производственной проверке и внедрении.

Основные положения и результаты диссертационной работы нашли свое отражение на международных научно-практических конференциях: «Мировое и российское птицеводство: состояние, динамика развития, инновационные перспективы» (Сергиев Посад, 2020), «Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения» (Волгоград, 2020), «Инновационное развитие аграрно-пищевых технологий» (Волгоград, 2021), на расширенном заседании отдела производства продукции животноводства ГНУ НИИММП (Волгоград, 2020, 2021).

Наиболее значимые разработки соискателя демонстрировались на ВДНХ «Золотая осень» (Москва, 2020, 2021), Всероссийском смотре-конкурсе лучших пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок (Волгоград, 2020, 2021), на XXX и XXXI специализированных ярмарках «Агропромышленный комплекс» (Волгоград, 2020, 2021), на международных

научно-практических конференциях AGRITECH III – 2020, AGRITECH IV – 2021, AGRITECHV-2022 (Волгоград-Красноярск), где были награждены золотыми медалями и дипломами 1 степени.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований диссертационной работы внедрены в ООО «Птицефабрика Свеженка» Урицкого района Орловской области.

Публикация результатов исследований. По материалам диссертационной работы опубликовано 10 научных работ, в т.ч. 4 статьи – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, из них 3 – в изданиях, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science или Scopus, 1 патент РФ на изобретение, 1 комплект нормативно-технической документации.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследований, результатов собственных исследований, заключения, практических предложений, списка использованной литературы, приложений. Работа изложена на 151 странице компьютерного текста, содержит 20 таблиц и 14 рисунков. Список использованной литературы включает 280 источников, из них 163 на иностранных языках.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Природные органические вещества в качестве кормовых добавок в рационах моногастричных животных как способ активизации обменных процессов и повышения продуктивности

Несмотря на некоторое снижение уровня производства яиц и мяса птицы, связанное с прекращением поставок племенных яиц и суточного молодняка из ряда европейских стран, по случаю закрытия границ из-за пандемии, многие предприятия сохраняют объемы производства и на должном уровне качество производимой продукции. Для увеличения продуктивности, сохранности птиц, а также безопасности и качественных показателей яиц и мяса птицеводы все чаще используют в кормлении птиц кормовые биологически активные добавки, способные стимулировать рост птицы, активизировать обменные процессы, повышать переваримость питательных веществ кормов [11].

Стоимость кормов будет продолжать расти в результате усиления конкуренции за зерновые между сельским хозяйством и другими отраслями [173]. Следовательно, животноводство требует разработки новых стратегий, которые еще больше оптимизируют конверсию кормов. Кроме того, общество испытывает растущее давление с целью уменьшить загрязнение окружающей среды азотом, вызванное животноводством. Это также стимулирует развитие улучшенного использования корма, в особенности белка (азота) [225]. Более того, новые кормовые добавки должны заменить как ранее широко используемые кормовые антибиотики, так и гормональные стимуляторы роста, которые сейчас строго регулируются для обеспечения безопасности потребителей и окружающей среды [209, 259].

Одной из таких добавок является диметилглицинат натрия – третичная аминокислота, занимающая значимое место в разнообразных биологических процессах, в том числе в клеточном метаболизме холина и бетаина, выступая источником глицина для синтеза глутатиона [169, 244].

Организм цыплят практически не способен синтезировать глицин. В связи с этим в молодом возрасте глицин считается незаменимой аминокислотой у кур из-за недостаточной скорости биосинтеза [7, 204].

Потребность глицина организмом птиц объясняется участием этой кислоты в синтезе пуриновых оснований и структуры гемма [43]. Диметилглицинат натрия может метаболизироваться в митохондриях печени, превращая обе его метильные группы в результате трансметилирования тетрагидрофолата в свободный глицин [244, 256]. Диметилглицинат натрия полностью абсорбируется в форме физиологического соединения, обладает антиоксидантными свойствами, за счет чего снижает эффект окислительного стресса и связанные с окислительным стрессом изменения уровней метаболитов плазмы крови. Кроме того, может увеличивать способность пищеварительных ферментов и щеточной каймы кишечника, вступать в контакт с питательными веществами, что впоследствии способствует перевариванию и всасыванию питательных веществ [241].

N,N-диметилглицин (DMG), метилированное производное аминокислоты глицина с химической формулой $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{COOH}$, был использован для различных применений человека и животных. Молекула была впервые описана в 1943 году и представляет собой естественный промежуточный метаболит в клетках растений и животных [153, 266]. Путь от холина к глицину начинается с окисления холина до бетаина. Затем DMG образуется в митохондриях из бетаина (N,N,N-триметилглицин) путем удаления одной метильной группы, после чего он дополнительно деметируется до саркозина (N-метилглицин) и, наконец, до глицина [151, 171]. Утверждается, что DMG улучшает использование кислорода и уменьшает закисление мышц [152].

Другое применение DMG – использование в качестве пищевой добавки в рационе птицы. Было установлено, что пищевая добавка с 167 мг Na-DMG/кг улучшает видимую общую перевариваемость корма с поправкой на мочевую кислоту, сырого протеина и экстракта, не содержащего азот, у цыплят-бройлеров на 6,3 и 13,0% по сравнению с контролем. Переваримость сырого жира также была высокой, но при этом отмечается высокая переваримость жира и в контрольной группе (92,7%) [199]. Этот положительный эффект диетического DMG объясняется эмульгирующим действием на уровне кишечника, благодаря которому питательные вещества становятся более доступными для переваривания и усвоения [196, 199]. Усиленное или, скорее, более проксимальное эмульгирование кормового жира под действием поверхностно-активного вещества, вероятно, снижает жировую изоляцию нежирных питательных веществ. В свою очередь, проксимальное высвобождение этих нежирных питательных веществ из жирового покрытия делает их более доступными для ферментативного переваривания и всасывания через кишечную щеточную кайму, благодаря чему улучшается переваримость.

Улучшение переваримости сырого протеина у бройлеров за счет добавления в рацион 167 мг Na-DMG/кг корма не привело одновременно к увеличению экскреции мочевой кислоты. Как следствие, содержание азота в помете бройлеров существенно снизилось за счет диетического диметилглицината натрия. Последний эффект представляет особый интерес, поскольку он снижает загрязнение окружающей среды азотом через помет домашней птицы и, следовательно, обеспечивает экологическую выгоду в дополнение к экономическому преимуществу снижения стоимости кормов [199, 225].

Доказана положительная линейная зависимость доза-ответ между диетическим Na-DMG и соотношением мясо/жир в пределах испытанного диапазона 0-1 г Na-DMG/кг корма при добавлении к рациону с растительным маслом в качестве основного источника жира [196]. Улучшение соотношения

корм/прирост было продемонстрировано в трех испытаниях кормления, в которых бройлеров трех разных линий кормили диетой с добавлением 1 г Na-DMG/кг [197].

Kalmar I.D., Verstegen M.W.A. et al. [198] подтверждают благоприятное влияние на эффективность выращивания бройлеров, высокий уровень толерантности и безопасности к диметилглицинату натрия, демонстрируют отсутствие риска для потребителей непреднамеренного увеличения потребления DMG в результате употребления куриного мяса или печени птиц с добавлением DMG в дозе 1 г/кг корма.

Пищеварительный тракт бройлеров функционирует на максимальном уровне из-за повышенного потребления корма и высокой продуктивности. Следовательно, переваримость питательных веществ должна оцениваться с учетом воздействия различных кормовых ингредиентов или добавок [263]. Chalvatzi S. et al. [145] оценили влияние диметилглицината натрия на продуктивность бройлеров и усвояемость питательных веществ. Несмотря на снижение энергии в тестируемом рационе, который применялся на всех стадиях роста, добавление DMG привело к тому же результату, что и в контрольной группе. Эти результаты подтвердили первоначальную гипотезу о том, что DMG, действуя как эмульгирующий агент, может улучшить усвояемость питательных веществ и компенсировать снижение энергии в рационах бройлеров. Известно, что 500 мг DMG/кг корма может улучшить конечную массу тела и среднесуточные приросты живой массы при выращивании бройлеров. Также сообщалось о положительном влиянии более высокой дозы в 1000 мг/кг корма на конечную массу тела, продуктивность и коэффициент конверсии корма у бройлеров [195, 196].

Убедительно доказано, что DMG может вносить свой вклад в качестве защитного агента против вызванных окислительным стрессом повреждений в таких органах, как кишечник, печень и желудок [129, 166, 180]. Добавление DMG приводит к снижению показателей поражения кишечника в разные возрастные периоды. Этот эффект можно объяснить несколькими факторами. Можно

предположить, что из-за улучшения переваривания питательных веществ меньше субстрата было доступно для роста бактерий и, следовательно, для увеличения оценки повреждений. Как известно, кишечные заболевания повреждают эпителий кишечника и отрицательно влияют на усвоение питательных веществ [146].

Более того, Vai K. et al. [129] показали, что DMG нивелирует окислительное повреждение кишечника за счет усиления экспрессии генов, связанных с антиоксидантами, и уменьшения митохондриальной дисфункции. Аналогичным образом на крысах была показана противоязвенная активность диметилглицина благодаря активности по улавливанию свободных радикалов и защите слизистой оболочки желудка [180].

1.2 Глицин и его роль в жизнедеятельности организма

Глицин был впервые идентифицирован Анри Браконно под названием «succe de gélatine» в 1820 году [207]. Название «глицин» было образовано позже от греческого слова «гликыс», означающего сладкий, потому что он оказался таким же сладким, как глюкоза [272]. Точный состав был определен в 1846 году, а его структура была впервые описана в 1857 году. Глицин является простейшей аминокислотой и не имеет D- или L-конфигурации, потому что один атом водорода присоединен к α -C-атому, к которому присоединяется боковая цепь, характерная для большинства других аминокислот [276].

При взаимодействии с тетрагидрофолиевой кислотой глицин может метаболизироваться из серина, катализируемого ферментом серингидроксиметилтрансферазой, и расщеплением гидроксиметильной группы серина. Эта реакция обратима, при добавлении CH_3 из тетрагидрофолиевой кислоты [270]. Серингидроксиметилтрансфераза присутствует как в цитоплазме, так и в митохондриях клетки. Митохондриальный фермент присутствует повсеместно в большинстве типов клеток, тогда как цитозольный фермент встречается в основном в печени и

почках [272]. Для домашней птицы обычно предполагается, что взаимное превращение глицина и серина не ограничивается метаболизмом [261], поэтому их обычно оценивают вместе, чтобы определить физиологическую ценность корма.

Глицин также может метаболизироваться из треонина двумя путями, которые в основном происходят в печени. Митохондриальный фермент треониндегидрогеназа продуцирует глицин из треонина с 2-амино-3-кетобутиратом в качестве промежуточной стадии метаболизма, который далее расщепляется на глицин, ацетил-КоА и аминокетон. На свиньях, крысах и цыплятах было показано, что это основной путь, на который приходится около 80% расщепления треонина [130; 155]. Цитозольный фермент треонинальдолаза метаболизирует треонин в глицин с ацетальдегидом в качестве дополнительного продукта [213] и, как было определено, вносит вклад от 7 до 11% в деградацию треонина [154]. Холин может метаболически превращаться в глицин в результате пятиступенчатой реакции в печени, если Lhomocysteine доступен. Холин метаболизируется до бетаинового альдегида с помощью ферментов холинмонооксигеназы, холиноксидазы и холиндегидрогеназы. Ферменты бетаин-альдегиддегидрогеназа и холиноксидаза образуют бетаин из бетаинового альдегида, который далее реагирует с диметилглицином через бетаин-гомоцистеин-сметилтрансферазу. Диметилглициндегидрогеназа образует саркозин из диметилглицина. Глицин образуется из саркозина через саркозиноксидазу и саркозин дегидрогеназу. Эти реакции необратимы [272], но холин также может образовываться из серина другим метаболическим путем в девятиступенчатой реакции [219].

Глиоксилат в сочетании с аланином является еще одним источником глицина. Было обнаружено, что фермент аланин-глиоксилат аминотрансфераза является количественно наиболее важным для переноса аминогруппы от аланина на глиоксилат, что является процессом образования глицина и пирувата [265]. У домашней птицы аланин-глиоксилатаминотрансфераза была обнаружена в пероксисомах и митохондриях [251]. Есть два фермента, называемые аланин-

глиоксилатаминотрансферазой, с разными биохимическими свойствами. Эти изоферменты имеют одинаковую функцию, но их внешний вид отличается у разных видов млекопитающих [272] и домашних птиц [251]. Было обнаружено, что один из этих ферментов преобладает у голубей, воробьев, гусей и уток, а другой – у белых леггорнов, фазанов и японских перепелов [272]. Более того, глицин образуется, когда карнитин метаболизируется из триметиллизина в четырехступенчатой реакции. Таким образом, глицин является результатом того, что 3-гидрокситриметиллизин метаболизируется до триметиламино-бутиральдегида в присутствии фермента гидрокситриметиллизинальдолазы. У взрослых людей суточная способность продуцирования глицина составляет 2537 мг из серина, 142 мг из саркозина, 88 мг из глиоксилата и 6 мг в процессе образования карнитина [219]. Wang W. et al. [272] рассчитали суточный синтез глицина у молодых свиней, получающих молоко, как 81 мг/кг массы тела из диетического серина, 36 мг/кг живой массы из холина, 33 мг/кг живой массы из треонина через треониндегидрогеназу и 1054 мг/кг живой массы из неизвестных субстратов или других путей. Эти авторы предположили, что глицин мог быть преобразован из 4-гидроксипролина через 4-гидроксипролинок-сидазу. Этот путь был описан Lowry M. et al. [211]. Оценочные цифры основаны на предположениях, сделанных после рассмотрения многих исследований на людях и других млекопитающих, и не могут быть напрямую перенесены на домашнюю птицу. Однако они дают обзор соотношения количественного вклада этих путей в эндогенный синтез глицина.

Как и любые другие протеиногенные аминокислоты, глицин и серин включены в белки. Общее накопление глицина и серина у бройлеров с 8 до 21 дня было определено в пределах от 7,8 до 11,4 г глицина и от 4,2 до 5,5 г серина / 16 г азота [164, 165]. Wu G. [276] описал концентрацию глицина и серина в белке 10-дневных цыплят без содержимого просвета кишечника как 11,5 и 4,5 г / 16 г N соответственно. Отсутствие боковой цепи у глицина приводит к некоторым физическим характеристикам, таким как размер, передача заряда и гидрофобность.

Эти особенности вызывают возможную аккомодацию в гидрофобной внутренней части белков, что приводит к гибкости сворачивания белков со склонностью к образованию спиралей и обуславливает универсальность структуры рецепторных сайтов, а также гибкость активных центров ферментов [278]. Помимо аспарагина, треонина, гидроксипролина и гидроксизина, серин может быть сайтом связывания между белками и углеводами гликопротеинов [216]. Самыми богатыми глицином белками являются коллаген и эластин, причем глицин включен в каждую третью позицию в первичной структуре [219]. Сборка тройной спирали коллагена имеет остаток глицина внутри спирали, где нет места для более крупных боковых групп, чем одиночный атом водорода в боковой цепи глицина [272]. При убое бройлеров в промышленных масштабах низкая прочность кожи из-за дефицита коллагена в результате недостаточного питания глицином может иметь экономические последствия [148]. Квазиповторяющиеся пептидные последовательности присутствуют в кератинах и белках промежуточных филаментов, таких как ядерные ламины [258]. Кератин, богатый как глицином, так и серином, состоит из большого количества гетерогенных белков. У птиц кератин в основном присутствует в перьях и когтях [143]. Развитие пера у птиц, которых кормили рационом с дефицитом глицина, нарушается [250]. Белки муцина богаты серином и треонином [210], потому что обе аминокислоты обеспечивают места прикрепления для олигосахаридных цепей, которые имеют высокую долю в муцинах. Физиологические функции муцинов описаны как смазывание эпителий кишечника, защита эпителия от кислых условий и протеаз, а также селективный диффузионный барьер для питательных веществ. Дополнительные функции, связанные с микробиотой, – это фиксация комменсальных бактерий, защита эпителия от патогенов и субстрат для бактериальной ферментации [222]. Ospina-Rojas I.C. et al. [234] обнаружили, что секреция муцина кишечника у бройлеров линейно увеличивается с увеличением доли суммы глицина и серина в рационе при низком уровне треонина и достигает плато при высоком уровне треонина.

Количество бокаловидных клеток в кишечнике осталось неизменным и их производство увеличилось, потому что было доступно больше основного вещества для синтеза муцина.

У урикотелических организмов, таких как птицы, для образования каждой молекулы мочевой кислоты требуется одна молекула глицина для построения пуринового кольца, когда глицинамид риботид синтезируется из фосфорибозиламина [202, 237]. Кроме того, синтез белка и пролиферация клеток зависят от синтеза ДНК, который требует глицина для образования пуринов [272]. Глицин является неотъемлемой частью креатина наряду с аргенином. Креатин может поступать либо напрямую с кормом, полученным из продуктов животного происхождения, либо производиться путем эндогенного синтеза, который происходит в двухступенчатой реакции. Первая стадия катализируется ферментом L-аргининглицинамидинотрансфераза. Здесь L-аргинин реагирует с глицином с образованием L-орнитина и гуанидиноуксусной кислоты. Это происходит главным образом в почках, поджелудочной железе и печени. На втором этапе гуанидиноуксусная кислота метилируется по амидиногруппе с помощью S-аденозил-L-метионина с образованием креатинина в печени [220]. Несколько исследований показали, что концентрация креатина в грудных мышцах увеличивается, когда глицин добавляется с кормом [233].

Большинство видов не могут синтезировать серин *de novo*, но могут метаболизировать его из метионина [136]. L-метионин метаболизируется до L-гомоцистеина с помощью S-аденозил-L-метионина и S-аденозил-L-гомоцистеина в качестве промежуточных стадий. L-серин необходим, когда L,L-цистатинин образуется из L-гомоцистеина под действием цистатинин- β -синтазы. L,L-цистатинин дополнительно реагирует на L-серин, 2-оксомасляную кислоту и аммиак цистатинин- γ -лиазой [270].

Первичные соли желчных кислот синтезируются из холестерина в печени, а затем конъюгируются с глицином или таурином с помощью фермента желчной

кислоты-CoA: N-ацилтрансферазы аминокислоты [163]. Соли желчных кислот способствуют перевариванию и всасыванию жиров и жирорастворимых веществ, таких как витамины [136]. Большая часть солей желчных кислот реабсорбируется в тонком кишечнике [219]. Доля желчных солей, конъюгированных с глицином или таурином, различается у разных видов. У многих видов птиц соли желчных кислот исключительно конъюгированы с таурином [187]. Было обнаружено, что добавление в рацион глицина увеличивает очевидную перевариваемость жира у бройлеров [122, 234] и кур-несушек [178] и, следовательно, увеличивает видимую метаболизируемую энергию корма [234]. Авторы интерпретируют это как следствие различных уровней продукции желчи в результате доступности глицина. Однако этот вывод кажется маловероятным, поскольку образование гликонъюгированных желчных солей у цыплят особенно низкое [160, 187]. Каждый порфилин, например, гем, образован из янтарной кислоты и глины. Образование каждой гемовой группы рассеивает восемь молекул глицина. Таким образом, глицин участвует в образовании гемсодержащих соединений, таких как миоглобин, гемоглобин или цитохромы [219].

Было обнаружено, что глицин является нейротрансмиттером в центральной нервной системе и, таким образом, в основном встречается в спинном мозге. Квалификация в качестве нейротрансмиттера – это высвобождение глицина из спинного мозга после соответствующей стимуляции, наличие механизма для регулирования передачи после высвобождения, специфические глицин-чувствительные рецепторы и другие вещества, противодействующие действию глицина [183]. Есть данные, что серин, особенно D-серин, также играет регулируемую роль в центральной нервной системе [205], но эти способы действия менее понятны [183].

Пальмитоил-CoA и L-серин реагируют с 3-кетосфинганином, который является предшественником церамида. Церамид также реагирует на гликозилцерамиды и сфингомиелины, которые повсеместно распределяются в

организме, особенно в тканях мозга. В качестве мембранных компонентов эти соединения выполняют множество биологических функций, включая мембранный транспорт, клеточный апоптоз, клеточную адгезию, старение, экзоцитоз белков и транспорт белков [186].

Глицин в основном катаболизируется посредством декарбоксилирования и дезаминирования митохондриальной системой ферментов расщепления глицина, которая была обнаружена у животных, растений и бактерий [202, 212]. Эта система катализирует обратимую реакцию, в которой глицин и тетрагидрофолат метаболизируются до 5,10-метилентетрагидрофолата, диоксида углерода и аммиака в многоступенчатом процессе, для которого требуются четыре определенных белка [202]. Было показано, что активность системы расщепления глицина в печени и его деградация повышают статус метаболического ацидоза у крыс [211]. Более того, система расщепления глицина представляет количественно наиболее важный путь катаболизма серина у нескольких видов животных. У урикотелических животных, таких как птица, система расщепления глицина поставляет одноуглеродные соединения для синтеза пуринов [202]. Серин также может быть непосредственно дезаминирован до пирувата и аммиака в присутствии сериндегидратазы [136].

Предполагается, что у птицы метаболическое взаимное преобразование глицина и серина не ограничено, поэтому они обычно оцениваются одновременно для определения физиологической ценности корма. В большинстве исследований используется сумма концентрации глицина и серина для улавливания аналогичного эффекта этих аминокислот. Это просто применимая эталонная единица, но она не учитывает тот факт, что кормовой серин имеет тот же эффект, что и глицин на эквимольной основе [261]. Следовательно, Akinde D.O. [119] и Dean D.W. et al. [158] предложили использовать эквиваленты глицина в качестве эталонной единицы, которая рассчитывается как сумма концентрации глицина и молярного эквивалента.

1.3 Лактулоза в сочетании с органическими кислотами и их роль в формировании микробиоты кишечника и продуктивности птиц

Недавнее международное законодательство и растущая обеспокоенность отечественных потребителей возможностью остаточных количеств антибиотиков в мясе и других продуктах животного происхождения наложили ограничения на использование стимулирующих рост антибиотиков и доступность антибиотиков для лечения бактериальных инфекций. Кроме того, все большее число потребителей заявили о своей готовности платить за продукты животного происхождения, не содержащие антибиотиков [161, 190]. В связи с этим сообщалось о благотворном влиянии некоторых кормовых добавок на здоровье кишечника и последующую продуктивность птицы [275]. Пребиотики определяются как неперевариваемые пищевые продукты или ингредиенты корма, которые положительно влияют на хозяина, избирательно стимулируя рост и активность одной или ограниченного числа бактерий в кишечнике [51, 58, 248]. Пребиотики ферментируются полезными бактериями из таких родов, как *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и *Bacteroides*. Таким образом, считается, что пребиотики могут влиять на состав микробного сообщества кишечника [22, 45, 92, 231].

Лактулоза (β -D-галактопиранозил- (1 \rightarrow 4) - β -D-фруктофураноза) представляет собой неперевариваемый синтетический дисахарид, который метаболизируется продуцирующими газ кишечными микроорганизмами. Лактулозу можно найти в списке пребиотиков, составленном Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций [242]. Положительный эффект лактулозы на микробиоту кишечника человека [140], крыс [141] и свиней [206] был ранее зарегистрирован. Guerra-Ordaz A.A., Molist F. et al. [174] сообщили, что улучшение показателей роста поросят, получающих 1%-ную пищевую добавку лактулозы, может быть связано с повышенным потреблением корма и улучшением

целостности кишечника. Кроме того, наблюдались заметные изменения в концентрациях SCFA в пищеварительном тракте слепой кишки крыс [280] и свиней [200], получавших лактулозу. Более того, добавление лактулозы к корму поросят-отъемышей, которым перорально вводили *Salmonella Typhimurium*, приводило к значительному усилению гуморальных иммунных ответов [227]. Cho J.H, Kim I.H. [147] сообщили, что добавка 0,1 или 0,2% пищевой лактулозы может улучшить показатели роста и снизить содержание *Escherichia coli*, NH 3 и H 2S в экскрементах 28-дневных бройлеров.

Исследование на поросятах показало, что те, кто получал 1% лактулозы в рационе, показали лучшие показатели роста, чем те, кто не получал пребиотик [45, 174]. Кроме того, добавление лактулозы в рацион увеличивало среднесуточный прирост живой массы после перорального введения энтеротоксигенной *E. coli* K88 у поросят [175]. Точный механизм, лежащий в основе стимулирующих рост эффектов пребиотиков, все еще неясен, но может быть связан со способностью пребиотиков вызывать благоприятные изменения микрофлоры кишечника и его целостности [86, 87, 88, 89, 123, 223].

Исследования показали, что повышенный уровень пребиотиков пагубно влияет на продуктивность бройлеров и микрофлору кишечника. Кормление 8 г/кг ФОС привело к снижению продуктивности бройлеров, чем кормление рационов с добавлением 2 и 4 г/кг ФОС. Biggs P. et al. [134] предположили, что включение олигосахарида в дозе 8 г/кг, вероятно, приближается к самому высокому допустимому уровню для бройлеров. Согласно результатам, полученным Calik A. et al. [144], включение в рацион бройлеров до 0,8% лактулозы хорошо переносится и не оказывает отрицательного воздействия на продуктивность бройлеров. Наблюдаемое улучшение продуктивности бройлеров, как правило, связано с целостностью кишечника бройлеров.

Как уже установлено, морфологические изменения в тонкой кишке, такие как увеличение высоты ворсинок, ширины ворсинок и соотношения VH: CD, могут

положительно влиять на продуктивность птиц. Эти изменения увеличивают площадь впитывающей поверхности, что важно при применении альтернативных стимуляторов роста. Однако более короткая длина ворсинок была связана с присутствием токсинов, а более глубокие крипты можно рассматривать как отражающие более высокую потребность в новой эпителиальной кишечной ткани [126]. Calik A., Ergun A. [144] установили, что постепенное увеличение количества лактулозы в рационе бройлеров улучшило морфологическое развитие кишечника, на что указывает увеличение высоты, ширины и площади ворсинок. В отличие от хорошо известных пребиотиков, существует ограниченное количество сообщений о влиянии лактулозы на структуру кишечника бройлеров. Guerra-Ordaz A.A. et al. [175] сообщили, что добавление лактулозы в рацион увеличивало высоту ворсинок подвздошной кишки после перорального введения энтеротоксигенной *E. coli* K88 у поросят. Исследования, которые проводились с несколькими пребиотиками, выявили увеличение высоты и ширины ворсинок, соотношение VH:CD и уменьшение глубины крипт на разных участках кишечника [135, 215]. Можно предположить, что улучшение целостности кишечника связано с благотворным действием лактулозы на популяцию кишечной микрофлоры и бактериальные метаболиты, которые влияют на дифференцировку и пролиферацию энтероцитов.

В дополнение к влиянию на структуру кишечника пищевые добавки с лактулозой могут иметь выраженный эффект на количество бокаловидных клеток в тощей и подвздошной кишках. Слой слизи, который синтезируется и секретруется бокаловидными клетками, защищает область щеточной каймы, которая является первой линией защиты от нападения кишечных патогенов, уменьшая их прилипание к слизистой оболочке кишечника. Он также обеспечивает защиту от бактериальных токсинов и токсинов окружающей среды, а также от других пищевых компонентов, которые могут повредить слизистую оболочку. Слой слизи также выполняет функцию среды, способствующей перевариванию и всасыванию [134, 146]. Calik A., Ergun A. [144] показали, что диетические добавки с лактулозой

привели к увеличению количества бокаловидных клеток в тощей и подвздошной кишках. Ранее было обнаружено, что количество бокаловидных клеток увеличивается у птиц, которых кормили рационами, содержащими от 0,2 до 1,0% маннанолигосахаридных продуктов. Smirnov A., Perez R. et al. [257] пришли к выводу, что виды *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* могут увеличивать синтез и секрецию муцинов в кишечнике цыплят. Наблюдаемое увеличение количества бокаловидных клеток из-за добавок лактулозы может быть связано с благоприятным ростом бактерий, который влияет на динамику муцина [146]. Полученные гистоморфологические результаты исследований позволяют по-новому взглянуть на потенциальные пребиотические эффекты лактулозы у бройлеров.

Широко признано, что кишечная микрофлора и ее метаболическая активность оказывают значительное влияние на здоровье и продуктивность бройлеров.

У домашней птицы слепая кишка содержит большое количество разнообразных сред для роста бактерий. Бактериальная ферментация в слепой кишке приводит к образованию короткоцепочечных жирных кислот, которые необходимы для функционирования кишечника и его целостности [218]. Кроме того, эти побочные продукты ферментации способствуют энергетическому метаболизму у бройлеров и понижают pH кишечной среды, что может ограничивать рост бактериальных патогенов. Meimandipour A. et al. [218] предположили, что лактат, продуцируемый видами *Lactobacillus* в пищеварительном тракте слепой кишки, способствует росту бактерий, продуцирующих бутират, что заметно увеличивает концентрацию бутирата слепой кишки. О таком положительном влиянии лактулозы, как пребиотика, на содержание полезной микрофлоры слепой кишки сообщали и другие исследователи, которые испытывали на цыплятах-бройлерах, помимо лактулозы, и другие источники пребиотиков, такие как инулин [246, 247]. Среди

короткоцепочечных жирных кислот, масляная кислота выделяется как предпочтительный источник энергии для энтероцитов и участвует в клеточной дифференцировке и разрастании в слизистой оболочке кишечника [249]. Calik A., Ergun A. [144] доказали, что добавление лактулозы к рациону улучшает гистоморфологию кишечника в корреляции с повышенным уровнем бутирата слепой кишки.

Добавление в рацион пребиотиков может улучшить показатели роста бройлеров и может повысить активность пищеварительных ферментов, таких как протеазы, липазы и амилазы, что приведет к лучшему усвоению питательных веществ и, следовательно, к улучшению показателей роста [90, 170].

Эксперименты на свиньях показывают, что лактулоза действительно не может перевариваться и всасываться в тонком кишечнике и что она попадает в толстую кишку, где микроорганизмы используют ее для производства уксусной и молочной кислоты. Следовательно, лактулоза может стимулировать рост *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* и снижать активность протеолитических бактерий [172, 214]. Сообщалось, что прием лактулозы оказывает благотворное влияние за счет увеличения количества пробиотических бактерий и значительного уменьшения количества потенциальных патогенов и, следовательно, снижения активности проканцерогенных ферментов (например, азоредуктазы, 7-альфа-дегидроксилазы) [206]. Благодаря своему пребиотическому эффекту диетическая лактулоза улучшает продуктивность цыплят-бройлеров.

Рядом исследователей установлено, что добавление в рацион пребиотиков (лактюлозы) улучшило показатели роста и снизило смертность кур, свиней и телят [147, 162, 167, 188]. Mohammadigheisar M., Nyachoti C.M. et al. [221] показывают, что добавление в рацион 0,5% лактулозы улучшает показатели роста цыплят-бройлеров. Исследованиями доказано, что пребиотики могут изменять среду кишечника, увеличивая количество полезных микроорганизмов и подавляя распространение патогенов в кишечнике [185, 238], уменьшать популяцию

сальмонелл в кишечнике цыплят [260], поддерживать конкурентное исключение и иммунную модуляцию [255].

Использование подкислителей также может быть потенциально полезным для улучшения продуктивности птицы [125, 264]. К их числу относится яблочная кислота, которая является компонентом яблочного уксуса, известного на протяжении двух веков. Появлению биологически ценного продукта мир обязан шведскому химику – экспериментатору Карлу Вильгельму Шееле, жившему в XVIII веке. Изучая в 1785 году нативную форму органических соединений, ученый отжал из незрелых яблок сок и экстрагировал его водой. Полученное горьковато-кислое вещество с сильными бактерицидными свойствами получило название яблочная кислота.

Яблочная кислота присутствует в клетках любого живого организма как один из важных промежуточных продуктов обменных процессов. Соли и анионы яблочной кислоты называются малатами. Искусственным путем яблочную кислоту получают в процессе гидратации фумаровой или малеиновой кислоты при высокой температуре (до 200 °С).

Помимо органических кислот, яблочный уксус содержит антоцианы, флаванолы, аминокислоты, витамины, минеральные соли, летучие кислоты, полифенольные соединения и воду [232]. Яблочный уксус обладает антибактериальными и противогрибковыми свойствами. Бета-каротин в яблочном уксусе обладает антиоксидантными свойствами. Применение яблочного уксуса улучшает иммунный ответ против патогенов, а также способствует кислотно-щелочному балансу [254]. Органические кислоты добавляются в корм для различных положительных эффектов на функцию кишечника и улучшения иммунного ответа [216, 221]. Лучшее время для употребления любой из органических кислот – это начальный период выращивания бройлеров [208]. Использование органических кислот увеличивает высоту ворсинок кишечника у домашней птицы [118, 135]. Увеличение высоты кишечных ворсинок увеличивает

всасывание питательных веществ в тонком кишечнике и, следовательно, увеличивает вес и улучшает продуктивность цыплят [127]. До сих пор большинство исследований по использованию подкислителей при выращивании бройлеров проводилось выпойкой с питьевой водой. Jahantigh M., Kalantari H. et al. [192] изучили влияние яблочной кислоты в корме на показатели роста, иммунную систему, некоторые биохимические факторы сыворотки крови и гистоморфологические изменения тонкой кишки у бройлеров в период от 1 до 28 дней. Значения, измеренные для увеличения массы в течение различных недель тестирования показали, что прирост массы тела был выше в группах, получавших яблочную кислоту, по сравнению с контрольной. Потребление яблочной кислоты с кормом увеличило массу бursy Фабрициуса, хотя это увеличение не является достоверным. Не наблюдалось статистически значимой разницы между контрольной и обработанной группами через 14 дней в отношении массы внутренних органов. Не было существенной разницы между контрольной и экспериментальной группами в уровнях холестерина, альбумина, общего белка, триглицеридов, ЛПВП и ЛПНП в сыворотке крови. Однако яблочная кислота снизила уровень липопротеидов высокой плотности в сыворотке крови. Результаты гистоморфологических исследований тонкой кишки показали достоверное увеличение высоты ворсинок ($p = 0,0022$) и глубину кишечной крипты ($p = 0,0015$) в группах, получавших яблочную кислоту, по сравнению с контрольной группой. Вместе с тем, Berrama Z. et al., [137] сообщили, что яблочная кислота снижает уровень холестерина и триглицеридов в крови у бройлеров. По результатам исследования Bouazza A. et al., [139], яблочная кислота оказывает защитное действие на печень и улучшает ее работу. Attia Y.A. et al. [125]; Naziroglu M. et al., [228] сообщили, что яблочная кислота оказывает защитное действие на печень и почки, снижает уровень липидов в сыворотке и повышает уровень антиоксидантных ферментов.

Tasharofi S. et al. [264] отметили, что использование уксуса из отходов фиников увеличивает массу тела цыплят-бройлеров. Уксус, помимо уксусной кислоты, содержит другие питательные вещества, такие как витамины и минералы, которые могут быть эффективными для набора массы тела [193]. Из-за низкого уровня жирных кислот с короткой цепью в кишечнике молодых цыплят они могут быть лучшими кандидатами для использования подкислителей [125, 235]. С возрастом увеличивается выработка летучих жирных кислот в желудочно-кишечном тракте цыплят-бройлеров, и это может быть основной причиной отсутствия эффективного добавления органических кислот в более позднем возрасте [184, 208]. Naque M.N. et al. [179] сообщили, что добавление органической кислоты увеличивало количество клеток, участвующих в иммунной системе в фолликулах, и увеличивало массу бursy Фабрициуса. Attia Y.A. et al. [125] наблюдали, что яблочная кислота в рационе японских перепелов влияет на иммунную систему, что проявляется в избытке клеточных реакций в кишечнике, а также в лимфоидной гиперплазии в ткани селезенки. Однако Brisbin J.T. et al. [142] сообщили об отсутствии влияния яблочной кислоты на массу лимфоидных органов. Allahdo P. et al. [121] не заметили значительного влияния яблочной кислоты на относительную массу лимфоидного органа. Однако результаты гистоморфологических исследований кишечной ткани показали, что высота ворсинок, глубина кишечных крипт были значительно увеличены в опытных группах, по сравнению с контрольной. Кроме того, Tasharofi S. et al. [264] сообщили, что морфология кишечника улучшается за счет добавления в рацион бройлеров уксуса из финика. Чем больше высота ворсинок, тем больше абсорбционная способность тонкого кишечника. Более высокие ворсинки препятствуют более быстрому прохождению содержимого в кишечнике, снижают его влажность, что улучшает конверсию корма [127]. Различные факторы, такие как наличие патогенов, различных химикатов, стрессовых состояний, микрофлоры тонкого кишечника могут влиять на состояние здоровья кишечного эпителия, а

органические кислоты и пробиотики позитивно влияют на гистопатологию тонкого кишечника [239]. В исследованиях Attia Y.A. et al., [125], Vaurhoo B. et al., [135] установлено, что использование яблочной кислоты значительно увеличило высоту кишечных ворсинок в опытных группах, по сравнению с контрольной группой, что может быть связано с улучшением состояния кишечной микробной флоры за счет использования органической кислоты.

Благодаря содержанию пектин яблочный уксус снижает уровень холестерина ЛПНП в плазме. Было обнаружено, что определенные компоненты яблочного сока и экстрактов, которые способствуют антиоксидантной активности, как свежее яблоко, так и соки ингибируют катализируемое медью окисление ЛПНП [240].

В экспериментах на японских перепелах, курах и индюках, получавших яблочную кислоту в разведение 1:100 в питьевой воде установлено, снижение общего холестерина и триацил-глицеролов в сыворотке крови опытных птиц [132, 133].

Другой, не менее важной органической кислотой, является аскорбиновая, или витамин С. Витамин С встречается в двух формах: L-аскорбиновая кислота (восстановленная форма) и дегидро-L-аскорбиновая кислота (окисленная форма). Хотя в природе витамин в основном присутствует в виде аскорбиновой кислоты, обе формы являются биологически активными. В природе восстановленная форма аскорбиновой кислоты может обратимо окисляться до дегидроокисленной формы, дегидроаскорбиновая кислота необратимо окисляется до неактивной дикетогулоновой кислоты. Обратимое окисление-восстановление аскорбиновой кислоты дегидроаскорбиновой кислотой является наиболее важным химическим свойством витамина С и основой его известной физиологической активности и стабильности [28].

Многие виды растений и животных могут синтезировать витамин С (аскорбиновую кислоту) из предшественников углеводов, включая глюкозу и галактозу. Отсутствие стадии биосинтеза аскорбиновой кислоты у всех витамин С-

зависимых видов связано с неспособностью превращать L-гулонолактон в 2-кето-L-гулоноат, который превращается в L-аскорбиновую кислоту. Виды, зависимые от витамина С, в том числе сельскохозяйственная птица, не имеют фермента L-гулонолактонооксидазы. Некоторые животные, в том числе птица, обладают способностью биосинтезировать аскорбиновую кислоту в своем организме. Однако биосинтез витамина С ограничен у очень молодых птиц и увеличивается с возрастом примерно до 60-дневного возраста [208]. Кроссы птиц различаются по синтезу аскорбиновой кислоты, измеренному по активности L-гулонолактонооксидазы и концентрации аскорбиновой кислоты в тканях. Похоже, что цыплята-бройлеры с более высокими темпами роста имеют высокую потребность в антиоксидантной защите и, следовательно, более высокую потребность в витамине С [262].

В нормальных условиях птица может синтезировать в своем организме витамин С, который всасывается аналогично углеводам (моносахаридам). Кишечная абсорбция у витамин С-зависимых животных требует натрийзависимой активной транспортной системы [57, 62, 79, 193]. Аскорбиновая кислота легко всасывается, когда попадает в небольшом количестве, но ограниченное кишечное всасывание происходит и при приеме внутрь избыточного количества аскорбиновой кислоты. Доказано, что биодоступность витамина С из кормов ограничена, однако адсорбция его в кишечнике достигает 80-90% [3, 66, 78, 85, 105].

В своем метаболизме аскорбиновая кислота сначала превращается в дегидроаскорбат несколькими ферментами или неферментативными процессами, а затем может быть восстановлена обратно в аскорбиновую кислоту в клетках [193]. Поглощенный витамин С легко уравнивается с запасом витамина в организме. О каких-либо специфических связывающих белках аскорбиновой кислоты не сообщалось, и предполагается, что витамин удерживается путем связывания с субклеточными структурами.

Было обнаружено, что аскорбиновая кислота участвует во многих биохимических процессах. Функция витамина С связана с его характеристиками обратимого окисления и восстановления. Однако точная роль этого витамина в живой системе до конца не изучена, поскольку форма кофермента еще не описана. В дополнение к взаимосвязи аскорбиновой кислоты и ферментов гидроксилазы, Franceschi R.T. [168] предполагает, что витамин С необходим для дифференциации соединительной ткани, такой как мышцы, хрящи и кости, полученные из мезенхимы (эмбриональные клетки, способные развиваться в соединительную ткань). Предполагается, что коллагеновая матрица, продуцируемая клетками, обработанными аскорбиновой кислотой, обеспечивает благоприятную среду для тканеспецифической экспрессии генов. Общим выводом всех исследований является то, что витамин С может изменять экспрессию нескольких генов по мере того, как клетки продвигаются через определенные программы дифференцировки. Наиболее четко установленная функциональная роль витамина С связана с биосинтезом коллагена. Нарушение синтеза коллагена базальной мембраны и его целостность в эпителии слизистой оболочки во время ограничения витамина С может объяснить механизм, с помощью которого происходит ломкость капилляров при цинге, а также увеличение случаев заболеваний пародонта при недостатке витамина С. Отсутствие заживления ран, а также изменения десен и костей в результате недостаточного потребления витамина С являются прямым последствием сокращения количества нерастворимых коллагеновых волокон. Были рассмотрены биохимические и физиологические функции витамина С [193]. Функциональное значение витамина С, помимо ранее упомянутой роли в синтезе коллагена, включает следующее:

– из-за легкости, с которой аскорбиновая кислота может окисляться и обратимо восстанавливаться, она играет важную роль в реакциях, связанных с переносом электронов в клетке. Почти все терминальные оксидазы в тканях растений и животных способны прямо или косвенно катализировать окисление L-

аскорбиновой кислоты. Такие ферменты включают оксидазу аскорбиновой кислоты, цитохромоксидазу, фенолазу и пероксидазу. Кроме того, его окисление легко индуцируется в аэробных условиях ионами многих металлов и хинонами;

- метаболическое окисление некоторых аминокислот, включая тирозин;

- аскорбиновая кислота играет роль в метаболизме ионов металлов благодаря своим восстанавливающим и хелатирующим свойствам. Это приводит к усиленному всасыванию минералов из рациона, их мобилизации и распределению по телу. Аскорбиновая кислота способствует абсорбции негемового железа из пищи и действует, снижая содержание трехвалентного железа при кислом pH в желудке, образуя комплексы с ионами железа, которые остаются в растворе в щелочных условиях в двенадцатиперстной кишке. Кроме того, достаточный уровень витамина С является предпосылкой для С-1-гидроксилирования витамина D₃ и его запасной формы 25 (ОН) D до активной формы 1,25 (ОН) 2D;

- карнитин синтезируется из лизина и метионина и зависит от двух гидроксилаз, содержащих двухвалентное железо и L-аскорбиновую кислоту. Дефицит витамина С может снизить образование карнитина, что может привести к накоплению триглицеридов в крови и физической усталости и утомлению, связанным с цингой [176];

- взаимосвязь витамина С и витаминов группы В известна, так как у животных с дефицитом тиамина, рибофлавина, пантотеновой кислоты, фолиевой кислоты и биотина нарушаются тканевые уровни и экскреция витамина С с мочой;

- витамин С ингибирует нитрозамины, которые являются сильнодействующими канцерогенами. Витамин эффективен для детоксикации рациона жвачных животных с высоким содержанием нитратов;

- витамин С участвует в контроле синтеза глюкокортикоидов (кортикостероидов) в надпочечниках. Защитное действие витамина С (также витамина Е) на здоровье может частично быть результатом снижения циркулирующих уровней глюкокортикоидов [230]. Во время стресса повышается

уровень глюкокортикоидов, подавляющих иммунный ответ. Витамин С снижает синтез глюкокортикоидов надпочечниками, помогая поддерживать иммунную систему. Кроме того, аскорбат может регенерировать восстановленную форму альфа-токоферола, что, возможно, объясняет наблюдаемый щадящий эффект на этот витамин [191]. В процессе щадящего окисления жирных кислот токоферол окисляется до свободных радикалов токоферила. Аскорбиновая кислота может отдавать электрон свободному радикалу токоферила, восстанавливая антиоксидантную форму токоферола;

– аскорбиновая кислота обнаруживается в семенной жидкости в десятикратной концентрации, по сравнению с уровнями в сыворотке. Снижение уровня вызывает неспецифическую агглютинацию сперматозоидов;

– витамин С играет биологическую роль в кератиноцитах. Поскольку кожа должна обеспечивать первую линию защиты от воздействия свободных радикалов в окружающей среде (например, солнечных ожогов, старения кожи и рака кожи), она разработала сложную антиоксидантную сеть, которая включает ферментативные и неферментативные компоненты. Эпидермис состоит из нескольких слоев кератиноцитов, снабженных ферментами (супероксиддисмутаза, каталаза, тиоредоксинредуктаза и глутатионредуктаза) и молекулами низкомолекулярных антиоксидантов (токоферол, глутатион и аскорбиновая кислота) [243].

Как эффективный поглотитель активных форм кислорода, аскорбиновая кислота сводит к минимуму окислительный стресс, связанный с респираторным выбросом активированных фагоцитарных лейкоцитов, тем самым контролируя воспаление и повреждение тканей, связанных с иммунными ответами [42, 109, 113, 217].

Хотя витамин С может синтезироваться птицей, его синтез снижается или потребность в витамине С повышается во время стресса. Во время экологического, пищевого или патологического стресса добавление аскорбиновой кислоты в корм

или питьевую воду птиц, по-видимому, смягчает воздействие многих нежелательных физических последствий (например, хроническую активацию коры надпочечников, иммуносупрессию, потерю живой массы и снижение яйценоскости) к одному или нескольким одновременным стрессовым раздражителям [194, 274].

Как уже отмечалось, птица способна синтезировать витамин С, поэтому предполагается, что она не нуждается в диетических источниках витамина. Однако у суточных цыплят скорость синтеза аскорбиновой кислоты низкая. Pardue S.L., Thaxton J.P. [236] сообщили, что уровни аскорбиновой кислоты в плазме у домашних птиц значительно снижались из-за инъекций в возрасте 1 и 14 дней. Дополнительный ввод витамина С (150 мг/кг корма) улучшил продуктивность цыплят-бройлеров, подвергшихся воздействию стрессовых факторов. В работах многих авторов отмечается положительное влияние аскорбиновой кислотой на скорость роста, яйценоскость, прочность и толщину яичной скорлупы, фертильность и выработку спермопродукции [41, 54, 57, 85, 97].

Витамин С необходим для развития костей и качества яичной скорлупы. Добавление аскорбиновой кислоты в рацион кур-несушек в процессе проведения искусственной линьки позитивно отразилось на дальнейшей яйценоскости и качестве яичной скорлупы. Околелова Т.М. [68] сообщила о больших дозах аскорбиновой кислоты (2000 мг/кг корма), влияющих на метаболизм кальция, минерализацию костей и скорлупы яиц у кур. Витамин С является необходимым кофактором для биоконверсии витамина D₃ в его активную форму 1,25- (ОН) 2D₃. Weiser H. et al. [273] сообщили, что 100 мг/кг корма аскорбиновой кислоты в рационе цыплят увеличивают плазменные концентрации 1,25- (ОН) 2D₃, что приводит к повышению активности белка, связывающего кальций, увеличению массы двенадцатиперстной кишки и снижению ломки костей.

1.4 Заключение по обзору литературы

В заключении хотелось бы отметить, что для увеличения продуктивности, сохранности птиц, а также безопасности и качественных показателей яиц и мяса, птицеводы все чаще используют в кормлении птиц разнообразные кормовые биологически активные добавки, способные стимулировать рост птицы, активизировать обменные процессы за счет стабилизации микробиоты кишечника, повышать переваримость питательных веществ кормов.

Важным неблагоприятным последствием упорного отбора в сторону быстрорастущих высокопродуктивных кроссов бройлеров является значительное снижение относительной сердечно-легочной емкости. Сердечно-легочная способность современных быстрорастущих кроссов бройлеров недостаточна для поддержания физиологического гомеостаза, что является основным фактором, способствующим наблюдаемому увеличению смертности, особенно при синдроме легочной гипертензии, также называемом синдромом асцита бройлеров. Поскольку синдром асцита бройлеров характеризуется дисбалансом между потребностью в кислороде и поставкой кислорода, а оксидативный стресс участвует в его патогенезе, диметилглицинат натрия представляется ценным кандидатом как кормовая добавка для ослабления этого синдрома.

Добавками, способными нивелировать перечисленные проблемы, являются глицинсодержащие, к которым относятся диметилглицинат натрия – третичная аминокислота, занимающая значимое место в разнообразных биологических процессах, в том числе в клеточном метаболизме холина и бетаина, выступая источником глицина для синтеза глутатиона, а также глицин в комплексе с лактулозой и другими органическими кислотами, которые особенно при использовании в смесях хорошо известны своими устойчивыми антибактериальными свойствами.

Недавнее международное законодательство и растущая обеспокоенность отечественных потребителей возможностью остаточных количеств антибиотиков в

мясе и других продуктах животного происхождения наложили ограничения на использование стимулирующих рост антибиотиков и доступность антибиотиков для лечения бактериальных инфекций. Доказано, что пребиотики могут влиять на состав микробного сообщества кишечника, увеличивать популяцию полезных бактерий в кишечнике, изменять микробную активность слепой кишки, улучшать целостность кишечника, повышать усвояемость белков и жиров в организме цыплят-бройлеров.

Анализ научных работ по использованию подкислителей кормов в животноводстве и птицеводстве показывает, что органические кислоты и их соли, как в чистом виде, так и в сочетании с другими компонентами, являются эффективной заменой стимуляторам роста и кормовым антибиотикам, на протяжении долгого времени используемых в кормлении скота и птиц. В то же время необходимы дальнейшие исследования по изучению влияния как испытанных органических кислот, так и ещё неизученных, чтобы прояснить отрицательное влияние их на желудочно-кишечный тракт и минимизировать эти факторы с помощью компонентов, способных с максимальной пользой использовать подкислители в животноводстве.

Краткий анализ обзора литературы позволяет заключить, что использование в кормлении птиц диметилглицината натрия, лактулозы и органических кислот нашли широкое применение, но при этом нет данных совместного применения этих добавок в птицеводстве. В связи с этим, разработанная с нашим участием кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я», содержащая комплекс глицина, лактулозы и других органических кислот, представляет значительный интерес с точки зрения влияния ее на микробиоту кишечника цыплят-бройлеров, их мясную продуктивность и качественные показатели мяса, в сравнении с кормовой добавкой «Истман Энханз», содержащей N,N-диметилглицинат.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная часть работы была проведена в условиях вивария НВЦ «Новые биотехнологии» (г. Волгоград) и научно-исследовательский центр ООО «МегаМикс» (г. Волгоград), а производственная проверка – в условиях в ООО «Птицефабрика Свеженка» Урицкого района Орловской области на цыплятах-бройлерах кросса РОСС 308 с 2019 по 2021 год.

В процессе исследований были выполнены рекогносцировочный опыт по установлению оптимальной дозировки скармливания кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я», научно-хозяйственный и физиологический опыты, а также проведена производственная проверка результатов исследований по изучению влияния сравниваемых кормовых добавок на возможное повышение эффективности производства мяса птиц, улучшение его качества согласно схеме (рисунок 1).

С целью установления оптимальной дозировки скармливания новой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» был проведен рекогносцировочный опыт, в котором участвовали четыре группы цыплят-бройлеров по 50 голов в каждой (таблица 1). Продолжительность опыта 35 дней.

Таблица 1 – Схема рекогносцировочного опыта

Группа	Период откорма, дней	Количество голов	Условия кормления
Контрольная	1 - 35	50	ОР (стандартный рацион)
I опытная	1 -35	50	ОР + кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» (0,5 кг/т корма)
II опытная	1 - 35	50	ОР + кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» (1,0 кг/т корма)
III опытная	1 - 35	50	ОР + кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» (1,5 кг/т корма)

На основании показателей роста, развития и мясной продуктивности цыплят-бройлеров была определена оптимальная норма ввода скармливания добавки «Ди-лактоцин-Я», после чего был проведен научно-хозяйственный опыт.

Научно-хозяйственный опыт был проведен на 150 суточных бройлерах, которые методом случайной выборки были разделены на три группы по 50 голов в каждой. Кормление бройлеров проводили следующим образом: птица контрольной группы получала стандартные комбикорма, согласно нормативным рекомендациям ФНЦ «ВНИТИП» РАН и компании Aviagen® для кросса Росс 308, I опытной группы – ОР + кормовую добавку «Истман Энханз» в количестве 1,2 кг/т корма, II опытной – ОР + кормовую добавку «Ди-лактоцин-Я» в количестве 1,0 кг/т корма (таблица 2).

Таблица 2 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группы	Количество голов	Особенности кормления
Контрольная	50	Стандартные комбикорма, согласно нормативным рекомендациям ФНЦ «ВНИТИП» РАН
I опытная	50	Стандартные комбикорма + кормовая добавка «Истман Энханз» в количестве 1,2 кг/т корма
II опытная	50	Стандартные комбикорма + кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» в количестве 1,0 кг/т корма

В процессе откорма применяли трехфазовую программу кормления, при котором стартовый рацион – с 1 по 10 день, ростовой – с 11 по 24 день и финишный – с 25 по 35 день. Условия содержания были одинаковыми, в соответствии с рекомендациями ФНЦ «ВНИТИП» РАН и компании Aviagen®.

Всех птиц вакцинировали против болезни Ньюкасла, ИБК, Гамборо. Схема ветеринарных мероприятий представлена в приложении А.

После окончания периода скармливания изучаемых добавок по 5 голов бройлеров подопытных групп, выбранных рандомизировано, были подвергнуты эвтаназии и немедленно вскрыты для отбора слепых отростков. Образцы заморозили при температуре -20°C для хранения и транспортировки в Международную лабораторию молекулярной генетики и геномики птицы.

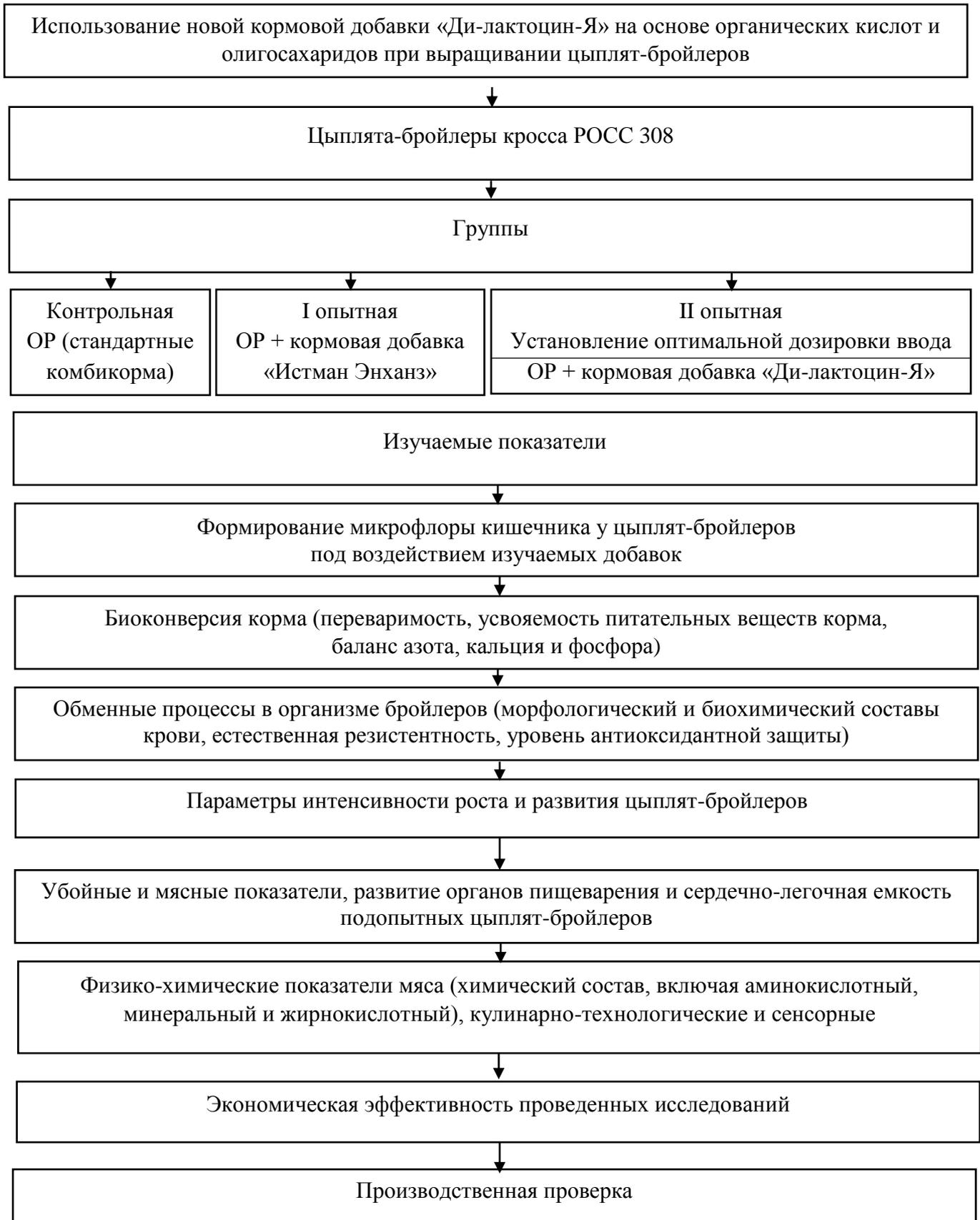


Рисунок 1 – Общая схема опыта

Выделение микробной ДНК осуществляли с применением автоматической станции QIAcube Connect набором QIAamp Power Fecal DNA Kit (QIAGEN, Германия). Качество выделенной микробной ДНК оценивали количественно с помощью прибора Qubit 3.0. Общее микробное число определяли с помощью ПЦР в реальном времени на приборе LightCycler® 96 System (Roche, Швейцария).

Состав микробиома слепых отростков кишечника определяли посредством современных молекулярно-генетических методов: NGS-секвенирования. Для NGS-секвенирования были подготовлены библиотеки ДНК по протоколам Ion 16S Metagenomics Kit и Ion 520 and 530 Kit - OT2, чип для секвенирования Ion 520™ Chip на базе системы Ion GeneStudio™ S5 System (Thermo Fisher Scientific, USA).

Физиологический опыт, характеризующий конверсию корма организмом цыплят-бройлеров, проводили по методическим рекомендациям ФНЦ «ВНИТИП» РАН [101], в возрасте птиц 28 дней. Химический состав корма и выделенного помета определяли в сертифицированной лаборатории ГНУ НИИММП, согласно ГОСТ Р-51417-99.

Живую массу учитывали еженедельно, путем индивидуального взвешивания всех подопытных цыплят (ГОСТ 31962-2013). Среднесуточные приросты живой массы и относительную скорость роста – еженедельно, расчетным путем, руководствуясь формулами Brodij. Сохранность – ежедневно, путем учета падежа и установления причин, вызвавших гибель птиц.

По окончании опыта, в ходе убоя и анатомической разделки были проведены морфологический и сортовой состав тушек, согласно ГОСТ Р 52702-206 «Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия».

Химический и биохимический составы грудных мышц бройлеров определяли согласно ГОСТ Р 51479-99, ГОСТ 25011-81, ГОСТ 23042-86, ГОСТ 31470-2012, ГОСТ 23042-2015, ГОСТ Р 51994-2002, ГОСТ 31727-2012 (ISO 996, 1998):

– содержание минеральных веществ в грудных мышцах – методом инверсионной вольтамперометрии (ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ ИСО Р 5725-2002) и на атомно-адсорбционном спектрометре КВАНТ-2А (ГОСТ Р ИСО 5725-2002);

– аминокислотный состав грудных мышц определяли на аминокислотном анализаторе Aracus (Германия);

– жирнокислотный состав грудных мышц – газохроматическим методом с определением массовой доли индивидуальных жирных кислот (ГОСТ Р 55483-2013).

Энергетическую ценность мяса рассчитывали по общепринятой формуле Александра В.М. [1951]. Органолептическую оценку определяли согласно ГОСТ 9359-91 «Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки».

Европейский индекс эффективности по формуле ЕИЭ = $\frac{\text{Сохранность, \%} * \text{Живая масса 1 гол., кг}}{\text{Возраст убоя, дней} * \text{Конверсия корма, кг}} * 100$.

В конце испытаний отбирали образцы крови после ночного голодания цыплят-бройлеров (5 голов из каждой группы) для морфологии крови и клинической биохимии из локтевой вены в пробирки с коагулянтом и без него, для получения сыворотки крови. Характеристики форменных элементов и лейкоцитарную формулу крови бройлеров определяли на автоматическом гематологическом анализаторе URIT-3020 Vet Plus (Китай), клинической биохимии – на полуавтоматическом биохимическом анализаторе URIT-800 Vet (Китай). Определение в крови подопытных цыплят-бройлеров иммуноглобулинов осуществлялось по методу Манчини; супероксиддисмутазы – на спектрофатометре типа СФ-46; церулоплазмина – на анализаторе Cobas Mira; малонового диальдегида – по методу Uchiyama M. и Mihara M. [264]. Естественную резистентность организма оценивали, определяя бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) по методике Кузьминой Т.А., Смирновой О.В. [47], активность лизоцима методом Дорофейчук В.Г. [31], фагоцитарную активность по методике Чумаченко В.Е. и др. [112].

Полученные результаты исследований были статистически обработаны с использованием компьютерных программ «Microsoft Office», оценены и сравнены с контролем с помощью параметрического критерия t – Стьюдента.

В процессе опытов все процедуры с птицей выполнялись в соответствии с Европейской конвенцией по защите животных, используемых для научных целей (2003) и этических норм «Директива 2010/63/EU Европейского парламента и Совета от 22.09.2010 года по охране животных, используемых в научных целях».

Характеристика изучаемых добавок.

Кормовая добавка N,N диметилглицинат – коммерческое название «Истман Энханз» (Бельгия), биологические свойства которой обусловлены наличием диметилглицината натрия, стабилизированного двумя молекулами кристаллической воды. Диметилглицинат натрия является третичной аминокислотой, метаболизируется в митохондриях печени и участвует в метаболизме холина к бетаину натурального происхождения с образованием свободного глицина, полностью абсорбируется в форме физиологического соединения, обладает антиоксидантными и эмульгирующими свойствами, ослабляет синдром асцида, улучшает усвояемость питательных веществ корма в желудочно-кишечном тракте птиц. Применение добавки улучшает конверсию корма, повышает сохранность и мясную продуктивность цыплят-бройлеров.

Кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» (ГНУ НИИММП, Россия) на основе глицина с добавлением лактулозы, выработанной по оригинальной технологии из молочной мелассы, аскорбиновой и яблочной кислот, которая способствует улучшению переваримости питательных веществ корма, мясной продуктивности цыплят-бройлеров, а также стимулирует и повышает иммунитет за счет нормализации микробиоты кишечника.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Установление оптимальной дозировки скармливания новой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» в рационах цыплят-бройлеров

В связи с тем, что разработанная с нашим участием кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» является новой, необходимо было установить оптимальную дозировку ее ввода в состав рациона цыплят-бройлеров кросса Росс 308. Для чего были сформированы четыре группы цыплят-бройлеров суточного возраста по 50 голов в каждой: из них – контрольная группа, получала основной рацион, I опытная группа – в составе ОР кормовую добавку «Ди-лактоцин-Я» в дозировке 0,5 кг/т корма, II опытная группа – 1,0 кг/т корма и III опытная – 1,5 кг/т корма.

Известно, что кормовые добавки оказывают как подавляющее, так и стимулирующее воздействие на рост, развитие и мясную продуктивность бройлеров, а фиксирование этих показателей, в процессе откорма, является одним из основных критериев оценки воздействия изучаемых добавок на организм птиц.

3.1.1 Влияние различных дозировок кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» на динамику живой массы цыплят-бройлеров кросса Росс 308

Живая масса, при выращивании цыплят-бройлеров, является одним из основных показателей, характеризующих питательную ценность комбикорма как в целом, так и изучаемых кормовых добавок, в особенности при определении оптимальной дозировки ввода в состав рациона. Среднестатистические данные живой массы и зоотехнические показатели выращивания подопытных цыплят-бройлеров представлены в таблице 3, а результаты индивидуальных взвешиваний, согласно возрастным периодам, в приложении Б.

Таблица 3 – Живая масса цыплят-бройлеров в период откорма (n=50)

Возраст, дни	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
1	41,70±0,75	41,71±0,32	41,71±0,20	41,70±0,21
7	179,3±1,44	181,1±0,86	182,8±1,10*	183,4±0,73**
14	446,1±1,06	458,5±1,59***	485,4±1,07***	486,5±1,49***
21	886,8±3,96	907,7±5,55	936,5±3,97***	941,6±3,88***
28	1408,7±4,00	1420,6±4,62	1486,5±5,91***	1494,3±5,99***
35	2029,0±9,94	2052,0±9,28	2140,0±7,88***	2145,1±7,94***
Сохранность, %	100	100	100	100
Среднесуточный прирост, гр	56,80	57,40	60,00	60,10
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,58	1,55	1,51	1,51
ЕИЭ*	366,91	378,25	404,92	405,88

* Европейский индекс эффективности

Исходя из полученных данных было установлено, что при комплектовании подопытных групп живая масса цыплят-бройлеров была практически одинаковой. Это связано с тем, что для эксперимента были отобраны кондиционные бройлеры с разницей по живой массе всего 4 грамма. Тщательная калибровка цыплят-бройлеров и соблюдение всех рекомендуемых параметров при их выращивании позволили не допустить падежа птиц, сохранность которых во всех подопытных группах составила 100%.

Через 7 дней скармливания изучаемой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» нами было установлено достоверное увеличение живой массы цыплят-бройлеров II и III опытных групп на 1,95 (P<0,05) и 2,29% (P<0,01) относительно контроля. До конца откорма, во все возрастные периоды, достоверное превышение по данному

показателю сохранялось и к 35-ти дневному возрасту составило 5,47 ($P < 0,001$) и 5,72% ($P < 0,001$) соответственно. Достоверное превышение по живой массе у цыплят-бройлеров I опытной группы, по сравнению с контролем, наблюдалось только в возрасте 14-ти дней (2,78%; $P < 0,001$), а в остальные возрастные периоды разница была незначительной и находилась практически на уровне контроля. Затраты корма на 1кг прироста сократились в I опытной группе на 0,03 кг, а во II и III опытных – на 0,07. Европейский индекс продуктивности повысился в опытных группах на 11,3; 38,01 и 38,97 единиц соответственно.

Судя по полученным данным, можно заключить, что кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» в количестве 1,0 кг/т корма оказала наиболее эффективное воздействие на живую массу цыплят-бройлеров II опытной группы в период откорма.

Расчет среднесуточных приростов живой массы подопытных цыплят-бройлеров аналогичным образом подтвердил, что во II и III опытных группах этот показатель оказался наиболее высоким по сравнению с контролем и I опытной группой (рисунок 2).

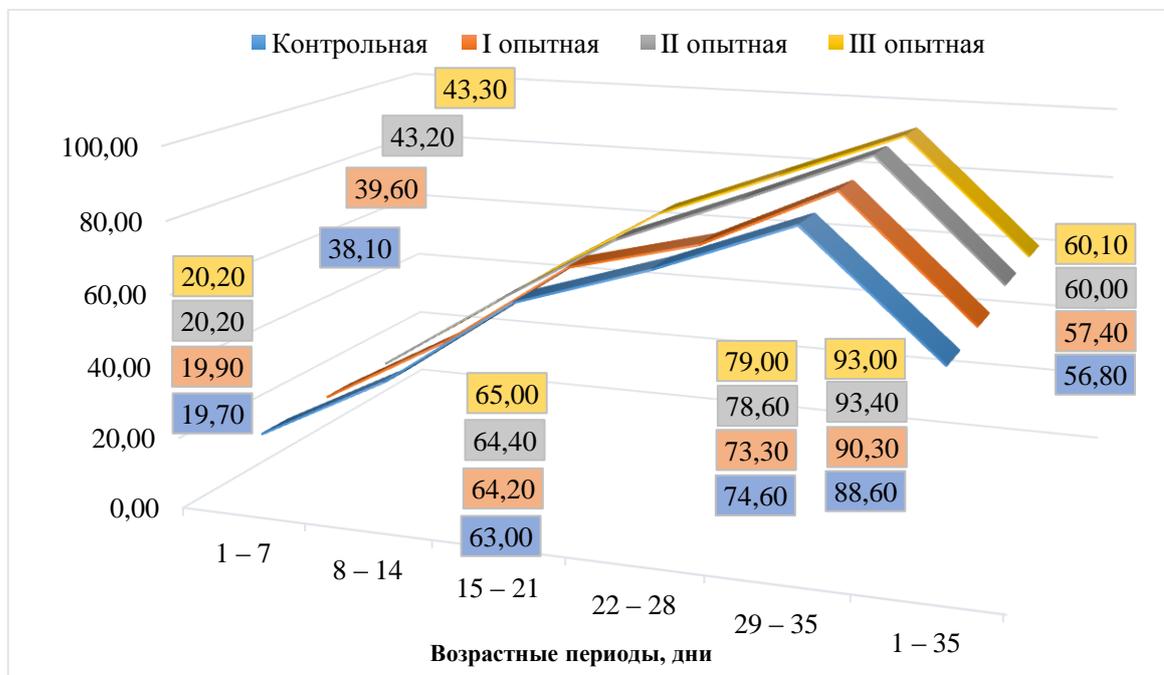


Рисунок 2 – Среднесуточный прирост живой массы, гр

Так, среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров II опытной группы превосходил контроль на 5,63 ($P<0,05$), III опытной – на 5,80 ($P<0,05$), а I опытной – лишь на 1,06%.

Анализируя результаты относительной скорости роста подопытных цыплят-бройлеров (таблица 4), можно заключить, что наиболее высокая интенсивность роста наблюдалась у бройлеров II опытной группы (1,0 кг/т корма) и III опытной (1,5 кг/т корма).

Таблица 4 – Относительная скорость роста подопытных цыплят-бройлеров, %

Возрастные периоды, дни	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
1-7	124,5	125,1	125,7	125,9
8-14	85,3	86,7	90,6	90,5
15-21	66,1	65,8	63,5	63,7
22-28	45,5	44,1	45,4	45,4
29-35	36,1	36,4	36,1	35,8
1-35	191,9	192,0	192,4	192,4

Несмотря на незначительные колебания данного показателя в разрезе этих групп в процессе откорма, за весь период опыта относительная скорость роста цыплят-бройлеров оказалась идентичной и, составила 192,4%. Интенсивность роста цыплят-бройлеров I опытной группы (0,5 кг/т корма) как в отдельные возрастные периоды, так и средний показатель за период откорма находились на уровне контроля.

Исходя из этого нами было принято решение считать оптимальной дозой ввода кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» в рацион для цыплят-бройлеров 1,0 кг/т корма (II опытная группа).

3.1.2 Влияние различных доз кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» на мясную продуктивность цыплят-бройлеров

По мнению Антипова А.А. [4], Мухиной Н.В. и др. [63], Ежовой О. и др. [36], Гамко Л.Н. и др. [14], изучение мясной продуктивности, которое подразумевает определение убойного выхода тушек, выхода грудных мышц, отношение съедобных частей к несъедобным, позволяет установить силу воздействия биологически активных кормовых добавок, используемых в питании птиц, и определить целесообразность их применения.

По завершению опыта (35 дней) был проведен контрольный убой и анатомическая разделка тушек подопытных цыплят-бройлеров. Для убоя были отобраны методом свободной выборки по 6 голов из каждой группы (3 петушка и 3 курочки), результаты которых представлены в таблице 5.

Анализ результатов анатомической разделки позволил зафиксировать увеличение убойного выхода потрошенных тушек в опытных группах относительно контрольной.

Таблица 5 – Морфологический состав тушек и сортность мяса (n=6)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Предубойная масса, г	2023,3±10,39	2056,7±11,73	2140,0±14,64**	2143,3±15,01**
Масса потрошенной тушки, г	1452,3±11,23	1486,2±12,69	1561,6±15,43**	1564,2±14,89**
Убойный выход потрошенной тушки, %	71,78	72,26	72,97	72,98
Масса грудных мышц (относительно потрошенной тушки), г	376,2±4,27	387,9±5,32	418,5±6,99**	419,2±7,04**
Выход грудных мышц, %	25,9	26,1	26,8	26,8
Масса съедобных частей (относительно потрошенной тушки), г	1146,9±11,06	1175,7±12,71	1242,6±15,18**	1244,9±15,14**
Выход съедобных частей, %	78,97	79,11	79,57	79,59
Масса несъедобных частей (относительно потрошенной тушки), г	305,4±1,87	310,5±2,08	319,0±3,11	319,3±2,53
Выход несъедобных частей, %	21,03	20,89	20,43	20,41
Отношение съедобных частей к несъедобным	3,75	3,78	3,90	3,90
Сортность мяса: I сорт, %	73,9	74,7	76,8	76,9
II сорт, %	26,1	25,3	23,2	23,1

Превышение данного показателя в I опытной группе оказалось менее значимым и составило 0,48%, во II и III опытных группах разница достигла 1,19 и 1,20% соответственно. В следствие чего повысился как абсолютной выход массы грудных мышц на 3,11% в I опытной группе, 11,24% ($P<0,01$) во II опытной и 11,43% ($P<0,01$) в III опытной, так и относительный – на 0,2% в I и на 0,9% во II и III опытных группах. По нашему мнению, улучшение вышеуказанных параметров, характеризующих мясную продуктивность цыплят-бройлеров способствовало увеличению выхода тушек I сорта в опытных группах на 0,8; 2,9 и 3,0% по сравнению с контрольной группой.

Полученные данные позволяют констатировать тот факт, что во II опытной группе соотношение количества изучаемой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» (1,0 кг/т корма) и полученных результатов увеличения мясной продуктивности, является наиболее оптимальным.

В процессе анатомической разделки была проведена экспертиза внутренних органов подопытных цыплят-бройлеров ветеринарными специалистами, которые не зафиксировали отклонений в их развитии и состоянии на момент осмотра.

Нами была установлена тенденция к уменьшению относительной массы органов пищеварения, в особенности печени, у цыплят-бройлеров опытных группах под воздействием изучаемых добавок (таблица 6).

Таблица 6 – Масса внутренних органов, характеризующих пищеварение, г ($n=3$)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Предубойная масса, г	2023,3±10,39	2056,7±11,73	2140,0±14,64**	2143,3±15,01**
Органы пищеварения:				
печень, г	49,17±0,26	48,74±0,35	49,65±0,47	49,94±0,44
%	2,43	2,37	2,32	2,33
железистый желудок, г	8,09±0,38	7,82±0,29	7,49±0,37	7,29±0,41
%	0,40	0,38	0,35	0,34
мышечный желудок, г	51,19±0,69	51,21±0,57	52,64±0,63	52,51±0,71
%	2,53	2,49	2,46	2,45
кишечник, г	143,25±1,12	142,32±1,08	144,02±0,18	144,03±1,13
%	7,08	6,92	6,73	6,72
Итого, г	251,70±1,47	250,09±1,64	253,80±1,36	253,77±1,52
%	12,44	12,16	11,86	11,84

Известно, что среди органов пищеварения, печень в первую очередь реагирует на любые изменения в кормлении, например, испытание новых кормовых добавок

и препаратов, которые могут вызвать патологические изменения в функционировании печени.

В наших исследованиях относительная масса печени опытных групп несколько уменьшилась на 0,06; 0,11 и 0,10% относительно контрольной группы, что подтверждает высокую активность и безопасность влияния изучаемой кормовой добавки на процессы пищеварения в организме цыплят-бройлеров. В целом масса пищеварительных органов в опытных группах снизилось на 0,28; 0,58 0,60% по сравнению с контролем, что согласуется с работами Villeneuve P. et al. [271], Крюкова О.В. [48], Лысенко С.Н. [55].

Современные кроссы бройлеров очень восприимчивы к гипоксии из-за сочетания высокой потребности в кислороде, в связи с высокой скоростью роста и относительно слаборазвитой сердечно-легочной системой [181, 182]. В связи с этим мы изучили массу внутренних органов, характеризующих сердечно-легочную емкость, результаты которых представлены на рисунке 3.

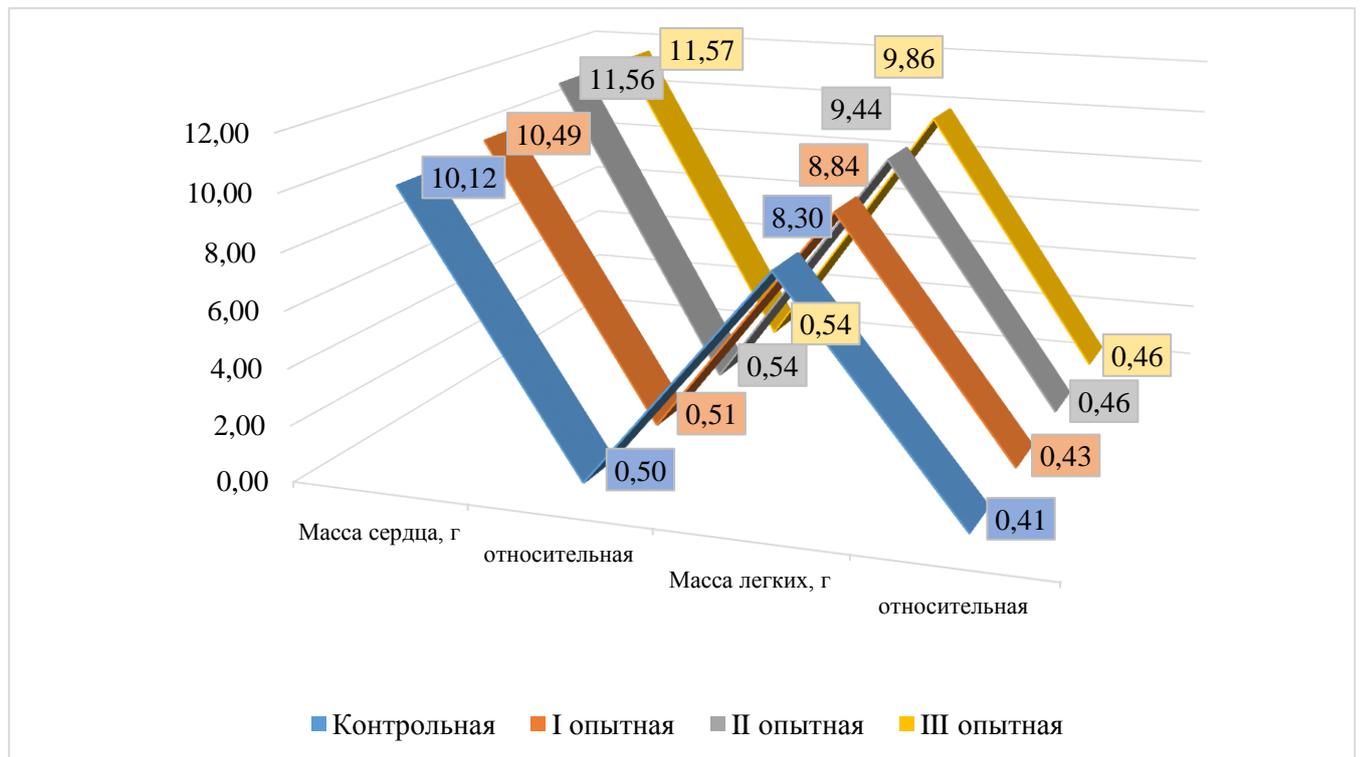


Рисунок 3 – Абсолютная и относительная масса сердца и легких

Абсолютная масса сердца бройлеров II и III опытных групп достоверно увеличилась на 1,44 ($P<0,05$) и 1,45 г ($P<0,05$) по сравнению с контролем, а I

опытной – имела тенденцию к увеличению. Относительный показатель массы сердца также возрос во всех опытных группах. Масса легких цыплят-бройлеров I опытной группы превышала контрольные показатели на 0,54 г (6,51%), II опытной – на 1,64 г (13,73%; $P < 0,05$) и III опытной – 1,56 г (18,79%; $P < 0,05$).

Проведенные нами исследований позволили установить, что наиболее оптимальной дозой скармливания кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» является 1,0 кг/т корма.

3.2 Эффективность новой кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» на основе органических кислот и олигосахаридов в сравнительном аспекте с кормовой добавкой «Истман Энханз», содержащей диметилглицинат натрия, при выращивании цыплят-бройлеров

Для увеличения продуктивности, сохранности птиц, а также безопасности и качественных показателей яиц и мяса, птицеводы все чаще используют в кормлении птиц разнообразные кормовые биологически активные добавки, способные стимулировать рост птицы, активизировать обменные процессы, повышать биоконверсию кормов.

Одними из таких добавок являются глицинсодержащие, к которым относятся диметилглицинат натрия – третичная аминокислота, занимающая значимое место в разнообразных биологических процессах, в том числе в клеточном метаболизме холина и бетаина, выступая источником глицина для синтеза глутатиона, а также – глицин в комплексе с лактулозой и другими органическими кислотами (аскорбиновая, яблочная) хорошо известны своими достаточно устойчивыми антибактериальными свойствами.

Исходя из этого, было принято решение изучить влияние кормовых добавок, содержащих диметилглицинат натрия («Истман Энханз») и аминокислоту глицин в сочетании с лактулозой и другими органическими кислотами («Ди-лактоцин-Я»), в сравнительном аспекте, на формирование мясной продуктивности цыплят-бройлеров.

3.2.1 Содержание и кормление подопытных цыплят

Экспериментальные исследования проводили в условиях вивария НВЦ «Новые биотехнологии» и научно-исследовательский центр ООО «МегаМикс» на 150 суточных цыплятах-бройлерах кросса Росс308, которые методом случайной выборки были разделены на три группы по 50 голов в каждой. Содержалась птица напольно, используя оборудование компании Биг Дачмен, соблюдая установленные параметры микроклимата в рекомендациях ФНЦ «ВНИТИП» РАН и компании Aviagen® при выращивании бройлеров на мясо.

Кормление бройлеров проводили следующим образом: птица контрольной группы получала стандартные комбикорма, согласно нормативным рекомендациям ФНЦ «ВНИТИП» РАН и компании Aviagen® для кросса Росс 308, I опытной группы – ОР + кормовую добавку «Истман Энханз» в количестве 1,2 кг/т корма, II опытной – ОР + кормовую добавку «Ди-лактоцин-Я» в количестве 1,0 кг/т корма.

В процессе откорма применяли трехфазный режим кормления, при котором стартовый рацион – с 1 по 10 день, ростовой – с 11 по 24 день и финишный – с 25 по 35 день. Условия содержания были одинаковыми, в соответствии с рекомендациями ФНЦ «ВНИТИП» РАН и компании Aviagen®. Рецепты комбикормов представлены в приложении В.

3.2.2 Микробиота слепых отростков кишечника подопытных цыплят-бройлеров

Доказано, что диметилглицинат натрия может вносить свой вклад в качестве защитного агента против вызванных окислительным стрессом повреждений в таких органах, как кишечник, печень и желудок [129, 166, 180]. Добавление DMG приводит к снижению показателей поражения кишечника в разные возрастные периоды. Как известно, кишечные заболевания повреждают эпителий кишечника и отрицательно влияют на усвоение питательных веществ [245]. Более того, Bai K. et al. [129] показали, что DMG нивелирует окислительное повреждение кишечника за

счет усиления экспрессии генов, связанных с антиоксидантами, и уменьшения митохондриальной дисфункции. Аналогичным образом была показана противоязвенная активность диметилглицина благодаря активности по улавливанию свободных радикалов и защите слизистой оболочки желудка [180].

Известно, что диетические пребиотики, в том числе лактулоза, влияют на показатели роста бройлеров и морфологию кишечника, избирательно стимулируя рост полезных для здоровья бактерий. Лактулоза – это синтетический дисахарид, полученный из лактозы в результате химической реакции, который стимулирует микрофлору кишечника и изменяет конечные микробные продукты [252, 267].

Доказано, что кормовые пребиотики могут увеличивать популяцию полезных бактерий в кишечнике [69, 92, 203], изменять микробную активность слепой кишки [77, 247], улучшать целостность кишечника [134] и повышать усвояемость белков и жиров в организме цыплят-бройлеров [65, 123]. Таким образом, здоровье желудочно-кишечного тракта играет важную роль в достижении оптимальной продуктивности и благополучия в птицеводстве [26, 74, 279].

В связи с этим мы изучили влияние кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» на микробиоту кишечника цыплят-бройлеров. Показатели общего микробного числа приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Общее микробное число содержимого слепых отростков подопытных цыплят-бройлеров

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
Общее микробное число	$0,86 \cdot 10^6 \pm 0,08$	$1,16 \cdot 10^6 \pm 0,07^*$	$1,18 \cdot 10^6 \pm 0,09^*$

Примечание: * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$, *** – $P < 0,001$

Результаты исследований позволяют констатировать рост микроорганизмов в слепых отростках кишечника цыплят-бройлеров опытных групп на 34,88 ($P < 0,05$) и 37,21% ($P < 0,05$) на фоне контрольной группы.

Соотношения таксонов в слепых отростках кишечника подопытных цыплят-бройлеров представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Соотношение таксонов в слепых отростках кишечника
цыплят-бройлеров подопытных групп, %

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
Филум <i>Actinobacteria</i>	0,31±0,17	0,66±0,14	0,72±0,19
Род <i>Bifidobacteriales</i>	0,08±0,05	0,35±0,09*	0,39±0,08*
Филум <i>Bacteroidetes</i>	49,25±2,15	49,67±1,97	49,84±2,33
Филум <i>Firmicutes</i>	36,12±1,17	39,54±1,25	39,71±1,34
Род <i>Lactobacillales</i>	6,85±1,04	7,48±1,11	7,56±1,09
Род <i>Clostridiales</i>	25,29±1,84	28,42±1,67	28,65±1,62
сем, <i>Ruminococcaceae</i>	10,55±2,02	11,93±1,94	11,98±1,87
Род <i>Selenomonadales</i>	0,07±0,06	1,39±0,38**	1,47±0,0,39**
Филум <i>Fusobacteria</i>	1,05±0,49	0,68±0,41	0,61±0,52
Филум <i>Proteobacteria</i>	3,12±1,21	3,11±1,36	3,15±1,9
сем, <i>Enterobacteriaceae</i>	2,48±1,57	3,47±1,43	3,49±1,71
Филум <i>Spirochaetes</i>	0,09±0,03	0,07±0,05	0,08±0,04
Филум <i>Synergistetes</i>	0,45±0,12	0,31±0,16	0,31±0,15
Филум <i>Tenericutes</i>	0,87±0,17	0,52±0,21	0,51±0,19
сем, <i>Mycoplasmataceae</i>	0,09±0,05	0,04±0,02	0,04±0,02
Нормофлора	86,18±0,89	89,87±0,77*	90,27±0,91*
Патогенная и нежелательная	3,89±0,49	4,37±0,63	4,39±0,58

Полученные данные свидетельствуют о некотором увеличении бактерий в опытных группах филума *Actinobacteria* на 0,35 и 0,41%, но при этом установлено достоверное увеличение бактерий рода *Bifidobacteriales* в I опытной группе в 4,3 раза ($P<0,05$), во II опытной – в 4,9 раза ($P<0,05$), ответственных за подавление патогенной микрофлоры. Количество бактерий филума *Firmicutes* увеличилось в опытных группах на 3,42 и 3,59%, в том числе рода *Lactobacillales* – на 0,63 и 0,71%. Хотелось бы отметить увеличение в опытных группах бактерий семейства *Ruminococcaceae*, отвечающих за переваривание клетчатки на 1,38 и 1,43%.

Обнаружено достоверное увеличение бактерий рода *Selenomonadales* на 1,32 (P<0,05) и 1,40% (P<0,05) относительно контрольной группы.

Несмотря на недостоверное увеличение показателей, по некоторым видам бактерий, общее их число достоверно возросло в опытных группах на 3,69 (P<0,05) и 4,09% (P<0,05) по сравнению с контрольной группой.

Количество патогенной и нежелательной микрофлоры во всех подопытных группах находилось на уровне норм для здоровой птицы и не имело достоверных различий.

В заключение следует отметить, что испытываемые кормовые добавки «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» оказали стабилизирующее влияние на микробиоту кишечника и проявили в определенной степени антибактериальные свойства. При этом кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» активнее способствовала развитию полезной микрофлоры кишечника цыплят-бройлеров (II опытная группа).

3.2.3 Биоконверсия корма (переваримость, усвоение питательных веществ, баланс азота, кальция и фосфора)

Повышение переваримости питательных веществ корма и активизация обменных процессов в организме птиц за счет использования в рационах биологически активных кормовых добавок является одной из основных задач при производстве мяса.

Потребность глицина организмом птиц объясняется участием этой кислоты в синтезе пуриновых оснований и структуры гемма [43]. Диметилглицинат натрия может метаболизироваться в митохондриях печени, превращая обе его метильные группы в результате трансметиляции тетрагидрофолата в свободный глицин [244, 256]. Диметилглицинат натрия полностью абсорбируется в форме физиологического соединения, обладает антиоксидантными свойствами, за счет чего снижает эффект окислительного стресса и связанные с окислительным стрессом изменения уровней метаболитов плазмы крови. Кроме того, может увеличивать способность пищеварительных ферментов и улучшать способность

щеточной каймы кишечника, вступать в контакт с питательными веществами, что впоследствии способствует перевариванию и всасыванию питательных веществ [7, 241].

Было обнаружено, что добавление глицина увеличивает усвояемость жира у бройлеров [122, 234] и кур-несушек [178]. Ospina-Rojas I.C. et al. [234] также продемонстрировали, что кажущаяся концентрация метаболизируемой энергии (без поправки на накопление азота) в рационе была увеличена, поскольку общее содержание энергии в экскрементах было снижено в результате более высокой перевариваемости жиров. Это может частично объяснить увеличенное отложение жира в брюшной полости, наблюдаемое Yamazaki M. et al. [277].

Химический состав экскрементов изменяется из-за микробной активности. Микроорганизмы в экскрементах производят, например, фермент уриказу, который позволяет превращать мочевую кислоту в аллантаин. Последний далее превращается в гликолевую кислоту, мочевины и аммиак. Кроме того, микроорганизмы вырабатывают фермент уреазу, который катализирует разложение мочевины до аммиака и диоксида углерода. Аммиак как летучее соединение может рассеиваться в окружающей среде [124, 225]. Азот в возможно улетучившемся аммиаке не может быть определен как выделение азота и, таким образом, может привести к завышенной оценке аккреции азота. Кроме того, доля мочевой кислоты, аммиака и других азотистых соединений в экскрементах могла измениться в результате процессов, упомянутых выше. В литературе отсутствует информация о влиянии интервалов отбора проб экскрементов на их состав, но описаны интервалы отбора проб один, два и более раз в день [156, 253].

Благоприятное влияние диметилглицината натрия на усвояемость питательных веществ корма, по мнению Clapés P., Infante M. [145], Cools A. et al. [150], Kalmar I.D. et al. [199], связано с поверхностно-активными свойствами сложных эфиров диметилглицина.

Лактулоза в сочетании с глицином, аскорбиновой и яблочной кислотами также может быть использована в качестве активного средства для стимуляции и повышения иммунитета за счет активации микробиоты желудочно-кишечного

тракта и, как следствие, увеличение степени переваримости питательных веществ корма [92].

Полученные в процессе проведения физиологического опыта данные свидетельствуют о положительном влиянии изучаемых кормовых добавок на усвояемость организмом бройлеров опытных групп питательных веществ, полученных с кормом, в особенности жира (рисунок 4).

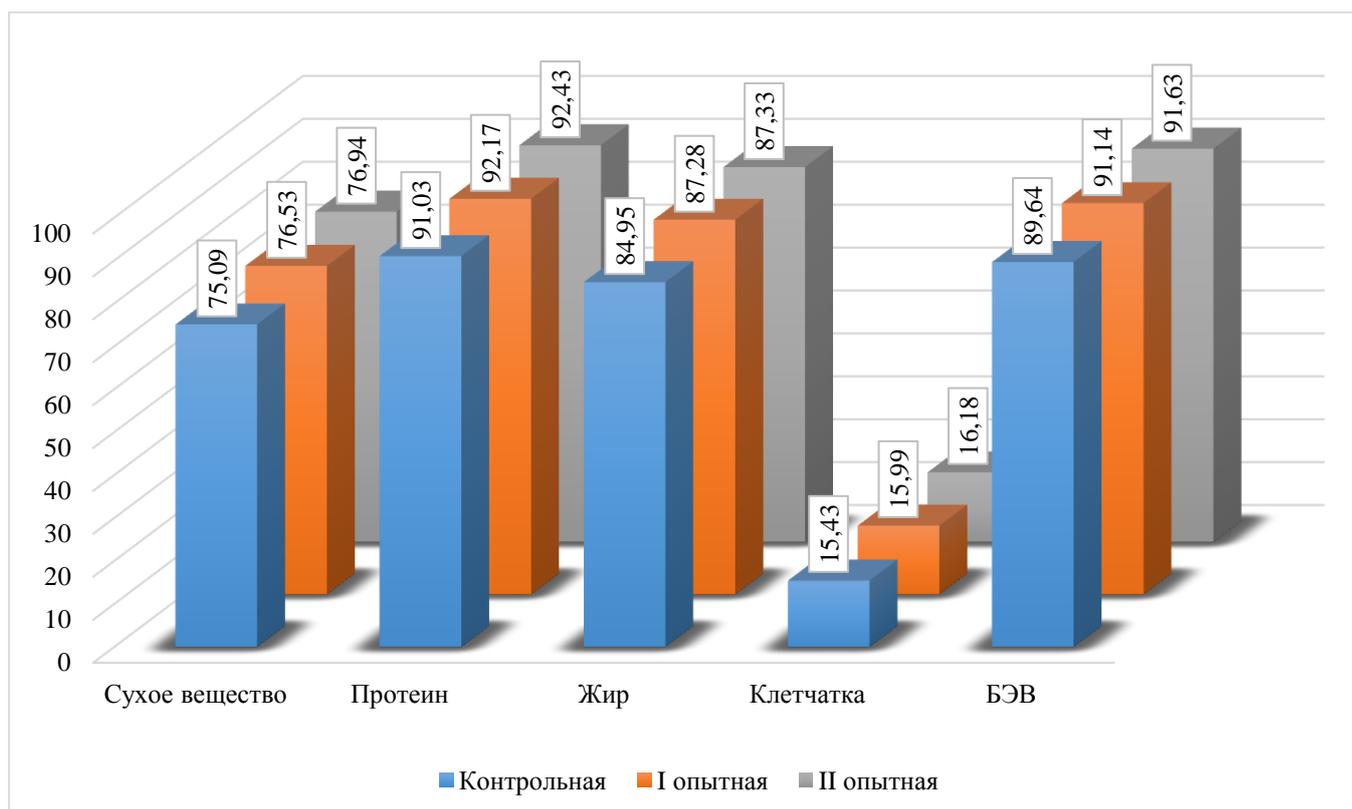


Рисунок 4 – Переваримость питательных веществ корма, %

Кормовой жир является наиболее калорийным питательным веществом, и его эффективное использование является предпосылкой для улучшения продуктивности [245]. Вместе с тем, у молодых птиц способность переваривать и усваивать пищевые жиры ограничена. Это ограничение можно преодолеть, добавляя в рацион эмульгаторы. Эмульгирующие агенты увеличивают активную поверхность жира, способствуя активности липазы и способствуя образованию мицелл [229]. Диметилглицин оказывает эмульгирующее действие и эффективно используется в кормлении бройлеров [195, 196, 199, 244], а также у свиней [150, 166]. Исследования, проведенные на обоих видах животных, показали, что

пищевая добавка диметилглицината натрия может улучшить усвояемость жира, белка и безазотного экстракта, а также усвояемость сухих и органических веществ, альфа-токоферолаацетата.

Цыплята опытных групп переваривали жир лучше, чем их сверстники из контрольной группы на 2,33 ($P<0,01$) и 2,38% ($P<0,01$). Переваримость сухого вещества в опытных группах возросла относительно контрольной на 1,44 ($P<0,01$) и 1,85% ($P<0,01$). Как и предполагалось, уровень переваримости протеина и БЭВ увеличился в I опытной группе на 1,14 ($P<0,05$) и 1,50 ($P<0,05$), а во II опытной – на 1,40% ($P<0,05$) и 1,99% ($P<0,01$), по сравнению с контролем. Коэффициент переваримости клетчатки в опытных группах превысил аналогичный показатель из контрольной группы на 0,56 ($P<0,05$) и 0,75% ($P<0,05$), по нашему мнению, за счет увеличения в кишечнике опытных групп бактерий семейства Ruminosoccaseae, отвечающих за переваривание клетчатки.

У цыплят-бройлеров всех подопытных групп отмечен положительный баланс азота (рисунок 5).

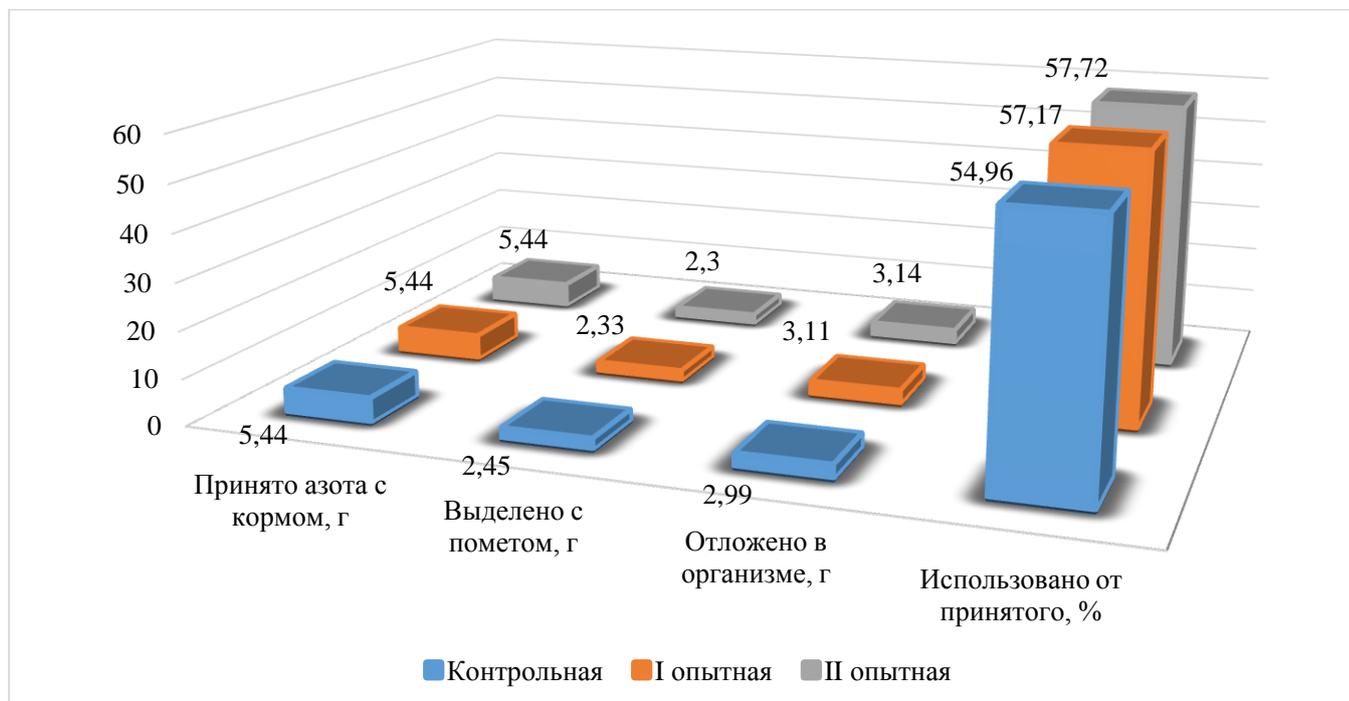


Рисунок 5 – Баланс и использование азота

Наблюдалось снижение выделения азота с пометом в опытных группах на 5,15 ($P<0,05$) и 6,52% ($P<0,05$) по отношению к контролю. Соответственно отложение его в теле цыплят-бройлеров опытных групп возросло на 0,12 (4,01%; $P<0,05$) и

0,15 г (5,02%; $P<0,05$), а коэффициент его использования увеличился, по сравнению с контролем, на 2,21 ($P<0,05$) и 2,76% ($P<0,05$) соответственно.

Минеральные вещества, как единственные и специфические катализаторы ферментных систем, а также составные элементы витаминов и гормонов, играют высочайшую роль в обмене веществ. Удовлетворение необходимого состава макро- и микроэлементов активизирует переваримость питательных веществ корма, и прежде всего протеина, отложение азота в организме птиц за счет активизации биосинтеза белка.

Положительный баланс кальция и фосфора был зафиксирован во всех подопытных группах (таблица 9).

Таблица 9 – Баланс кальция и фосфора в организме подопытных бройлеров (n=3)

Показатели	Контроль	I опытная	II опытная
кальций			
Принято с кормом, г	2,27±0,08	2,27±0,08	2,27±0,08
Выделено с пометом, г	1,29±0,006	1,26±0,009*	1,23±0,012*
Усвоено, г	0,98±0,007	1,02±0,008*	1,04±0,013*
%	43,17±0,18	44,93±0,25**	45,81±0,32**
фосфор			
Принято с кормом, г	1,44±0,04	1,44±0,04	1,44±0,04
Выделено с пометом, г	0,94±0,005	0,92±0,004*	0,90±0,007*
Усвоено, г	0,50±0,004	0,52±0,005*	0,54±0,006*
%	34,72±0,19	36,11±0,22**	37,50±0,35**

Количество усвоенного в организме птиц опытных групп кальция под воздействием изучаемых кормовых добавок увеличилось, по сравнению с аналогичным показателем из контрольной группы, на 4,08 ($P<0,05$) и 6,12% ($P<0,05$). Коэффициент использования кальция организмом бройлеров опытных

групп составил 44,93 и 45,81%, что выше контрольных значений на 1,76 ($P<0,01$) и 2,64% ($P<0,01$), фосфора – на 1,39 ($P<0,01$) и 2,78% ($P<0,01$) соответственно.

Полученные в процессе проведения физиологического опыта результаты подтверждают позитивное влияние кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» на переваримость и усвоение основных питательных веществ корма. При этом следует обратить внимание на то, что отечественная кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» наиболее эффективно воздействовала на биоконверсию корма.

3.2.4 Основные морфо-биохимические показатели крови, естественная резистентность и уровень антиоксидантной защиты цыплят-бройлеров

Известно, что морфологические и биохимические показатели крови в полной мере отражают физиологическое состояние организма птиц, на основании чего можно предположить их продуктивность и адаптационную способность [16]. Кровь, как основополагающая субстанция любого живого организма, вовлечена во все физиологические процессы и достоверно характеризует состояние птицы. Вместе с тем, видоизменение показателей гематологического состава должно варьироваться в пределах нормативных значений для данного организма или вида птиц [38].

Из-за различного рода колебаний в питательности комбикорма происходят сдвиги в обмене веществ птиц в ту или иную сторону, что негативно отражается на иммунитете, сохранности и продуктивности. Степень окислительно-восстановительных процессов характеризует и отражает уровень форменных элементов в крови (эритроциты, лейкоциты, гемоглобин) [9, 19, 25, 46, 56, 64].

Повышение активизации обменных процессов в организме птиц за счет использования в рационах биологически активных кормовых добавок является одной из основных задач при производстве мяса. Доказано, что организм птиц, особенно в молодом возрасте, из-за недостаточной скорости биосинтеза глицина не способен удовлетворить потребность в глицине, которая считается незаменимой

аминокислотой для цыплят [7, 204].

Диметилглицинат натрия полностью абсорбируется в форме физиологического соединения, обладает антиоксидантными свойствами, за счет чего снижает эффект окислительного стресса и связанные с окислительным стрессом изменения уровней метаболитов плазмы крови. Кроме того, может увеличивать способность пищеварительных ферментов и улучшать способность щеточной каймы кишечника, вступать в контакт с питательными веществами, что впоследствии способствует перевариванию и всасыванию питательных веществ [7, 82, 241].

Исследованиями Slow S., McGregor D.O. et al. [256], Kalmar I.D., Cools A., et al. [199], Сложенкина М.И., Горлов И.Ф. и др. [92], Vanhauteghem D., Janssens G.P.J. et al. [269], Clapés P., Infante M.R. [149], Bai K., Jiang L. et al. [129] установлено, что диметилглицинат натрия, лактулоза в сочетании с глицином и другими органическими кислотами активизируют обменные процессы, улучшают иммунную систему организма и снижают окислительные повреждения, удаляя свободные радикалы, чем улучшают жизнеспособность, показатели роста и мясную продуктивность птиц.

В связи с чем была изучена роль биологически активных кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» в обменных процессах организма бройлеров. Полученные результаты позволили установить определенную зависимость морфологических показателей крови цыплят-бройлеров от биологически активных веществ изучаемых добавок (таблица 10).

Содержание эритроцитов и гемоглобина увеличилось в I опытной группе на 6,38 (P<0,05) и 6,06% (P<0,05), во II опытной – на 9,06 (P<0,05) и 9,99% (P<0,05), что подтверждает увеличение использования кислорода, обеспечивая более полноценный газообмен в организме цыплят опытных групп. При этом среди опытных групп наиболее устойчивая разница по этим показателям наблюдается во II опытной группе. Число тромбоцитов увеличилось в опытных группах, по сравнению с контролем, на 5,73 (P<0,05) и 6,32% (P<0,05).

Таблица 10 – Содержание форменных элементов и лейкоцитарная формула крови
(n=5)

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	2,98±0,064	3,17±0,049*	3,25±0,057*
Гемоглобин, г/л	108,67±2,15	115,25±1,98*	119,53±3,45*
Гематокрит, %	40,65±0,32	41,67±0,29*	42,09±0,41*
СОЭ, мм/ч	3,45±0,14	3,44±0,12	3,38±0,15
Лейкоциты, $10^9/л$	23,12±0,55	24,36±0,61	24,29±0,57
Палочкоядерные, %	2,83±0,13	3,25±0,12*	3,47±0,16*
Сегментоядерные, %	34,17±0,85	37,89±0,97*	38,01±0,94*
Эозинофилы, %	6,64±0,29	6,13±0,36	6,03±0,31
Моноциты, %	11,24±0,32	12,43±0,29*	12,71±0,40*
Лимфоциты, %	45,12±2,14	40,24±2,89*	39,78±3,01**
Тромбоциты, $10^3/л$	43,82±0,65	46,33±0,37*	46,59±0,53*

Показатель СОЭ во всех подопытных группах находился на одном уровне, в пределах нормативных значений, свидетельствуя об отсутствии у птиц воспалительных процессов.

Количество лейкоцитов в опытных группах превышало контрольные значения на 5,36 и 5,06% при недостоверной разнице. Изучая лейкоцитарную формулу, мы установили, что количество нейтрофилов (палочкоядерные и сегментоядерные) в пробах крови бройлеров опытных групп достоверно превышало контроль ($P<0,05$), что характеризует более высокий иммунный статус птиц. Содержание моноцитов, которые участвуют в защите организма от воспалительных процессов, в опытных группах также превышало контроль на 1,19 ($P<0,05$) и 1,47% ($P<0,05$) соответственно.

Уровень лимфоцитов как надежный индикатор хронического стресса у птиц достоверно снизился в I опытной группе на 4,88 ($P<0,05$), во II – на 5,34% ($P<0,05$).

Установлено неоднозначное воздействие кормовых добавок на параметры, регулирующие обменные процессы в организме птиц. Полученные результаты, представленные в таблице 11, варьировались в пределах физиологической нормы.

Таблица 11 – Биохимические показатели сыворотки крови бройлеров (n=5)

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
Общий белок, г/л	34,13±0,61	36,24±0,57*	36,83±0,56*
Альбумины, г/л	15,19±0,48	16,70±0,39*	17,09±0,67*
Относительные, %	44,51±0,82	46,08±0,79	46,34±0,97
Глобулины, г/л	18,94±0,43	19,54±0,39	19,74±0,52
Относительные, %	55,49±0,91	53,92±0,88	53,66±0,95
Мочевина, ммоль/л	3,18±0,07	3,21±0,08	3,24±0,06
АСТ, ед/л	279,0±5,11	294,0±4,98	305,0±6,75*
АЛТ, ед/л	7,24±0,23	6,15±0,18**	5,91±0,21**
Щелочная фосфатаза, ед/л	161,15±5,13	144,96±4,73*	132,57±5,41**
Глюкоза, ммоль/л	13,52±0,49	13,27±0,59	13,14±0,61
Холестерин, ммоль/л	3,75±0,11	3,59±0,09	3,43±0,08*
Натрий (Na), ммоль/л	141,73±0,36	142,84±0,21*	142,56±0,24
Калий (K), ммоль/л	12,94±0,13	12,81±0,15	12,80±0,11
Кальций (Ca), ммоль/л	2,82±0,07	2,80±0,09	2,83±0,08
Фосфор (P), ммоль/л	2,57±0,06	2,64±0,05	2,61±0,09

Среди позитивных эффектов влияния биологически активных кормовых добавок на белковый обмен является повышение уровня общего белка, а также его фракций в сыворотке крови птиц, на что указывают в своих исследованиях Скопичев В.Г. и др. [91], Теплухов С.В. [98], Яппаров И.А. и др. [116], Хакимова Г.А. и др. [108].

Уровень общего белка увеличился относительно контроля в I опытной группе на 6,18% ($P < 0,05$), во II опытной – на 7,91% ($P < 0,05$). Концентрация сывороточного альбумина зависит от скорости синтеза в печени, разложения, высвобождения из печени, расщепления в организме и экзогенной потери. В наших исследованиях более высокий уровень альбумина наблюдался в опытных группах, превышение составило 9,94 ($P < 0,05$) и 12,51% ($P < 0,05$) соответственно. Наблюдалось некоторое увеличение глобулиновых фракций на 3,17 и 4,22% при недостоверной разнице.

Аминотрансферазы отреагировали на включение в корм изучаемых добавок следующим образом: в I опытной группе, где птица получала кормовую добавку «Истман Энханз», содержание АСТ увеличилось на 5,38%, а АЛТ снизилось на 17,72% ($P < 0,01$); во II опытной группе, птица которой получала кормовую добавку «Ди-лактоцин-Я», содержание АСТ также возросло на 9,32% ($P < 0,05$), а АЛТ снизилось – на 22,50% ($P < 0,01$), что свидетельствует об активизации белкового обмена и безопасности входящих в состав изучаемых добавок ингредиентов. Полученные в наших исследованиях результаты согласуются с данными Ткачук В.А. (100).

Активность щелочной фосфатазы как показатель диагностирования ряда патологических процессов в печени и костной ткани [1, 93] снизилась на 11,17 ($P < 0,05$) и 21,55% ($P < 0,01$) соответственно.

Изучаемые добавки неоднозначно повлияли на содержание холестерина в сыворотке крови цыплят-бройлеров. Наблюдалось достоверное снижение во II опытной группе на 9,33% ($P < 0,05$), а в I опытной группе зафиксирована некоторая тенденция к снижению в пределах 4,46%. Характеризуя минеральный обмен, следует обратить внимание на то, что содержание всех изучаемых элементов находилось в пределах нормативных значений во всех подопытных группах, не имея достоверных различий. Исключение составил показатель уровня натрия, который возрос в I опытной группе на 0,78% ($P < 0,05$).

Известно, что как диметилглицинат натрия, так и лактулоза в комплексе с глицином и органическими кислотами обладают антиоксидантными свойствами. В

связи с этим, мы изучили некоторые показатели, характеризующие иммунный статус птиц. Результаты определения иммуноглобулинов и ферментов антиоксидантного статуса цыплят-бройлеров подопытных групп представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели антиоксидантного статуса бройлеров (n=5)

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
Имуноглобулины, ед.	4,63±0,22	5,75±0,19**	5,87±0,27**
Активность:			
Супероксиддисмутазы, ед/г Нв	1124,0±23,92	1215,0±28,79*	1221,0±29,11*
Глутатионпироксидазы, ед/г Нв	51,3±0,59	52,6±0,61	52,9±0,70
Церулоплазмина, ммоль/см ³ /ч	2,13±0,05	2,3±0,06*	2,37±0,07*
Общее количество антиоксидантов, ммоль/дм ³	1,54±0,07	1,77±0,06*	1,80±0,08*
ТБК – активные вещества (малоновый альдегид), мкмоль/дм ³	3,46±0,08	3,19±0,07*	3,1±0,09*

Показатели иммуноглобулинов в крови отражают степень дыхательной и иммунной функций, насыщение кислородом и эффективность окислительно-восстановительных процессов в организме.

В результате опыта нами было зафиксировано значительное превышение в крови цыплят опытных групп концентрации иммуноглобулинов на 24,19 (P<0,01) и 26,78% (P<0,01) по отношению к контролю. Применение изучаемых кормовых добавок привело к активизации ферментов антиоксидантного статуса цыплят-бройлеров: супероксиддисмутазы на 8,10 (P<0,05) и 8,63% (P<0,05), церулоплазмина – на 10,33 (P<0,05) и 11,27% (P<0,05). Уровень веществ, активных к тиобарбиту-ровой кислоте и, в частности, малонового диальдегида снизился в опытных группах на 8,46 (P<0,05) и 9,49% (P<0,05), по сравнению с контролем,

что согласуется с результатами исследований по этому направлению Фризена В.Г. и др. [107].

Иммунологический статус организма характеризуют такие факторы, как иммунологическая реактивность и естественная резистентность, которые неразрывны между собой. Под понятием иммунологическая реактивность Болотников И.А. [12] определил способность организма активизировать иммунную защиту в ответ на действие патогенных микроорганизмов, в результате чего вырабатывается специфический иммунный ответ на антигенное воздействие. Иммунологический статус организма зависит также от неспецифических факторов, которые первыми вступают в борьбу с возбудителями заболеваний. Показатели естественной резистентности организма (бактерицидная, лизоцимная активность), неразрывно связаны с фагоцитарной активностью лейкоцитов и стимуляцией гуморальных защитных механизмов. Таким образом, низкая естественная резистентность организма является одной из причин снижения иммунитета и жизнеспособности птиц.

Термин «естественная резистентность» имеет более широкое значение, чем иммунитет, однако в некоторых случаях их принимают как равнозначные [10]. Но при этом первое понятие трактуется, как способность организма противодействовать негативному воздействию внешних факторов и характеризуется неспецифическими защитными свойствами. Все большее предпочтение уделяется использованию в рационах животных и птиц природных экологически безопасных компонентов, которые способны не только благотворно повлиять на повышение иммунного статуса организма, но и нормализовать его обменные процессы [76]. Доказано существенное влияние биологически активных веществ, входящих в состав кормовых добавок, и на повышение уровня естественной резистентности сельскохозяйственных животных и птиц [2, 47].

Показатели естественной резистентности цыплят-бройлеров, полученные в наших исследованиях, представлены на рисунке 6.

Естественная резистентность птиц опытных групп под влиянием активных веществ изучаемых добавок возросла, по сравнению с контрольными.

Бактерицидная активность в I опытной группе повысилась на 1,43 ($P<0,05$), во II опытной – на 1,62% ($P<0,05$), содержание лизоцима увеличилось на 7,20 ($P<0,05$) и 8,16% ($P<0,05$) соответственно. Фагоцитарная активность лейкоцитов у цыплят опытных групп превышала контроль на 4,47 ($P<0,05$) и 4,63% ($P<0,05$), а фагоцитарный индекс на 1,36 ($P<0,05$) и 1,43 единиц ($P<0,05$).

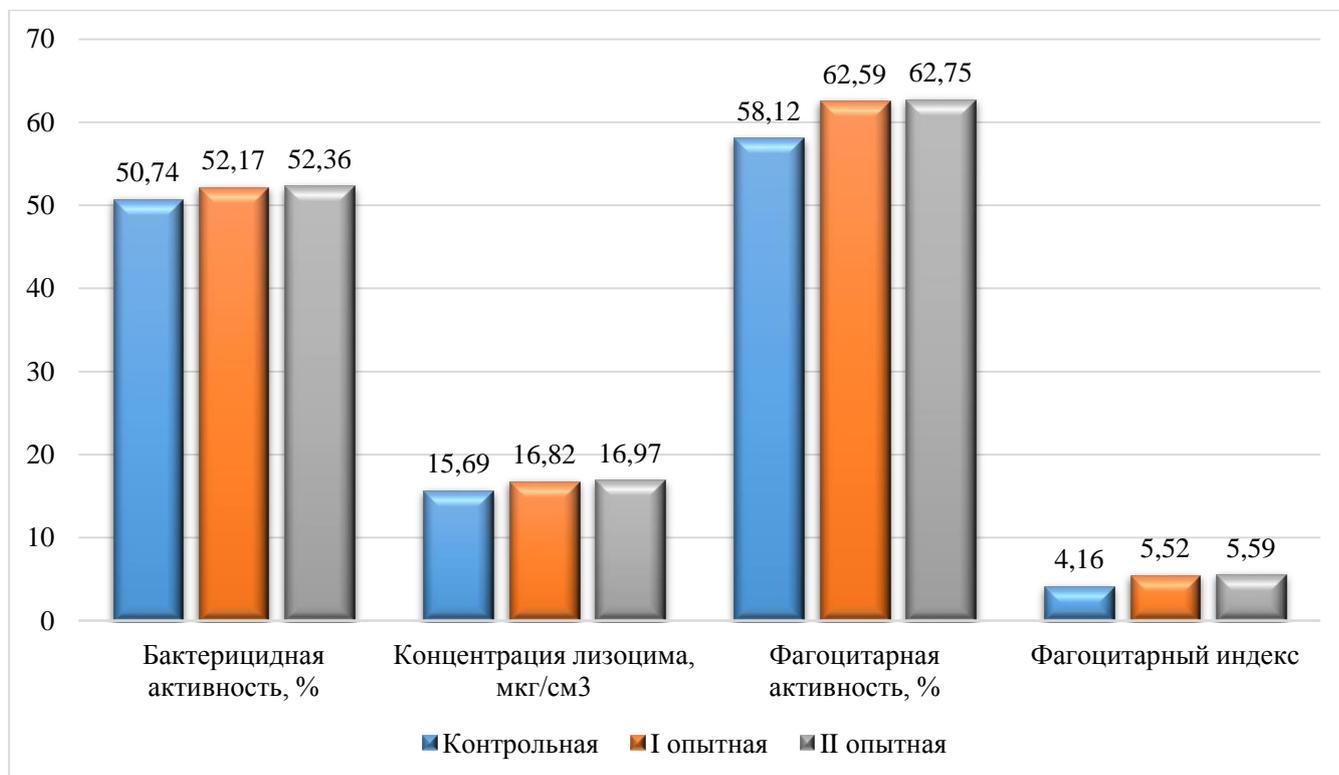


Рисунок 6 – Показатели естественной резистентности у подопытных бройлеров

Настоящее исследование продемонстрировало, что изучаемые добавки «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» способствовали активизации обменных процессов, ферментов антиоксидантного статуса и естественной резистентности в организме цыплят-бройлеров. При этом все исследуемые показатели в обеих опытных группах находились практически на одном уровне с незначительным превосходством II опытной группы.

3.2.5 Параметры интенсивности роста и развития цыплят-бройлеров

Под понятием «живая масса» принято считать накопление тканей тела в процессе роста и развития откармливаемых животных, в то время как интенсивность и скорость роста животных и птиц, за конкретный временной период, позволяет достичь определенный абсолютный и среднесуточный приросты живой массы [32, 80].

На протяжении всего опыта бройлеры подопытных групп развивались в соответствии со стандартными показателями кросса Росс 308 (таблица 13), однако в опытных группах живая масса бройлеров достоверно превышала этот показатель из контроля уже через 14 дней скармливания изучаемых добавок на 5,16 (P<0,01) и 8,52% (P<0,01). В возрасте 21 день разница составила 2,60 (P<0,01) и 3,74% (P<0,01), 28 дней – 4,06 (P<0,01) и 5,40% (P<0,001), 35 дней – 77,1 (3,81%; P<0,01) и 113,5 г (5,65%; P<0,001) соответственно.

Вместе с тем необходимо отметить, что живая масса цыплят-бройлеров II опытной группы превышала таковые показатели I опытной группы: в 14 дней – на 3,19%, в 21 день – на 1,86%, в 28 дней – на 2,05% и в 35 дней – на 1,77%, хотя разница оказалась статистически недостоверной.

Таблица 13 – Изменения живой массы цыплят-бройлеров
в процессе выращивания (n=50)

Период откорма, дни	Контрольная	I опытная	II опытная
1	41,6±1,03		
7	179,6±1,56	181,4±1,25	182,3±1,19
14	443,8±5,87	466,7±4,98**	481,6±8,83**
21	885,4±6,68	918,4±7,83**	935,5±9,65**
28	1402,3±13,23	1449,2±12,73**	1478,9±15,24***
35	2021,5±17,46	2098,6±15,93**	2135,7±16,97***

Сохранность, %	98,0	100	100
Среднесуточный прирост, г	56,57	58,77	59,81
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,59	1,54	1,51
ЕИЭ – Европейский индекс эффективности	355,99	389,35	403,97

Затраты корма на 1 кг прироста в опытных группах сократились на 0,05 и 0,08 кг. Также следует отметить высокий уровень сохранности: в опытных группах по 100%, а в контрольной 98,0. При расчете Европейского индекса эффективности более высокие значения этого показателя установлены в опытных группах – 389,35 и 403,97 единиц, превышающие контроль на 33,36 и 47,98.

Среднесуточные приросты живой массы подопытных цыплят по периодам откорма представлены на рисунке 7.

За период откорма среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров II опытной группы превышал контроль на 3,24 г (5,73%; $P < 0,01$), а в I опытной – на 2,20 г (3,89%; $P < 0,01$).

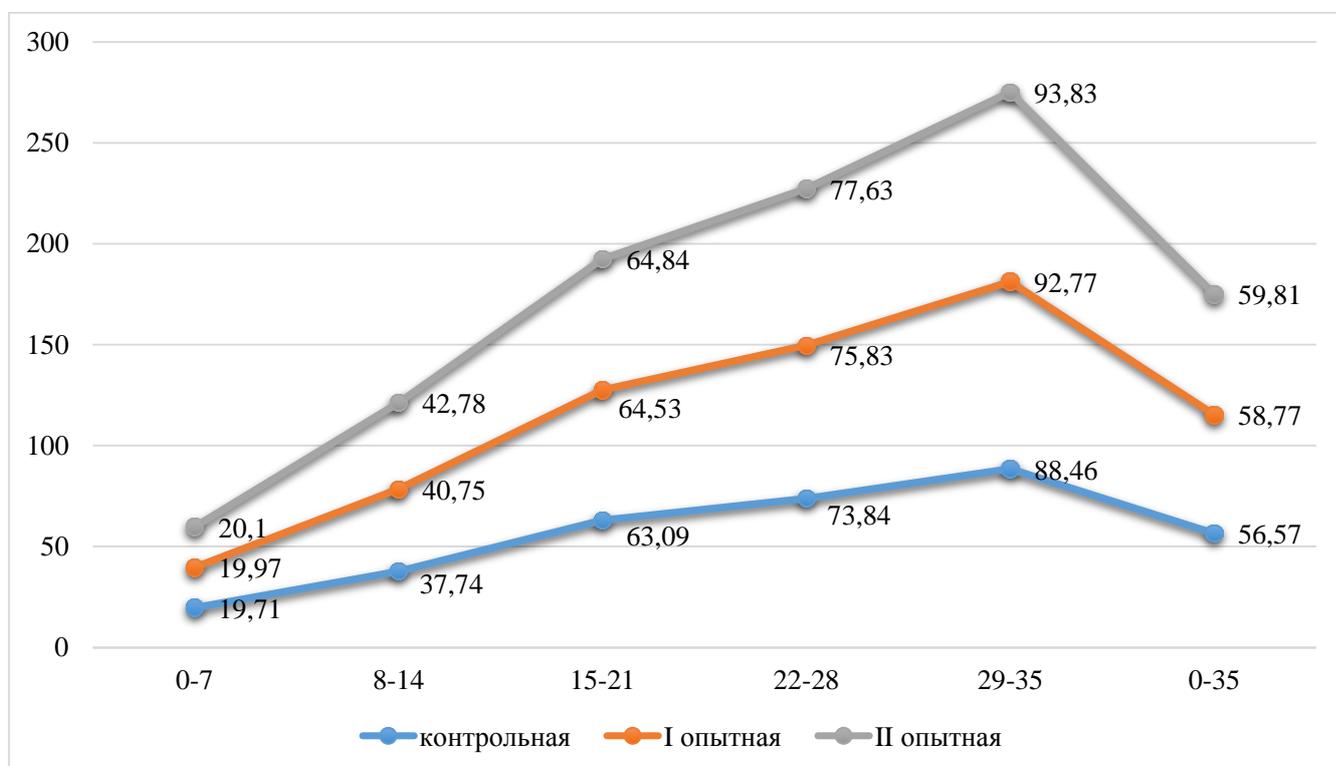


Рисунок 7 – Изменение среднесуточных приростов живой массы подопытных бройлеров, г

При анализе воздействия новых кормовых добавок на рост и развитие птиц принято считать, что относительный темп роста наиболее характеризует интенсивность развития в определенные периоды выращивания. Полученные данные наглядно продемонстрировали положительное влияние кормовых добавок в экспериментальных группах на относительное увеличение живой массы во все фазы роста, кроме 15-21 день (рисунок 8).

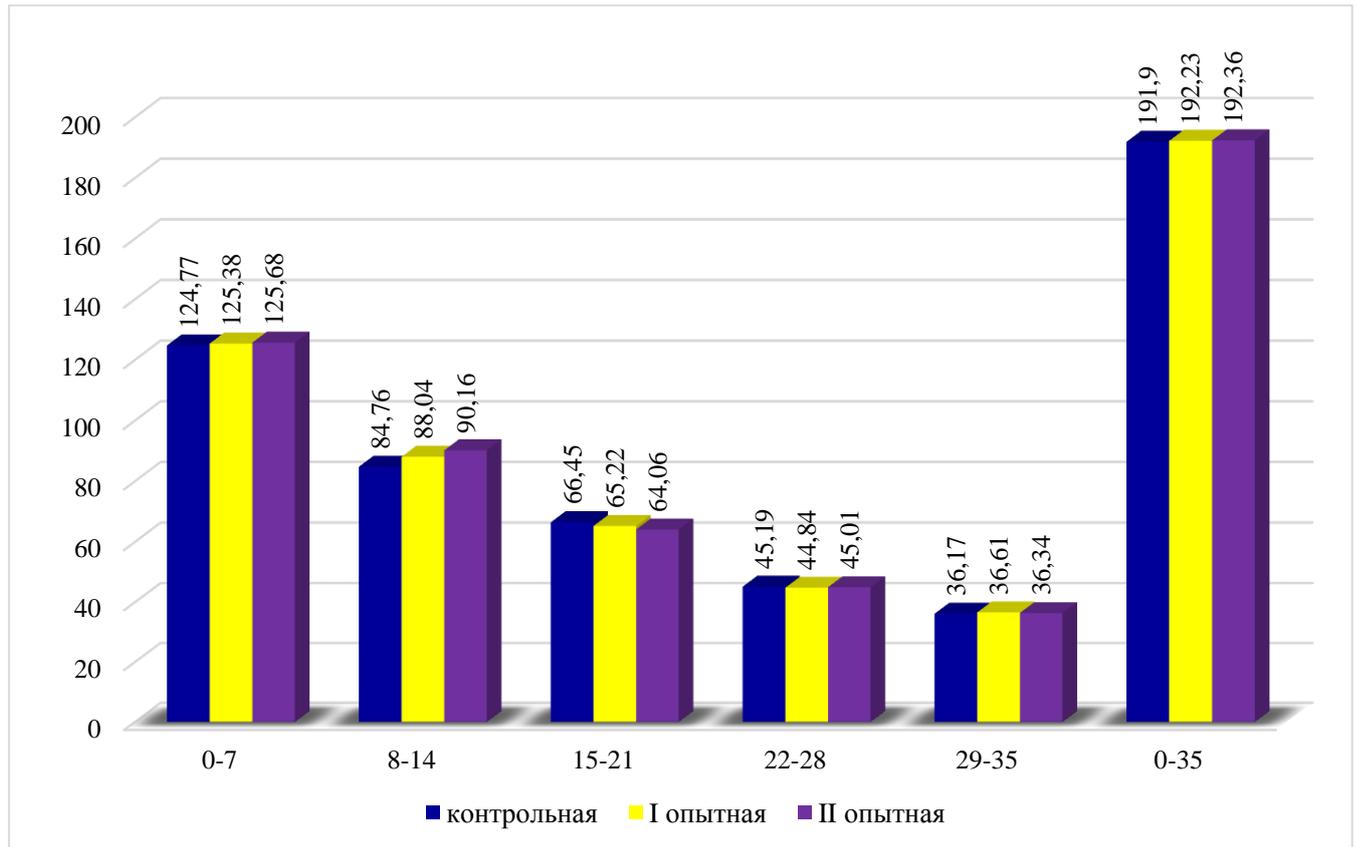


Рисунок 8 – Относительная скорость роста подопытных цыплят, %

Зафиксирована высокая относительная скорость роста цыплят-бройлеров во время откорма во всех подопытных группах, но этот показатель за период откорма (1-35 дней) в опытных группах составил 192,23 и 192,36%, что выше, чем в контроле на 0,33 и 0,46% соответственно.

Мониторинг за ростом и развитием подопытных цыплят-бройлеров позволил установить значительное воздействие изучаемых добавок на живую массу, среднесуточные приросты и относительную скорость роста птиц опытных групп. Следует отметить, что во II опытной группе, где бройлеры получали кормовую добавку «Ди-лактоцин-Я», все изучаемые параметры несколько превышали

таковые в I опытной группе, цыплята которой получали кормовую добавку «Истман Энханз», что, по нашему мнению, можно объяснить более насыщенным составом кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я».

3.2.6 Влияние изучаемых добавок на убойные и мясные показатели, развитие органов пищеварения и сердечно-легочную емкость подопытных цыплят

Включение в рацион кормления цыплят-бройлеров различных биологически активных кормовых добавок в период откорма направлено на предполагаемое увеличение мясной продуктивности и убойного выхода [13, 53, 67].

Для оценки мясной продуктивности не менее важным показателем является морфологический состав мяса цыплят-бройлеров, который в большей степени зависит от корреляции в нем тканей [18, 20].

Контрольный убой и анатомическая разделка тушек были проведены в конце опыта в возрасте птицы 35 дней. Для убоя были отобраны методом свободной выборки по 6 голов из каждой группы (3 петушка и 3 курочки), результаты которых представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Морфологический состав тушек и сортность мяса (n=6)

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная масса, г	1988,5±10,12	2063,6±11,83**	2100,7±15,94***
Масса потрошенной тушки, г	1427,7±11,43	1498,2±13,79**	1531,4±16,43***
Убойный выход потрошенной тушки, %	71,8	72,6	72,9
Масса грудных мышц (относительно потрошенной тушки), г	369,8±4,89	400,0±5,42**	411,9±7,21***
Выход грудных мышц, %	25,9	26,7	26,9
Масса съедобных частей (относительно потрошенной тушки), г	1125,2±10,61	1193,2±13,01**	1224,0±15,98***
Выход съедобных частей, %	78,81	79,64	79,93
Масса несъедобных частей (относительно потрошенной тушки), г	302,5±1,87	305,0±2,08	307,4±3,11

Выход несъедобных частей, %	21,19	20,26	20,07
Отношение съедобных частей к несъедобным	3,72	3,91	3,98
Сортность мяса: I сорт, %	74,1	76,0	76,5
II сорт, %	25,9	24,0	23,5

Результаты показали, что убойный выход оказался выше в опытных группах на 0,8 и 1,1% по сравнению с контролем, что повлияло на абсолютной выход массы грудных мышц на 7,19 (P<0,05) и 8,29% (P<0,01). В конечном итоге, выход тушек I сорта как один из показателей, влияющих на экономическую эффективность, в опытных группах превышал контрольные значения на 1,9 и 2,4% соответственно.

Экспертизу внутренних органов подопытных цыплят-бройлеров провели ветеринарные специалисты во время анатомической разделки, которая не обнаружила отклонений в развитии и состоянии на момент осмотра. Проводя исследования органов пищеварения, мы установили тенденцию к уменьшению их относительной массы (особенно печени), в опытных группах под воздействием изучаемых добавок (таблица 15).

Таблица 15 – Весовые показатели органов пищеварения подопытных цыплят-бройлеров (n=6)

Показатели	Контроль	I опытная	II опытная
Предубойная масса, г	1988,5±10,12	2063,6±11,83**	2100,7±15,94***
Органы пищеварения:			
Печень, г	47,92±0,18	47,87±0,13	48,11±0,17
%	2,41	2,32	2,29
Железистый желудок, г	7,46±0,09	7,43±0,11	7,14±0,08
%	0,39	0,36	0,34
Мышечный желудок без содержимого, г	50,11±0,65	50,97±0,51	51,47±0,49
%	2,52	2,47	2,45
Кишечник, г	139,39±1,15	139,09±1,06	140,54±1,18
%	7,01	6,74	6,69
Итого, г	245,18±2,39	245,36±2,13	247,26±1,91
%	12,33	11,89	11,77

Печень как один из главных органов пищеварительной системы по многообразию функций и значения для жизнедеятельности организма занимает одно из ведущих мест. Моментальная реакция печени на какие-либо негативные факторы позволяет установить изменения состояния обмена веществ в организме. Патологические изменения в функционировании печени, как правило, сигнализируют о серьезном нарушении работы пищеварительной системы и всасывания метаболитов через печень в кровь.

В наших исследованиях масса печени как абсолютная, так и относительная несколько снизилась, что подтверждает высокую активность и безопасность влияния изучаемых добавок на процессы пищеварения в организме цыплят-бройлеров. В целом снижение массы пищеварительных органов в опытных группах на 0,44 и 0,56% относительно контроля в некоторой мере отразилось на повышении убойного выхода потрошенных тушек.

Данные об уменьшении относительной массы органов пищеварения под воздействием биологически активных кормовых добавок отражены в работах Villenenve P. et al. [271], Крюкова О.В. [48], Лысенко С.Н. [55].

Важными задачами в производстве мясных бройлеров остаются улучшение коэффициента конверсии корма, сохранности поголовья и выхода тушек. Болезни обмена веществ часто приводят к финансовым потерям из-за снижения стоимости продукции, по причине повышенной смертности, менее эффективного использования питательных веществ корма, ухудшения качественных показателей тушек. Потенциальные средства для достижения вышеупомянутых целей включают генетическое улучшение и уточнение условий выращивания, а также оптимизацию питания, включая разработку новых кормовых добавок.

Как интенсивный количественный отбор, так и улучшения в кормлении и содержании привели к огромному увеличению общей продуктивности бройлеров за последние 50 лет [181]. Важным неблагоприятным последствием упорного отбора в сторону быстрорастущих высокопродуктивных кроссов бройлеров является значительное снижение относительной сердечно-легочной емкости. Это было доказано Havenstein G.B. et al. [182], которые обнаружили значительное

увеличение относительного выхода тушек на 20%, но значительное уменьшение относительного размера сердца и легких на 10% и 9% у 43-дневных бройлеров Росс 308 и ACBRC соответственно. Сердечно-легочная способность современных быстрорастущих кроссов бройлеров недостаточна для поддержания физиологического гомеостаза, что является основным фактором, способствующим наблюдаемому увеличению смертности, особенно при синдроме легочной гипертензии, также называемом синдромом асцита бройлеров [71, 182].

Синдром легочной гипертензии чаще всего возникает в результате гипоксемии. Физиологически гипоксия возникает, когда сердечно-легочная емкость недостаточна по сравнению с физиологическими потребностями или в ответ на экологические проблемы [128]. Кроме того, увеличение количества активных форм кислорода в митохондриях в результате увеличения скорости метаболизма вызывает опосредованное перекисным окислением липидов повреждение легочной сосудистой сети, из-за чего оксигенация еще больше ухудшается и усугубляется гипоксемия [120, 159]. Сначала состояние гипоксемии компенсируется увеличением уровня гематокрита, что в конечном итоге приводит к повышенной вязкости крови, которая приводит к легочной гипертензии.

Во всем мире на синдром асцита бройлеров приходится более 25% общей смертности бройлеров, и он стал самой важной неинфекционной причиной потерь в современном бройлерном производстве [157].

Поскольку синдром асцита бройлеров характеризуется дисбалансом между потребностью в кислороде и поставкой кислорода, а оксидативный стресс участвует в его патогенезе [226], диметилглицинат натрия представляется ценным кандидатом как кормовая добавка для ослабления этого синдрома.

Было доказано, что сложные эфиры DMG обладают свойствами поверхностно-активного вещества [149], благодаря которым DMG может оказывать положительное влияние на усвояемость питательных веществ. Считается, что DMG участвует в различных биологических процессах, поскольку он является промежуточным метаболитом в клеточном метаболизме холина и бетаина. Friesen R.W. et al. [169], описывают роль DMG как источника глицина для

синтеза глутатиона. Далее данные Nariganesh K. и Prathiba J. [180] предполагают, что перорально вводимый DMG улавливает свободные радикалы. Поскольку оксидативный стресс является общепризнанным физиологическим фактором в патогенезе легочной гипертензии у бройлеров, вышеупомянутые неферментативные антиоксидантные свойства DMG могут ослабить прогрессирование этого метаболического нарушения.

В связи с тем, что в наших исследованиях использованы глицинсодержащие кормовые добавки, мы изучили развитие внутренних органов, обеспечивающих сердечно-легочную емкость (таблица 16).

Таблица 16 – Абсолютная и относительная масса сердца и легких подопытных цыплят-бройлеров (n =6)

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная масса, г	1988,5±10,12	2063,6±11,83**	2100,7±15,94***
Масса сердца, г	9,94±0,15	10,94±0,21**	10,71±0,19*
Относительная, %	0,50	0,53	0,51
Масса легких, г	8,35±0,13	9,08±0,15**	9,03±0,14**
Относительная, %	0,42	0,44	0,43

Исходя из полученных данных, мы установили повышение относительной массы сердца и легких цыплят-бройлеров опытных групп, которая способствовала достоверному увеличению абсолютной массы этих органов относительно контрольной группы.

Так, абсолютная масса сердца бройлеров опытных групп превышала контрольные значения на 10,06 (P<0,01) и 7,75% (P<0,05), легких – на 8,74 (P<0,01) и 8,14% (P<0,01) соответственно. По нашему мнению, увеличение как абсолютной, так и относительной массы сердца и легких в определенной степени повысит сердечно-легочную емкость в организме цыплят-бройлеров опытных групп при интенсивном откорме. Наиболее высокими эти показатели оказались в I опытной группе, где цыплята получали кормовую добавку «Истман Энханз».

Применение при откорме цыплят-бройлеров кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» позитивно повлияло на их мясную продуктивность. В опытных группах увеличилась живая масса цыплят, убойный выход и выход грудных мышц при сокращении затрат корма на 1 кг прироста. Вместе с тем эти показатели во II опытной группе («Ди-лактоцин-Я») оказались выше, чем в I опытной («Истман Энханз»).

3.2.7 Физико-химические свойства мяса птицы

Доказано, что в процессе выращивания бройлеров на них воздействует ряд факторов, влияющих впоследствии на качество и безопасность мяса, которые разделяют на оказывающие продолжительное или кратковременное воздействие, то есть до и после убоя. В первом случае рассматриваются долговременные факторы (генетические и физиологические особенности, кормление, условия содержания, здоровье птицы), действующие на рост и развитие птиц. Во втором случае единовременные факторы (предубойная выдержка, транспортировка, выгрузка, фиксация на линии, оглушение и убой), которые оказывают достаточно весомое влияние на качественные показатели мяса. Стрессовые факторы, которым подвергается птица в последние сутки жизни, оказывают наиболее существенное влияние как на убойные показатели, так и микробиологическую контаминацию тушек и метаболические изменения в мышцах [13, 29, 52, 95, 101, 117].

Мясо обладает определенными параметрами, которые формируются в процессе выращивания птиц в результате использования организмом питательных веществ корма. Для наиболее полного их расщепления и усвоения необходимы биологически активные кормовые добавки, применение которых в кормлении птиц значительно увеличилось. В зоотехнической практике применяют различного рода биологически активные добавки, способные в определенной степени заменить применение антибиотиков, нормализовать микрофлору кишечника, повысить резистентность и сохранность птиц, что в конечном итоге позитивно отражается на экономической эффективности производства [75, 105]. В свою очередь,

применение биологически активных веществ, входящих в состав кормовых добавок, существенно влияет на физико-химические показатели мяса [5, 37, 39, 75, 96, 115].

Особую позицию в питании человека занимает мясо птицы в связи с неповторимыми вкусовыми качествами. Учитывая, что усвояемость белка, полученного при употреблении в пищу мяса птицы, составляет 96-98%, то этот продукт можно смело считать прекрасным источником полноценного белка, а входящие в его состав аминокислоты оказывают положительное воздействие и на усвоение белков растительного происхождения [17, 84, 106].

Химический состав и биологическая ценность мяса птиц как объективные показатели пищевой ценности находятся в прямой зависимости от воздействия предубойных факторов [99].

Содержание жира в мясе бройлеров, особенно в грудной мышце, значительно ниже, чем в мясе других видов птиц, а количество белка выше, что придает ему особую ценность [81, 83]. Обладая уникальным химическим составом, мясо цыплят-бройлеров характеризуется высокой пищевой ценностью и является незаменимым сырьем для производства диетического питания [8].

Как показали исследования химического состава грудных мышц подопытных цыплят-бройлеров (рисунок 9), содержание сухого вещества, белка и золы в опытных группах увеличилось по отношению к контролю, а жира – снизилось.

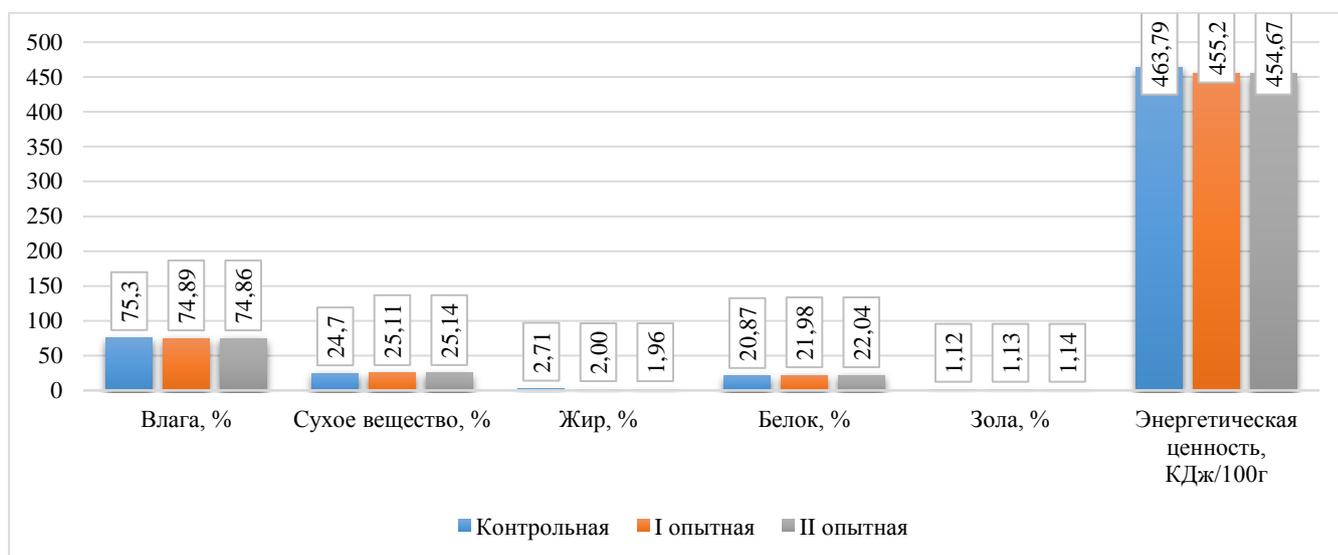


Рисунок 9 – Химический состав грудных мышц цыплят-бройлеров, %

Достоверное увеличение белка в I опытной группе составило 1,11% ($P<0,01$), во II опытной – 1,17% ($P<0,01$). Содержание жира в опытных группах снизилось на 0,71 ($P<0,05$) и 0,75% ($P<0,05$) по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе, что повлекло за собой снижение энергетической ценности мяса на 8,59 ($P<0,05$) и 9,12 КДж/100 г ($P<0,05$) соответственно.

По мнению Фисина В.И. [105], питательная ценность мяса птицы характеризуется не только наличием белка, но и содержанием, а также соотношением в нем заменимых и незаменимых аминокислот.

Результаты аминокислотного состава грудных мышц подопытных цыплят-бройлеров представлены на рисунках 10,11.

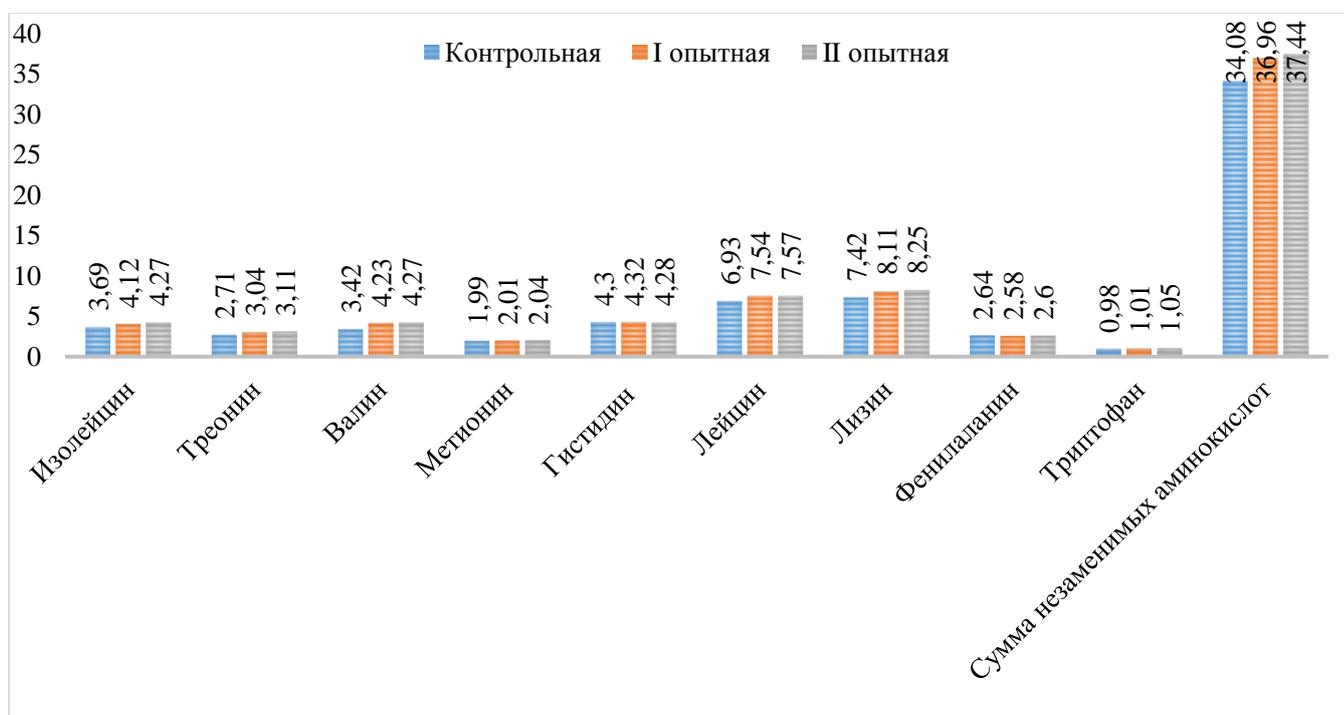


Рисунок 10 – Содержание незаменимых аминокислот в грудных мышцах, %

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание как отдельных аминокислот, так и в сумме возросло в опытных группах по сравнению с контролем. Среди незаменимых аминокислот зафиксирована достоверная разница по изолейцину, треанину, валину, лейцину и лизину, которая составила 0,43 ($P<0,05$) и 0,58% ($P<0,05$); 0,33 ($P<0,05$) и 0,40% ($P<0,05$); 0,81 ($P<0,05$) и 0,85% ($P<0,05$); 0,61 ($P<0,05$) и 0,64% ($P<0,05$); 0,69 ($P<0,05$) и 0,83% ($P<0,01$)

соответственно. Сумма незаменимых аминокислот в грудных мышцах цыплят-бройлеров опытных групп превышала контроль на 2,88 (P<0,01) и 3,36% (P<0,01) соответственно.

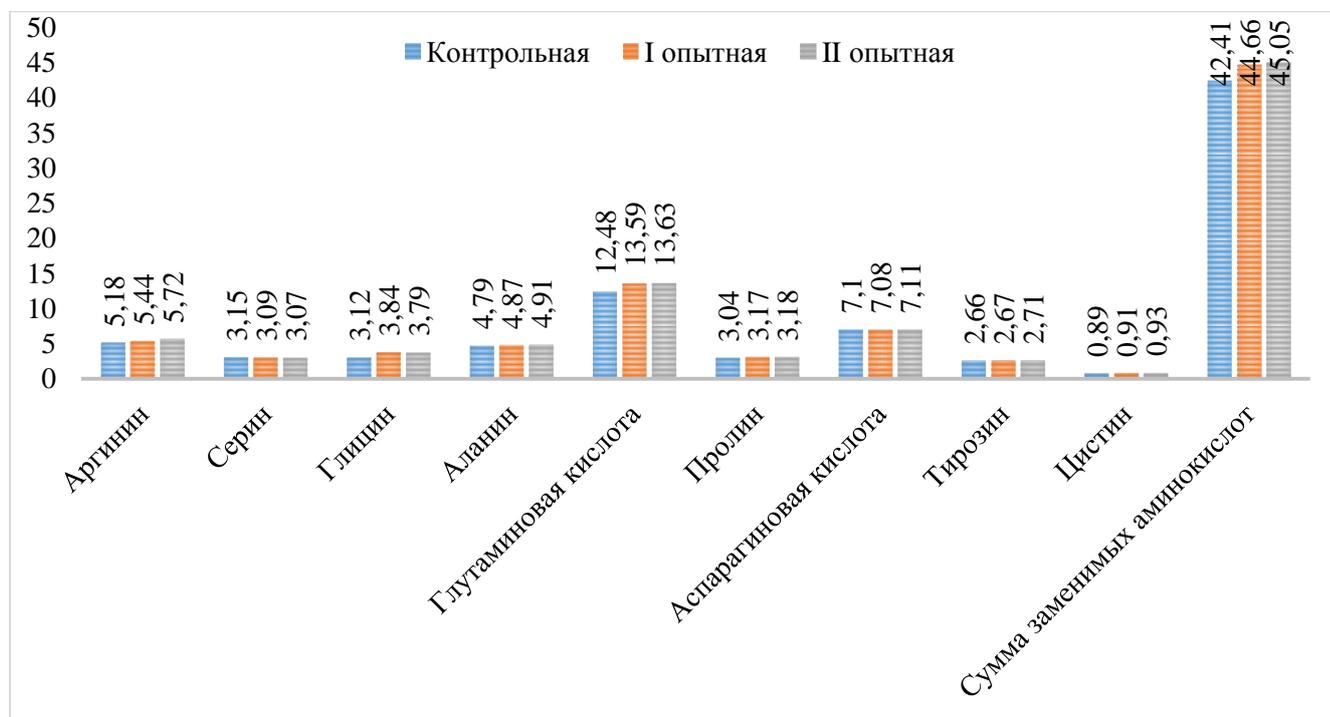


Рисунок 11 – Содержание заменимых аминокислот в грудных мышцах, %

Среди заменимых аминокислот наблюдалось значительное увеличение глицина в опытных группах на 0,72 (P<0,01) и 0,67% (P<0,01) и глутаминовой кислоты на 1,11 (P<0,01) и 1,15% (P<0,01) по отношению к контролю. Содержание аргинина в I опытной группе имело тенденцию к повышению на 0,26%, а во II опытной группе зафиксировано достоверное превышение на 0,54% (P<0,01) по сравнению с контрольной группой. Значения остальных заменимых аминокислот находились на уровне контроля, но при этом сумма заменимых аминокислот возросла в опытных группах по отношению к контролю на 2,25 (P<0,01) и 2,64% (P<0,01) соответственно. Общая сумма заменимых и незаменимых аминокислот составила 81,02 (P<0,01) и 82,49% (P<0,01) против 76,49% в контроле, что можно объяснить увеличением переваримости протеина, повышением использования

азота организмом цыплят-бройлеров, а также содержанием белка в грудных мышцах опытных групп.

Минеральные вещества, содержащиеся в мясе, также входят в состав гормонов и витаминов, участвуют в функционировании ферментных систем. Минеральные элементы как кофакторы белкового обмена изменяют третичную структуру белков ферментов, подвергая конформации их активные центры, влияя на активность и специфичность ферментов. Входя в состав структурных элементов волокна, минеральные вещества мышечной ткани участвуют во всех видах обмена между клеткой и межклеточной жидкостью [21, 23, 61].

В связи с этим мы изучили минеральный состав грудных мышц подопытных цыплят-бройлеров, результаты которого представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Минеральный состав грудных мышц бройлеров, мкг/г (n=6)

Минеральные элементы	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Кальций (Ca)	112,9±2,59	127,5±3,05**	128,4±3,14**
Фосфор (P)	6894,0±75,48	7278,0±79,19**	7321,0±81,33**
Калий (K)	10875,0±98,15	11058,0±108,21	11033,14±106,15
Магний (Mg)	1005,0±30,01	1118,0±25,54*	1107,0±24,91*
Натрий (Na)	1489,0±28,14	1502,0±30,40	1512,0±31,27
Железо (Fe)	29,85±1,39	37,48±1,47**	37,56±1,51**
Медь (Cu)	1,24±0,08	1,30±0,09	1,31±0,07
Марганец (Mn)	0,40±0,39	0,41±0,033	0,43±0,37
Йод (I)	0,44±0,18	0,47±0,23	0,49±0,21
Селен (Se)	2,64±0,15	2,66±0,19	2,71±0,25
Цинк (Zn)	22,76±0,59	23,18±0,43	23,15±0,61

Исследованиями установлено достоверное повышение в грудных мышцах цыплят-бройлеров опытных групп содержание кальция на 12,93 (P<0,01) и 13,73% (P<0,01), фосфора – на 5,57 (P<0,01) и 6,19% (P<0,01), магния – на 11,24 (P<0,05) и 10,15% (P<0,05), железа – на 25,56 (P<0,01) и 25,83% (P<0,01) относительно контрольной. Содержание других изучаемых макро- и микроэлементов имело тенденцию к повышению или находилось в пределах контрольных значений.

Исходя из полученных данных, можно заключить, что биологически активные вещества изучаемых кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» положительно повлияли на убойные и мясные показатели цыплят-бройлеров опытных групп, а также химический состав грудных мышц, включая аминокислотный и минеральный.

Одними из наиболее значимых показателей качества мышечной ткани выступают липиды и внутримышечные жирные кислоты. Физическо-химические свойства липидов определяются наличием в их составе жирных кислот, которые обладают в организме неодинаковыми функциями и оказывают на него различное влияние. В мышечной ткани наряду с незаменимыми моно- и полиненасыщенными жирными кислотами существенное значение отводится насыщенным жирным кислотам, играющим определенную роль в обеспечении необходимого соотношения ненасыщенных жирных кислот к насыщенным [4, 59]. В липидной фракции пищевых продуктов из птицы преобладают ненасыщенные жирные кислоты. Продукты питания животного происхождения, в чьем составе уровень полиненасыщенных жирных кислот находится на высоком уровне, являются полезными для здоровья человека [94].

Липиды, после белков, вторая составляющая часть мяса птицы, которая значительно дополняет его питательную и особенно вкусовую ценность, поскольку белки сами по себе не обладают выраженными вкусовыми достоинствами. Именно сочетание белков с липидами придает мясу птицы высокие вкусовые,

ароматические и биологические свойства, за которые оно ценится как непревзойденный пищевой продукт [6].

Жирнокислотный состав липидов грудных мышц подопытных цыплят-бройлеров представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Содержание жирных кислот в грудных мышцах, % (n = 6)

Показатели	Контрольная	I опытная	Попытная
Сумма жирных кислот	100	100	100
Насыщенные:	35,05±0,27	33,63±0,31**	33,49±0,34**
миристиновая	0,59±0,09	0,41±0,06	0,40±0,08
пентодекановая	0,51±0,05	0,49±0,04	0,49±0,04
пальмитиновая	32,76±0,21	31,51±0,19**	31,37±0,25**
стеариновая	0,91±0,07	0,93±0,05	0,94±0,06
арахиновая	0,28±0,03	0,29±0,04	0,29±0,04
Мононенасыщенные кислоты:	42,28±0,17	42,78±0,15	42,85±0,19
миристолеиновая	0,47±0,04	0,53±0,07	0,54±0,05
пальмитолеиновая	0,78±0,03	0,89±0,08	0,91±0,07
олеиновая	40,53±0,14	40,80±0,11	40,84±0,15
гадолеиновая	0,50±0,06	0,56±0,03	0,56±0,09
Полиненасыщенные кислоты:	22,63±0,19	23,59±0,23*	23,66±0,27*
линолевая	19,07±0,18	19,90±0,21*	19,94±0,23*
линоленовая	0,58±0,06	0,61±0,07	0,61±0,06
арахидоновая	2,27±0,13	2,37±0,11	2,37±0,15
докозапентаеновая	0,54±0,04	0,52±0,03	0,54±0,04
докозагексаеновая	0,17±0,02	0,19±0,02	0,20±0,03
Соотношение ненасыщенных и насыщенных жирных кислот	1,85	1,97	1,99

Полученные нами результаты исследований позволили зафиксировать снижение уровня насыщенных жирных кислот в образцах грудных мышц опытных групп на 1,42 (P<0,01) и 1,56% (P<0,01) в основном за счет снижения пальмитиновой кислоты на 1,25 (P<0,01) и 1,39% (P<0,01), а также миристиновой – на 0,18 и 0,19% относительно контрольной группы. Содержание мононенасыщенных жирных кислот в опытных группах возросло по сравнению с контрольной группой на 0,50 и 0,57%, за счет увеличения уровня всех изучаемых в этой группе жирных кислот, разница которых между группами была недостоверной. Полученные результаты позволили установить достоверное повышение содержания полиненасыщенных жирных кислот в опытных группах на 0,96 (P<0,05) и 1,03% (P<0,05), которое было обеспечено повышением линолевой и арахидоновой кислот в I опытной группе на 0,83 (P<0,05) и 0,10%, в II опытной – на 0,87 (P<0,05) и 0,10% относительно контроля. Соответственно отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным в опытных группах возросло до 1,97 и 1,99 против 1,85 в контрольной группе.

Потребительская ценность мяса, его биохимический состав тесно связаны с его технологическими и кулинарными свойствами. Одним из технологических показателей, определяющих качество мяса, является величина рН, которая зависит от наличия в мышцах гликогена во время убоя и указывает на течение автолитических процессов в тушке [18, 20]. При оптимальном значении рН процесс созревания протекает более интенсивно и мясо приобретает нежную консистенцию с приятным ароматом и вкусом [37].

На технологические свойства мяса оказывают влияние влагоудерживающая способность и содержание внутреннего жира, от которых зависит внешний вид мяса до тепловой обработки и сочность после неё [60].

В своих исследованиях мы изучили основные кулинарно-технологические показатели грудных мышц подопытных цыплят-бройлеров, результаты которых представлены на рисунке 12.

Исходя из полученных данных, можно утверждать, что использование кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» в кормлении цыплят-бройлеров оказали положительное влияние и на кулинарно-технологические показатели мяса.

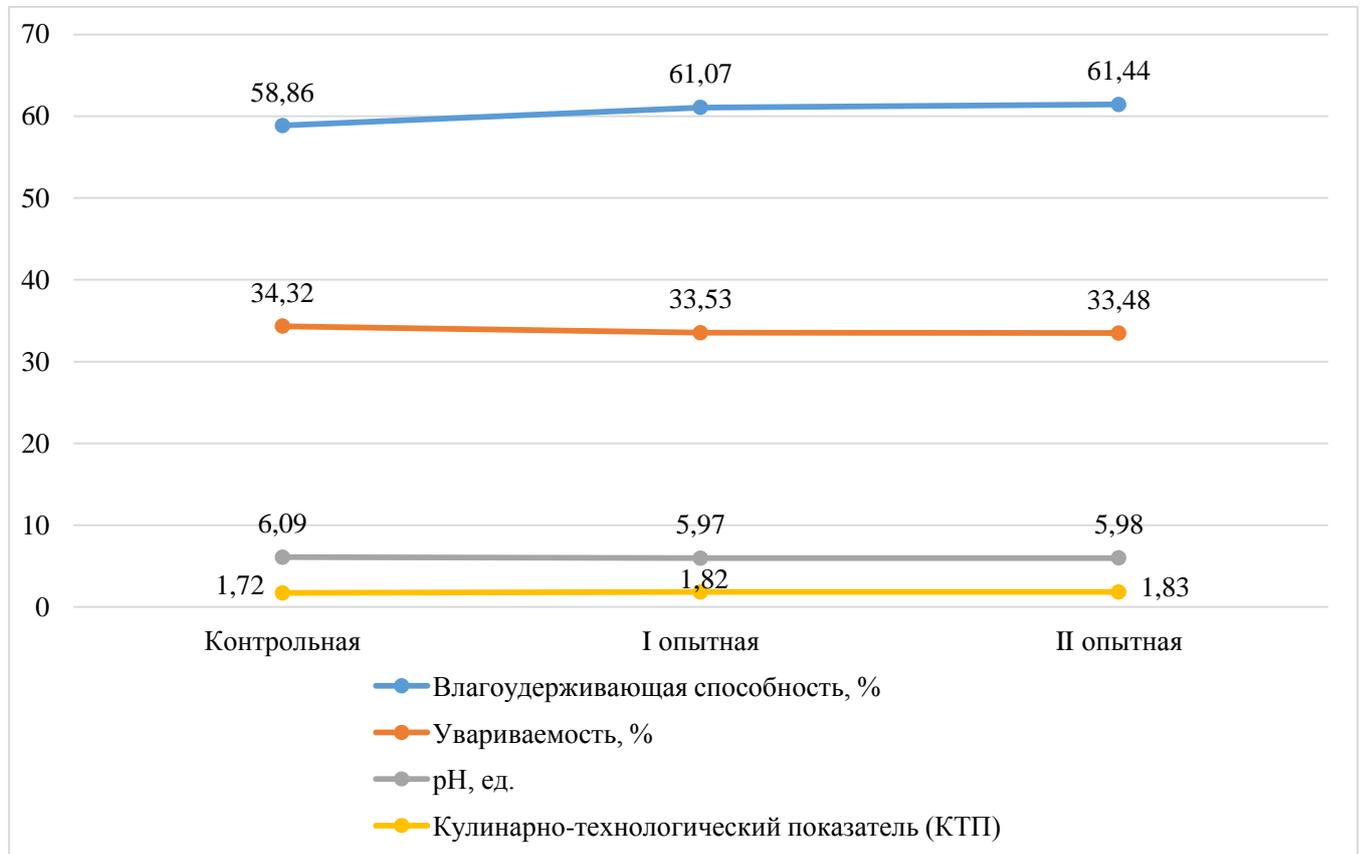


Рисунок 12 – Кулинарно-технологические показатели грудных мышц

Так, влагоудерживающая способность мяса в опытных группах достоверно возросла на 2,21 ($P<0,05$) и 2,58% ($P<0,05$), при этом увариваемость снизилась на 0,79 ($P<0,05$) и 0,84% ($P<0,05$) в сравнении с показателями в контрольной группе. Величина pH в мясе опытных групп показала наиболее оптимальные значения для процесса созревания мяса. В I опытной группе этот показатель составил 5,97 единиц, во II опытной – 5,98, тогда как в контрольной группе сохранялась более высокая кислотность – в пределах 6,09 единиц. При этом следует отметить, что мясо всех испытуемых образцов соответствовало качественной группе NOR.

3.2.8 Органолептическая оценка грудных мышц подопытных бройлеров

При жизни животного в мышечной ткани присутствуют азотосодержащие вещества (карнозин, ансерин, креатин, аденозин трифосфат и другие свободные нуклеотиды), которые выполняют определенные функции в обмене веществ и энергии, а после убоя животного определяют специфический вкус и запах мяса [60].

Качество мяса и его потребительские свойства напрямую зависят от показателей органолептической оценки, которую мы провели в комплексно-аналитической лаборатории ГНУ НИИММП.

Сенсорная оценка органолептических показателей грудных мышц и бульона подопытных образцов была проведена по пятибальной шкале, результаты которой отражены на рисунках 13 и 14.

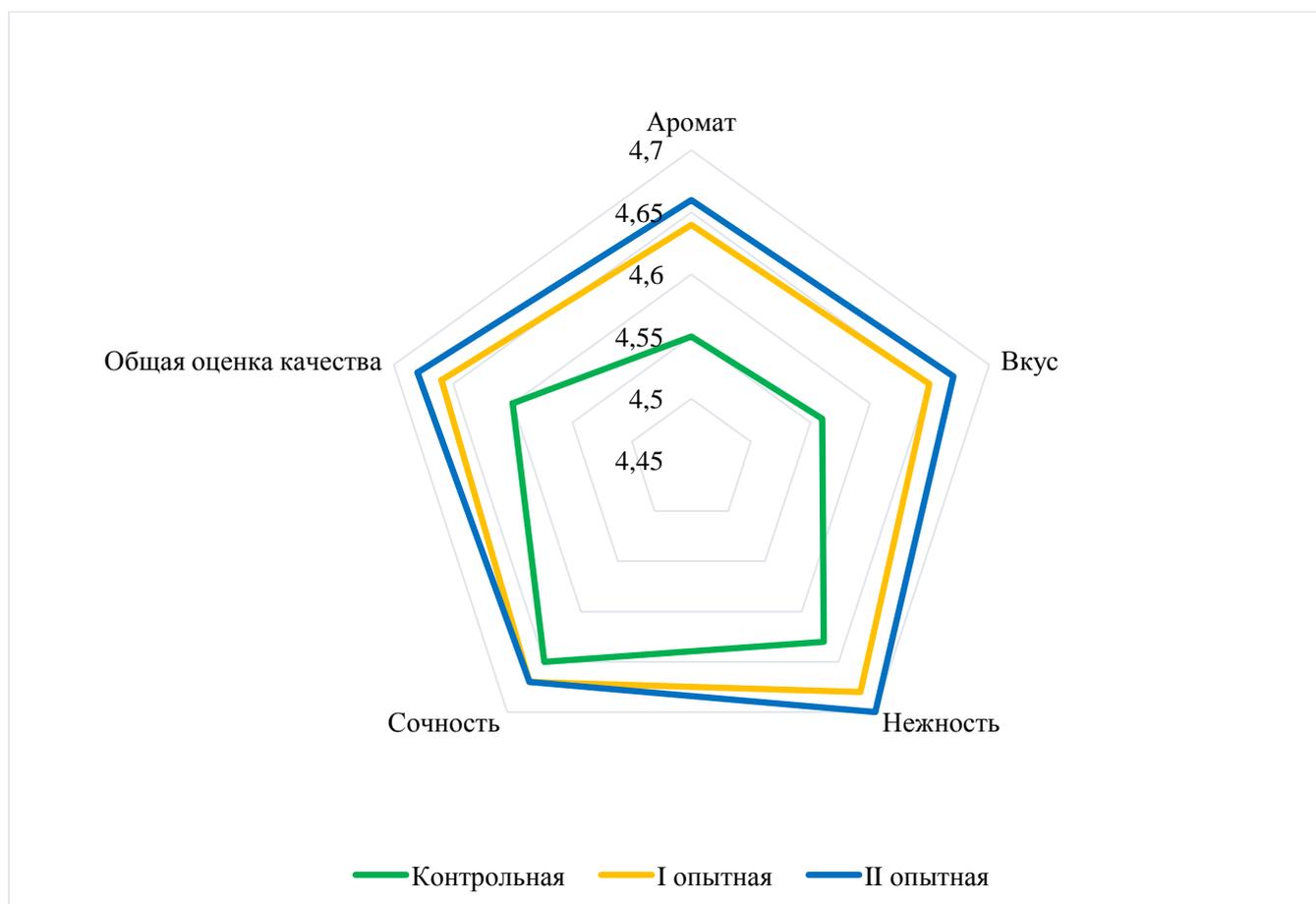


Рисунок 13 – Органолептическая оценка вареных грудных мышц, балл

Оценивая вареные грудные мышцы подопытных цыплят-бройлеров, эксперты отдали предпочтение образцам из опытных групп. По всем показателям (аромат, вкус, нежность, сочность) образцы из опытных групп получили более высокие баллы, которые отразились на общей оценке. В I опытной группе общая оценка составила 4,66 балла, а во II опытной – 4,68 балла, тогда как в контрольной группе этот показатель составил 4,60 балла.

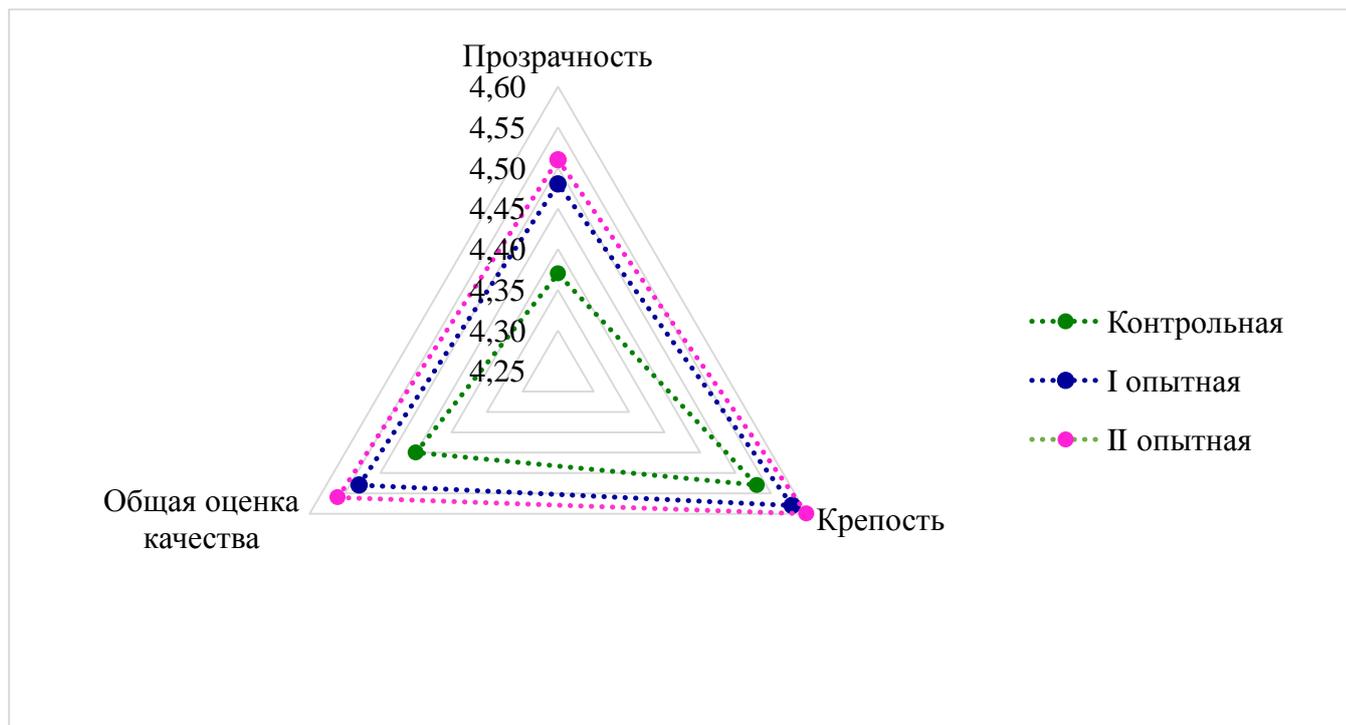


Рисунок 14 – Органолептическая оценка бульона, приготовленного из грудных мышц, балл

Оценка бульона, приготовленного из грудных мышц подопытных цыплят-бройлеров, показала, что в опытных группах были получены более высокие оценочные баллы по сравнению с контрольной группой. Оценка за прозрачность бульона в I опытной группе превысила контроль на 0,11 балла, во II опытной – на 0,14 балла; за крепость – на 0,05 и 0,07 балла. Общая оценка в опытных группах составила 4,53 и 4,56 баллов, против 4,45 балла в контроле. Из чего следует, что изучаемые кормовые добавки «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» положительно повлияли не только на химический состав грудных мышц, но и органолептические показатели, при некотором превосходстве II опытной группы.

3.2.9 Экономическая эффективность применения изучаемых добавок при выращивании цыплят-бройлеров

Итогом испытания любых кормовых добавок или препаратов при выращивании цыплят-бройлеров является экономическая эффективность их применения. Расчет экономической эффективности показал, что скормливание в процессе откорма цыплятам-бройлерам опытных групп испытуемых кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» позволило улучшить рентабельность производства мяса (таблица 19).

Таблица 19 – Экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Срок откорма, дни	35	35	35
Среднее поголовье за период опыта, гол.	49,0	50,0	50,0
Средняя живая масса 1 головы, г:			
в начале опыта	41,6	41,6	41,6
в конце опыта	2021,5	2098,6	2135,7
Абсолютный прирост живой массы:			
1 гол., г	1979,9	2057,0	2094,1
всего, кг	97,0	102,9	104,7
Убойный выход, %	71,8	72,6	72,9
Получено мяса всего, кг	69,7	74,7	76,3
Затраты корма на 1 кг прироста, корм. ед.	1,59	1,54	1,51
Производственные затраты, всего, руб.	6707,14	6883,60	6933,38
Себестоимость 1 кг мяса, руб.	94,60	92,15	90,87
Реализационная цена 1 кг мяса, руб.	120,00	122,28	122,94
Сумма выручки от реализации мяса всего, руб.	8364,00	9134,32	9380,32
Прибыль, руб.	1656,86	2250,72	2446,90
Уровень рентабельности, %	19,81	24,64	26,09

За период откорма в опытных группах был получен более высокий прирост живой массы и убойный выход потрошенных тушек, что позволило получить мяса больше в I опытной группе на 5,0 кг, во II опытной – на 6,6 кг по сравнению с контрольной группой. Высокий относительный прирост живой массы цыплят-бройлеров опытных групп способствовал снижению затрат корма на единицу продукции на 0,05 и 0,08 кг по отношению к контролю. В итоге себестоимость 1 кг мяса в опытных группах оказалась ниже, чем в контрольной группе на 2,45 и 3,73 рубля. В опытных группах сложилась более высокая реализационная цена 1 кг мяса за счет выхода тушек I сорта, превышающего этот показатель в контрольной группе. Как итог, в I опытной группе получена дополнительная прибыль в сумме 593,86 руб., во II опытной – 790,04 руб. относительно контроля, а уровень рентабельности возрос на 4,83 и 6,28% соответственно.

3.3 Производственная проверка результатов научно-исследовательского опыта

Исходя из того, что в процессе научно-хозяйственного опыта результаты эффективности применения кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» в рационах цыплят-бройлеров показали высокие производственные параметры откорма, было принято решение провести производственное испытание обеих добавок.

Производственные испытания были проведены в условиях птицефабрики (производственная мощность 19 тыс. т. мяса в год) ООО «ПФ Свеженка» Урицкого района Орловской области.

Несмотря на то, что применение различных кормовых добавок, в том числе биологически активных, в период откорма цыплят-бройлеров требует дополнительных затрат, которые увеличивают себестоимость произведенной продукции, конечной целью является увеличение производственных показателей (продуктивность, сохранность, убойный выход и качество продукции), способные окупить финансовые затраты.

Производственная проверка подтвердила достоверность полученных данных в научно-хозяйственном опыте по использованию в кормлении цыплят-бройлеров кросса Росс 308 кормовых добавок «Истман Энханз», активным веществом которой является диметилглицинат натрия, и «Ди-лактоцин-Я» на основе органических кислот, в том числе глицина и олигосахаридов. Результаты производственной проверки представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Результаты производственной проверки

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
Срок откорма, дней	35	35	35
Среднее поголовье за период проверки, гол.	23920	24142	24318
Живая масса 1 гол., г	2004	2077	2103
Абсолютный прирост живой массы:			
1 гол., г	1963	2036	2062
всего, кг	46954,9	49153,1	50143,7
Убойный выход, %	71,1	71,9	72,2
Получено мяса всего, кг	33384,9	35341,1	36203,8
Сортность мяса: I сорта, %	21332,9	23183,8	23930,7
II сорта, %	12052,0	12157,3	12273,1
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,60	1,56	1,55
Расход корма за период проверки, кг	75127,8	76678,8	77722,7
Затраты на кормовую добавку «Истман Энханз», руб.	-	43062,8	-
Затраты на кормовую добавку «Ди-лактоцин-Я», руб.	-	-	9326,72
Производственные затраты на продукцию, тыс. руб.	3165,56	3267,28	3293,82
Себестоимость 1 кг мяса, руб.	94,82	92,45	90,98
Средняя реализационная цена 1 кг мяса, руб.	120,00	121,95	122,19
Валовой доход, тыс. руб.	4006,19	4309,85	4423,74
Прибыль, тыс. руб.	840,63	1042,57	1129,92
Экономический эффект, тыс. руб.	-	201,94	289,29
Уровень рентабельности, %	26,56	31,91	34,30

Результаты производственной проверки показали существенную эффективность обеих изучаемых кормовых добавок, несмотря на достаточно высокую стоимость кормовой добавки «Истман Энханз». Испытуемые кормовые добавки способствовали увеличению мясной продуктивности цыплят-бройлеров, снижению затрат кормов на 1 кг прироста живой массы, убойному выходу и выходу тушек 1 сорта, за счет чего в опытных группах была получена дополнительная прибыль в размере 201,94 и 289,29 тыс. руб., а уровень рентабельности повысился на 5,35 и 7,74%. При этом хотелось бы отметить, что во II опытной группе была получена наиболее значимая рентабельность производства мяса бройлеров, получавших кормовую добавку «Ди-лактоцин-Я».

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

О положительном влиянии добавок, содержащих глицин, на производственные показатели при выращивании цыплят-бройлеров ранее сообщалось в литературе. В частности, предыдущие исследователи показали, что добавление диметилглицината натрия приводит к улучшению показателей продуктивности [197], снижению активных веществ тиобарбитуровой кислоты в плазме [196] и повышению усвояемости питательных веществ корма, в особенности жира [199]. Ряд исследователей сообщили, что добавление в рацион пребиотиков может улучшить показатели роста, снизить смертность птиц и нормализовать микрофлору кишечника [162, 188, 167, 147].

Пищеварительный тракт бройлеров функционирует на оптимальном уровне из-за повышенного потребления корма и высокой продуктивности, следовательно, переваримость питательных веществ должна оцениваться при оценке воздействия различных кормовых ингредиентов или добавок. Было обнаружено, что добавление глицина увеличивает усвояемость жира у бройлеров [122, 234]. В этом контексте мы определили влияние глицинсодержащих кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» на усвояемость питательных веществ корма организмом цыплят-бройлеров. Результаты подтвердили имеющуюся гипотезу о том, что глицин,

действуя как эмульгирующий агент, может улучшить усвояемость питательных веществ и компенсировать снижение энергии в рационах бройлеров.

Полученные в процессе проведения физиологического опыта данные свидетельствуют о положительном влиянии изучаемых кормовых добавок на усвояемость организмом бройлеров опытных групп питательных веществ, полученных с кормом, в особенности жира. Цыплята опытных групп переваривали жир лучше, чем их сверстники из контрольной группы на 2,33 ($P<0,01$) и 2,38% ($P<0,01$). Переваримость сухого вещества в опытных группах возросла относительно контрольной на 1,44 ($P<0,01$) и 1,85% ($P<0,01$). Как и предполагалось, уровень переваримости протеина и БЭВ увеличился в I опытной группе на 1,14 ($P<0,05$) и 1,50 ($P<0,05$), а во II опытной – на 1,40 ($P<0,05$) и 1,99% ($P<0,01$) по сравнению с контролем. Коэффициент переваримости клетчатки в опытных группах превысил аналогичный показатель из контрольной группы на 0,56 ($P<0,05$) и 0,75% ($P<0,05$), по всей вероятности, за счет увеличения в кишечнике опытных групп бактерий семейства Ruminococcaceae, отвечающих за переваривание клетчатки.

По нашему мнению, достоверное увеличение переваримости основных питательных веществ корма связано с нормализацией микробиоты кишечника цыплят-бройлеров опытных групп под воздействием изучаемых добавок по сравнению с контрольной группой. Результаты исследований позволили нам констатировать рост микроорганизмов в слепых отростках кишечника цыплят-бройлеров опытных групп на 34,88 ($P<0,05$) и 37,21% ($P<0,05$) на фоне контрольной группы. Несмотря на недостоверное увеличение показателей по некоторым видам бактерий, общее их число достоверно возросло в опытных группах на 3,69 ($P<0,05$) и 4,09% ($P<0,05$) по сравнению с контрольной группой.

Количество патогенной и нежелательной микрофлоры во всех подопытных группах находилось на уровне норм для здоровой птицы и не имело достоверных различий.

Исходя из полученных результатов, следует отметить, что испытываемые кормовые добавки «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» оказали стабилизирующее

влияние на микробиоту кишечника и проявили в определенной степени антибактериальные свойства. При этом кормовая добавка «Ди-лактоцин-Я» активнее способствовала развитию полезной микрофлоры кишечника цыплят-бройлеров (II опытная группа).

Наши результаты согласуются с данными Patterson J.A., Burkholder K.M. [238], Higgins S.E. et al. [185], которые показывают, что пребиотики могут изменять среду кишечника, увеличивая количество полезных микроорганизмов и подавляя распространение патогенов в кишечнике. Пребиотики в рационе уменьшают популяцию сальмонелл в кишечнике цыплят, утверждают Stern N.J. et al. [260]. Simon O. et al. [255], обнаружили увеличение выделения бифидобактерий и лактобацилл, тогда как количество кишечной палочки и сальмонелл снижалось, что подтверждает аргумент о действии лактулозы как пребиотика у цыплят, и это может частично объяснять улучшение показателей роста.

В наших исследованиях на протяжении всего периода опыта бройлеры подопытных групп развивались в соответствии со стандартными показателями кросса Росс 308, однако в опытных группах живая масса бройлеров достоверно превышала этот показатель из контроля уже через 14 дней скормливания изучаемых добавок на 5,16 (P<0,01) и 8,52% (P<0,01). В возрасте 21 день разница составила 2,60 (P<0,01) и 3,74% (P<0,01), 28 дней – 4,06 (P<0,01) и 5,40% (P<0,001), 35 дней – 77,1 (3,81%; P<0,01) и 113,5 г (5,65%; P<0,001).

Вместе с тем необходимо отметить, что живая масса цыплят-бройлеров II опытной группы превышала таковые показатели I опытной группы: в 14 дней – на 3,19, в 21 день – на 1,86, в 28 дней – на 2,05 и в 35 дней – на 1,77%, хотя разница оказалась статистически недостоверной. За период откорма среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров II опытной группы превышал контроль на 3,24 г (5,73%; P<0,01), а в I опытной – на 2,20 г (3,89%; P<0,01).

Затраты корма на 1 кг прироста в опытных группах сократились на 0,05 и 0,08 кг. Также следует отметить высокий уровень сохранности: в опытных группах по 100%, а в контрольной – 98,0%. При расчете Европейского индекса

эффективности более высокие значения этого показателя установлены в опытных группах – 389,35 и 403,97 единиц, превышающие контроль на 35,18 и 49,80 единиц.

Мониторинг за ростом и развитием подопытных цыплят-бройлеров позволил установить значительное воздействие изучаемых добавок на живую массу, среднесуточные приросты и относительную скорость роста птиц опытных групп. Следует отметить, что во II опытной группе, где бройлеры получали кормовую добавку «Ди-лактоцин-Я», все изучаемые параметры несколько превышали таковые в I опытной группе, цыплята которой получали кормовую добавку «Истман Энханз», что, по нашему мнению, можно объяснить более насыщенным составом кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я».

Результаты анатомической разделки, проведенной в конце опыта, показали, что убойный выход оказался выше в опытных группах на 0,8 и 1,1% по сравнению с контролем, что повлияло на абсолютной выход массы грудных мышц на 7,19 ($P < 0,05$) и 8,29% ($P < 0,01$). В конечном итоге, выход тушек I сорта как один из показателей, влияющих на экономическую эффективность, в опытных группах превышал контрольные значения на 1,9 и 2,4%.

Экспертизу внутренних органов подопытных цыплят-бройлеров провели ветеринарные специалисты во время анатомической разделки, которая не обнаружила отклонений в развитии и состоянии на момент осмотра. Проводя исследования органов пищеварения, мы установили тенденцию к уменьшению их относительной массы (особенно печени) в опытных группах под воздействием изучаемых добавок.

Печень как один из главных органов пищеварительной системы по многообразию функций и значению для жизнедеятельности организма занимает одно из ведущих мест. Моментальная реакция печени на какие-либо негативные факторы позволяет установить изменения состояния обмена веществ в организме. Патологические изменения в функционировании печени, как правило, сигнализируют о серьезном нарушении работы пищеварительной системы и всасывания метаболитов через печень в кровь.

В наших исследованиях масса печени как абсолютная, так и относительная несколько снизилась, что подтверждает высокую активность и безопасность изучаемых добавок на процессы пищеварения в организме цыплят-бройлеров. В целом, снижение массы пищеварительных органов в опытной группе на 0,44 и 0,56% относительно контроля в некоторой мере отразилось на повышении убойного выхода потрошенных тушек.

Данные об уменьшении относительной массы органов пищеварения под воздействием биологически активных кормовых добавок отражены в работах Villeneuve P. et al. [271], Крюкова О.В. [48], Лысенко С.Н. [55].

В наших исследованиях снижение массы печени в опытных группах, получавших диметилглицинат натрия и кормовую добавку «Ди-лактоцин-Я», по сравнению с контрольной группой может быть связано с улучшением функции печени из-за взаимодействия между активными веществами кормовых добавок и реакцией метилирования, происходящей в печени.

Известно, что сердечно-легочная способность современных быстрорастущих кроссов бройлеров недостаточна для поддержания физиологического гомеостаза, что является основным фактором, способствующим наблюдаемому увеличению смертности, особенно при синдроме легочной гипертензии, также называемом синдромом асцита бройлеров [71, 182].

Синдром легочной гипертензии чаще всего возникает в результате гипоксемии. Физиологически гипоксия возникает, когда сердечно-легочная емкость недостаточна по сравнению с физиологическими потребностями или в ответ на экологические проблемы [128]. Современные кроссы бройлеров очень восприимчивы к гипоксии из-за сочетания высокой потребности в кислороде из-за высокой скорости роста и относительно слаборазвитой сердечно-легочной системы [181, 182]. Кроме того, увеличение количества активных форм кислорода в митохондриях в результате увеличения скорости метаболизма вызывает опосредованное перекисным окислением липидов повреждение легочной сосудистой сети, из-за чего оксигенация еще больше ухудшается и усугубляется гипоксемия [120, 159]. Сначала состояние гипоксемии компенсируется

увеличением уровня гематокрита, что в конечном итоге приводит к повышенной вязкости крови, которая приводит к легочной гипертензии.

Во всем мире на синдром асцита бройлеров приходится более 25% общей смертности бройлеров, и он стал самой важной неинфекционной причиной потерь в современном бройлерном производстве [157].

Поскольку синдром асцита бройлеров характеризуется дисбалансом между потребностью в кислороде и поставкой кислорода, а оксидативный стресс участвует в его патогенезе [226], глицинсодержащие кормовые добавки представляют определенный интерес для ослабления этого синдрома.

В связи с тем, что в наших исследованиях использованы глицинсодержащие кормовые добавки, мы изучили развитие внутренних органов, обеспечивающих сердечно-легочную емкость. Исходя из полученных данных, мы установили повышение относительной массы сердца и легких цыплят-бройлеров опытных групп, которая способствовала достоверному увеличению абсолютной массы этих органов относительно контрольной группы.

Абсолютная масса сердца бройлеров опытных групп превышала контрольные значения на 10,06 ($P<0,01$) и 7,75% ($P<0,05$), легких – на 8,74 ($P<0,01$) и 8,14% ($P<0,01$) соответственно. По нашему мнению, увеличение как абсолютной, так и относительной массы сердца и легких в определенной степени повысит сердечно-легочную емкость в организме цыплят-бройлеров опытных групп при интенсивном откорме. Наиболее высокими эти показатели оказались в I опытной группе, где цыплята получали кормовую добавку «Истман Энханз».

Применение при откорме цыплят-бройлеров кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» позитивно повлияло на их мясную продуктивность. В опытных группах увеличилась живая масса цыплят, убойный выход и выход грудных мышц при сокращении затрат корма на 1 кг прироста. Вместе с тем, эти показатели во II опытной группе («Ди-лактоцин-Я») оказались выше, чем в I опытной («Истман Энханз»).

В зоотехнической практике применяют различного рода биологически активные добавки, способные в определенной степени заменить применение

антибиотиков, нормализовать микрофлору кишечника, повысить резистентность и сохранность птиц, что в конечном итоге позитивно отражается на экономической эффективности производства [75, 105]. В свою очередь, применение биологически активных веществ, входящих в состав кормовых добавок, существенно влияет на физико-химические показатели мяса [5, 37, 39, 75, 96, 115].

Как показали исследования химического состава грудных мышц подопытных цыплят-бройлеров, содержание сухого вещества, белка и золы в опытных группах увеличилось по отношению к контролю, а жира – снизилось. Достоверное увеличение белка в I опытной группе составило 1,11% ($P < 0,01$), во II опытной – 1,17% ($P < 0,01$). Содержание жира в опытных группах снизилось на 0,71 ($P < 0,05$) и 0,75% ($P < 0,05$) по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе, что повлекло за собой снижение энергетической ценности мяса на 8,59 ($P < 0,05$) и 9,12 КДж/100 г ($P < 0,05$) соответственно.

По мнению Фисинина В.И. [105], питательная ценность мяса птицы характеризуется не только наличием белка, но и содержанием, а также соотношением в нем заменимых и незаменимых аминокислот.

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание как отдельных аминокислот, так и в сумме возросло в опытных группах по сравнению с контролем. Среди незаменимых аминокислот зафиксирована достоверная разница по изолейцину, треанину, валину, лейцину и лизину, которая составила 0,43 ($P < 0,05$) и 0,58% ($P < 0,05$); 0,33 ($P < 0,05$) и 0,40% ($P < 0,05$); 0,81 ($P < 0,05$) и 0,85% ($P < 0,05$); 0,61 ($P < 0,05$) и 0,64% ($P < 0,05$); 0,69 ($P < 0,05$) и 0,83% ($P < 0,01$) соответственно. Сумма незаменимых аминокислот в грудных мышцах цыплят-бройлеров опытных групп превышала контроль на 2,88 ($P < 0,01$) и 3,36% ($P < 0,01$).

Среди заменимых аминокислот наблюдалось значительное увеличение глицина в опытных группах на 0,72 ($P < 0,01$) и 0,67% ($P < 0,01$) и глутаминовой кислоты на 1,11 ($P < 0,01$) и 1015% ($P < 0,01$) по отношению к контролю. Содержание аргинина в I опытной группе имело тенденцию к повышению на 0,26%, а во II опытной зафиксировано достоверное превышение на 0,54% ($P < 0,01$) по сравнению

с контрольной группой. Значения остальных заменимых аминокислот находились на уровне контроля, но при этом сумма заменимых аминокислот возросла в опытных группах по отношению к контролю на 2,25 (P<0,01) и 2,64% (P<0,01) соответственно. Общая сумма заменимых и незаменимых аминокислот составила 81,02 (P<0,01) и 82,49% (P<0,01) против 76,49% в контроле, что можно объяснить увеличением переваримости протеина, повышением использования азота организмом цыплят-бройлеров, а также содержание белка в грудных мышцах опытных групп.

Одними из наиболее значимых показателей качества мышечной ткани выступают липиды и внутримышечные жирные кислоты. Физическо-химические свойства липидов определяются наличием в их составе жирных кислот, которые обладают в организме неодинаковыми функциями и оказывают на него различное влияние. В мышечной ткани наряду с незаменимыми моно- и полиненасыщенными жирными кислотами существенное значение отводится насыщенным жирным кислотам, играющим определенную роль в обеспечении необходимого соотношения ненасыщенных жирных кислот к насыщенным [4, 59]. В липидной фракции пищевых продуктов из птицы преобладают ненасыщенные жирные кислоты. Продукты питания животного происхождения, в чьем составе уровень полиненасыщенных жирных кислот находится на высоком уровне, являются полезными для здоровья человека [94].

Полученные нами результаты исследований позволили зафиксировать снижение уровня насыщенных жирных кислот в образцах грудных мышц опытных групп на 1,42 (P<0,01) и 1,56% (P<0,01) в основном за счет снижения пальмитиновой кислоты на 1,25 (P<0,01) и 1,39% (P<0,01), а также миристиновой – на 0,18 и 0,19% относительно контрольной группы. Содержание мононенасыщенных жирных кислот в опытных группах возросло по сравнению с контрольной группой на 0,50 и 0,57%, за счет увеличения уровня всех изучаемых в этой группе жирных кислот, разница которых между группами была

недостовойной. Полученные результаты позволили установить достоверное повышение содержания полиненасыщенных жирных кислот в опытных группах на 0,96 (P<0,05) и 1,03% (P<0,05), которое было обеспечено повышением линолевой и арахидоновой кислот в I опытной группе на 0,83 (P<0,05) и 0,10%, в II опытной – на 0,87 (P<0,05) и 0,10% относительно контроля. Соответственно отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным в опытных группах возросло до 1,97 и 1,99 против 1,85 в контрольной группе.

Итогом испытания любых кормовых добавок или препаратов при выращивании цыплят-бройлеров является экономическая эффективность их применения. За период откорма в опытных группах был получен более высокий прирост живой массы и убойный выход потрошенных тушек, что позволило получить мяса больше в I опытной группе на 3,80 кг, во II опытной – на 5,4 кг по сравнению с контрольной группой. Высокий относительный прирост живой массы цыплят-бройлеров опытных групп способствовал снижению затрат корма на единицу продукции на 0,05 и 0,08 кг по отношению к контролю. В итоге себестоимость 1 кг мяса в опытных группах оказалась ниже, чем в контрольной группе на 2,45 и 4,43 рубля. В опытных группах сложилась более высокая реализационная цена 1 кг мяса за счет выхода тушек I сорта, превышающего этот показатель в контрольной группе. Как итог, в I опытной группе получена дополнительная прибыль в сумме 593,86 руб., во II опытной – 790,04 руб. относительно контроля, а уровень рентабельности возрос на 4,83 и 6,28%.

Расчет экономической эффективности показал, что скармливание в процессе откорма цыплятам-бройлерам опытных групп испытываемых кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» позволило улучшить рентабельность производства мяса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований, направленные на изучение влияния кормовых добавок «Истман Энханз» и «Ди-лактоцин-Я» в сравнительном аспекте на нормализацию микробиоты кишечника, укрепление иммунного статуса организма птиц, формирование мясной продуктивности и качественных показателей мяса позволили сформулировать соответствующие выводы.

1. Доказано, что изучаемые кормовые добавки активизировали рост микроорганизмов в слепых отростках кишечника цыплят-бройлеров опытных групп на 34,88 (P<0,05) и 37,21% (P<0,05) на фоне контрольной группы. Установлено достоверное увеличение бактерий рода *Vifidobacteriales* в I опытной группе в 4,3 раза (P<0,05), во II опытной – в 4,9 раза (P<0,05). Обнаружено достоверное увеличение бактерий рода *Selenomonadales* на 1,32 (P<0,05) и 1,40% (P<0,05) относительно контрольной группы. Несмотря на недостоверное увеличение показателей по некоторым видам бактерий, общее их число достоверно возросло в опытных группах на 3,69 (P<0,05) и 4,09% (P<0,05) по сравнению с контрольной группой. Количество патогенной и нежелательной микрофлоры во всех подопытных группах находилось на уровне нормы для здоровой птицы и не имело достоверных различий.

2. Наиболее эффективно цыплята-бройлеры опытных групп переваривали жир, разница с контролем составила 2,33 (P<0,01) и 2,38% (P<0,01). Сухое вещество цыплята опытных групп переваривали лучше, чем контрольной на 1,44 (P<0,01) и 1,85% (P<0,01), протеин – на 1,14 (P<0,05) и 1,40% (P<0,05), БЭВ – на 1,50 (P<0,05) и 1,99% (P<0,01) соответственно. Коэффициент использования азота увеличился по сравнению с контролем на 2,21 (P<0,05) и 2,76% (P<0,05), кальция – на 1,76 (P<0,01) и 2,64% (P<0,01), фосфора – на 1,39 (P<0,01) и 2,78% (P<0,01) соответственно.

4. Доказано влияние изучаемых добавок на морфологические показатели крови цыплят. Содержание эритроцитов и гемоглобина увеличилось в I опытной группе на 6,38 (P<0,05) и 6,06% (P<0,05), во II опытной – на 9,06 (P<0,05) и 9,99% (P<0,05), при этом среди опытных групп наиболее устойчивая разница по этим

показателям наблюдается во II опытной группе. Число тромбоцитов увеличилось на 5,73 (P<0,05) и 6,32% (P<0,05), лейкоцитов на 5,36 и 5,06%. Установлено повышение нейтрофилов в пробах крови бройлеров опытных групп (P<0,05), что характеризует более высокий иммунный статус птиц. Содержание моноцитов превышало контроль на 1,19 (P<0,05) и 1,47% (P<0,05), уровень лимфоцитов снизился в I опытной группе на 4,88 (P<0,05), во II – на 5,34% (P<0,05).

5. Установлено увеличение содержания общего белка относительно контроля в I опытной группе на 6,18% (P<0,05), во II опытной – на 7,91% (P<0,05). Наблюдалось превышение альбуминовой фракции на 9,94 (P<0,05) и 12,51% (P<0,05) соответственно. Аминотрансферазы отреагировали на включение в корм изучаемых добавок увеличением АСТ на 5,38 и 9,32% (P<0,05) и снижением АЛТ на 17,72 (P<0,01) и 22,50% (P<0,01). Активность щелочной фосфатазы снизилась на 11,17 (P<0,05) и 21,55% (P<0,01) соответственно.

6. Зафиксировано превышение концентрации иммуноглобулинов в крови цыплят опытных групп на 24,19 (P<0,01) и 26,78% (P<0,01). Активизировались ферменты антиоксидантного статуса: супероксиддисмутазы на 8,10 (P<0,05) и 8,63% (P<0,05), церулоплазмина – на 10,33 (P<0,05) и 11,27% (P<0,05), а уровень малонового диальдегида снизился на 8,46 (P<0,05) и 9,49% (P<0,05) по сравнению с контролем.

7. Возросла естественная резистентность у цыплят-бройлеров опытных групп под воздействием активных веществ изучаемых добавок: бактерицидная активность увеличилась в I опытной группе на 1,43 (P<0,05), во II опытной – на 1,62% (P<0,05), концентрация лизоцима – на 7,20 (P<0,05) и 8,16% (P<0,05), фагоцитарная активность лейкоцитов – на 4,47 (P<0,05) и 4,63% (P<0,05).

8. Доказано влияние изучаемых добавок на живую массу, которая к концу откорма превышала контроль на 77,1 (3,81%; P<0,01) и 113,5 г (5,65%; P<0,001). Среднесуточный прирост живой массы за период откорма оказался наиболее высоким во II опытной группе и составил 59,81 г, что выше, чем в I опытной группе на 1,04 г, а в контрольной – на 3,24 г. Затраты корма на 1 кг прироста сократились на 0,05 и 0,08 кг. Сохранность в опытных группах составила 100%, а в

контрольной – 98,0%. Европейский индекс эффективности превысил контрольные значения на 35,18 и 49,80 единиц.

9. Зафиксирован более высокий убойный выход в опытных группах относительно контроля на 0,8 и 1,1%, масса грудных мышц – на 7,19 (P<0,05) и 8,29% (P<0,01), выход тушек I сорта – на 1,9 и 2,4% соответственно.

10. Масса печени как абсолютная, так и относительная снизилась, что подтверждает высокую активность и безопасность изучаемых добавок на процессы пищеварения в организме цыплят-бройлеров. В целом снижение массы пищеварительных органов в опытной группе на 0,44 и 0,56% относительно контроля в некоторой мере отразилось на повышении убойного выхода потрошенных тушек.

11. Масса сердца бройлеров опытных групп превышала контрольные значения на 10,06 (P<0,01) и 7,75% (P<0,05), легких – на 8,74 (P<0,01) и 8,14% (P<0,01) соответственно. По нашему мнению, увеличение как абсолютной, так и относительной массы сердца и легких в определенной степени повысит сердечно-легочную емкость в организме цыплят-бройлеров опытных групп при интенсивном откорме.

12. Установлено увеличение белка в I опытной группе на 1,11% (P<0,01), во II опытной – 1,17% (P<0,01), содержание жира снизилось на 0,71 (P<0,05) и 0,75% (P<0,05), что повлекло за собой снижение энергетической ценности мяса на 8,59 (P<0,05) и 9,12 КДж/100 г (P<0,05) соответственно.

13. Среди незаменимых аминокислот зафиксирована достоверная разница по изолейцину, треанину, валину, лейцину и лизину. Сумма незаменимых аминокислот в грудных мышцах цыплят-бройлеров опытных групп превышала контроль на 2,88 (P<0,01) и 3,36% (P<0,01). Среди заменимых аминокислот наблюдалось значительное увеличение глицина на 0,72 (P<0,01) и 0,67% (P<0,01) и глутаминовой кислоты на 1,11 (P<0,01) и 1,15% (P<0,01). Сумма заменимых аминокислот возросла на 2,25 (P<0,01) и 2,64% (P<0,01). Общая сумма заменимых и незаменимых аминокислот составила 81,02 (P<0,01) и 82,49% (P<0,01) против 76,49% в контроле.

14. Проведенные исследования позволили установить снижение уровня насыщенных жирных кислот в образцах грудных мышц опытных групп на 1,42 (P<0,01) и 1,56% (P<0,01) в основном за счет снижения пальмитиновой кислоты на 1,25 (P<0,01) и 1,39% (P<0,01) относительно контрольной группы. Содержание мононенасыщенных жирных кислот возросло на 0,50 и 0,57%, полиненасыщенных – на 0,96 (P<0,05) и 1,03% (P<0,05), которое было обеспечено повышением линолевой и арахидоновой кислот в I опытной группе на 0,83 (P<0,05) и 0,10%, в II опытной – на 0,87 (P<0,05) и 0,10% относительно контроля. Соответственно отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным в опытных группах возросло до 1,97 и 1,99 против 1,85 в контрольной группе.

15. Влагоудерживающая способность мяса в опытных группах достоверно возросла на 2,21 (P<0,05) и 2,58% (P<0,05), при этом увариваемость снизилась на 0,79 (P<0,05) и 0,84 (P<0,05) в сравнении с показателями в контрольной группе. В I опытной группе этот показатель рН составил 5,97 единиц, во II опытной – 5,98, тогда как в контрольной группе сохранялась более высокая кислотность – в пределах 6,09 единиц. При этом мясо всех испытуемых образцов соответствовало качественной группе NOR.

16. Расчет экономической эффективности показал, что в I опытной группе была получена дополнительная прибыль в сумме 593,86 руб., во II опытной – 790,04 руб. относительно контроля, а уровень рентабельности возрос на 4,83 и 6,28% соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Результаты, полученные в процессе исследований, дают основание рекомендовать использование обеих кормовых добавок «Истман Энханз» и Ди-лактоцин-Я» в рационах цыплят-бройлеров в количестве 1,2 и 1,0 кг/т корма. Скармливание изучаемых добавок способствует нормализации микробиоты кишечника, увеличению живой массы на 3,81 и 5,65%, убойного выхода на 0,8 и 1,1%, массы грудных мышц – на 7,19 и 8,29%, выхода тушек I сорта – на 1,9 и 2,4%, что позволяет повысить уровень рентабельности на 4,83 и 6,28% соответственно.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Исследования по данной теме целесообразно вести в направлении поиска и разработки новых видов кормовых добавок, способных стабилизировать микрофлору кишечника, посредством которой активизировать обменные процессы, увеличить продуктивность птиц и качественные показатели продуктов животного происхождения. Планируется продолжить исследования по использованию кормовой добавки «Ди-лактоцин-Я» в кормлении других видов птиц.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева, Л.В. Биохимия: учебник / Л.В. Авдеева, Т.Л. Алейникова, Л.Е. Андрианова; под редакцией Е.С. Северин. – 5-е издание. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – С. 768.
2. Авдоница, О.О. Влияние новой биологически активной добавки на естественную резистентность цыплят-бройлеров / О.О. Авдоница, М.В. Пчелинов, С.В. Наумова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 20-24.
3. Алексеев, В.А. Влияние использования препаратов витаминов С и ВС в комбикорме на продуктивность и качество яиц кур-несушек / В.А. Алексеев, А.Ю. Терентьев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2(34). – С. 106-108.
4. Антипов, А. Использование птичьего жира в комбикормах для цыплят-бройлеров / А. Антипов // Птицеводство. – 2010. – № 2. – С.43-44.
5. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2004. – 571 с.
6. Архипов, А.В. Липидное питание, продуктивность птицы и качество продуктов птицеводства. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 440 с.
7. Байковская, Е.Ю. Синтетический глицин в комбикормах для цыплят-бройлеров / Е.Ю. Байковская, Е.М. Абашкина, В.А. Манукян // Птицеводство. – 2021. – № 3. – С. 13-16.
8. Белооков, А.А. Перспективы использования мяса цыплят-бройлеров в производстве продуктов диетического питания / А.А. Белооков, М.А. Зяблицева // Качество продукции, технологий и образования: Материалы XI Международной научно-практической конференции. Магнитогорск, 2016. – С. 99-102.
9. Бессарабов, Б. Гематологические показатели и здоровье птиц / Б. Бессарабов, С. Алексеева, Л. Клетикова, О. Копоть // Животноводство России. – 2009. – С. – 17-18.

10. Бессарабов, Б.Ф. Естественная резистентность и продуктивность птицы / Б.Ф. Бессарабов // Птицеводство. – 2010. – № 1-2. – С. 12-14.
11. Бобылева, Г.А. Российское птицеводство: вызовы 2020 года, проблемы и перспективы 2021 года / Г.А. Бобылева // Птицеводство. – 2021. – № 2. – С. 4-9.
12. Болотников, И.А. Словарь иммунологических терминов. М.: 1991. – 125 с.
13. Винокурова, Д.В. Обеспечение биологической безопасности при выращивании цыплят-бройлеров / Д.В. Винокурова, А.И. Шевченко // Молодежный аграрный форум – 2018: материалы международной студенческой научной конференции. Ви – 2018. – С. 213.
14. Гамко, Л.Н. Качественные корма – путь к получению высокой продуктивности животных и птицы и экологически чистой продукции / Л.Н. Гамко, В.Е. Подольников, И.В. Малявко, Г.Г. Нуриев, А.Т. Мысик // Зоотехния. – 2016. – № 5. – С. 6-7.
15. Георгиевский, В.И. Методические указания по апробации в условиях производства и расчету эффективности научно-исследовательских разработок в области кормления и физиологии сельскохозяйственных животных / В.И. Георгиевский, В.И. Георгиевский, Н.Г. Макарецев, А.М. Соловьев и др.; под ред. А.П. Калашникова. – М.: ВАСХНИЛ, 1984. – 18 с.
16. Гиро, Т.М. Влияние кормовых добавок «Йоддар-Zn» и «ДАФС-25» на гематологические показатели и резистентность / Т.М. Гиро, О.И. Бирюков, В.Ю. Юрин // Мясная индустрия. – 2013. – № 5. – С. 12-14.
17. Головин, В.В. Влияние инновационной кормовой добавки на мясную продуктивность и качественные показатели мяса цыплят-бройлеров / В.В. Головин, З.Б. Комарова, М.И. Сложенкина, О.Е. Кротова, Т.В. Воронина // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – № 4(8). – С. 57-64.
18. Головкин, А.Н. Обмен минералов мышечной ткани цыплят под влиянием препарата «Факс-1» / А.Н. Головкин // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 1. – С. 29-30.

19. Горлов, И.Ф. Влияние биологических добавок в рационах индюшат на показатели их живой массы и резистентности / И.Ф. Горлов, В.А. Бараников // Разработка инновационных технологий производства животноводческого сырья и продуктов питания на основе современных биотехнологических методов: материалы международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 248-253.

20. Горлов, И.Ф. Качество мяса цыплят-бройлеров при использовании в рационах кормовых добавок / И.Ф. Горлов, О.В. Чепрасова, В.В. Гамага // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2007. – № 5. – С. 83-84.

21. Горлов, И.Ф. Минеральная добавка в комбикормах для цыплят-бройлеров кросса "РОСС 308" / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, З.Б. Комарова, О.Е. Кротова, В.В. Головин, С.М. Иванов, Д.В. Фризен, А.В. Рудковская, Т.В. Воронина // Птица и птицепродукты. – 2019. – № 6. – С. 30-33.

22. Горлов, И.Ф. Эффективность использования лактулозосодержащих препаратов при выращивании индюшат / И.Ф. Горлов, З.Б. Комарова, В.А. Бараников, А.Ф. Кайдалов, С.Н. Лысенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград. – 2015. – № 3(39). – С. 109-114.

23. Горлов, И.Ф. Эффективность использования минеральной кормовой добавки при выращивании цыплят-бройлеров кросса РОСС 308 / И.Ф. Горлов, З.Б. Комарова, О.Е. Кротова, С.С. Курмашева, Д.В. Фризен, А.В. Рудковская, Д.Н. Ножник, Т.В. Воронина // В сборнике: Перспективные аграрные и пищевые инновации. Материалы Международной научно-практической конференции; под общей редакцией И.Ф. Горлова. – 2019. – С. 171-175.

24. ГОСТ 31962-2013 Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия.

25. Гудин, В.А. Физиология и этология сельскохозяйственных птиц / В.А. Гудин, В.Ф. Лысов, В.И. Максимов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.

26. Гулюшин, С. Значение пребиотиков в регуляции кишечной микрофлоры / С. Гулюшин, Н. Садовникова, И. Рябчик // Комбикорма. – 2009. – № 7. – С. 20.
27. Гущин, В.В. Птицеводческая отрасль страны: состояние и перспективы / В.В. Гущин // Мясные технологии. – 2017. – № 5(173). – С. 6-9.
28. Девис, М. Витамин С: химия и биохимия: пер. с англ. М.Б. Костиной / М. Девис, Дж. Остин, Д. Патридж. – М.: Мир, 1999. – 176 с.
29. Джавадов, Э.Д. Антибиотики в птицеводстве: альтернативные методы профилактики заболеваний и лечения птицы / Э.Д. Джавадов, И.Н. Вихрева, Т.Т. Папазян [и др.] // Птицеводство. – 2017. – № 11. – С. 41-46.
30. Донцова, Т.Н. Влияние биологически активных добавок на основе пребиотика лактулозы на морфологическое строение цыплят-бройлеров / Т.Н. Донцова, Л.В. Хорошевская, У.В. Бойко // Ветеринария. – 2012. – № 2. – С. 16-17.
31. Дорофейчук, В.Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом // Лабораторное дело. – 1968. – № 1.
32. Егоров, И. Пребиотик в питании бройлеров / И. Егоров, Ш. Имангулов // Комбикорма. – 2007. – № 5. – С. 71.
33. Егоров, И.А. Использование смеси низкомолекулярных органических кислот в комбикормах для цыплят-бройлеров / И.А. Егоров, В.Г. Вертипрахов, Т.Н. Ленкова, В.А. Манукян, Т.А. Егорова, А.А. Грозина, Е.Ю. Байковская // Птица и птицепродукты. – 2017. – № 5. – С. 26-28.
34. Егоров, И.А. Использование смеси низкомолекулярных органических кислот в комбикормах для цыплят-бройлеров / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, В.Г. Вертипрахов, И.Н. Никонов, Г.Ю. Лаптев // Мировые и российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего: мат. XIX Междунар. конф. Российское отделение Всемирной научной ассоциации по птицеводству (ВНАП); НП «Научный центр по птицеводству»; под редакцией академика РАН, профессора В.И. Фисина. – 2018. – С. 200-202.
35. Егоров, И.А. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы /

И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.М. Околелова [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2018. – 226 с.

36. Ежова, О. Пробиотики и пребиотики в бройлерном производстве / О. Ежова, А. Сенько, Ю. Габзалилова // Комбикорма. – 2009. – № 5. – С. 67.

37. Заболотных, М.В. Влияние препарата ImmuGuard на росто-весовые показатели и качество мяса цыплят-бройлеров / М.В. Заболотных, А.Ю. Надточий // Вестник Омского ГАУ. – 2017. – № 4(28). – С. 148-152.

38. Заикина, А.С. Эффективность использования минерального комплекса в кормлении кур родительского стада бройлеров: дисс. ... канд. биол. наук: 06.02.08 / Заикина Анастасия Сергеевна. – Москва, 2017. – 144 с.

39. Зяблицева, М.А. Повышение пищевой ценности мяса птицы через оптимизацию рациона кормления / М.А. Зяблицева // Качество продукции, технологий и образования: Материалы X Междун. науч.-практич. конференции. Магнитогорск, 2015. – С. 35-37.

40. Калашников, А.П. Кормление сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников // М.: Росагропромиздат, 2003. – 379 с.

41. Карсанова, М.Д. Пробиотик и антиоксидант стимулируют продуктивность несушек / М.Д. Карсанова, Ф.Н. Цогоева // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: мат. междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – пос. Персиановский. – 2016. – С. 382-383.

42. Кокоева, И.Б. Повышение качества куриных яиц и мяса, за счет добавок в рационы хелатных соединений и витамина С / И.Б. Кокоева // Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации: сб. докл. науч. конф. – Москва, 2003. – С. 157-159.

43. Кольберг, Н.А. Роль печени в обмене веществ птиц. Морфологические изменения в печени птицы при использовании антигомотоксической терапии / Н.А. Кольберг, Н.В. Садовников // по материалам «VI Юго Международного

Ветеринарного Конгресса по Птицеводству» (URL: <http://webmvc.com/vet-articles/birds/aviculture/rol-pecheni-v-obmene-veshchestv.php>)

44. Комарова, З.Б. Биологические особенности и технология кормления сельскохозяйственной птицы: Учебное пособие / З.Б. Комарова, С.И. Николаев, С.М. Иванов. – Волгоград, 2012. – 96 с.

45. Комарова, З.Б. Использование лактулозосодержащих препаратов в рационах моногастричных животных: монография / З.Б. Комарова. – Волгоград, 2012. – 96 с.

46. Комарова, З.Б. Экологически чистая кормовая добавка на основе L-аспарагиновой аминокислоты (ОМЭК) в кормлении цыплят-бройлеров / З.Б. Комарова, С.М. Иванов, Д.Н. Ножник // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: мат. междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2017. – С. 222-226.

47. Кочиш, И.И. Экологически безопасные способы стимуляции роста и развития бройлеров в онтогенезе / И.И. Кочиш, М.С. Найденский, Е.С. Елизаров, О.И. Кочиш. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ им. Скрыбина, ОНО ППЗ «Конкурсный», 2007. – 104 с.

48. Крюков, О.В. Коррекция кишечного микробиоценоза у бройлеров // Птицеводство. – 2005. – № 5. – С. 33-34.

49. Кузьмина Т.А. Определение бактерицидной активности крови методом фотонейфелометрии / Т.А. Кузьмина, О.В. Смирнова // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 1966. – № 4. – С. 8-11.

50. Лебедев, П.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П.Т. Лебедев, А.Т. Усович. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 47 с.

51. Левицкий, А. Пребиотики из разных видов сырья / А. Левицкий, С. Кудашев, И. Чайка, Г. Лукина, И. Селиванская // Комбикорма. – 2006. – № 8. – С. 86.

52. Лосевская, С.А. Влияние предубойных факторов на мясную продуктивность

индеек кросса биг – 6 / С.А. Лосевская, С.В. Семенченко, Владимирова А.В., Землякова С.Н. // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 1(63). – С. 168-170.

53. Лосякова, Е.В. Влияние кормовых добавок на основе сапропеля на убойные качества цыплят-бройлеров / Е.В. Лосякова, Ю.В. Аржанкова, С.Ю. Николаева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3(43) – С. 151-155.

54. Лохов, А.Р. Метод снижения концентрации небелкового азота в крови и мясе мясной птицы / А.Р. Лохов // Экологически безопасные технологии в сельскохозяйственном производстве XXI века: тез. докл. междунар. научно-практ. конф. – Владикавказ, 2000. – С. 482-483.

55. Лысенко, С.Н. Научно-практическое обоснование использования новых пробиотических препаратов в промышленном птицеводстве: дисс...докт. биол. наук: 06.02.04 / Лысенко Станислав Николаевич. – п. Персиановский, 2009. – 365 с.

56. Лысов, В.Ф. Основы физиологии и этологии животных: учебное пособие / В.Ф. Лысов, В.И. Максимов. – М.: Колос, 2004. – 248 с.

57. Мамукаев, М.Н. Влияние пробиотика и антиоксиданта на яичную продуктивность кур при риске афлатоксикоза / М.Н. Мамукаев, З.А. Гутиева, И.И. Кцоева, Ф.Н. Цогоева, М.Д. Карсанова // Известия Горского государственного аграрного университета. – Издательство Горского ГАУ, 2015. – Т. 52. – Ч. 4. – С. 153-157.

58. Мартыновченко, В. Использование энзимо-пребиотических комплексов для бройлеров / В. Мартыновченко, А. Васильев // Птицеводство. – 2010. – № 10. – С. 27-29.

59. Матюшкин, В.Г. Оптимизация липидного питания молодняка мясных кур / В.Г. Матюшкин, В.И. Матяев, И.С. Андин. – Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2004. – 160 с.

60. Мирошникова, Е.П. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Е.П. Мирошникова, О.В. Богатова, С.В. Стадникова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 248 с.

61. Мишанин, Ю.Ф. Концентрация витаминов и микроэлементов в мясе различных видов животных / Ю.Ф. Мишанин, Р.Ю. Куц // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2003. – № 4. – С. 16-18.

62. Мордакин, В.Н. Хозяйственно-биологические особенности цыплят-бройлеров кросса «Смена-4» при использовании в рационах аскорбиновой, лимонной и фумаровой кислот: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Мордакин Владимир Николаевич. – Рязань, 2006. – 22 с.

63. Мухина, Н.В. Корма и биологически активные кормовые добавки для животных / Н.В. Мухина, А.В. Смирнова, З.Н. Черкай, И.В. Талалаева // М.: Колос, 2008. – 268 с.

64. Назарова, Е.А. Физиолого-биохимический статус и продуктивные качества цыплят-бройлеров при комплексном использовании лактоамиловарина и селенита натрия: автореф. дисс... канд. биол. наук: 03.01.04 / Назарова Екатерина Алексеевна. – Боровск, 2012. – 20 с.

65. Никулин, В.Н. Влияние совместного применения йодида калия и лактоамиловарина на обмен йода в организме кур-несушек / В.Н. Никулин, Ф.М. Сизов, Т.В. Синюкова // Вестник ОГУ. – 2006. – № 12. – С. 177-178.

66. Новиков, Н.А. Аскорбиновая кислота и ее использование в кормлении яичной птицы / Н.А. Новиков, Л.В. Растопшина, В.М. Жуков // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. – № 12(98). – С. 83-85.

67. Околелова, Т. Пребиотик в комбикормах для бройлеров / Т. Околелова, В. Савченко, В. Слаусгалвис, Д. Головачев // Комбикорма. – 2009. – № 6. – С. 18.

68. Околелова, Т.М. Биологически активные и минеральные добавки в питании птицы / Т.М. Околелова, Т.М. Салимов. – Душанбе, 2018. – 256 с.

69. Павлова, Н. Значение нормальной микрофлоры пищеварительного тракта

птиц для их организма / Н. Павлова, Ф. Киржаев, Р. Лапискайте // Птицеводческое хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 12-14.

70. Плохинский, Н.П. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.П. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 256 с.

71. Подобед, Л.И. Влияние кремния на организм птицы / Л.И. Подобед // Современное птицеводство. – Киев. – 2014. – № 7(140). – С. 11-14.

72. Подобед, Л.И. Плохая поедаемость корма цыплятами и низкая продуктивность – прямая зависимость / Л.И. Подобед // Птицеводство. – 2008. – № 11. – С. 13.

73. Пребиотики [Электронный ресурс], 2013. – Режим доступа <http://eat-info.ru/references/calories/prebiotiki/>

74. Прозоркина, Н.В. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии: Учебное пособие / Н.В. Прозоркина, Л.А. Рубашкина. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.

75. Разанова, Е.П. Качество грудных мышц перепелов под действием Апивита / Е.П. Разанова, Т.Л. Голубенко // Зоотехническая наука Беларуси. – 2017. – № 2. – Т. 52. – С. 34-40.

76. Рубинский, И.А. Иммунные стимуляторы в ветеринарии / И.А. Рубинский, О.Г. Петрова. – М.: Litres, 2012. – 270 с.

77. Рябчик, И. Естественная защита микрофлоры кишечника / И. Рябчик // Животноводство России. – 2009. – № 1. – С. 23-24.

78. Савченко, А.А. Витамины как основа иммунометаболической терапии: монография / А.А Савченко, Е.Н. Анисимова, А.Г. Борисов, А.Е. Кондаков // – Красноярск, 2011. – 213 с.

79. Садовая, С. Витамин С и фермент оллазайм Вегпро в кормлении цыплят / С. Садовая, Н. Бухгалтер, М. Маслов, В. Корнилова // Птицеводство. – 2007. – № 3. – С. 17.

80. Салеева, И.П. Продуктивность бройлеров при использовании кормовой

добавки «Гидролактив» / И.П. Салеева, Д.Н. Ефимов, А.В. Иванов, И.Е. Власова, Т.Г. Щербакова, Г.А. Бабкин // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 5. – С. 31-32.

81. Сарбатова, Н.Ю. Мясо птицы в производстве продуктов питания функционального назначения / Н.Ю. Сарбатова, Н.В. Потрясов // Аспирант. – 2016. – № 1(17). – С. 55-57.

82. Сатюкова, Л.П. Влияние макро- и микроэлементов на процессы обмена веществ в организме птицы / Л.П. Сатюкова, И.П. Смирнова // Ветеринария. – 2014. – № 1. – С. 43-48.

83. Сенченко, Б.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животного и растительного происхождения / Б.С. Сенченко. – Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. – 704 с.

84. Симонов, Г.А. Продуктивность и убойные качества цыплят-бройлеров / Г.А. Симонов, Д.Ш. Гайнбегов, К.В. Киселева, А.Г. Симонов // Птицеводство. – 2018. – № 8. – С. 39-41.

85. Скворцова, Л. Аскорбиновая кислота для птицы / Л. Скворцова // Животноводство России. – 2019. – № 1. – С. 16-18.

86. Скворцова, Л. Использование пребиотика Ветелакт и пробиотика Интестевит при выращивании цыплят-бройлеров / Л.Н. Скворцова, А.Н. Лихобабин, Н.В. Храмцова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2007. – С. 279-280.

87. Скворцова, Л.Н. Влияние пробиотиков и пребиотика отечественного производства на рост и развитие цыплят-бройлеров / Л.Н. Скворцова // Эффективное животноводство. – 2009. – № 7(44). – С. 30-31.

88. Скворцова, Л.Н. Использование инулинсодержащего пребиотика при выращивании цыплят-бройлеров / Л.Н. Скворцова, А.А. Свистунов, Д.В. Осепчук // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки». – Владикавказ. – 2012. – Ч. 2. –

С. 122-124.

89. Скворцова, Л.Н. Научно-практическое обоснование использования новых кормов и кормовых добавок для повышения биологического статуса мясной птицы: дис....докт. биол. наук: 06.02.10, 06.02.08 / Людмила Николаевна Скворцова. – Волгоград, 2010. – 342 с.

90. Скворцова, Л.Н. Пребиотики различной природы для птицы / Л.Н. Скворцова // Комбикорма. – 2009. – № 4. – С. 70.

91. Скопичев, В.Г. Физиология животных и этология / В.Г. Скопичев, Т.А. Эйсымонт, Н.П. Алексеев, И.О. Боголюбова, А.И. Енукашвили, Л.Ю. Карпенко Редактор Т.С. Молочаева. – М.: Колос, 2003. – 718 с.

92. Сложенкина, М.И. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием новых кормовых добавок на основе лактулозы / М.И. Сложенкина, И.Ф. Горлов, А.Г. Храмцов, З.Б. Комарова, М.В. Фролова, С.С. Курмашева, А.В. Рудковская // Птица и птицепродукты. – 2021. – № 1. – С. 17-20.

93. Соболев, Д.Т. Активность щелочной фосфатазы в печени, поджелудочной железе и сыворотке крови ремонтного молодняка кур, вакцинированных против Ньюкаслской болезни / Д.Т. Соболев, В.М. Холод, И.Н. Громов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины": научно-практический журнал. – Витебск, 2003. – Т. 39. – Ч. 2. – С. 95-97.

94. Соболев, Д.Т. Особенности липидного обмена ремонтного молодняка кур, вакцинированного против ИБК / Д.Т. Соболев, И.Н. Громов, В.М. Холод, Б.Я. Бирман // Птицеводство Беларуси. – 2003. – № 3. – С. 9-11.

95. Сопова, Н.Д. Анализ причин возникновения дефектов при производстве мяса птицы / Н.Д. Сопова, Н.В. Судакова // Современные проблемы и перспективные направления инновационного развития науки: сборник междунар. науч.-практ. конференц. Уфа, 2017. – С. 211-213.

96. Супрунов, О.В. Физиология питания птицы / О.В. Супрунов // Краснодар,

2000. – 309 с.

97. Темираев, Р.Б. Показатели естественной резистентности и перекисного окисления липидов сельскохозяйственной птицы при применении БАД в рационе / Р.Б. Темираев, Л.А. Витюк, И.И. Кцоева, М.Д. Карсанова // Животноводство Юга России. – Краснодар. – 2015. – № 3(5). – С. 25-29.

98. Теплухов, С.В. Влияние ферросила и цеолитсодержащей добавки на обмен веществ и продуктивность цыплят-бройлеров: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Теплухов Сергей Владимирович. – Саранск, 2007. – 21 с.

99. Тимофеева, В.А. Товароведение продовольственных товаров / В.А. Тимофеева. Учебник. Изд-е 5-е, доп. и перер. – Ростов на Дону: Феникс, 2005. – 416 с.

100. Ткачук, В.А. Клиническая биохимия / В.А. Ткачук // ГЭОТАР-мед. – 2004. – 515 с.

101. Федюк, В.В. Влияние предубойных факторов на качество мяса индейки / В.В. Федюк, Ю.В. Ягодка // ВестникДонского ГАУ. – 2016. – № 4-1(22). – С. 42-48.

102. Фисинин, В.И. Динамика российского экспорта птицепродукции в 2016-2020 гг / В.И. Фисинин // Мировое и российское птицеводство: состояние, динамика развития, инновационные перспективы: мат. XX Междунар. конф. Российское отделение Всемирной научной ассоциации по птицеводству, НП «Научный центр по птицеводству». – 2020. – С. 734-739.

103. Фисинин, В.И. Использование пробиотиков, пребиотиков и симбиотиков в птицеводстве: методические рекомендации / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Ш.А. Имангулова. – ВНИТИП. Сергиев Посад, 2008. – 44 с.

104. Фисинин, В.И. Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова, Т.М. Околелова, Г.В. Игнатова, И.Г. Панин [и др.] – М., 2014. – 119 с.

105. Фисинин, В.И. Промышленное птицеводство России: состояние, инновационные направления развития, вклад в продовольственную безопасность /

В.И. Фисинин // V междунар. ветер. конгресс по птицеводству. – Москва. – 2009. – С. 5-26.

106. Фисинин, В.И. Создание высокопродуктивных пород и кроссов животных и птицы / В.И. Фисинин // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87. – № 4. – С. 333-336.

107. Фризен, В.Г. Влияние кормовой добавки ИННОВИТ Е 60 на показатели антиоксидантного статуса и резистентности цыплят-бройлеров / В.Г. Фризен, С.М. Иванов, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, З.Б. Комарова, Т.В. Воронина // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 1(9). – С. 39-46.

108. Хакимова, Г.А. Влияние антиоксиданта на показатели крови цыплят-бройлеров / Г.А. Хакимова, В.Н. Шилов, Р.М. Ахмадуллин, А.Г. Ахмадуллина, О.В. Семина // Птицеводство. – 2018. – № 8. – С. 42-46.

109. Хаустов, В.Н. Влияние аскорбиновой кислоты на продуктивность и естественную резистентность уток / В.Н. Хаустов // Ветеринария. – 2003. – № 1. – С. 52-53.

110. Хаустов, В.Н. Эффективность включения в рацион цыплят-бройлеров различных дозировок витамина С и йодистого калия / В.Н. Хаустов, А.Н. Монгуш // Биоразнообразии и сохранение генофонда флоры, фауны и народонаселения Центрально-Азиатского региона: мат. докл. науч.-практ. конф. ТГУ // Тывинский госуниверситет. – Кызыл, 2003. – С. 105.

111. Черепанов, С.В. Влияние пандемии covid-19 на мировую птицеводческую промышленность / С.В. Черепанов, В.И. Фисинин, О.И. Станишевская // Птицеводство. – 2020. – № 12. – С. 54-57.

112. Чиков, А.Е. Способ кормления цыплят-бройлеров / А.Е. Чиков, Л.Н. Лихобабина // Официальный бюллетень комитета РФ по патентам и товарным знакам, RU 2237418. – 2004. – № 28. – С. 8.

113. Чумаченко, В.Е. Определение естественной резистентности и обмена веществ у сельскохозяйственных животных / В.Е. Чумаченко, А.М. Высоцкий,

Н.А. Сердюк, В.В. Чумаченко // К.: Урожай, 1990. – 136 с.

114. Шапошников, А.А. Динамика массы печени и концентрации в ней витамина С у цыплят-бройлеров под действием введения в их диету препарата «Виготон» / А.А. Шапошников, А.В. Хмыров, Л.Л. Сидоренко, Л.Р.Закирова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 61-62.

115. Шемуранова, Н.А. Органолептические свойства и химический состав мяса свиней при применении кормовой добавки ВЭРВА в период откорма / Н.А. Шемуранова, А.В. Филатов, Т.В. Хуршкайнен, Н.Н. Скрипова, Н.Н. Никонова, А.В. Кучин // Зоотехния. – 2018. – № 5. – С. 22-24.

116. Яппаров, А.Х. Влияние нановещества на интенсивность роста и мясные качества цыплят-бройлеров / А.Х. Яппаров, А.М. Ежкова, В.О. Ежков, И.А. Яппаров, Д.А. Яппаров, Т.Ю. Мотина // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 46-48.

117. Ярмоленко, О.В. Производство мяса цыплят-бройлеров: риски и методы их снижения / О.В. Ярмоленко // Молодой ученый. – 2016. – № 17. – С. 367-369.

118. Abdel-Fattah, S.A. Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids / S.A. Abdel-Fattah, M.H. El-Sanhoury, N.M. El-Mednay, F. Abdelazeem // International Journal of Poultry Science. 2008;7:215-222. <https://doi.org/10.3923/ijps.2008.215.222>.

119. Akinde, D.O. Amino acid efficiency with dietary glycine supplementation: Part 2 / D.O. Akinde // World Poult. Sci. J. 2014;70:575-584.

120. Aksit, M. Effects of cold environmental temperature and vitamin E supplementation on oxidative stress, troponin-T level, and other ascites related traits in broilers / M. Aksit, O. Altan, A.B. Karul, M. Balkaya, D. Ozdemir // Archiv fur Geflugelkunde. 2008;72:S221-S230.

121. Allahdo, P. Effect of probiotic and vinegar on growth performance, meat yields, immune response, and small intestine morphology of broiler chickens / P. Allahdo, J.

Ghodraty, H. Zarghi, Z. Saadatfar, H. Kermanshahi, M.R. Edalatian Dovom // Italian Journal of Animal Science. 2018;17:675-685.

122. Alzawqari, M. The effect of glycine and desiccated ox bile supplementation on performance, fat digestibility, blood chemistry and ileal digesta viscosity of broiler chickens / M. Alzawqari, H. Kermanshahi, H. Nassiri Moghaddam // Global Veterinaria. 2010;5:187-194.

123. Alzueta, C. Effects of inulin on growth performance, nutrient digestibility and metabolisable energy in broiler chickens / C. Alzueta, M.L. Rodriguez, L.T. Ortiz, A. Rebole, J. Trevino // Br. Poult. Sci. 2010;51:393-398.

124. Applegate, T. Determination of nutrient mass balance in turkeys / T. Applegate, S. Adedokun, W. Powers, R. Angel // Poult. Sci. 2008;87:2477-2485.

125. Attia, Y.A. Growing and laying performance of Japanese quail fed diet supplemented with different concentrations of acetic acid / Y.A. Attia, A.E.A. El-Hamid, H.F. Ellakany, F. Bovera, M.A. Al-Harhi, S.A. Ghazaly // Italian Journal of Animal Science. 2013;12(37):222-230. <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e37>.

126. Awad, W.A. Effect of addition of a probiotic microorganism to broiler diets contaminated with deoxynivalenol on performance and histological alterations of intestinal villi of broiler chickens / W.A. Awad, J. Bohm, E. Razzazi-Fazeli, K. Ghareeb, J. Zentek // Poult. Sci. 2006;85:974-979.

127. Awad, W.A. Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens / W.A. Awad, K. Ghareeb, S. Abdel-Raheem, J. Bohm // Poultry Science. 2009;88:49-56. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00244>.

128. Baghbanzadesh, A. Ascites syndrome in broilers: physiological and nutritional perspectives / A. Baghbanzadesh, E. Decuyper // Avian Pathology. 2008;37:117-126.

129. Bai, K. Dimethylglycine sodium salt protects against oxidative damage and mitochondrial dysfunction in the small intestines of mice / K. Bai, L. Jiang, S. Zhu, C. Feng, Y. Zhao, L. Zhang, T. Wang // International Journal of Molecular Medicine.

2019;43(5):2199-2211.doi:10.3892/ijmm.2019.4093.

130. Ballèvre, O. Quantitative partition of threonine oxidation in pigs: effect of dietary threonine / O. Ballèvre, A. Cadenhead, A.G. Calder, W.D. Rees, G.E. Lobley, M.F. Fuller, P.J. Garlick // *Am. J. Physiol.* 1990;259:483-491.

131. Bárdos, L. Effect of apple cider vinegar on plasma lipids (model experiment in mice) / L. Bárdos, B. Bender // *Potravinarstvo.* 2012;6(1):1-4. doi:10.5219/156.

132. Bárdos, L. The acid of life (in Hungarian) / L. Bárdos, Z.S. Kiss // *In Magyar Mezőgazdaság.* 2000b.;55:28.

133. Bárdos, L. The model has proven too (in Hungarian) / L. Bárdos, Z.S. Kiss // *In Kistermelők Lapja.* 2000a;44:15-16.

134. Baurhoo, B. Effects of diets containing different concentrations of mannanoligosaccharide or antibiotics on growth performance, intestinal development, cecal and litter microbial populations, and carcass parameters of broilers / B. Baurhoo, P.R. Ferket, X. Zhao // *Poult. Sci.* 2009;88:2262-2272.

135. Baurhoo, B. Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens / B. Baurhoo, L. Phillip, C.A. Ruiz-Feria // *Poult. Sci.* 2007;86:1070-1078.

136. Berg, J.M. *Stryer Biochemie* / J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer // 6th ed. Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Germany, 2007. – 1515 p.

137. Berrama, Z. The effects of early age thermal conditioning and vinegar supplementation of drinking water on physiological responses of female and male broiler chickens reared under summer Mediterranean temperatures / Z. Berrama, S. Temim, B. Djellout, S. Souames, N. Moula, H. Ain Baziz // *International Journal of Biometeorology.* 2018;62:1039-1048. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1507-5>.

138. Biggs, P. The effects of several oligosaccharides on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks / P. Biggs, C.M. Parsons, G.C. Fahey // *Poult. Sci.* 2007;86:2327-2336.

139. Bouazza, A. Effect of fruit vinegars on liver damage and oxidative stress in high-fat-fed rats / A. Bouazza, A. Bitam, M. Amiali, A. Bounihi, L. Yargui, E.A. Koceir // *Pharmaceutical Biology*. 2016;54:260-265. doi.org/10.3109/13880209.2015.1031910.

140. Bouhnik, Y. Lactulose ingestion increases faecal bifidobacterial counts: a randomised double-blind study in healthy humans / Y. Bouhnik, A. Attar, F.A. Joly, M. Riottot, F. Dyard, B. Flourie // *Eur. J. Clin. Nutr.* 2004;58:462-466.

141. Bovee-Oudenhoven, I.M. Increasing the intestinal resistance of rats to the invasive pathogen *Salmonella enteritidis*: additive effects of dietary lactulose and calcium / I.M. Bovee-Oudenhoven, D.S. Termont, P.J. Heidt, R. Van der Meer // *Gut*. Publisher: BMJ Publishing Group. 1997;40:497-504.

142. Brisbin, J.T. Gene expression profiling of chicken lymphoid cells after treatment with *Lactobacillus acidophilus* cellular components / J.T. Brisbin, H. Zhou, J. Gong, P. Sabour, M.R. Akbari, H.R. Haghghi, H. Yu, A. Clarke, A.J. Sarson, S. Sharif // *Developmental and Comparative Immunology*. 2008;32:563-574. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2007.09.003>.

143. Busch, N.E. Avian feather keratins: molecular aspects of structural heterogeneity / N.E. Busch, A.H. Brush // *J. Exp. Zool.* 1979;210:39-48.

144. Calik, A. Effect of lactulose supplementation on growth performance, intestinal histomorphology, cecal microbial population, and short-chain fatty acid composition of broiler chickens / A. Calik, A. Ergün // *Poultry Science Association Inc.* 2015;4:2173-2182.

145. Chalvatzi, S. Dimethylglycine Supplementation in Reduced Energy Broilers' Diets Restores Performance by Improving Nutrient Digestibility / S. Chalvatzi, G.A. Papadopoulos, V. Tsiouris, I. Giannenas, I.T. Karapanagiotidis, A. Theodoridis, I. Georgopoulou, P.D. Fortomaris // *Animals*. 2020;10(5):789. DOI:10.3390/ani10050789.

146. Cheled-Shoval, S.L. Differences in intestinal mucin dynamics between germ-free and conventionally reared chickens after mannan-oligosaccharide supplementation /

S.L. Cheled-Shoval, N.S. Gamage, E. Amit-Romach, R. Forder, J. Marshal, A. Van Kessel, Z. Uni. // *Poult. Sci.* 2014;93:636-644.

147. Cho, J.H. Effects of lactulose supplementation on performance, blood profiles, excreta microbial shedding of *Lactobacillus* and *Escherichia coli*, relative organ weight and excreta noxious gas contents in broilers / J.H. Cho, I.H. Kim // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl)*. 2014;98:424-430.

148. Christensen, K.D. Dietary and environmental factors affecting skin strength in broiler chickens / K.D. Christensen, N.G. Zimmermann, C.L. Wyatt, T.N. Goodman, R.J. Buhr, P. Twining // *Poult. Sci.* 1994;73:224-235.

149. Clapés, P. Amino acid-based surfactants: Enzymatic synthesis, properties and potential applications / P. Clapés, M.R. Infante // *Biocatalysis Biotransform.* 2002;20:215-233.

150. Cools, A. Effect of N,N-dimethylglycine supplementation in parturition feed for sows on metabolism, nutrient digestibility and reproductive performance / A. Cools, D. Maes, J. Buyse, I.D. Kalmar, J.A. Vandermeiren, G.P.J. Janssens // *Animal*. 2010;4:2004-2011.doi:10.1017/s1751731110001242.

151. Craig, S.A.S. Betaine in human nutrition / S.A.S. Craig // *Am J Clin Nutr.* 2004;80:539-549.

152. Cupp, M.J. Dimethylglycine (N,N- dimethylglycine) / M.J. Cupp, T.S. Tracy // *In Dietary Supplements: Toxicology and Clinical Pharmacology*, 2003. – P. 149-160 [MJ Cupp and TS Tracy, editors]. Totowa, NJ: Humana Press Inc.

153. Currell, K. A–Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance – part 12 / K. Currell, A. Ayed, C.E. Dziedzic, D.S. King, L.L. Spriet, J. Collins, L.M. Castell, S.J. Stear, L.M. Burke // *Br J Sports Med.* 2010;44(12):905-907.

154. Darling, P.B. Threonine dehydrogenase a minor degradative pathway of threonine catabolism in adult humans / P.B. Darling, J. Grunow, M. Rafii, S. Brookes, R.O. Ball, P.B. Pencharz // *Am. J. Physiol.* 2000;278:877-884.

155. Davis, A.J. Dietary threonine imbalance alters threonine dehydrogenase activity in isolated hepatic mitochondria of chicks and rats / A.J. Davis, R.E. Austic // *J. Nutr.* 1994;124:1667-1677.

156. De Paula Dorigam, J.C. Modelling the maximum potential of nitrogen deposition and requirements of lysine for broilers / J.C. De Paula Dorigam, N.K. Sakomura, E.P. Da Silva, J.B.K. Fernandes // *Anim. Prod. Sci.* 2014;54:1953-1959.

157. De Smit, L. Comparison of three lines of broilers differing in ascites susceptibility or growth rate. 2. Egg weight loss, gas pressures, embryonic heat production and physiological hormone levels / L. De Smit, K. Tona, V. Bruggeman, O. Onagbesan, M. Hassanzadeh, L. Arckens, E. Decuyper // *Poultry Science.* 2005;84:1446-1452.

158. Dean, D.W. Glycine supplementation to low crude protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks / D.W. Dean, T.D. Bidner, L.L. Southern // *Poult. Sci.* 2006;85:288-296.

159. Diaz-Cruz, A. Prophylactic action of lipoic acid on oxidative stress and growth performance in broilers at risk of developing ascites syndrome / A. Diaz-Cruz, M. Serret, G. Ramirez, E. Avila, R. Guinzberg, E. Pina // *Avian Pathology.* 2003;32:645-653.

160. Elkin, R.G. Biliary bile acid profiles of domestic fowl as determined by high performance liquid chromatography and fast atom bombardment mass spectrometry / R.G. Elkin, K.V. Wood, L.R. Hagey // *Comp. Biochem. Physiol.* 1990;96:157-161.

161. Ewing, W.N. *The Living Gut* / W.N. Ewing, L.A. Tucker // Nottingham University Press, 2009. – 168 p.

162. Fairchild, A.S. Effects of hen age, Bio-Mos and flavomycin on poult susceptibility to oral *Escherichia coli* challenge / A.S. Fairchild, J.L. Grimes, F.T. Jones, M.J. Wineland, F.W. Edens, A.E. Sefton // *Poultry Science.* 2001;80:562-571.

163. Falany, C.N. Glycine and taurine conjugation of bile acids by a single enzyme / C.N. Falany, M.R. Johnson, S. Barnes, R.B. Diasio // *J. Biol. Chem.* 1994;269:19375-19379.

164. Fatufe, A.A. Growth, body composition, and marginal efficiency of methionine utilization are affected by nonessential amino acid nitrogen supplementation in male broiler chicken / A.A. Fatufe, M. Rodehutschord // *Poult. Sci.* 2005;84:1584-1592.

165. Fatufe, A.A. Response to lysine intake in composition of body weight gain and efficiency of lysine utilization of growing male chickens from two genotypes / A.A. Fatufe, R. Timmler, M. Rodehutschord // *Poult. Sci.* 2004;83:1314-1324.

166. Feng, C. Effects of dimethylglycine sodium salt supplementation on growth performance, hepatic antioxidant capacity, and mitochondria-related gene expression in weanling piglets born with low birth weight1 / C. Feng, K. Bai, A. Wang, X. Ge, Y. Zhao, L. Zhang, T. Wang // *J. Anim. Sci.* 2018;96:3791-3803. doi:10.1093/jas/sky233.

167. Fleige, S. Effect of lactulose on growth performance and intestinal morphology of pre-ruminant calves using a milk replacer containing *Enterococcus faecium* / S. Fleige, W. Preibinger, H.H. D.Meyer, M.W. Pfaffl // *Animal.* 2007;1:367-373.

168. Franceschi, R.T. The role of ascorbic acid in mesenchymal differentiation / R.T. Franceschi // *Nutr Rev.* 1992;50(3):65-70.doi: 10.1111/j.1753-4887.1992.tb01271.x.

169. Friesen, R.W. Relationship of dimethylglycine, choline, and betaine with oxoproline in plasma of pregnant women and their newborn infants / R.W. Friesen, E.M. Novak, D. Hasman, S.M. Innis // *The Journal of nutrition.* 2007;137(12):2641-2646.

170. Fuller, R. The chicken gut microflora and probiotic supplements / R. Fuller // *Journal of Poultry Science.* 2001;38:189-196.

171. Garrow, T.A. Betaine-dependent remethylation. In *Homocysteine in Health and Disease*, 2001. – P. 145-152. [R Carmel and DW Jacobsen, editors]. Cambridge: Cambridge University Press.

172. Gibson, G.R. From probiotics to prebiotics and a healthy digestive system / G.R. Gibson // *Journal of Food Science.* 2004;69:141-143.

173. Gohin, A. Impacts of the European biofuel policy on the farm sector. A general equilibrium Assessment / A. Gohin // *Review of Agricultural Economics.* 2008;30:623-641.

174. Guerra-Ordaz, A.A. Effect of inclusion of lactulose and *Lactobacillus plantarum* on the intestinal environment and performance of piglets at weaning / A.A. Guerra-Ordaz, F. Molist, R.G. Hermes, A.Gomez de Segura, R.M. La Ragione, M.J. Woodward, M.A. Tchorzewska, J.W. Collins, J.F.Perez, S.M. Martin-Orue // *Anim. Feed Sci. Tech.* 2013;185:160-168.

175. Guerra-Ordaz, A.A. Lactulose and *Lactobacillus plantarum*, a potential complementary synbiotic to control postweaning colibacillosis in piglets / A.A. Guerra-Ordaz, G. Gonzalez-Ortiz, R.M. La Ragione, M.J. Woodward, J.W. Collins, J.F. Perez, S.M. Martin-Orue // *Appl. Environ. Microbiol.* 2014;80:4879-4886.

176. Ha, T.Y. Ascorbate indirectly stimulates fatty acid utilization in primary cultured guinea pig hepatocytes by enhancing carnitine synthesis / T.Y. Ha, M. Otsuka, N.Arakawa // *J Nutr.* 1994;124(5):732-737.

177. Hamilton, M. Influence of *Eimeria* spp. infection on chicken jejunal microbiota and the efficacy of two alternative products against the infection / M. Hamilton, X. Ma, B.A. McCrea, M. Carrisosa, K.S. Macklin, C. Zhang, X. Wang, R. Hauck // *Avian Diseases.* 2020;64:123-129.

178. Han, Y.K. Influence of energy level and glycine supplementation on performance, nutrient digestibility and egg quality in laying hens / Y.K. Han, P.A. Thacker // *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 2011;24:1447-1455.

179. Haque, M.N. Effect of diet ary citric acid, flavomycin and their combination on t he performance, tibia ash and immune status of broiler / M.N. Haque, K.M. Islam, M.A. Akbar, R. Chowdhury, M. Khatun, M.R. Karim, B.W. Kemppainen // *Canadian Journal of Animal Science.* 2010;90:57-63. <https://doi.org/10.4141/CJAS09048>.

180. Hariganesh, K. Effect of dimethylglycine on gastric ulcers in rats / K. Hariganesh, J. Prathiba // *Journal of Pharmacy and Pharmacology.* 2000;52:1519-1522. doi:10.1211/0022357001777568.

181. Havenstein, G.B. Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets / G.B. Havenstein, P.R. Ferket, A. Qureshi // *Poultry Science*. 2003a;82:1509-1518.

182. Havenstein, G.B. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets / G.B. Havenstein, P.R. Ferket, A. Qureshi // *Poultry Science*. 2003b;82:1500-1508.

183. Hernandez, M.S. Glycine as a neurotransmitter in the forebrain: a short review / M.S. Hernandez, L.R.P. Troncone // *J. Neural. Transm.* 2009;116:1551-1560.

184. Hernandez, F. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens / F. Hernandez, V. Garcia, J. Madrid, J. Orengo, P. Catala, M.D. Megias // *British Poultry Science*. 2006;47:50-56. <https://doi.org/10.1080/00071660500475574>.

185. Higgins, S.E. Evaluation of a lactobacillus-based probiotic culture for the reduction of *Salmonella enteritidis* in neonatal broiler chicks / S.E. Higgins, J.P. Higgins, A.D. Wolfenden, S.N. Henderson, A. Torres-Rodriguez, G.B. Tellez Hargis // *Poultry Research*. 2008;87:27-31.

186. Hirabayashi, Y. Roles of L-serine and sphingolipid synthesis in brain development and neuronal survival / Y. Hirabayashi, S. Furuya // *Prog. Lipid Res.* 2008;47:188-203.

187. Hofmann, A.F. Bile salts of vertebrates: structural variation and possible evolutionary significance / A.F. Hofmann, L.R. Hagey, M.D. Krasowski // *J. Lipid Res.* 2010;51:226-246.

188. Hooge, D.M. Influence of dietary *Bacillus subtilis* C-3102 spores on live performance of broiler chickens in four controlled pen trials / D.M. Hooge, H. Ishimaru, M.D. Sims // *Journal of Applied Poultry Research*. 2004;13:222-228.

189. <https://specagro.ru/news/202103/pticevodstvo-v-rossii-trendy-problemy-perspektivy>.

190. Huff, G.R. Limited treatment with beta-1,3/1,6-glucan improves production values of broiler chickens challenged with *Escherichia coli* / G.R. Huff, W.E. Huff, N.C. Rath, G. Tellez // *Poult. Sci.* 2006;85:613-618.

191. Jacob, R.A. Vitamin C nutriture has little short-term effect on vitamin E concentrations in healthy women / R.A. Jacob, M.A. Kutnink, A.S. Csallany, M. Daroszevska, G.W. Burton // *J Nutr.* 1996;126:2268-2277.

192. Jahantigh, M. Effects of dietary vinegar on performance, immune response and small intestine histomorphology in 1- to 28-day broiler chickens / M. Jahantigh, H. Kalantari, S. Ayda Davari, D. Saadati // *Vet Med Sci.* 2021;7(37):766-772. Doi:10.1002/vms3.408.

193. Johnston, C.S. Vinegar: Medicinal uses and antiglycemic effect / C.S. Johnston, C.A. Gaas // *Medscape General Medicine.* 2006;8(2):61-74.

194. Jones, R.B. Vitamin C supplementation and fear reduction in Japanese quail: short term cumulative effects / R.B. Jones, D.G. Satterlee, J. Moreau, D. Waddington // *British Poultry Science.* 1996;37:33-42.

195. Kalmar, I. Efficacy of dimethylglycine as a feed additive to improve broiler production / I. Kalmar, M. Verstegen, D. Vanrompay, K. Maenner, J. Zentek, C. Iben, R. Leitgeb, A. Schiavone, L. Prola, G. Janssens // *Livest. Sci.* 2014;164:81-86. doi:10.1016/j.livsci.2014.03.003.

196. Kalmar, I.D. Dietary supplementation with dimethylglycine affects broiler performance and plasma metabolites depending on dose and dietary fatty acid profile / I.D. Kalmar, A. Cools, M.W.A. Verstegen. G. Huyghebaert, J. Buyse, P. Roose, G.P.J. Janssens // *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2011;95:146-153.doi:10.1111/j.1439-0396.2010.01034.x.

197. Kalmar, I.D. Efficacy and safety of dietary N,N- dimethylglycine in broiler production: dizertáció / Isabelle Dominique Kalmar // PhD Thesis, Wageningen: Wageningen University, 2011. – 155 p. ISBN 978-90-8585-875-1.

198. Kalmar, I.D. Tolerance and safety evaluation of N,N-dimethylglycine, a naturally occurring organic compound, as a feed additive in broiler diets / I.D. Kalmar, M.W.A. Verstegen, K. Maenner, J. Zentek, G. Meulemans, G.P.J. Janssens // *British Journal of Nutrition*. 2012;107:1635-1644. doi:10.1017/S0007114511004752.

199. Kalmar, I.D. Dietary N,N-dimethylglycine supplementation improves nutrient digestibility and attenuates pulmonary hypertension syndrome in broilers / I.D. Kalmar, A. Cools, J. Buyse, P. Roose, G.P.J. Janssens // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2010;94:339-347, doi:10.1111/j.1439-0396.2010.01018.x.

200. Kamphues, J. Investigations on potential dietetic effects of lactulose in pigs / J. Kamphues, R. Tabeling, O. Stuke, S. Bollmann, G. Amtsberg // *Livest. Sci.* 2007;109:93-95.

201. Kermanshahi, H. Influence of supplemental dried whey on broiler performance and cecal flora / H. Kermanshahi, H. Rostami // *International Journal of Poultry Science*. 2006;5:538-543.

202. Kikuchi, G. Glycine cleavage system: Reaction mechanism, physiological significance, and hyperglycinemia / G. Kikuchi, Y. Motokawa, T. Yoshida, K. Hiraga // *Proc. Jpn. Acad. Ser. B*. 2008;84:246-263.

203. Kim, G.B. Effect of dietary prebiotic supplementation on the performance, intestinal microflora, and immune response of broilers / G.B. Kim, Y.M. Seo, C.H. Kim, I.K. Paik // *Poult. Sci.* 2011;90:75-82.

204. Klasing, K.C. *Comparative Avian Nutrition* / K.C. Klasing // CAB International, Wallingford, UK. 2000. – 352 p.

205. Kleckner, N.W. Requirement for glycine inactivation of NMDA-receptors expressed in *Xenopus* oocytes / N.W. Kleckner, R. Dingledine // *Science*. 1988;241:835-837.

206. Krueger, M. Effects of lactulose on the intestinal microflora of periparturient sows and their piglets / M. Krueger, W. Schroedl, W. Isik, W. Lange, L. Hagemann // *European Journal of Nutrition*. 2002;41(1):26-31.

207. Labrude, P. Le pharmacien et chimiste Henri Braconnot (Commercy 1780 – Nancy 1855) / P. Labrude, C. Becq // *Rev. Hist. Pharm.* 2003;91(337):61-78.

208. Leeson, S. Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens / S. Leeson, H. Namkung, M. Antongiovanni, E.H. Lee // *Poultry Science*. 2005;84:1418-1422. <https://doi.org/10.1093/ps/84.9.1418>.

209. Lević, J. New feed additives based on phytochemicals and acidifiers in animal nutrition / J. Lević, S. Sredanović, O. Đuragić, D. Jakić, L. Lević, S. Pakov // *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2007;23:527-534.

210. Lien, K.A. Mucin output in ileal digesta of pigs fed a protein-free diet / K.A. Lien, W.C. Sauer, M. Fenton // *Z. Ernährungswiss.* 1997;36:182-190.

211. Lowry, M. Hydroxyproline metabolism by the rat kidney: Distribution of renal enzymes of hydroxyproline catabolism and renal conversion of hydroxyproline to glycine and serine / M. Lowry, D.E. Hall, J.T. Brosnan // *Metabolism*. 1985b;34:955-961.

212. Lowry, M. Increased activity of renal glycine-cleavage-enzyme complex in metabolic acidosis / M. Lowry, Hall, D.E, J.T. Brosnan // *Biochem. J.* 1985a;231:477-480.

213. Malkin, L.I. Purification and properties of threonine or allothreonine aldolase from rat liver / L.I. Malkin, D.M. Greenberg // *Biochim. Biophys. Acta*. 1964;85:117-131.

214. Marinho, M.C. Microbial activity in the gut of piglets: I. Effect of prebiotic and probiotic supplementation / M.C. Marinho, M.M. Lordelo, L.F. Cunha, J.P.B. Freire // *Livestock Science*. 2007;108:236-239.

215. Markovi, R. Effect of different growth promoters on broiler performance and gut morphology / R. Markovi, D. Efer, M. Krsti, B. Petrujki // *Archivos de Medicina Veterinaria*. 2009;41(2):163-169. DOI:10.4067/S0301-732X2009000200010.

216. Marshall, R.D. The nature and metabolism of the carbohydrate peptide linkages of glycoproteins / R.D. Marshall // *Biochem. Soc. Symp.* 1974;40:17-26.

217. McDowell L.R. Vitamins and minerals functioning as antioxidants with supplementation considerations / L.R. McDowell., R. Madison, N. Wilkinson, T.L. Felix // January 30-31, 2007. Florida Ruminant Nutrition Symposium. Best Western Gateway Grand. Gainesville, FL.<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.489.8085&rep=rep1&type=pdf>.

218. Meimandipour, A. Selected microbial groups and short-chain fatty acids profile in a simulated chicken cecum supplemented with two strains of *Lactobacillus* / A. Meimandipour, M. Shuhaimi, A.F. Soleimani, K. Azhar, M. Hair-Bejo, B.M. Kabeir, A. Javanmard, O. Muhammad Anas, and A.M. Yazid // *Poult. Sci.* 2010;89:470-476.

219. Meléndez-Hevia, E. A weak link in metabolism: the metabolic capacity for glycine biosynthesis does not satisfy the need for collagen synthesis / E. Meléndez-Hevia, P. de Paz-Lugo, A. Cornish-Bowden, M. Luz Cárdenas // *J. Biosci.* 2009;34:853-872.

220. Michiels, J. Supplementation of guanidinoacetic acid to broiler diets: Effects on performance, carcass characteristics, meat quality, and energy metabolism / J. Michiels, L. Maertens, J. Buyse, A. Lemme, M. Rademacher, N.A. Dierick, S. De Smet // *Poult. Sci.* 2012;91:402-412.

221. Mohammadigheisar, M. Effects of lactulose on growth, carcass characteristics, faecal microbiota, and blood constituents in broilers / M. Mohammadigheisar, C.M. Nyachoti, J.D. Hancock, I.H. Kim // *Veterinari Medicina.* 2016;61(2):90-96. DOI:10.17221/8722-VETMED.

222. Montagne, L. Effect of diet on mucin kinetics and composition: nutrition and health implications / L. Montagne, C. Pliel, J.P. Lallès // *Nutr. Rev.* 2004;62:105-114.

223. Mookiah, S. Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caecal fermentation concentrations of broiler chickens / S. Mookiah, C.C. Sieo, K. Ramasamy, N. Abdullah, Y.W. Ho // *J. Sci. Food Agric.* 2014;94:341-348.

224. Nahm, K.H. Evaluation of the nitrogen content poultry manure / K.H. Nahm // *World Poult. Sci. J.* 2003;59:77-88.

225. Nahm, K.H. Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure / K.H. Nahm // *Bioresource Technology.* 2007;98:2282-2300.

226. Nain, S. Effects of dietary vitamin E and C supplementation on heart failure in fast growing commercial broiler chickens / S. Nain, C. Wojnarowicz, B. Laarveld, A.A. Olkowska // *British Poultry Science.* 2008;49:697-704.

227. Naqid, I.A. Prebiotic and probiotic agents enhance antibody-based immune responses to *Salmonella Typhimurium* infection in pigs / I.A. Naqid, J.P. Owen, B.C. Maddison, D.S. Gardner, N. Foster, M.A. Tch'orzewska, R.M. La Ragione, K.C. Gough // *Anim. Feed Sci. Tech.* 2015;201:57-65.

228. Naziroglu, M. Apple cider vinegar modulates serum lipid profile, erythrocyte, kidney, and liver membrane oxidative stress in ovariectomized mice fed high cholesterol / M. Naziroglu, M. Guler, C. Ozgul, G. Saydam, M. Kucukayaz, E. Sozbir // *The Journal of Membrane Biology.* 2014;247:667-673. <https://doi.org/10.1007/s00232-014-9685-5>.

229. Neto, A.C. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources / A.C. Neto, A. Pezzato, J. Sartori, C. Mori, V. Polycarpo, V. Fascina, D. Pinheiro, L. Madeira, J. Gonçalves // *Braz. J. Poult. Sci.* 2011;13(2):119-125. doi:10.1590/s1516-635x2011000200006.

230. Nockels, C.F. Vitamin E requirement of stressed cattle. In: *Vitamin E in animal nutrition and management* (Ed. M. B. Coelho) / C.F. Nockels // A BASF reference manual. BASF, Mt. Olive, NJ. – 1991. – pp. 193-203.

231. Ohimain, E.I. The effect of probiotic and prebiotic feed supplementation on chicken health and gut microflora: A Review / E.I. Ohimain, R.T.S. Ofongo // *Int. J. Anim. Veter. Adv.* 2012;4:135-143.

232. Okoye, N.F. The effect of apple cider vinegar on the lipid profile and electrolytes of wistar rats / N.F. Okoye, S.B. Porolo // *Journal of Advances in Biology & Biotechnology.* 2019;21:1-11.

233. Ospina-Rojas, I.C. Dietary glycine+serine responses of male broilers given low-protein diets with different concentrations of threonine / I.C. Ospina-Rojas, A.E. Murakami, I. Moreira, K.P. Picoli, R.J.B. Rodrigues, A.C. Furlan // *Brit. Poult. Sci.* 2013b;54:486-493.

234. Ospina-Rojas, I.C. Supplemental glycine and threonine effects on performance, intestinal mucosa development, and nutrient utilization of growing broiler chickens / I.C. Ospina-Rojas, A.E. Murakami, C.A.L. Oliveira, A.F.Q.G. Guerra // *Poult. Sci.* 2013a;92:2724-2731.

235. Panda, A.K. Effect of butyric acid on performance, gastrointestinal tract health and carcass characteristics in broiler chickens / A.K. Panda, S.V.R. Rao, M.V.L.N. Raju, G.S. Sunder // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 2009;82:627-631. <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.80298>.

236. Pardue, S.L. Ascorbic acid in poultry: a review / S.L. Pardue, J.P. Thaxton // *World's Poultry Science Journal.* 1986;42:107-123.

237. Patience, J.F. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition / J.F. Patience // *J. Anim. Sci.* 1990;68:398-408.

238. Patterson, J.A. Application of prebiotics and probiotics in poultry production / J.A. Patterson, K.M. Burkholder // *Poultry Science.* 2003;82:627-631.

239. Paul, S.K. Effect of organic acid salt on the performance and gut health of broiler chicken / S.K. Paul, G. Halder, M.K. Mondal, G. Samanta // *The Journal of Poultry Science.* 2007;44(4):389-395. <https://doi.org/10.2141/jpsa.44.389>.

240. Pearson, D.A. Apple juice inhibits human low density lipoprotein oxidation / D.A. Pearson, C.H. Tan, J.B. German, P.A. Davis, M.E. Gershwin // *In Life Sci.* 1999;64:1913-1920. [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(99\)00137-X](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(99)00137-X) PMID:10353589

241. Pere, C. Amino acid-based surfactants: Enzymatic synthesis, properties and potential applications / C. Pere, R.I. Maria // *Cheminform.* 2009;20:215-233.

242. Pineiro, M. FAO Technical meeting on prebiotics / M. Pineiro, N.G. Asp, G. Reid, S. Macfarlane, L. Morelli, O. Brunser, K. Tuohy // *J. Clin. Gastroenterol.* 2008;42(3):156-159.

243. Podda, M. Low molecular weight antioxidants and their role in skin ageing / M. Podda, M. Grundmann-Kollmann // *Clin. Exp. Dermatol.* 2001;26:578-582. 10.1046/j.1365-2230.2001.00902.x.

244. Prola, L. Effects of N,N-dimethylglycine sodium salt on apparent digestibility, vitamin E absorption, and serum proteins in broiler chickens fed a high- or low-fat diet / L. Prola, J. Nery, A. Lauwaerts, C. Bianchi, L. Sterpone, M. De Marco, L. Pozzo, A. Schiavone // *Poultry Science.* 2013;92:1221-1226. doi:10.3382/ps.2012.

245. Ravindran, V. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilization / V. Ravindran, P. Tanchoenrat, F. Zaefarian, G. Ravindran // *Anim. Feed. Sci. Technol.* 2016;213:1-21. doi:10.1016/j.anifeedsci.2016.01.012.

246. Rebole, A. Effects of inulin and enzyme complex, individually or in combination, on growth performance, intestinal microflora, cecal fermentation characteristics, and jejunal histomorphology in broiler chickens fed a wheat- and barley-based diet / A. Rebole, L.T. Ortiz, M.L. Rodriguez, C. Alzueta, J. Trevino, S. Velasco // *Poult. Sci.* 2010;89(2):276-286.

247. Rehman, H. Effects of dietary inulin on the intestinal short chain fatty acids and microbial ecology in broiler chickens as revealed by denaturing gradient gel electrophoresis / H. Rehman, P. Hellweg, D. Taras, J. Zentek // *Poult. Sci.* 2008b;87:783-789.

248. Rehman, H. Influence of fermentable carbohydrates on the intestinal bacteria and enteropathogens in broilers / H. Rehman, W. Vahjen, A. Kohl-Parisini, A. Ijaz, J. Zentek // *World's Poult. Sci. J.* 2009;65(1):75-90.

249. Rinttilä, T. Intestinal microbiota and metabolites – Implications for broiler chicken health and performance / T. Rinttilä, J. Apajalahti // *J. Appl. Poult. Res.* 2013;22:647-658.

250. Robel, E.J. A feather abnormality in chicks fed diets deficient in certain amino acids / E.J. Robel // *Poult. Sci.* 1977;56:1968-1971.

251. Sakuraba, H. Purification and characterization of peroxisomal apo and holo alanine: glyoxylate aminotransferase from, bird liver / H. Sakuraba, S. Fujiwara, T. Noguchi // *Arch. Biochem. Biophys.* 1991;286:453-460.

252. Schumann, C. Medical, nutritional and technological properties of lactulose / C. Schumann // *An update. Eur. J. Nutr.* 2002;41(1):17-25.

253. Shafey, T.M. Effect of feeding olive leaves extract (oleuropein) on the performance, nutrient utilization, small intestine and carcass characteristics of broiler chickens / T.M. Shafey, I.M. Al-Ruqaei, S.I. Almufarij // *J. Anim. Vet. Adv.* 2013;12:740-746.

254. Shahidi, F. Phytochemicals of foods, beverages and fruit vinegars: Chemistry and health effects / F. Shahidi, J. McDonald, A. Chandrasekara, Y. Zhong // *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition.* 2008;17(1):380-382.

255. Simon, O. Probiotic feed additives – effectiveness and expected modes of action / O. Simon, A. Jadamus, W. Vahjen // *Journal of Animal Feed Science.* 2001;10:51-67.

256. Slow, S. Dimethylglycine supplementation does not affect plasma homocysteine concentrations in pre-dialysis chronic renal failure patients / S. Slow, D.O. McGregor, M. Lever, M.B. Lee, P.M. George, S.T. Chambers // *Clin. Biochem.* 2004;37:974-976.

257. Smirnov, A. Mucin dynamics and microbial populations in chicken small intestine are changed by dietary probiotic and antibiotic growthpromoter supplementation / A. Smirnov, R. Perez, E. Amit-Romach, D. Sklan, Z. Uni // *J. Nutr.* 2005;135:187-192.

258. Steinert, P.M. Glycine loops in proteins: their occurrence in certain intermediate filament chains, loricrins and single-stranded RNA binding proteins / P.M. Steinert, J.W. Mack, B.P. Korge, S.-Q. Gan, S.R. Haynes, A.C. Steven // *Int. J. Biol. Macromol.* 1991;13:130-139.

259. Steinfeld, H. Economic constraints on production and consumption of animal source foods for nutrition in developing countries / H. Steinfeld // *Journal of Nutrition*. 2003;133:4054-4064.

260. Stern, N.J. Comparison of mucosal competitive exclusion and competitive exclusion treatment to reduce *Salmonella* and *Campylobacter* spp. colonization in broiler chickens / N.J. Stern, N.A. Cox, J.S. Bailey, M.E. Berrang, M.T. Musgrove // *Poultry Science*. 2001;80:156-160.

261. Sugahara, M. Glycine serine interconversion in the rooster / M. Sugahara, M. Kandatsu // *Agric. Biol. Chem.* 1976;40:833-837.

262. Surai, P.F. Antioxidant action of carnitine: molecular mechanisms and practical applications / P.F. Surai // *EC Vet Sci*. 2015;2:66-84.

263. Svihus, B. Function of the digestive system / B. Svihus // *J. Appl. Poult. Res.* 2014;23:306-314. doi:10.3382/japr.2014-00937.

264. Tasharofi, S. Effects of dietary supplementation of waste date's vinegar on performance and improvement of digestive tract in broiler chickens / S. Tasharofi, L. Yazdanpanah Goharrizi, F. Mohammadi // *Veterinary Research Forum*. 2017;8(2):127-132.

265. Thompson, J.S. Isolation and characterization of an L-alanine: glyoxylate aminotransferase from human liver / J.S. Thompson, K.E. Richardson // *J. Bio. Chem.* 1967;242:3614-3619.

266. Tonda, M.E. N,N-dimethylglycine and L-carnitine as performance enhancers in athletes / M.E. Tonda, L.L. Hart // *Ann Pharmacother*. 1992;26:935-937.

267. Tuohy, K.M. A human volunteer study to determine the prebiotic effects of lactulose powder on human colonic microbiota. *Microb* / K.M. Tuohy, C.J. Ziemer, A. Klinder, Y. Knöbel, B.L. Pool-Zobel, G.R. Gibson // *Ecol. Health Dis*. 2002;14:165-173.

268. Uchiyama, M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test / M. Uchiyama, M. Mihara // *Anal. Biochem*. 1978;86(1):271-278.

269. Vanhauteghem, D. Glycine and its N-methylated analogues cause pH-dependent membrane damage to enterotoxigenic *Escherichia coli* / D. Vanhauteghem, G.P.J. Janssens, A. Lauwaerts, S. Sys, F. Boyen, I.D. Kalmar, E. Meyer // *Amino Acids*. 2012;43:245-253.

270. Velíšek, J. Biosynthesis of food constituents: Amino acids: 2. The alanine-valine-leucine, serine-cysteine-glycine, and aromatic and heterocyclic amino acid groups – a review / J. Velíšek, K. Cejpek // *Czech J. Food Sci.* 2006;24:45-58.

271. Villeneuve, P. Utilization of direct fed microbials (Ferlac™) as growth promoting and stress alleviating factor / P. Villeneuve, M.R. Lefrancois, L.M. Bordeleau // In: *World's Poultry Congress. Amsterdam. Proc. Amsterdam: WPSA.* 1992;3:447-448.

272. Wang, W. Glycine metabolism in animals and humans: implications for nutrition and health / W. Wang, Z. Wu, Z. Dai, Y. Yang, J. Wang, G. Wu // *Amino Acids*. 2013;45:463-477.

273. Weiser, H. The importance of vitamin C for the metabolism of vitamin D₃ in poultry / H. Weiser, M. Schlachter, R. Fenster // In: *Proceedings of the 18th World Poultry Congress, Nagoya, Japan. – 1988.– pp. 831.*

274. Whitehead, C.C. An update on ascorbic acid in Poultry / C.C. Whitehead, T. Keller // *World Poultry Sci. J.* 2003;59:161-183.

275. Wiseman, M. Evaluation of Tasco as a candidate prebiotic in broiler chickens / M. Wiseman // *Dalhousie University Halifax, Nova Scotia, 2012. – 25 p.*

276. Wu, G. Amino acids: Biochemistry and nutrition / G. Wu // *CRC Press, Boca Raton, USA, 2013. – 503 p.*

277. Yamazaki, M. Effect of excess essential amino acids in low protein diet on abdominal fat deposition and nitrogen excretion of the broiler chicks / M. Yamazaki, M. Murakami, K. Nakashima, H. Abe, M. Takemasa // *J. Poult. Sci.* 2006;43:150-155.

278. Yan, B.X. Glycine residues provide flexibility for enzyme active sites / B.X. Yan, Y.Q. Sun // *J. Biol. Chem.* 1997;272:3190-3194.

279. Yegani, M. Factors affecting intestinal health in poultry / M. Yegani, D.R. Korver // *Poult. Sci.* 2008;87:2052-2063.

280. Zdunczyk, Z. Physiological effects of lactulose and inulin in the caecum of rats / Z. Zdunczyk, J. Juskiwicz, M. Wroblewska, B. Krol // *Arch. Anim. Nutr.* 2004;58:89-98.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

1. Рисунок 1 – Общая схема опыта. – С. 41.
2. Рисунок 2 – Среднесуточный прирост живой массы, г. – С. 47
3. Рисунок 3 – Абсолютная и относительная масса сердца и легких. – С. 51
4. Рисунок 4 – Переваримость питательных веществ корма, %. – С. 58.
5. Рисунок 5 – Баланс и использование азота. – С. 59.
6. Рисунок 6 – Показатели естественной резистентности у подопытных бройлеров. – С. 68
7. Рисунок 7 – Изменение среднесуточных приростов живой массы подопытных бройлеров, г. – С. 70.
8. Рисунок 8 – Относительная скорость роста подопытных цыплят, %. – С. 71.
9. Рисунок 9 – Химический состав грудных мышц цыплят-бройлеров, %. – С. 78.
10. Рисунок 10 – Содержание незаменимых аминокислот в грудных мышцах, %. – С. 79.
11. Рисунок 11 – Содержание заменимых аминокислот в грудных мышцах, %. – С. 80.
12. Рисунок 12 – Кулинарно-технологические показатели грудных мышц. – С. 85.
13. Рисунок 13 – Органолептическая оценка вареных грудных мышц, балл. – С. 86.
14. Рисунок 14 – Органолептическая оценка бульона, приготовленного из грудных мышц, балл. – С. 87.

План ветеринарных мероприятий

Возраст, дни	Вакцинация против заболевания	Метод вакцинации	Вакцина
0	ИБК	Окулярно	Вакцина штамм Н-120 Производитель: ФББУ «ВНИИЗЖ»
7	Ньюкасла	Окулярно	«ВЛАДИВАК ЛА-СОТА» Производитель: «Торговый дом «БиАгро»
14	Гамборо	Выпойка	Нобилис® Гамборо 228Е Производитель: «Интервет Интернешнл Б.В.»
18	ИБК	Окулярно	Вакцина штамм Н-120 Производитель: ФББУ «ВНИИЗЖ»
24	Ньюкасла	Окулярно	«ВЛАДИВАК ЛА-СОТА» Производитель: «Торговый дом «БиАгро»

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Живая масса суточных цыплят-бройлеров рекогносцировочного опыта, г

№	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
1	39,50	42,40	41,10	40,00
2	37,40	41,70	39,80	39,30
3	40,10	40,50	41,70	41,50
4	43,70	41,60	42,30	40,50
5	43,70	39,50	41,20	45,10
6	40,30	40,00	40,20	43,60
7	40,50	44,40	40,60	41,10
8	40,50	42,60	44,30	40,80
9	44,20	39,00	43,80	43,50
10	40,30	40,00	42,40	40,60
11	41,40	44,30	41,60	40,60
12	42,00	40,70	39,20	42,10
13	37,80	39,50	43,90	39,80
14	44,40	40,00	43,20	43,00
15	37,50	44,00	41,70	42,70
16	45,20	39,20	43,50	40,60
17	43,80	38,90	39,40	44,10
18	37,40	40,60	42,60	41,90
19	38,80	45,50	41,50	42,50
20	38,30	44,70	42,70	40,30
21	41,00	42,30	41,60	42,00
22	42,40	48,30	42,20	43,10
23	43,50	41,40	40,10	40,20
24	44,00	44,60	41,40	42,00
25	36,30	42,90	44,50	41,50
26	42,80	39,40	40,60	41,80
27	42,40	39,20	39,80	43,30
28	36,50	42,60	42,10	39,50
29	44,00	43,20	42,80	40,50
30	41,80	41,70	40,20	41,90
31	41,20	44,00	44,20	44,50
32	44,30	39,00	40,40	40,80
33	43,30	40,00	42,60	43,20
34	42,00	39,70	43,20	42,30
35	44,90	39,10	42,90	42,10
36	42,80	39,50	39,40	39,80
37	43,70	43,00	39,90	40,30
38	42,20	38,00	40,80	39,20
39	42,30	41,80	42,40	42,60
40	42,70	39,50	41,50	41,80
41	41,50	40,00	39,80	43,40
42	44,50	43,90	43,50	43,30
43	43,80	42,50	42,70	42,60
44	42,80	44,00	41,60	39,50
45	39,70	43,40	40,70	41,80
46	40,70	42,60	39,70	42,50
47	43,20	41,20	41,40	41,60
48	42,60	40,30	40,50	39,80
49	41,30	43,50	41,60	43,80
50	43,90	45,70	43,50	40,50
M	41,70	41,71	41,71	41,70
m	0,35	0,32	0,20	0,21

Живая масса цыплят-бройлеров рекогносцировочного опыта, 7 дней, г

№	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
1	160,00	175,00	170,00	180,00
2	190,00	182,00	185,00	190,00
3	185,00	185,00	180,00	180,00
4	175,00	190,00	180,00	180,00
5	165,00	175,00	180,00	185,00
6	175,00	180,00	190,00	190,00
7	190,00	180,00	170,00	195,00
8	176,00	186,00	175,00	185,00
9	175,00	180,00	180,00	180,00
10	180,00	175,00	185,00	190,00
11	185,00	185,00	195,00	180,00
12	170,00	195,00	175,00	185,00
13	175,00	180,00	180,00	180,00
14	170,00	176,00	185,00	185,00
15	190,00	180,00	180,00	180,00
16	190,00	195,00	160,00	185,00
17	160,00	185,00	180,00	180,00
18	180,00	175,00	185,00	190,00
19	185,00	180,00	185,00	185,00
20	160,00	185,00	175,00	185,00
21	170,00	175,00	185,00	180,00
22	180,00	180,00	195,00	190,00
23	175,00	175,00	190,00	185,00
24	195,00	185,00	185,00	180,00
25	160,00	180,00	195,00	180,00
26	180,00	175,00	195,00	190,00
27	180,00	175,00	180,00	185,00
28	185,00	175,00	175,00	180,00
29	190,00	180,00	185,00	175,00
30	180,00	180,00	190,00	180,00
31	187,00	175,00	190,00	185,00
32	195,00	180,00	185,00	185,00
33	170,00	175,00	175,00	190,00
34	168,00	180,00	175,00	180,00
35	195,00	175,00	175,00	180,00
36	195,00	175,00	188,00	175,00
37	170,00	180,00	175,00	190,00
38	195,00	185,00	195,00	180,00
39	175,00	180,00	170,00	185,00
40	165,00	176,00	185,00	190,00
41	180,00	190,00	178,00	180,00
42	185,00	195,00	190,00	180,00
43	175,00	178,00	180,00	175,00
44	190,00	175,00	180,00	195,00
45	170,00	195,00	185,00	180,00
46	180,00	185,00	195,00	175,00
47	175,00	190,00	190,00	185,00
48	190,00	186,00	184,00	190,00
49	185,00	175,00	185,00	180,00
50	190,00	180,00	190,00	175,00
M	179,32	181,08	182,80	183,40
m	1,44	0,86	1,10	0,73

Живая масса цыплят-бройлеров рекогносцировочного опыта, 14 дней, г

№	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
1	450,00	445,00	475,00	475,00
2	440,00	470,00	485,00	485,00
3	430,00	450,00	480,00	480,00
4	450,00	460,00	495,00	490,00
5	460,00	475,00	480,00	500,00
6	455,00	465,00	470,00	485,00
7	450,00	450,00	495,00	485,00
8	455,00	470,00	490,00	500,00
9	440,00	460,00	485,00	505,00
10	435,00	455,00	490,00	500,00
11	440,00	465,00	495,00	485,00
12	450,00	445,00	500,00	500,00
13	450,00	460,00	490,00	480,00
14	446,00	460,00	475,00	475,00
15	450,00	470,00	485,00	485,00
16	440,00	465,00	480,00	490,00
17	435,00	445,00	490,00	500,00
18	445,00	450,00	485,00	485,00
19	460,00	445,00	490,00	475,00
20	455,00	450,00	475,00	505,00
21	450,00	440,00	480,00	480,00
22	455,00	465,00	478,00	485,00
23	445,00	455,00	475,00	500,00
24	445,00	475,00	487,00	505,00
25	450,00	455,00	490,00	475,00
26	440,00	440,00	500,00	485,00
27	460,00	475,00	485,00	475,00
28	455,00	470,00	478,00	475,00
29	440,00	445,00	475,00	490,00
30	440,00	465,00	480,00	470,00
31	440,00	445,00	485,00	485,00
32	450,00	440,00	490,00	475,00
33	445,00	465,00	485,00	475,00
34	455,00	475,00	480,00	490,00
35	445,00	455,00	475,00	485,00
36	435,00	470,00	500,00	485,00
37	450,00	465,00	490,00	475,00
38	440,00	440,00	485,00	495,00
39	440,00	455,00	495,00	490,00
40	450,00	465,00	490,00	480,00
41	443,00	475,00	476,00	500,00
42	435,00	470,00	480,00	500,00
43	455,00	450,00	495,00	470,00
44	440,00	470,00	485,00	480,00
45	440,00	440,00	490,00	480,00
46	435,00	455,00	475,00	475,00
47	450,00	470,00	485,00	500,00
48	445,00	460,00	490,00	480,00
49	455,00	470,00	485,00	505,00
50	440,00	450,00	495,00	475,00
M	446,08	458,50	485,38	486,50
m	1,06	1,59	1,07	1,49

Живая масса цыплят-бройлеров рекогносцировочного опыта, 21 день, г

№	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
1	875,00	895,00	950,00	890,00
2	930,00	860,00	925,00	960,00
3	850,00	900,00	930,00	890,00
4	880,00	870,00	940,00	970,00
5	905,00	870,00	880,00	890,00
6	910,00	900,00	955,00	930,00
7	855,00	880,00	935,00	980,00
8	850,00	960,00	960,00	940,00
9	850,00	960,00	965,00	920,00
10	930,00	950,00	940,00	900,00
11	845,00	840,00	970,00	940,00
12	850,00	960,00	990,00	980,00
13	920,00	930,00	960,00	960,00
14	855,00	855,00	940,00	980,00
15	870,00	845,00	970,00	980,00
16	880,00	870,00	965,00	920,00
17	870,00	930,00	890,00	960,00
18	910,00	860,00	930,00	925,00
19	880,00	835,00	935,00	950,00
20	920,00	860,00	950,00	970,00
21	850,00	960,00	940,00	930,00
22	910,00	920,00	960,00	960,00
23	850,00	955,00	970,00	940,00
24	870,00	950,00	945,00	970,00
25	855,00	850,00	890,00	940,00
26	910,00	900,00	945,00	935,00
27	860,00	900,00	955,00	900,00
28	850,00	920,00	940,00	920,00
29	900,00	930,00	935,00	940,00
30	925,00	935,00	895,00	960,00
31	915,00	950,00	915,00	990,00
32	870,00	870,00	950,00	920,00
33	920,00	890,00	930,00	970,00
34	880,00	960,00	960,00	920,00
35	865,00	960,00	955,00	960,00
36	910,00	860,00	970,00	980,00
37	905,00	965,00	885,00	920,00
38	915,00	880,00	930,00	950,00
39	870,00	960,00	890,00	920,00
40	860,00	920,00	920,00	900,00
41	885,00	900,00	880,00	970,00
42	930,00	930,00	925,00	960,00
43	920,00	880,00	895,00	920,00
44	875,00	940,00	940,00	900,00
45	890,00	940,00	975,00	935,00
46	910,00	900,00	965,00	940,00
47	930,00	880,00	935,00	960,00
48	875,00	890,00	940,00	940,00
49	920,00	920,00	880,00	970,00
50	880,00	940,00	930,00	925,00
M	886,80	907,70	936,50	941,60
m	3,96	5,55	3,97	3,88

Живая масса цыплят-бройлеров рекогносцировочного опыта, 28 дней, г

№	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
1	1380,00	1420,00	1420,00	1460,00
2	1400,00	1450,00	1540,00	1440,00
3	1390,00	1400,00	1480,00	1410,00
4	1390,00	1460,00	1540,00	1560,00
5	1450,00	1390,00	1460,00	1430,00
6	1410,00	1440,00	1480,00	1500,00
7	1400,00	1390,00	1520,00	1560,00
8	1450,00	1420,00	1420,00	1480,00
9	1380,00	1400,00	1440,00	1550,00
10	1400,00	1380,00	1460,00	1550,00
11	1420,00	1450,00	1540,00	1440,00
12	1430,00	1400,00	1520,00	1515,00
13	1360,00	1380,00	1450,00	1470,00
14	1420,00	1460,00	1440,00	1460,00
15	1410,00	1460,00	1550,00	1485,00
16	1405,00	1400,00	1420,00	1570,00
17	1425,00	1370,00	1460,00	1570,00
18	1370,00	1390,00	1450,00	1450,00
19	1380,00	1480,00	1485,00	1490,00
20	1400,00	1390,00	1550,00	1420,00
21	1450,00	1480,00	1460,00	1460,00
22	1405,00	1420,00	1490,00	1520,00
23	1430,00	1410,00	1470,00	1540,00
24	1450,00	1380,00	1480,00	1480,00
25	1460,00	1470,00	1480,00	1530,00
26	1400,00	1430,00	1560,00	1500,00
27	1430,00	1390,00	1450,00	1460,00
28	1450,00	1400,00	1440,00	1520,00
29	1410,00	1380,00	1490,00	1520,00
30	1420,00	1480,00	1480,00	1450,00
31	1460,00	1410,00	1540,00	1510,00
32	1430,00	1460,00	1560,00	1500,00
33	1385,00	1390,00	1470,00	1510,00
34	1420,00	1390,00	1470,00	1530,00
35	1440,00	1450,00	1490,00	1490,00
36	1380,00	1410,00	1520,00	1465,00
37	1400,00	1470,00	1440,00	1530,00
38	1370,00	1440,00	1510,00	1490,00
39	1370,00	1410,00	1460,00	1450,00
40	1400,00	1390,00	1560,00	1560,00
41	1430,00	1460,00	1470,00	1500,00
42	1470,00	1380,00	1460,00	1470,00
43	1370,00	1420,00	1570,00	1450,00
44	1380,00	1410,00	1470,00	1560,00
45	1400,00	1460,00	1480,00	1480,00
46	1390,00	1420,00	1460,00	1470,00
47	1400,00	1450,00	1550,00	1480,00
48	1370,00	1450,00	1450,00	1450,00
49	1420,00	1390,00	1460,00	1480,00
50	1375,00	1400,00	1510,00	1550,00
M	1408,70	1420,60	1486,50	1494,30
m	4,00	4,62	5,91	5,99

Живая масса цыплят-бройлеров рекогносцировочного опыта, 35 дней, г

№	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
1	2000,00	2130,00	2210,00	2070,00
2	1950,00	2020,00	2180,00	2190,00
3	2010,00	2035,00	2160,00	2200,00
4	2180,00	2050,00	2200,00	2050,00
5	2010,00	2140,00	2140,00	2200,00
6	2000,00	2145,00	2160,00	2180,00
7	2130,00	1990,00	2080,00	2190,00
8	2020,00	2000,00	2170,00	2170,00
9	2000,00	2140,00	2200,00	2160,00
10	2120,00	2030,00	2100,00	2085,00
11	2000,00	2000,00	2220,00	2180,00
12	2140,00	2040,00	2080,00	2200,00
13	1990,00	2140,00	2040,00	2210,00
14	2000,00	2080,00	2190,00	2060,00
15	1980,00	1990,00	2090,00	2190,00
16	1970,00	2160,00	2080,00	2180,00
17	2130,00	2050,00	2210,00	2100,00
18	1980,00	2050,00	2070,00	2140,00
19	2000,00	2040,00	2160,00	2200,00
20	2020,00	2130,00	2080,00	2150,00
21	1980,00	1980,00	2200,00	2120,00
22	2120,00	1990,00	2090,00	2060,00
23	1970,00	2140,00	2175,00	2190,00
24	1990,00	1970,00	2060,00	2130,00
25	2000,00	2000,00	2170,00	2220,00
26	2015,00	2120,00	2090,00	2050,00
27	2160,00	1970,00	2200,00	2190,00
28	2015,00	2030,00	2040,00	2080,00
29	2140,00	2030,00	2170,00	2060,00
30	1980,00	2130,00	2200,00	2170,00
31	2110,00	1980,00	2160,00	2180,00
32	2000,00	2160,00	2200,00	2200,00
33	1980,00	1990,00	2090,00	2050,00
34	1970,00	1980,00	2070,00	2200,00
35	1965,00	1980,00	2200,00	2190,00
36	2135,00	2150,00	2180,00	2080,00
37	2000,00	2150,00	2100,00	2190,00
38	1960,00	2020,00	2090,00	2080,00
39	1950,00	1990,00	2070,00	2200,00
40	1990,00	2150,00	2190,00	2070,00
41	2010,00	1990,00	2160,00	2190,00
42	2150,00	1980,00	2190,00	2180,00
43	1990,00	1990,00	2090,00	2090,00
44	1970,00	2080,00	2070,00	2170,00
45	2170,00	2040,00	2180,00	2180,00
46	2000,00	2030,00	2180,00	2080,00
47	1970,00	2140,00	2200,00	2180,00
48	1980,00	2090,00	2090,00	2080,00
49	1990,00	2000,00	2080,00	2090,00
50	2160,00	1990,00	2190,00	2200,00
M	2029,00	2052,00	2139,90	2145,10
m	9,94	9,28	7,88	7,94

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Утверждаю:
 Директор НВЦ «Новые биотехнологии»
 _____ Н.И. Мосолова

Структура и питательность кормов для цыплят-бройлеров

Состав	Старт	Рост	Финиш
Пшеница	22,12	21,40	22,70
Кукуруза	38,00	38,00	38,00
Шрот соевый (СП 46%), не содержащий ГМО	31,00	27,00	21,90
Шрот подсолнечный (СП 34%, СК 19%)	2,00	6,00	9,00
Мука рыбная (СП 67%)	2,60	1,20	-
Масло подсолнечное	0,41	2,70	4,74
DL-метионин (99%)	0,34	0,29	0,26
L-треонин (98,5%)	0,13	0,10	0,08
Монохлоргидрат лизина 98%	0,28	0,26	0,31
Сульфат натрия безводный	0,21	0,22	0,25
Хлорид натрия	0,17	0,19	0,19
Монокальцийфосфат	1,28	1,27	1,22
Известняковая крупка	0,46	0,37	0,35
1П5-1 №44748-1%	1,00	-	-
1П5-2 № 44749-1%	-	1,00	-
1П5-3 № 44750-1%	-		1,00
Показатели качества комбикормов			
ОЭ, ккал/100 г	298	308	318
Влажность, %	8,51	8,51	8,58
Сырой протеин, %	23,03	21,47	19,48
Сырой жир, %	3,92	5,83	7,45
Сырая клетчатка, %	3,50	4,02	4,35
Сырая зола, %	6,37	6,14	5,86
Линолевая кислота, %	2,03	3,38	4,56
Лизин, %	1,44	1,29	1,16
Метионин, %	0,70	0,63	0,57
Метионин+цистин, %	1,08	0,99	0,90
Треонин, %	0,97	0,88	0,78
Триптофан, %	0,28	0,26	0,24
Ca, %	1,00	0,90	0,90
P, %	0,72	0,70	0,67
P усвояемый, %	0,48	0,44	0,39
K, %	0,93	0,87	0,79
Na, %	0,18	0,18	0,18
Cl, %	0,22	0,22	0,22
ДЕВ мэкв/100 г	25,10	24,03	21,88









ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ УЧАСТНИК

XXXI СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЯРМАРКИ
«АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС»

ГНУ "НИИММП"

ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

в номинации «Животноводство»

За разработку и внедрение новых лактулозосодержащих кормовых добавок при производстве продукции животноводства и птицеводства.
(По гранту Президента РФ НШ 2542.2020.11)

Заместитель Губернатора Волгоградской области
Иванов В.В.

Генеральный директор ВЦ «Царицынская ярмарка»
В.Е. Чернова



12 марта 2021 г.
Волгоград

