Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции»

На правах рукописи

Фролова Мария Викторовна

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК И НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВ

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора биологических наук

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

Волгоград – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 16
1.1 Использование микроводорослей в качестве устойчивого кормового ресурса в птицеводстве и свиноводстве 16
1.2 Пребиотики и, в частности, лактулоза как альтернатива кормовым антибиотикам в кормлении животных и птиц 30
1.3 Нетрадиционные кормовые добавки в рационах птиц 37
1.4 Новый метод раннего питания эмбрионов in ovo 49
2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 65
3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 71
3.1 Кормовая добавка «Хлорелакт» – альтернатива кормовым антибиотикам при откорме свиней 71
3.1.1 Условия содержания и кормления подопытных свиней 72
3.1.2 Переваримость питательных веществ корма 73
3.1.3 Гематологические показатели подопытных свиней 76
3.1.4 Естественная резистентность, иммунный статус и система антиоксидантной защиты у свиней 80
3.1.5 Продуктивность откармливаемых свиней 83
3.1.6 Убойные и мясные показатели свиней 86
3.1.7 Качественные показатели мышечной ткани молодняка свиней 88
3.1.8 Качественная оценка сала откармливаемого молодняка свиней 94
3.1.9 Экономическая эффективность применения кормовой добавки «Хлорелакт» 95
3.2 Влияние лактулозосодержащих кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» на мясную продуктивность молодняка крупного рогатого скота калмыцкой породы 97
3.2.1 Условия проведения опыта 97

3.2.2 Показатели роста бычков в период откорма 98
3.2.3 Мясная продуктивность бычков 101
3.2.4 Переход протеина и энергии кормов в белок и энергию мясной продукции 103
3.2.5 Клеточные и гуморальные факторы естественной резистентности подопытных бычков 104
3.2.6 Экономическая эффективность использования кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» 105
3.3 Новые кормовые добавки «ЛактуВет» и «Хлорелакт» в рационах птиц 106
3.3.1 Условия проведения опыта 107
3.3.2 Влияние исследуемых добавок на показатели роста и развития ремонтных молодок 108
3.3.3 Развитие внутренних органов ремонтных молодок, в том числе воспроизводительных 110
3.3.4 Конверсия питательных веществ кормов в организме ремонтных молодок 113
3.3.5 Гематологические показатели, белковый, углеводно-липидный и минеральный обмены 117
3.3.6 Яичная продуктивность кур родительского стада в зависимости от изучаемых добавок 123
3.3.7 Качественные показатели инкубационных яиц 125
3.3.8 Результаты инкубации яиц 130
3.3.9 Экономическая эффективность влияния кормовых добавок в рационах птиц родительского стада на выход курочек финального гибрида кросса «Хайсекс коричневый» 131
3.4 Влияние льняного шрота с добавлением сухих томатных и виноградных выжимок на продуктивность и антиоксидантный статус кур-несушек 132
3.4.1 Условия кормления и содержания кур 133
3.4.2 Биоконверсия кормов в организме кур второй фазы продуктивности 137
3.4.3 Морфологический и биохимический составы крови кур-несушек 144

3.4.4 Продуктивность кур промышленного стада кросса «Хайсекс˚коричневый» 151
3.4.5 Качественные показатели пищевых яиц 156
3.4.6 Химический состав пищевых яиц 160
3.4.7 Экономическая эффективность применения изучаемых добавок 169
3.5 Влияние введения in ovo витаминов группы В на вывод цыплят, рост и формирование ремонтных молодок финального гибрида кросса «Хайсекс коричневый» и их дальнейшую продуктивность 170
3.5.1 Условия проведения опыта 171
3.5.2 Результаты инкубации яиц 172
3.5.3 Выращивание ремонтного молодняка 173
3.5.4 Влияние изучаемых препаратов на репродуктивную функцию и развитие внутренних органов ремонтных молодок 177
3.5.5 Биоконверсия кормов в организме ремонтных молодок 179
3.5.6 Гематологические, иммунологические, антиоксидантные показатели, метрические изменения органов иммунной системы, резистентность ремонтных молодок 184
3.5.7 Яичная продуктивность кур-несушек промышленного стада 192
3.5.8 Качественные показатели пищевых яиц 197
3.5. Экономическая эффективность 209
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 211
ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ 225
Перспективы дальнейшей разработки темы исследования 226
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 227
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА 284
Приложение А (обязательное) Патентные документы 289
Приложение Б (обязательное) Дипломы международных и российских конкурсов, специализированных выставок 296

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Обеспечение населения продуктами питания, в частности животного происхождения, является первоочередной задачей АПК Российской Федерации. В условиях всесторонних вызовов со стороны недружественных стран эта задача усложняется, но предпринимаются усилия по сокращению использования в кормлении животных и птиц продуктов растительного происхождения, используемых в питании людей. Изыскиваются резервы, способные заменить дефицитные, дорогостоящие корма.

Кукуруза и соя являются основой комбикормов для моногастричных животных, и именно эти культуры также востребованы в пищевой промышленности (Фисинин В.И., 2019; Околелова Т.М. и др., 2020). В идеале новые кормовые ресурсы должны иметь высокую питательную ценность, способствовать рациональному использованию земли и воды, при этом обеспечивая производство качественной продукции животноводства (Poppi D.P. et al., 2010; Гущин В.В., 2017; Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., 2020).

Микроводоросли являются многообещающим источником белка как для пищевых продуктов, так и для кормов. Химический состав водорослей колеблется в широких пределах и зависит от условий окружающей среды (Мелихов В.В. и др., 2004; Андрианова Е.Н., Егоров И.А. и др., 2017; Chaudhary A. et al., 2018). Как известно, хлорелла (Chlorella sp.) имеет концентрацию белка в диапазоне 50-60% от сухой массы и считается важным источником кобаламина (витамина B_{12}). По сравнению со спирулиной она имеет сходное содержание углеводов и золы, и более высокий уровень сырого жира, и n-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), пигментов, антиоксидантов, провитаминов, витаминов (Madeira M.S., Cardoso K. et al., 2017; Sukhikh S. et al., 2022; Griehl C. et al., 2023).

Осведомленность о потенциальных негативных последствиях включения антибиотиков как стимуляторов роста в рационы свиней и птиц привело к повышенному интересу к выращивания их без антибиотиков (Горлов И.Ф., Ткачева И.В. и др., 2018). Тем не менее, чтобы избежать негативных последствий удаления антибиотиков (стимуляторов роста) из рационов животных и птиц, необходимо найти им альтернативу (Немчикова Е.А., 2018). В качестве натуральных кормовых добавок, способных в определенной степени заменить антибиотики, используют пребиотики, в частности лактулозу. Пребиотики не должны интенсивно метаболизироваться, но должны вызывать целенаправленные метаболические процессы, тем самым принося пользу для здоровья экосистемы хозяина (Gibson G.R. et al, 2017; Маркин Ю. и др., 2018).

Большинство кормовых культур, потребляемых птицей, также являются основным продуктом питания человека, что делает их конкурентоспособными. Следовательно, замена востребованных культур и менее доступных побочных продуктов агропромышленного производства более доступными нетрадиционными источниками белка и энергии является одним из решений для снижения себестоимости производства и содействия увеличению поставок животного белка. Одним из таких кормов может стать льняной жмых (Капитонова Е.А. и др. 2017; Worku N.M. et al., 2018; Dineshbabu G. et al., 2019; Подобей А.И., 2019; Жиенбаева С.Т. и др., 2020).

К нетрадиционным кормам, которые могут представлять ценность для кормления птицы, относятся томатные выжимки, являющиеся недорогим и основным побочным продуктом переработки томатов. Установлено, что томатные выжимки содержат до 26,8% белка, в котором на 13% больше лизина, чем в сое, источники витаминов группы В, А и не имеют антипитательных факторов. Это богатый клетчаткой кормовой ресурс, и считается, что он действует как корм, снижающий уровень холестерина в продуктах птицеводства (AL-Betawi N.A., 2005). Помидор, один из продуктов, богатых каротиноидами, содержит большое количество ликопина, витамина Е и С, флавоноидов.

Таким образом, возможность использования этих отходов при кормлении цыплят-бройлеров и кур-несушек является наиболее многообещающей для уменьшения хронической нехватки корма для птиц и снижения его стоимости (Olson J.B. et al., 2008; Егоров Б.В. и др., 2014; Кулова Ф.М., 2021). Виноградные выжимки являются твердыми отходами, образующимися в процессе прессования и ферментации в винодельческой промышленности, характеризуются богатым составом биологически активных соединений, которые позволяют использовать их в кормлении животных и птиц (Ахмедханова Р.Р. и др., 2014; Brenes A. et al., 2016; Тагирова П.Р., 2017; Chedea V.S. et al., 2019; Van Niekerk R.F. et al., 2020; Alarcón M. et al., 2021; Erinle T.J., Adewole D.I., 2022).

Внимание многих исследователей во всём мире привлечено к проблеме питания эмбрионов посредством инъекций in ovo для повышения вывода цыплят, их дальнейшей продуктивности, иммунного статуса и здоровья птиц (Tufarelli V., Ghane F. et al., 2021). Метод кормления in ovo, который представляет собой введение пищевых добавок и препаратов в амниотическую жидкость или в воздушный мешок во время развития эмбриона, обычно на поздней инкубационной фазе (Uni Z. et al., 2005; Momeneh T. et al., 2018; Долгорукова А.М. и др., 2020; Гупало И.М. и др., 2021; Ходорович В., 2021; Ncho C.M. et al., 2021). При этом между исследователями существует много разногласий и несоответствий относительно пользы различных питательных веществ, которые были испытаны. Поэтому стоит оценить полученные результаты, а также определить оптимальную стадию инкубации, на которой следует применять in ovo. Внедрение технологии кормления in ovo продвигается медленно, но как только неясные вопросы будут изучены, она станет такой же обыденной, как вакцинация in ovo. Исходя из вышесказанного, можно предположить, что перечень вопросов, рассмотренных в представленной диссертационной работе, является актуальным.

Степень разработанности темы исследований. Одним из важнейших резервов повышения конкурентоспособности производства продукции птицеводства является использование в отрасли новых более дешевых кормовых ресурсов.

Например, микроводоросли можно использовать в качестве натуральных ингредиентов или добавок в рационах животных и птиц как для удовлетворения спроса на новые корма, так и вариант альтернативы антибиотикам (Мелихов В.В. и др., 2004; Богданов Н.И., 2004; Шацких Е., 2006; Финогенова Ю.А. и др., 2009; Дудина Н.П. и др., 2010; Черванев В.А. и др., 2011; Плутахин Г. и др., 2011; Doucha J. et al., 2014; Походня Г.С. и др., 2015; Tibbetts S.M. et al., 2015; Муханов Б.Н. и др., 2015; Islam M.A. et. al., 2017; Андрианова Е.Н., Егоров И.А. и др., 2017; Madeira M.S. et al., 2017; Suresh G. et al., 2018; De Tonnac A. и др., 2018, Dineshbabu G. et al., 2019; Barkia I. et al., 2019; Ljubic A. et al., 2020; Garcia-Vaquero M. et al., 2020; Coelho D. et al., 2020; Costa M. et al. 2021; Martins C.F. et al., 2021; Alfaia C.M. et al., 2021).

Многочисленные научные исследования подтверждают благотворное влияние пребиотиков на здоровье животных, особенно с точки зрения защиты от патогенов, стимуляции иммунологического ответа и увеличения продуктивности. Пребиотики могут использоваться в качестве альтернативы или поддерживать действие пробиотиков. Удовлетворение всех ожиданий требует большой работы в области научных исследований, разработки инновационных технологий и убеждения производственников в том, что расходы на корма, содержащие пребиотики, приведут к улучшению продуктивности и повышению качества продуктов животного происхождения и, таким образом, будут гарантировать ожидаемую экономическую прибыль. Установленный факт, что добавление к корму компонентов, таких как пребиотики, безопасно как для животных, так и для окружающей среды и снижает спрос на стимуляторы роста на основе антибиотиков (Grajek W. et al., 2005; Хохрин С.Н. и др., 2006; Струк А.Н., 2010; Комарова З.Б., 2012; Sommer F. et al., 2013; Горлов И.Ф., Комарова З.Б. и др., 2014; Guerra-Ordaz A.A. et al., 2014; Шкаленко В.В., 2015; Olveira G. et al., 2015; Wolf P.G. et al., 2016, Wu Y. et al., 2017; Van der Aar P.J. et al., 2017; Acosta J.A. et al., 2017; Маркин Ю., Нестеров Н., 2018; Полотовский К.А., 2018; Новикова О. и др., 2019; Кочиш И.И., Мясникова О.В. и др., 2020; Комарова З.Б., Рудковская А.В. и др., 2020; Горлов И.Ф., Сложенкина М.И. и др., 2020; Liu X. et al., 2020). Однако механизмы действия пребиотиков требуют дальнейших исследований.

В последние годы побочные продукты перерабатывающей промышленности находят все большее применение в кормлении продуктивных животных и птицы. Так, например, побочные продукты из семян льна привлекают значительное внимание из-за присутствия биологически активных сложных полиненасыщенных жирных кислот, таких как омега-3 жирных кислот и конъюгированной линолевой кислоты (Meherunnisa L. et al., 2017). Кроме того, льняное семя содержит все незаменимые аминокислоты белка (Савченко В.С., 2009; Jia W. et al., 2010; Jankowski J. et al., 2012; Anjum F.M. et al., 2013; Ромашко А.К., 2014; Amerah A.M. et al., 2015; Apperson K.D. et al., 2017; Капитонова Е.А. и др. 2017; Apperson K.D. et al., 2017; Dineshbabu G. et al., 2019; Подобед Л.И., 2019).

Использование отходов технических производств (томатные и виноградные выжимки) приобретает все большую популярность среди птицеводов для уменьшения хронической нехватки корма для птиц и снижения его стоимости (Khachik F. et al., 2002; AL-Betawi, 2005; Karadas F. et al., 2006; Olson J.B. et al., 2008; Егоров Б.В., Кулова Ф.М., 2021). Остатки винодельческой промышленности богаты биологически активными соединениями, которые позволяют использовать их в кормлении животных и птиц (Абдуллабеков Р.А., 2013; Sousa E.C. et al., 2014; Ахмедханова Р.Р. и др., 2014; Жиенбаева С.Т. и др. 2015; Brenes A. et al., 2016; Тагирова П.Р., 2017; Kalli E. et al., 2018; Chedea V.S. et al., 2019; Van Niekerk R.F. et al., 2020; Alarcón M. et al., 2021; Erinle T.J., Adewole D.I., 2022).

В настоящее время развитие технологии in ovo открыло новые возможности для перинатального питания, которое предоставило специалистам по кормлению возможность оптимизировать технологические процессы в птицеводстве. Этот метод имеет большой потенциал для получения нескольких преимуществ, среди которых снижение постнатальной смертности и заболеваемости; большая эффективность использования питательных веществ корма в раннем возрасте; улучшенный иммунный ответ на кишечные антигены; снижение частоты нарушений развития скелета; увеличение мышечной массы и выход грудных мышц.

Многие потенциальные питательные вещества были изучены в этом направлении и, сообщалось о новых результатах. Цыплята также могут получить больше пользы от сочетания введения питательных веществ in ovo и раннего кормления после вывода (Al-Murrani W.K.,1982; Uni Z. et al., 2004; McGruder B.M. et al., 2011; Goel A. et al., 2013; Hamadani H. et al., 2013; Shafey T.M. et al., 2014; Bhanja S.K. et al., 2015; Momeneh T. et al., 2018; Долгорукова А.М. и др., 2020; Гупало И.М. и др., 2021; Ghane F. et al., 2021; Ncho C.M. et al., 2021).

Цель и задачи исследований. Исследования выполнены по гранту РНФ № 21-16-00025 и согласно гостематике ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции». Их целью являлось научно-практическое обоснование эффективности применения в птицеводстве и животноводстве передовых кормовых добавок на базе микроводорослей Chlorella sp., и пребиотиков, в состав которых включены: лактулоза, изготовленная из молочной сыворотки, органические кислоты, пророщенные семена тыквы, как альтернатива кормовым антибиотикам; возможность применения редко используемых в птицеводстве кормов (льняной жмых, томатные и виноградные выжимки), а также инъецирование in ovo витаминами группы В.

Для достижения цели решались следующие задачи.

1. Определить степень влияния новой кормовой добавки «Хлорелакт», в качестве альтернативы антибиотикам, на иммунный статус, неспецифическую резистентность, антиоксидантную систему и мясную продуктивность свиней крупной белой породы, и, далее, в полученной продукции – показатели её функционально-технологического качества.

2. Оценить у бычков калмыцкой породы на откорме мясную продуктивность, используя в составе рациона новые пребиотические кормовые добавки «Лактувет-1» и «Кумелакт-1».

3. Установить эффективность применения новой кормовой добавки «Хлорелакт» в сравнительном аспекте с кормовой добавкой «ЛактуВет» при выращивании ремонтного молодняка кур родительского стада кросса «Хайсекс коричневый».

4. Обнаружить возможность применения льняного шрота, томатных и виноградных выжимок в рационах кур промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый» и установить их влияние на обменные процессы и яичную продуктивность кур второй фазы продуктивности.

5. Выявить влияние обработки яиц кур кросса «Хайсекс коричневый» in ovo витаминами группы В на постнатальный рост и иммунокомпетентность ремонтных молодок и кур промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый».

6. Обосновать экономическую эффективность использования изучаемых добавок и препаратов в птицеводстве и животноводстве.

Научная новизна исследований. Впервые при участии автора разработана кормовая добавка «Хлорелакт» (ТУ 10.91.10-267-10514645-2022) и изучено её влияние, в качестве альтернативы антибиотикам, на мясную продуктивность, неспецифическую резистентность, иммунный статус и антиоксидантную систему свиней крупной белой породы на откорме и, в сравнительном аспекте с кормовой добавкой «ЛактуВет», на показатели роста, развития, формирование репродуктивных органов ремонтных молодок и яичную продуктивность кур родительского стада, качественные показатели инкубационных яиц кросса «Хайсекс коричневый».

Впервые исследовано действие лактулозосодержащей кормовой добавки «Кумелакт-1» (ТУ 10.91.10-257-10514645-2020, разработчик ГНУ НИИММП при участии автора) в сравнении с добавкой «Лактувет-1» аналогичного действия на мясную продуктивность молодняка крупного рогатого скота калмыцкой породы, а также защитные свойства крови животных. Посредством совершенствования факторов кормления созданы новые технологии для интенсивного откорма бычков. Впервые осуществлены комплексные исследования применения скорректированных нетрадиционным кормовым сырьем растительного происхождения рационов для птиц, что позволило экспериментально доказать их положительное действие на активизацию обменных процессов, биоконверсию корма, качественные показатели пищевых яиц и яичную продуктивность кур второй фазы продуктивности.

Впервые научно обоснована и экспериментально подтверждена высокая эффективность обработки яиц кур кросса «Хайсекс коричневый» in ovo витаминами группы В посредством изучения постнатального роста, развития, иммунокомпетентности ремонтных молодок и продуктивности кур промышленного стада. Новизна и приоритетность научных результатов подтверждены патентами РФ на изобретения: RU 2296112, 2541637, 2764917, 2782845, 2768397 и на полезные модели RU 2315805, 191241 (см. Приложение А).

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы характеризуется углублением и расширением знаний о способности биологически активных кормовых добавок на базе микроводорослей Chlorella sp. и пребиотиков, а также других полезных компонентов – пророщенных семян тыквы, органических кислот и лактулозы, воздействовать на продуктивные качества птиц, свиней и бычков, на технологические качества получаемого мяса, на воспроизводительные функции птицы родительского стада кросса «Хайсекс коричневый». Результаты, полученные в ходе исследований, позволяют дополнить современные знания об использовании нетрадиционных кормов (льняной жмых, томатные и виноградные выжимки) в рационах кур второй фазы продуктивности. Впервые проведенный эксперимент in ovo витаминами группы В, открывает новый раздел исследований раннего кормления эмбрионов.

Практическая значимость работы состоит в том, что применение кормовой добавки «Хлорелакт» оказало влияние на улучшение переваримости питательных веществ корма, увеличению на 4,85 кг живой массы свиней, на 2,40% повышения убойного выхода и на 2,37% – выхода мякоти. Вследствие чего рентабельность производства возрастает на 4,30%, что свидетельствует о возможной замене антибиотиков в рационах свиней на откорме новой кормовой добавкой.

Применение в рационах молодняка крупного рогатого скота калмыцкой породы лактулозосодержащих кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» способствовало активизации обмена веществ, иммунного статуса, что позитивно отразилось на увеличении живой массы бычков на 11,1 и 16,7 кг соответственно, абсолютной скорости роста – на 2,25 и 3,79%, убойного выхода – на 0,95 и 1,64%, содержания мякоти – на 6,54 и 9,46%. Уровень рентабельности выращивания бычков при этом возрастает на 20,82 и 15,26%.

Исследованиями доказано положительное влияние новых кормовых добавок «ЛактуВет» и «Хлорелакт» на показатели выращивания ремонтного молодняка кур кросса «Хайсекс коричневый» и их дальнейшую яичную продуктивность. Живая масса к периоду полового созревания увеличилась относительно контроля соответственно на 35,2 и 57,1 кг, длина яйцевода – на 8,21 и 9,18%, масса яйцевода – на 9,57 и 10,51%, масса яичника – на 28,84 и 30,17%; яйценоскость кур повысилась на 0,87 и 1,44%, вывод цыплят – на 2,12 и 3,38%, а уровень рентабельности – на 4,40 и 5,93%.

Оптимизация состава корма льняным шротом, томатными и виноградными выжимками для кур второй фазы продуктивности позволила увеличить яйценоскость на 0,83% в I опытной группе, на 1,55% – в III и на 3,81% – в IV при равнозначном показателе яйценоскости II опытной и контрольной групп. Улучшились качественные показатели пищевых яиц. Содержание каротиноидов возросло в I, III и IV опытных группах на 92,96; 53,52 и 50,70%, а во II – опытной – на 9,86%. Уровень рентабельности возрос на 4,11; 5,09; 2,55 и 8,00%.

Введение in ovo витаминов группы В положительно повлияло на вывод цыплят, рост и формирование ремонтных молодок финального гибрида кросса «Хайсекс коричневый» и их дальнейшую продуктивность. Вывод цыплят превысил контроль в I и II опытных группах на 2,22%, в III опытной – на 2,96%, в IV опытной – на 3,70% и в V опытной – на 0,75%. Живая масса к 17-ти недельному возрасту увеличилась на 79,7; 47,4; 62,3; 72,2 и 68,0 г, однородность стада по живой массе – на 4,6; 2,9; 3,3; 4,2 и 4,0%. Интенсивность яйцекладки возросла 0,80; 0,89; 0,88; 0,20 и 1,42%, а уровень рентабельности – на 3,27; 3,40; 2,97; 1,62 и 3,94%.

Методология и методы диссертационного исследования. Методологические подходы в исследованиях отечественных и зарубежных ученых послужили основой для постановки цели и задач диссертационного исследования, посвященного разработке и использованию в отрасли биологически активных веществ для повышения продуктивной способности животных и птиц. Современные биохимические, зоотехнические, инструментальные, физиологические и химические методы исследования, а также общие методы научного познания были применены при выполнении работы. Статистические методы математического анализа при обработке экспериментальных данных служили критерием объективной оценки полученных результатов исследований.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Влияние новой кормовой добавки «Хлорелакт», в качестве альтернативы антибиотикам, на мясную продуктивность свиней крупной белой породы, показатели, характеризующие мясо и сало, неспецифическую резистентность, иммунный статус и антиоксидантную систему организма.

2. Мясная продуктивность бычков калмыцкой породы на откорме при использовании в составе рациона новых пребиотических кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1».

3. Влияние новой кормовой добавки «Хлорелакт» в сравнительном аспекте с кормовой добавкой «ЛактуВет» на развитие и рост, иммунный статус, формирование репродуктивных органов ремонтного молодняка, продуктивность кур родительского стада, качество инкубационных яиц кросса «Хайсекс коричневый».

4. Воздействие льняного шрота, томатных и виноградных выжимок в рационах кур промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый» на переваримость питательных веществ, обменные процессы, яичную продуктивность кур второй фазы продуктивности.

5. Влияние обработки яиц кур кросса «Хайсекс коричневый» in ovo витаминами группы В на постнатальный рост и иммунный статус ремонтных молодок и кур промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый».

6. Обоснование экономической эффективности использования изучаемых добавок и препаратов в животноводстве и птицеводстве.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность основных положений, выводов и предложений производству обоснована репрезентативностью выборки при формировании подопытных групп животных биометрической обработкой полученных экспериментальных данных, наличием актов внедрения, использованием современных методик сбора и обработки экспериментальных данных. Анализы проведены в аккредитованных лабораториях на сертифицированном оборудовании.

Основные материалы диссертационной работы прошли апробацию на российских и международных научно-практических конференциях, где получили положительную оценку: Волгоград (2011, 2012, 2020, 2021 гг.). Наиболее значимые разработки соискателя демонстрировались на ВДНХ «Золотая осень» (Москва, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 гг.), Всероссийском смотре-конкурсе лучших пищевых продуктов, продовольственного сырья и инновационных разработок (Волгоград, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 гг.), на XXX специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» (Волгоград, 2020, 2021 гг.), на международной научно-практической конференции AGRITECH III – 2020 (Волгоград-Красноярск), где были награждены золотыми медалями и дипломами (см. Приложение Б).

Реализация результатов исследований. Результаты исследований диссертационной работы внедрены в ПЗК им. Ленина Суровикинского района Волгоградской области, СПК «Плодовитое» Малодербетовского района Республики Калмыкия, в АО «Агрофирма «Восток» Николаевского района и племрепродукторе II порядка СП «Светлый» (АО «Агрофирма «Восток») Светлоярского района Волгоградской области.

Публикация результатов исследований. В процессе подготовки диссертационной работы, согласно теме исследований, было опубликовано 56 научных работ, в т.ч. 14 статей – в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 18 – в изданиях, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus, Web of Science или RSCI, 7 патентов РФ на изобретения, 1 методические рекомендации, 2 комплекта нормативно-технической документации.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Использование микроводорослей в качестве устойчивого кормового ресурса в птицеводстве и свиноводстве

Ожидается, что к 2050 году население планеты вырастет примерно до 10 миллиардов человек, что увеличит спрос на сельскохозяйственную продукцию на 50%. Следовательно, необходимо увеличить производство зерновых и продуктов животного происхождения (мясо, яйца, молоко) чтобы покрытия ожидаемого спроса в данной сфере. Без комбикормов невозможно получение животноводческих продуктов, поэтому кукуруза и соя, являясь их основой, – востребованное сырьё [130; 181; 283]. Однако из-за ряда причин стоит потребность в их замене на более адаптированные к внешним условиям, имеющие преимущества по питательности и соответствующие принципам рационального природопользования и повышения качества животной продукции, альтернативные варианты [53; 393].

Среди мясных продуктов в Российской Федерации мясо птицы составляет более 45%, свинина – более 36%, говядина – в пределах 16% от общего объема и, их потребление имеет тенденцию к увеличению. Производство пищевых яиц колеблется в пределах 4,8 млрд. штук [181]. Таким образом, устойчивость производства яиц и мяса зависит от пригодности ингредиентов, заменителей кукурузы и сои, так как эти культуры рассматриваются как основа кормления моногастричных животных (птица, свиньи). Нужны альтернативные, экономичные и высококачественные ингредиенты в дополнение к обычному сырью для удовлетворения растущего спроса на корма. Традиционно микроводоросли использовались в качестве устойчивого ресурса для животноводства, птицеводства и аквакультуры из-за их высоких питательных свойств, за счет содержания в них углеводов, незаменимых жирных и аминокислот, каротиноидов и витаминов [5; 301; 351; 409; 442].

Первые эксперименты с управляемыми культовыми монокультурами, направленные на их практическое использование, начались в США в 1950-х годах, затем последовали Израиль, Япония, Германия, Россия и Чехословакия. Основное внимание было сосредоточено на выбранных одноклеточных пресноводных штаммах Chlorella, характеризующихся высокой скоростью роста, высоким содержанием ценных компонентов и устойчивостью к различным условиям роста (таким как температура и интенсивность культивирования, значения pH и CO_2, концентрация питательных веществ). В то время как использование солнечной энергии для фотосинтеза у сельскохозяйственных культур колеблется на уровне около 1%, культура хлореллы может увеличиваться до восьми раз [276]. Из-за содержания внутриклеточного белка, до 60% от сухой массы водорослей и, сбалансированного содержания незаменимых аминокислот, состав которых очень близок к животным белкам, было предложено использование биомассы хлореллы в качестве дополнительного источника белков как для человека, так и кормления животных с целью частичной или полной замены широко используемых белков. Основными причинами сдерживания производства водорослей были высокая стоимость и низкая перевариваемость из-за их жесткой целлюлозной клеточной стенки. Позднее перевариваемость значительно увеличилась, путем механического разрушения клеток водорослей с помощью бисерной мельницы, а производственные затраты были снижены за счет использования высокопродуктивных штаммов водорослей и соответствующей технологии культивирования и последующей обработки [276].

Фактически, около 30% производимой в мире биомассы микроводорослей в настоящее время используется для кормления животных [143; 272]. К настоящему времени было выделено и классифицировано более 30-40 тысяч различных штаммов микроводорослей [136; 311], и ожидается, что еще больше будет обнаружено для потенциального использования в кормах. Однако предстоит пройти долгий путь, прежде чем производство кормов на основе микроводорослей станет устойчивым и экономически целесообразным.

Растущий интерес к использованию микроводорослей в качестве корма привел к росту исследовательской деятельности и соответствующих публикаций в этой области [16]. Микроводоросли являются фотосинтезирующими микроорганизмами, которые потребляют атмосферный CO_2 и световую энергию для производства различных белков, углеводов и липидов, а также микроэлементов, включая минералы, витамины, полифенолы, флавоноиды и каротиноиды [226; 452]. Биохимические профили микроводорослей, обычно используемых для производства кормов для животных, представлены такими видами как Arthrospira platensis, Dunaliella salina, Hematococcus pluvialis, Chlorella sp., Nannochloropsis.

Микроводоросли очень динамичны и сильно различаются среди штаммов из-за различий условий выращивания. Помимо известных метаболитов, микроводоросли представляют собой ресурс неиспользованных соединений, которые могут иметь уникальные свойства и интересные аспекты применения, включая липопротеины, стеролы, алкалоиды и не только [313; 419]. Эти вещества обладают рядом положительных свойств, таких как укрепление иммунной системы, что в конечном итоге сокращает использование антибиотиков в животноводстве, птицеводстве и аквакультуре [445; 453].

Микроводоросли являются многообещающим источником белка как для пищевых продуктов, так и для кормов. Они не требуют пахотных земель и производятся в фотобиореакторах или водоемах с использованием, например, соленой или сточной воды. Водоросли появились на Земле 3,5 миллиарда лет назад. Это примитивные, как правило, водные и фотосинтезируемые организмы размером от 0,2-2,0 мкм в диаметре (микроводоросли) и фитопланктон до 60 м в длину (макроводоросли) могут делиться один или несколько раз в сутки. Водоросли классифицируются по сочетанию признаков на хлорофиты, феофиты, хризофиты, родофиты (макроводоросли), пиррофиты и цианофиты (микроводоросли). Химический состав водорослей колеблется в широких пределах и зависит от условий окружающей среды.

Одним из факторов, позволяющих оценить производство микроводорослей, выступает способ их применения в как биосеквестров углекислого газа. Это даст возможность коллаборации этой новой сферы производства с биоперерабатывающими заводами для снижения парниковых газов в озоновом слое [247]. Вид микроводорослей наряду с другими факторами предопределяет уровень питательности данного сырья со значительным разбросом данных. Однако микроводоросли по белково-жиро-углеводному профилю характеризуются наряду с обычными кормами.

Микроводоросли были изучены для нескольких экономических сфер применения, включая кормление животных с оценкой влияния на подопытных и качество выработанной в результате мясной продукции [121; 256; 262]. Это фотосинтетические организмы, способные эффективно преобразовывать атмосферный углекислый газ в ценные продукты, включая углеводы, липиды, белки и пигменты. Поэтому они находят перспективное применение в пищевой и комбикормовой промышленности [292]. В настоящее время разрабатываются крупномасштабные системы культивирования и новые технологии, позволяющие сделать выращивание микроводорослей экономически целесообразным [390].

Широкий спектр стотысячного видового разнообразия микроводорослей структурирован в 4 группы: зеленые водоросли (Chlorophyceae), золотистые водоросли (Chrysophyceae), сине-зеленые водоросли (Cyanophyceae) эукариотические диатомеи (Bacillariophyceae) [357]. Существуют гетеротрофные микроводоросли, вместо солнечной энергии питающиеся органическим углеродом, но в своей многочисленной массе представлены автотрофами, зависящими от солнечного света и углекислого газа. Гетеротрофы с помощью биореакторов легко культивируются, служа базой для выработки их биомассы. Для создания последней нужны любые сточные воды, вода солёная и пресная. А выращивание микроводорослей неприхотливо к землям и осуществимо на несельскохозяйственных угодьях, прибрежных пустынных и полузасушливых районах землях [247].

В животноводстве дорогу микроводорослям проложили опыты применения их видов Arthrospira sp., известной как спирулина, Chlorella sp. и Schizochytrium sp. Спирулина в высушенном виде обладает 60-70% белковостью. Характеризуется обилием витаминных и провитаминных антиоксидантов и жирных кислот, в особенности γ-линоленовой кислоты, которая способна переходить в мясное сырьё [210]. Диапазон изменения содержания сырых углеводов, сырого жира и золы в пересчете на сухую массу: 17,8-22,6%, 1,8-7,3% и 6,5-9,5% соответственно. Хлорелла (Chlorella sp.) имеет 50-60% белковость от сухой массы и насыщена кобаламином (витамина B_{12}), становясь его источником [303; 357]. Schizochytrium sp. богата докозагексаеновой кислотой (DHA) в составе собственных липидов. В научной сфере данный биокомпонент известен в виде экстракта DHA-Gold в качестве кормовой добавки [465]. Имеет низкую белковость в 12,1% от сухой массы, но отличается высоким уровнем сырого жира 38,0-71,0% от сухой массы.

Перевариваемость биомассы водорослей является важным требованием для ее использования, но жесткая целлюлозная клеточная стенка ограничивает усвояемость в желудочно-кишечном тракте животных с однокамерным желудком. Усвояемость протеина хлореллы, высушенной на солнце, составляет менее 30%, а после барабанной сушки с частичным разрывом клеточной стенки увеличивается до 68% [229; 295]. Максимальная усвояемость около 80%, которая сравнима с усвояемостью казеина, была достигнута, когда 90% клеток были разрушены.

Более высокое потребление корма и увеличение живой массы свиней с дезинтегрированными клетками водорослей были описаны Jahn S., Sieber E. et al. [316]. Повышенная питательная ценность клеток, обработанных ультразвуком, была доказана Janczyk P. et al. [317]. Обнаружено значительное увеличение фагоцитарной активности лейкоцитов у цыплят-бройлеров в ответ на обогащение корма 0,5% дезинтегрированной хлореллы, что привело к лучшему использованию питательных веществ и снижению смертности [401]. Storandt R., Pulz O. et al. [441] сообщили о положительном влиянии хлореллы на использование корма поросятами, причем 1%-ые добавки были наиболее эффективными. Было обнаружено, что поросята в возрасте от 4 до 6 недель улучшили потребление корма на 11,8% и конверсию корма на 13,6%.

Мелихов В.В. и др. [115], Köhler P., Storandt R. et al. [339], добавляли хлореллу в корм для свиноматок и поросят в качестве 1%-ой добавки и, хотя это не повлияло на рост поросят, авторы сообщили о 50% увеличении количества живорожденных поросят в каждом помете и увеличении общей массы помета. Также наблюдалась тенденция к снижению падежа поросят до отъема на 6,8%, а после отъема на 8,6%. Свиноматки, получавшие 1% водорослей за 14 дней до спаривания и в период лактации, выделяли значительно меньше азота с фекалиями.

Эти эффекты, вероятно, были вызваны влиянием хлореллы на кишечную микрофлору с последующим более высоким использованием азота. Это предположение было подтверждено Yan L. et al. [478] в экспериментах с добавлением биомассы Chlorella fermented откармливаемым свиньям. Хлореллаин в дозе 0,1% улучшал усвояемость питательных веществ, снижал содержание аммиака и сероводорода в фекалиях и уменьшал выделение фекальных газов. В кишечной микрофлоре свиней, получавших добавки, было обнаружено более высокое содержание Lactobacillus и более низкое содержание Escherichia coli.

Исследования показали, что добавление к традиционным кормам микроводорослей, например, Chlorella, Scenedesmus и Arthrospira, может положительно повлиять на рост, здоровье, общую физиологию животных, качество и количество продукции [21; 42; 46; 114; 343]. Кроме того, выявлено, что комбикорм с микроводорослями снижает уровень холестерина у животных, улучшает иммунный ответ [144; 396], способствует продуктивности птиц и улучшает качество мяса и яиц [190; 357], обеспечивает устойчивость к болезням благодаря противовирусному и антибактериальному действию [178; 269], улучшает функцию кишечника [60; 242], обогащает колонизацию пробиотиками [186; 242] и увеличивает конверсию корма [15; 453]. Кроме того, недавно было доказано, что корм на основе водорослей повышает репродуктивную функцию и помогает контролировать живую массу [377].

Эти исследования показывают, что добавление в рацион животных даже низких и экономически приемлемых уровней биомассы хлореллы может иметь положительное влияние, что связано с улучшением вкусовых качеств корма, потреблением и конверсией корма [316; 478], а также более высокой усвояемостью минералов [449] и непрямым влиянием на рост [308]. После переэтерификации липидной фракции в метиловые эфиры жирных кислот, оставшуюся обезжиренную биомассу (в основном белки) добавляли в рацион поросят-отъемышей, поросят на доращивании и кур-несушек. Все подопытные животные хорошо переносили включение этих белков водорослей, заменяя, таким образом, кукурузную и соевую муку в рационе [293].

В конце 1980-х и начале 1990-х годов внимание привлек водный экстракт клеток хлореллы, содержащий свободные аминокислоты, пептиды, гликопротеины, полиамины, фитогормоны, некоторые витамины, минералы и другие еще неопределенные компоненты [275]. Экстракт способствует регенерации тканей, росту и делению клеток. Стимулирует продукцию лейкоцитов и фагоцитарную активность, способствует образованию антителопродуцирующих лимфоцитов. Экстракты также обладают пробиотическим действием, влияя, таким образом, на кишечную микрофлору.

Пищевые добавки 1%-ной хлореллы в форме CGF и свежей жидкой хлореллы повышали иммунные характеристики (количество лимфоцитов) и популяцию лактобацилл у цыплят [330]. Другие данные исследований показали, что положительное влияние кормления хлореллой на птицу привело к увеличению популяции Lactobacillus [317; 486]. Также сообщалось о защитном действии водорослей против тяжелых металлов благодаря хелатированию ионов и связыванию с металлотионеинами [257]. Помимо хлорной массы, хлорелла содержит широкий спектр оранжевых и желтых каротиноидов, которые способствуют фотосинтезу, а также защите клеточных структур от повреждения свободными радикалами и ультрафиолетовым излучением. Наиболее ценным из них является бета-каротин, соединение, которое клетки млекопитающих не могут синтезировать. В хлорелле его концентрация находится в диапазоне 0,1-0,2% сухой массы.

Было показано, что β-каротин не только хорошо известен как провитамин А, но и предотвращает злокачественные новообразования. Его антиоксидантное действие защищает клетки и ткани от неблагоприятного воздействия свободных радикалов, которые нарушают гомеостаз клеточных структур и снижают сопротивляемость болезням. Пигментирующая эффективность каротиноидов водорослей необычайно высока. Обогащение кормовой смеси для яичных кур-несушек 2% дезинтегрированных клеток хлореллы повышает концентрацию каротиноидов в яичном желтке в пять раз.

Подобные эффекты наблюдались и при добавлении 0,3% дезинфицированной хлореллы в рацион несушек. Цветность желтка возросла, содержание β-каротина значительно увеличилось, а яичная скорлупа стала более прочной по сравнению с контролем [342]. Значительное влияние на цвет яичного желтка также было обнаружено путем добавления 0,1 и 0,2% ферментированной хлореллы в рацион кур [486]. Nannochloropsis oculata, скармливаемый курам-несушкам, значительно повышал содержание лютеина и зеаксантина в яичных желтках [289], а Chlorella, полученная в результате гетеротрофной ферментации [277], богата «желтыми» пигментами.

Влияние хлореллы, содержащей высокий уровень β-каротина, исследовали на молодых свиноматках. Опытной группе скармливали синтетический β-каротин в течение месяца в дозе 100 мг в день. В результате чего свиноматки раньше вступили в половую охоту, что привело к более высокой частоте супоросности. Другой группе давали 1,5 г дезинтегрированного порошка хлореллы на голову. При этом существенно улучшались оба репродуктивных параметра, т.е. начало течки и частота наступления супоросности [342].

Селен (Se) и йод (I) являются незаменимыми микроэлементами, важными для здоровья человека и животных. Se является функциональным компонентом g-пероксидазы, который в сочетании с витамином Е амортизирует разрушительное действие реакций перекисного окисления на живые клетки. Он снижает токсичность тяжелых металлов в организме, поскольку способствует образованию безвредных комплексов.

Для увеличения потребления селена, в корм животным обычно добавляют селенитовую соль. Наиболее распространенной формой является селенит натрия, хотя он хуже метаболизируется, чем Se, связанный в виде селенометионина [443]. Дефицит йода приводит к серьезным нарушениям, связанным с ростом и развитием животных. Как селен, так и йод играют существенную роль в синтезе гормонов щитовидной железы, которые контролируют уровень метаболизма почти у всех млекопитающих. Однако биодоступность этих элементов зависит от их химической формы: клеточное использование органического селена или йода выше и менее токсично, чем неорганических форм [275].

В последнее время возрос интерес к добавкам в корма для животных связанного селена, поскольку клеточный селен накапливается, когда водоросли растут в присутствии высоких уровней селена [276]. Внутри клетки Se связан с белками, 70% которых представлены селенометионином. Использование биологически связанного селена изучено у разных видов домашних животных. Skřivan M., Šimáně J. et al. [433] скармливали дезинтегрированную биомассу хлореллы, обогащенную селеном, курам-несушкам и сравнивали результаты с курами, которых кормили селенитом натрия. Несмотря на равные дозы добавки селена, они обнаружили значительное увеличение массы яиц и более высокое содержание селена в яйцах кур, получавших органически связанный селен.

Бройлеров также кормили хлореллой, обогащенной селеном, и у них наблюдалось значительно более высокое отложение этого элемента, а также витамина Е в мясе вместе с улучшением качества мяса [433]. В экспериментах, проведенных на свиноматках, было показано лучшее использование органического селена по сравнению с неорганическими формами. Эти данные подтверждают не только эффективное использование органического селена свиноматками, но и его трансплацентарный перенос [359]. По мнению Горлова И.Ф. и др. [36], эффективное производство обогащенной селеном хлореллы должно способствовать более широкому практическому использованию этой формы кормовой добавки. Низкое содержание йода в почве, как и селена, часто приводит к его дефициту в кормах.

Способность морских водорослей накапливать йод хорошо известна и некоторые виды, такие как Laminaria digitata, успешно используются в качестве пищевых добавок и для стимуляции функции щитовидной железы [344]. Тот же вид морских водорослей был использован He M.L., Hollwich W. et al. [306] у свиней для увеличения содержания йода в мясе. Стандартная биомасса хлореллы содержит лишь незначительное количество йода, но она может быть обогащена в определенных условиях культивирования до уровня, достаточно высокого для полного удовлетворения потребностей в нем. Важно отметить, что йод связан с белковой фракцией биомассы [355]. Хлорелла, обогащенная йодом, использовалась в экспериментах со свиноматками, результаты которых показали значительное увеличение уровня его в молозиве. У свиноматок, получавших неорганический калий йодистый и йод, связанный с биомассой хлореллы в дозе 0,6 мг/кг корма за 14 дней до опоросов и во время лактации, уровни йода в молоке животных первой группы были значительно ниже по сравнению с теми свиноматками, которые получали обогащенную хлореллу [225].

Обращая взор на вышеуказанную проблему неперевариваемости клеточной стенки микроводорослей сельскохозяйственными животными – обладателями однокамерного желудка стоит создать новые технологии повышения усвояемости нутриентов микроводорослей и рентабельного их использования в кормовой промышленности [353]. Углеводно-активные ферменты были изучены для улучшения переваривания диетически сложных углеводов из микроводорослей [259], которые были испытаны в кормлении свиней и птицы, чтобы доказать их эффективность [207; 361; 389].

Было установлено, что использование кормовых ферментов, а именно углеводно-активных (КАЗимов), которые лизировали трудно перевариваемые клеточные стенки хлореллы, и обеспечивали усвояемость питательных веществ микроводорослей моногастричными животными [416]. Rovabio® – это смесь КАЗимов, содержащая в основном ксиланазы и β-глюканазы для рационов на основе злаков, эффективно использовавшаяся для рационов, содержащих микроводоросли [258; 361]. Было доказано, что смесь из четырех казимов, состоящая из альгинатлиазы, экзо-β-глюкозаминидазы, лизоцима и деацетилазы пептидогликановой N-ацетилмураминовой кислоты, также разрушает клеточную стенку Chlorella vulgaris [259].

Параллельно существует проблема неэффективности имеющейся технологии получения микроводорослей, что сильно ограничивает их использование. Действительно, производство микроводорослей, как правило, очень дорого. Однако такие затраты, вероятно, будут снижены в ближайшие годы за счет оптимизации технологии производства и увеличения продуктивности микроводорослей. Микроводоросли после методом сушки переводят в порошкообразное состояние, удобное для внедрения в рационы животных, так как пролонгируется срок годности продукта, обеспечивающий длительность хранения и комфортность транспортировки данного кормового сырья.

Содержание эссенциальных докозагексаеновой и эйкозапентаеновой ЖК, являющихся омега-3 длинноцепочечными ПНЖК и способствующих здоровью нервной и сердечно-сосудистых систем организма человека, в свинине снижено, что ущемляет питательную ценность данного продукта по жирам [356]. Мониторинг жирнокислотного профиля свинины на современном этапе технологических решений представляет собой средство благотворного влияния на сенсорную и питательную составляющую данного мясного продукта [307]. Имеющее мировое признание белое мясо богато белком, но является низкожирным, что не позволяет осуществить полноценное питание человека для здоровья [262].

Имеются сведения, что нашедшие применение в кормопроизводстве виды водорослей способны помочь достичь в пищевой продукции животноводства большей насыщенности n-3 ЖК [374]. Птица и свиньи, обладающие желудком с одной камерой, при видоизменении рационов, чувствительны к содержанию жирных кислот, что позволяет осуществлять прирост n-3 жирных кислот в их продукции. Внедрение n-3 длинноцепочечных-ПНЖК чревато возможностью интенсификации окисления жиров, в частности перекисного, в мясе и продуктах из него. Существует авторская стратегия по объединению антиоксидантно активных соединений (витамин Е, микроэлемент Se и т. п.) с ПНЖК с ограничением содержания последних в рационах птицы и свиней для нивелирования последствий перекисной порчи липидов, негативно сказывающейся на вкусо-визуальных характеристиках мяса [121; 240; 473].

Исследователи-технологи в сфере переработки мяса ставят задачей поиск способов корректировки содержания n-3 полиненасыщенных жирных кислот в сырье и мясных продуктах в большую сторону [268; 373; 469]. К тому же вторичное сырьё, получаемое при выработке биотоплива вследствие низкой эффективности экстрагирования жиров, обогащено жирными кислотами n-3 ПНЖК. Это позволяет рассматривать остаточное волокно в виде ценного и стабильного кормового сырья [391].

Чтобы понять признаки качества мяса наряду с классическими методам стали применять метод инновационного характера – омика, позволяющий производить на молекулярном уровне оценку метаболизма тканей [404]. При внедрении микроводорослей в свежем виде в ежедневный рацион по 2 г на каждую особь с весом 30,6-96,4 кг выявлена прибавка среднесуточного прироста на 9,26% по сравнению с контрольной группой, без оказания влияния на толщину шпика, но при этом количество внутримышечного жира в мясе уменьшилось на 0,33% [428]. При этом авторы не исследовали состав жирных кислот и сенсорные характеристики мяса. Имеются сведения об отличии мяса опытных групп в сторону большей выраженности запахов и присутствию вяжущего мясного послевкусия по сравнению с контрольной группой в присутствии 6,60-12,5% в рационе данной микроводоросли [210], что могло быть обусловлено большим присутствием C18:3 n-3 и C18:3 n-6 в подкожно-жировой клетчатке, без влияния на перекисное окисление липидов.

Martins C.F. et al. [361] кормили поросят-отъемышей в течение месяца с 10% содержанием лизоцимообогащённой и чистой спирулины. Они не выявили их негативного влияния на качество мяса, так улучшились нежность и вкус продукта. При этом химический состав мяса опытных групп стал отличаться большим числом каротиноидов и ПНЖК C18:3 n-6. В целом, вышеперечисленные исследования имели повышенные уровни полиненасыщенных жирных кислот в мясе. Это неудивительно, поскольку известно, что спирулина имеет высокое содержание ПНЖК, особенно C18:3 n-6. Более того, высокое содержание ПНЖК не было связано с повышенными значениями реактивного вещества тиобарбитуровой кислоты [210].

Изучение влияния 5% Chlorella vulgaris в рационах поросят на откорме продемонстрировало улучшение пищевой ценности свинины за счет увеличения общего содержания каротиноидов и n-3 ПНЖК. Кроме того, было обнаружено, что использование карбогидраз оказывает незначительное влияние на показатели качества мясного сырья без воздействия на показатели роста и, при той же концентрации микроводорослей потребность стимуляции пищеварения у свиней ферментами отсутствует [259; 361].

Андрианова Е.Н. и др. [5], Sardi L., Martelli G. et al. [418], обнаружили, что внедрение Schizochytrium sp. (0,50%) в рацион кастрированных поросят позволяют увеличить содержание докозагексаеновой кислоты в длиннейшей мышце спины (ДМС), корейке и спинном жире. Обработки не влияли на продуктивность животных, значения pH, цвет мяса, количество йода в подкожном жире и содержание эйкозапентаеновой кислоты в длиннейшей мышце спины и хребтовом жире. Изучение состава жирных кислот различных тканей (длиннейшей мышцы грудной клетки, длиннейшей мышцы спины, полуперепончатой мышцы и диафрагмы), обогащенных диетическими n-3 ПНЖК из Schizochytrium sp. (0,9, 1,9 и 3,7%) у свиней на откорме (от 50,7 до 115 кг) зафиксировало, что отложение доказагексаеновой кислоты зависит от расположения ткани. Более высокое содержание ПНЖК n-3 и n-6 было обнаружено в тканях, расположенных на конечностях, по сравнению с тканями средней части туши. Содержание C20:4 n-6, C20:5 n-3 и C22:6 n-3 увеличивались в тканях свиней, которых кормили микроводорослями.

Тем не менее, высокое содержание ПНЖК увеличивало перекисное окисление липидов свинины и запах рыбы, различимый обученной сенсорной комиссией, которая пришла к выводу, что в кормах для свиней следует использовать микроводоросли не выше 1,5%, ведь это позволит чтобы предотвратить негативное воздействие на свинину, а именно на её сенсорные параметры и хранимоспособность. Высокий уровень включения (5%) Schizochytrium sp. в рационах свиней на откорме выявил накопление доказагексаеновой и эйкозапентаеновой кислот в длиннейшей и полусухожильной мышцах грудной клетки свиней, которых кормили микроводорослями, без значительного влияния на качественные характеристики мяса.

Однако содержание белка в длиннейшей мышце грудной клетки увеличилось из-за приема богатых доказагексаеновой кислотой микроводорослей, которые способны вызвать процесс образования мышечного белка [327]. Известны опыты с микроводорослями Schizochythrum. sp., которые показали повышение уровня доказагексаеновой и эйкозапентаеновой кислот в свинине без негативного влияния на продуктивность свиней [236; 268]. Что касается качественных характеристик мяса, то уровень включения 5% C. vulgaris в сочетании с предварительно выбранной смесью из четырех казимов влиял только на окислительную стабильность longissimus lumborum на 8-й день после убоя (хранение при 4 °C).

После 8 дней хранения в холодильнике повышенные уровни тетрабутиламмония отражают более высокую нестабильность мяса поросят, которых кормили микроводорослями, с использованием смеси из четырех казимов по сравнению с контрольной группой. Вероятно, это связано с низкой активностью по поглощению радикалов внутренних антиоксидантов для смягчения окисления липидов, вызванного повышенным содержанием n-3 ПНЖК. Тетрабутиламмоний более 0,5 мг малонового диальдегида/кг свежего мяса признаны критическими, поскольку при таком уровне окисления липидов потребители легко воспринимают неприятные запахи [474]. Только на 8-й день хранения вещества, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой (TBAR), были выше этого порогового значения.

Кормление поросят 5% C. vulgaris, отдельно или в сочетании со смесью четырех казимов, увеличивало дипиколиновую и докозагексаеновую кислоты, демонстрируя положительное соотношение между n-3 ПНЖК в рационе и n-3 ПНЖК, содержащимися в длиннейшей поясничной мышце [200; 362]. Значительное увеличение общего количества каротиноидов в длиннейшей поясничной мышце наблюдалось у поросят, которых кормили C. Vulgaris. Как подчеркивают Coelho D., Pestana J., Almeida J.M. [258], перенос каротиноидов в мясное сырьё из микроводорослей способствует росту его питательных свойств, ведь при 5% C. vulgaris присутствия в корме у свиней обнаружен в мясном сырье двукратный прирост каротиноидов. Микроводоросль спирулина часто исследуема в области кормления бройлеров.

Изучение этой микроводоросли в качестве ингредиента (12-17% высушенной на солнце спирулины) в рационах бройлеров не оказало влияния на показатели роста и качества мяса. Однако каротиноиды спирулины были обнаружены в коже, мышцах грудки и бедер, а также в жировых отложениях, которые имели более яркую цветовую пигментацию, по сравнению с контрольной группой. Также было обнаружено, что мясо грудки и бедра бройлеров, при 15% присутствии спирулины в корме, способствовало росту концентрации каротиноидов и появлению желтизны в мясе [389].

Включение 4% и 8% спирулины в рационы цыплят-бройлеров в течение 16 дней положительно повлияло на показатели цвета мяса, что может быть интересным способом контроля цвета мяса бройлеров [454]. Также было подтверждено улучшение качества мяса, такое как повышенная влагоудерживающая способность и снижение посторонних явлений в органолептике при 9,7-11,8% внедрении в рацион бройлеров спирулины [211]. При минимальном добавлении спирулины от 0,25% до 1% с шагом в 0,25% в рацион этой же птицы выявлено, что после недели хранения потери мяса грудки по сравнению с контрольной группой ниже [387]. Bonos E. et al. [236] в 42 дневном периоде опробовали 0,5 и 1% внедрение спирулины в рацион бройлеров и, хотя это не повлияло на перекисное окисление липидов, уровни ПНЖК были повышены в мясе грудки и бедра, особенно доказагексаеновой кислоты в мясе бедра.

1.2 Пребиотики и, в частности, лактулоза как альтернатива кормовым антибиотикам в кормлении животных и птиц

Осведомленность о потенциальных негативных последствиях включения антибиотиков-стимуляторов роста в рационы свиней привело к повышенному интересу выращивания свиней без них. Тем не менее устранение антибиотиков, стимулирующих рост, из рационов поросят после отъема, может усугубить проблемы с болезнями и снизить показатели роста.

Напротив, удаление антибиотиков-стимуляторов роста из рационов свиней на доращивании и откорме вполне допустимо [32; 40]. Тем не менее, чтобы избежать негативных последствий удаления антибиотиков-стимуляторов роста из рационов свиней, необходимо найти им альтернативу [37; 122]. В качестве натуральных кормовых добавок, способных в определенной степени заменить антибиотики, используют пребиотики. Еще в 1921 году Rettger L.F., Cheplin H.A.A. [402] сообщили, что после употребления углеводов кишечная микробиота обогащается молочнокислыми бактериями. Некоторые углеводы, включая некрахмалистые полисахариды, устойчивый крахмал и неперевариваемые олигосахариды, которые могут ферментироваться кишечными микроорганизмами, можно классифицировать как пребиотики.

Лактулоза является полусинтетическим дисахаридом и не может метаболизироваться или всасываться в кишечнике, поэтому его можно классифицировать как неперевариваемый углевод. Однако он может метаболизироваться в толстой кишке сахаролитической микробиотой. Преимуществом использования неперевариваемых карбогидратов является стимуляция роста лактобацилл в кишечнике и, в конечном итоге, ферментация лактобактериями, бифидобактериями и другими видами бактерий заднего отдела кишечника [297]. Как и другие полисахариды, лактулоза ферментируется в желудочно-кишечном тракте бактериями с образованием короткоцепочечных жирных кислот.

Газообразный водород является одним из его метаболитов, который может выступать в качестве эффективного идеального агента. Более высокое дыхание может быть обнаружено после перорального введения лактулозы. Было обнаружено, что после введения лактулозы концентрация водорода в выдыхаемом воздухе увеличивалась через 15 мин и достигала пика через 45 минут. Между тем лактулоза в комплексе с лечением антибиотиками не обнаружила улучшения уровня водорода в выдыхаемом воздухе [27]. С одной стороны, часть газообразного водорода может проходить через стенку слизистой оболочки кишечника в кровь и транспортироваться к другим органам. С другой стороны, водород также может метаболизироваться кишечной микробиотой.

Эти результаты показывают, что бактериальная ферментация может играть важную роль в благотворном действии лактулозы на животных [110; 124; 140; 194; 283]. Когда пребиотики достигают толстой кишки, они становятся питательными субстратами для полезных кишечных бактерий [95]. Скопичева В.Г. совместно с Максимюк Н.Н. заявляют, что «регулирование питания микроорганизмов пищеварительного тракта является одной из основных задач в физиологии кормления» [108].

Экологическая система кишечной микробиоты представляет собой многочисленное сообщество организмов, включая бактерии, археи, грибки и вирусы, которые колонизировались в желудочно-кишечном тракте. Сложные и разнообразные сообщества микробиоты играют важную роль в разложении и трансформации питания, вторжении иммунитета и развитии структуры ворсинок кишечника посредством симбиотических отношений с хозяином [383; 436]. Состав микробиоты кишечника важен для любого организма, и увеличение популяции бактерий рода Bifidobacterium, лактобацилл и эубактерий в кишечнике может улучшить здоровье животных и снизить риск заболеваний. Рост данных бактерий увеличивает концентрацию молочной и уксусной кислот, что снижает pH в кишечнике и усиливает ферментацию с последующим увеличением концентрации короткоцепочечных жирных кислот, приводя к гибели части патогенных микроорганизмов.

Неперевариваемые углеводы являются основным субстратом для кишечной микробиоты, однако только часть неперевариваемых углеводов может считаться пребиотиком, поскольку не все неперевариваемые углеводы влияют на микробную популяцию. Инулин, фруктоолигосахариды, трансгалактоолигосахариды и лактулоза являются наиболее распространенными углеводами, признанными пребиотиками, поскольку эти углеводы легко ферментируются и, следовательно, приводят к снижению pH просвета [223; 266]. Однако другие пищевые углеводы, такие как арабиноксиланы, ксилоглюканы и резистентный крахмал, также могут оказывать пребиотическое действие [223]. Пребиотики также могут быть получены путем химической обработки, которая гидролизует полисахариды (изомальтоолигосахариды из крахмала), или путем ферментативного или химического синтеза из дисахаридов.

Большинство пребиотиков синтезируют или выделяют из полисахаридов растений и водорослей [166; 185; 408; 476]. Благотворное влияние пребиотиков в рационах свиней было связано с повышенной способностью к брожению, поскольку последующий синтез короткоцепочечных жирных кислот приводит к снижению pH кишечника. Повышенные концентрации короткоцепочечных жирных кислот также снижают ферментацию белка в кишечном тракте [349]. Бутират регулирует рост эпителиальных клеток и вызывает дифференцировку и апоптоз в тонкой кишке, что, как считается, приводит к усилению пролиферации кишечных клеток и улучшению пищеварительной и абсорбционной способности тонкой кишки [349; 466]. Добавление 100 или 200 мг/кг хитоолигосахарида (производного хитозана) в рационы поросят-отъемышей улучшило показатели роста и повысило усвояемость питательных веществ, снизило частоту диареи и улучшило морфологию тонкого кишечника [37; 350].

Изомальтоолигосахариды, добавленные в количестве 6,0 г/кг корма поросят-отъемышей, улучшили показатели роста, снизили количество фекальных показателей и повысили общую усвояемость сухих и органических веществ, общей энергии рационов, скармливаемых поросятам-отъемышам. Кроме того, увеличение высоты ворсинок в подвздошной кишке и повышение концентрации летучих жирных кислот в содержимом слепой и толстой кишки наблюдались при добавлении в рацион изомальтоолигосахаридов [470; 476]. Однако добавление 0,1% цикория, маннановых олигосахаридов или 0,02% хитозана в рационы поросят-отъемышей не повлияло на показатели роста или концентрацию IgA в сыворотке [348], а также добавление инулина в рационы поросят-отъемышей не влияло на усвояемость общей энергии или сухого вещества и на удержание азота [201].

Результаты аналогичного исследования также показали, что пребиотик лактулоза может привести к повышению концентрации сывороточных IgM и IgA и улучшению иммунитета против Salmonella typhymuriun [375]. Сообщалось также о положительном влиянии лактулозы на показатели роста, состав микробиоты и иммунный ответ поросят-отъемышей, зараженных энтеротоксигенными штаммами E. coli K88 или S. typhymuriun, но у откармливаемых поросят эти эффекты не наблюдались [302; 375; 455].

Различные кормовые добавки используются в исследованиях, с целью выявления у них пребиотических свойств и влияния на микробиоту желудочно-кишечного тракта и общее состояние здоровья свиней. Liu X. et al. [350] вводили трансгалактоолигосахариды в дозе 35 г/кг корма свиньям в течение 6 недель. Было обнаружено значительное увеличение количества бифидобактерий и лактобацилл в кале по сравнению с контрольной группой. Горлов И.Ф. и др. [40], Ряднов А.А. [150], Guerra-Ordaz A.A., González-Ortiz G. et al. [302] проверили влияние фруктоолигосахарида (ФОС), используемого в дозах: 0, 2, 4 и 8 мкг/кг корма, на активность пищеварительных ферментов, морфологию и микробиоту кишечника. Установлено, что введение ФОС в дозе 4 г/кг корма оказывало положительное влияние на среднесуточный прирост исследуемых животных, а также рост бифидобактерий и лактобактерий с одновременным подавлением роста кишечной палочки в желудочно-кишечном тракте цыплят.

С другой стороны, в исследовании Juśkiewicz J., Jankowski J., Zduńczyk Z. et al. [324], проведенном на индейках в течение 8 недель, не было обнаружено никакого влияния ФОС, используемого в концентрациях 0,5, 1 и 2%, на рост и продуктивность животных. Однако при введении ФОС в концентрации 2% было отмечено снижение pH кишечника. Добавление в рацион цыплят-бройлеров пребиотиков приводит к снижению pH желудочно-кишечного тракта и увеличению количества лактобацилл и бифидобактерий, вызванных увеличением количества летучих жирных кислот [488].

В своем исследовании Yusrizal X., Chen T.C. [482] проверили влияние кормления цыплят-бройлеров кормом, содержащим фруктан (полученный из цикория), на рост птиц, длину и структуру кишечника. Эксперимент проводился на цыплятах-бройлерах в течение 6 недель. Было обнаружено улучшение прироста массы тела, конверсии корма и снижение уровня холестерина в сыворотке крови. Более того, добавление фруктанов в корм приводило к увеличению количества бактерий рода Lactobacillus и уменьшению количества потенциальных патогенов, таких как сальмонелла и кампилобактер, в желудочно-кишечном тракте цыплят-бройлеров.

Добавление инулина и маннанолигосахаридов индюкам в двух разных концентрациях (0,1 и 0,4%) в качестве кормовой добавки в течение 8 недель выращивания не повлияло на потребление корма и увеличение массы тела индеек. Однако в группах, получавших пребиотики, наблюдалась более высокая концентрация короткоцепочечных жирных кислот относительно группы без них [439].

В других исследованиях, на индейках, выращиваемых в течение 18 недель, добавление корма с маннанолигосахаридами привело к лучшему росту опытных животных [431]. Исследования, проведенные Thitaram S.N., Chung C.H., Day D.F. et al. [451], подтвердили влияние изомальтоолигосахаридов, вводимых в следующих концентрациях: 1, 2 и 4% (по массе) на микробиоту кишечника цыплят-бройлеров, инфицированных Salmonella Typhimurium. Добавление в корм для животных изомальтоолигосахаридов привело к значительному снижению количества сальмонелл тифимуриума. Также было отмечено, что добавление изомальтоолигосахаридов в корм приводило к увеличению количества бактерий рода Bifidobacterium.

Другие исследователи сосредоточились на эффекте кормления цыплят кормом с добавлением 5 различных олигосахаридов: инулин, олигофруктоза, маннанолигосахарид, короткоцепочечный олигосахарид и трансгалактоолигосахарид. Однако чрезмерно высокая доза пребиотика может оказывать негативное влияние на желудочно-кишечную систему и задерживать процесс роста животных [40; 91; 110; 227]. Аналогичным образом, исследования, проведенные на цыплятах-бройлерах, продемонстрировали, что введение корма с добавлением галактоолигосахаридов в различных концентрациях в течение 40 дней выращивания не оказывало влияния на потребление, конверсию корма и массу тела птицы [323]. Тем не менее, добавление пребиотика оказало положительное влияние на увеличение количества бифидобактерий в кишечнике исследуемых цыплят.

Основной эффект пребиотиков на здоровье цыплят заключается в увеличении количества бифидобактерий и снижении колонизации кишечника патогенными бактериями [73; 90; 92; 323]. Учитывая функциональные эффекты микробиоты, было предпринято множество попыток сбалансировать микробиоту кишечника, чтобы нормализовать микробиоту в кишечном тракте и сохранить здоровье хозяина. Например, добавление питательных элементов, пробиотиков и пребиотиков или симбиотиков.

Газообразный водород является одним из метаболитов бактериальной ферментации в кишечнике, который, как было доказано, действует как новый антиоксидант [294]. Было доказано, что водород проникает через цитоплазматические мембраны, нацеливаясь на внутриклеточные органеллы, избирательно нейтрализует цитотоксические активные формы кислорода [382]. В результате газообразный водород применялся при многих заболеваниях, таких как индуцированное декстрансульфатом натрия воспаление толстой кишки и ишемически-реперфузионные повреждения кишечника. В доступных публикациях было отражено, что 70% видов микробов желудочно-кишечного тракта кодируют генетическую способность метаболизировать водород [472], а это значит, что уровни водорода могут влиять на микробную активность кишечника, популяцию или сообщество.

В исследованиях Shimamura Y., Shinke M. et al. [428] сообщалось, что растворенная в молекулярном водороде щелочная электролизированная вода оказывает сильное антимикробное действие и значительно снижает популяции патогенных бактерий, таких как Escherichia coli и Salmonella. Как известно, водород вырабатывается постоянно при нормальных физиологических условиях у млекопитающих, в первую очередь во время ферментации неперевариваемых углеводов бактериями в толстой кишке. Следовательно, введение пребиотиков, продуцирующих водород, также может быть жизнеспособным методом обеспечения функционального водорода для моногастричных животных и людей.

Лактулоза – синтетический невсасывающийся дисахарид, состоящий из фруктозы и галактозы [386]. Сообщалось, что микробная ферментация лактулозы в задней кишке может индуцировать значительное количество эндогенного водорода, оказывая благотворное влияние на регенерацию печени [481] и церебральную ишемию-реперфузию [485]. Кроме того, введение лактулозы также может привести к выработке короткоцепочечных жирных кислот и метана, увеличивая разнообразие и создавая особое сообщество микробиоты у поросят [244; 487]. Рацион является основным фактором, влияющим на состав и активность колонизированных микробов в кишечнике.

Желудочно-кишечный тракт отвечает не только за переваривание пищи, усвоение энергии и питательных веществ, но и является важным барьером, препятствующим проникновению вредных веществ из внешней среды внутрь [243]. Изменения структуры кишечника, включая высоту ворсинок, глубину крипты и отношение высоты ворсинок к глубине крипты, считаются чувствительными индикаторами кишечника, который реагирует на присутствие вредных веществ в корме. Доказано, что лактулоза способна уменьшить повреждение толстой кишки декстраном сульфата натрия и тринитробензолсульфоновой кислотой путем увеличения выработки водорода [208; 249]. Результаты исследований влияния пребиотиков на здоровье животных часто противоречивы, что является результатом высокой специфичности отдельных соединений, различных доз и времени применения.

1.3 Нетрадиционные кормовые добавки в рационах птиц

Среди домашнего скота птица является одной из самых значимых, поскольку она обеспечивает высококачественными белками и микроэлементами через мясо и яйца, которые организм человека усваивает легче, чем продукты растительного происхождения [399]. Большинство кормовых культур, потребляемых домашней птицей, также являются основным продуктом питания человека, что делает их конкурентоспособными. Следовательно, замена востребованных культур и менее доступных побочных продуктов агропромышленного производства более доступными нетрадиционными источниками белка и энергии является одним из решений для снижения себестоимости производства и содействия увеличению поставок животного белка [215; 367]. Соевый шрот является важнейшим источником белка в рационе птицы. Но его высокая стоимость и недостаточное количество на общемировых рынках вынуждают производителей искать альтернативные кормовые ресурсы.

Одним из таких кормов может быть льняной жмых [70; 142; 475]. Льняное семя возделывается во многих частях мира наряду с другими зерновыми и масличными культурами. Потребители, включая небольшие перерабатывающие предприятия, используют льняное семя для выработки масла, а льняной жмых – в качестве побочного продукта, который, несмотря на свои преимущества, не широко используется в качестве корма для птицы. В последнее время побочные продукты из семян льна привлекают значительное внимание из-за присутствия биологически активных сложных полиненасыщенных жирных кислот, таких как омега-3 жирные кислоты и конъюгированная линолевая кислота [139; 366]. Кроме того, льняное семя содержит все незаменимые аминокислоты белка. Это отличный источник клетчатки, лецитина, витаминов и минералов. Известно, что льняное семя имеет особое значение для снижения риска рака молочной железы и толстой кишки у людей [216; 272].

Apperson K.D., Cherian G. [218] сообщили о разнонаправленном положительном влиянии 10% и 15% добавления семян льна в рацион на состояние здоровья желудочно-кишечного тракта у цыплят-бройлеров, например, улучшение морфометрических параметров кишечника и снижение вязкости кала. Однако они не обнаружили существенных различий в средней массе тела, среднесуточном приросте или потреблении корма. Аналогично Konieczka P., Czauderna M. et al. [340] не наблюдали значительного влияния использования льняного жмыха в питании цыплят-бройлеров на параметры выращивания. Однако они цыплят-бройлеров, где не наблюдали существенного влияния на содержание жира в мышцах [318; 395]. Тем не менее авторы подчеркивают полезные диетические изменения качества жира, то есть значительное увеличение концентрации n-3 ПНЖК, что свидетельствует о том, что данная добавка благотворно воздействует на качество мяса птицы и убойные характеристики при понижении количества брюшного жира в тушке. Снижение эффективности переваривания жира из семян масличных культур в кишечнике цыплят связано с высоким содержанием некрахмалистых полисахаридов (NSP), вследствие чего у цыплят-бройлеров не наблюдали существенного влияния на содержание жира в мышцах [318; 395]. Тем не менее авторы подчеркивают полезные диетические изменения качества жира, то есть значительное увеличение концентрации n-3 ПНЖК.

Семена льна содержат водорастворимые и нерастворимые формы NSP, из которых более 46% NSP представлено водорастворимой фракцией. В рационах для цыплят присутствует большая доля водорастворимых NSP, что является причиной повышенной вязкости перевариваемого продукта и в результате сниженной усвояемостью всех питательных веществ, включая жир [151; 214]. Цельные семена льна также содержат антипитательные вещества, такие как линамарин, слизи или цианогенные гликозиды, которые могут оказывать негативное влияние на переваривание питательных веществ [214; 340]. Молодняк птиц особенно чувствителен к этим факторам, поэтому высокие дозы масличных культур не рекомендуются в стартовый период выращивания.

Капитонова Е.А., Ромашко А.К. и др. [78] проанализировали влияние рационов для бройлеров, содержащих 0, 80, 120 и 160 г льняного жмыха/кг корма, на усвояемость питательных веществ. Авторы наблюдали снижение удержания азота и усвояемости аминокислот, эфирного экстракта и жирных кислот в рационах с увеличением доли шрота. Вязкость перевариваемого продукта в тощей кишке заметно увеличивалась с каждым добавлением льняного семени в рацион. Использование ферментов карбогидразы повышает усвояемость льняного жмыха.

Уровень железа в организме прежде всего завязан на его попадании в организм с пищей и последующим усвоением в желудочно-кишечном тракте [392]. Гематологические показатели необходимы при оценке потенциальной токсичности корма, особенно в случае компонентов корма, которые могут повлиять на показатели крови и здоровье животных [421]. Сообщалось о негативном влиянии внедрения в рацион льняных семян на биохимические показатели крови у различных животных. Подобный опыт на кроликах с двумя сортами семян льна привёл к установлению факта понижения концентрации эритроцитов и их среднего объёма, гемоглобина (HgB) и объема осажденных эритроцитов (PCV) в крови животных [421]. Rajesha J., Rao A.R. et al. [397] сообщили о снижении уровней PCV и эритроцитов в крови при неизменном HgB поголовья кур, находящихся во взаимосвязи от количества добавленных льняных семян в рацион.

У масличных культур семена примечательны насыщенным, но низкодоступным для организма минеральным составом. При этом эти семена также содержат вещества с антипитательными свойствами, которые могут оказывать негативное воздействие на организм, например, ограничивая усвоение питательных веществ или даже оказывая токсическое действие. Основными антипитательными веществами, содержащимися в масличных семенах, выступают фитиновая кислота, дубильные вещества и цианогенные гликозиды [432].

Senbeta E.K., Zeleke N.A., Molla Y.G подтвердили факт того, что химический состав яиц находится во взаимосвязи как от условий окружающей среды, так и от генетических факторов [424]. Многие потребители считают, что органические яйца вкуснее и питательнее [435]. Органическое земледелие – это экономическая система устойчивого производства растений и животных. Согласно Горлову И.Ф., Комаровой З.Б. и др. [37], Bombik E., Lagowska K. et al. [235], эта система объединяет экологически безопасные методы ведения сельского хозяйства, поддерживает биоразнообразие и защиту природных ресурсов, а также обеспечивает благополучие сельскохозяйственных животных. Органические продукты производятся без использования синтетических удобрений, химических пигментов, пестицидов и консервантов.

В соответствии с последними тенденциями в области питания потребители требуют здоровых, сбалансированных пищевых продуктов, поэтому уделяют больше внимания измененному качеству яиц [90; 92; 147]. Современный потребитель заинтересован и в функциональных продуктах. Среди различных функциональных продуктов нутрицевтические яйца, обогащенные жирными кислотами n-3, являются не только ценным источником питательных веществ, но и потенциально полезными для здоровья (по сравнению с обычными яйцами). Несколько исследований продемонстрировали включение омега-3 ПНЖК в желток путем добавления льняного жмыха в корм для птицы. Включение n-3 ПНЖК способствует качественному изменению профиля жирных кислот желтка, снижая соотношение n-6/n-3 до более благоприятного уровня с точки зрения пищевых потребностей человека [329].

Как уже отмечалось, сегодня мир страдает от серьезной нехватки ингредиентов корма для скота и птиц из-за быстрого роста населения и конкуренции продуктов, которые используются как в питании людей, так и в кормлении животных и птиц. Доступность и стоимость кормовых ингредиентов является одним из основных ограничений птицеводства, затраты на которые составляют от 60 до 80% от общей стоимости производства, интенсивно выращиваемой птицы.

Ощущается нехватка белковых, витаминных и минеральных добавок, необходимых для приготовления сбалансированных рационов. Для удовлетворения этих ежедневных потребностей в питательных веществах использование альтернативных кормовых ингредиентов в рационе птицы является ключевым фактором, определяющим успешное ведение птицеводства. К таким нетрадиционным кормам, которые могут представлять ценность для кормления птицы, являются томатные выжимки, являющиеся недорогим и основным побочным продуктом производства томатов.

Установлено, что томатные выжимки содержат 5,1% влаги, 11,9% жира, 26,8% белка и 26,3% сырой клетчатки. Более того, они содержат на 13% больше лизина, чем соевый белок, являются хорошим источником витаминов группы В, витамина А и не имеют известных антипитательных факторов, а также содержат 2130 ккал/кг метаболизируемой энергии. Это богатый клетчаткой кормовой ресурс, и считается, что он действует как корм, снижающий уровень холестерина в продуктах птицеводства [205]. Это хороший заменитель некоторых кормов для обычного рациона бройлеров и несушек, так как в последние годы предпринимаются усилия по снижению содержания холестерина в яйцах и мясе путем кормления птицы недорогими рационами, богатыми клетчаткой.

Таким образом, возможность использования этих отходов при кормлении цыплят-бройлеров и кур-несушек является наиболее многообещающей для уменьшения хронической нехватки корма для птиц и снижения его стоимости. Сушеные томатные выжимки, побочный продукт переработки томатов, являются также отличным источником альфа-токоферола (витамина Е), который используется в качестве антиоксиданта в мясе бройлеров.

Состав томатных выжимок варьирует в зависимости от методов ведения сельского хозяйства и обработки, степени сушки, удаления влаги и отделения целлюлозы. Томатные выжимки могут содержать до 25% белка с высоким содержанием лизина и альфа-токоферола (витамина Е). Однако высокие температуры, используемые для обработки томатов, могут повлиять на экстрагируемость белка.

В зависимости от способа обработки выжимки могут содержать более 31% клетчатки. Поскольку выжимки с высоким содержанием клетчатки (31%) нелегко усваиваются бройлерами и могут снизить содержание доступной энергии в корме, в рационах их можно использовать менее 5%. Поскольку курам-несушкам требуется меньше белка, и они способны переваривать клетчатку лучше, потенциальное использование томатных выжимок в кормах оценивается в 15%. Уровни альфа-токоферола в томатных выжимках могут быть особенно полезны в кормах для мясных животных. Токоферолы, особенно альфа форма, помогают предотвратить окисление липидов (разрушение жиров). Они сохраняют качество парного или хранящегося мяса за счет уменьшения конечных продуктов окисления, которые вызывают изменение цвета, неприятный запах и привкус.

Помидор как один из богатых каротиноидами продуктов содержит большое количество ликопина (80-90% от общего количества каротиноидов), β-каротина (7-10%) и в меньших количествах лютеина, g-каротина, виолаксантина, зеаксантина, неоксантина, β-криптоксантина, а также некоторых других полезных веществ, таких как витамины Е, С и флавоноиды [238; 335]. Ликопин обладает мощной антиоксидантной активностью, защищает клетки от окислительного повреждения, вызванного активными формами кислорода. Другие полезные соединения, содержащиеся в помидорах, такие как β-каротин, лютеин и флавоноиды, также оказывают антиоксидантное действие [100; 335].

Приемлемость продуктов животного происхождения является очень важным фактором в питании человека. Некоторые фитохимические вещества, такие как изофлавоны, полифенолы и каротиноиды, добавляют в рационы животных для улучшения качества продукта в отношении цвета, мягкости, устойчивости к окислению и свойств при хранении. Эти полезные фитохимические вещества могут легко проникать в продукты животного происхождения и накапливаться в них [239].

Качество пищевых продуктов животного происхождения для потребителей зависит от визуальной привлекательности, устойчивости к окислению и свойств при хранении [61; 62]. Хорошо известно, что обогащение рационов птицы каротиноидами приводит к повышению их концентрации в яичном желтке. Чистый ликопин или богатые ликопином овощи, такие как помидоры или побочные продукты томатов, были изучены для получения самого интенсивного цвета яичного желтка в результате их повышенной антиоксидантной способности против перекисного окисления липидов [332; 384].

Ликопин является преобладающим каротиноидом, придающим томатам красный цвет. Это сильный антиоксидант, который эффективно снижает окислительные повреждения липидов, белков и дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Более того, в ответ на добавление томатного порошка повышенная концентрация ликопина в яичном желтке была связана со снижением концентрации уровня малонового диальдегида (МДА) в яичном желтке, что свидетельствует о том, что обогащение рациона витаминами и каротиноидами снижает перекисное окисление липидов яичного желтка [332; 384; 410].

Хорошо изучено, что ликопин и витамин Е синергически ингибируют образование TBARS, еще одного индикатора перекисного окисления липидов. Обратная связь между сывороточным ликопином и МДА также была доказана [410]. Другие каротиноиды в томатном порошке, такие как лютеин и β-каротин, также проявляют биологическую и антиоксидантную активность [335]. В других исследованиях также было отмечено, что концентрация лютеина и β-каротина в сыворотке крови повышалась, когда перепелам давали корм с добавлением томатного порошка.

Добавление томатного порошка в рацион увеличивает концентрацию каротиноидов и витамина А в сыворотке крови и желтке. Исследования, посвященные добавкам томатного порошка или чистого ликопина, показали увеличение содержания обоих витаминов в сыворотке и яичном желтке [332; 384; 410]. Jafari M., Pirmohammadi R. et al. [315], Mansouri B., Modir S.M. et al. [360] добились улучшения показателей качества яиц (единицы ХАУ, масса скорлупы, толщина скорлупы и масса яйца) у кур-несушек, дополненных рационами, содержащими сушеные томатные выжимки и томатную мякоть.

Виноград является крупнейшей фруктовой культурой в мире, а виноградные выжимки являются важными твердыми отходами, образующимися в процессе прессования и ферментации в винодельческой промышленности. Остатки винодельческой промышленности богаты биологически активными соединениями, которые позволяют использовать их в кормлении животных и птиц [2; 328]. Виноградные выжимки – это твердый материал, который остается после прессования и процессов ферментации и составляет 20% от первоначальной массы винограда. Он состоит из двух основных фракций, известных как выжимка без косточек (мякоть, кожица и плодоножка) и самих виноградных косточек [230].

Винный осадок составляет 2-6% от общего объема производимого вина и в основном содержит этанол, винную кислоту и дрожжевые клетки с фенольными соединениями [271]. Побочные продукты, образующиеся после переработки винограда, представляют собой очень дешевый источник экстракции и характеризуются наличием ценных ингредиентов, включая гидроколлоиды, пищевые волокна, липиды, белки и природные антиоксиданты, флавоноиды, в основном в форме фенольных соединений, которые можно использовать в качестве пищевых и кормовых добавок или в производстве фитохимикатов [203]. Виноградные выжимки особенно богаты пищевыми волокнами, от 51,4 до 83,6% от сухого вещества, со значительными различиями между нерастворимыми и растворимыми фракциями из белых или красных виноградных выжимок [381].

Нерастворимая фракция виноградной выжимки составляет 61,3 и 73,5%, тогда как растворимая фракция составляет 10,3 и 3,7% от общего количества клетчатки в белой и красной виноградной выжимке соответственно. Нерастворимая фракция в основном состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина, а растворимая в основном состоит из уроновых кислот [438]. Виноградные выжимки также содержат значительное количество белков, углеводов, липидов, витаминов, минералов и широкого спектра полифенолов. К последним относятся фенольные кислоты и фенольные спирты, флавоноиды (катехин, эпикатехин, кверцетин-3-О-рамнозид и лютеолин), стильбены (ресвератрол) и проантоцианидины [237; 281].

Большинство доступных исследований, касающихся фенольного профиля, в основном посвящены выжимкам, полученным из красных сортов винограда. Хотя фенольные соединения винограда ответственны за цвет, терпкость, вкус и аромат вина, они также обладают сильным антиоксидантным и антимикробным действием против различных патогенных микроорганизмов [285]. Антиоксидантная активность этих соединений позволяет эффективно удалять супероксидные анионы, гидроксильные и липидные пероксильные радикалы, сводя к минимуму окислительные реакции [168]. Благотворное действие полифенолов лежит в основе использования виноградных выжимок в кормах для животных [248].

В противовес полезным составляющим виноградных выжимок выступают антипитательные соединения, в основном клетчатки, процианидинов (конденсированных дубильных веществ) и фитиновой кислоты [281], что ограничивает их использование в рационах птиц и свиней. Однако побочные продукты из винограда могут быть преобразованы в более эффективные продукты с помощью добавок экзогенных ферментов или методов предварительной обработки, таких как обработка полиэтиленгликолем и ферментация, перед включением в рацион моногастричных животных [7, 346]. Полиэтиленгликоль частично инактивирует конденсированные в виноградных выжимках дубильные вещества [467].

Процесс ферментации может улучшить питательный состав этих побочных продуктов, устраняя антипитательные соединения и увеличивая антиоксидантный и антимикробный эффекты за счет увеличения количества фенольных соединений [281]. Более того, фенольные соединения в виноградных выжимках обладают активностью по уничтожению свободных радикалов и, таким образом, прекращают цепные реакции радикалов, включающие реакции окисления липидов и белков, которые изменяют питательные и сенсорные свойства мяса и мясных продуктов. Окисление липидов способствует появлению у мяса неприятных привкусов, в то время как окисление миоглобина и образование метмиоглобина ответственны за изменение цвета [204].

Все больше данных свидетельствует о том, что полифенольные молекулы обладают потенциалом оказывать антиоксидантное, противовоспалительное, противомикробное, противоопухолевое и антитромботическое действие или даже антидепрессивную активность [69, 394]. Флавоноиды действуют как мощные антиоксиданты, хелаторы металлов и поглотители свободных радикалов. Благодаря этим механизмам фенольные соединения являются многофункциональными по своей активности.

Dias J.F., Simbras B.D. et al. [270] предложили использовать виноградные выжимки вместе с пробиотическими бактериями в качестве биоконсерванта. В этом случае, выжимки использовались в качестве источника полисахаридов, которые представляют собой добавку к пищевым волокнам и их пребиотическую функцию, которая увеличивает популяцию пробиотиков. Кроме того, в некоторых опубликованных исследованиях также была представлена способность продуктов из винных выжимок стимулировать активность или даже защищать пробиотические микроорганизмы. Что касается пищевых применений: было показано, что использование виноградных выжимок усиливает ферментацию L. acidophilus, стимулируя выработку молочной кислоты и сокращая время ферментации [290]. Аналогичный эффект наблюдали Aliakbarian B., Casale M. et al. [208], которые обнаружили более высокие количества S. Thermophilus и L. Acidophilus после ферментации.

Виноградные выжимки могут быть использованы в качестве субстрата для производства микробных белков. Они могут играть несколько ролей, выступая в качестве альтернативного источника высококачественного белка в кормах для скота или непосредственно в качестве альтернативного источника белка для питания человека [364]. Одноклеточный белок содержит высокую долю несинтезируемых организмом аминокислот, особенно лизина и валина, углеводы, жиры, витамины, минералы и некоторые незаменимые аминокислоты. Биоконверсия виноградной выжимки в микробный белок может стать многообещающим шагом в сокращении белковой недостаточности, особенно в развивающихся странах. Тем не менее следует учитывать серьезные ограничения одноклеточного белка из бактерий, дрожжей, грибов и водорослей, чтобы свести к минимуму опасность для здоровья.

В нескольких работах, описанных в литературе, побочные продукты из виноградных косточек использовались в кормлении сельскохозяйственных животных. По оценкам, в последние годы 3% произведенной виноградной выжимки используется на корм животным [237; 278]. Например, Taranu I., Habeanu M. et al. [448] показали, что, хотя рацион из виноградных косточек не влияет на продуктивность свиней, он снижает выработку воспалительных цитокинов в печени свиней путем подавления экспрессии белка регуляторных молекул NF-Kb и Nrf2. Кроме того, употребление жмыха из виноградных косточек в период выращивания значительно снизило концентрацию холестерина и повысило уровень lgA в плазме.

Включение ферментированных виноградных выжимок в рацион свиней увеличило общее количество ПНЖК в подкожном жире животных, снизило перекисное окисление липидов и повысило стабильность цвета мяса. Благотворное влияние на возникновение диареи, иммунный и антиоксидантный ответ также наблюдалось у поросят-отъемышей после введения проантоцианидинов из виноградных косточек [305]. Кроме того, сообщалось, что добавление виноградной выжимки в рацион бройлеров усиливает иммунные реакции и снижает стоимость корма кг живой массы [279]. Результаты исследований показывают, что включение до 10% виноградных выжимок в рацион цыплят бройлерного типа не оказывает отрицательного влияния на чистую энергию и при этом улучшает антиоксидантные и иммунные реакции организма.

Использование сельскохозяйственных отходов в качестве корма для животных может помочь устранить нехватку кормов. Кроме того, их использование в качестве корма возвращает их в пищевую цепочку, тем самым смягчая экологические проблемы, возникающие в результате их разложения. Их натуральное происхождение также отвечает требованиям потребителей к продуктам питания с маркировкой «чистые», «натуральные» и «эко/зеленые» [333]. Виноградные выжимки относятся к таким отходам и благодаря своему питательному составу имеют высокий потенциал в качестве корма для животных.

Виноградные выжимки содержат различные фитохимические вещества, богатые флавоноидами, такими как катехин, антоцианин и эпикатехин. Семена винограда содержат от 8 до 15% масел с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот, особенно олеиновой и линолевой кислот, которые составляют более 89% от общего количества жирных кислот [265]. Большое и доступное количество биологически активных соединений, присутствующих в виноградных выжимках, делают их подходящим кандидатом для использования в питании животных [202]. Обогащение виноградными выжимками в качестве источника антиоксидантов в количестве 30 г/кг и 60 г/кг корма снижает окисление липидов в мясе цыплят-бройлеров и увеличивает количество полезных бактерий в кишечнике бройлеров [331; 333].

Наблюдалась высокая масса тела цыплят-бройлеров в группе, получавшей рацион, содержащий 15 г/кг масла из виноградных косточек (2251,96 г), по сравнению с контрольной группой (2199,36 г) [450]. Испытание добавки сушеных виноградных выжимок в рацион цыплят-бройлеров Ross-308 (0,25, 0,5 и 1%) показало, что по сравнению с контрольной группой большая живая масса наблюдалась после 1% добавки – 2535,13 г ($P<0,05$), при этом меньшие дозировки виноградных выжимок не влияли на этот показатель [438]. Turcu R.P., Panaite T.D. et al. [459] обнаружили снижение живой массы цыплят кросса Кобб-500 после применения выжимки красного винограда в количестве 3 и 6% по сравнению с контрольной группой (3136,67 г).

Исследования Kumanda C., Mlambo V., Mnisi C. [345] показывают значительное снижение ($P<0,05$) массы тела (2844,90 г) после приема высоких доз 10% необработанных выжимок красного винограда по сравнению с контрольной группой (2957,50 г). Высокая дозировка муки из выжимки белого винограда (20%) также не приводила к улучшению массы тела [403]. Однако более высокая конечная масса тела была отмечена у бройлеров кросса Хаббард, получавших 2% муки из виноградных косточек, по сравнению с контрольной группой (2719,47 г против 2545,00 г) и 1,5% масла из виноградных косточек (1540,31 г против 1530,15 г) [450, 460].

Не обнаружено положительного эффекта от добавления выжимок из красного винограда в количестве 2,5, 4,5, 5,5 и 7,5% на массу охлажденной тушки, которая снизилась до 1229,2, 1237,1, 1161,9 и 1153,1 г соответственно по сравнению с контрольной группой (1270,7 г) [345]. Гораздо более высокая масса тушки ($P<0,05$) наблюдалась после добавления сушеных виноградных выжимок в количестве 0,5% (1953,08 г) и 1% (1950,00 г) по сравнению с контрольной группой (1884,44 г) [437]. Положительное влияние виноградных выжимок на выход тушки наблюдали после добавления 4,5% добавки (72,43%) по сравнению с контрольной группой (69,64%) [346]. Мясные части (грудка, бедра) являются наиболее ценными частями тушки цыплят. Ebrahimzadeh S.K., Navidshad B. et al. [279] обнаружили высокий выход грудки (% от живой массы) после добавления 10% виноградных выжимок (29,31%) по сравнению с контролем (27,17%), лучший выход бедер в этом исследовании был описан после добавления 5% виноградных выжимок (19,15%), по сравнению с контрольной группой (18,79%).

1.4 Новый метод раннего питания эмбрионов in ovo

Известным методом раннего питания является кормление in ovo, который представляет собой введение пищевых добавок и препаратов в амниотическую жидкость или в воздушный мешок во время развития эмбриона, обычно на поздней инкубационной фазе [58; 462]. Некоторые исследователи сообщали о положительном влиянии большого разнообразия питательных веществ и добавок на цыплят. Эти питательные вещества и добавки представлены аминокислотами [325], углеводами [446], витаминами, нуклеотидами [264], L-карнитином, гормонами [338] и электролитами [365] in ovo. Однако были и определенные опасения. Например, что введение питательных веществ in ovo оказывает значительное влияние на массу цыплят и выводимость, а другие показатели, такие как конечная масса и эффективность конверсии корма, непостоянны. Сообщалось о снижении выводимости при улучшении массы вывода при использовании самого распространённого углевода – глюкозы и аминокислот in ovo [326; 415].

Это может указывать на то, что определённые составляющие, а также некоторые специфические свойства определенных добавок или питательных веществ способны плохо отражаться на росте и развитии [365]. Отсутствие качественно апробированных продуктов для введения препятствует получению ощутимых результатов. Следовательно, понимание физическо-химических свойств амниотической жидкости куриных яиц в совокупности и по раздельности в позднем инкубационном периоде необходимо в разработках новых более сильных добавок для использования in ovo при сохранении условия неизменности консистенции внутренней среды яиц при инкубации.

Согласованность добавок in ovo со свойствами амниотической жидкости яиц в поздний период инкубации, в которую эти добавки обычно вводят, является необходимостью. Uni Z., Ferket P.R. [462], попытались установить оптимальную осмоляльность физиологического раствора (NaCl). Полученные значения в интервале 400-600 миллиосмоль не являются универсальноприменимыми к добавкам и питательным веществам in ovo из-за их собственных уникальных физико-химических свойств. Отсутствие полных знаний об физических (pH, осмоляльность, вязкость и т.д.) и химических (электролиты, метаболиты, содержание аминокислот) свойствах добавок и питательных веществах служит ограничительным фактором для их использования in ovo. De Oliveira J.E. [267] выразил пожелание поводу будущих исследовании in ovo. Оно заключалось в направлении на выявления источника белка или его части, максимально подходящего для исследований данного типа, что остаётся актуальным и сейчас.

В последние десятилетия рассматривалось использование инъекций in ovo для раннего кормления птиц [326]. В этом методе питательные вещества потребляются эмбрионом путем инъекции в яйцеклетку на разных стадиях роста. Было показано, что введение витаминных добавок in ovo положительно влияет на рост цыплят после рождения и на прибавку массы тела птиц [365]. Вводимые питательные вещества могут достигать плода через активное или неактивное прохождение через амниотический мешок и впоследствии поглощаться различными органами до вылупления цыпленка [56; 462].

Внимание многих исследователей во всём мире привлечено к проблеме питания эмбрионов посредством инъекций in ovo для повышения вывода цыплят, их дальнейшей продуктивности, иммунного статуса и здоровья птиц [458]. Использование питательных веществ начинается с самого первого дня инкубации, когда и белок, и желток яйца питают развивающийся зародыш. Будучи закрытой системой, надлежащее снабжение развивающегося эмбриона питательными веществами имеет первостепенное значение. Материнское питание является единственным источником витаминов в яйцах, но их дефицит приводит к гибели эмбрионов в середине или конце инкубационного периода [52; 296; 298].

Водорастворимые витамины группы В функционируют как часть коферментов и их присутствие в рационе кур в недостаточной концентрации приводит к высокой эмбриональной смертности. Методика кормления in ovo используется для доставки питательных веществ непосредственно в развивающийся эмбрион для улучшения постнатального роста, иммунный ответ и развитие желудочно-кишечного тракта [55; 231]. Кроме того, нехватка пищи после вывода, которая часто возникает у цыплят с задержкой размещения в птичник на 24-48 часов, указывает на необходимость запасать энергию и питательные вещества до вывода, чтобы поддерживать обмен веществ и регулировать температуру тела. Было предложено несколько стратегий для повышения эффективности на ранних стадиях развития, например, инкубаторное кормление сразу после вывода [372] и инъекционное кормление in ovo [288], которое представляет собой новый метод обеспечения питательных веществ для роста плода до вывода [250].

О первой доставке экзогенного материала in ovo сообщалось в 1980-х годах для вакцинации против болезни Марека. Uni Z., Ferket P.R. [462] изобрели и запатентовали концепцию введения питательного раствора в амниотическую жидкость, чтобы кормить дополнительными питательными веществами эмбрион, который потребляет амниотическую жидкость до вывода. Таким образом, доставка основных питательных веществ в кишечник эмбриона может быть осуществлена за счет добавления питательного раствора в амниотическую жидкость эмбриона.

Введенные вещества могут активно или пассивно поглощаться эмбрионом через амниотическую жидкость различными органами до вывода [320; 463]. Раствор для кормления in ovo можно приготовить со многими потенциальными питательными добавками. Введение питательных веществ в инкубационные яйца называется кормлением in ovo [464]. Такое кормление in ovo может дать толчок развитию, улучшая пищевой статус перинатального цыпленка или индюшонка [286].

Содержание питательных веществ в инкубационном яйце влияет на развитие и рост эмбрионов во время инкубации и на показатели роста цыплят после вывода [426]. Показатели роста и выход мяса товарной птицы улучшаются ежегодно, демонстрируя высокую экономическую эффективность. Поскольку время, необходимое мясной птице для достижения товарных кондиций, уменьшается, период эмбрионального развития становится большей частью жизни птицы, следовательно, проблемы с выживанием на раннем этапе будут увеличиваться по мере того, как птицеводство переходит к более быстрорастущим кроссам [287]. Технология кормления in ovo создала новую науку о перинатальном питании, которая откроет возможности для повышения эффективности производства [286].

Hamadani H., Khan A.A. et al. [304] считают, что кормление in ovo, как ожидается, даст несколько преимуществ, среди которых снижение смертности и заболеваемости после вывода; увеличение эффективности использования кормов и питательных веществ в раннем возрасте; улучшение иммунного ответа на кишечные антигены; снижение частоты нарушений развития скелета; улучшение выводимости; увеличение мышечной массы и выход грудных мышц и, наконец, сокращение периода, необходимого для достижения нормативной живой массы. Эти преимущества в конечном итоге снизят себестоимость производства мяса птицы.

Были приняты различные способы кормления in ovo питательными веществами различных видов домашней птицы. Al-Murrani W.K. [209] впервые предпринял попытку улучшить массу тела эмбриона путем добавления аминокислот в желточный мешок куриных эмбрионов на 7-й день инкубации. Многие другие исследователи также пытались изучить введение питательных веществ через желточный мешок [245; 371; 413; 425].

Внутриамнионное введение питательных веществ ускоряло развитие тонкого кишечника и оказывало усиленное влияние на функцию энтероцитов у кур [446; 464]. Амнион эмбриона птиц оказался эффективным местом для инъекций in ovo [245; 261; 274]. Вещества в амнионе попадают в эмбрион через рот и впоследствии могут всасываться через кишечник, дыхательные пути и легкие [320]. Другими путями питания in ovo являются белок [415], аллантоисная полость [300] и воздушный мешок [337; 358]. После внедрения метода in ovo различные питательные вещества добавлялись различным видам домашней птицы в различных дозах различными путями. Почти все питательные вещества вводили вместе со стерилизованным физиологическим раствором [425].

Долгорукова А.М., Зотов А.А. [56], Tako E., Ferket P.R. et al. [446] вводили углеводы и добавки β-гидрокси-β-метилбутирата in ovo и изучали их эффективность. Влияние мальтозы, декстрина, сахарозы и β-гидрокси-β-метилбутирата [463]; мальтозы, сахарозы, декстрина и хлорида натрия [434]; сахарозы, мальтозы и аргинина [447]; мальтозы [319]; декстрина и β-гидрокси-β-метилбутирата [341]; ИФР-1 [350], глюкозы, фруктозы, мальтозы, сахарозы и декстрина [56, 484] были экспериментально инокулированы и изучены. Аминокислоты, которые были добавлены in ovo, включают аргинин [206], треонин [414], глутамин [250], лизин, аргинин, гистидин, метионин, фенилаланин, треонин, валин, лизин, триптофан, лейцин, изолейцин, пролин, серин, аланин и цистеин [291], глутамин [426], лизин, аргинин, глутамин, глицин и пролин [425], лизин, треонин, аргинин, метионин и цистеин [231] и изолейцин, лейцин и валин [337].

In ovo вводили многочисленные ценные вещества: глициноцинковую смесь, поливитаминны, глютамин [417], аминокислоты, микроэлементы [321], жирные кислоты и витамины [224; 412; 477] декстрозу, смесь аминокислот и альбумин [245]. Другие питательные вещества или добавки, поставляемые in ovo, включают L-карнитин [274], теофиллин и электролиты [365], маточное молочко [371], экстракт пыльцы [261], пребиотики и синбиотики [358]. Было обнаружено, что наноформа селена (0,3 мкг), растворенная в физиологическом растворе, наряду с контролем (in ovo, получающим только физиологический раствор), улучшает продуктивность цыплят-бройлеров [246].

О введении in ovo в эмбрионы домашней птицы впервые сообщили несколько десятилетий назад, но исследования, проведенные в последние годы, улучшили технологию и изменили процесс, так что теперь это обычный приём в птицеводческой отрасли. Таким образом, питательные вещества вводятся непосредственно в амниотический мешок или воздушную камеру и видны на слизистой оболочке кишечника при пероральном приеме плодом [287; 310]. Подобная обработка приводит к пиковому поглощению экзогенных питательных веществ и улучшает экономические показатели, такие как прирост живой массы, коэффициент конверсии корма, характеристики тушки, качество яиц и мяса птиц, а также устойчивость к болезням. Остаточный желток является основным источником питательных веществ в первые дни после вылупления [383].

Кормление in ovo снижает потребность в высокопитательных рационах и устраняет любые ограничения на кормление родительского стада птиц [424]. На развитие птичьих эмбрионов и вылупившихся цыплят влияет питательный статус желтка. Многие питательные вещества играют важную структурную, физиологическую и иммунологическую роль в эмбриогенезе и росте птиц. Инъекция питательных веществ in ovo может помочь преодолеть любое ограничение, связанное с несбалансированным питанием яиц. На раннем этапе развития происходит быстрый окислительный метаболизм, который приводит к образованию большого количества свободных радикалов во многих тканях, что делает их более восприимчивыми к окислительному повреждению.

Антиоксиданты являются важной защитой от свободных радикалов. Развивающийся эмбрион может использовать антиоксиданты, содержащиеся в желтке, чтобы уменьшить воздействие свободных радикалов. За последние несколько лет наибольшее внимание уделялось витамину Е в отношении иммунитета, а в последнее время и качества мяса. Повышение содержания витамина Е в яйце, чтобы максимизировать витамин Е, доступный для эмбриона и только что вылупившегося цыпленка, становится интересным либо путем добавления витамина Е в рацион кур-несушек, либо непосредственно путем инъекции в яичный желток [444].

Экзогенный витамин Е, вводимый in ovo во время повышенного окисления жирных кислот, которое начинается на 14-й день инкубации, может быть полезным для снижения образования свободных радикалов, вызывающих серьезные повреждения высокополигональных клеток ненасыщенных жирных кислот клеточных мембран. С другой стороны, имеется несколько сообщений о влиянии аскорбиновой кислоты в качестве антистрессового средства на параметры продуктивности цыплят, такие как рост и репродуктивные признаки, включая плодовитость и выводимость.

Аскорбиновая кислота синтезируется эмбрионом, и накопление этого водорастворимого антиоксиданта развивающимися тканями не зависит от поступления с пищей курицы-несушки. Вместе с тем были явные различия между видами птиц (индейка, гусь, утка, курица) в отношении концентрации аскорбиновой кислоты, особенно в головном мозге во время развития. Кроме того, инкубируемые яйца и их эмбрионы могут подвергаться стрессу, вызванному чрезмерной выработкой метаболического тепла во время последней стадии инкубации яйца, вызывая некоторый внутренний экологический стресс для эмбриона, который может негативно влиять на вывод эмбриона.

Витамины группы В играют ключевую роль в эмбриональном росте благодаря их влиянию на такие важные процессы как катаболизм сахаров и аминокислот, высвобождение энергии из углеводов в электрон-транспортной цепи, цикл лимонной кислоты, а также жировой обмен, кислотный катаболизм (бета-окисление) и восстановление метилирования ДНК.

Фолиевая кислота (B_c) является предшественником, необходимым для создания, восстановления и метилирования ДНК, а также кофактором в различных реакциях, особенно в содействии быстрому делению и росту клетки [255]. Она действует как кофермент в форме тетрагидрофолата, который участвует в транспорте моноуглеродных единиц в метаболизме нуклеиновых кислот и аминокислот, а также в синтезе пиримидиновых нуклеотидов. Фолиевая кислота также необходима и при синтезе эритроцитов.

Племенные куры имеют более высокую потребность в фолиевой кислоте в своем рационе для хорошего качества инкубационных яиц, чем куры-несушки для производства пищевых яиц [219]. Аномалии развития плода из-за дефицита фолиевой кислоты включают искривление большеберцовой кости, короткие кости, дефекты клюва. Длительное хранение инкубационных яиц может привести к дефициту фолиевой кислоты у плода [282]. Инъекция фолиевой кислоты in ovo в воздушный мешок после двухнедельной инкубации не оказала существенного влияния на показатель выводимости, но значительно увеличила массу тела вылупившихся цыплят [312]. Кроме того, Nouri S., Ghalehkandi J.G. et al. [380] сообщили, что инъекции 40, 80 и 120 мкг фолиевой кислоты на 7-й день инкубации яиц не повлияли на выводимость яиц бройлеров. При этом, Li S., Zhi L., Liu Y. et al. [348] заявили, что введение 100 и 150 мкг фолиевой кислоты in ovo значительно повысило выводимость. Также сообщалось, что введение 150 мкг фолиевой кислоты значительно улучшает ежедневный рост цыплят-бройлеров на поздних стадиях откорма (42 дня) [348].

Инъекция фолиевой кислоты in ovo в сочетании с L-карнитином на 14-й день инкубации в воздушный мешок также значительно увеличивала живую массу, прирост живой массы и потребление корма [280]. Введение фолиевой кислоты in ovo на 14-й день инкубации привело к значительному улучшению коэффициента конверсии корма в экспериментальных условиях [312]. Сообщалось также, что введение 150 мкг фолиевой кислоты на 17,5-й день инкубации улучшило коэффициент конверсии корма у бройлеров при дальнейшем их откорме [348]. Одновременная инъекция фолиевой кислоты и L-карнитина на 14-й день инкубации в воздушный мешок также значительно увеличивала коэффициент конверсии корма [280]. Инъекция фолиевой кислоты in ovo в дозах 40, 80 и 120 мкг на 7-й день инкубации значительно улучшила переваримость питательных веществ организмом цыплят-бройлеров опытных групп по сравнению с контрольной [380]. Инъекция фолиевой кислоты in ovo на 14-й день инкубации значительно увеличила выход туши и грудной мышцы по сравнению с контрольной группой [280], а также заметно снижала уровни креатинина и триглицеридов в сыворотке, в то время как уровни холестерина оставались неизменными. С другой стороны, уровни липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) были значительно повышены в опытных группах [312].

Инъекция 100 и 150 мкг фолиевой кислоты in ovo на 14-й день инкубации в воздушный мешок увеличивала содержание фолиевой кислоты в печени, экспрессию генов метилентетрагидрофолатредуктазы и метионинсинтазы редуктазы, уровни IgM и IgG, а также активность лизоцима [348]. Инъекция фолиевой кислоты и L-карнитина in ovo на 14-й день инкубации в воздушный мешок также значительно повысила уровни белка, альбумина и глобулина, общего триглицерида плазмы и лактатдегидрогеназы в опытных группах, в то время как общий уровень триглицеридов и липидов плазмы снижался, но не было никакого влияния на уровни ЛПВП. Также уровни тироксина и инсулиноподобных гормонов были значительно повышены при инъецировании фолиевой кислотой по сравнению с контрольной группой [280].

Инъекция фолиевой кислоты in ovo в дозах 40, 80 и 120 мкг на 7-й день инкубации повысила уровни глюкозы, фолиевой кислоты и фосфора в плазме и снизила уровни холестерина, триглицеридов, ЛПВП, липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) и щелочной фосфатазы [380]. Улучшение показателей выводимости, вызванное инъекцией фолиевой кислоты in ovo, может быть связано с изменениями, которые происходят во время эмбрионального развития в результате высокой скорости метаболизма в этот период. Это может вызвать цепочку реакций, которые в конечном итоге приводят к образованию свободных радикалов (АФК).

Свободные радикалы чрезвычайно реактивны. Процесс перекисного окисления ненасыщенных жирных кислот приводит к потере функции плазматической мембраны. Кроме того, повреждение дезоксирибонуклеиновых кислот может прямо или косвенно ингибировать функцию белка. В прямом состоянии могут влиять на функцию ферментов, а косвенно – вызывать мутацию или гибель клеток и даже рак [468]. С другой стороны, фолиевая кислота играет важную роль в организме как антиоксидант, предотвращая негативное воздействие свободных радикалов и предотвращая перекисное окисление липидов [368]. Фолиевая кислота является ключевым элементом в метаболизме моноуглеродных соединений, среди которых синтез аминокислот – серина, глицина и других [407].

Она незаменима и в синтезе и восстановлении ДНК для пролиферации клеток, что имеет решающее значение для нормального развития эмбриона. Кроме того, фолиевая кислота играет важную роль в процессе биосинтеза ДНК, регулируя экспрессию генов, репарацию генома и стабильность генома за счет передачи одноуглеродных единиц [440].

Также сообщалось, что улучшение выводимости яиц, которым вводили фолиевую кислоту, влияет на параметры крови, такие как снижение триглицеридов и повышение ЛПВП, что влияет на функцию липолиза. ЛПВП также играют важную роль в метаболизме липидов, удаляя холестерин из мышечной ткани и передавая его в печень, а повышение его уровня в сыворотке может улучшить общую продуктивность птиц. Имеются сведения, что положительное влияние фолиевой кислоты на факторы, влияющие на массу птицы, обусловлено ее влиянием на тироксин, а также положительным влиянием фолиевой кислоты на усвоение питательных веществ. Что касается возможного механизма воздействия фолиевой кислоты на повышенные уровни тироксина и инсулиноподобных гормонов, то это может быть связано с индуцируемыми эффектами во время синтеза инсулиноподобного фактора роста, которые оказывают влияние на синтез ДНК и РНК [280].

Тиамин (B_1) оказывает очень важное влияние на сжигание сахаров в организме и на функцию нервов. Тиамин всасывается в кровь из кишечника, но в организме он не накапливается. Его функция в органах заключается в активации ферментов, необходимых для сжигания сахара в организме. Тиамин играет ключевую роль в поддержании функционирования углеродного цикла и в передаче нервных сигналов от мозга к нервам тела и наоборот [284]. Инъекция 100 мкг тиамина in ovo на 14-й день инкубации в воздушный мешок значительно снизила показатель выводимости при экспериментальном исследовании, но привела к увеличению массы цыплят в возрасте 2-х недель по сравнению с контрольной группой [231; 298]. В исследовании Bakyaraj S., Bhanya S.K. et al. [224], масса цыплят-бройлеров также значительно увеличилась по сравнению с контролем, когда инъекция in ovo была проведена на 18-й день инкубации в воздушный мешок.

По мнению Бородулиной И.В. [19], Bakyaraj S., Bhanya S.K. et al. [224], введение тиамина in ovo улучшает коэффициент конверсии корма, значительно увеличивает массу лимфоидной ткани бурсы по сравнению с контрольной группой. Кроме того, ответ антител на эритроциты был выше при лечении тиамином, чем при других экспериментальных методах лечения. Преимущества инъекций тиамина в яйца in ovo могут заключаться в превращении тиамина в тиаминпирофосфат в присутствии АТФ, который является влияющим фактором для нескольких ферментов, подобных пируватдегидрогеназе и экзоглутаратдегидрогеназе, и способствует превращению глюкозы в энергию, CO, H_2 и O_2 [298]. Эмбрионы, развивающиеся в яйцах, дефицитных по витамину B_1 (тиамин), в связи с размягчением клюва и скелета, замирают перед выводом.

Коэнзим пиридоксин (B_6) участвует во многих ферментативных реакциях метаболизма. Пиридоксин играет активную роль в пиридоксаль-5-фосфате как важный фактор большинства ферментативных реакций метаболизма аминокислот, включая биосинтез нейротрансмиттеров [407]. Было обнаружено, что инъекция 100 мкг пиридоксина in ovo значительно увеличила показатель выводимости по сравнению с контрольными группами, что было связано с его влиянием на снижение гибели цыплят на выводе [231; 298].

С другой стороны, в исследовании Momeneh T., Torki M. [372] инъекция 100 мкл пиридоксина in ovo на 3-й день инкубации в воздушный мешок не влияла на показатель выводимости. Инъекция пиридоксина in ovo на 14-й день инкубации значительно снизила массу цыплят по сравнению с контрольной обработкой [298]. Однако имеются сообщения, что инъекция пиридоксина in ovo как на 3-й, так и 14-й день инкубации в воздушный мешок не влияла на массу тела в разном возрасте и первые 14-ть дней жизни [231; 372].

Введение пиридоксина in ovo улучшило коэффициент конверсии корма в экспериментальных вариантах по сравнению с контролем в возрасте 0-14 дней [298]. С другой стороны, в исследовании Momeneh T., Torki M. [372] введение 100 мкл пиридоксина in ovo не влияло на коэффициент конверсии корма в условиях стресса. Инъекция пиридоксина in ovo значительно увеличила массу тимуса и бурсы бройлеров в опытных группах относительно безинекционных аналогов [298].

Пиридоксин функционально важен в форме пиридоксальфосфата для преобразования аминокислот и синтеза белка, необходимого для иммунного ответа. В исследовании Goel A. et al. [298], масса фабрициевой сумки у бройлеров и общий уровень белка при инъекции пиридоксином соответствовали данным Blalock J.E. [233], и в обоих исследованиях было обнаружено, что дефицит пиридоксина приводит к значительному снижению концентрации антител на эритроциты и относительные концентрации IgM и IgG.

Рибофлавин (B_2) является предшественником кофакторов, называемых флавин-адениндинуклеотид и флавин-мононуклеотид, которые необходимы для ферментативных реакций флавопротеинов, включая активацию других витаминов. Рибофлавин участвует в высвобождении энергии в цепи переноса электронов, цикле лимонной кислоты, а также в катаболизме жирных кислот (бета-окисление). Одним из наиболее распространенных дефицитов питательных веществ, который также влияет на вывод, является дефицит рибофлавина. Исследования в этой области доказали, что рибофлавин необходим для нормального развития плода. Эмбрионы с дефицитом рибофлавина могут иметь такие симптомы, как отек и повышенная смертность на 9-14 день инкубации, карликовость, микромелия и анемия. Использование рациона с дефицитом рибофлавина в течение всего нескольких дней приводит к неблагоприятным последствиям для стада из-за снижения потребления корма.

Имеющиеся публикации также показывают противоречивость полученных результатов. Инъекция рибофлавина in ovo на 14-й день инкубации в воздушный мешок снижает выводимость, но улучшает массу цыплят при выращивании по сравнению с контрольной группой [298]. В исследовании Bakyaraj S. et al. [224], масса цыплят-бройлеров к концу выращивания значительно увеличилась по сравнению с контролем, после обработки яиц на 18-й день инкубации рибофлавином в воздушный мешок. Инъекция рибофлавина in ovo значительно увеличивала массу лимфоидной ткани бурсы по сравнению с контрольной группой. Щечная железа играет важную роль в выработке антител и тем самым усиливает гуморальный иммунитет, а вилочковая железа играет ключевую роль в клеточном иммунитете. Птицы с более крупной бурсой также имеют более крупный тимус, поэтому считается, что у них лучше развит клеточный иммунитет.

Инъекция рибофлавина in ovo на 14-й день инкубации в воздушный мешок значительно повышала уровень глюкозы и белка в крови по сравнению с другими экспериментальными методами лечения [298]. Кобаламин (B_{12}) является коферментом, участвующим в метаболизме каждой клетки человеческого организма, особенно в синтезе и регуляции функции ДНК. Влияет на метаболизм жирных кислот и метаболизм аминокислот. Кобаламин участвует в клеточном метаболизме углеводов, белков и липидов. Он необходим для производства клеток костного мозга, оболочек нервов и белков [407]. Кобаламин действует как кофермент в каталитическом метаболизме для реакции метионинсинтазы с метилкобаламином и метилмалонилкоферментом А в реакции с аденозилкобаламином [219]. Ряд исследований обнаружили, что кобаламин необходим в период эмбриогенеза. Избыточный уровень кобаламина приводит к уменьшению запасов рибофлавина в яичном желтке. Дефицит кобаламина снижает яйценоскость кур. Инъекция 20 и 40 мкг кобаламина in ovo на 14-й день инкубации в воздушный мешок значительно увеличила потребление корма и показатели роста в опытных группах по сравнению с контрольной [378]. В исследовании Momeneh T., Torki M. [372] введение 1000 мкл кобаламина in ovo не влияло на живую массу, коэффициент конверсии корма и его потребление. По мнению Ncho C.M., Goel. A. et al. [378], инъекция 20 и 40 мкг кобаламина in ovo на 13-й день инкубации значительно повышала уровень глюкозы и белка в плазме.

Заключение по обзору литературы

Биомасса дезинтегрированных клеток хлореллы представляет собой сложную пищевую добавку для потенциального использования различными видами животных. Важно отметить, что она может быть не только источником основных питательных веществ, но и пигментов, антиоксидантов, провитаминов, витаминов и факторов роста, которые могут способствовать ценности продуктов животного происхождения и улучшению физиологии и здоровья животных. Контролируемое культивирование может быть использовано для обогащения хлореллы органически связанными микроэлементами для формирования полноценной кормовой добавки в биологически пригодных формах.

Было показано, что использование микроводорослей в кормлении свиней и птиц улучшает качество мяса. Эффективно производимая биомасса водорослей может действовать не только как кормовая добавка, но и как компонент корма. Несмотря на то, что в доступных литературных источниках предложено несколько механизмов действия пребиотиков, представляется, что измененная кишечная микробиота и повышенная концентрация летучих жирных кислот в кишечном тракте являются наиболее изученными и признанными эффектами пребиотиков. Однако возможно, что пребиотики также влияют на иммунную систему, но необходимы дополнительные исследования, чтобы зафиксировать эти эффекты.

Среди соединений с пребиотическим действием наиболее изучены инулин и фруктоолигосахариды. Непоследовательные результаты, полученные с этими соединениями, могут быть связаны с разницей в возрасте животных, состоянии здоровья или условиях окружающей среды. Основной целью животноводства является обеспечение высокой питательной и диетической ценности мяса, которая в основном завязана на его химической структуре. Качество мяса в крупномасштабном птицеводстве обеспечивается главным образом за счет соответствующей оптимизации состава рационов питания птицы.

Добавление жмыхов масличных культур в рационы для птиц может в определенной степени повысить продуктивность, изменить содержание питательных веществ в мышцах птиц и пищевых яйцах, получая продукт с желаемыми питательными и диетическими свойствами. В этом отношении льняной жмых является чрезвычайно ценным и актуальным кормом. Тем не менее все еще существует потребность в исследованиях для выяснения механизмов, связанных со способностью жмыхов и семян масличных культур усиливать удержание минеральных элементов и их влияние на состояние здоровья птиц.

Как заметно из обзора имеющихся публикаций, большое внимание уделяется использованию томатных и виноградных выжимок в рационах птиц с целью повышения продуктивности, качества и питательной ценности яиц и мяса. Томатные выжимки – это богатый клетчаткой, многими витаминами и биологически активными веществами кормовой ресурс, снижающий уровень холестерина в продуктах птицеводства.

Томатные выжимки являются хорошим заменителем некоторых кормов в обычном рационе бройлеров и несушек. Таким образом, использование этих отходов в кормлении птиц позволит уменьшить хроническую нехватку корма для птиц и снизить его себестоимость. Виноградные выжимки являются хорошими источниками ценных питательных веществ, в основном волокон, и веществ, обладающих биологической активностью, среди которых фенольные соединения, с потенциальным оздоровительным эффектом. Однако использование виноградных выжимок в качестве источников питательных веществ представляет проблему из-за наличия небольшого количества антипитательных факторов и, следовательно, их негативного воздействия на пищеварительную систему моногастричных животных.

Ввиду этого ограничения необходимы дальнейшие исследования для уточнения соответствующего уровня включения их в рацион и разработки эффективных методов предварительной обработки. Большое количество применений винных выжимок подчеркивают высокий потенциал повышения ценности побочных продуктов виноделия в различных отраслях промышленности. Потенциальные преимущества являются вескими причинами для дальнейших исследований по этой теме.

Развитие технологии in ovo открыло новые возможности для перинатального питания, которое предоставило специалистам по кормлению возможность оптимизировать технологические процессы в птицеводстве. Этот метод имеет большой потенциал для получения нескольких преимуществ, среди которых снижение постнатальной смертности и заболеваемости; улучшенный иммунный ответ на кишечные антигены; снижение частоты нарушений развития скелета; увеличение мышечной массы и выход грудных мышц. Многие потенциальные питательные вещества были изучены в этом направлении и, сообщалось о новых результатах.

При этом между исследователями все еще существует много разногласий относительно долгосрочных преимуществ кормления in ovo. До сих пор существуют некоторые несоответствия в пользе различных питательных веществ, которые были испытаны. Это может быть связано с влиянием инъекций на осмотическое давление или другие физические и физиологические процессы развивающегося эмбриона.

Необходимо оценить эти эффекты, а также определить оптимальную стадию инкубации, на которой следует применять in ovo. Цыплята также могут получить больше пользы от сочетания введения питательных веществ in ovo и раннего кормления после вылупления. Вполне вероятно, что будущие исследования будут все больше фокусироваться на том, как питательные вещества, введенные в яйцо, влияют на гены. Внедрение технологии кормления in ovo продвигается медленно, но как только неясные вопросы будут изучены, она станет такой же обыденной, как вакцинация in ovo.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования реализовывали на свиньях породы крупная белая в условиях племенного репродуктора им. Ленина Суровикинского района Волгоградской области, на бычках калмыцкой породы – на базе СПК «Плодовитое» республики Калмыкия, на птице кросса «Хайсекс коричневый» – на площадках репродуктора II порядка СП «Светлый» и птицефабрике по производству пищевых яиц (более 230 млн. шт. яиц в год) АО «Агрофирма «Восток» Николаевского района Волгоградской области с 2015 по 2021 год.

Кормовые добавки и препараты, использованные в диссертационной работе представлены далее. «Хлорелакт» – кормовая добавка, разработчик НИИММП, г. Волгоград (ТУ 10.91.10-259-10514645-2021), состоящая из лактулозы, полученной по оригинальной технологии из молочной сыворотки, и микроводорослей хлореллы Chlorella vulgaris (концентрация суспензии 60 млн. клеток в 1 мл). «Лакту-Вет» – кормовая добавка, разработчик филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр», г. Ставрополь (СТО 00437062-014-2020 код ТН ВЭД ЕАЭС 0404902100). «Лактувет-1» – кормовая добавка, разработчики кормовой добавки Инжиниринговый центр Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета и молочный комбинат «Ставропольский», г. Ставрополь, – представляет собой композицию органических кислот с превалирующим содержанием молочной. «Кумелакт-1» – кормовая добавка, разработчик НИИММП, г. Волгоград (ТУ 10.91.10-257-10514645-2020), полученная путем комбинации порошка из проросших семян тыквы и сухой лактулозы.

Шрот льняной – производитель НВЦ «Новые биотехнологии», г. Волгоград, получают путем извлечения масла из семян льна отжимом и экстракцией. Томатные выжимки – побочные продукты при производстве томатной пасты, АО «Сады Придонья», Волгоградская область. Виноградные выжимки – технические отходы виноделия, фермерское хозяйство Д. Гусева, г. Дубовка Волгоградская область.

Биомицин 80 – ветеринарный препарат (антибиотик), действующим веществом которого является хлортетрациклин гидрохлорид. Витамины для инъецирования in ovo – B_1, B_2, B_6, B_{12}, B_c.

Согласно разработанной методике в период подготовки диссертационной работы были организованы и успешно завершены 5 научно-хозяйственных и 3 физиологических опыта (рисунок 1). Опыт № 1, целью которого было определить степень влияния новой кормовой добавки «Хлорелакт», в качестве альтернативы антибиотикам, на мясную продуктивность свиней крупной белой породы, показатели, характеризующие мясо и сало, неспецифическую резистентность, иммунный статус и антиоксидантную систему. Опыт № 2, цель которого изучить мясную продуктивность бычков калмыцкой породы на откорме, используя в составе рациона кормовые добавки «Лактувет-1» и «Кумелакт-1». Опыт № 3, цель которого изучить эффективность применения новой кормовой добавки «Хлорелакт» в сравнительном аспекте с кормовой добавкой «ЛактуВет» при выращивании ремонтного молодняка и кур родительского стада кросса «Хайсекс коричневый». Опыт № 4, целью которого явилось изучение влияния льняного шрота, томатных и виноградных выжимок в рационах кур промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый» на яичную продуктивность кур второй фазы продуктивности. Опыт № 5, цель которого определить влияние обработки in ovo эмбрионов витаминами группы В на постнатальный рост и иммунокомпетентность ремонтных молодок и кур промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый».

Научно-хозяйственные и физиологические опыты на свиньях и бычках на откорме проводили по методике Овсянникова А.И. (Овсянников А.И., 1976.), а на птице, согласно методическим рекомендациям ФНЦ «ВНИТИП» РАН (Имангулов Ш.А. и др., 2000; Фисинин В.И., 2010). Питательная ценность кормов определяли по методике ГОСТ Р 51417-99 с помощью автоматического анализатора в сертифицированной аналитической лаборатории. Для каждого вида подопытных составляли рационы согласно детализированных норм кормления (Калашников А.П. и др., 2003) и ФНЦ «ВНИТИП» РАН (Егоров И.А. и др., 2015) с помощью программного обеспечения «Корм Оптима Эксперт».

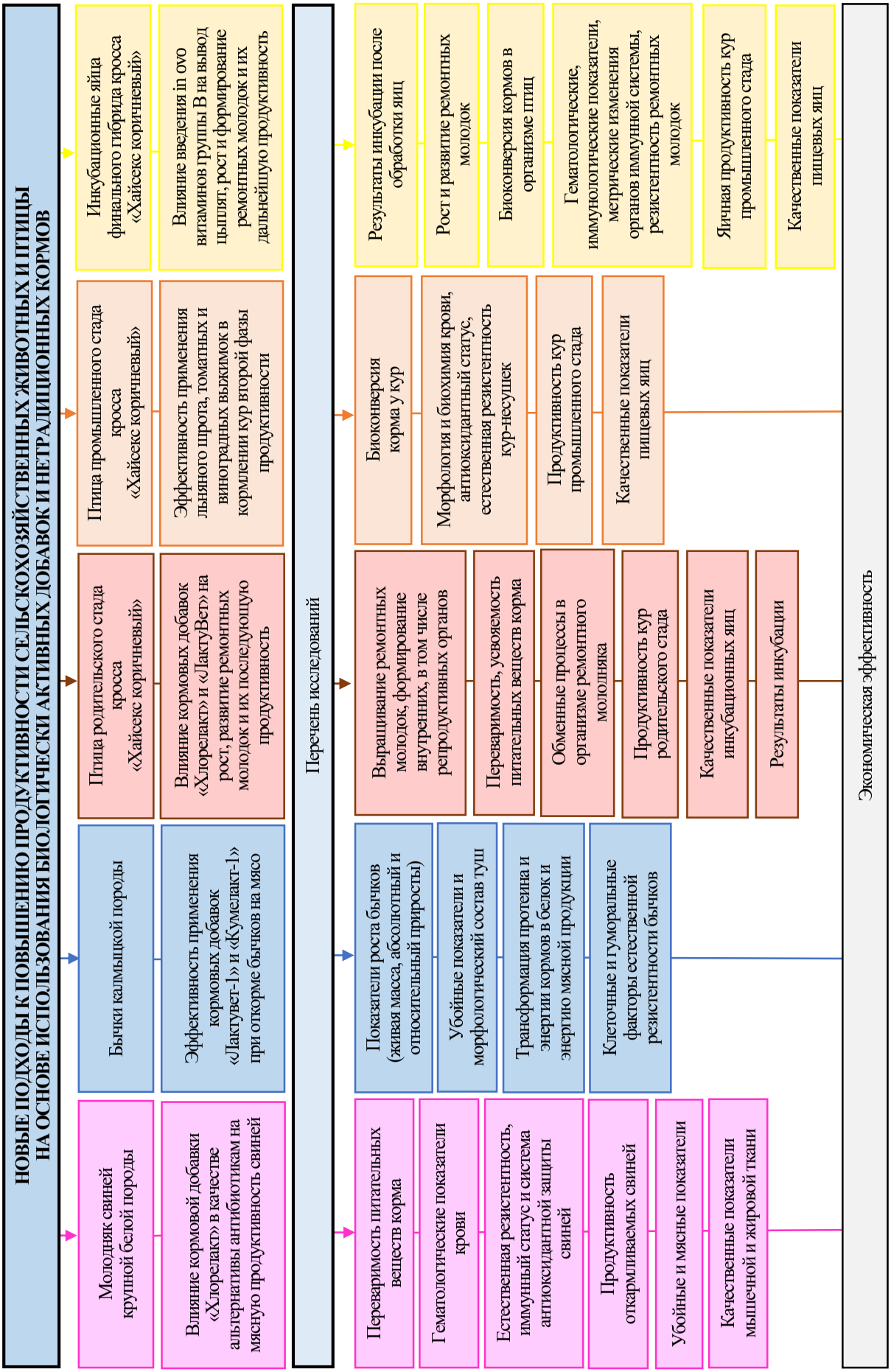


Рисунок 1 – Общая схема опыта

Согласно ГОСТ 31962-2013 показатели роста, в которые включены живая масса и её абсолютный и среднесуточный приросты, а также относительная скорость роста, подопытных животных определяли путем индивидуального взвешивания всего подопытного поголовья с различной периодичностью в зависимости от видовой принадлежности: у птиц – еженедельно; у бычков и свиней – ежемесячно. Сохранность поголовья определяли путем учета павших животных и птиц с установлением причин падежа, ежедневно. Однородность подопытного поголовья по живой массе, развитие репродуктивных и других внутренних органов, определяли в возрастные периоды, указанные в методиках проведения опытов.

Продуктивность кур, характеризующаяся числом снесённых яиц, выходом по категориям инкубационных и пищевых яиц, и оценка затрат корма на единицу продукции производилась ежедневно. Для установления показателей качества пищевых яиц опирались на ГОСТ 31654-2012 «Яйца куриные пищевые. Технические условия», инкубационных – ОСТ 10 321-2003 «Яйца куриные инкубационные. Технические условия». Параметры качества яиц (толщина и прочность скорлупы, индекс желтка, единица ХАУ и цвет желтка) оценивали через 24 часа после снесения. Толщину скорлупы измеряли штангенциркулем, высоту белка и желтка – штативным микрометром, а диаметр желтка – штангенциркулем. Единицы ХАУ рассчитывали по следующей формуле:

$$ХАУ = 100 \times \log_{10} \times (H - 1{,}7 \times W^{0{,}37} + 7{,}57), \quad (1)$$

где H – высота плотного белка, мм;

W – масса яйца, г.

Цвет яичного желтка оценивали по 5-балльной шкале (от темно-оранжевого до светло-бледного) веера цвета желтка. Химический состав льняного шрота, томатных и виноградных выжимок определяли в Исламском университете Азад, Рашт (Иран).

Приборы, собранные в Китае: автоматический гематологический анализатор URiT-3020 Vet Plus и полуавтоматический анализаторе URiT-800 стали инструментом аккредитованной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП для исследования состава крови и биохимического состава сыворотки крови, в то время как прибор Biochem Sa производства США – для показателей антиоксидантного статуса.

Сыворотку разделяли для определения антиоксидантной способности, концентрации МДА, триглицеридов, холестерина, холестерина липопротеинов низкой плотности и холестерина липопротеинов высокой плотности с использованием диагностических наборов. Индекс атерогенности рассчитывали, как отношение холестерина ЛПНП к холестерину ЛПВП. Антиоксидантную емкость, в том числе общую антиоксидантную емкость, общую супероксиддисмутазу и глутатионпероксидазу определяли в образцах сыворотки с помощью наборов RANDOX (Германия) согласно инструкции производителя. Оценка резистентности организма ремонтного молодняка по бактерицидной, лизоцимной и фагоцитарной активности реализовывалась по общепринятым и утвержденным методикам (Дорофейчук В.Г.,1968; Федюк В.В. и др., 2011). Определение в крови подопытных свиней и птиц иммуноглобулинов осуществлялось по методу Манчини, малонового диальдегида – по методу Бузламы В.С. (1997). Содержание Т- и В- лимфоцитов по методу Ездаковой И.Ю. и др. (2008).

Химический и биохимический составы кормов и полученных кормов с продуктами жизнедеятельности был реализован согласно общепринятым методикам зоотехнического анализа. Метрические показатели селезёнки, тимуса, фабрициевой сумки, представляющие собой органы иммунной системы, – путём взвешивания этих органов (возраст вскрытия кур 50 недель). Микроструктуру мышечной ткани подопытных животных проводили в ГНУ НИИММП по методике гистологического исследования в соответствии с ГОСТ 51604-2000. Процесс созревания мяса изучали по содержанию в мышечной ткани гликогена, молочной кислоты и изменению величины pH.

Инъецирование яиц проводили на 14-й день инкубации. Дезинфицировали яйца спиртом (t 30 ºС), затем просвечивали их под овоскопом, делали отверстие, не более 1 мм и при помощи шприца (игла диаметр 0,3 мм), через подскорлупную оболочку вводили раствор витамина в воздушный мешок. Место точечного отверстия запечатывали стерильным парафином сразу после инъекции. Инъецированные яйца возвращали в инкубатор (Долгорукова А.М. и др., 2019). Перед инъецированием навески витаминов растворяли в 0,5 мл стерильной воды. Экономический эффект реализованных исследований оценивался в соответствии с «Методическими рекомендациями по определению экономического эффекта от внедрения результатов научно-исследовательских работ в животноводстве» (Шмаков Ю.И. и др., 1984). Статистическая обработка результатов каждого из проведённых опытов (Вишневец А.В., 2017) была проведена с помощью программного обеспечения для компьютера «Microsoft Office», а оценка и сравнение их с контролем осуществлено с помощью параметрического критерия t – Стьюдента.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Кормовая добавка «Хлорелакт» – альтернатива кормовым антибиотикам при откорме свиней

Традиционно микроводоросли использовались в качестве устойчивого ресурса для животноводства, птицеводства и аквакультуры из-за их высоких питательных свойств, за счет содержания в них углеводов, незаменимых жирных кислот и аминокислот, каротиноидов и витаминов [351; 409]. Исследования показали, что добавление к традиционным кормам микроводорослей Chlorella, Scenedesmus и Arthrospira, может положительно повлиять на рост, здоровье, общую физиологию животных, качество и количество продукции [20; 115]. Кроме того, появились данные, что микроводоросли в составе кормовой добавки снижают уровень холестерина у животных, улучшает иммунный ответ [396], способствует продуктивности птиц и улучшает качество мяса и яиц [357], обеспечивает устойчивость к болезням благодаря противовирусному и антибактериальному действию [269], улучшает функцию кишечника, обогащает колонизацию пробиотиками [242] и увеличивает конверсию корма [453].

Также было доказано, что корм на основе водорослей повышает репродуктивную функцию и помогает контролировать живую массу [377]. Другим не менее важным компонентом корма являются пребиотики. Термин пребиотик может использоваться только в тех случаях, когда благоприятный эффект для здоровья связан с модуляцией микробиоты в определенном участке [283]. Среди наиболее распространенных пребиотических веществ оказались неусвояемые углеводы (олигосахариды и полисахариды) и, в частности, лактулоза [156; 176].

Изучение потенциальных негативных последствий включения антибиотиков-стимуляторов роста в рационы свиней привело к необходимости выращивать свиней без использования антибиотиков. Тем не менее, устранение антибиотиков, стимулирующих рост, из рационов, скармливаемых поросятам после отъема, может усугубить проблемы с болезнями и снизить показатели роста. Чтобы избежать негативных последствий удаления антибиотиков-стимуляторов роста из рациона свиней, необходимо найти им адекватные заменители. Целью этих заменителей – улучшение способности свиней предотвращать колонизацию патогенными бактериями кишечной системы, что часто достигается за счет улучшения иммунологического ответа на патогены. Исходя из вышеизложенного, нами была разработана биологически активная кормовая добавка «Хлорелакт» на основе водорослей Chlorella vulgaris с добавлением лактулозы и испытана при откорме молодняка свиней на откорме в качестве альтернативы антибиотическому препарату.

3.1.1 Условия содержания и кормления подопытных свиней

Экспериментальные исследования проводились на базе ПЗК имени Ленина Суровикинского района Волгоградской области, согласно схеме (рисунок 2). Животным контрольной группы давали комбикорм стандартного состава, соответсвующий детализированным нормам кормления. Животные I опытной группы, в составе стандартного комбикорма получали ветеринарный препарат (ВП), содержащий в качестве действующего вещества хлортетрациклин, в дозировке 120 г/т корма; II опытной – в качестве альтернативной добавки, комплексную биологически активную добавку «Хлорелакт», состоящую из лактулозы, полученной по оригинальной технологии из молочной сыворотки и микроводорослей хлореллы Chlorella vulgaris (концентрация суспензии 60 млн. клеток в 1 мл) в дозировке 2 кг/т корма. Следует отметить, что антибиотик, содержащийся в ветеринарном препарате, полностью выводится из организма животного на 20 день. Условия содержания были одинаковыми для всех подопытных животных, соблюдены параметры микроклимата, предусмотренные нормативами выращивания свиней на откорме.

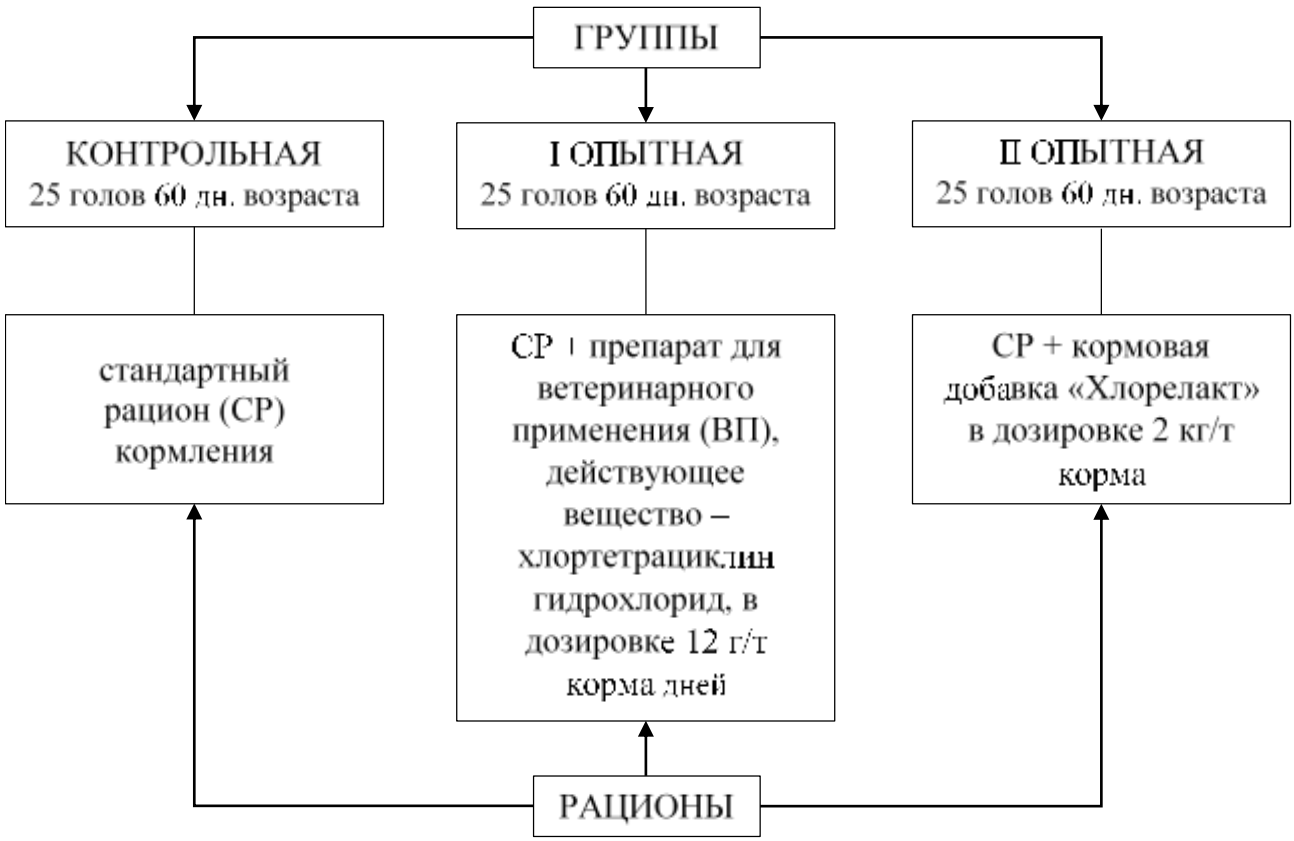


Рисунок 2 – Схема опыта на поголовье свиней

3.1.2 Переваримость питательных веществ корма

Используя новые добавки и препараты в кормлении животных, необходимо изучить их влияние на переваривание и использование питательных веществ корма организмом. Исследования были проведены на молодняке свиней на откорме в возрасте 150 дней. Результаты исследований, полученные в процессе физиологического опыта, представлены на рисунке 3.

Полученные данные позволили констатировать факт улучшения переваримости основных питательных веществ корма организмом животных опытных групп по сравнению с контрольной. Среди опытных групп преимущество по всем изучаемым показателям оказалось в пользу II опытной группы. Разница в пользу II опытной группы по перевариванию сухого вещества и протеина относительно контроля составила 1,77 ($P<0,05$) и 1,86% ($P<0,05$).

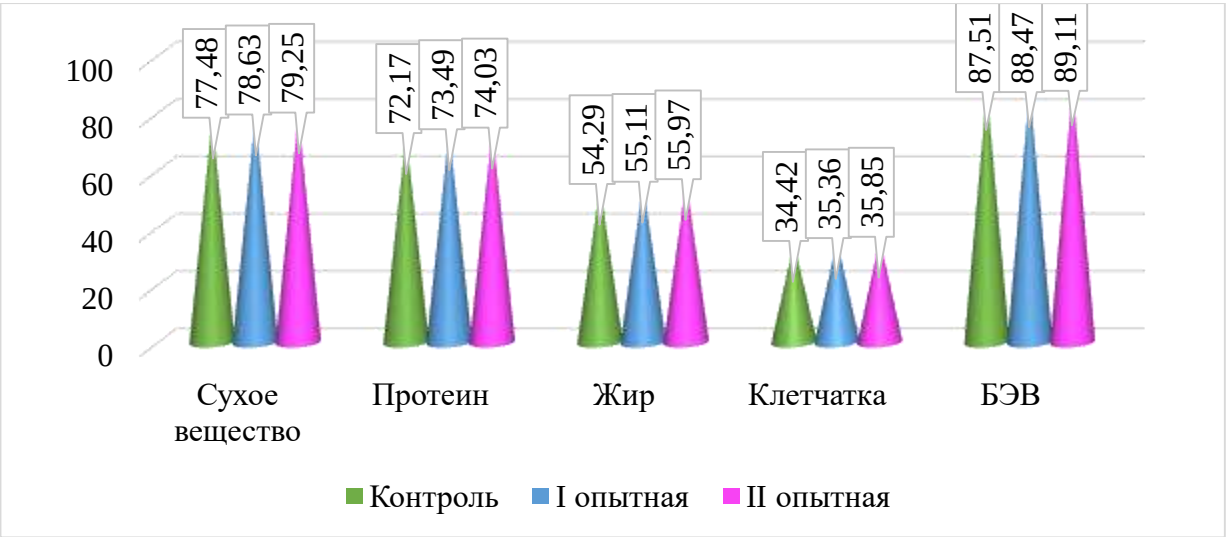


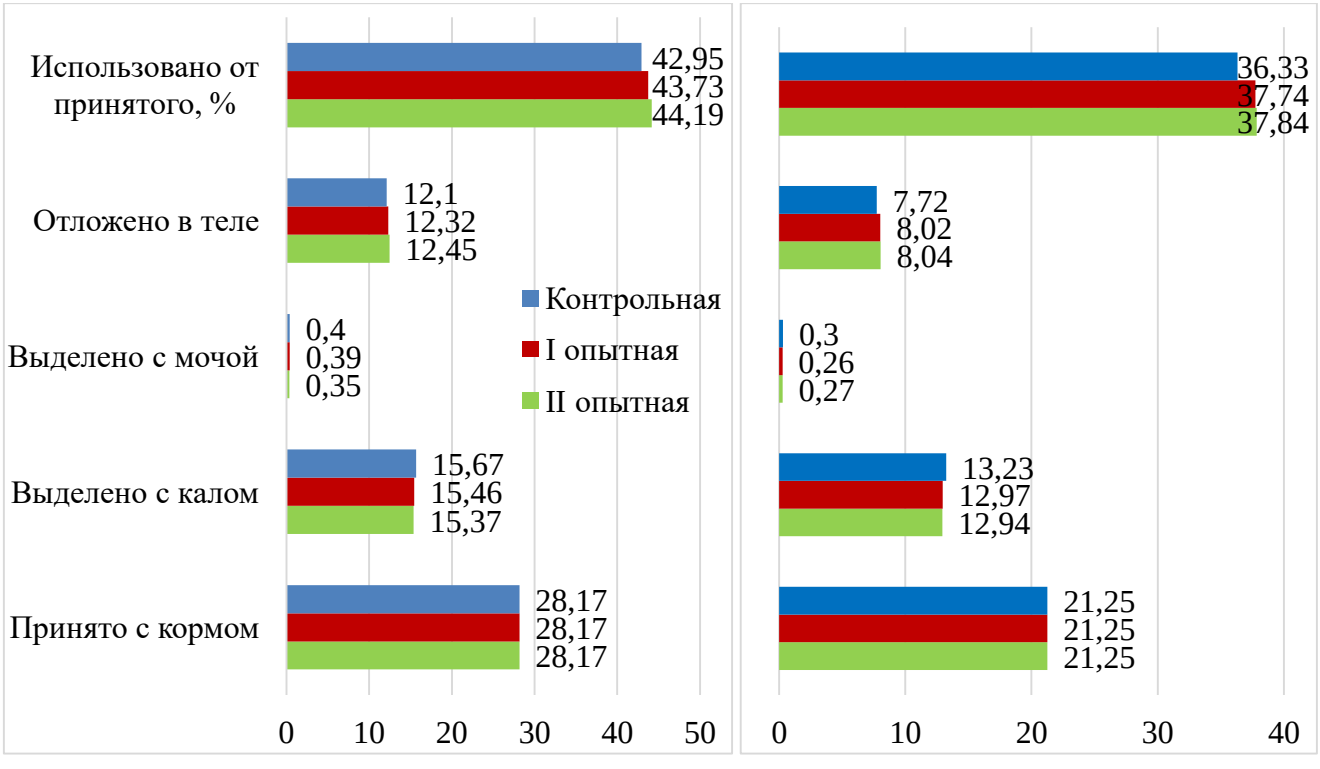
Рисунок 3 – Результаты переваривания кормов организмом свиней, %

Биоконверсия жира и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) улучшилась на 1,68 (P<0,05) и 1,60% (P<0,05). Свиньи I опытной группы переваривали сухое вещество лучше, чем контрольные на 1,15 (P<0,05), протеин – на 1,32 (P<0,05), жир – на 0,82 и БЭВ – на 0,96% (P<0,05). Биоконверсия клетчатки в обеих опытных группах свиней обладала тенденцией к повышению относительно контрольной группы, при недостоверной разнице.

Баланс азота способствует адекватной характеристике белкового питания и оценке роли кормленческих факторов на продуктивность животных. Практически доказано, что используемые в нашем опыте ветеринарный препарат и кормовая добавка «Хлорелакт» активизировали белковый обмен, показатели которого различались в разрезе подопытных групп. Так, наиболее высокое отложение азота отмечено в организме молодняка свиней II опытной группы, где превосходство относительно контроля составило 1,70 (8,18%; P<0,01), а в I опытной – 1,40 г (6,74%; P<0,05).

Превышение по использованию азота от переваренного молодняком свиней II опытной группы, в сравнительном аспекте с контролем, составило 1,94 (P<0,01), а в I опытной – 1,54% (P<0,05) (рисунок 4). Также были изучены особенности обмена кальция и фосфора в организме подопытных животных (рисунок 5). В процессе проведения физиологического опыта заданный корм животные употребляли полностью, соответственно поступление этих макроэлементов было одинаковым во всех подопытных группах, а использование оказалось различным.

Рисунок 4 – Баланс, отложение и использование азота корма (n = 3), г



а **б**

Рисунок 5 – Баланс и использование кальция (а) и фосфора (б) корма (n = 3), г

В опытных группах обнаружена достоверная разница отложения кальция в теле молодняка свиней по сравнению с контролем на 0,22 (1,82%; P<0,05) и 0,35 г (2,89%; P<0,05) соответственно, а использование его от принятого возросло на 0,78 (P<0,05) и 1,24% (P<0,05). Аналогичные данные обнаружены и при изучении обмена фосфора в организме животных. Снижение выделения фосфора как с калом, так и мочой зафиксировано в опытных группах, но разница статистически недостоверна. Однако суммарное снижение выделения фосфора способствовало повышению его отложения в организме молодняка свиней обеих опытных групп, относительно аналогов контрольной группы, на 0,30 г или 3,88% (P<0,05) и 0,32 г или 4,15% (P<0,05) соответственно. При этом использование данного макроэлемента от принятого с кормом у животных опытных групп было более эффективным: у I – на 1,41% (P<0,05); II – на 1,51% (P<0,05) относительно контрольной группы.

3.1.3 Гематологические показатели подопытных свиней

Анализ показателей крови морфологического и биохимического толка служит важной частью оценки физиологического, пищевого и патологического статуса животного. Морфологические показатели крови могут изменяться под влиянием различных внешних факторов или физиологических изменений в организме. Основные биохимические и антиоксидантные показателями крови свиней необходимо изучать для оценки физиолого-биохимического статуса, здоровья животных и продуктивности [23; 43; 77; 162]. Результаты исследований морфологического состава крови свиней показали эффективность влияния изучаемых добавок на окислительно-восстановительные процессы (рисунок 6).

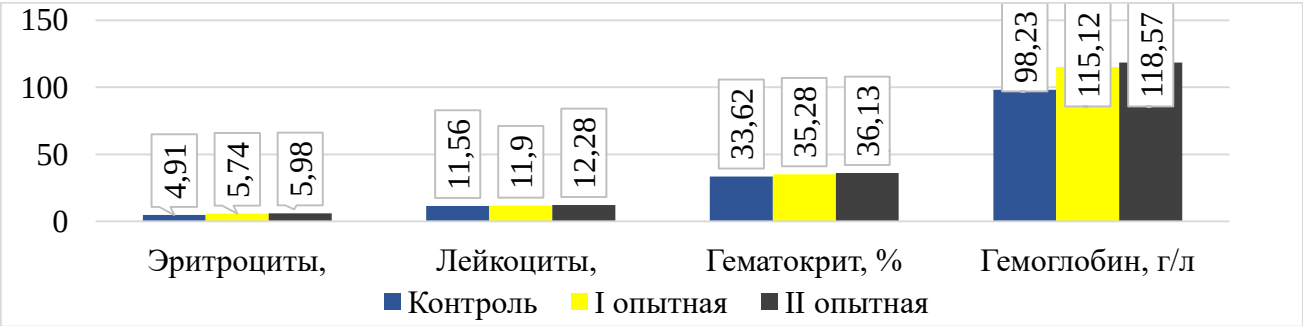


Рисунок 6 – Морфологические показатели крови свиней

Содержание эритроцитов в крови свиней опытных групп увеличилось на 16,90 (P<0,05) и 21,79% (P<0,05). Превышение по уровню лейкоцитов над контрольной группой составило в I опытной группе 2,94%, во II опытной – 6,23, но разница оказалась недостоверной. Концентрация гемоглобина в крови свиней опытных групп достоверно превосходила контроль на 17,19 (P<0,05) и 20,71% (P<0,01) соответственно.

Гематокрит, характеризующий соотношение объема плазмы и форменных элементов крови, в данных исследованиях достоверно превышал контроль в I опытной группе на 1,66% (P<0,05), во II опытной – на 2,51% (P<0,01). Наиболее выраженные защитные свойства, лучшую дыхательную функцию крови и более высокую интенсивность обменных процессов в организме имели свиньи II опытной группы, получавшие кормовую добавку «Хлорелакт».

Особую важность для жизнедеятельности организма представляет обмен белков, поскольку они составляют основу всех тканей, являясь незаменимым пластическим материалом для роста. Белки крови обеспечивают необходимым материалом процесс биосинтеза, являются важными буферными веществами и участвуют в сохранении постоянного pH крови, в регуляции кислотно-щелочного равновесия. Они играют важную роль в структуре и функции клетки, интенсивно участвуя обмене веществ [174]. В ниже представленных исследованиях был изучен белковый обмен под влиянием применения ветеринарного препарата и использования кормовой добавки (таблица 1).

Таблица 1 – Интенсивность белкового обмена свиней (n = 5), г/л

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
Общий белок	73,24±1,47	78,17±1,71*	79,37±1,85*
Альбумины	35,86±0,97	38,83±0,79*	39,51±0,82*
Глобулины	37,38±1,11	39,34±1,17	39,86±1,15
АСТ, ед./л	192,0±9,43	238,0±10,15*	255,0±14,21**
АЛТ, ед./л	46,0±1,27	39,0±1,12**	37,0±1,41**

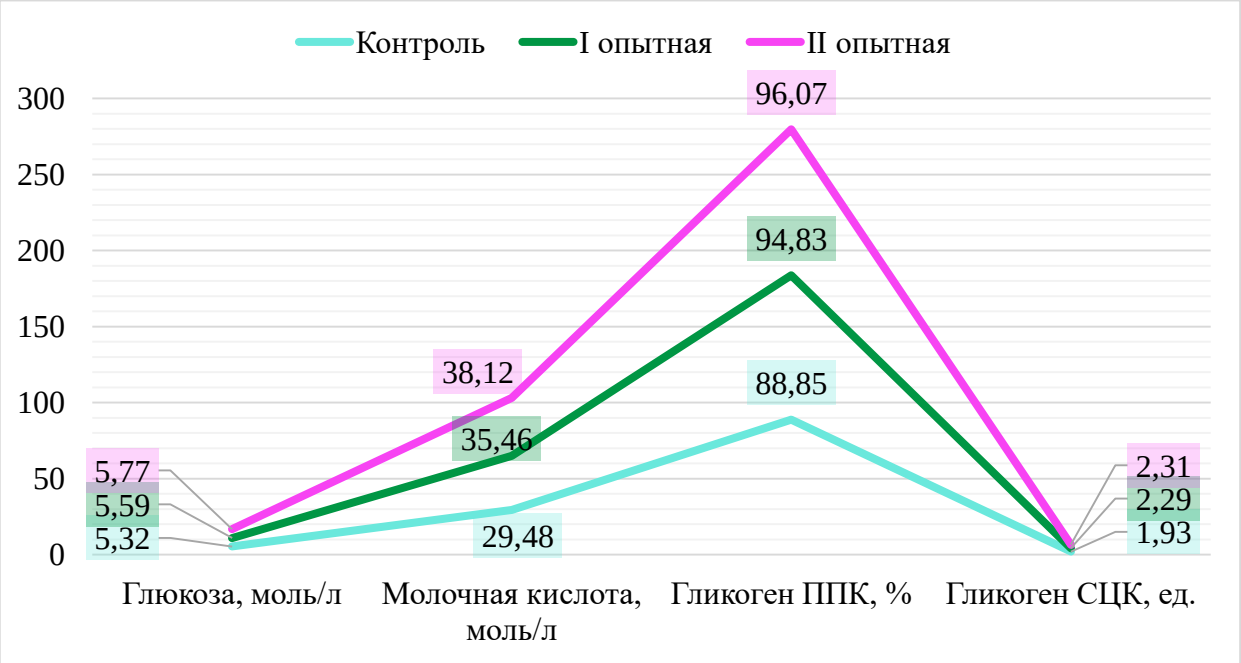
Все изучаемые показатели варьировали в пределах физиологической нормы. Однако в крови животных опытных групп зафиксировано увеличение содержания общего белка по сравнению с контрольной группой на 4,93 (6,73%; P<0,05) и 6,13 г/л (8,37%; P<0,05). Уровень альбуминовой фракции также достоверно превышал контроль в I опытной группе на 2,97 г/л или 8,28% (P<0,05), во II опытной – на 3,65 г/л или 10,18% (P<0,05). Уровень глобулиновых фракций возрос в опытных группах на 5,24 и 6,63%, но разница статистически не подтверждена. В обмене белков в организме животных важная роль отведена ферментам переаминирования (АСТ и АЛТ), которые принимают участие в обмене аминокислот и углеводов, содержатся в крови, мышцах, печени. В ходе исследований был зафиксирован рост содержания в сыворотке крови фермента АСТ в I и II опытных группах на 23,96 (P<0,05) и 32,81% (P<0,01) на фоне контрольной группы. Активность фермента АЛТ, наоборот снизилась на 17,95 (P<0,01) и 24,32% (P<0,01) соответственно. При изучении липидного обмена у свиней опытных групп обнаружено превышение содержания общих липидов по сравнению с контролем на 7,38 (P<0,05) и 10,25% (P<0,01) соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели липидного обмена подопытных животных (n = 5)

Группы	Общие липиды, г/л	Липопротеиды, г/л		Холестерин, моль/л	Триглицериды, моль/л
		альфа	бета		
Контроль	2,44±0,04	0,68±0,012	1,76±0,04	2,64±0,16	0,74±0,07
I опытная	2,62±0,05*	0,73±0,015*	1,89±0,03*	2,52±0,26	0,89±0,06*
II опытная	2,69±0,06**	0,74±0,016**	1,95±0,05*	2,49±0,25	1,06±0,09**

Уровень альфа-липопротеидов возрос в I опытной группе на 7,35% (P<0,05) по сравнению с контролем, во II опытной – на 8,82% (P≤0,01), а бета-липопротеидов – на 7,39 (P<0,05) и 10,80% (P<0,05). Преимущество содержания триглицеридов составило 20,27 (P<0,05) и 43,24% (P<0,01) соответственно. Намеченная тенденция снижения содержания холестерина в сыворотке крови опытных животных, под воздействием изучаемых добавок, может быть связана с ролью молочнокислых бактерий, которые снижают уровень холестерина за счет уменьшения его реабсорбции через стенку кишечника и предотвращения синтеза холестерина в пищеварительной системе.

Основным показателем, характеризующим углеводный обмен, является глюкоза, выполняющая роль энергетического материала во многих метаболических процессах. Использование в рационах свиней на откорме изучаемых ингредиентов способствовало увеличению содержания глюкозы в сыворотке крови животных I и II опытных групп на 5,08 (P<0,05) и 8,46% (P<0,05) (рисунок 7).



Примечания

1 ППК – процент прореагировавших клеток;

2 СЦК – суммарный цитохимический коэффициент.

Рисунок 7 – Показатели углеводного обмена свиней

Выявлена более высокая концентрация молочной кислоты в опытных группах относительно контроля на 20,28 (P<0,01) и 29,31% (P<0,001). Уровень гликогена в сыворотке крови свиней определяли с целью выявить запас энергии в организме подопытных свиней. Количество нейтрофилов с запасами гликогена у свиней I опытной группы оказалось больше, чем в контроле на 6,73% (P<0,01), во II опытной – на 8,13% (P<0,01). Общее количество гликогена, оцениваемое по СЦК, в опытных группах было значительно выше в сравнении с контрольными животными, превышая последних на 18,65 (P<0,01), 19,69% (P<0,01) соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о более высоких запасах легкоусвояемой энергии необходимой для роста животных.

3.1.4 Естественная резистентность, иммунный статус и система антиоксидантной защиты у свиней

В данных исследованиях были изучены факторы, характеризующие клеточный и гуморальный иммунитет (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели естественной резистентности свиней (n = 5)

Значения	Контроль	I опытная	II опытная
Фагоцитарная активность, %	27,04±0,73	30,16±0,85*	31,47±1,17**
Бактерицидная активность, %	53,52±0,81	57,45±0,91*	59,64±1,25**
Лизоцимная активность, %	36,39±0,45	37,81±0,37*	38,33±0,42*

Как показывают результаты исследований фагоцитарная активность нейтрофилов свиней опытных групп высокая, достоверно превышала контроль на 3,12 (P<0,05) и 4,43% (P<0,01) соответственно. Гуморальные факторы естественной резистентности были сформированы лучше у животных I и II опытных групп: бактерицидная активность превышала контроль на 3,93 (P<0,05) и 6,12 (P<0,01), лизоцимная активности – на 1,42 (P<0,05) и 1,94% (P<0,05).

В опытных группах зафиксировано повышение количества иммунокомпетентных клеток у животных (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание Т- и В-лимфоцитов в сыворотке крови (n = 5), %

Значения	Контроль	I опытная	II опытная
Т-лимфоциты	27,9±2,17	34,7±1,78*	36,5±2,26*
В-лимфоциты	45,8±2,10	48,1±2,91	49,6±2,83

Так, количество Т-лимфоцитов в сыворотке крови свиней I опытной группы возросло по сравнению с контролем на 6,80% (P<0,05), II опытной – на 8,60 (P<0,05), а уровень В-лимфоцитов – на 2,30 и 3,80% соответственно. Обнаружено также, что концентрация иммуноглобулинов в крови свиней на откорме опытных групп превышала контрольные значения (рисунок 8).

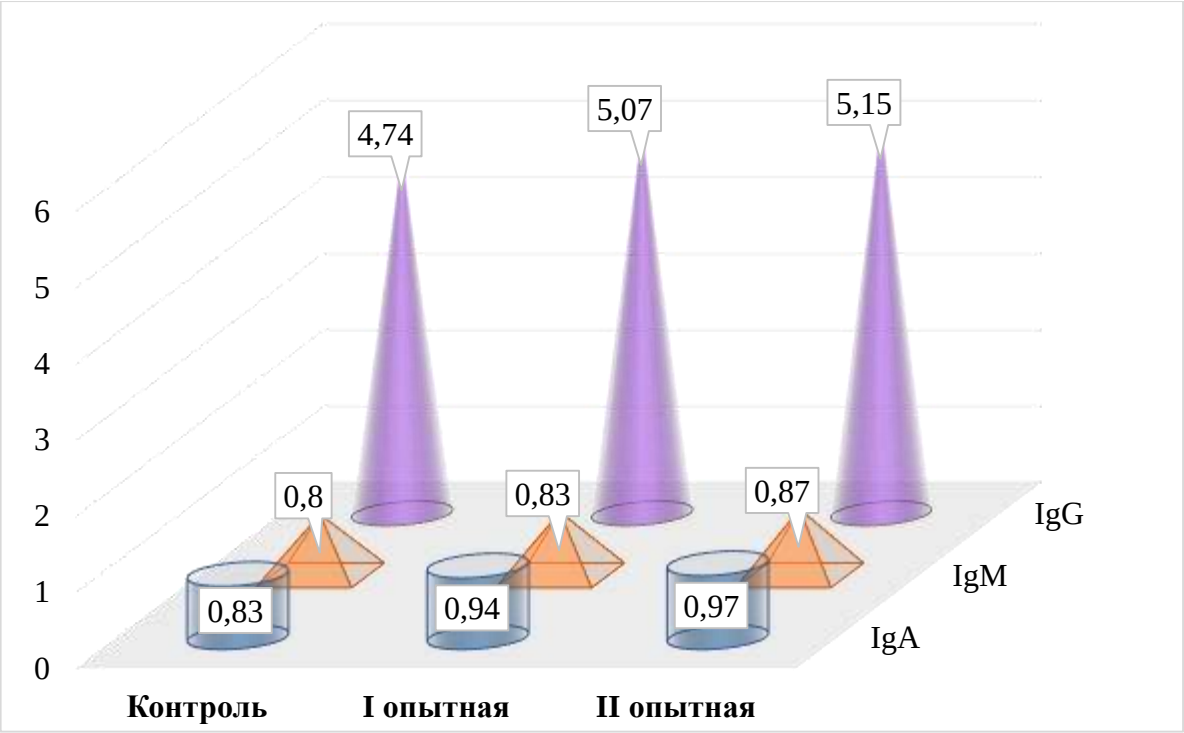


Рисунок 8 – Содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови свиней, мг/мл

Более высокая эффективность влияния новой кормовой добавки «Хлорелакт» установлена на уровень IgA и IgG. Увеличение концентрации IgA во II опытной группе по отношению к контролю составило 16,87 ($P<0,001$), IgG – на 8,65% ($P<0,01$). В I опытной группе, где использовали ветеринарный препарат (хлортетрациклин), также позитивно отразилось на синтезе иммуноглобулинов, но с несколько меньшим эффектом. Разница в пользу опытной группы по содержанию IgA составила 13,25% ($P<0,01$), по IgG – 6,96% ($P<0,05$). Содержание иммуноглобулинов IgM в опытных группах также превышало контроль на 3,75 ($P<0,05$) и 4,82% ($P<0,05$) соответственно.

Система антиоксидантной защиты организма предназначена для поддержания баланса биоактивных веществ (липидов, пептидов, витаминов и других соединений) в органах и тканях животных, защищая их от активных форм кислорода. Антиоксидантная активность является ценным источником информации о состоянии здоровья и уровне стрессоустойчивости и продуктивных животных в производственных условиях. Антиоксиданты – основа иммунитета и здоровья. Они позволяют сельскохозяйственным животным направлять питательные вещества на производство, а не на решение предотвратимых проблем со здоровьем.

Здоровье и продуктивность животных имеют решающее значение для устойчивой системы животноводства и эта область исследований в настоящее время вызывает международный интерес, особенно в отношении механизмов, с помощью которых баланс оксидантов/антиоксидантов может влиять на метаболизм и здоровье. Оксиданты играют центральную роль в нормальной клеточной функции, обеспечивая важную петлю обратной связи между метаболической активностью и регуляцией клеточных функций. Окислительный стресс возникает из-за дисбаланса между прооксидантами и антиоксидантами, который может возникать в условиях повышенного использования экзогенных и эндогенных антиоксидантов, нарушения антиоксидантной способности или иммунной функции.

В своих исследованиях было изучено влияние опытных добавок на процессы перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты (таблица 5).

Таблица 5 – Показатели перекисного окисления липидов
и система антиоксидантной защиты организма свиней (n = 5)

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
МДА, нмоль/мл	7,57±0,24	6,69±0,22*	6,33±0,27**
ДК, нмоль/мл	48,91±1,13	46,04±1,17*	45,62±0,82*
ГПЛ, нмоль МДА/мл	3,07±0,08	2,83±0,09*	2,65±0,12*
ООА, %	71,85±1,79	66,01±1,86*	62,97±1,84**
Каталаза, ЕА/мл	59,94±1,81	68,26±2,45*	70,79±2,62**
СОД, ЕА/мл	15,72±0,45	17,56±0,39*	18,07±0,55**
ЦП, мкг/л	41,49±1,57	47,05±1,21*	48,77±1,29**
ГПО, мкмоль NADP/мин.-мл	1,43±0,07	1,62±0,05*	1,71±0,11*

Примечания

1 МДА – малоновый диальдегид;

2 ДК – диеновые конъюгаты;

3 ГПЛ – гидроперекись липидов;

4 ООА – общая окислительная активность;

5 СОД – супероксиддисмутаза;

6 ЦП – церулоплазмин;

7 ГПО – глутатионпероксидаза.

В организме свиней эволюционно сформирована стабильная система защиты от оксидантов, противостоящая нежелательному воздействию факторов внешней среды. В процессе исследований установлено снижение уровня малонового диальдегида на 13,15 (P<0,05) и 19,59% (P≤0,01) по отношению к контролю. На фоне контрольной группы уровень диеновых конъюгатов также снизился на 6,23 (P<0,05) и 7,21% (P<0,05). Наблюдалась разница содержания гидроперекиси липидов в опытных группах в сторону уменьшения по сравнению с контрольной группой, которая составила 8,48 (P<0,05) и 15,85% (P<0,05), а общая окислительная активность снизилась на 8,85 (P<0,05) и 14,10% (P<0,01).

Интенсивность антиоксидантной системы зависит от роста активности ферментов, выступающего фактором снижения активности перекисного окисления липидов. В опытных группах относительно сверстников контрольной группы выявлено, что активность каталазы в опытных группах увеличилась на 13,88 (P<0,05) и 18,10% (P<0,01), активность супероксиддисмутазы – на 11,71 (P<0,05) и 14,95% (P<0,01) активность церулоплазмина – на 13,40 (P<0,05) и 17,55% (P<0,01), активность глутатионпероксидазы – на 13,29 (P<0,05) и 19,58% (P<0,01), что согласуется с исследованиями Грищук С.В. [47].

Таким образом, выявлено, что использование ветеринарного препарата, активное вещество хлортетрациклин и кормовой добавки «Хлорелакт» снижает у свиней на откорме интенсивность процессов перекисного окисления липидов и повышает активность антиоксидантной защиты организма.

3.1.5 Продуктивность откармливаемых свиней

Продуктивность свиней является надежным показателем эффективности производства при различных условиях кормления. Критерии оценки продуктивности животных охватывают много характеристик, включая показатели здоровья и этологические параметры. На практике сложно выделить одну базовую меру, демонстрирующую максимальное влияние на мясную продуктивность.

Для успешного производства требуются животные с хорошо выраженными породными признаками, способные выдерживать разумные стрессовые нагрузки, сохраняя при этом высокое потребление корма и эффективность конверсии корма, а также высокую мясную продуктивность. Стада с низким состоянием здоровья характеризуются низкой продуктивностью, снижением роста, повышенным потреблением кормов и, как следствие, период откорма удлиняется, а эффективность производства снижается [60; 150; 154; 196].

В данном исследовании изучена мясная продуктивность по результатам ежемесячного взвешивания подопытного молодняка (таблица 6).

Таблица 6 – Динамика живой массы свиней (n = 25), кг

Возраст, дни	Контрольная	I опытная	II опытная
60	18,08±0,48	17,76±0,53	17,89±0,42
90	37,27±0,39	37,91±0,41	38,53±0,56
120	57,25±0,48	58,68±0,34*	59,84±0,79**
150	79,12±0,56	80,87±0,61*	82,56±0,98**
180	101,98±0,83	104,76±0,74**	106,83±1,17**

Животные опытных групп, получавшие ВП (действующее вещество хлортетрациклин) и кормовую добавку «Хлорелакт» в составе комбикорма, набирали живую массу более усиленно, чем аналоги контрольной группы. К 90-дневному возрастному периоду выявлен курс на более стремительный прирост живой массы в опытных группах по сравнению с контрольной группы.

Отличия живой массы опытных групп от контрольной были положительными в отношении опытных животных. Для I и II групп они соответственно составили: в 120-ти дневном возрасте 1,43 кг или 2,50% ($P<0,05$) и 2,59 кг или 4,52% ($P<0,01$), а в 150-ти дневном возрасте – на 1,75 кг или 2,21% ($P<0,05$) и 3,44 кг или 4,35% ($P<0,01$) и к концу опыта – 2,78 кг или 2,73% ($P<0,05$) и 4,85 кг или 4,76% ($P<0,01$). Абсолютный прирост живой массы за четырехмесячный период откорма в контрольной группе составил 83,90 кг, в I опытной – 87,00 кг, во II опытной – 88,94 кг, что на 3,10 кг или 3,69% ($P<0,01$) и 5,04 кг или 6,01% ($P<0,001$) больше, чем в контрольной группе.

Также стоит взять во внимание, что затраты корма в контрольной группе были 4,42 кг на единицу прироста, а в I и II опытных 4,35 и 4,29 кг, что ниже на 70 и 130 г (рисунок 9).

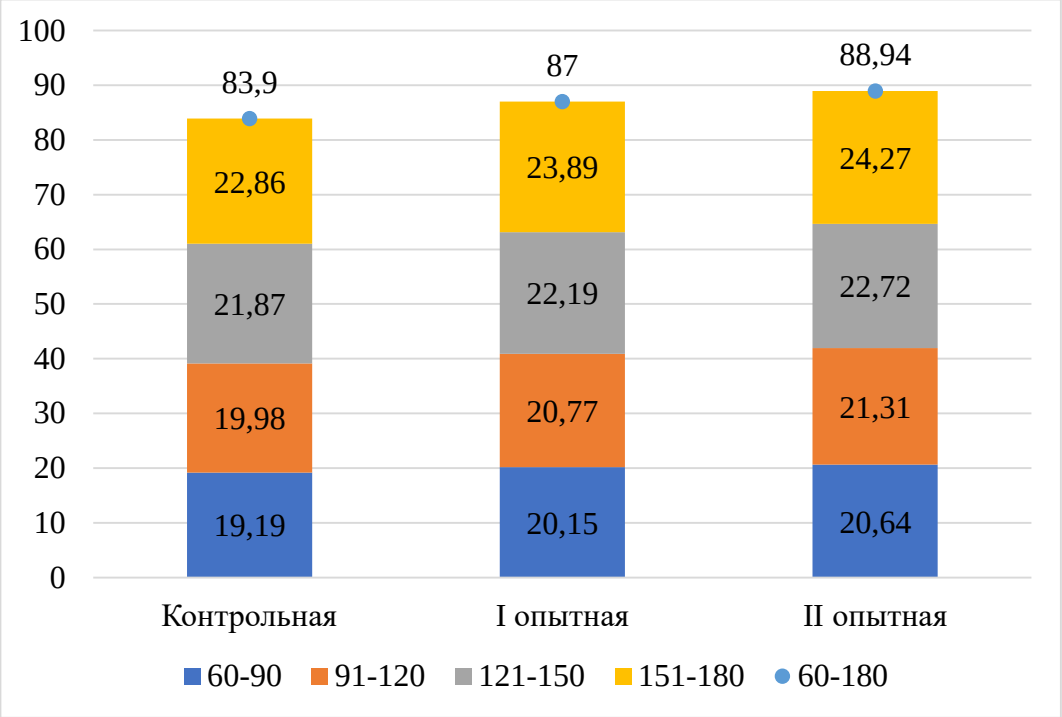


Рисунок 9 – Абсолютный прирост живой массы свиней (n = 25), кг

В процессе откорма абсолютный прирост живой массы свиней опытных групп достоверно превышал аналогичный показатель контрольной группы, за исключением возрастного периода 121-150 дней, превышение составило 1,46 и 3,89% при недостоверной разнице. Полученные в ходе научной работы данные о среднесуточных приростах живой массы поросят в откормочный период показаны в таблице 7.

Таблица 7 – Среднесуточный прирост живой массы поросят, г (n = 25)

Возрастной период, дни	Контрольная	I опытная	II опытная
60-90	639,7±9,68	671,7±8,93*	688,0±11,54**
91-120	666,0±7,32	692,3±6,57*	710,3±10,85**
121-150	729,0±5,23	739,7±4,99	757,3±9,77*
151-180	762,0±9,41	796,3±9,72*	809,0±12,16**
60-180	699,2±8,57	725,0±8,31*	741,4±11,29**

Установлено, что за опытный период среднесуточный прирост живой массы в I и II опытных группах оказался выше, чем в контрольной группе на 25,8 (3,69%; P<0,05) и 42,2 г (6,04%; P<0,01). В то же время, хотелось бы подчеркнуть, что во все возрастные периоды откорма этот показатель находился выше контрольных значений. Следовательно, стоит сделать вывод, что созданная на основе микроводоросли кормовая добавка «Хлорелакт» оказала наиболее эффективное действие на откормочные качества свиней по сравнению с ветеринарным антибиотическим препаратом.

3.1.6 Убойные и мясные показатели свиней

Для объективной оценки результатов откорма свиней проводят контрольный убой животных, по итогам которого, появляется возможность детально установить мясную продуктивность путем измерений и взвешивания, полученных мякоти, шпика и костей [14; 44; 72; 133; 193]. Результаты контрольного убоя свиней в количестве 15 голов, равномерно выбранных из каждой подопытной группы, показаны в таблице 8.

Таблица 8 – Убойные и мясные качества свиней (n = 5)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
Убойный выход, %	68,5±0,59	69,6±0,71*	70,9±0,65*
Толщина шпика, мм	31,8±0,21	30,3±0,49*	29,9±0,51**
Площадь «мышечного глазка», $см^2$	30,1±0,44	31,7±0,49	32,3±0,55*
Масса задней трети полутуши, кг	10,8±0,15	11,2±0,11	11,5±0,17

Убойный выход в I и II опытных группах превышал контрольную на 1,10 (P<0,05) и 2,40% (P<0,05). Толщина подкожного шпика уменьшилась относительно контрольной группы на 1,5 (4,95%; P<0,05) и 1,9 мм (6,35%; P<0,05). Площадь «мышечного глазка», характеризующая развитие длиннейшей мышцы спины, во II опытной группе превышала контроль на 7,31% (P<0,05). В I опытной группе также выявлено повышение по данного показателя относительно контрольной группы на 5,32%, но разница статистически недостоверна. Наблюдалось увеличение массы задней трети полутуши опытных групп на 3,70 и 6,48% относительно контроля.

Выход мякоти, в результате обвалки туш, показывает эффективность откорма свиней (рисунок 10). Масса охлажденных туш в I и II опытных группах оказалась выше на 3,09 кг или 4,47% (P<0,05) и 5,55 кг или 8,03% (P<0,01), выход мышечной ткани – на 1,50 (P<0,05) и 2,37% (P<0,01) относительно контрольной группы. Масса мяса в I опытной группе выше, чем в контрольной группе на 2,91 кг (P<0,05), и чем во II опытной – на 5,06 кг (P<0,01).

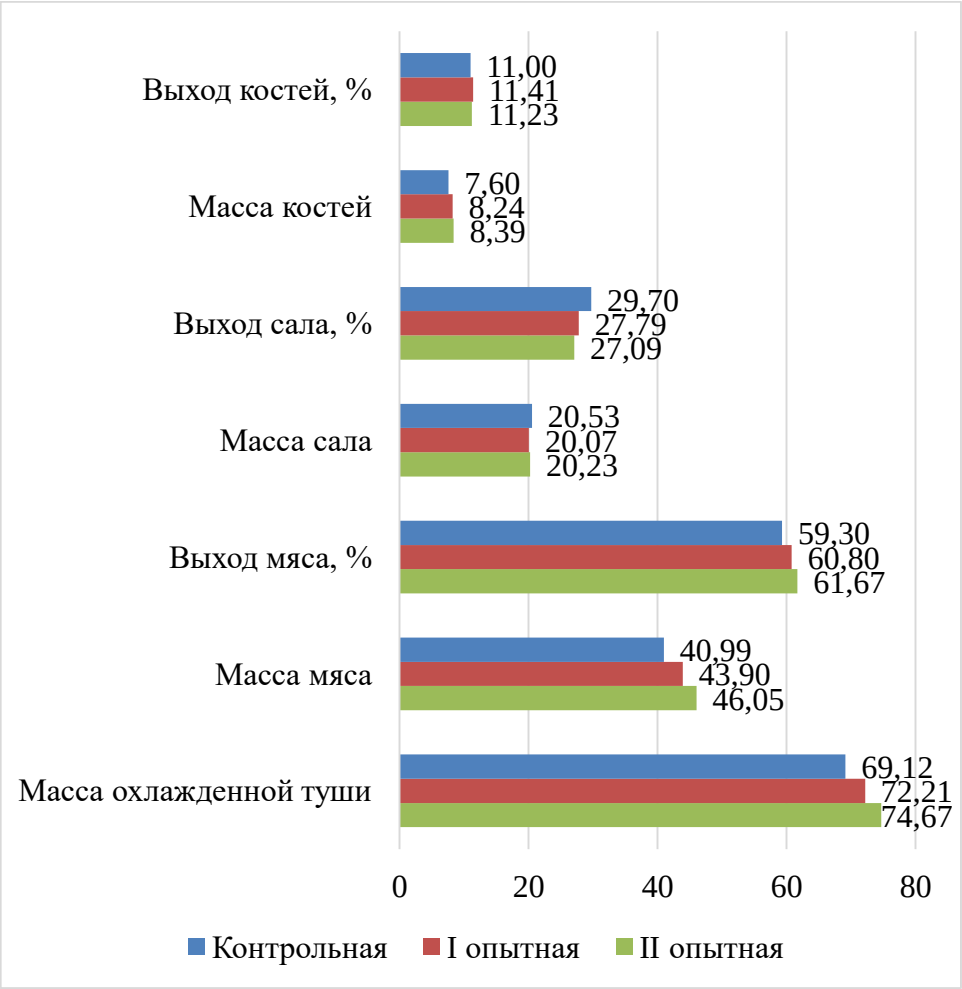


Рисунок 10 – Морфологический состав туш свиней (n = 5), кг

Относительный выход сала в опытных группах снизился на 1,91 (P<0,05) и 2,61% (P<0,01), тогда как масса сала – всего на 0,46 и 0,30 кг, за счет более высокой массы охлажденных туш. Абсолютная и относительная масса костей в опытных группах была на приблизительно равном уровне контрольной группы незначительном преимуществе данного показателя у опытных групп. Заметно, что «Хлорелакт» оказал более значительное влияние на убойные и мясные качества свиней, чем антибиотикосодержащий ветеринарный препарат.

3.1.7 Качественные показатели мышечной ткани молодняка свиней

К основным параметрам оценки качества мяса относят его химический состав, который в процессе роста животных изменяется находится во взаимосвязи с возрастом, фенотипом и породностью, кормленческими подходами и условиями, качеством ухода и содержания [8; 39; 194]. В связи с этим было изучено влияние изучаемых добавок на химический состав ДМС свиней крупной белой породы. Данные анализа указывают на физиологическую зрелость мяса животных в каждой из подопытных групп (рисунок 11). Кормовая добавка «Хлорелакт» оказала существенное влияние на химический состав мышечной ткани свиней II опытной группы. У нее достоверно увеличилось содержание сухого вещества и протеина на 0,95 (P<0,05) и 1,06% (P<0,05) относительно контроля.

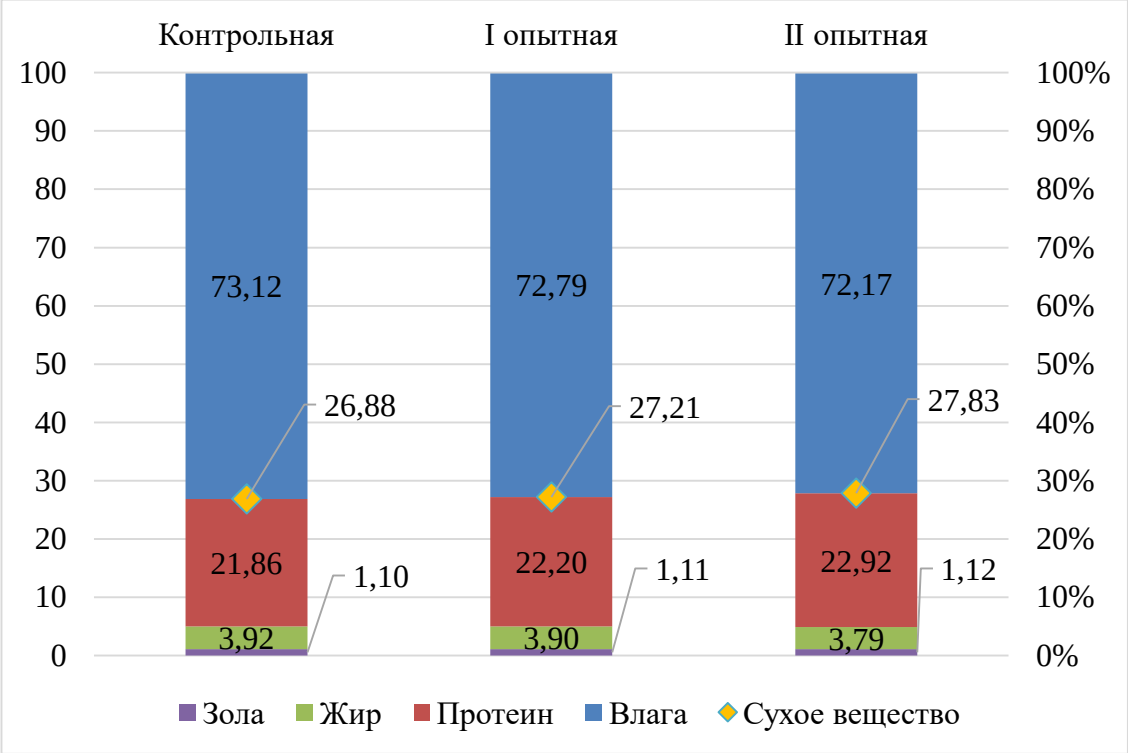


Рисунок 11 – Химический состав ДМС (n = 5), %

В I опытной группе установлено увеличение этих показателей на 0,33 и 0,34% на фоне контрольной группы. Содержание жира в мышечной ткани свиней I опытной группы находилось на уровне контроля, а II опытной – наблюдалась тенденция снижения на 0,13%.

Не менее важным показателем качества мяса является характер его созревания после убоя, которое происходит под воздействием тканевых ферментных систем. Созревание, или автолиз, обеспечивает появление нежности, сочности, специфического вкуса и аромата мяса. После убоя в мясе начинается распад гликогена, который превращается в молочную кислоту. Накапливаясь в мясе, молочная кислота снижает pH мышечной ткани.

Мышечный гликоген, как основной источник глюкозы для мышечного гликолиза, может снабжать мышцы аденозинтрифосфатом, который тесно связан с ростом и развитием мышц. В особых физиологических условиях (например, при интенсивных физических нагрузках) он может поддерживать стабильность уровня сахара в крови и регулировать баланс метаболизма глюкозы. Кроме того, гликоген влияет на различные показатели качества мяса, такие как цвет мяса, нежность и pH мяса.

Распад гликогена до молочной кислоты изменяет pH, что влияет на качество мяса. Являясь важным промежуточным звеном в процессе метаболизма сахара, гликоген тесно взаимодействует с сахаром крови посредством синтеза гликогена. Гликоген не только участвует в поддержании нормальной жизнедеятельности животных, но и влияет на продуктивность и качество мяса [42]. Показатели, характеризующие созревание мяса представлены в таблице 9.

Таблица 9 –Показатели автолиза мяса (n = 5)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
через 3 часа после убоя			
pH	5,88±0,05	5,87±0,07	5,84±0,06
Гликоген, мг%	591,6±10,84	635,5±11,62*	687,8±17,32**
Молочная кислота, мг%	285,5±5,35	301,7±4,44*	316,3±6,59**
через сутки после убоя			
pH	5,61±0,05	5,73±0,04	5,69±0,06
Гликоген, мг%	289,3±9,49	352,7±9,71**	404,6±15,83***
Молочная кислота, мг%	573,8±7,85	528,5±13,16*	547,4±9,33*

Через 3 часа после убоя свиней кислотный показатель мяса pH находился примерно в равнозначительных пределах в разрезе подопытных групп. Спустя сутки (24 часа после убоя) в контрольной группе произошло значительное снижение pH до 5,61 ед., в опытных группах – до 5,73 и 5,69 соответственно. На начальной стадии автолиза содержание гликогена в мышечной ткани свиней опытных групп превышало контроль на 7,42 ($P<0,05$) и 16,26% ($P<0,01$) соответственно, однако спустя сутки произошло резкое снижение гликогена в контрольной группе в 2,05 раза, а в I и II опытных группах – на 80,18 и 69,99%. Следовательно, уровень гликогена в опытных группах превышал этот показатель в контроле на 21,92 ($P<0,01$) и 39,85% ($P<0,001$).

Параллельно с распадом гликогена происходил процесс образования молочной кислоты в мышечных волокнах. В начале созревания мяса количество молочной кислоты в опытных группах оказалось выше, чем в контроле на 5,67 ($P<0,05$) и 10,79% ($P<0,01$), а после 24-вой выдержки в контрольной группе увеличилось в 2,01 раза, в I опытной группе – на 75,17%, во II опытной – на 73,06%. В итоге содержание молочной кислоты в мясе опытных групп оказалось ниже, чем в контроле на 8,57 ($P<0,05$) и 4,82% ($P<0,05$). Сравнивая полученные результаты среди опытных групп, можно заключить, что кормовая добавка «Хлорелакт» оказала наиболее эффективное влияние на процесс созревания мяса.

Диаметр мышечного волокна, служащего основным элементом структуры мышечной ткани, варьируется в интервале значений от 10-100 мкм в зависимости от типа мышц и характеристик животных и факторов их кормления. Установлена корреляция между диаметром мышечного волокна и некоторыми характеристиками качества – консистенцией и нежностью [97; 137]. Результаты исследований микроструктуры мышечной ткани показали (таблица 10), что толщина мышечных волокон различалась незначительно между свиньями опытных и контрольной группами.

Таблица 10 – Микроструктура мышечных волокон подопытных свиней (n = 5)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
Толщина мышечных волокон, мкм	57,5±0,44	58,4±0,39	58,7±0,53
Удельный вес разных волокон, %:			
крупные	29,6±0,43	32,9±0,37*	33,1±0,35*
мелкие	25,7±1,29	33,5±1,19**	34,8±1,22***
Соотношение крупных и мелких волокон	1,15	0,98	0,95
Количество волокон на 1 мм^2 среза	179,8±0,47	182,9±0,83*	183,4±0,79**
Удельный вес красных волокон, %	22,7±0,23	24,3±0,51*	24,9±0,49**

Превышение в I опытной группе относительно контрольной группы составило всего 1,57%, во II опытной – 2,09%. При этом удельный вес мелких волокон в мясе свиней I и II опытных групп превышал контроль на 7,8 (P<0,01) и 9,1% (P<0,001), а крупных – на 3,3 (P<0,05) и 3,5% (P<0,05) соответственно. Обнаружено большее количество волокон на 1 мм^2 среза на 1,72 (P<0,05) и 2,00% (P<0,01), больший удельный вес красных волокон на 1,60 (P<0,05) и 2,20% (P<0,01) относительно контроля.

Признаком высококачественных показателей мяса, полученного в ходе выращивания, выступают функционально-технологические и гастрономические характеристики, позволяющие взвесить баланс между конфигурацией структуры мяса и его сочностью перед и после тепловой обработки. Существующая взаимосвязь между потерей при приготовлении и сочностью свинины была описана Горловым И.Ф. и др. [32], Погодаевым В.А., Кондратовым Р.С. [137].

Проведенные исследования показали высокое качество свинины подопытных групп, однако физико-технологические показатели мышечной ткани опытных групп превышали контроль (таблица 11).

Таблица 11 – Физико-технологические свойства мяса (n = 5)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
Влагоудерживающая способность, %	57,44±0,51	58,31±0,32	59,68±0,49*
Увариваемость, %	35,37±0,49	34,73±0,54	32,98±0,57*
pH через 24 часа после убоя	5,60±0,05	5,78±0,04	5,77±0,06

В I и II опытных группах влагоудерживающая способность мышечной ткани превышала аналогичный показатель из контроля на 0,87 и 2,24% (P<0,05), а увариваемость сократилась на 0,64 и 2,39% (P<0,05) соответственно. Величина pH мяса подопытных групп находилась в пределах нормы и колебалась от 5,77 до 6,00.

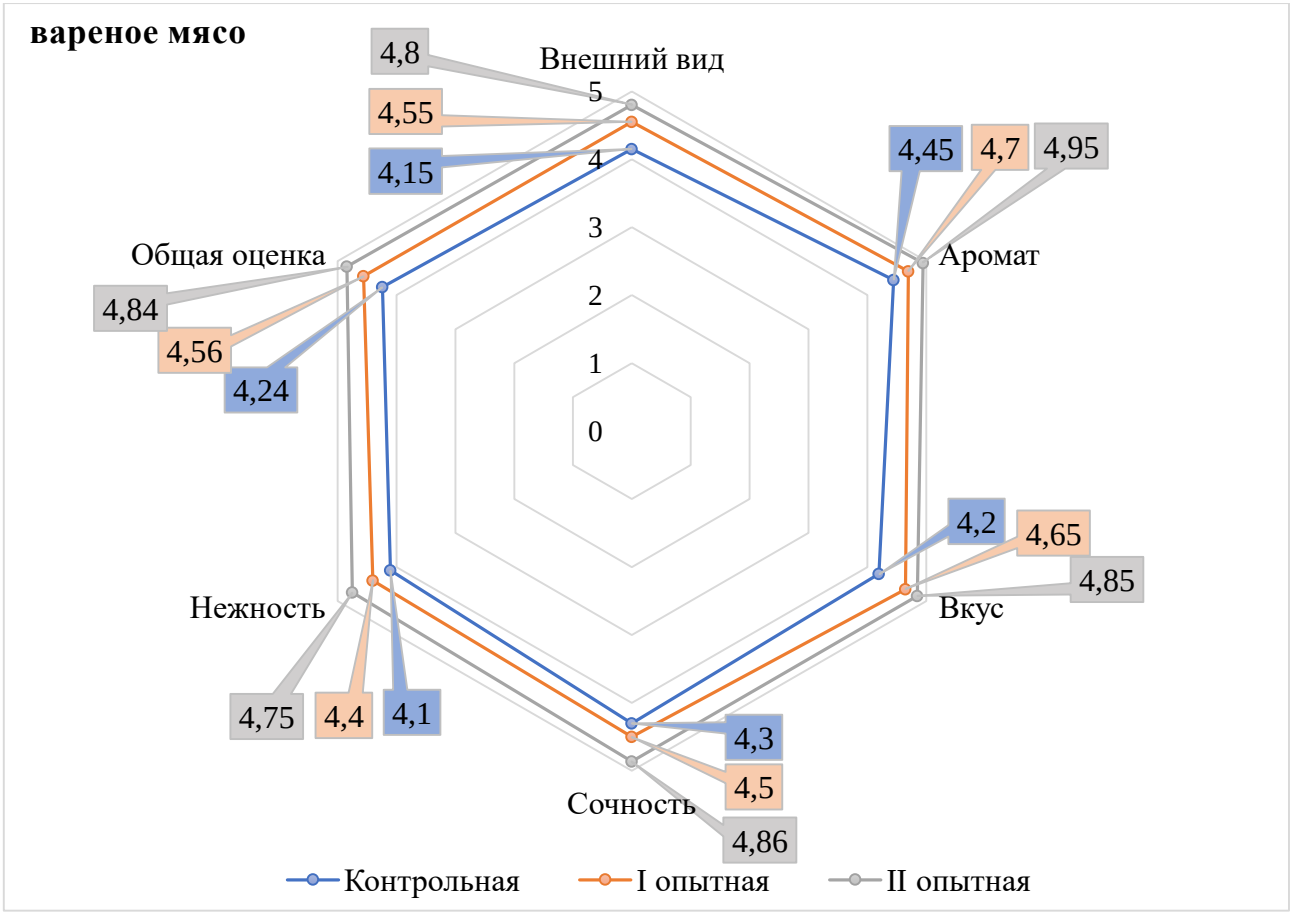
Для оценки качества мяса большое значение имеет белково-качественный показатель (БКП), который зависит от наличия в нём полноценных (триптофан) и неполноценных (оксипролин) белков и соотношения между ними. В наших исследованиях количество триптофана в мясе свиней опытных групп превышало контроль (таблица 12).

Таблица 12 – Биологическая ценность мяса свиней (n = 5)

Значения	Содержание оксипролина, мг/100 г	Содержание триптофана, мг/100 г	Белково-качественный показатель, %
Контроль	37,58±0,17	324,33±3,14	8,63
I опытная	36,83±0,21*	337,22±4,12*	9,16
II опытная	36,45±0,32*	338,51±2,43**	9,29

Разница по содержанию триптофана между контролем и I и II опытными группами составляла 3,97 (P<0,05) и 4,37% (P<0,01) в пользу опытных групп. В тоже время содержание оксипролина снизилось в опытных группах на 2,04 (P<0,05) и 3,10% (P<0,05) по сравнению с контролем. В связи с этим белково-качественный показатель (БКП) оказался выше в опытных группах: в I опытной – на 0,53, во II – на 0,66 относительно контрольной группы.

И, как правило, окончательным и решающим при установлении качества мяса, является органолептическая оценка. В результате комплексной дегустации мяса и мясного бульона, которая проводилась по 5-ти бальной шкале, установлено, что мясо свиней всех подопытных групп обладало хорошим качеством (рисунок 12).



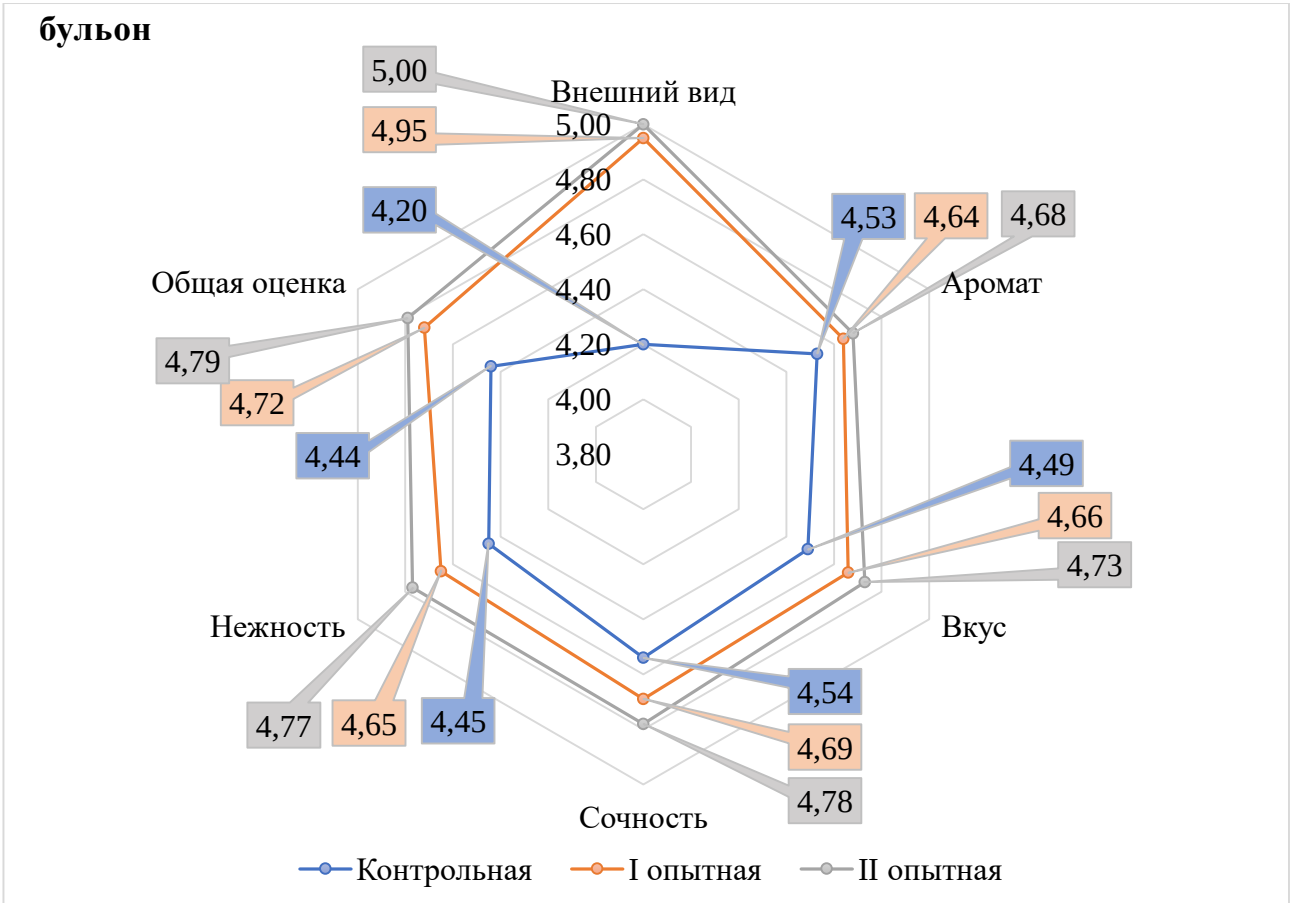


Рисунок 12 – Органолептическая оценка мяса и бульона подопытных животных

Мясо вареное, полученное от свиней I и II опытных групп, было оценено дегустационной комиссией по внешнему виду, аромату, вкусу, сочности и нежности в 4,56 и 4,84 балла, что превышало контроль на 0,32 и 0,60 балла. По мнению дегустационной комиссии, бульон после варки мяса животных, участвовавших в эксперименте, включая контроль, не имел посторонних запаха и привкуса. При этом комплексная оценка сенсорных признаков качества бульона была выше в I и II опытных группах по сравнению с контролем на 0,28 и 0,35 балла соответственно, что указывает на позитивную роль изучаемой добавки «Хлорелакт» в формировании качественных показателей мяса свиней II опытной группы. Результаты наших исследований согласуются с исследованиями Шемурановой Н.А., [192], Simkus A., Simkiene A. et al. [430], которые доказали, что сенсорные характеристики мяса, такие как нежность и сочность, были увеличены с помощью включения в рацион кормления свиней свежей биомассы хлореллы, не оказывая отрицательного влияния на вкус и запах мяса.

3.1.8 Качественная оценка сала откармливаемого молодняка свиней

Известно, что включение Chlorella vulgaris в рацион улучшает показатели роста поросят, качественные показатели мяса и сала за счет увеличения общего содержания каротиноидов и n-3 ПНЖК, что способствует эффективному соотношению n-6/n-3 ПНЖК. Пищевая ценность липидов свинины невелика из-за низкого содержания в них полезных n-3 полиненасыщенных жирных кислот и жирорастворимых антиоксидантов. Включение микроводорослей в рацион свиней представляет собой многообещающий подход к развитию устойчивого производства свинины и улучшение её качества. Различный состав жирных кислот в жировой ткани оказывает сильное влияние на качество свинины. Состав жирных кислот определяет плотность/маслянистость жировой ткани и окислительную стабильность мышц [131; 138; 191]. Результаты химического анализа подкожного шпика представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Физико-химические свойства сала (n = 5)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
Влага, %	9,38±0,10	9,10±0,12	8,80±0,20
Протеин, %	1,60±0,09	1,79±0,07	1,86±0,06*
Жир, %	88,71±0,15	88,76±0,14	88,94±0,13
Зола, %	0,31±0,02	0,35±0,01	0,40±0,01
Ненасыщенные жирные кислоты, %	42,7±0,25	43,2±0,24	43,8±0,29*
Насыщенные жирные кислоты, %	57,3±1,05	56,80±0,89	56,20±0,57
Температура плавления, °С	37,3±0,5	37,1±0,4	37,0±0,6
Йодное число	55,7±0,29	56,9±0,36*	58,8±0,78**

Установлено, что в I и II опытных группах увеличилось содержание жира на 0,05 и 0,23%, золы – на 0,04 и 0,06% соответственно. Более эффективно изучаемые добавки повлияли на содержание протеина в сале. В I опытной группе превышение относительно контроля по содержанию протеина составило 0,19%, а во II опытной – 0,26% ($P<0,05$). Содержание ненасыщенных кислот у I и II опытных групп увеличилось на 0,5 и 1,1% ($P<0,05$), при соответствующим снижении насыщенных, а йодное число подкожного шпика возросло на 1,2 ($P<0,05$) и 3,1 ед. ($P<0,05$) соответственно. Температура плавления подкожного сала во всех подопытных группах была практически одинаковой (37,3; 37,1 и 37,0 °С).

3.1.9 Экономическая эффективность применения кормовой добавки «Хлорелакт»

Корма для свиней составляют основную часть стоимости продукции. Следовательно, существует огромный спрос на альтернативные кормовые ресурсы в качестве заменителей кукурузы, соевого шрота и белков животного происхождения. Водоросли обеспечивают альтернативу традиционным источникам и считаются одной из важных пищевых добавок XXI века как источник белков, липидов, полисахаридов, минералов, витаминов и ферментов, а также проявляют определенный антибактериальный эффект.

При расчете экономической эффективности влияния новой кормовой добавки «Хлорелакт» на производство свинины использовали цены, сложившиеся в базовом хозяйстве за 2021 год (таблица 14).

Таблица 14 – Экономическая эффективность производства свинины

Показатель	Контрольная	I опытная	II опытная
Средняя живая масса 1 головы, кг:			
в начале опыта	18,08	17,76	17,89
в конце опыта	101,98	103,76	105,43
Абсолютный прирост живой массы за главный период опыта, кг	83,90	86,00	87,54
Среднесуточный прирост, г	699,17	716,66	729,50
Затраты на 1 кг прироста живой массы: энергетических корм. ед.	4,42	4,35	4,29
Производственные затраты, с учетом стоимости добавок, руб.	8793,15	8822,05	8867,35
Себестоимость 1 ц прироста живой массы, руб.	124,92	119,28	115,72
Выручка от условной реализации, руб.	10907,00	11180,00	11380,20
Прибыль от условной реализации, руб.	2113,85	2357,95	2512,85
Уровень рентабельности, %	24,04	26,72	28,34

Скармливание молодняку свиней опытных групп ветеринарного препарата и кормовой добавки «Хлорелакт» дало возможность снизить себестоимость 1 ц прироста живой массы по сравнению с контрольной группой на 5,64 и 9,20 руб., а уровень рентабельности повысить на 2,68 и 4,30%. При этом во II опытной группе («Хлорелакт») уровень рентабельности превышал аналогичный показатель I опытной группы (ветеринарный препарат, активное вещество хлортетрациклин) на 1,62%, что свидетельствует о возможной замене антибиотиков в рационах свиней на откорме новой кормовой добавкой.

3.2 Влияние лактулозосодержащих кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» на мясную продуктивность молодняка крупного рогатого скота калмыцкой породы

В литературных источниках имеются сведения по использованию лактулозосодержащих кормовых добавок (лактоамиловорин, лактобифадол, «ВАМИ-Лактулоза» и др.) при выращивании молодняка крупного рогатого скота различных пород на мясо и изучено их влияние на мясную продуктивность [28; 84; 171]. В данных освещаемых исследованиях было изучено влияние бифидогенной кормовой добавки «Лактувет-1» и пребиотической кормовой добавки «Кумелакт-1» на мясную продуктивность молодняка крупного рогатого скота калмыцкой породы.

3.2.1 Условия проведения опыта

Проведение исследований осуществлялось в течение 180 дней – с 10-ти до 16-ти месячного возраста бычков. Контрольный убой молодняка, обвалка туш проводились в условиях бойни племрепродуктора. Научный эксперимент был проведен на базе СПК «Плодовитое» республики Калмыкия на бычках калмыцкой породы, согласно схеме, отражающей систему кормления подопытных животных (таблица 15). Кормовая добавка «Лактувет-1» представляет собой композицию органических кислот с превалирующим содержанием молочной – 5,2% и лимонной 2,3%, а также азотсодержащих веществ пептидной природы. Добавка содержит до 97% сухих веществ, в том числе содержание лактулозы – не менее 15%, лактозы – не менее 25,2%, маннозы (галактозы, глюкозы) – не менее 12,5%, кальция – 3,4-4,4%, фосфора – 1,4-1,7%, калия – 0,7-1,7%, магния – 0,5-0,7% и другие макро- и микроэлементы.

Таблица 15 – Схема проведения исследований

Группы	Возраст бычков, мес.	Количество, голов	Особенности кормления
Контрольная	10	10	Общехозяйственный рацион (ОР)
I опытная	10	10	ОР + «Лактувет-1», 20 г/5 кг корма на голову
II опытная	10	10	ОР + «Кумелакт-1», 20 – 30 г/5 кг корма на голову

Кормовая добавка аналогичного действия «Кумелакт-1», благодаря сочетанию муки из проросших семян тыквы и сухой лактулозы в своём составе, служит источником природных биологически активных веществ и содержит в 100 г (не менее) – лактулозы 10,0 г, маннозы (галактозы, глюкозы) 8,5%, полифенолов 19,5 г, флавоноидов 0,0003 г, токоферолов (витамин Е) 0,0016 г, органических кислот: молочной – 3,0 г, лимонной – 1,5 г и яблочной – 0,5 г, макро- и микроэлементов: кальция – 1,8-1,2 г, фосфора – 0,7-1,2 г, калия – 0,6-1,5 г, магния – 0,4-0,8 г и др.

В состав кормовых добавок исключена возможность попадания генно-инженерных модифицированных продуктов. Присутствие вредных примесей находится в нормированном интервале предельно допустимых концентраций веществ подобного спектра, согласной НТД, действующей в РФ. Откорм осуществлялся по технологии интенсивного откорма, принятой в СПК «Плодовитое». Бычки содержались раздельно по группам, кормление и водопой которых проводили в выгульных дворах.

3.2.2 Показатели роста бычков в период откорма

Основным условием разведения специализированного мясного скота является получение максимально возможно больших привесов при минимальных затратах. Поэтому основная задача в мясном скотоводстве – это предельно разумное снижение расходов, а не достижение максимальных привесов с неоправданными затратами [135]. В процессе комплектования подопытных групп, бычков отбирали по идентичной живой массе от 250 кг (таблица 16).

Динамика роста демонстрирует, что живая масса бычков, потреблявших с кормов изучаемые кормовые добавки (I и II опытные группы), начиная с 12-ти месячного возраста достоверно превышала аналогов из контроля на 3,3 кг или 1,09% ($P<0,05$) и 4,2 кг или 1,38% ($P<0,05$) соответственно. В возрасте 13-ть месяцев разница увеличилась, относительно контрольной группы, и составила в I опытной группе 5,0 кг (1,52; $P<0,05$), во II опытной – 6,8 кг (2,06%; $P<0,01$), в 14-ть месяцев – 6,8 (1,91%; $P<0,01$) и 10,0 кг (2,81; $P<0,001$), в 15-ть месяцев – 8,9 (2,32%; $P<0,05$) и 13,3 кг (3,47; $P<0,05$) соответственно.

Таблица 16 – Живая масса подопытных бычков (n = 10), кг

Возраст, мес.	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
10	253,6±1,23	254,3±1,33	253,8±1,13
11	278,5±1,03	280,4±1,10	280,6±1,09
12	304,0±1,12	307,3±1,05*	308,2±1,04*
13	329,9±1,17	334,9±1,24*	336,7±1,21**
14	356,3±1,29	363,1±1,27**	366,3±1,42***
15	383,2±1,58	392,1±1,77**	396,5±2,14***
16	410,4±2,16	421,5±1,81***	427,1±2,66***

В итоге, за период откорма в возрасте бычков 16 месяцев, под воздействием кормовых добавок, живая масса увеличилась в I опытной группе на 11,1 кг (2,70%; P<0,001), во II опытной – на 16,7 кг (4,07%; P<0,001) по сравнению с контролем. За период откорма, с 10-ти до 16-ти месячного возраста, был получен абсолютный прирост, который составил во II опытной группе 173,3 кг, в I опытной – 167,2 кг, что на 16,5 кг и 10,4 кг соответственно выше чем в контроле. Разница между II опытной группой, животные которой получали кормовую добавку «Кумелакт-1» и I опытной, где скармливали кормовую добавку «Лактувет-1», составила 6,1 кг с преимуществом у II опытной группы. Результаты изучения среднесуточных приростов живой массы бычков за период откорма сгруппированы в таблице 17.

Таблица 17 – Среднесуточные приросты живой массы бычков (n = 10), г

Возрастные периоды, мес.	Контрольная	I опытная	II опытная
10-11	830,0±15,72	870,0±11,93	893,4±15,66*
11-12	850,1±12,29	896,8±10,85*	920,0±15,91**
12-13	863,4±13,68	920,2±14,76*	950,2±17,93**
13-14	880,2±11,73	940,0±11,94**	986,7±16,72***
14-15	896,8±12,03	966,7±13,67**	1006,8±17,34***
15-16	906,6±12,45	980,2±13,72***	1020,0±20,45***
10-16	871,1±11,94	928,9±14,03**	962,8±18,21***

Уже через два месяца скармливания изучаемых добавок среднесуточные приросты в опытных группах достоверно опережали контроль на 46,7 (5,49%; P<0,05) и 69,9 г (8,22%; P<0,01), а к концу откорма разница в пользу опытных групп, относительно контрольной группы, составила 73,6 (8,12%; P<0,001) и 113,4 г (12,51%; P<0,001). Показатели среднесуточных приростов за весь промежуток откорма в I и во II опытной группе на 57,8 (6,64%; P<0,01) и 91,7 г (10,53%; P<0,001) соответственно были выше контроля. Абсолютные величины живой массы и среднесуточных приростов не в достаточной степени характеризуют воздействие изучаемых добавок на рост животных. Для более полной и объективной оценки роста животных принято определять относительную скорость роста (рисунок 13).

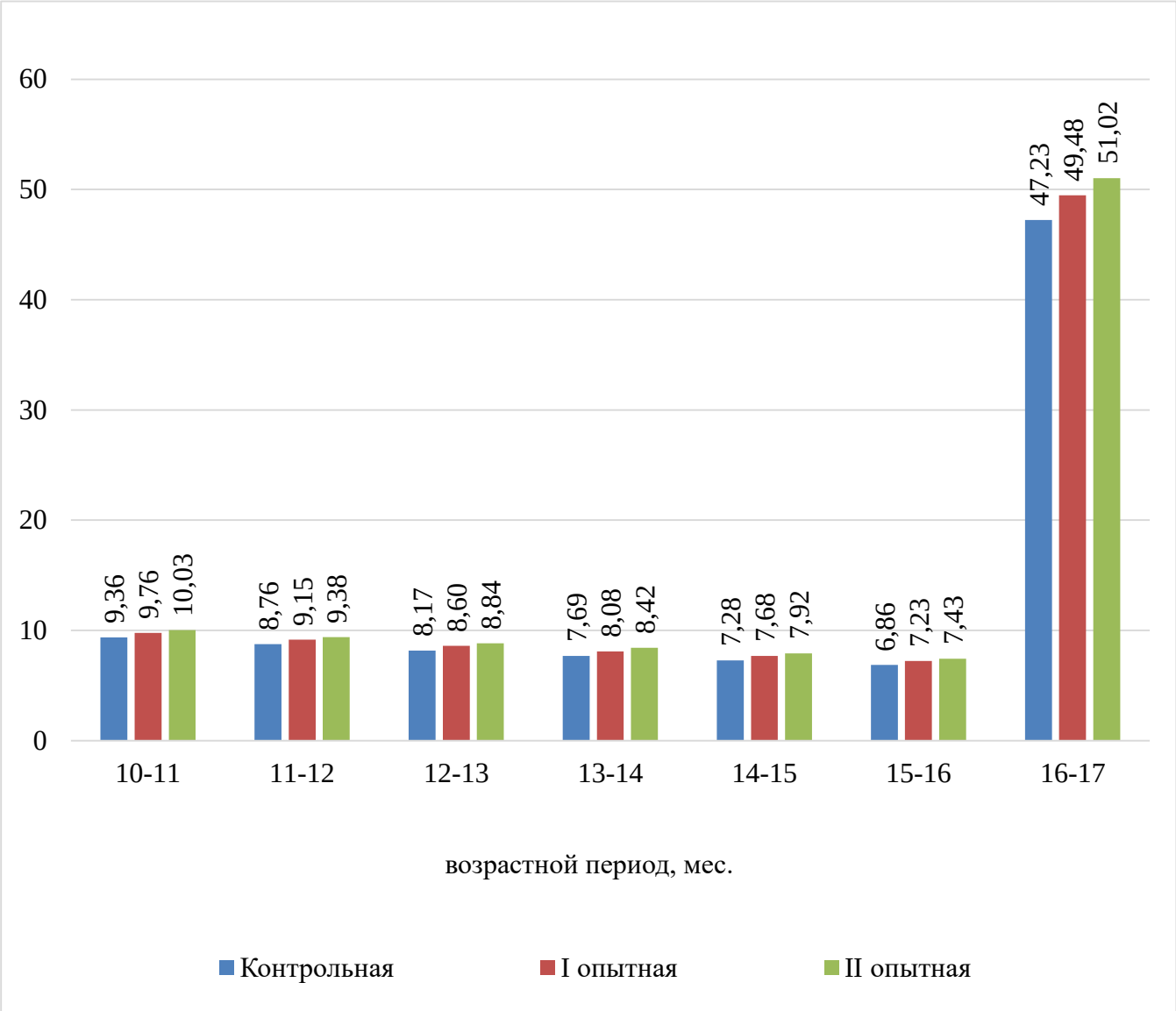


Рисунок 13 – Относительная скорость роста бычков (n = 10), %

Показатели относительной скорости роста бычков опытных групп на всем протяжении откорма оказались выше по сравнению с контрольной группой. За полный цикл выращивания превышение по данному показателю, относительно контрольной группы, в I опытной группе составило 2,25%, во II опытной – 3,79%. Полученные результаты позволяют заключить, что изучаемые добавки «Лакту-вет-1» и «Кумелакт-1» позитивно повлияли на результаты откорма бычков на мясо. Следует подчеркнуть о более значительном эффекте воздействия кормовой добавки «Кумелакт-1» на живую массу и относительную скорость роста бычков II опытной группы.

3.2.3 Мясная продуктивность бычков

По окончанию откорма бычков, в возрасте 16 месяцев был проведен контрольный убой (3 головы из каждой группы) на бойне СПК «Плодовитое» Малодербетовского района Республики Калмыкия. В связи с тем, что бойня территориально расположена в границах хозяйства, где проводили опыт, потери живой массы за транспортировку исключены. Потери живой массы при предубойной выдержке составили в контроле 3,04%, в I опытной группе – 2,86%, во II опытной – 2,73%.

Полученные данные, с учетом потерь при предубойной выдержке, отражены на рисунке 14. В результате скармливания бычкам опытных групп кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1», предубойная масса оказалась выше, чем у аналогов из контроля на 2,92 ($P<0,001$) и 4,42% ($P<0,001$), убойная масса – на 4,60 ($P<0,001$) и 7,38% ($P<0,001$), а убойный выход – на 0,95 и 1,64%. При обвалке туш в I и II опытных группах соответственно зафиксировано более высокое содержание массы мякоти на 6,54 ($P<0,001$) и 9,46% ($P<0,001$) по сравнению с контролем, а значение индекса мясности возросло на 0,15 и 0,27 при его значении 4,74 в контрольной группе, 4,89 – в I опытной группе и 5,01 – во II опытной группе. Это обусловлено способностью биологически активных веществ, присутствующих в составе изучаемых кормовых добавок, активизировать обменные процессы, позволяющие более интенсивно наращивать прирост живой массы.

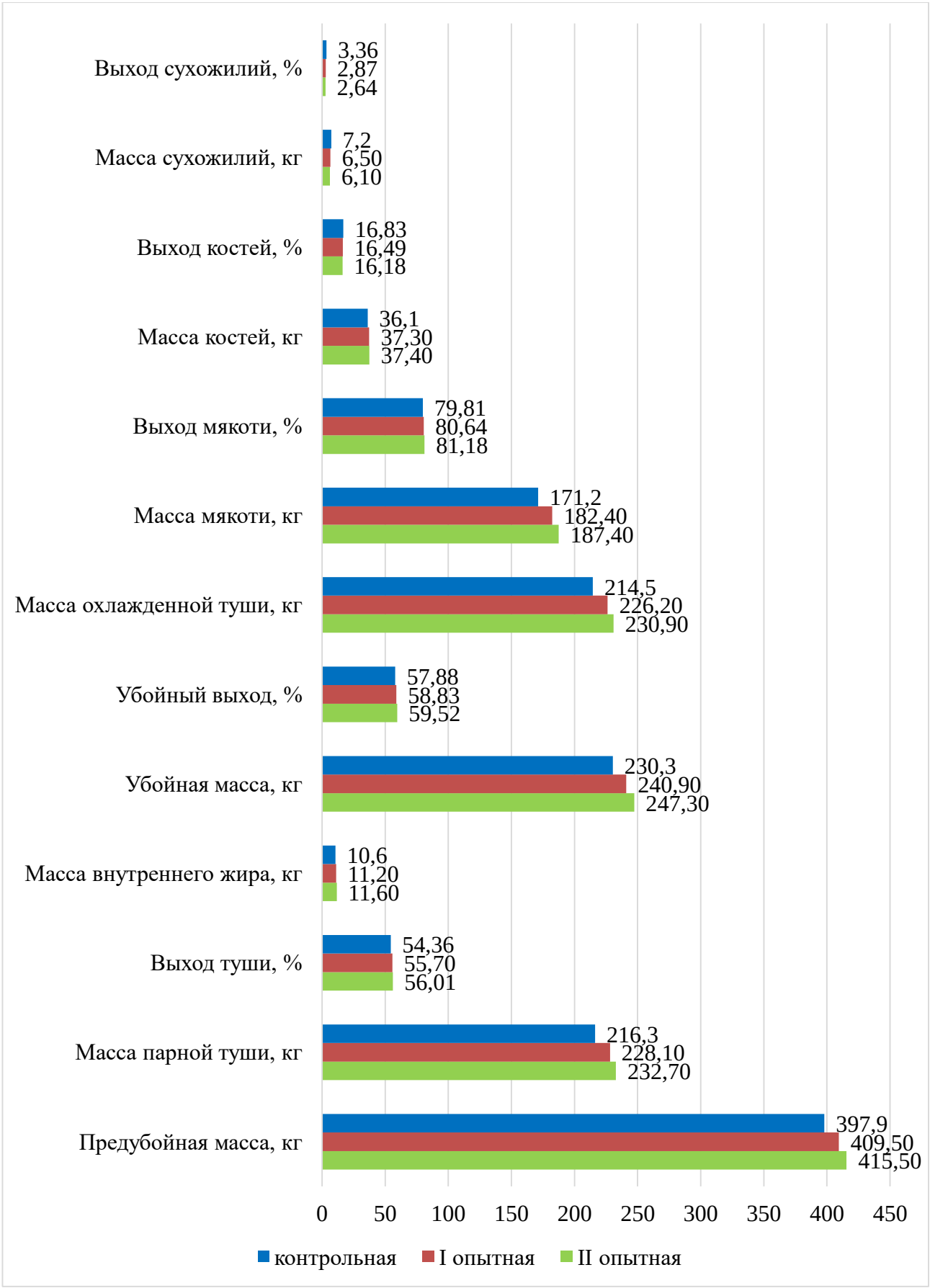
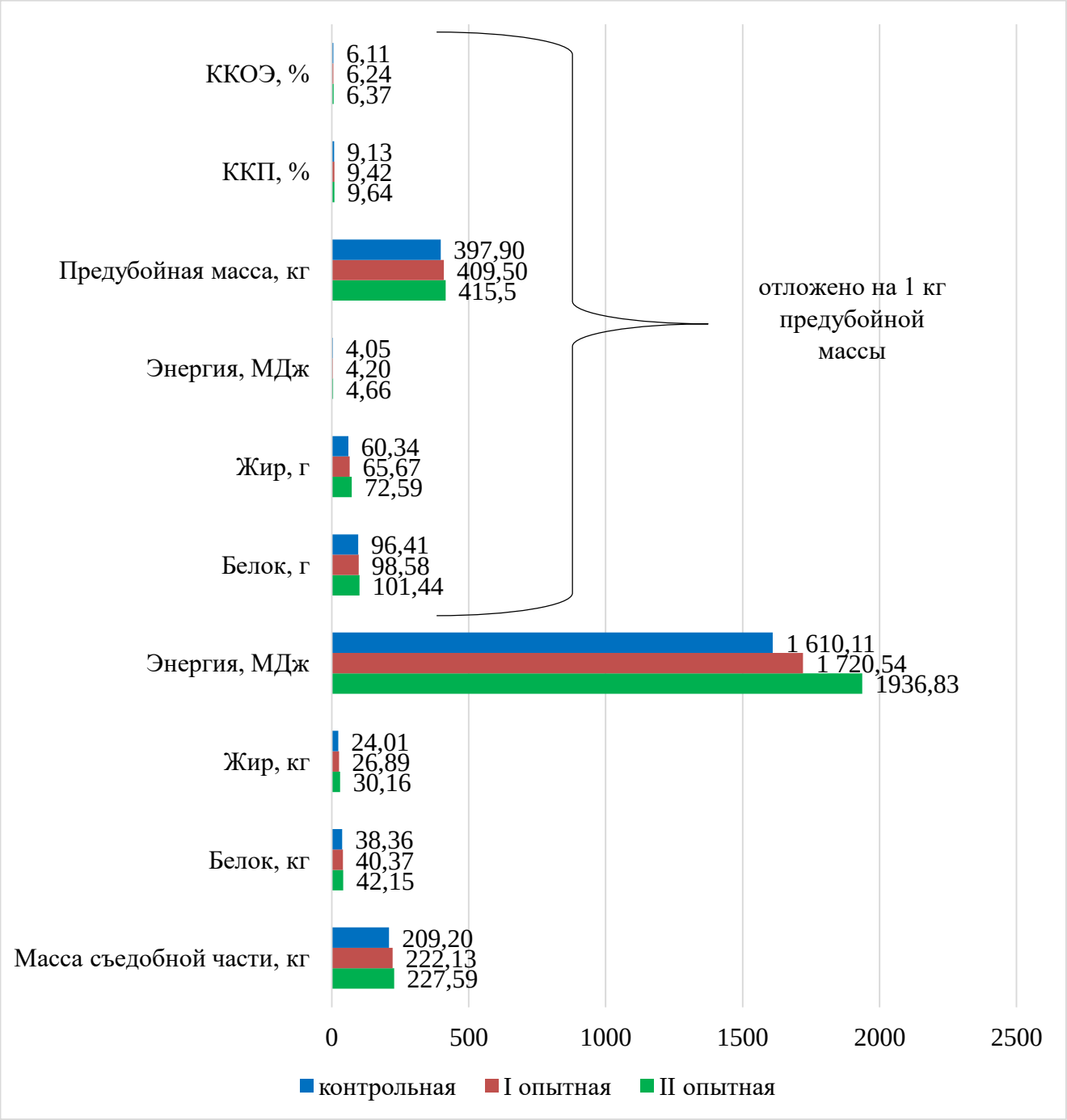


Рисунок 14 – Результаты контрольного убоя и морфологический состав туш подопытных бычков (n = 3)

3.2.4 Переход протеина и энергии кормов в белок и энергию мясной продукции

Изучена конверсия протеина, жира и энергии корма в съедобную часть тела бычков, под воздействием изучаемых кормовых добавок (рисунок 15).



Примечания

1 ККП – коэффициент конверсии протеина;

2 ККОЭ – коэффициент конверсии обменной энергии.

Рисунок 15 – Переход протеина и энергии кормов в мясную продукцию

В процессе исследований установлено, что бычки II опытной группы в сравнении с аналогами из контроля синтезировали белка больше на 3,79 кг или 9,98% (P<0,01), жира – на 6,15 кг или 25,61% (P<0,001), энергии – на 326,72 МДж или 20,29% (P<0,001). Синтезирование основных питательных веществ корма животными I опытной группы также находилось на достаточно высоком уровне относительно контроля.

Разница по синтезированию белка в съедобные ткани между I опытной группой и контролем составила 2,01 кг или 5,24% (P<0,05), жира – 2,88 кг или 9,98% (P<0,01), энергии – 110,43 МДж или 6,86% (P<0,01). Выход белка на 1 кг живой массы у бычков опытных групп был больше, чем у аналогов из контроля на 2,25 (P<0,05) и 5,22% (P<0,01), жира – на 8,88 (P<0,01) и 20,30% (P<0,001), энергии – на 3,70 (P<0,05) и 15,06% (P<0,01).

Расчеты подтвердили положительное влияние кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» на конверсию протеина и энергии кормов в мясную продукцию опытных бычков. Так, коэффициент конверсии протеина в I опытной группы был выше, чем у аналогов из контроля, на 0,29%, обменной энергии – на 0,14%, во II опытной – на 0,51 и 0,26% соответственно. Таким образом, введение в рацион бычков, находящихся на откорме, новых изучаемых кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» способствует повышению конверсии питательных веществ и энергии кормов, увеличению мясной продуктивности и качественных показателей говядины.

3.2.5 Клеточные и гуморальные факторы естественной резистентности подопытных бычков

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее высокие значения естественной резистентности как по уровню клеточных, так и гуморальных факторов защиты организма была у бычков, потреблявших с кормом исследуемые кормовые добавки «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» (рисунок 16).

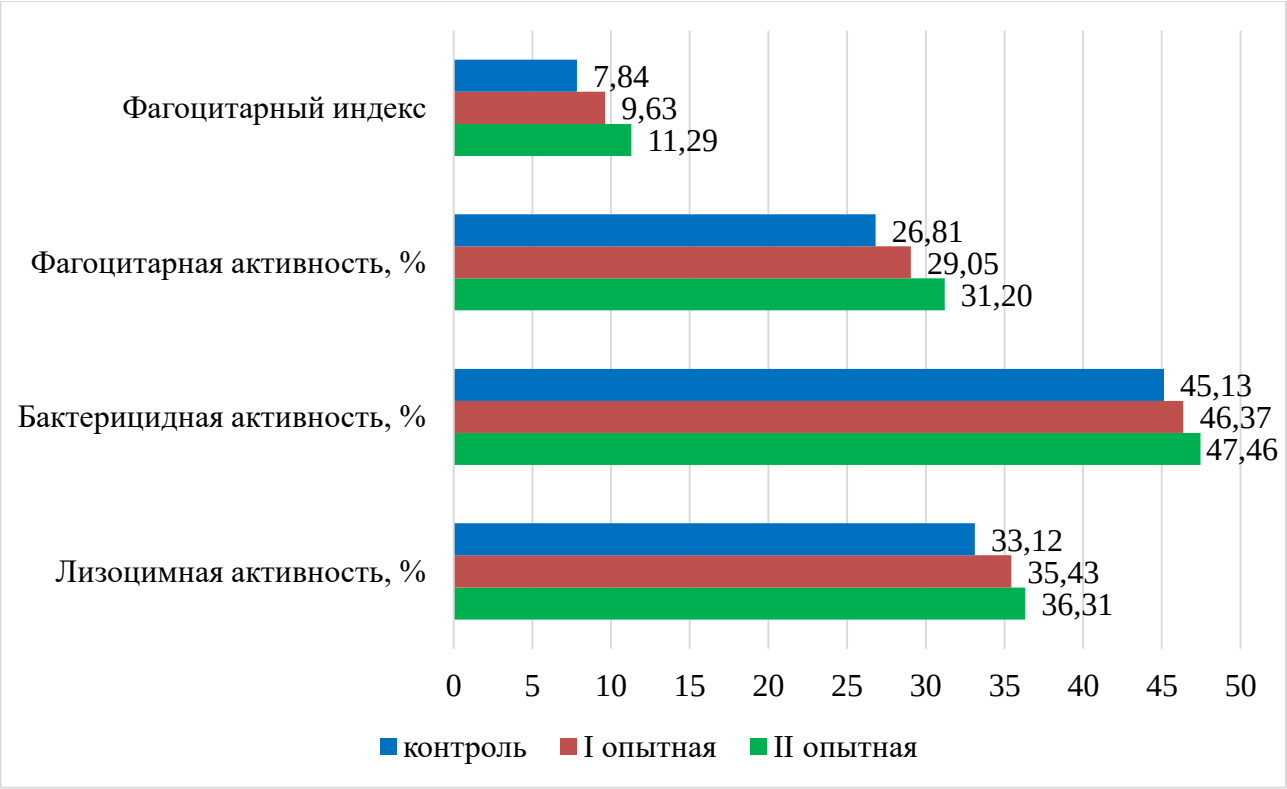


Рисунок 16 – Клеточные и гуморальные факторы резистентности (n = 3)

Уровень фагоцитарной активности нейтрофилов в I и II опытных группах возрос относительно контроля на 2,24 (P<0,01) и 4,39% (P<0,01), а фагоцитарный индекс – на 1,79 и 3,45 соответственно. Гуморальные факторы естественной резистентности, такие как лизоцимная и бактерицидная активность также достоверно превышали контроль в I опытной группе на 2,31 (P<0,05) и 1,23% (P<0,05), во II опытной – на 3,19 (P<0,01) и 2,33% (P<0,01). Полученные данные подтверждают положительное влияние изучаемых добавок как на мясную продуктивность, так и на иммунный статус животных.

3.2.6 Экономическая эффективность использования кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1»

Экономическую эффективность производства говядины при использовании в рационах бычков кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» рассчитывали по фактическим ценам, сложившимся в СПК «Плодовитое» Республики Калмыкия за 2021 году (таблица 18).

Таблица 18 – Экономическая эффективность

Показатели	Подопытные группы		
	контрольная	I опытная	II опытная
Получено прироста живой массы за 6 месяцев откорма, кг	156,8	167,2	173,3
Затраты корма на 1 кг прироста, ЭКЕ	7,8	7,5	7,3
Производственные затраты, с учетом стоимости добавок, руб.	22279,71	22060,37	22218,79
Себестоимость 1 кг прироста живой массы, руб.	142,09	131,94	128,21
Цена реализации 1 кг говядины в живом весе, руб.	200,00	200,00	200,00
Выручка от реализации, руб.	31360,00	33440,00	34660,00
Получено прибыли, руб.	9080,29	11379,63	12441,21
Уровень рентабельности, %	40,76	51,58	55,99

В данном опыте под воздействием изучаемых добавок абсолютный прирост живой массы бычков I и II опытных групп оказался больше, чем в контроле на 10,4 и 16,5 кг, что отразилось на снижении себестоимости прироста, даже с учетом стоимости кормовых добавок, которая составила 131,94 и 128,21 руб. соответственно, против 142,09 в контроле. В итоге дополнительная прибыль составила в I опытной группе 11379,63 руб., во II опытной – 12441,21 руб., что повлекло за собой увеличение уровня рентабельности на 10,82 и 15,26% по сравнению с контрольной группой.

3.3 Новые кормовые добавки «ЛактуВет» и «Хлорелакт» в рационах птиц

Растущий интерес к использованию микроводорослей в качестве корма привел к росту исследовательской деятельности и соответствующих публикаций в этой области. Микроводоросли являются многообещающим источником белка как для пищевых продуктов, так и для кормления моногастричных животных [247]. В птицеводстве микроводоросли используются в основном в кормлении цыплят-бройлеров, данных по использованию хлореллы в рационах кур яичного направления продуктивности крайне мало.

В качестве натуральных кормовых добавок используются также пребиотики, когда они достигают толстой кишки, эти вещества становятся питательными субстратами для полезных кишечных бактерий [132; 161; 167]. В связи с этим была проведена исследовательская работа по изучению влияния кормовых добавок, содержащих в своем составе суспензию хлореллы Chlorella vulgaris ИФР № С-111 и лактулозу, как один из самых эффективных пребиотических препаратов, при выращивании ремонтных молодок кросса «Хайсекс коричневый».

3.3.1 Условия проведения опыта

Научно-исследовательский опыт проводили в условиях репродуктора II порядка по разведению кросса «Хайсекс коричневый» СП «Светлый» АО «Агрофирма «Восток» Волгоградской области с 2019 по 2021 гг. Опыт по изучению эффективности применения новых кормовых добавки «ЛактуВет» и «Хлорелакт» при выращивании ремонтного молодняка и дальнейшего их использования как кур родительского стада кросса «Хайсекс коричневый» проводили по следующей схеме, структуризирующей кормление (рисунок 17).

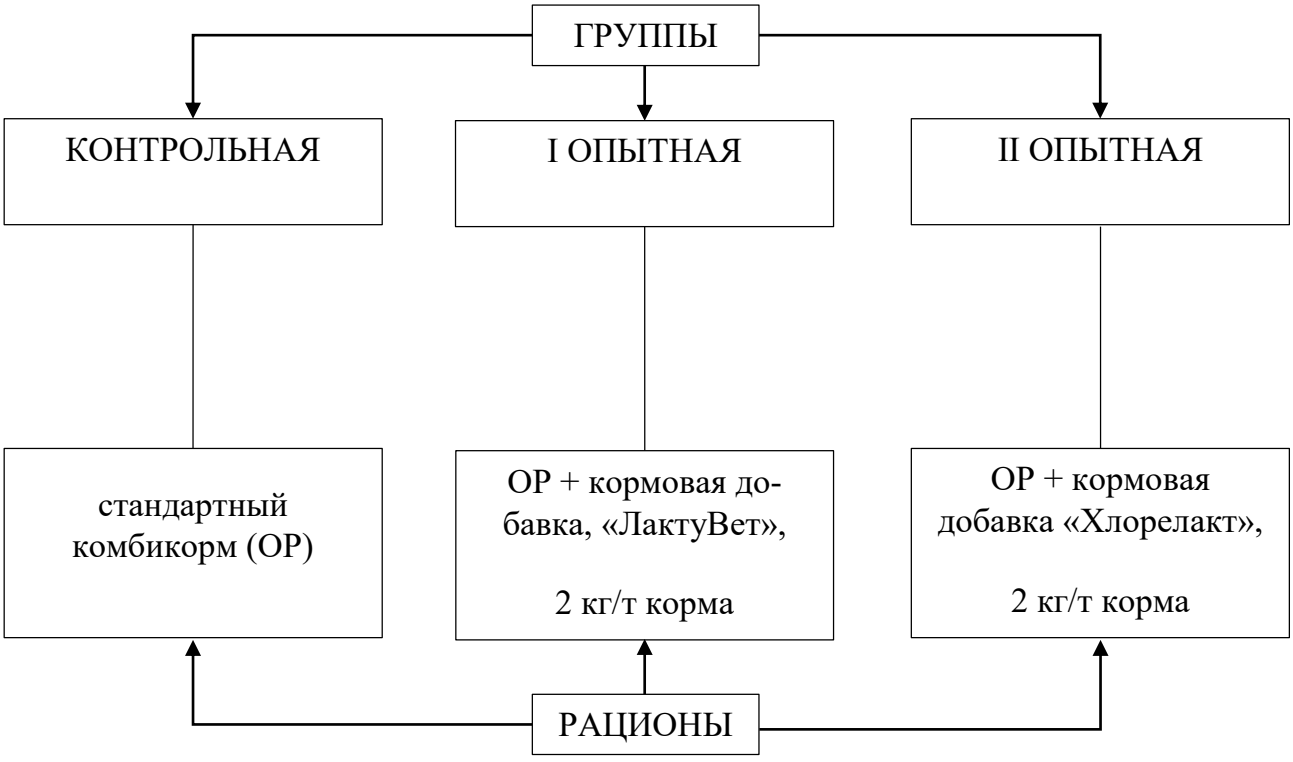


Рисунок 17 – Схема опыта

Формирование птиц для проведения опыта осуществлялось в суточном возрасте: контрольная и две опытных. Птица контрольной группы получала, согласно возрасту, соответствующие комбикорма (ОР). Птица I опытной группы получала в составе комбикорма кормовую добавку «ЛактуВет» в количестве 2 кг/т комбикорма, II опытной – кормовую добавку «Хлорелакт» в аналогичной дозировке. Условия выращивания птицы, такие как плотность посадки, фронт кормления и поения, параметры микроклимата соответствовали стандартным значениям для кросса «Хайсекс коричневый».

3.3.2 Влияние исследуемых добавок на показатели роста и развития ремонтных молодок

В период формирования ремонтных молодок необходимо сконцентрировать внимание на прирост живой массы, который к концу выращивания (17 недель) должен варьировать относительно стандарта кросса не более 10%. Это связано с тем, что повышенная живая масса ремонтных молодок яичных кроссов имеет обратную корреляцию с яйценоскостью. Исходя из этого, необходимо вести строгий контроль за ростом и развитием птиц в период выращивания (рисунок 18).

Полученные данные свидетельствуют о том, что параметры живой массы ремонтного молодняка в подопытных группах до 8-ми недельного возраста соответствовали стандартным значениям, с некоторым увеличением в сторону опытных групп. В период с 8-ми до 15-ти недельного возраста, для сдерживания прироста живой массы, технологией выращивания предусмотрено ограниченное кормление, результатом которого является контролируемый прирост живой массы. В данном опыте разница по живой массе в пользу I и II опытных групп относительно контрольной соответственно составила – 35,2 (2,60%; $P<0,05$) и 57,1 г (4,22%; $P<0,01$), что не противоречит требованиям бонитировки для ремонтных молодок.

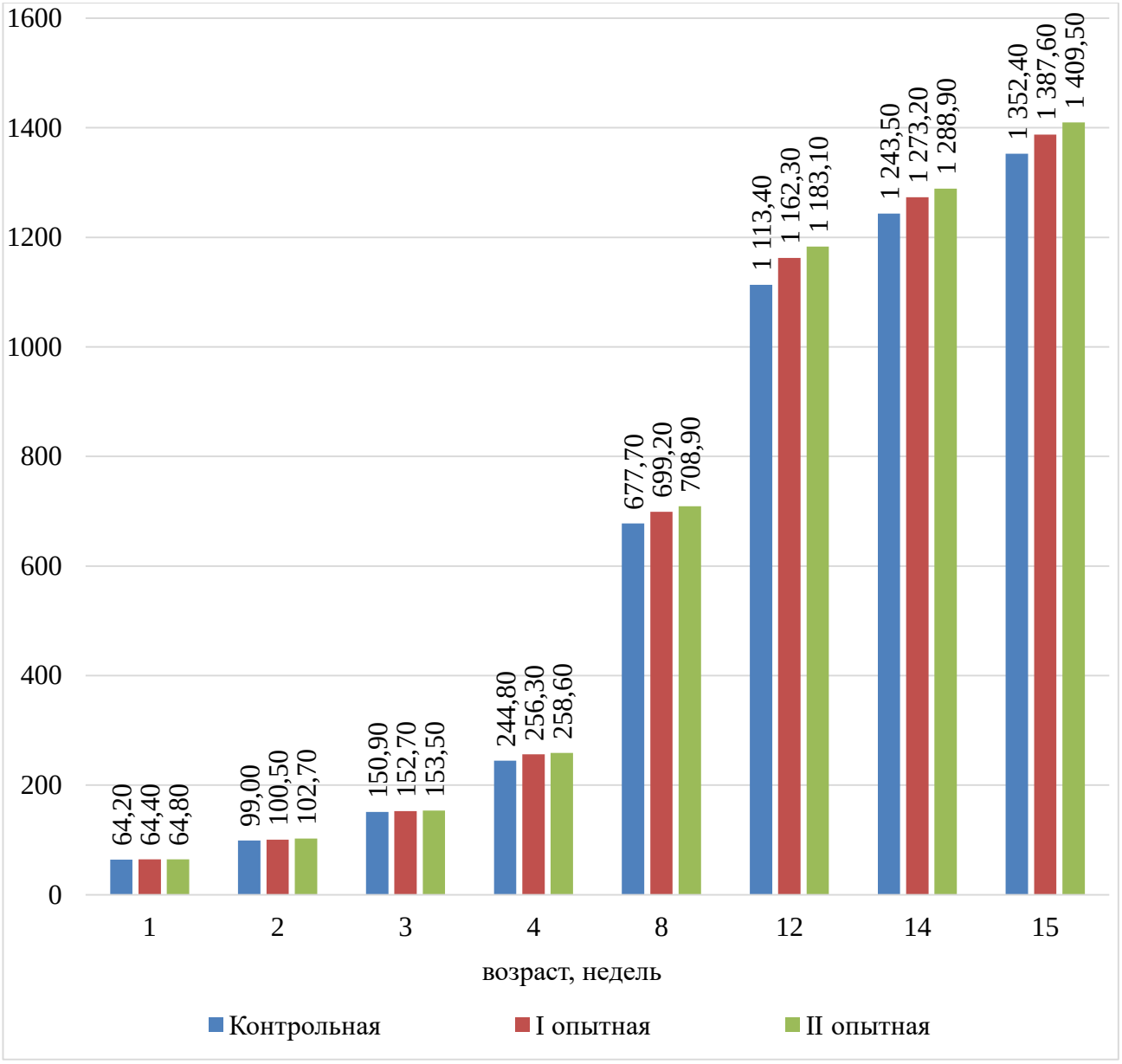


Рисунок 18 – Живая масса птиц в динамике (n = 70), г

За период выращивания ремонтных молодок до 15-ти недельного возраста затраты корма на 1 кг прироста живой массы у курочек I и II опытных групп составили 2,81 и 2,79 кг, тогда как в контрольной группе аналогичный показатель был выше на 0,07 и 0,09 кг. Затраты корма на 1 кг прироста составили 2,88 кг в контрольной группе, 2,81 кг – в I опытной группе и 2,79 кг – во II опытной группе. Показатель однородности стада по живой массе характеризует равнонаправленное воздействие кормления и условий содержания птиц на параметры роста и развития. Расчетные показатели по однородности стада за весь период выращивания ремонтного молодняка представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Живая масса ремонтных молодок как фактор однородности стада, %

Возраст, недель	Контрольная	I опытная	II опытная
1	73,3	73,5	73,5
2	74,6	74,6	74,7
3	74,7	75,3	75,8
4	75,4	75,8	76,1
5	75,9	76,5	76,9
6	76,7	77,4	77,7
7	77,9	78,5	79,6
8	78,1	81,6	82,3
9	79,8	82,9	83,7
10	82,5	85,7	86,1
11	84,9	86,6	87,8
12	85,0	88,3	89,4
13	87,8	89,4	90,2
14	88,5	92,7	93,1
15	91,3	93,5	94,8

В стартовый опытный период и до достижения четырёхнедельного возраста однородность стада в опытных группах варьировала в пределах контроля. В дальнейшем этот показатель увеличивался в опытных группах по отношению к контрольной группе и к 15-ти неделям оказался выше в I опытной группе на 2,2%, а во II опытной группе на 3,5%, что характеризует стадо в опытных группах как склонное к более высокому пику продуктивности и большей устойчивости яйцекладки.

3.3.3 Развитие внутренних органов ремонтных молодок, в том числе воспроизводительных

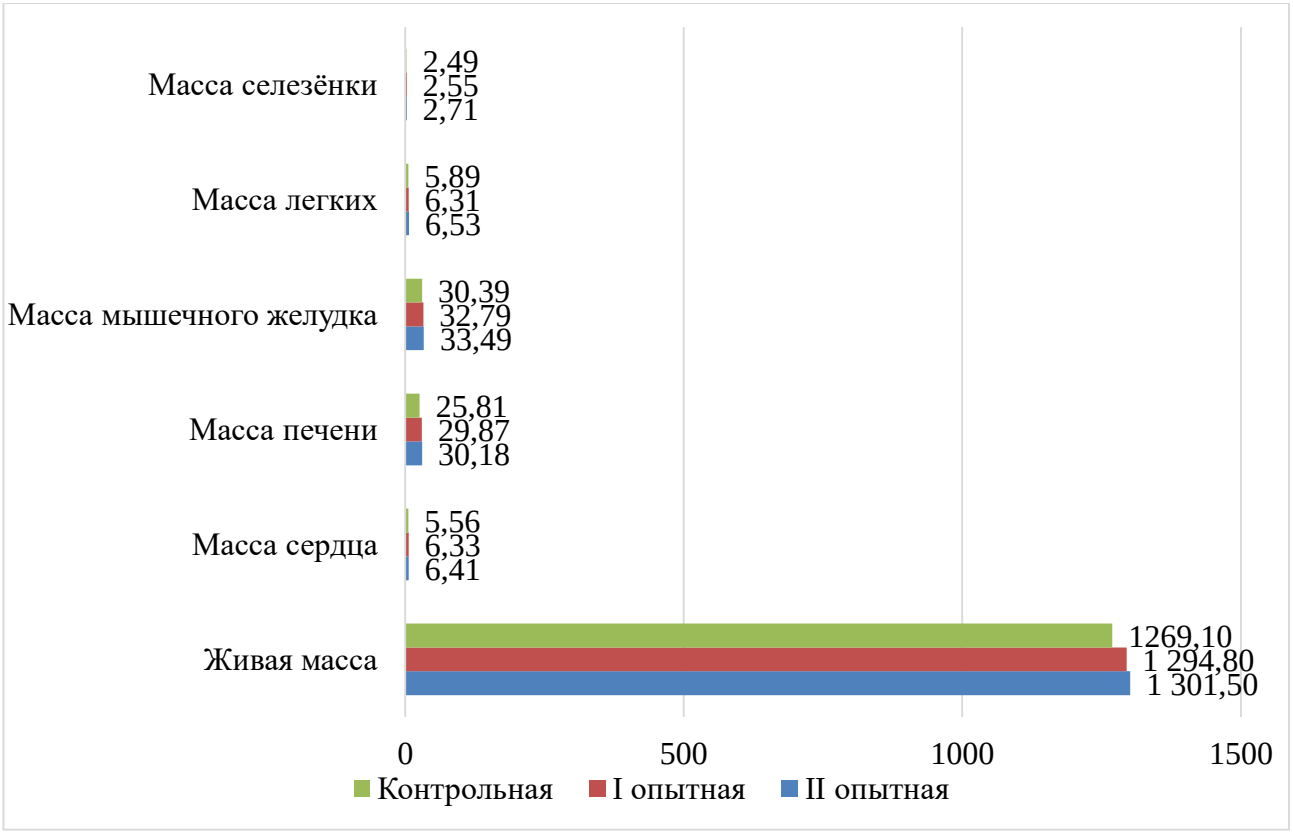
Процесс выращивания молодняка для ремонта родительского стада подразумевает контроль целого ряда параметров, влияющих на дальнейшую яйценоскость, в том числе развитие внутренних и воспроизводительных органов, до наступления физиологической зрелости.

В возрасте птицы 14-ти недель (начало интенсивного развития репродуктивных органов) (рисунок 19а) и 17-ти недель (условное окончание формирования воспроизводительных органов перед началом яйцекладки) (рисунок 19б) для выявления влияния исследуемых кормовых добавок на развитие внутренних органов и половой системы молодок перед началом репродуктивного периода (таблица 20) был осуществлён контрольный убой птиц по группам с выборкой 5 особей. Установлено, что состояние внутренних органов молодок подопытных групп, в указанные возрастные периоды соответствовали физиологическим значениям кросса «Хайсекс коричневый».

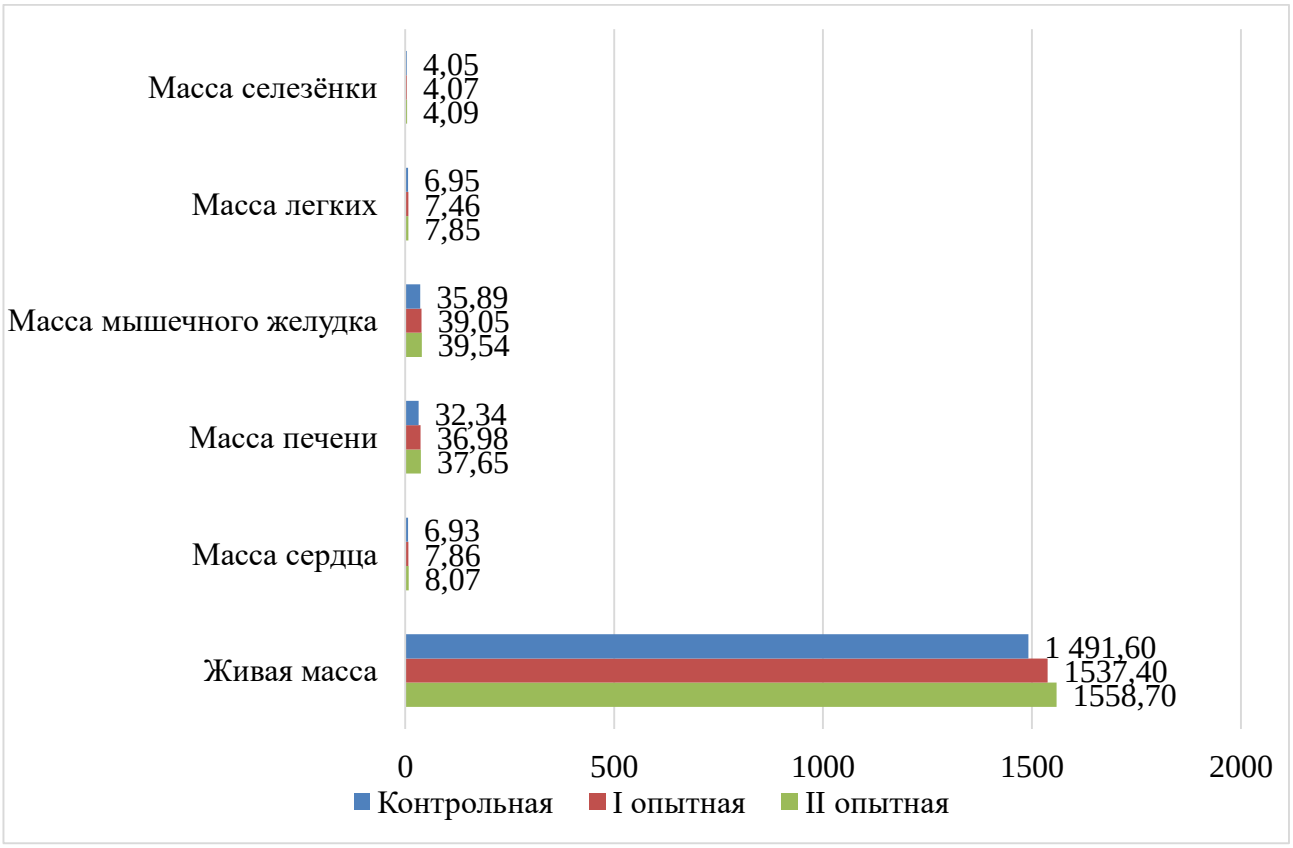
Учитывая то, что живая масса птиц опытных групп оказалась больше, чем у контрольной группы, закономерно, что и масса внутренних органов также оказалась выше, чем у аналогов из контрольной группы. Однако необходимо подчеркнуть, что полученное превосходство по массе внутренних органов в сторону опытных групп касается и абсолютных, и относительных значений, что убедительно подчеркивает активное воздействие кормовых добавок «ЛактуВет» и «Хлорелакт» на развитие ремонтных молодок в период формирования. Так, масса сердца у курочек I опытной группы в возрасте 14-ти недель преобладала над контролем на 13,85% (P<0,05), II опытной – на 15,29% (P<0,05), масса печени – на 15,73 (P<0,05) и 16,93% (P<0,05), масса мышечного желудка – на 7,90% (P<0,05) и 10,20% (P<0,05), а в возрасте 17-ти недель – на 13,42 (P<0,05) и 16,45 (P<0,01), 14,35 (P<0,01) и 16,42 (P<0,01), 8,81 и 10,17% (P<0,05) соответственно.

Таблица 20 – Развитие репродуктивных органов (n = 5)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
возраст ремонтных молодок 14 недель			
Длина яйцевода, см	12,09±0,51	14,11±0,43**	14,57±0,62**
Масса, г:			
яйцевода	1,87±0,14	2,42±0,21*	2,59±0,28*
яичника	3,73±0,09	4,07±0,06**	4,16±0,10**
возраст ремонтных молодок 17 недель			
Длина яйцевода, см	35,31±0,63	38,21±0,59**	38,55±0,71**
Масса, г:			
яйцевода	25,49±0,54	27,93±0,49**	28,17±0,67**
яичника	20,42±1,05	26,31±1,18**	26,58±1,27*



а



б

Рисунок 19 – Развитие внутренних органов ремонтных молодок в возрасте 14 недель (а) и 17 недель (б), г

В указанные возрастные периоды зафиксировано несущественное увеличение массы легких и селезенки. Половая система кур включает в себя яичник и яйцевод, правильное развитие которых, обуславливает дальнейшую яичную продуктивность [49; 175]. Изучение состояния воспроизводительных органов ремонтных молодок опытных групп в возрасте 14-ть недель зафиксировало увеличение длины яйцевода на 16,71 (P<0,01) и 20,51% (P<0,01), а его массы – на 29,41 (P<0,05) и 38,50% (P<0,05) относительно контроля.

Масса яичника превышала его значение в контрольной группе на 9,12% (P<0,01) и 11,53% (P<0,01). Развитие яичника и яйцевода у молодок I и II опытных групп прогрессировало и к 17-ти недельному возрасту достигло следующих значений: длина яйцевода превосходила контроль на 8,21 (P<0,01) и 9,18% (P<0,01), масса яйцевода – на 9,57 (P<0,01) и 10,51% (P<0,01), масса яичника – на 28,84 (P<0,01) и 30,17% (P<0,01) соответственно. Исходя из полученных данных можно умозаключить: применение кормовых добавок «ЛактуВет» и «Хлорелакт» оказало благотворное влияние на развитии внутренних органов, в том числе и отвечающих за воспроизводство стада, птиц в процессе выращивания.

3.3.4 Конверсия питательных веществ кормов в организме ремонтных молодок

Переваривание основных структурных компонентов кормов является поэтапный процесс, требующий присутствия множества различных ферментов, катализирующих различные пищеварительные реакции. За реакции с углеводами и жирами ответственны ферменты слюнных и язычных желез, также в переваривании углеводов участвуют ферменты галоидов и ферменты экзокринных желез. Ферменты поджелудочной железы участвуют в реакциях с углеводами, жирами, РНК и ДНК, которые влияют на процесс пищеварения, в просветных мембранах и цитоплазме клеток, выстилающих тонкую кишку, локализованы другие пищеварительные ферменты [29; 50; 160].

Изучая влияние исследуемых добавок на переваримость питательных веществ кормов, было выявлено положительное их влияние на коэффициенты переваримости в опытных группах (рисунок 20).

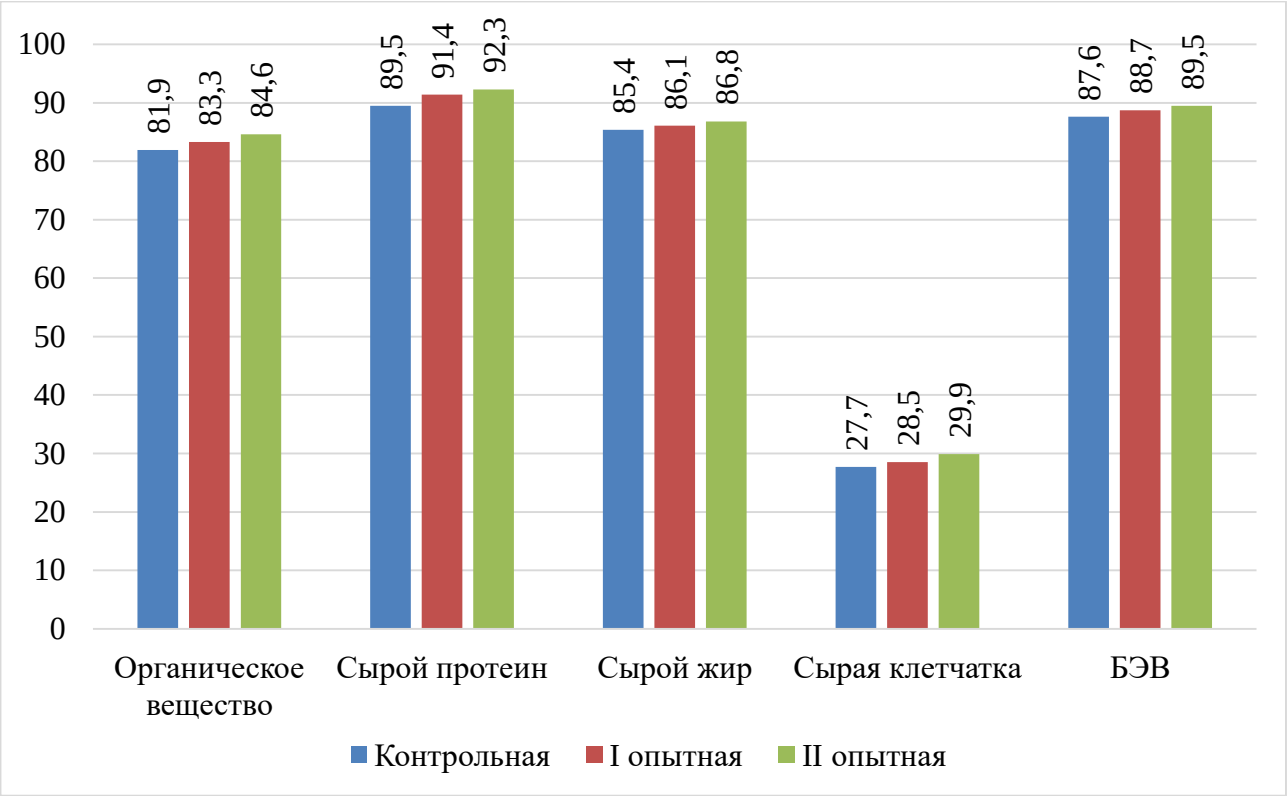


Рисунок 20 – Коэффициенты переваримости питательных веществ (n = 3), %

Полученные результаты свидетельствуют о том, что организм птиц опытных групп, на фоне контроля, переваривал питательные вещества корма лучше. Биоконверсия сухого вещества у птиц I опытной группы возросла на 1,4% ($P<0,05$), II опытной – на 2,7% ($P<0,01$), а протеина – на 1,9 ($P<0,05$) и 2,8% ($P<0,01$) и БЭВ – на 1,1 ($P<0,05$) и 1,9% ($P<0,05$) в I и II опытных группах соответственно. Жир ремонтные молодки опытных групп переваривали лучше контрольных: в I опытной группе – на 0,7% (при недостоверных значениях), а во II опытной – на 1,4% ($P<0,05$). Уровень переваримости клетчатки в I и II опытных группах был высоким и соответственно составил 23,5 и 24,9%, что на 0,8 ($P<0,05$) и 2,2% ($P<0,01$) выше показателей в контроле. Результаты лабораторных исследований усвоения азота организмом ремонтных молодок и его положительный среднесуточный баланс отражены на рисунке 21.

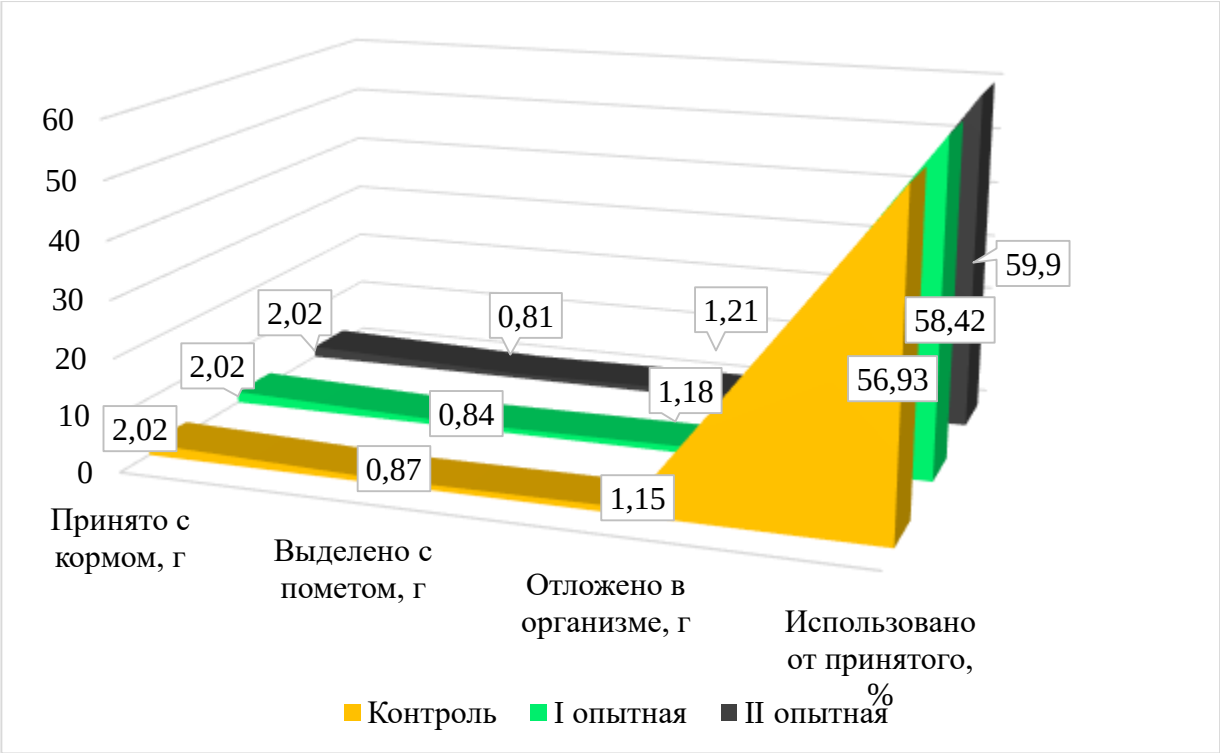


Рисунок 21 – Использование азота и его среднесуточный баланс

Было отмечено достоверное превосходство отложения азота в теле ремонтных молодок I и II опытных групп, в сравнении с контролем на 2,61 (P<0,05) и 5,21% (P<0,01), что привело к повышению использования азота от принятого на 1,49% (P<0,05) и 2,97% (P<0,01) соответственно. Анатомия и физиология птиц имеют специфические приспособления к яйцекладке. Куры-несушки имеют уникальный кальциевый и костный метаболизм, адаптированный для производства яиц и образования яичной скорлупы.

Кальций важнейший компонент 6 плазмы крови птиц. Он обеспечивает структурную прочность и поддержку (костям и яичной скорлупе) и играет жизненно важную роль во многих биохимических реакциях в организме. Контроль обмена кальция у птиц высокоэффективен и тесно регулируется в ряде тканей, в первую очередь в паращитовидной железе, кишечнике, почках и костях. Гормоны, которые в наибольшей степени участвуют в регуляции кальция у птиц, – это паратиреоидный гормон, 1,25-дигидроксивитамин D3 (кальцитриол) и эстроген, при этом кальцитонин играет незначительную и неопределенную роль. Изучаются особенности кальциевого обмена у птиц, в основном связанные с яйценоскостью.

Способность поглощать кальций на уровне кишечника является важным качеством высокопродуктивных несушек, так как этот фактор должен гарантировать снабжение кальцием для формирования яичной скорлупы и ее толщины, а также ее способность выдерживать манипуляции без разрушения. Когда кальция в рационе недостаточно или он не усваивается должным образом, птица получает кальций из костных запасов посредством процесса, называемого резорбцией костей [25; 113]. Баланс и использование кальция и фосфора ремонтными молодками, участвовавшими в опыте, показаны на рисунках 22 и 23.

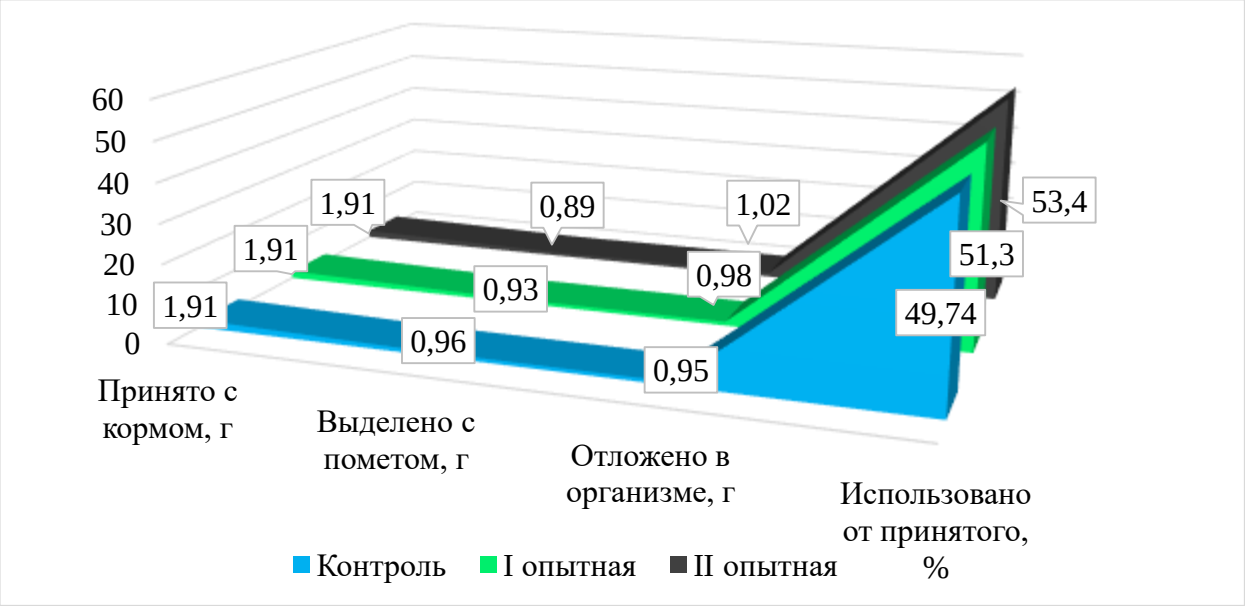


Рисунок 22 – Использование кальция и его среднесуточный баланс

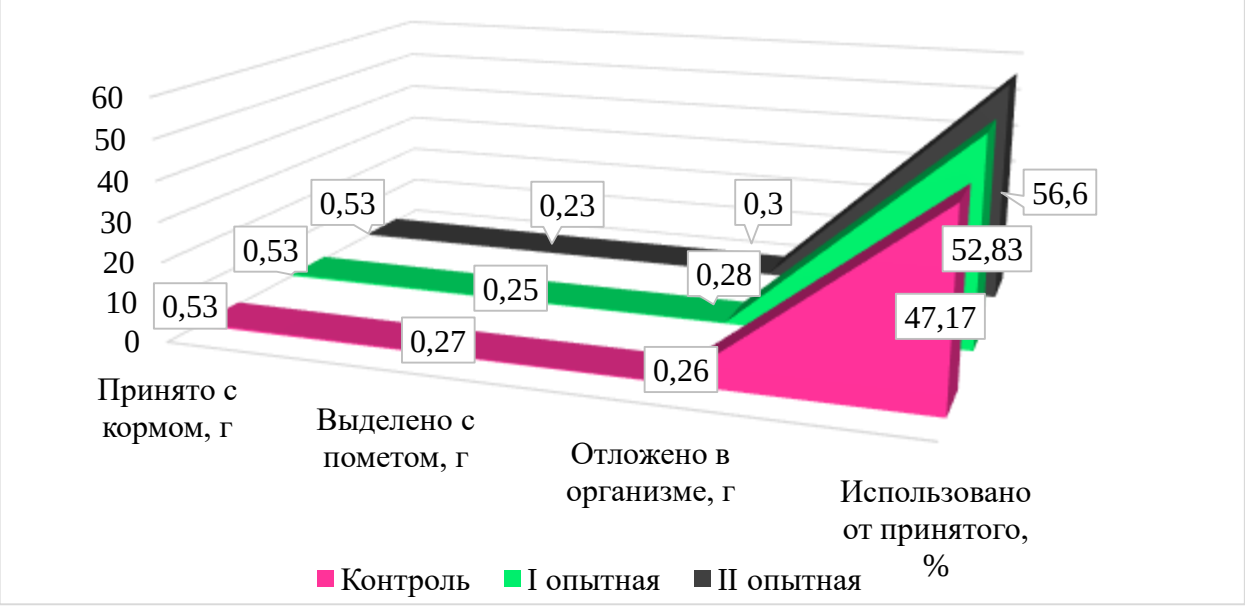


Рисунок 23 – Использование фосфора и его среднесуточный баланс

Кальция в теле птиц I и II опытных групп отложено на 3,16 (P<0,05) и 7,37% (P<0,01) больше, по сравнению с контролем, фосфора – на 7,69 (P<0,05) и 15,38% (P<0,01) соответственно. С этим напрямую связано использование кальция и фосфора организмом ремонтных молодок I опытной группы соответственно на 1,56% (P<0,05) и 5,66 (P<0,05), II опытной – на 3,66% (P<0,01) и 9,43% (P<0,01). Результаты данного исследования позволили установить существенное влияние кормовых добавок «ЛактуВет» и «Хлорелакт» на конверсию кормов в организме ремонтных молодок кросса «Хайсекс коричневый», включая усвоение азота, кальция и фосфора.

3.3.5 Гематологические показатели, белковый, углеводно-липидный и минеральный обмены

В настоящее время все большее внимание уделяется гематологическим характеристикам у птиц, поскольку гематологические параметры играют ключевую роль в оценке здоровья, а также физиологического статуса птиц. Такие факторы, как возраст, системы содержания и кормления, сбои в функционировании некоторых органов отражаются на гематологических параметрах [1; 141; 152; 165]. Проведёнными исследованиями выявлено, что использование в кормлении птиц изучаемых кормовых добавок пребиотического спектра действия способствовало некоторому улучшению морфологических показателей крови у опытных групп (рисунок 24).

Определение форменных элементов крови продемонстрировало, что в 17-ти недельном возрасте птиц I и II опытных групп величина эритроцитов оказалась достоверно выше, чем у сверстников из контроля на 17,99 (P<0,05) и 25,26% (P<0,01), концентрация гемоглобина – на 11,71 (P<0,05) и 18,92% (P<0,01), гематокрита – на 2,1 (P<0,05) и 3,2% (P<0,01) соответственно. Увеличение гемоглобина в предкладковый период может быть связано с улучшением потребления кислорода для более высокой активности, когда ремонтные молодки созреют. Относительно контрольной группы в крови птиц I опытной группы содержание лейкоцитов имело тенденцию к увеличению на 1,95%, а во II опытной зафиксировано достоверное увеличение на 3,77% (P<0,05).

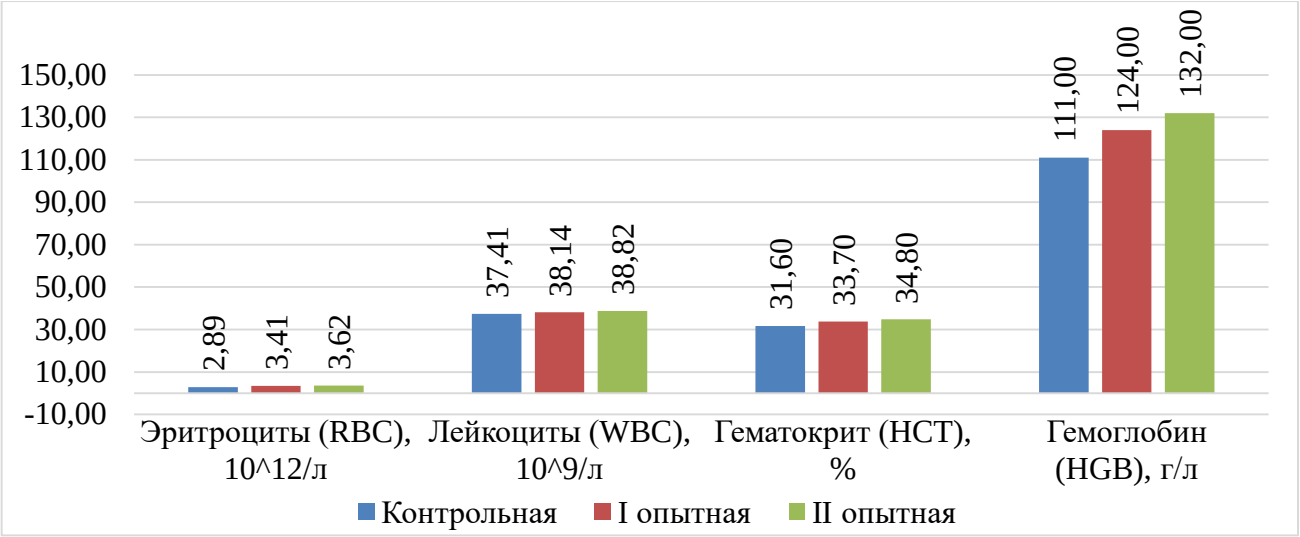


Рисунок 24 – Морфологические показатели крови (n = 10)

Обмен питательных веществ в организме протекает по двум направлениям: анаболизм (построение более сложных соединений из простых, образующихся в результате пищеварения) и метаболизм (расщепление этих сложных соединений с образованием энергии), для нормального функционирования организма [94; 107; 128; 152]. Белки в организме птиц всасываются в виде аминокислот из кишечника в капилляры ворсинок, а оттуда в портальную систему, где на пути к печени большая их часть удаляется. Следовательно, уровень белка в крови после приема пищи практически не меняется. Если потребляется избыток белка, большая его часть преобразуется в глюкозу или жир для использования в качестве источника энергии. В процессе исследований сыворотки крови подопытных птиц были изучены основные показатели белкового обмена, которые находились в пределах норм по физиологии (таблица 21).

Таблица 21 – Показатели белкового обмена ремонтных молодок (n = 10)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
Общий белок, г/л	44,35±0,39	45,87±0,27*	46,29±0,32**
Альбумины, г/л	19,14±0,27	20,21±0,31*	20,47±0,35*
Глобулины, г/л	25,21±0,33	25,66±0,24	25,82±0,28
Мочевина, ммоль/л	3,21±0,11	3,63±0,14*	3,98±0,15**
АСТ, ед/л	247,82±6,92	273,08±7,04*	289,24±7,46**
АЛТ, ед/л	28,24±0,78	23,76±0,91**	22,59±0,97**

Так, в сыворотке крови молодок I опытной группы уровень общего белка находился выше контрольных значений на 3,43% (P<0,05), II опытной – на 4,37% (P<0,01). Наличие альбуминовой фракции, в составе общего белка у молодняка кур I и II опытных групп составила 20,21 г/л (44,06%) и 20,47 г/л (44,22%), что превышало этот показатель контрольной группы на 5,59 (P<0,05) и 6,95% (P<0,01) соответственно. Увеличение содержания глобулиновых фракций в сыворотке крови птиц I и II опытных групп на 1,79 и 2,42% относительно контроля, свидетельствует о повышении иммунного статуса организма.

Рост содержания мочевины в сыворотке крови птиц I и II опытных групп соответственно на 0,42 (13,08%; P<0,05) и 0,77 ммоль/л (23,99%; P<0,01), также характеризует указывает на активизацию азота, в том числе и в составе аминокислот, характеризуя активность белкового обмена в организме. Активизация активности ферментов переаминирования АСТ и снижение активности АЛТ в сыворотке крови птиц опытных групп подтверждает высокую эффективность и безопасность входящих в состав изучаемых кормовых добавок компонентов. Содержание АСТ в сыворотке крови ремонтных молодок I и II опытной группы увеличилось на 10,19 (P<0,05) и 16,71 (P<0,01), а АЛТ снизилось на 18,86% и 25,01% (P<0,01) соответственно.

Также изучалось состояние углеводно-липидного обмена у ремонтных молодок подопытных групп. Единственным углеводом, который содержится в крови, является глюкоза. Сложные углеводы расщепляются до глюкозы, которая всасывается из пищеварительного тракта в капилляры ворсинок тонкой кишки, а затем в воротную вену по пути в печень. Здесь часть её хранится в виде гликогена, а остаток поступает в системный кровоток (кровеносная система организма) и транспортируется к тканям. Глюкоза удаляется из крови тканевыми клетками для получения энергии или запасов в виде гликогена в мышцах или в виде жира в других тканях для будущего использования. После переваривания жирные кислоты и глицерин всасываются в лимфатическую систему кишечника. Они попадают в полую вену рядом с сердцем и, следовательно, в кровоток.

Жир может откладываться в больших количествах в соединительной ткани под кожей и рядом с некоторыми органами. Косвенно жир может превращаться в гликоген и даже белок в печени. Таким образом, жир является резервом концентрированной энергии для использования, когда другие источники не работают, в то время как гликоген используется все время. Как заметно между углеводным и липидным обменами существует тесная взаимосвязь [13; 68; 71; 134; 164]. Показатели, полученные в процессе анализа сыворотки крови отражены в таблице 22.

Таблица 22 – Показатели углеводно-липидного обмена ремонтных молодок (n = 10)

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
Глюкоза, ммоль/л	9,56±0,27	10,84±0,35*	11,25±0,41**
Холестерин, ммоль/л	3,92±0,18	3,56±0,12	3,19±0,15*
Триацилглицеролы, ммоль/л	1,18±0,07	1,42±0,06*	1,53±0,08*

Содержание глюкозы в сыворотке крови птиц I и II опытных групп достоверно возросло по сравнению с контролем на 13,39 (P<0,05) и 17,68% (P<0,01) соответственно. Уровень триацилглицеролов также увеличился в I опытной группе на 20,34 (P<0,05), во II опытной – на 29,66% (P<0,01) относительно контрольной группы, что свидетельствует о более высокой интенсивности синтеза и распада липидов в этих группах. Содержание холестерина снизилось в опытных группах на 10,11% и 22,88% (P<0,05) по отношению к контролю.

Фосфор является важным минералом, который должен постоянно поступать в организм птиц и использоваться для роста, здоровья и энергетического обмена. Способность птицы разлагать естественную присутствующую фитиновую кислоту ограничена, поэтому для поддержания запаса фосфора добавляют кормовые добавки. Другим важным минералом для кур-несушек, является кальций, который требуется для образования яичной скорлупы. Исследования показали, что существует сильное взаимодействие фосфора и кальция с качеством яичной скорлупы и количеством снесенных яиц [12; 24; 81; 82; 83; 118; 119].

В результате исследований наличие минеральных веществ в сыворотке крови ремонтных молодок в возрасте 17-ти недель (начало яйцекладки) во всех подопытных группах находилось в пределах нормативных значений (таблица 23).

Таблица 23 – Показатели минерального обмена (n = 10), ммоль/л

Значения	Контрольная	I опытная	II опытная
Кальций	2,61±0,07	2,87±0,06*	2,96±0,09**
Фосфор	1,63±0,06	1,65±0,09	1,66±0,07
Железо	10,20±0,42	11,80±0,31*	12,60±0,65**
Магний	0,98±0,07	1,23±0,06*	1,35±0,08**
Натрий	128,76±0,88	132,83±1,09*	134,15±1,14**
Калий	10,08±0,23	11,29±0,37*	11,77±0,45**

Как показывают результаты исследований, в I опытной группе содержание кальция возросло на фоне контроля на 9,96% (P<0,05), железа – на 15,69% (P<0,05), магния – на 25,51% (P<0,05), натрия – на 3,16% (P<0,05), калия – на 12,00% (P<0,05), а фосфора – на 1,23% при недостоверной разнице, по всей вероятности, за счет наличия в кормовой добавке «ЛактуВет» лактулозы, которая активизировала всасывание питательных веществ корма в кишечнике, в том числе минеральных. Во II опытной группе, птица которой получала кормовую добавку «Хлорелакт», активность минерального обмена усилилась за счет содержания суспензии Chlorella vulgaris, богатой минеральными веществами, уровень которых возрос относительно контроля: кальция – на 13,41% (P<0,01), железа – на 23,53% (P<0,01), магния – на 37,76% (P<0,01), натрия – на 4,19% (P<0,01), калия – на 16,77% (P<0,01), а фосфора – на 1,84%, разница статистически недостоверна.

Известно, что высокий уровень естественной резистентности, имеют более высокий иммунный ответ [11; 31; 54]. Интегральная характеристика антимикробной активности веществ представлена бактерицидной активностью сыворотки крови. Лизоцим представляет собой белок, который проявляет свою ферментативную активность посредством гидролиза β-1,4-гликозидных связей между N-ацетилмурамовой кислотой и N-ацетилглюкозамидом в полисахаридном остове пептидогликанов клеточной стенки грамположительных бактерий.

Из-за своей способности разрушать бактериальную клеточную стенку лизоцим считается эндогенным антибиотиком, изначально необходимым для защиты от микробов с момента его открытия А. Флемингом в 1921 году. Антибактериальное действие лизоцима особенно эффективно против грамположительных бактерий. Действие в отношении грамотрицательных бактерий значительно слабее из-за наличия защитного слоя липополисахаридов на наружной мембране.

Фагоцитарная активность лейкоцитов характеризует клеточную защиту организма [77; 103; 111; 169]. Полученные результаты опыта позволили зафиксировать более высокое значение защитной системы организма в опытных группах относительно контроля (рисунок 25).

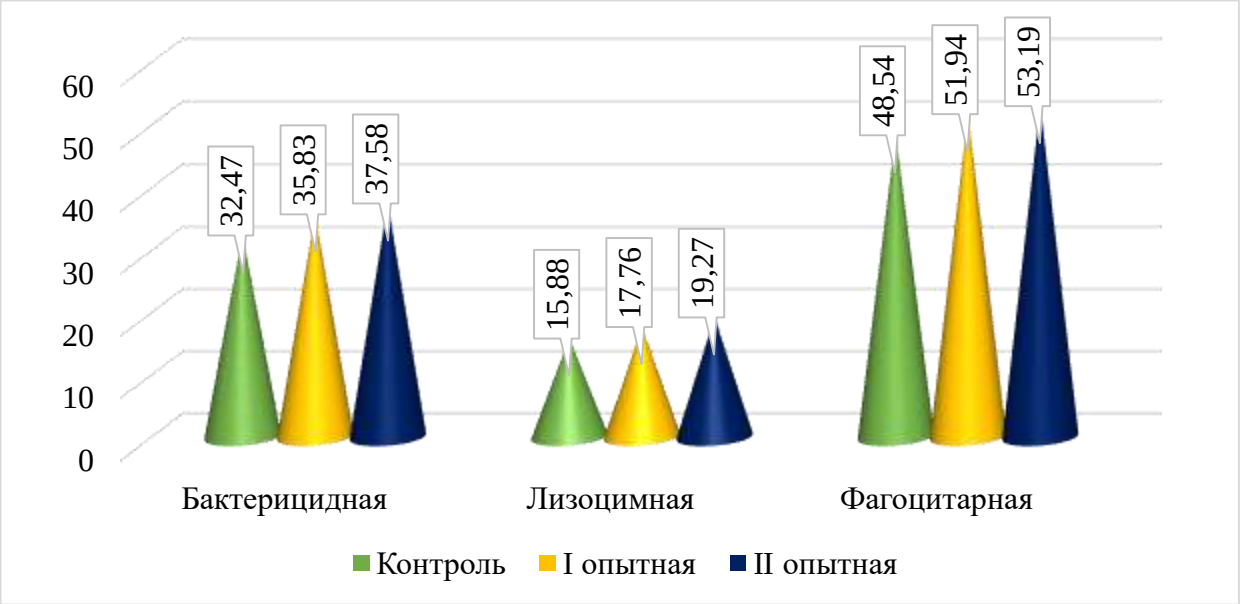


Рисунок 25 – Показатели активности естественной резистентности крови, %

Превышение по бактерицидной активности сыворотки крови птиц I и II опытных групп относительно контрольной составило 3,36 (P<0,01) и 5,11% (P<0,01), по лизоцимной активности – на 1,88 (P<0,05) и 3,39% (P<0,01) соответственно. По показателям клеточной защиты (фагоцитарная активность) преимущество наблюдалось у ремонтного молодняка I и II опытных групп соответственно на 3,40 (P<0,01) и 4,65% (P<0,01). Полученные показатели характеризуют высокий уровень естественной резистентности птиц опытных групп, в результате включения в состав комбикорма кормовых добавок «ЛактуВет» и «Хлорелакт».

3.3.6 Яичная продуктивность кур родительского стада в зависимости от изучаемых добавок

Выращенный молодняк, в количестве 168 голов (по 56 голов в каждой подопытной группе), был переведен в цех родительского стада для производства инкубационных яиц, учет которых вели до 54-х недель включительно (таблица 24).

Таблица 24 – Продуктивность подопытных кур

Возраст, недель	Контрольная	I опытная	II опытная
получено яиц, штук			
19-22	1160	1188	1206
23-26	1384	1397	1412
27-30	1446	1459	1464
31-34	1471	1478	1485
35-38	1479	1493	1498
39-42	1472	1485	1491
43-46	1457	1466	1470
49-50	1409	1419	1428
51-54	1396	1408	1417
19-54	12674	12793	12871
яйценоскость, %			
19-22	73,97	75,75	76,90
23-26	88,26	89,09	90,05
27-30	92,22	93,05	93,37
31-34	93,81	94,26	94,71
35-38	94,32	95,21	95,53
39-42	93,88	94,71	95,09
43-46	92,92	93,49	93,75
49-50	89,86	90,50	91,07
51-54	89,03	89,80	90,37
19-54	92,37	93,24	93,81

Успех птицеводства, ориентированного на производство яиц, основан на продуктивности птицы. Существует множество факторов неинфекционного и инфекционного происхождения, которые могут воздействовать на кур-несушек. Яйцеобразование у кур длится примерно 23 часа. На этом этапе несколько факторов могут увеличить это время или даже предотвратить образование яиц. Поэтому в птицеводстве очень важно знать эти причины и вовремя их предотвращать. Эти факторы необходимо учитывать и при использовании кур-несушек, и при выращивании ремонтного молодняка [34; 64; 102; 180]. На протяжении всего периода фиксирования продуктивности кур, яйценоскость в опытных группах превышала контроль. За период опыта в опытных группах было получено яиц больше, чем в контрольной группе на 119 и 197 штук, а яйценоскость возросла на 0,87 и 1,44%. Общепринятые учетные параметры в зоотехнической практике, характеризующие уровень производства инкубационных яиц, включая сохранность поголовья и затраты кормов при выращивании продемонстрированы на рисунке 26.

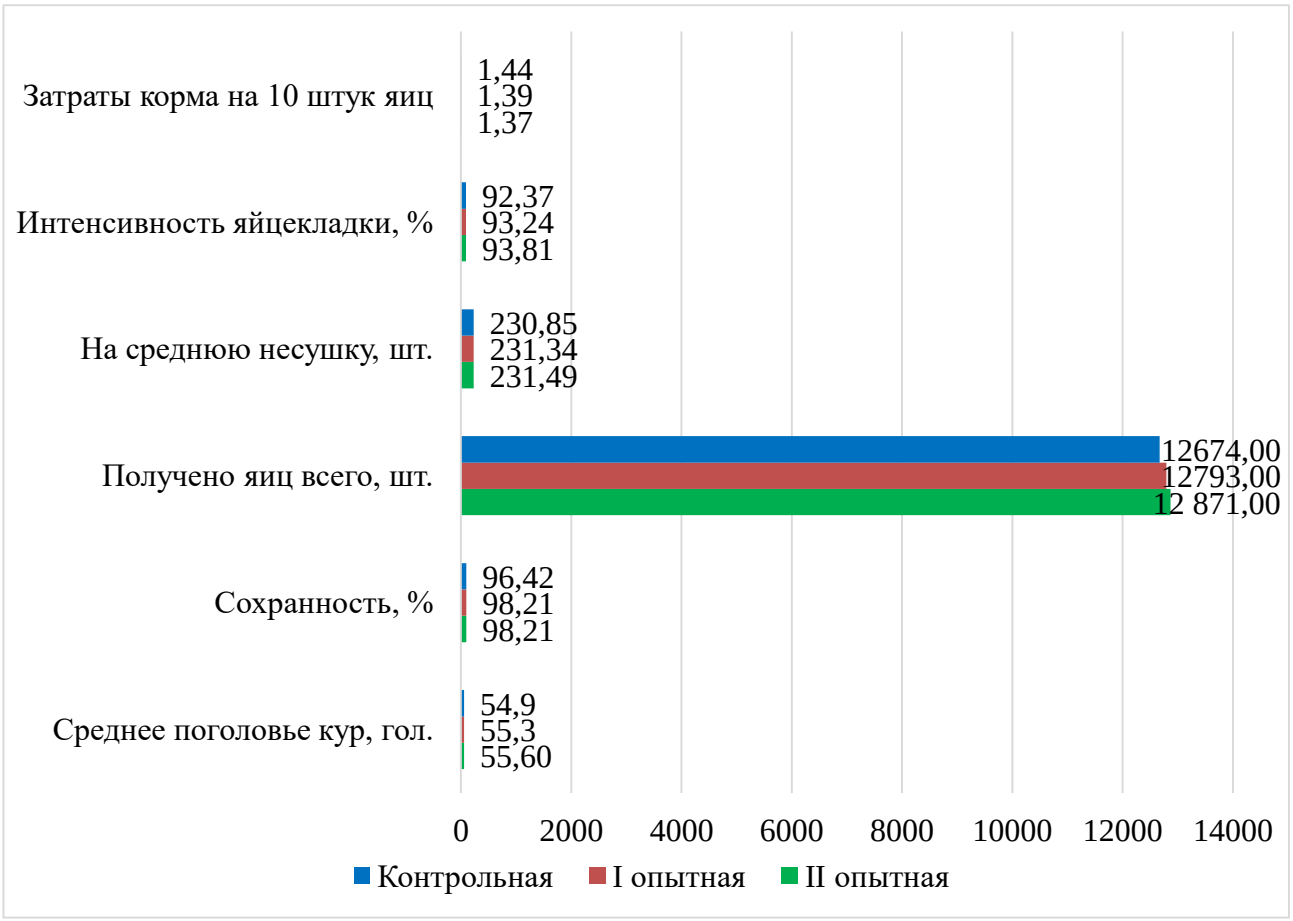


Рисунок 26 – Результаты яичной продуктивности подопытных кур

Установлено, что сохранность поголовья кур была высокой на всем протяжении опыта и, только к концу учетного периода зафиксирован падеж к контрольной группе в количестве двух голов, а в опытных по одной, в связи с этим среднее поголовье кур-несушек в контрольной группе составило 54,9 голов, а в опытных 55,3 и 55,6 голов. Затраты корма на производство 10 штук яиц в опытных группах оказались ниже, чем в контроле на 0,05 кг и 0,07 кг, и составили 1,39 и 1,37 кг.

3.3.7 Качественные показатели инкубационных яиц

Искусственная инкубация яиц является важным этапом в производственной цепочке птицеводства, результаты которой напрямую влияют на эффективность всего сегмента производства. Несколько факторов могут влиять на результаты инкубации, в том числе возраст родительского стада и качество кормления. Использование в кормлении кур биологически активных кормовых добавок может привести к изменениям в составе яиц.

Изменения в составе яиц, в свою очередь, могут повлиять на уровень эмбриональной смертности и, следовательно, на процент вывода. Яйца с толстой скорлупой, меньшим количеством пор и низким плотным белком, уменьшают потерю влаги и газообмен, что может поставить под угрозу развитие эмбриона на ранних стадиях и снизить скорость последующего вывода [109]. В ходе научной деятельности был проведен прединкубационный анализ яиц (рисунок 27).

В I опытной группе наблюдалось увеличение массы яиц на 1,13 г (1,81%; $P<0,05$), во II опытной – на 1,40 г (2,24%; $P<0,05$), а толщины скорлупы в I и II группах соответственно на 4,0 (1,11%; $P<0,05$) и 6,0 мкм (1,67%; $P<0,05$) относительно контроля. Показатели единиц ХАУ превышали контроль в I и II опытных группах на 0,96 ($P<0,05$) и 1,33 ($P<0,05$) соответственно. Известно, что пигментирующая эффективность каротиноидов водорослей необычайно высока. Обогащение кормовой смеси для яичных кур-несушек 2% дезинтегрированных клеток хлореллы повышает концентрацию каротиноидов в яичном желтке в пять раз [343].

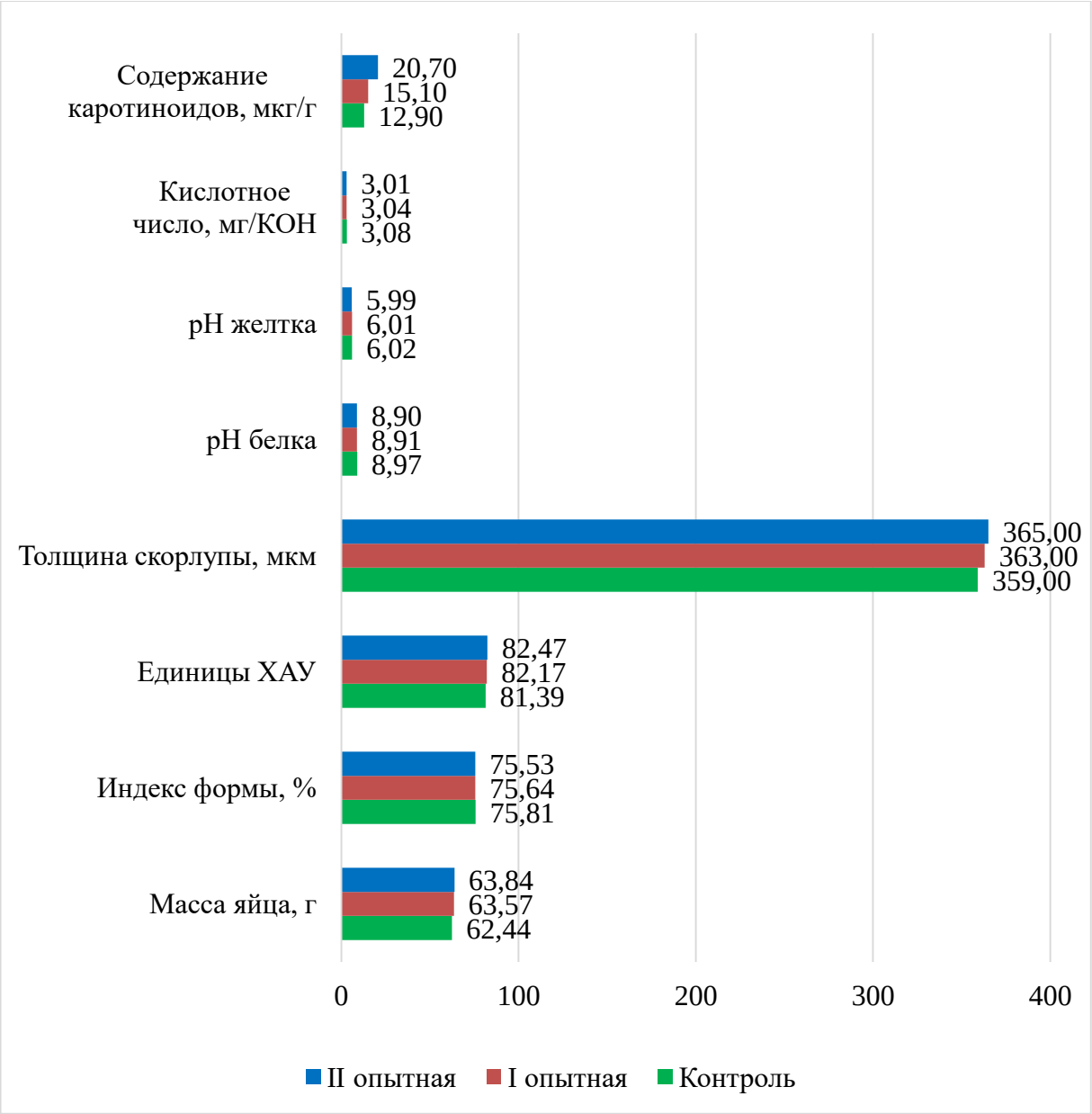
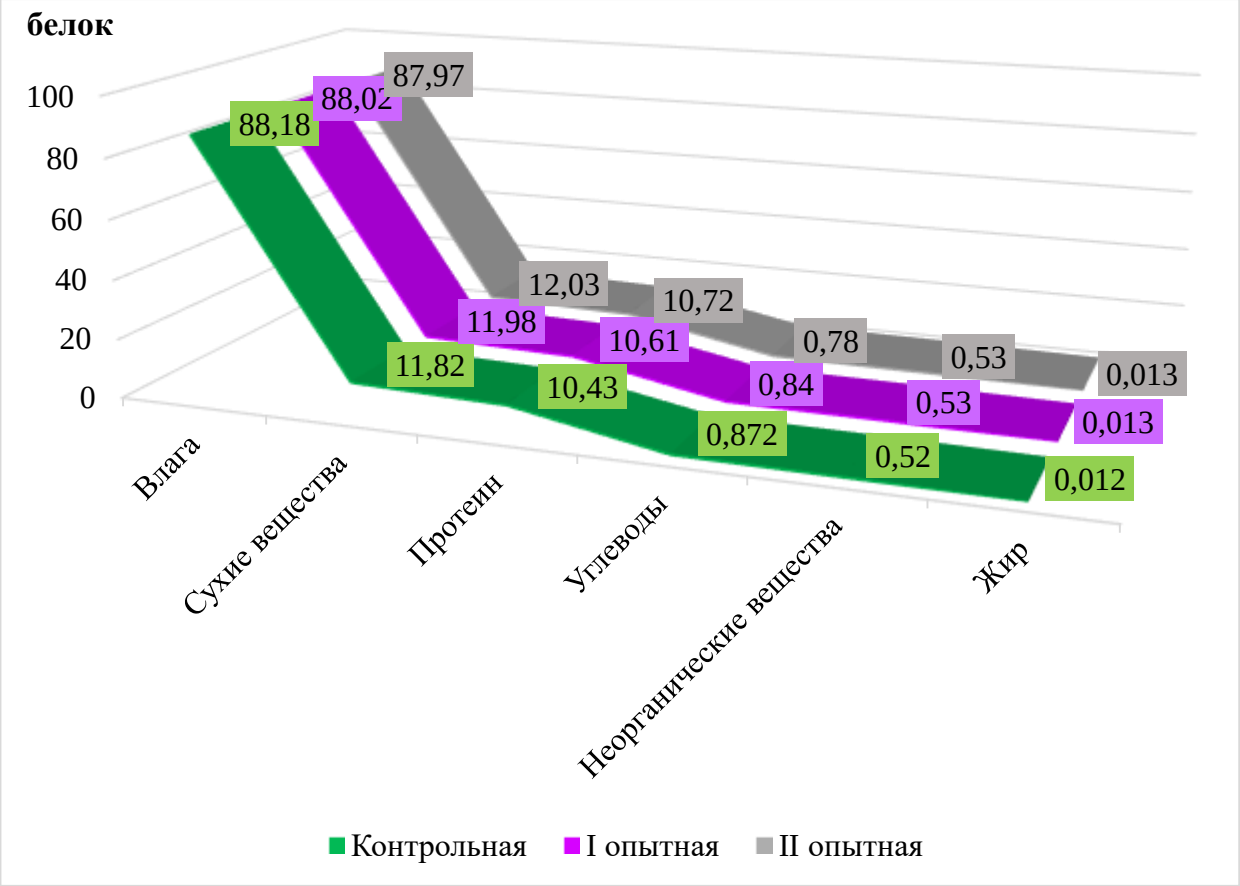


Рисунок 27 – Морфологические показатели инкубационных яиц (n = 10)

Содержание β-каротина значительно увеличивается, а яичная скорлупа становится более прочной по сравнению с контролем путем добавления 0,1 и 0,2% ферментированной хлореллы в рацион кур [67; 73; 486]. В представленных исследованиях содержание каротиноидов в яйцах кур I опытной группы, под воздействием кормовой добавки «ЛактуВет», возросло на 17,05% ($P<0,05$), а во II опытной группе, под воздействием кормовой добавки «Хлорелакт», увеличение достигло 60,47% ($P<0,001$) относительно контрольной группы. Результаты химического состава инкубационных яиц кур подопытных групп продемонстрированы на рисунке 28.



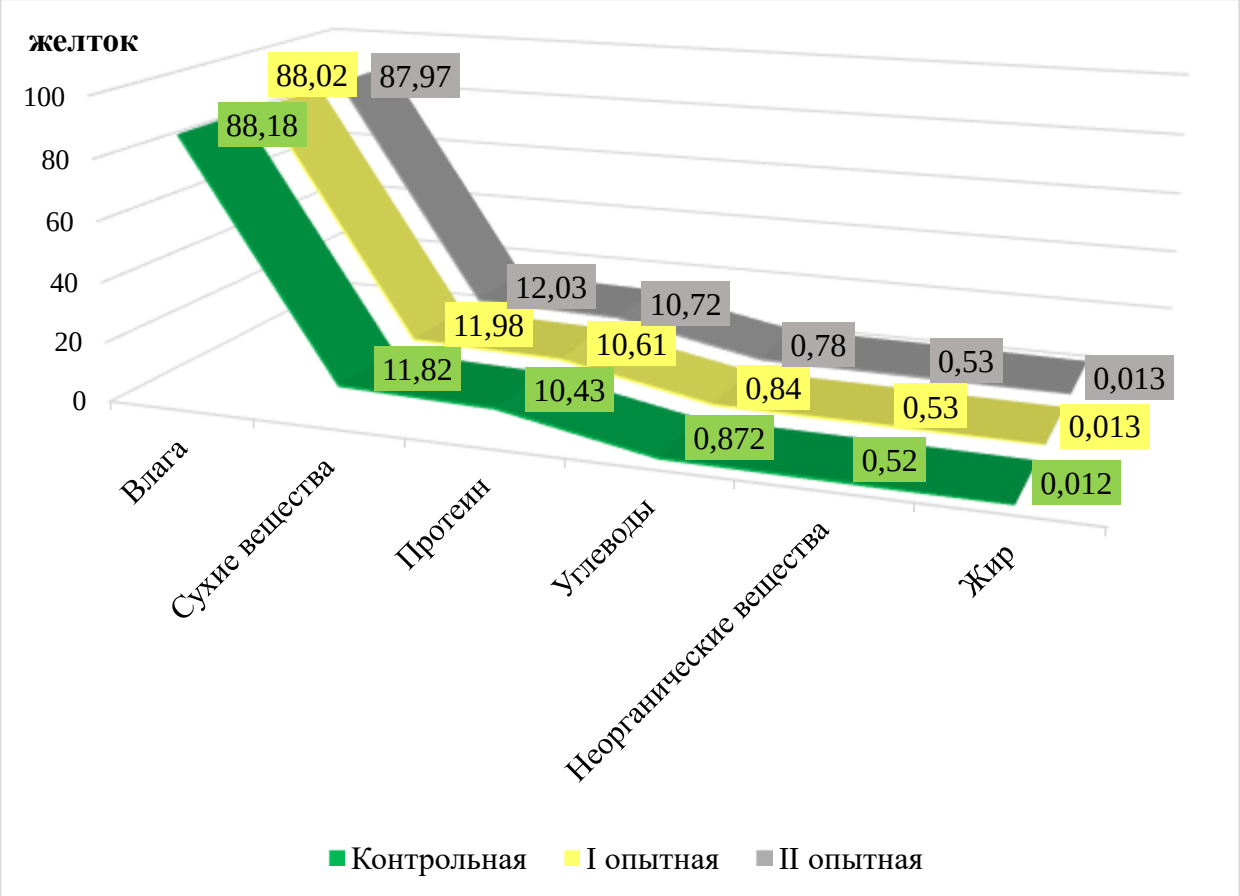


Рисунок 28 – Химический состав белка и желтка инкубационных яиц, %

Изучая химический состав белка не установлено достоверных различий по содержанию питательных веществ между опытными группами и контролем, но при этом наблюдается увеличение содержания протеина в белке яиц опытных групп на 0,18 и 0,29%, сухих веществ – на 0,16 и 0,21%, а содержание углеводов несколько снизилось на 0,032 и 0,092%. Необходимо подчеркнуть, что все показатели соответствовали физиологической норме.

В составе желтка яиц, под воздействием изучаемых добавок произошли более существенные изменения, особенно во II опытной группе, где достоверно увеличилось содержание сухих веществ и протеина на 0,79 ($P<0,05$) и 0,64% ($P<0,05$), а содержание жира – на 0,18% относительно контрольной группы. В I опытной группе также наблюдалось увеличение доли сухих веществ, протеина и жира на 0,63; 0,45 и 0,13% по сравнению с контролем. Полученные результаты свидетельствуют о том, что изучаемые кормовые добавки позитивно повлияли на химический состав как белка, так и желтка инкубационных яиц. Зольные остатки составных частей яиц подверглись изучению на предмет содержания в них основных минеральных веществ. Полученные результаты данного исследования представлены на рисунках 29 и 30.

Анализ белковой части яиц на содержание минеральных веществ позволил выявить достоверное увеличение содержания калия в I и II группах соответственно на 1,52 ($P<0,05$) и 2,09% ($P<0,01$), кальция – на 8,57 ($P<0,05$) и 11,43% ($P<0,05$) по отношению к контролю. Детальное изучение иных изученных макро- и микроэлементов, входящих в состав белка яиц, не имело достоверных различий между подопытными группами и находилось в пределах допустимых значений.

В желтковой части инкубационных яиц I опытной группы установлено достоверное превышение содержания фосфора на 2,96% ($P<0,05$), калия – на 5,10% ($P<0,05$), кальция – на 3,14% ($P<0,05$) и железа – на 5,55% ($P<0,05$), а во II опытной – на 3,44 ($P<0,01$), 6,63 ($P<0,01$), 4,71 ($P<0,01$) и 16,67% ($P<0,01$) соответственно. В скорлупной оболочке яиц показатели содержания магния и фосфора в опытных группах имели одинаковые значения с контролем, а уровень кальция возрос на 8,33 ($P<0,05$) и 10,29% ($P<0,01$).

В итоге хотелось бы отметить, что изучаемые кормовые добавки «ЛактуВет» и «Хлорелакт» оказали позитивное влияние на химический состав инкубационных яиц, в том числе минеральный. При этом эффективность влияния на изучаемые показатели кормовой добавки «Хлорелакт» (II опытная группа) значительно выше.

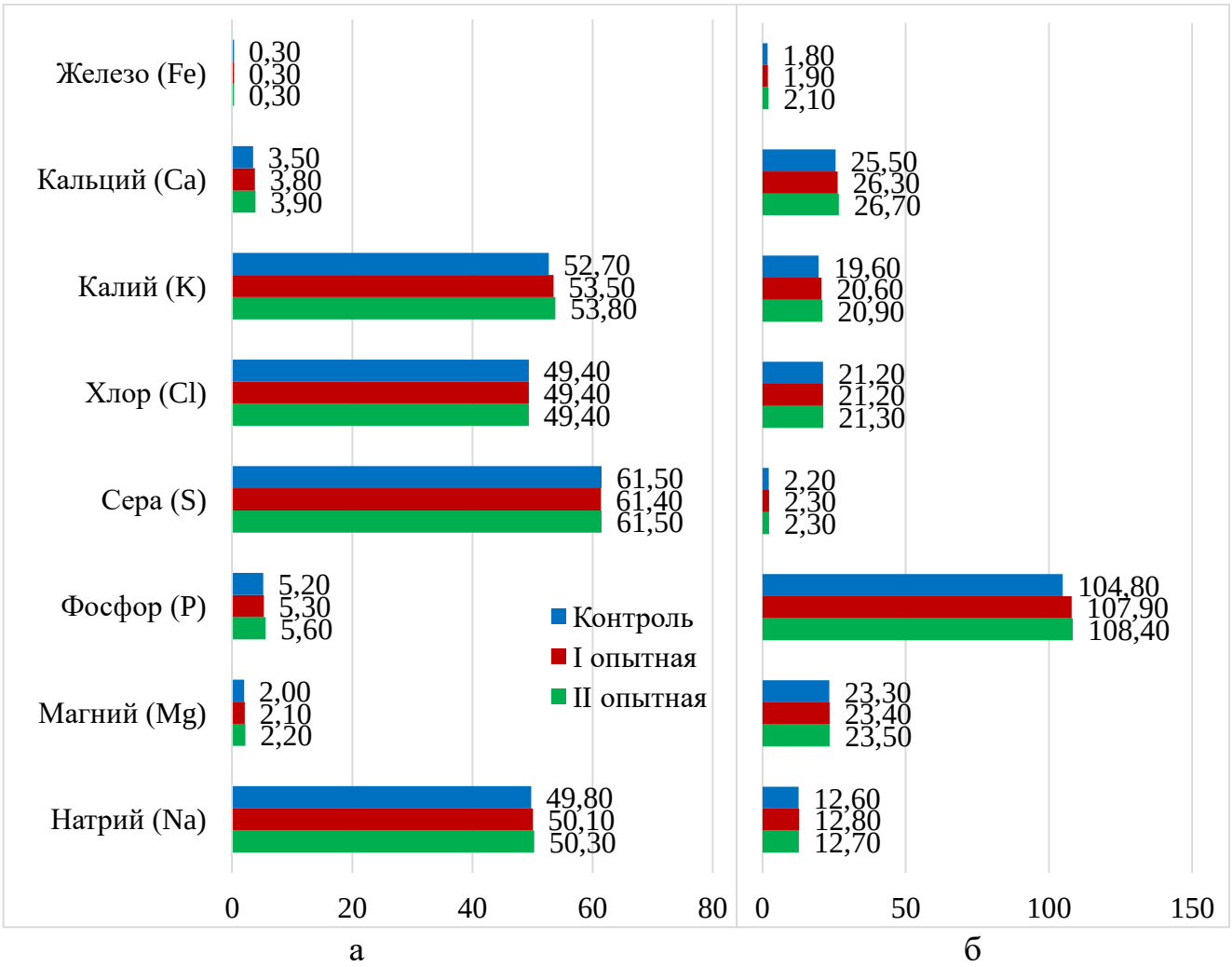


Рисунок 29 – Содержание минеральных веществ в белковой (а) и желтковой (б) части яиц (n = 5), мг/яйцо

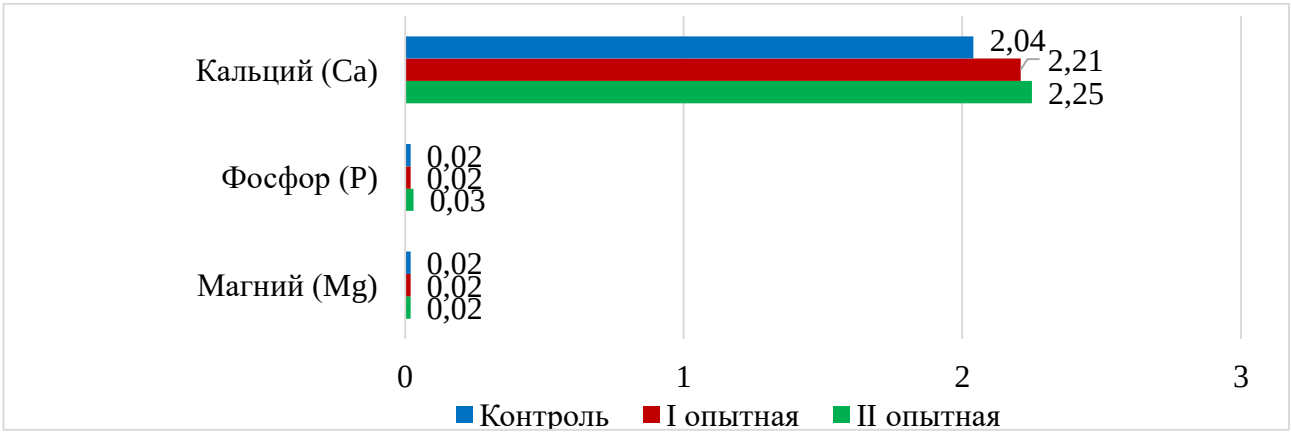


Рисунок 30 – Содержание минеральных веществ в скорлупе яиц (n = 5), г/яйцо

3.3.8 Результаты инкубации яиц

Известно, что инкубационные яйца являются единственным источником питания эмбриона в период развития и любые отклонения содержания питательных веществ негативно сказываются на результатах инкубации. В связи с этим кормлению кур родительского стада придается особое внимание, цель которого получить инкубационные яйца, содержащие весь набор питательных веществ, включая витамины и минералы. В своем опыте проводилось испытание в рационах кур родительского стада кормовых добавок «ЛактуВет» и «Хлорелакт», предположительно, способных повлиять не только на показатели, характеризующие качество инкубационных яиц, но и результаты их инкубирования (вывод кондиционных цыплят четырехлинейного гибрида кросса «Хайсекс коричневый»).

Данные по результатам инкубирования яиц представлены в таблице 25. Закладка яиц в инкубатор осуществлялась с количеством яиц 450 штук для каждой группы. Вывод здоровых цыплят, в результате инкубации, напрямую зависит от оплодотворенности яиц, которая в свою очередь обеспечивается сбалансированным кормлением птиц родительского стада как кур, так и петухов и качеством спермопродукции. Как показали осуществленные исследования, оплодотворенность яиц в опытных группах превышала контрольную группу на 1,97 и 2,79%, что предопределило больший вывод цыплят в этих группах, который увеличился на 2,12 и 3,38% и составил 84,52 и 85,78% в I и II группах соответственно. В итоге проведенных исследований установлен значительный эффект влияния кормовых добавок «ЛактуВет» и «Хлорелакт» в рационах ремонтных молодок на формирование воспроизводительных органов, показатели качества инкубационных яиц и результаты их инкубации.

Таблица 25 – Инкубация яиц и её результаты

Показатели	Контроль		I опытная		II опытная	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Оплодотворенные яйца, шт.	415	92,25	424	94,22	428	95,04
Выведено молодняка, гол.	371	–	380	–	386	
Вывод цыплят, %	–	82,40	–	84,52		85,78
Выводимость яиц, %	–	89,39		89,62		90,19

3.3.9 Экономическая эффективность влияния кормовых добавок в рационах птиц родительского стада на выход курочек финального гибрида кросса «Хайсекс коричневый»

Производство инкубационных яиц кур родительского стада кросса «Хайсекс коричневый» предусматривает в итоге получение суточных курочек финального гибрида. Для расчета экономической эффективности были учтены все параметры, полученные в результате эксперимента, а производственные затраты и реализационная стоимость суточных курочек, согласно сложившимся ценам в племрепродукторе СП «Светлый» за 2021 год (таблица 26).

Изучаемые кормовые добавки «ЛактуВет» и «Хлорелакт» положительно повлияли на увеличение выхода суточных курочек в I и II опытных группах, полученных в результате инкубации, на 330 и 469 голов, что способствовало снижению себестоимости 1000 молодок на 880 и 1170 рублей. Снижение себестоимости суточных молодок финального гибрида I и II опытных групп позволило получить дополнительную прибыль в размере 7079,56 и 9839,34 руб., а уровень рентабельности повысить на 4,40 и 5,93% соответственно относительно контроля.

Таблица 26 – Расчет экономической эффективности

Показатели	Контрольная	I опытная	II опытная
Среднее поголовье кур, гол.	54,9	55,3	55,6
Сохранность, %	96,42	98,21	98,21
Валовой сбор яиц, шт.	12674	12793	12871
В том числе инкубационных, шт. (%)	11812 (93,2)	12320 (96,3)	12472 (96,9)
Получено суточных цыплят, гол.	9733	10413	10698
из них курочек, гол.	4720	5050	5189
Расход корма на 10 шт. яиц, кг	1,44	1,39	1,37
Стоимость 1 ц корма с учетом стоимости добавок, руб.	1864	1879	1881
Производственные затраты, тыс. руб.	126118,40	130492,00	132578,95
Себестоимость 1000 гол. суточных курочек, руб.	26720	25840	25550
Валовой доход от реализации курочек, тыс. руб.	164719,76	176172,92	181018,95
Прибыль, тыс. руб.	38601,36	45680,92	48440,70
Уровень рентабельности, %	30,61	35,01	36,54

3.4 Влияние льняного шрота с добавлением сухих томатных и виноградных выжимок на продуктивность и антиоксидантный статус кур-несушек

Глобальная конкурентоспособность птицеводческой отрасли требует поиска заменителей традиционных кормовых ингредиентов, используемых в рационах птицы, для снижения затрат на кормление [221]. Важная часть рациона птицы представлена источниками белка, которые также являются самой дорогой частью рациона. Среди используемых источников белка жмых из масличных семян является основным в птицеводстве, и в настоящее время наиболее важным источником во всем мире является соевый шрот [456]. Остаток производства льняного масла, известный как льняной шрот, является хорошим источником белка и энергии [228; 309; 347].

Хотя льняной шрот имеет полезные питательные компоненты, он также содержит антипитательные факторы, такие как цианогенный гликозид, слизь, линатин и фитиновую кислоту, которые ограничивают его потенциальное использование в птицеводстве. Однако более 56% жирных кислот льняного шрота являются ненасыщенными жирными кислотами (линоленовая кислота, омега-3), которые используются в рационах домашней птицы для обогащения ими мяса и яиц. При этом необходимо отметить, что высокие уровни поли- и мононенасыщенных жирных кислот подвержены окислению, поэтому при использовании льняного шрота в рационах птицы рекомендуется включать антиоксиданты [9; 213; 461].

Томатные выжимки (сухие) являются дешевым побочным продуктом, получаемым при приготовлении томатной пасты [411; 422]. Ограничивающим фактором использования томатных выжимок в рационе птицы является низкая калорийность и высокое содержание клетчатки. С другой стороны, они содержат значительное количество а-токоферола, лютеина, β-каротина и ликопина, которые используются для снижения последствий окислительных реакций. Nobakht A., Safamehr A.R. [379] сообщают, что добавление томатных выжимок повышает потребление корма, продуктивность и качество яиц, не влияя при этом на уровни холестерина в сыворотке и яичном желтке.

Виноградные выжимки (сухие) являются наиболее ценным источником полифенольных соединений, которые рассматриваются многими исследователями как антиоксидант, но большое количество лигнина, дубильных веществ и клетчатки, а также низкое содержание белка, снижают их применение в качестве корма для птицы [370]. Однако виноградные выжимки содержат фенолы, такие как проантоцианидины (олигомерные проантоцианидины), научные исследования которых показали, что антиоксидантная активность проантоцианидинов в 20 раз выше, чем витамин Е и, в 50 раз выше, чем витамин С. Кроме того включение 6% виноградных выжимок в рацион кур-несушек не снижает продуктивность и качество яиц, а также биохимические показатели сыворотки крови [331]. Таким образом, целью исследований явилось изучение влияния кормового льняного шрота с добавлением томатных и виноградных выжимок на продуктивность, качество яиц и антиоксидантный статус кур-несушек второй фазы продуктивности.

3.4.1 Условия кормления и содержания кур

Экспериментальные исследования проводили в условиях птицефабрики по производству пищевых яиц АО «Агрофирма Восток» Николаевского района Волгоградской области, согласно схеме опыта, представленной в таблице 27. Исходя из схемы опыта, были сформированы пять групп кур-несушек промышленного стада в возрасте 57-ми недель (II фаза продуктивности).

Таблица 27 – Схема опыта

Группы	Количество голов	Возраст кур	Условия кормления
Контрольная	70	57-69	Основной рацион (ОР)
I опытная	70	57-69	ОР + томатные выжимки (сухие), 15% в структуре рациона
II опытная	70	57-69	ОР + шрот льняной, 4% в структуре рациона
III опытная	70	57-69	ОР + виноградные выжимки (сухие), 5% в структуре рациона
IV опытная	70	57-69	ОР + томатные и виноградные выжимки, шрот льняной (в указанных выше дозировках)

Контрольная группа получала основной рацион, соответствующий данному возрастному периоду и продуктивности кур. Птица I опытной группы получала комбикорм, в структуру которого были включены сухие томатные выжимки в количестве 15,0%; птице II опытной группы скармливали комбикорм, в составе которого присутствовал шрот льняной, в количестве 4,0%; птица III опытной группы получала комбикорм, в котором наличествовали сухие виноградные выжимки в количестве 5,0% и птица IV опытной – в структуре рациона присутствовали все вышеупомянутые добавки в указанных дозировках. Продолжительность опыта 12 недель.

Вторая фаза продуктивности кур-несушек характеризуется определенным снижением обменных процессов в организме кур, что влечет за собой спад продуктивности, но при этом масса яиц увеличивается. Во вторую фазу продуктивности потребность в питательных веществах (обменная энергия, протеин, жир) сокращается, а в минеральных веществах возрастает. В этот период куры способны переваривать большее количество клетчатки.

В связи с этим использование изучаемых добавок в кормлении кур второй фазы продуктивности принято актуальным. Прежде, чем включать в состав рационов указанные в схеме опыта кормовые добавки был проведен анализ целесообразности. С этой целью была изучена их питательная ценность, показатели находятся на рисунке 31. Также рассчитана метаболизируемая энергия, которая составила 231,7 в льняном шроте, 204,9 – в сухих томатных выжимках и 254,1 ккал/100 г – в виноградных.

На основании полученных данных была осуществлена обширная работа по составлению рационов кормления для кур подопытных групп, данные о составе и питательной ценности которых представлены в таблице 28. Стоит отметить, что в составе комбикорма присутствует премикс относительно массы всего корма в количестве 1%, который обеспечивает потребность кур в витаминах и минеральных веществах в полном соответствии с установленными нормами («ВНИТИП» РАН). Содержание птицы промышленного стада соответствовало общепринятой технологии на птицефабрике.

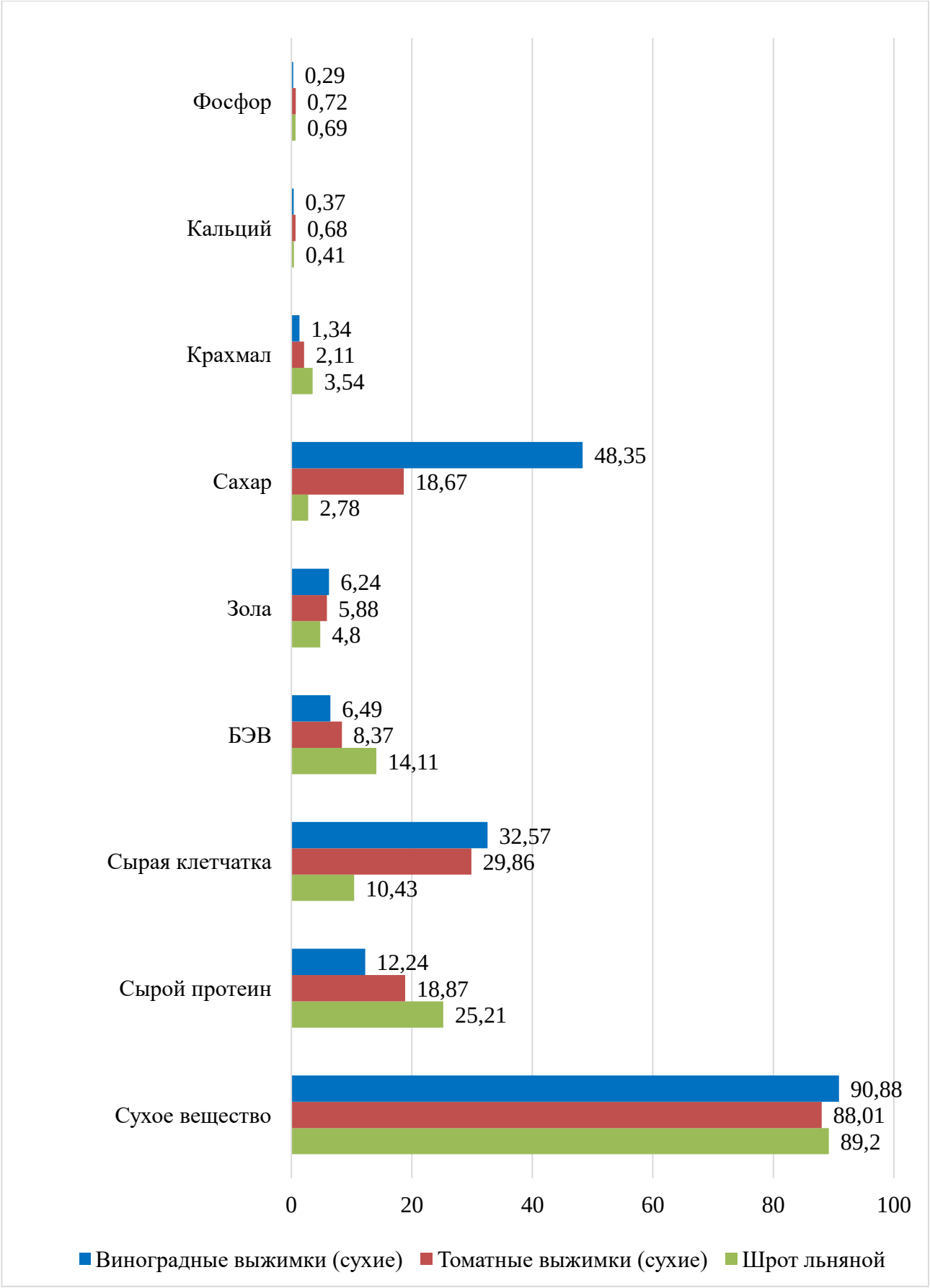


Рисунок 31 – Химический состав и содержание метаболизируемой энергии в изучаемых кормовых ингредиентах

Таблица 28 – Ингредиенты и химический состав рационов

Ингредиенты	Контрольная	Опытные группы			
		I	II	III	IV
Кукуруза	41,15	38,35	40,34	39,11	30,17
Пшеница	24,40	18,11	24,45	23,86	17,00
Соевый шрот (44% СП)	16,54	11,70	14,50	14,50	12,50
Подсолнечное масло	-	1,80	-	-	1,60
Рыбная мука	6,00	4,00	5,00	6,00	4,00
Томатные выжимки	-	15,00	-	-	15,00
Льняной шрот	-	-	4,00	-	4,00
Виноградные выжимки	-	-	-	5,00	5,00
Известняк	9,68	8,59	9,17	8,95	8,47
Дикальцийфосфат	1,22	1,41	1,52	1,56	1,24
Витаминный премикс	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Минеральный премикс	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
DL-метионин (98%)	0,19	0,20	0,19	0,20	0,19
L-лизин	0,16	0,18	0,17	0,16	0,17
Треонин	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Соль	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Показатели качества:					
Обменная энергия (ккал/100г)	264,99	264,85	265,05	265,12	265,08
Сырой протеин	16,87	16,59	16,58	16,62	16,83
Сырая клетчатка	2,74	5,71	3,65	4,12	5,94
Кальций	4,00	3,97	4,01	4,00	3,98
Доступный фосфор	0,40	0,40	0,39	0,40	0,39
Метионин	0,38	0,37	0,38	0,39	0,38
Метионин + цистин	0,68	0,66	0,67	0,68	0,67
Лизин	0,74	0,75	0,75	0,74	0,75
Треонин	0,55	0,53	0,54	0,55	0,55

3.4.2 Биоконверсия кормов в организме кур второй фазы продуктивности

В связи с тем, что в проведенных исследованиях использованы кормовые добавки с высоким содержанием клетчатки и которые не имеют широкого применения в кормлении птиц, было принято решение изучить их влияние на переваримость питательных веществ корма курами-несушками второй фазы продуктивности. Количество исследований, связанных с влиянием виноградных выжимок в рационах птиц ограничено, особенно кур-несушек. Включение виноградных выжимок в кормление кур привело к меньшему потреблению корма на уровне 5%

Снижение потребления корма может быть связано с антипитательными факторами, такими как дубильные вещества. Полифенолы, в основном конденсированные танины (проантоцианидины), входящие в состав этих ингредиентов, могут оказывать негативное влияние на продуктивность птицы, снижая усвоение жира и белка, что связано с комплексами, которые они образуют с макромолекулами (белком и жиром) и ферментами (протеазой и липазой) в пищеварительном тракте [155; 331; 457]. Известно также, что использование виноградных выжимок свыше 6%, из-за наличия дубильных веществ, может снизить потребление корма птицей [123; 420].

В данных исследованиях, при проведении физиологического опыта куры-несушки всех подопытных групп, включая III (виноградные выжимки), полностью употребляли заданный корм. Возможно, это связано с более низкой дозировкой (5% в структуре рациона) виноградных выжимок. Как и было запланировано после десятинедельного откорма 67-недельных кур рационами с растительными выжимками осуществлена оценка переваривания и усвоения питательных веществ корма (рисунок 32). Установлено, что птица потребляла полностью весь объём заданного корма, однако коэффициенты переваримости питательных веществ различались среди подопытных групп. Достоверное увеличение переваримости органических веществ, протеина и жира было зафиксировано только во II и IV опытных группах, а в I и III опытных группах наблюдалась тенденция к увеличению по отношению к контрольной группе.

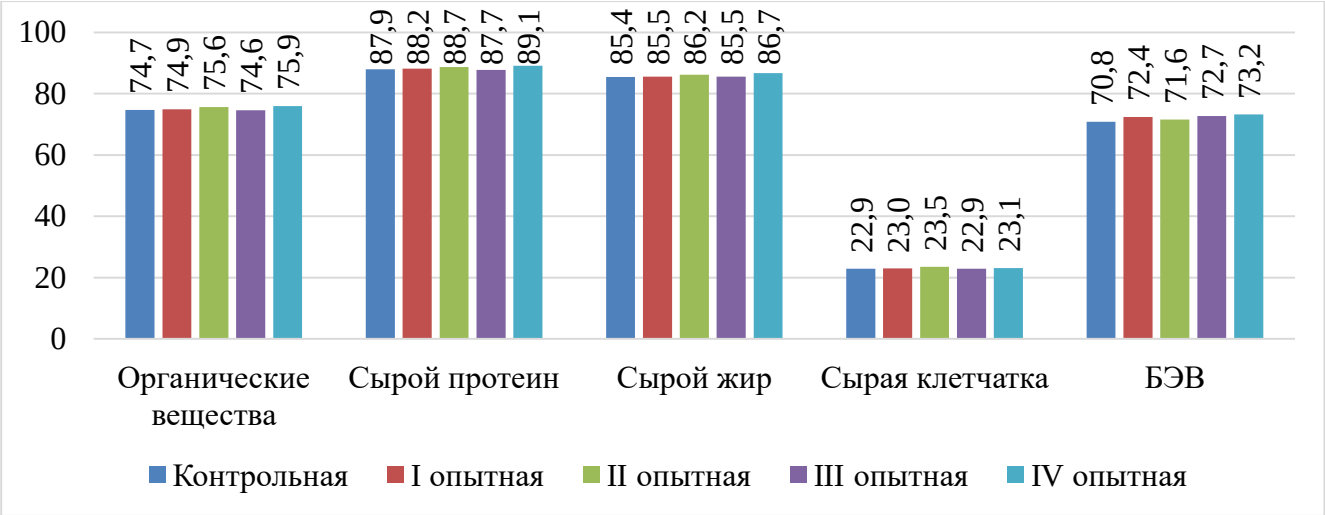


Рисунок 32 – Переваримость питательных веществ корма (n = 3)

Выявлено, что куры-несушки II и IV опытных групп переваривали органические вещества лучше, чем контрольной на 0,9 (P<0,05) и 1,2% (P<0,05), сырой протеин – на 0,8 (P<0,05) и 1,2% (P<0,05), сырой жир – на 0,8 (P<0,05) и 1,3% (P<0,05) соответственно. Известно, что переваримость клетчатки у птиц низкая по сравнению с другими видами сельскохозяйственных животных, но при этом, несмотря на высокое содержание клетчатки во всех изучаемых добавках, коэффициент переваримости клетчатки в опытных группах не снизился, а оставался на уровне контроля. Следует отметить повышение переваримости БЭВ в I, III и IV опытных группах на 1,6 (P<0,05), 1,9 (P<0,05) и 2,4% (P<0,05) соответственно. Разница между опытными группами, по всем изучаемым параметрам была незначительной, но при этом зафиксирована устойчивая тенденция увеличения переваримости всех питательных веществ корма в пользу IV опытной группы, где был изучен комплекс кормовых добавок (льняной шрот, томатные и виноградные выжимки).

Для выявления степени усвоения азота и минеральных веществ осуществлены вспомогательные исследования состава яйца по определению количества данных компонентов, выделенных курами (рисунок 33), что является необходимым этапом проведения балансового опыта на курах-несушках. Достоверных различий по выделению питательных веществ с яйцом не установлено. Колебание показателей как среди опытных групп, так и по сравнению с контролем связано с влиянием изучаемых добавок и массы яиц.

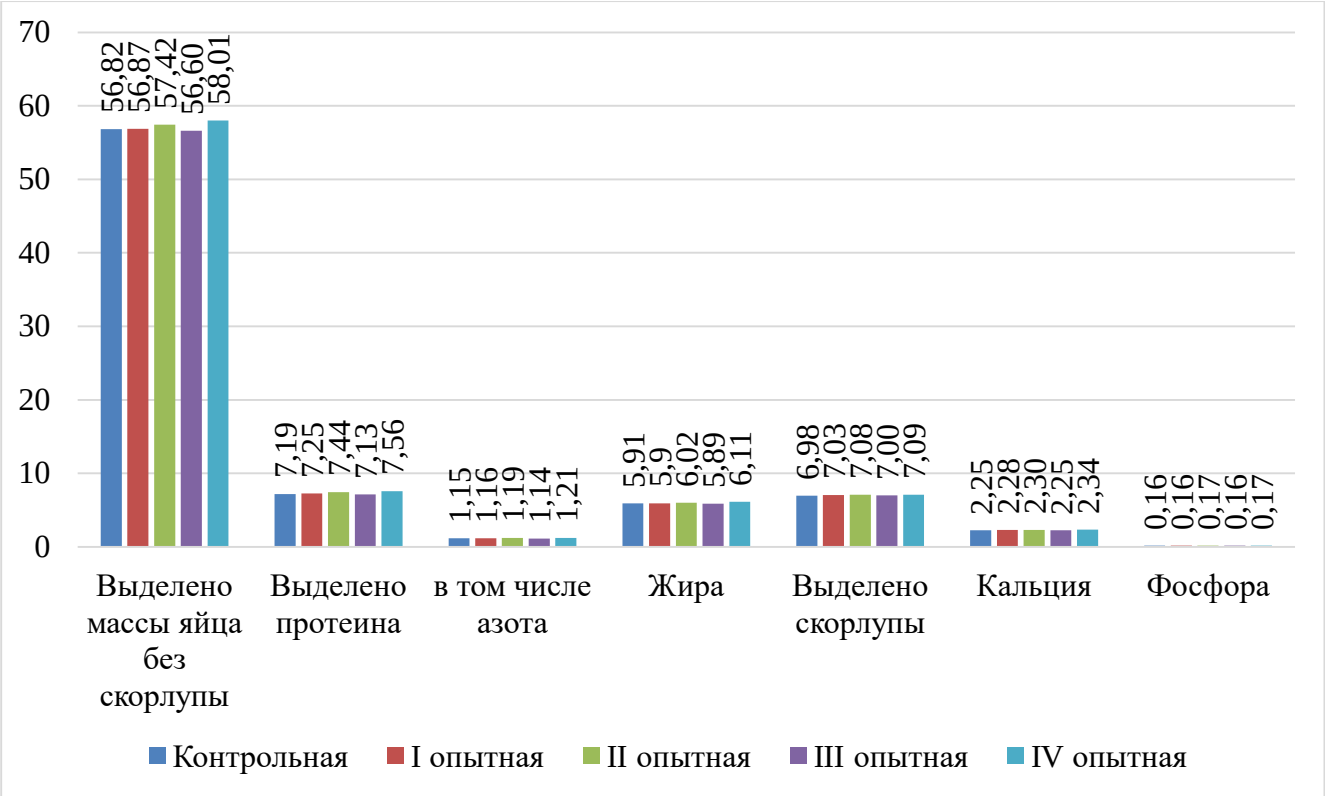


Рисунок 33 – Количество азота, кальция и фосфора, выделенных с яйцом (n = 3), г

В ходе опыта по разнице количества принятого и выделенного азота был установлен положительный его баланс во всех подопытных группах (рисунок 34). Следует отметить, что вторая фаза продуктивности у кур-несушек характеризуется некоторым замедлением метаболизма и, усвоение питательных веществ, как правило, снижается. В представленном опыте во всех опытных группах зафиксировано снижение выделения курами азота с калом, возможно, под влиянием изучаемых добавок, но при этом достоверная разница установлена в I, II и IV опытных группах, которая составила 14,29 ($P<0,05$), 28,00 ($P<0,05$) и 45,45% ($P<0,01$) соответственно, а в III опытной – имела тенденцию к снижению.

В связи с этим, переваримость азота в I, II, III и IV опытных группах возросла по сравнению с контролем на 1,39 ($P<0,05$), 2,44 ($P<0,05$), 1,05 и 3,48% ($P<0,01$) соответственно. Учитывая выделение азота с яйцом и отложение в теле, использование его от принятого в I, II и IV опытных группах, по сравнению с контрольной, оказалось соответственно выше на 1,57 ($P<0,05$), 3,76 ($P<0,01$) и 5,65% ($P<0,01$), а от переваренного – во II и IV на 2,43 ($P<0,05$) и 3,72% ($P<0,01$). Полученные данные позволяют констатировать тот факт, что наиболее существенное влияние оказывают экспериментальные добавки в комплексе.

Рисунок 34 – Баланс и использование азота (n = 3)

В начале яйцекладки интенсивность минерального обмена веществ и других метаболических процессов резко возрастает, а затем постепенно снижается и, для удовлетворения потребности кальция организму кур-несушек второй фазы продуктивности, необходимо дополнительное его количество, что объясняет увеличение содержания кальция в структуре рациона в заключительный период яйцекладки. В проведенном подобном опыте, баланс кальция у кур-несушек второй фазы продуктивности был положительным (рисунок 35).

Результаты физиологического опыта по использованию кальция курами-несушками второй фазы продуктивности показали, что изучаемые добавки как отдельно, так и в комплексе повлияли на баланс кальция в их организме. Комплексное применение добавок (IV опытная группа) привело к более интенсивному обмену кальция, использование которого составило 56,86%, что на 3,10% ($P<0,01$) выше контроля. Шрот льняной (II опытная группа) повысил усвоение кальция в организме кур на 1,77% ($P<0,05$). В I опытной группе, где птица получала кормовую добавку из томатных выжимок, наблюдалась тенденция увеличения использования кальция на 0,89% при недостоверной разнице. Скармливание курам III опытной группе кормовой добавки из виноградных выжимок, повлияло незначительно на показатель усвоения кальция, который находился практически на уровне контроля. Конверсия фосфора, которая на период проведения физиологического опыта, в организме кур подопытных групп оказалась положительной, отражена на рисунке 36.

Данные, полученные в результате эксперимента, позволили установить, что в IV опытной группе куры выделяли фосфор с пометом на 2,88% ($P<0,05$) меньше, чем в контроле, а в остальных опытных группах наметилась тенденция к снижению, при этом общее использование фосфора, на образование яйца и отложенного в теле, достоверно увеличилось во II и IV опытных группах на 0,83 ($P<0,05$) и 1,79% ($P<0,01$). Исходя из этого, можно сделать вывод, что использование в рационах кур промышленного стада второй фазы продуктивности кросса «Хайсекс коричневый» шрота льняного, томатных и виноградных выжимок позитивно повлияло на биоконверсию корма. Следует обратить внимание, что используемые кормовые добавки наиболее эффективно работают в комплексе.

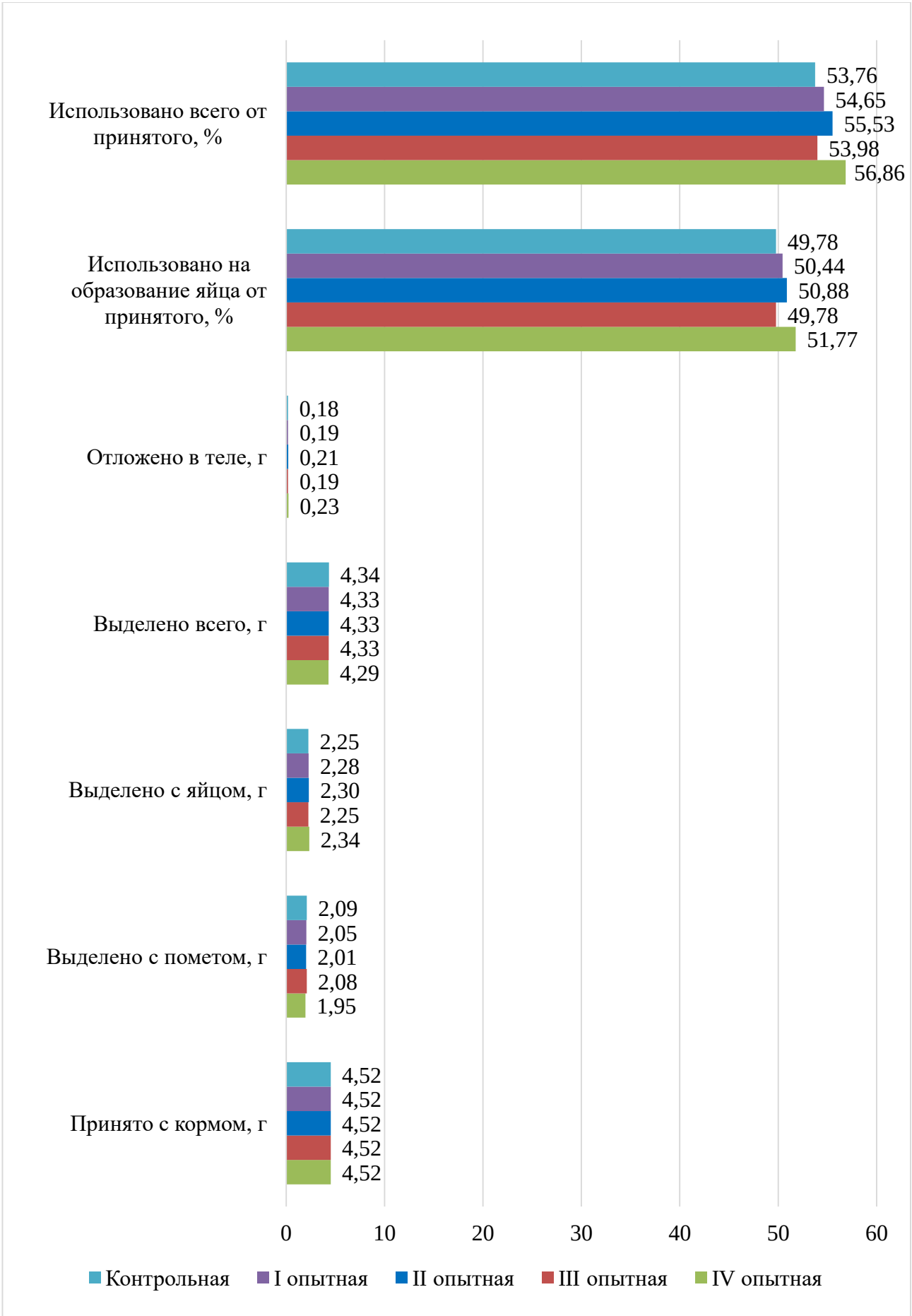


Рисунок 35 – Использование кальция и его баланс

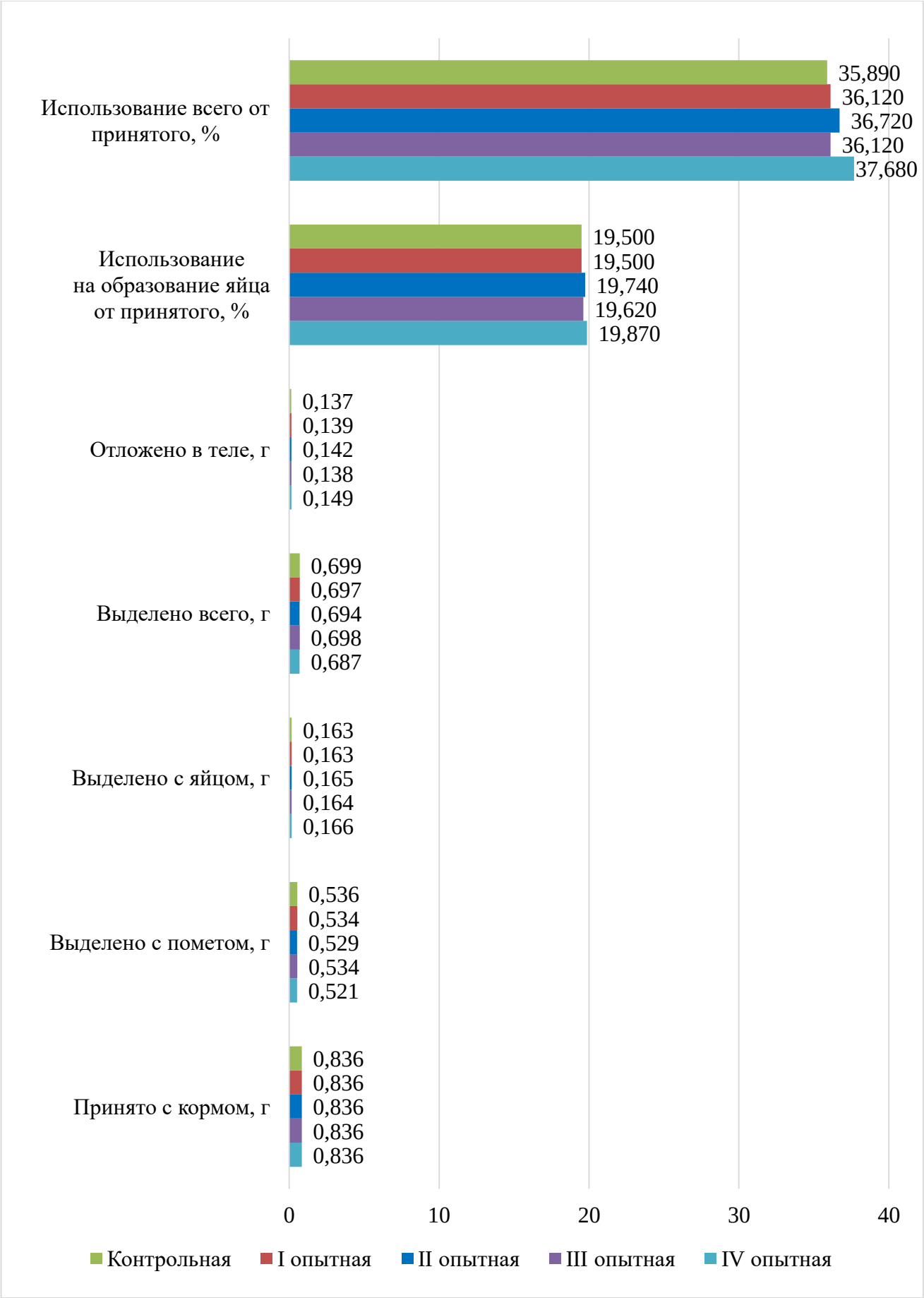


Рисунок 36 – Использование фосфора и его баланс

3.4.3 Морфологический и биохимический составы крови кур-несушек

Воздействие на организм любых биологически активных веществ, поступающих с кормом, водой и образующихся в организме в процессе обмена веществ, влияют на кроветворные органы вследствие чего меняется гематологический состав, изучение которого является диагностическим методом [17; 93; 152; 185; 197]. В связи с тем, что в данном эксперименте участвовали: кормовая добавка из томатных выжимок, в составе которой присутствует значительное количество а-токоферола, лютеина, β-каротина и ликопина, которые используются для снижения последствий окислительных реакций в рационе птиц; кормовая добавка из виноградных выжимок, – один из наиболее ценных источников полифенольных соединений, который рассматривается многими исследователями как антиоксидант, из-за высокого содержания фенолов, таких как олигомерные проантоцианидины, антиоксидантная сила которых в 20 раз больше, чем витамин Е, и в 50 раз больше, чем витамин С [4; 370]; льняной шрот – источник белка и энергии [126; 146; 228; 309; 347], требуется обратить внимание на гематологические показатели. Примечательно, что более 56% жирных кислот льняного шрота являются ненасыщенными жирными кислотами (особенно линоленовой кислотой).

В источниках кормов семена льна и каналы упоминаются как богатые омега-3 жирными кислотами, и они используются в рационах домашней птицы для насыщения ими мяса и яиц. Установлено, что добавление томатных выжимок повышает потребление корма, продуктивность и качество яиц, не влияя при этом на уровни холестерина в сыворотке и яичном желтке. Все это позволяет предположить, что изучаемые добавки способны положительно воздействовать на морфологический состав крови кур опытных групп [379]. Как показывают исследования, применение изучаемых добавок в кормлении кур второй фазы продуктивности степени активизировало обменные процессы, что отразилось на показателях состава крови опытных групп (рисунок 37).

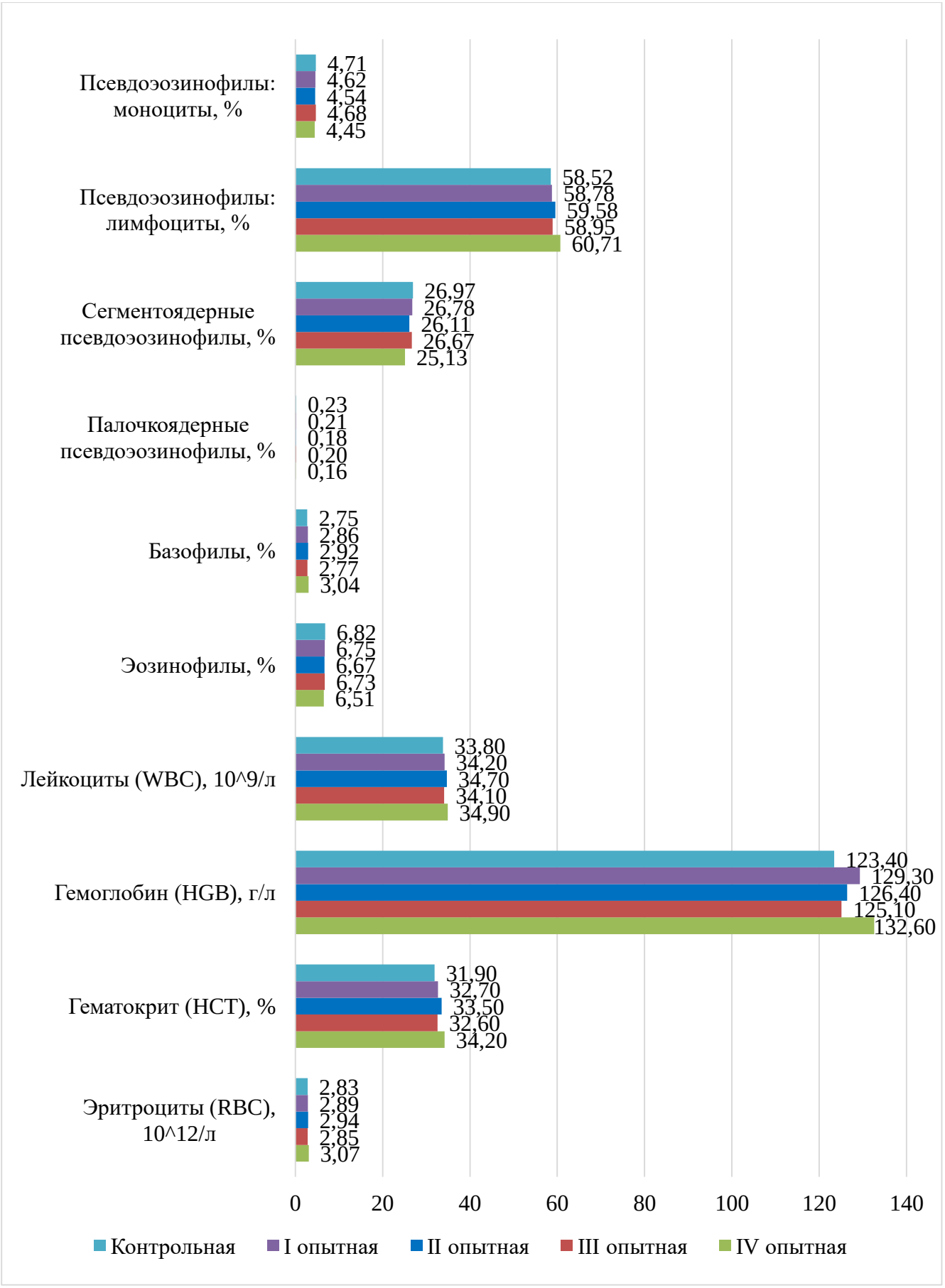


Рисунок 37 – Форменные элементы и лейкоцитарная формула крови (n = 10)

Содержание форменных элементов крови кур-несушек опытных групп, под воздействием изучаемых добавок существенно не изменилось, по сравнению с контролем, но при этом уровень гематокрита во II опытной группе (шрот льняной) и IV опытной (комплекс испытуемых добавок) увеличился на 1,6 ($P<0,05$) и 2,3% ($P<0,01$). Содержание гемоглобина достоверно возросло относительно контроля в I (томатные выжимки) и IV (комплекс испытуемых добавок) опытных группах на 4,78 ($P<0,01$) и 7,46% ($P<0,001$), а во II (шрот льняной) и III (виноградные выжимки) опытных группах наблюдалась тенденция к увеличению на 2,43 и 1,38%. В представленном опыте уровень лейкоцитов в крови кур опытных групп возрос на 1,18; 2,66; 0,88 и 3,25% по сравнению с контролем, при статистически недостоверной разнице. Рассматривая показатели лейкоцитарной формулы, было обнаружено достоверное увеличение уровня лимфоцитов в крови кур II и IV опытных групп, по сравнению с контрольной, на 1,06 ($P<0,05$) и 2,19% ($P<0,01$), а I и III наблюдалась тенденция к увеличению. Уровень сегментоядерных нейтрофилов снизился в I, II, III и IV опытных группах на 0,19; 0,86; 0,30 и 1,84% ($P<0,01$) соответственно, что доказывает высокую эффективность изучаемых препаратов для поддержания иммунного статуса кур второй фазы продуктивности. Лабораторные исследования биохимического состава сыворотки крови позволили установить, что все изучаемые параметры находились в рамках физиологической нормы для данного вида и возраста птиц (рисунок 38). Не было обнаружено существенных различий по содержанию общего белка, белковых фракций и мочевины в сыворотке крови между опытными группами и контролем. Тенденция увеличения этих показателей в опытных группах статистически не подтверждается.

Фермент щелочная фосфатаза являются ценным индикатором минерального статуса и минерализации костей, характеризуя обмен кальция и фосфора у кур [24; 81; 83; 127; 129; 164]. В представленных исследованиях активность щелочной фосфатазы в большей степени снизилась у кур I опытной группы (томатные выжимки), III опытной (виноградные выжимки) и IV опытной (комплекс добавок) на 13,50 ($P<0,05$), 16,55 ($P<0,05$) и 21,11% ($P<0,05$) относительно контроля. Во II опытной группе уровень щелочной фосфатазы также достоверно сократился на 8,74% ($P<0,01$). Уровень кальция и фосфора в сыворотке крови кур как опытных групп, так и контроле находилось в рамках установленных значений для данного возраста кур-несушек.

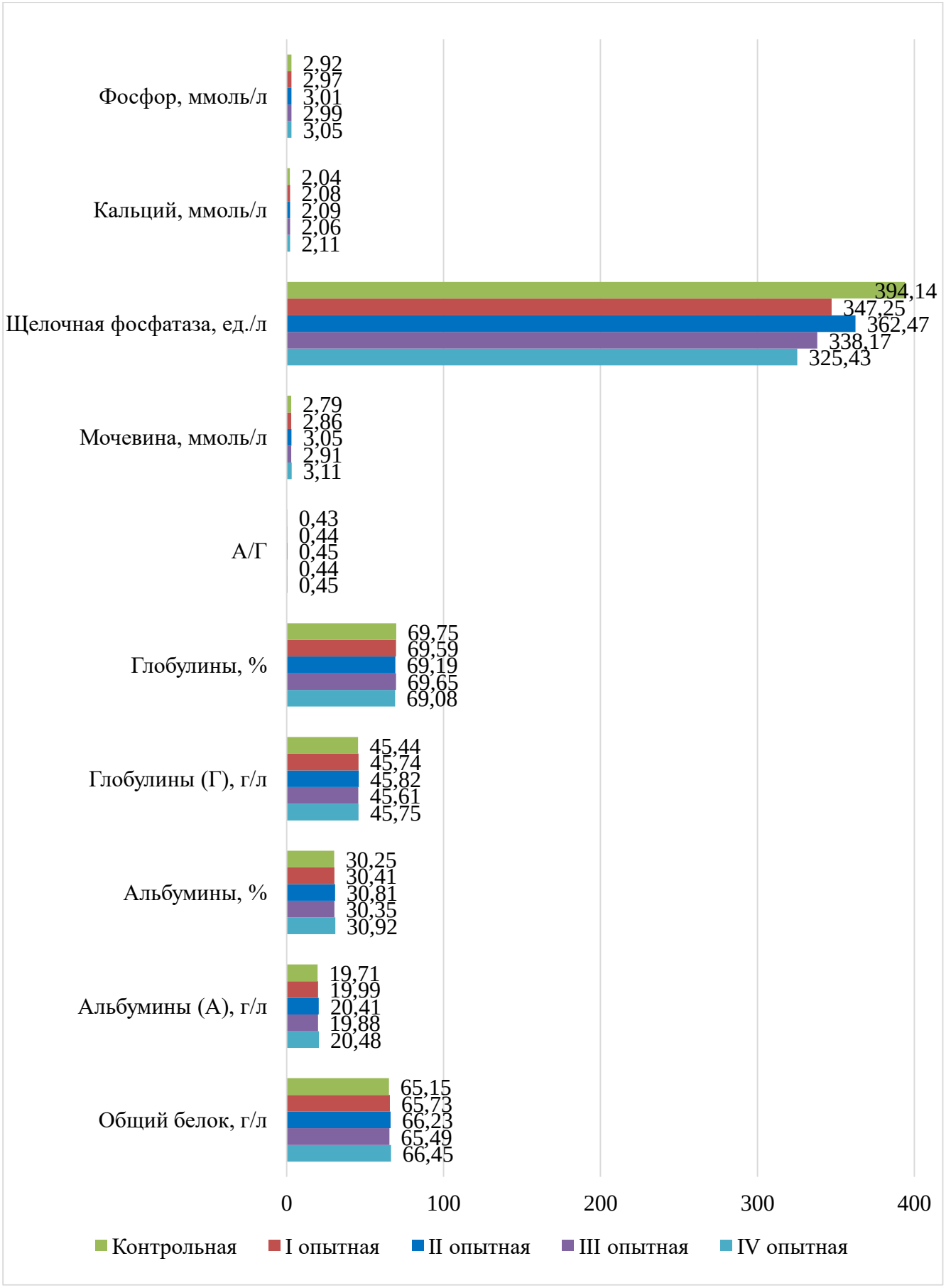


Рисунок 38 – Биохимические показатели сыворотки крови (n = 10)

Показатели обмена липидов у птиц могут быть использованы в качестве критериев полноценности кормления морфологического и биохимического толка, позволяя оценивать уровень продуктивности в перспективе, поскольку имеются данные о возможностях и перспективности регулирования обмена липидов у кур посредством питания [45]. На содержание общих липидов в сыворотке крови, по мнению Тихонова С.И. [172], существенное влияние оказывает не только физиологическое состояние организма, но и кормовые факторы. Снижение уровня общих липидов, которое происходит под воздействием некоторых кормовых добавок, служит подтверждением активации обмена веществ, интенсификации их расхода на образование продукции и обменные процессы. Содержание липидов различной плотности и холестерина в сыворотке крови находится в прямой зависимости от уровня общих липидов.

Холестерин играет важную роль в обмене веществ и в определенном количестве совершенно необходим для нормальной жизнедеятельности, так как служит материалом для синтеза гормонов и желчных кислот [163]. Содержание триглицеридов, общего холестерина, холестерина липопротеидов низкой и высокой плотности, представлено в таблице 29. Результаты полученных исследований показывают, что уровень общего холестерина и холестерина липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) незначительно снизился, а холестерина липопротеидов высокой плотности повысился (ЛПВП) (разница статистически не достоверна), что положительно повлияло на индекс атерогенности.

Таблица 29 – Холестерин и триглицериды в сыворотке крови кур (n = 10)

Значения	Контроль	Опытные группы			
		I	II	III	IV
Холестерин общий, ммоль/л	3,17±0,15	3,12±0,17	3,14±0,11	3,15±0,14	3,13±0,16
Холестерин ЛПНП, ммоль/л	2,31±0,12	2,29±0,13	2,30±0,11	2,30±0,15	2,28±0,13
Холестерин ЛПВП, ммоль/л	1,33±0,09	1,34±0,07	1,33±0,08	1,32±0,06	1,34±0,05
Индекс атерогенности	1,74	1,71	1,73	1,74	1,70
Триглицериды, ммоль/л	1,458±0,07	1,439±0,06	1,469±0,08	1,447±0,05	1,489±0,09

Индекс атерогенности, как показатель, характеризующий отношение ЛПНП к ЛПВП, в этих исследованиях не выходил за пределы физиологической нормы. В норме соотношение атерогенных и антиатерогенных липидов не должно превышать 3,5. Наличие в томатных и виноградных выжимках биологически активных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами, прогнозируемо должно способствовать повышению антиоксидантного статуса кур-несушек опытных групп. В связи с этим была изучена активность супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы, церулоплазмина, содержание общего количества антиоксидантов и ТБК – активные вещества (малоновый диальдегид) (таблица 30).

Как и ожидалось, применение в кормлении кур томатных и виноградных выжимок как отдельно, так и в комплексе, способствовало активизации ферментов антиоксидантного статуса. В I, III и IV опытных группах по сравнению с контрольной достоверно возросла активность супероксиддисмутазы на 8,71 ($P<0,05$), 9,82 ($P<0,05$) и 13,24% ($P<0,01$) соответственно, а глутатионпероксидазы и церулоплазмина имела тенденцию к увеличению. Общее количество антиоксидантов также достоверно превышало контроль в этих опытных группах на 17,20 ($P<0,05$), 20,38 ($P<0,05$) и 24,20% ($P<0,01$) соответственно. Уровень активных веществ к тиобарбитуровой кислоте и, в частности малонового диальдегида снизился в I опытной группе на 9,97% ($P<0,05$), в III опытной – на 10,66% ($P<0,05$) и в IV опытной – на 13,14% ($P<0,01$). Показатели, характеризующие антиоксидантный статус кур-несушек II опытной группы, находились на уровне контроля.

Птица является основным компонентом мировой сельскохозяйственной экономики, выступая в качестве одного из основных источников белков для человека. Несмотря на это птице постоянно угрожают различные заболевания, в том числе вызванные вирусными, бактериальными и паразитарными инфекциями, для борьбы с которыми необходимо формировать устойчивую естественную резистентность у птиц [10; 31; 145; 187]. В связи с тем, что выполненные исследования проводились на курах второй фазы продуктивности, сочтено необходимым изучить адаптационно-защитные функции их организма (рисунок 39).

Таблица 30 – Показатели антиоксидантного статуса кур-несушек (n = 5)

Значения	Контроль	Опытные группы			
		I	II	III	IV
Активность:					
Супероксиддисмутаза, ед/г Hb	932,6±21,40	1013,8±24,22*	937,6±22,41	1024,2±25,14*	1056,1±27,11**
Глутатионпероксидаза, ед/г Hb	51,28±0,57	52,49±0,61	50,56±0,44	52,32±0,59	52,98±0,64
Церулоплазмин, ммоль/см^3/ч	2,08±0,05	2,19±0,06	2,11±0,05	2,24±0,06	2,32±0,07
Общее количество антиоксидантов, ммоль/дм^3	1,57±0,06	1,84±0,08*	1,59±0,06	1,89±0,08*	1,95±0,09**
ТБК – активные вещества (малоновый диальдегид), мкмоль/дм^3	3,53±0,07	3,21±0,08*	3,54±0,06	3,19±0,09*	3,12±0,09**

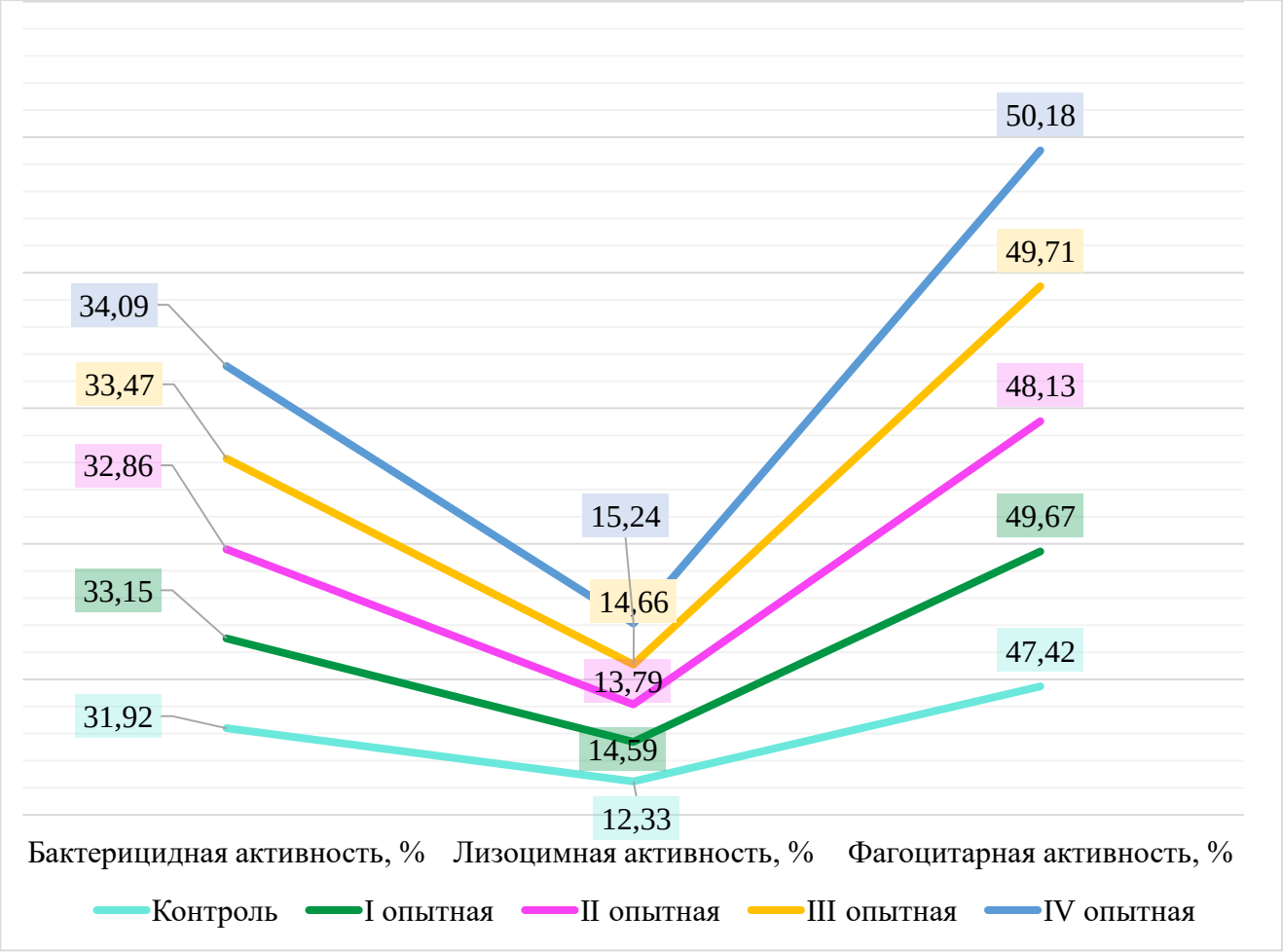


Рисунок 39 – Показатели естественной резистентности крови кур, %

Зафиксировано увеличение естественной резистентности кур опытных групп, однако достоверное увеличение изучаемых показателей наблюдалось в I, III и IVопытных группах, где птица получала томатные и виноградные выжимки, а также комплекс изучаемых добавок. Так, бактерицидная активность возросла по сравнению с контрольной группой на 1,23 (P<0,05), 1,57 (P<0,01) и 2,17% (P<0,01); лизоцимная – на 2,26 (P<0,01), 2,33 (P<0,01) и 2,91% (P<0,01); фагоцитарная – на 2,25 (P<0,01), 2,29 (P<0,01) и 2,77% (P<0,01) соответственно. Во II опытной группе, где птица в составе рациона получала льняной шрот бактериальная активность возросла на 0,94%, лизоцимная – на 1,46%, фагоцитарная – на 0,71% по отношению к контролю. Полученные результаты показывают высокую степень естественной резистентности кур-несушек, в результате скармливания им изучаемых кормовых добавок.

3.4.4 Продуктивность кур промышленного стада кросса «Хайсекс˚коричневый»

Известно, что во вторую фазу продуктивности у кур-несушек снижаются обменные процессы, иммунный статус, продуктивность, но повышается масса яиц, у которых ухудшаются качественные показатели. В некоторых случаях незначительно снижается и живая масса птиц. Учитывая тот факт, что опыт был проведен на курах-несушках второй фазы продуктивности (57-69 недель), было необходимо ежемесячно фиксировать их живую массу с целью не допустить её снижения под воздействием новых кормовых средств в структуре рациона (рисунок 40).

При комплектовании подопытных групп были подобраны куры несушки примерно одинаковой живой массой. Через четыре недели скармливания экспериментальных рационов живая масса кур IV опытной группы достоверно превышала контроль на 44 г (2,38%; P<0,05), а I, II, и III опытных группах наблюдалась некоторая тенденция к увеличению. До конца эксперимента живая масса кур опытных групп сохраняла преимущество над контрольными, но достоверная разница была зафиксирована только во II опытной группе, где птица получала льняной шрот и, IV – в составе рациона комплекс изучаемых добавок, – на 36 (1,19%; P<0,05) и 55 г (2,90%; P<0,05).

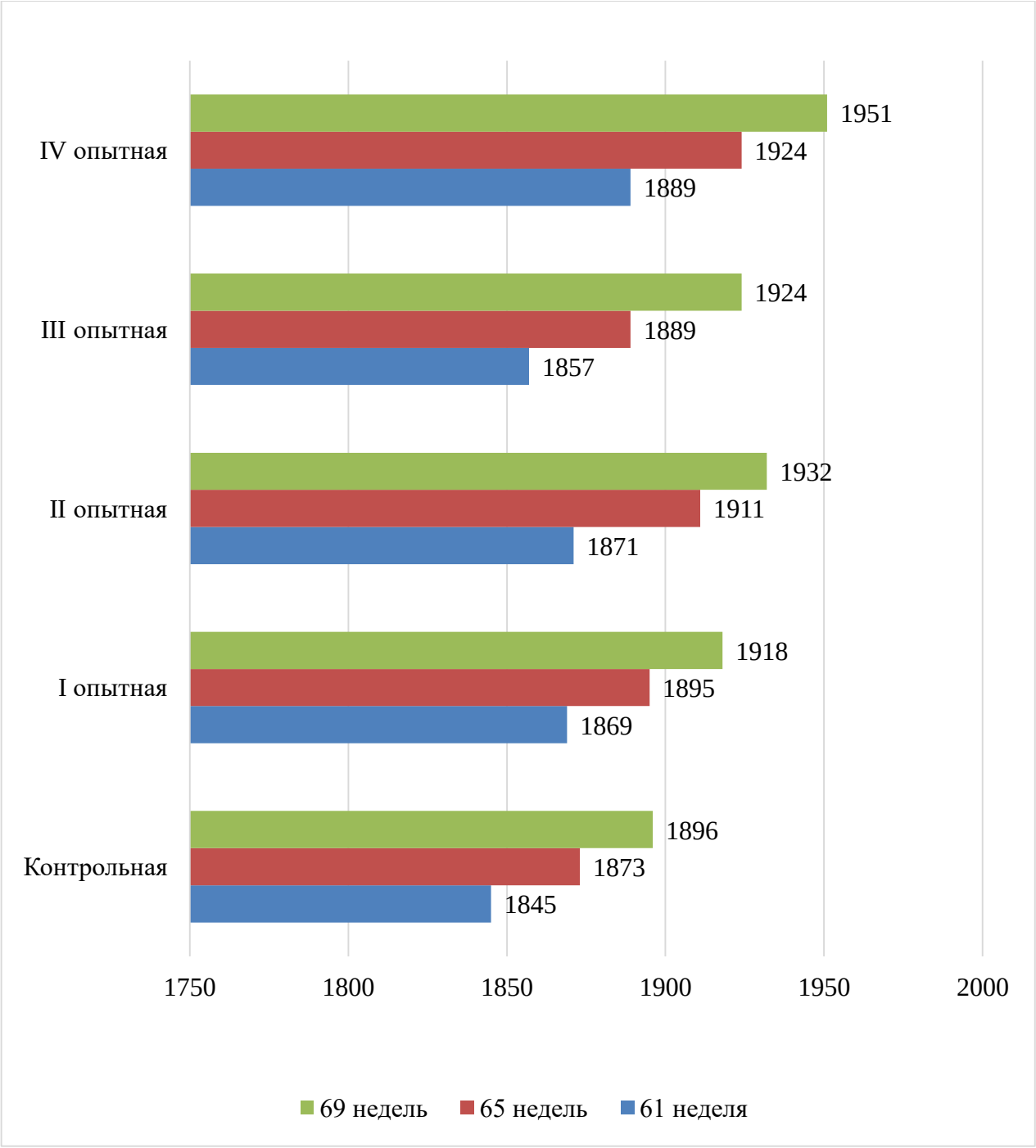


Рисунок 40 – Живая масса кур-несушек (n = 70), г

Яичная продуктивность подопытных кур в возрастном аспекте представлена в таблице 31. Учет яичной продуктивности показал, что отдельно взятые кормовые добавки незначительно повлияли на количество снесенных яиц. Разница между I опытной группой и контролем составила всего 49 яиц, II опытной – 91, а III опытной – находилось на уровне контроля. Комплексное применение изучаемых добавок (IV опытная группа) оказало более эффективное влияние на яйценоскость кур-несушек, где разница по данному показателю составила 224 яйца.

Таблица 31 – Интенсивность яйцекладки и производство яиц

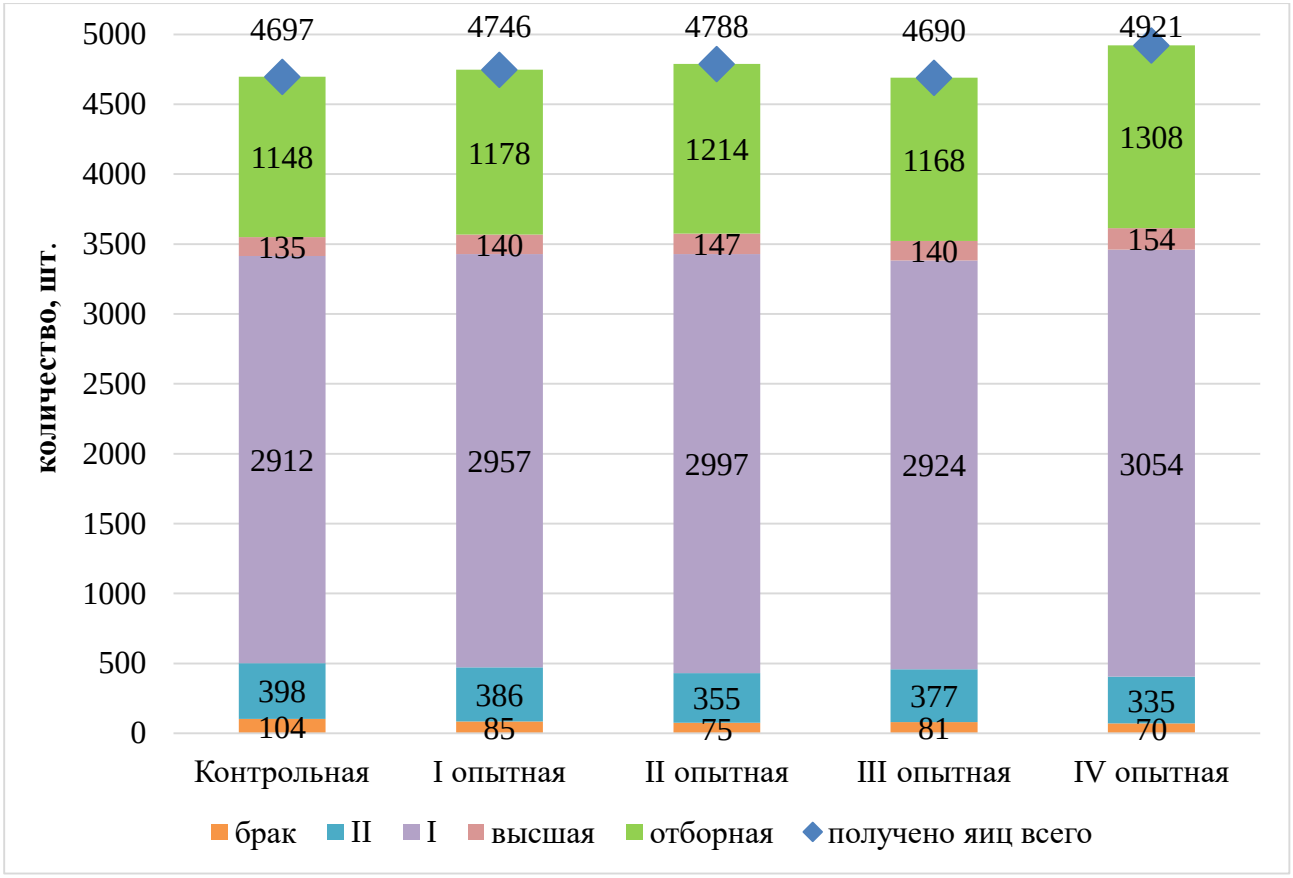
Возраст, недель	Контроль	Опытные группы			
		I	II	III	IV
получено яиц, шт.					
57-58	406	413	413	406	420
58-59	399	406	406	399	420
59-60	399	406	406	399	420
60-61	392	399	399	392	413
61-62	392	392	399	392	413
62-63	392	392	399	392	406
63-64	392	392	399	392	406
64-65	392	392	399	392	406
65-66	385	385	392	378	399
66-67	385	392	392	385	406
67-68	385	392	392	385	406
68-69	378	385	392	378	406
57-69	4697	4746	4788	4690	4921
интенсивность яйцекладки, %					
57-58	82,86	84,29	84,29	82,26	85,71
58-59	81,43	82,86	82,86	81,43	85,71
59-60	81,43	82,86	82,86	81,43	85,71
60-61	80,00	81,43	81,43	80,00	84,29
61-62	80,00	80,00	81,43	80,00	84,29
62-63	80,00	80,00	81,43	80,00	82,86
63-64	80,00	80,00	81,43	80,00	82,86
64-65	80,00	80,00	81,43	80,00	82,86
65-66	78,57	78,57	80,00	77,14	81,43
66-67	78,57	80,00	80,00	78,57	82,86
67-68	78,57	80,00	80,00	78,57	82,86
68-69	77,14	78,57	80,00	77,14	82,86
57-69	79,88	80,71	81,43	79,76	83,69

При этом следует отметить (таблица 32), что в III опытной группе, где в структуре рациона использовали виноградные выжимки, незначительно снизилось потребление корма по сравнению с контрольной группой, что может быть связано с антипитательными факторами, такими как дубильные вещества. Однако затраты корма на производство яиц во всех группах находились на уровне, установленном для кросса «Хайсекс коричневый» II фазы продуктивности. Вместе с тем, хотелось бы подчеркнуть, что затраты корма на производство 10 яиц в контрольной группе и III опытной оказались равнозначными и составили 1,46 кг, несмотря на некоторое снижение потребления корма курами III опытной группы. В I и II опытных группах этот показатель снизился по сравнению с контролем всего на 0,01 кг, а в IV снижение достигло 0,05 кг (комплекс применяемых добавок). Интенсивность яйцекладки повысилась, под воздействием изучаемых добавок в I, II и IV опытных группах на 0,83; 1,55 и 3,81%, а в III опытной зафиксировано незначительное снижение на 0,12%.

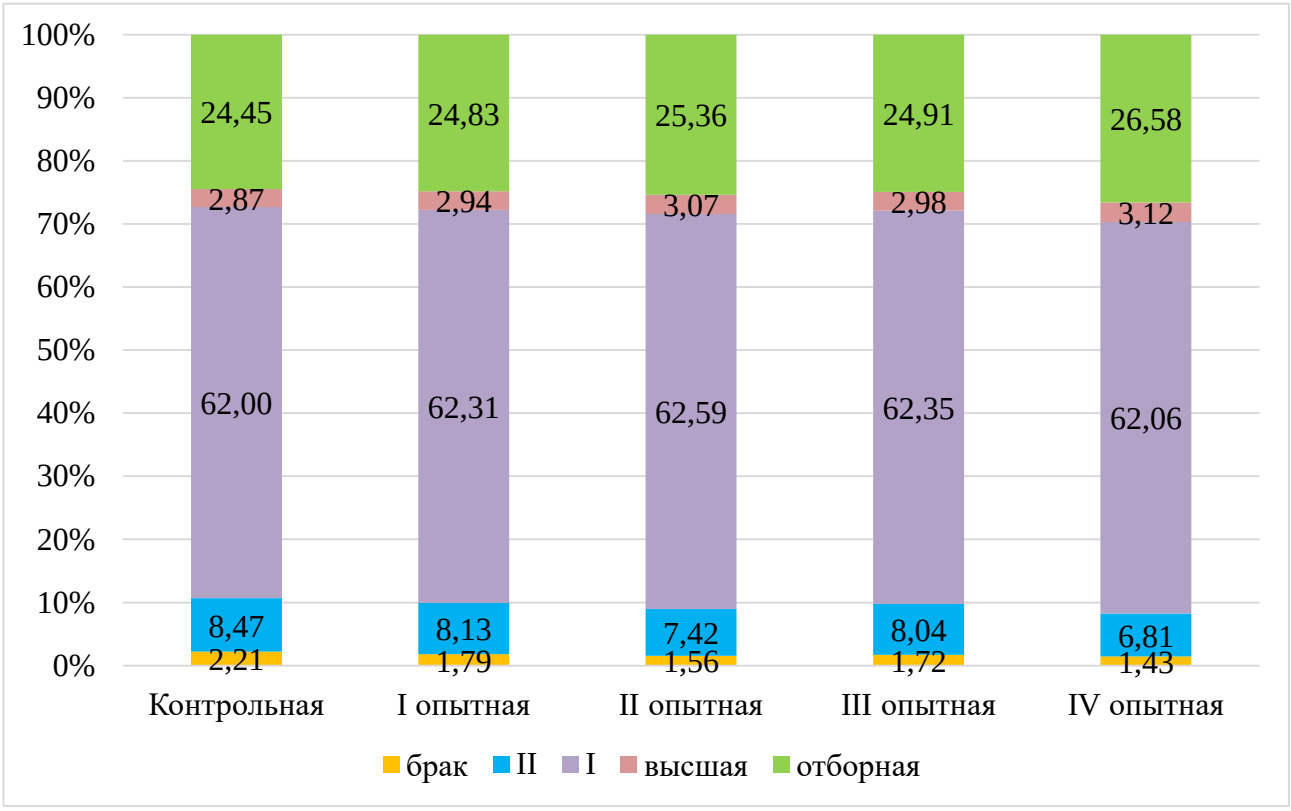
Таблица 32 – Продуктивность кур-несушек на фоне различных кормов

Значения	Контроль	Опытные группы			
		I	II	III	IV
Потребление корма, г/гол	116,8	116,9	117,2	116,6	117,0
Получено яиц, шт.	4697	4746	4788	4690	4921
Интенсивность яйцекладки, %	79,88	80,71	81,43	79,76	83,69
Масса яиц, г	63,8±0,41	63,9±0,37	64,5±0,39	63,6±0,42	65,1±0,55
Затраты корма, кг/10 яиц	1,46	1,45	1,45	1,46	1,40

На протяжении опыта, ежедневно, проводили учет снесенных яиц, по категориям, в зависимости от их массы. Полученные результаты представлены на рисунке 41. Как правило, средняя масса яиц кур второй половины продуктивности повышается, чем можно объяснить отсутствие яиц III категории и незначительное количество II категории во всех подопытных группах. Нетрадиционные добавки, применяемые в этом опыте, оказали влияние на выход яиц высшей, отборной и I категории в опытных группах по сравнению с контролем.



а



б

Рисунок 41 – Категории полученных яиц, шт. (а) и % (б)

Наиболее существенным это влияние оказалось в IV опытной группе, где количество яиц категории высшая увеличилось на 19 штук, отборная – на 160 штук и I – на 142 штуки. В то же время, обнаружено уменьшение брака пищевых яиц (тёк, насечка) в опытных группах относительно контрольной на 0,42; 0,65; 0,49 и 0,78%, по всей вероятности, за счет укрепления скорлупы. В итоге необходимо отметить, что комплексное скармливание курам-несушкам шрота льняного, томатных и виноградных выжимок (IV опытная группа) позитивно повлияло на яичную продуктивность.

3.4.5 Качественные показатели пищевых яиц

Оценивая эффективность использования кормовых добавок, тем более мало изученных и редко применяемых в птицеводстве, необходимо знать, каким образом они влияют на качество пищевых яиц. Оценка качества получаемых животноводческой продукцией является основой их производства. Результаты по признакам качества яиц представлены на рисунке 42.

Как показывают полученные результаты, изучаемые кормовые добавки как индивидуально, так и в комплексе не оказали достоверного влияния на качественные показатели пищевых яиц, такие как масса, толщина скорлупы. Вместе с тем, масса яиц превышала контрольные значения во II опытной группе на 0,7 г, в IV опытной – 1,3 г, а в I опытной находилась на уровне контроля. Масса яиц II опытной группы оказалась на 0,2 г ниже контроля, что можно объяснить некоторым снижением потребления корма в этой группе. Толщина скорлупы, как один из основных показателей качества яиц, особенно во вторую фазу продуктивности, имел тенденцию к повышению во всех опытных группах. При этом наиболее эффективная разница была получена во II и IV опытных группах, которая составила 0,12 и 0,21 мм. Улучшение толщины скорлупы и упругой деформации способствовали снижению брака пищевых яиц (бой, тёк, насечка) во всех опытных группах на 12,7; 18,4; 5,9 и 36,2% соответственно. Однако в других исследованиях сообщается о значительных различиях в параметрах качества яиц [370; 471].

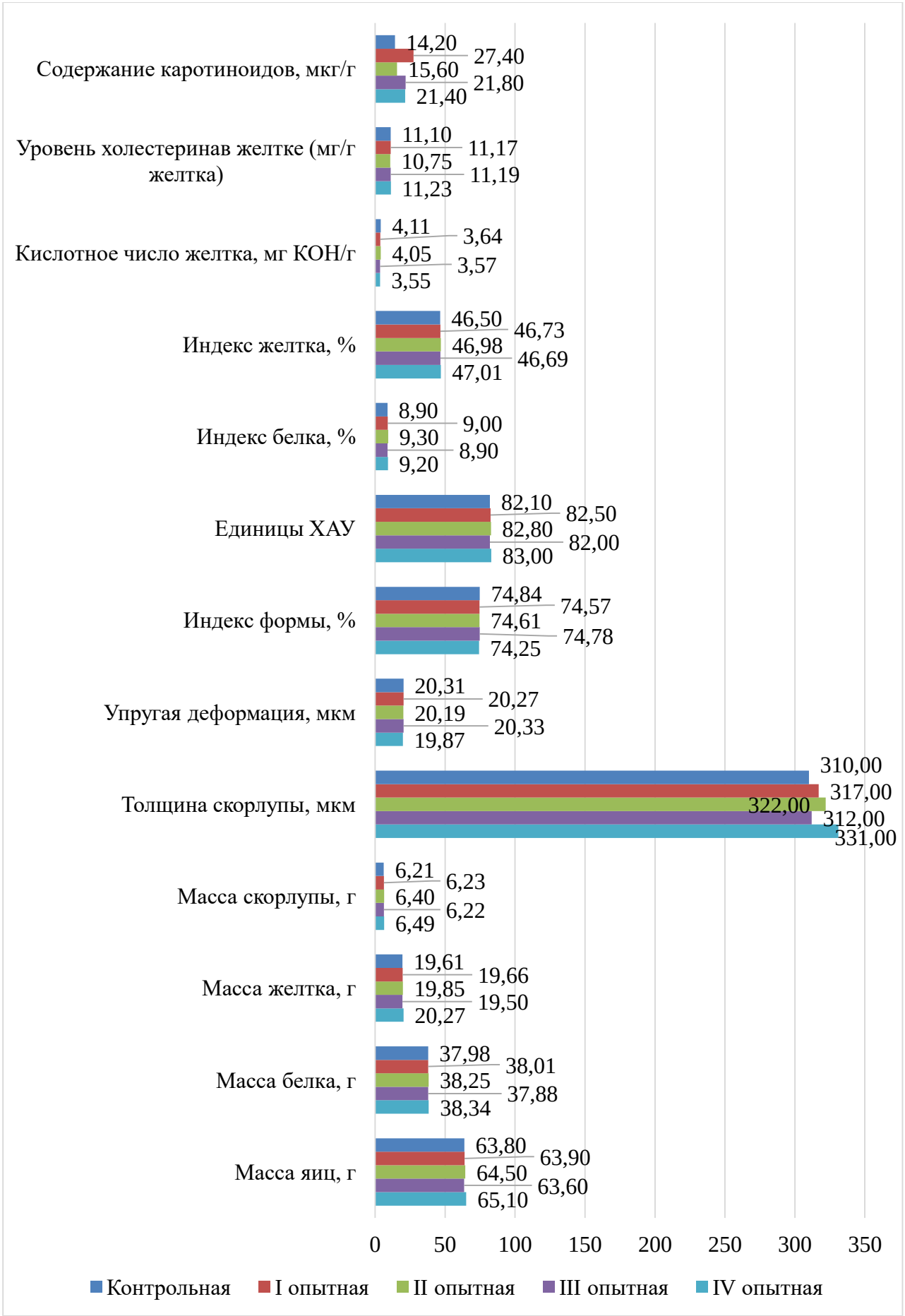


Рисунок 42 – Качество яиц кур-несушек на фоне различных кормов (n = 10)

Качество белка отражается в единицах ХАУ, которые характеризуются как отношение высоты плотного белка к массе яйца, более высокие баллы по шкале ХАУ указывают на лучшее качество белка [352]. Однако количество плотного белка и единиц ХАУ, как индикаторов качества яиц, зависит от происхождения, возраста и, в основном, кормления кур [308]. Колебания этих показателей в основном зависят от изменений в структуре белка, на который влияет содержание овальбумина и овомуцина, влияющих на содержание лизоцима и его активность [308; 350; 427] указывая, что доля протеина в питании кур влияет на качество протеина, выраженное в единицах ХАУ. В данном исследовании показатель единиц ХАУ в I и II опытных группах имел незначительную тенденцию к увеличению, в III опытной – находился на уровне контроля, а в IV опытной – достоверно превышал контроль на 1,46% ($P<0,05$).

Следует обратить особое внимание на достоверное снижение кислотного числа желтка в I, III и IV опытных группах на 12,91 ($P<0,05$), 15,13 ($P<0,05$) и 15,78% ($P<0,05$), которое произошло, по всей вероятности, за счет наличия в изучаемых добавках веществ, обладающих антиоксидантными свойствами. Уровень холестерина в этих группах находился практически на уровне контроля, а во II опытной – имел некоторую тенденцию к уменьшению, которая составила 3,26% по отношению к контролю.

У кур, потреблявших томатные и виноградные выжимки (I и III опытные группы), а также комплекс этих добавок (IV опытная группа), наблюдался более насыщенный цвет желтка по сравнению с контрольной и II опытной группами, за счет присутствующих каротиноидных пигментов, особенно ликопина. По окраске желтка судят о степени насыщенности его провитамином А, то есть каротиноидами. Поэтому при оценке предпочтение отдают яйцам с хорошо окрашенным желтком. Цвет яичного желтка является также очень важным коммерческим фактором, способным повысить товарный вид яиц. Из-за большого количества конъюгированных диенов, ликопин является одним из самых мощных антиоксидантов, его способность гасить синглетный кислород в два раза выше, чем у b-каротина, и в 10 раз выше, чем у a-токоферола.

Интенсивный желтоватый цвет желтка, зарегистрированный в данном исследовании для яиц, полученных от птиц на рационах, содержащих томатные и виноградные выжимки, подтверждает их жизнеспособность в качестве красителя желтка, благодаря наличию в них антоцианов. Цвет желтка для контрольной группы составил 3,0 балла, для II опытной – 4,0 балла, для I, III и IV опытных групп – по 5,0 баллов.

Антоцианы представляют собой класс встречающихся в природе пигментов, известных тем, что они придают различные оттенки в природе, от оранжевого до красного, в некоторых случаях пурпурного. Исследования влияния томатных и виноградных выжимок на цвет яичного желтка довольно ограничены. Согласно результатам Salajegheh M.H. et al. [411], Karadas F. et al. [332], Calislar S., Uygur G. [241], включение томатных выжимок увеличивает цвет яичного желтка. В отличие от наших результатов, Persia M.E. et al. [388], Jafari A.Y. et al. [314] сообщили, что включение томатных выжимок в рацион кур-несушек не оказало существенного влияния на цвет яичного желтка.

Содержание каротиноидов в желтке яиц отдельных несушек подвержено сильным колебаниям, что связано с разной способностью ассимилировать пигмент корма. В то же время у одной и той же несушки наблюдается высокая повторяемость в содержании каротиноидов и цвете желтка. Желтки яиц с интенсивной окраской, как правило, обеспечивают хорошую питательную и коммерческую ценность [3; 6; 51]. В представленных исследованиях получены достоверные различия по содержанию каротиноидов в желтке пищевых яиц I, III и IV опытных групп на 92,96 ($P<0,01$), 53,52 ($P<0,01$) и 50,70% ($P<0,01$) по сравнению с контрольной группой. Превышение по содержанию каротиноидов в яйцах II опытной группы, относительно контрольной, составило 9,86%, однако разница была статистически недостоверной.

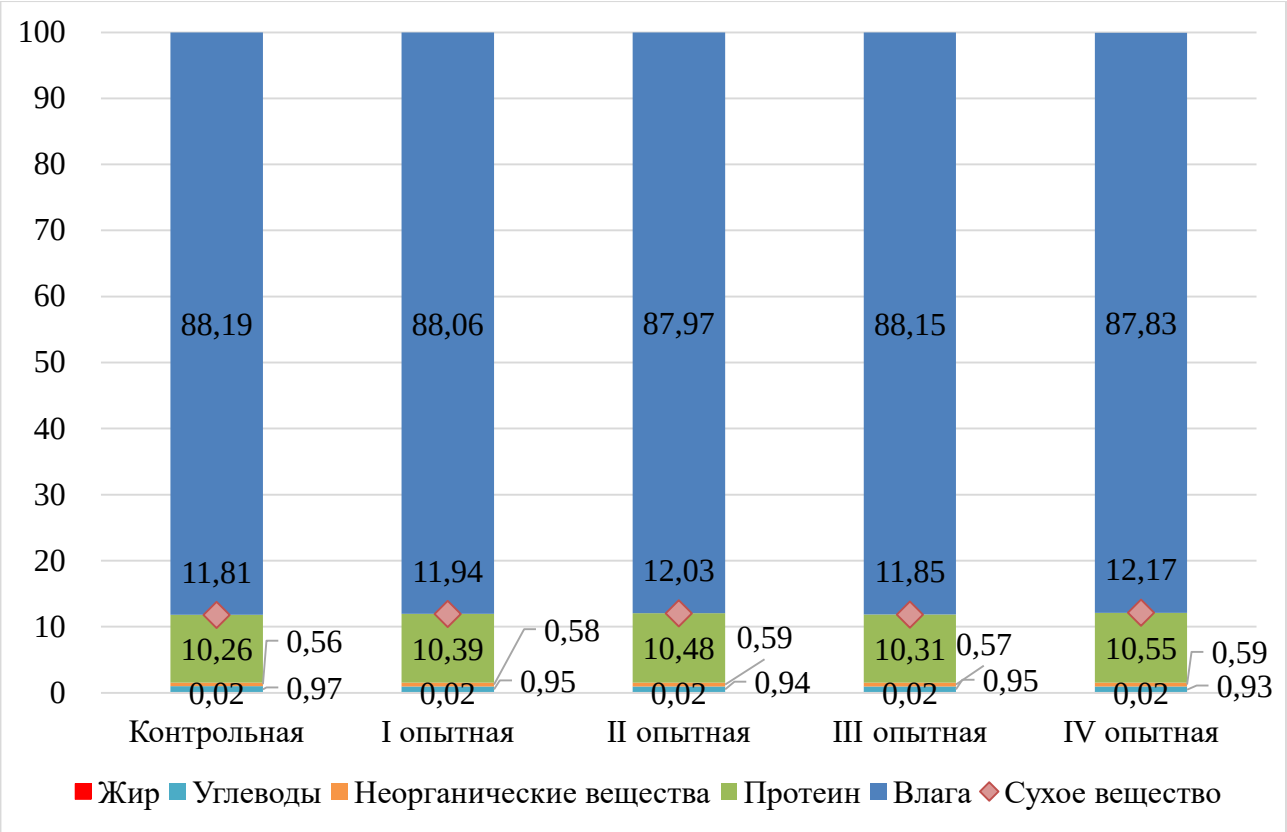
3.4.6 Химический состав пищевых яиц

Основной целью птицеводства обнаруживается формирование высокой питательной и диетической ценности яиц и мяса, коррелирующих с их химическим составом. На современном этапе птицеводства сверху этого внимание направлено на минеральную обеспеченность и присутствие биологически активных веществ [212]. Качество продуктов животного происхождения в крупномасштабном птицеводстве обеспечивается главным образом за счет соответствующей оптимизации состава рационов питания птицы [89; 256].

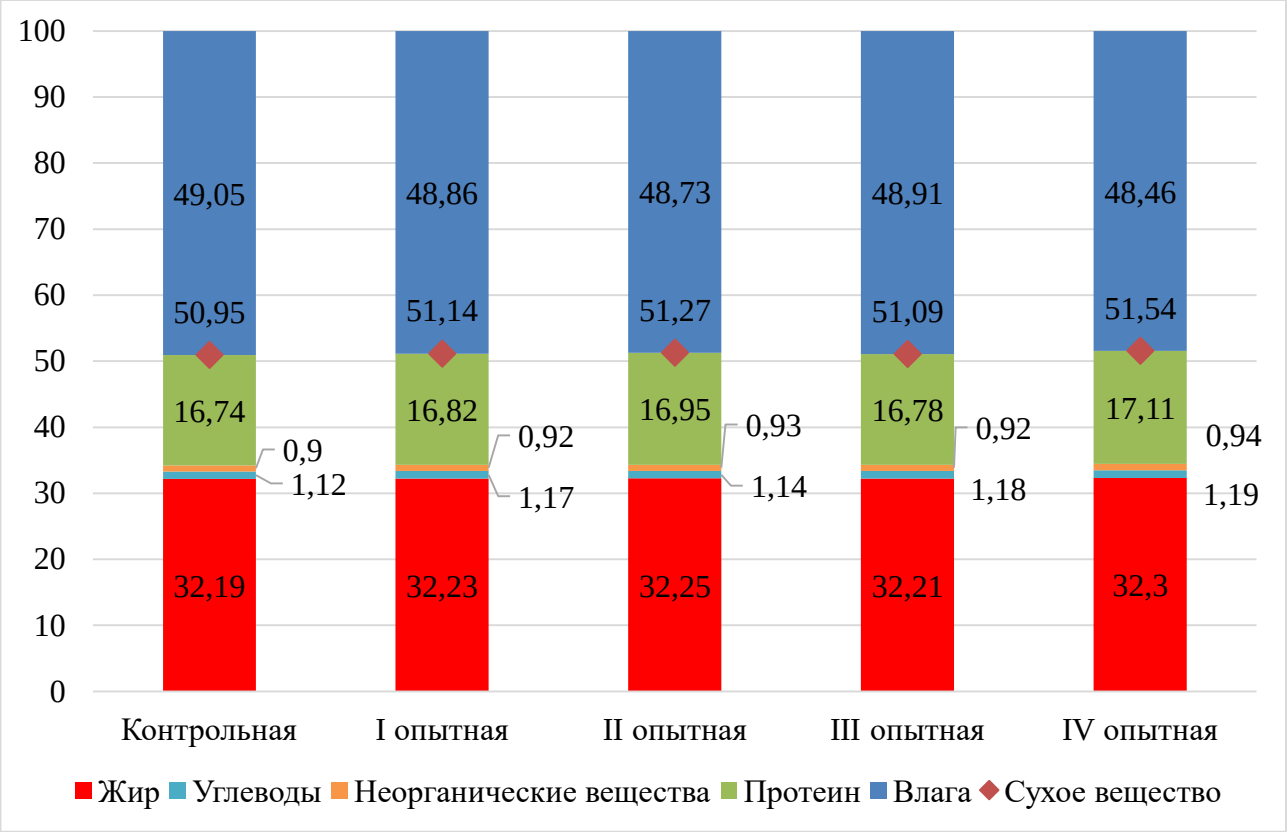
Яйца являются одним из лучших и самых недорогих источников белка высокой биологической ценности, а также железа, селена, фолиевой кислоты, витаминов A, B_{12}, K и D [334]. Пищевая ценность яиц, а также их физико-химические свойства зависят от сочетания генетических и экологических факторов, т. е. системы кормления и санитарных условий в птичнике [232; 254]. Около 20% сухого вещества в свежем яйце находится в виде нерастворимых гранул, а остальные 80% либо растворимы, либо тонкодисперсны и образуют так называемую плазму яичного желтка.

Полученные в этом опыте результаты исследований химического состава пищевых яиц подопытных групп представлены на рисунке 43. Химический состав белка пищевых яиц варьировал среди подопытных групп незначительно. Наибольшую эффективность на содержание сухого вещества и протеина оказал комплекс изучаемых добавок (IV опытная группа), где эти показатели превышали контроль на 0,36 и 0,29%.

В остальных опытных группах содержание сухих веществ и протеина находилось в пределах контрольных значений с некоторым увеличением в сторону опытных. Изменения химического состава желтка яиц кур I, II и III опытных групп также были недостоверными. Однако в желтке яиц IV опытной группы (комплекс изучаемых добавок) зафиксировано достоверное увеличение содержания сухих веществ на 0,59% ($P<0,05$), за счет повышения уровня протеина на 0,37% ($P<0,05$) и жира – на 0,11% относительно контроля.



а



б

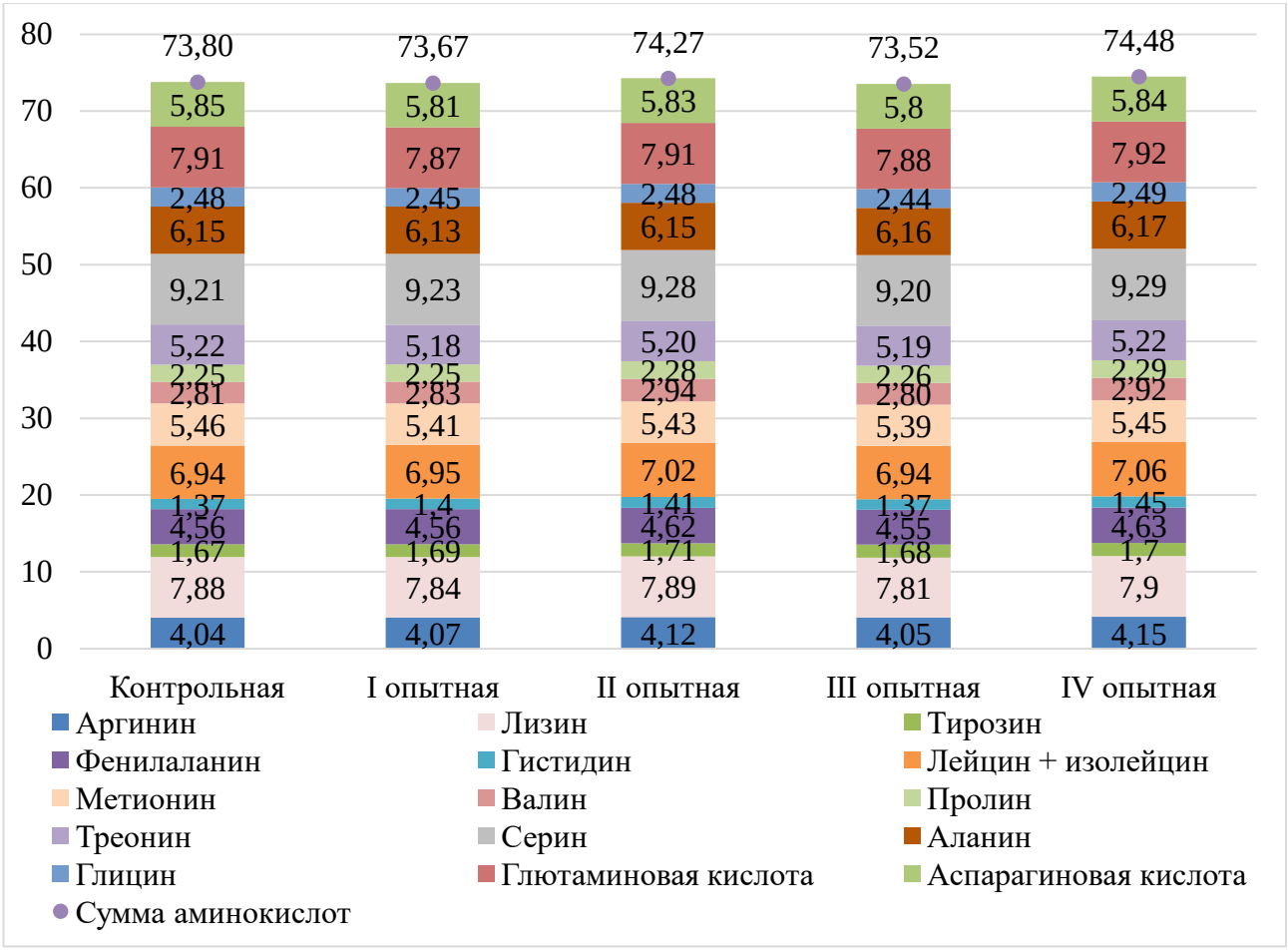
Рисунок 43 – Химический состав белка (а) и желтка (б) яиц (n = 5), %

Яйца являются наиболее ценным источником белка, а их аминокислотный состав хорошо сбалансирован относительно потребностей человеческого организма. Яичный белок характеризуется уникальной биологической ценностью, а его истинная усвояемость является самой высокой среди известных белковых продуктов [85; 153]. Набор аминокислот в белковой и желтковой частях пищевых яиц показан в рисунке 44.

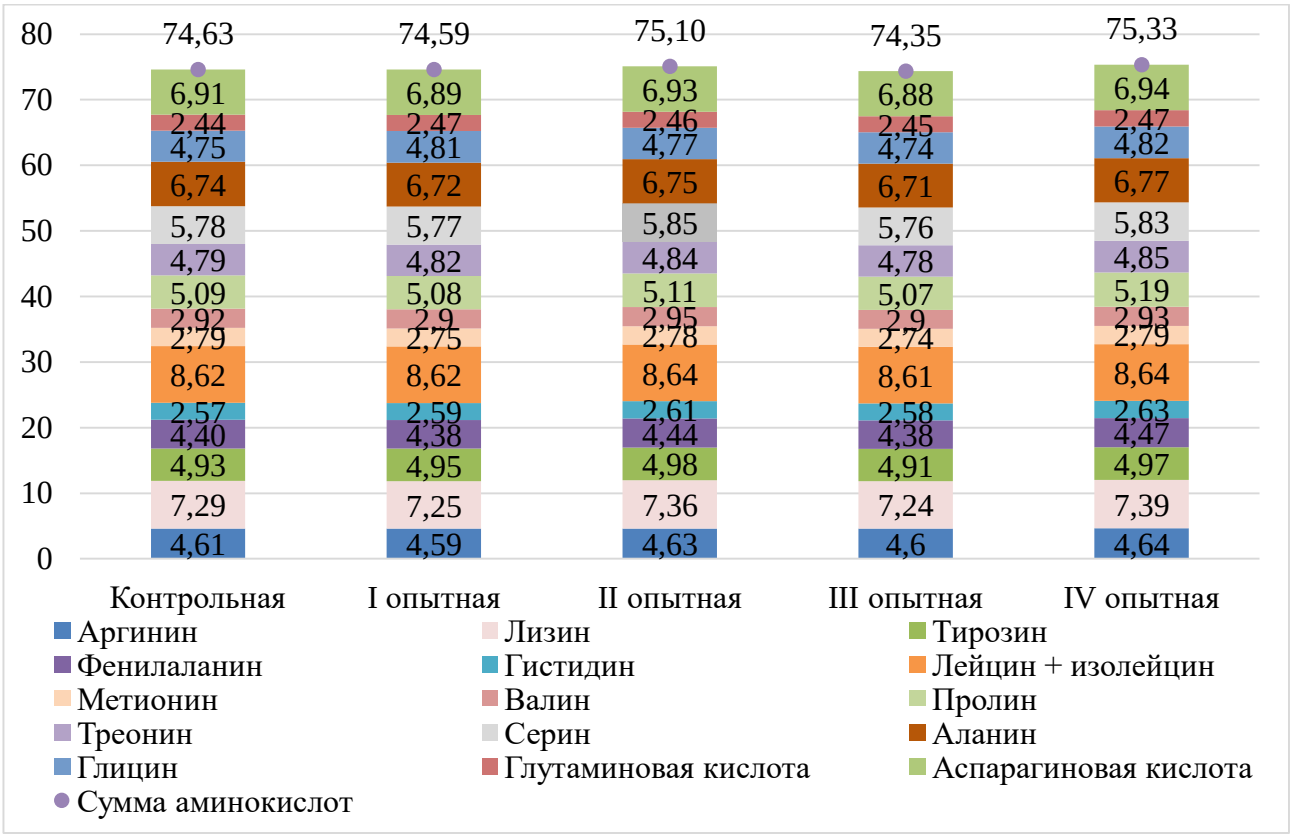
Аминокислотный состав белка пищевых яиц в разрезе отдельных аминокислот варьировал незначительно между опытными группами и контрольной. При этом сумма аминокислот в I (томатные выжимки) и III (виноградные выжимки) опытных группах несущественно снизилась на 0,13 и 0,28%, а во II (льняной шрот) и IV (комплекс добавок) увеличилась на 0,47 и 0,68% относительно контроля. Закономерность изменения аминокислотного состава желтка яиц сохранилась, то есть среди подопытных групп большой разницы количества индивидуальных аминокислот не зафиксировано.

В то же время, суммарный набор аминокислот в желтке яиц I опытной группы находился на уровне контрольной группы (разница 0,04%), в III опытной несколько ниже контроля (разница 0,28%), во II опытной группе наблюдалось увеличение относительно контроля на 0,47%, а в IV опытной группе установлен достоверный рост уровня аминокислот на 0,70% ($P<0,05$) относительно контроля. Как показали результаты исследований, несмотря на достаточно низкий уровень протеина в испытуемых добавках, отрицательного воздействия на химический состав и уровень аминокислот пищевых яиц они не оказали.

Лизоцимы представляют собой класс ферментов с антимикробными свойствами, которые широко распространены в животном мире в качестве природных бактерицидов. В составе куриных яиц находится большое количество лизоцима, способного растворять некоторые микроорганизмы и тем самым оказывать антимикробное действие [198; 429]. Мы в своих исследованиях изучили содержание и активность лизоцима в пищевых яйцах, результаты которых представлены на рисунке 45.



а



б

Рисунок 44 – Содержание аминокислот белке (а) и желтке (б) яиц (n = 5), %

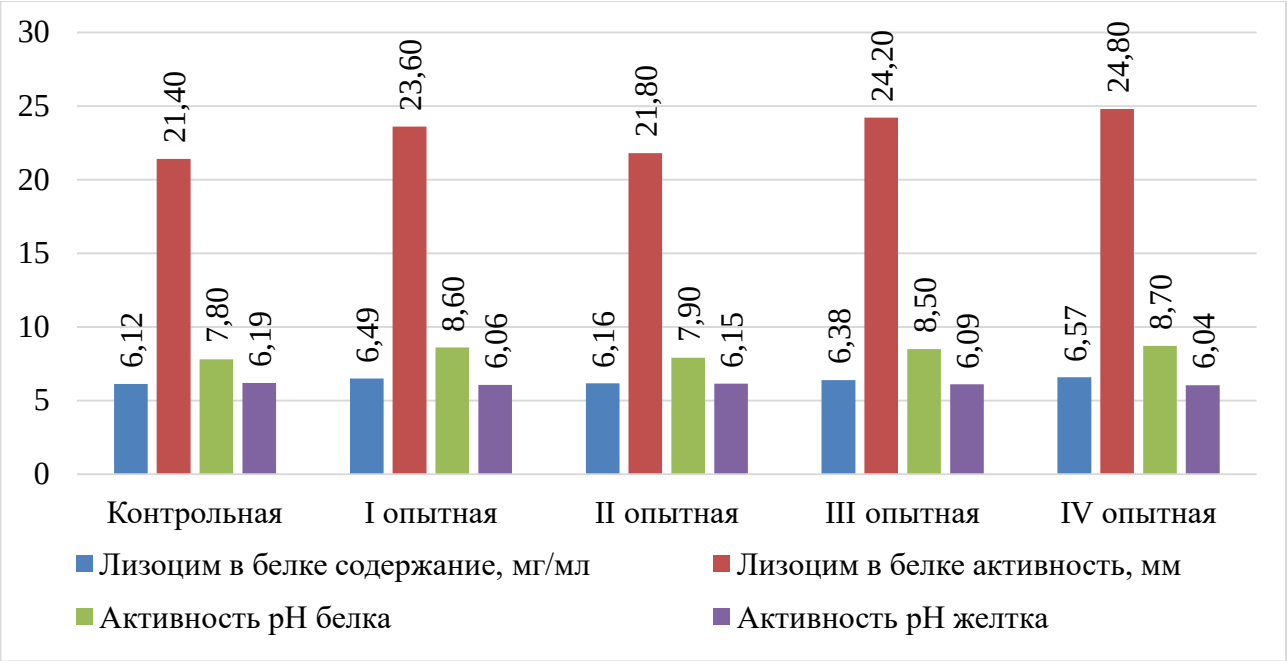


Рисунок 45 – Активность лизоцима в белке (n = 5)

Как показали исследования содержание лизоцима в пищевых яйцах кур экспериментальных групп оказалось на уровне, соответствующим высокому их качеству, но при этом в I, III и IV опытных группах этот показатель достоверно превышал контроль на 6,05 (P<0,05), 4,25 (P<0,05) и 7,35% (P<0,01) соответственно, тогда как во II опытной группе оставался на уровне контроля. Предполагается, это связано с тем, что используемые в этом опыте томатные и виноградные выжимки содержат в своем составе антиоксиданты.

Активность лизоцима, которую характеризует диаметр зоны задержки роста микробов от лизоцима белка, также возросла в I опытной группе (томатные выжимки) на 10,28% (P<0,05), в III опытной (виноградные выжимки) – на 13,08% (P<0,05) и в IV опытной (комплекс изучаемых добавок) – на 15,89% (P<0,01) относительно контроля, а во II опытной группе (льняной шрот) находилась на уровне контроля. Активность pH белка I, III и IV опытных группах изменилась в сторону щелочной реакции соответственно на 10,26 (P<0,05), 8,97 (P<0,05) и 11,54% (P<0,05), а pH желтка в сторону кислой реакции – на 2,15 (P<0,05), 1,64 (P<0,05) и 2,48% (P<0,01) по сравнению с контролем. Во II опытной группе эти показатели изменились всего на 1,28 и 0,65% относительно контроля.

Многогранная роль жиров (липидов) в живом организме доказана многочисленными исследованиями. Жиры присутствуют во всех тканях и клетках организма, взаимодействуя с белками, углеводами, витаминами [63; 112; 182]. Яйца являются пищевым лидером по содержанию жиров. В ходе проведения опыта был определен липидный состав желтка пищевых яиц (таблица 33).

Таблица 33 – Липидный состав желтка пищевых яиц (n = 5), г

Значения	Контроль	Опытные группы			
		I	II	III	IV
Общие липиды	5,46±0,12	5,51±0,15	5,93±0,14*	5,55±0,13	5,78±0,11
Триглицериды	3,44±0,08	3,48±0,09	3,79±0,07*	3,51±0,05	3,71±0,06*
в т. ч. жирные кислоты	3,09±0,07	3,12±0,08	3,38±0,06*	3,13±0,09	3,29±0,05*
Фосфолипиды	1,83±0,03	1,83±0,05	1,93±0,04	1,84±0,02	1,87±0,03
в т. ч. лецитин	1,21±0,04	1,22±0,03	1,27±0,02	1,23±0,05	1,24±0,03
Холестерин	0,19±0,05	0,20±0,02	0,21±0,03	0,20±0,03	0,20±0,04

Анализ полученных результатов показал достоверное увеличение общих липидов во II опытной группе (льняной шрот) на 8,61% ($P<0,05$), триглицеридов – на 10,17% ($P<0,05$), в том числе жирных кислот – на 9,39% ($P<0,05$) по сравнению с контролем. Уровень фосфолипидов, в том числе лецитина имел тенденцию к увеличению на 5,47 и 4,96% относительно контроля. Это обусловлено наличием ненасыщенными жирных кислот (более 56%) в льняном шроте. В IV опытной группе (комплекс добавок) зафиксировано достоверное увеличение уровня триглицеридов на 7,85% ($P<0,05$), в том числе жирных кислот – на 6,47% ($P<0,05$) на фоне контроля.

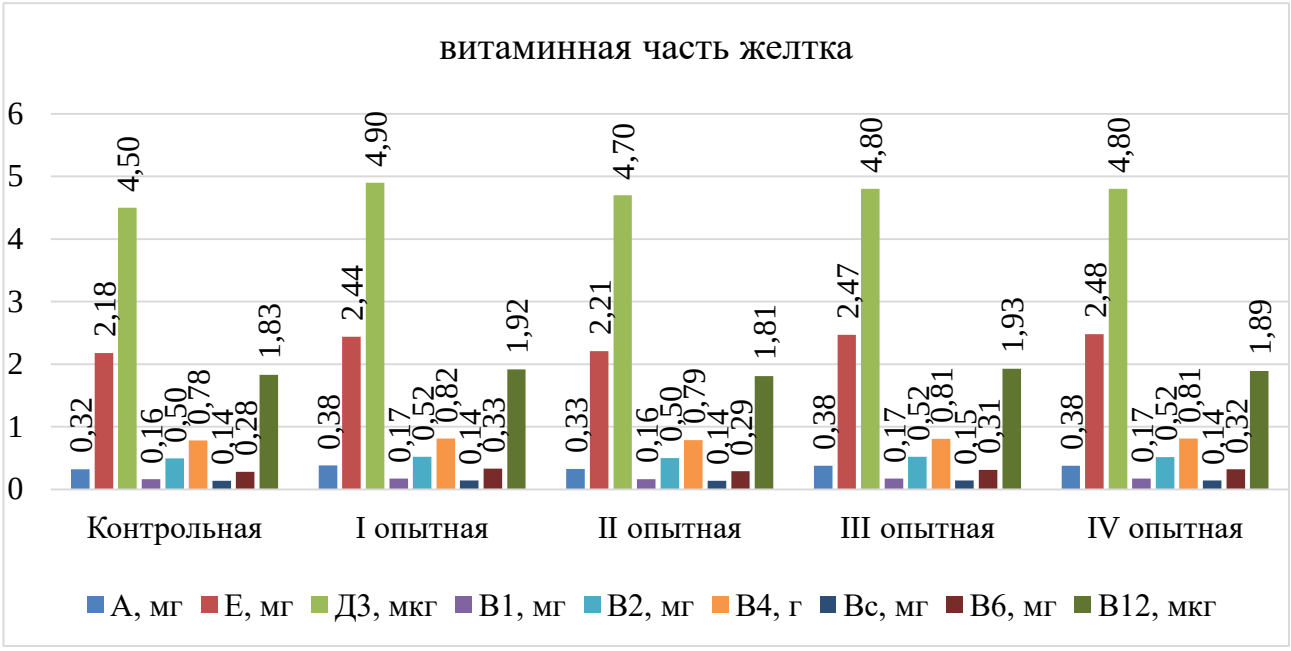
Содержание общих липидов в этой группе увеличилось на 5,86%, фосфолипидов, в том числе лецитина – на 2,19 и 2,48% соответственно, но разница была недостоверной. Липидный состав пищевых яиц I опытной группы (томатные выжимки) и III опытной (виноградные выжимки) был на уровне контрольной группы по всем изучаемым показателям. К показателям, характеризующим качество яиц необходимо отнести и жирнокислотный состав желтка в разрезе. Содержание жирных кислот в пищевых яйцах подопытных групп отражено в таблице 34.

Таблица 34 – Жирнокислотный состав пищевых яиц (n = 5), %

Значения	Контроль	Опытные группы			
		I	II	III	IV
Насыщенные:	34,82±0,11	34,86±0,14	34,34±0,13*	34,81±0,15	34,58±0,12
миристиновая (С14:0)	0,28±0,03	0,29±0,05	0,21±0,06	0,28±0,04	0,24±0,07
пальмитиновая (С16:0)	22,73±0,07	22,74±0,05	22,45±0,08*	22,75±0,0	22,58±0,06
стеариновая (С18:0)	11,81±0,03	11,83±0,07	11,68±0,04*	11,78±0,06	11,76±0,05
Мононенасыщенные:	41,41±0,07	41,39±0,06	41,67±0,08*	41,40±0,0,05	41,54±0,09
олеиновая (С18:1)	37,54±0,08	37,53±0,06	37,71±0,07	37,51±0,05	37,63±0,09
пальмитолеиновая (С16:1)	3,87±0,05	3,86±0,04	3,96±0,03	3,89±0,06	3,91±0,07
Полиненасыщенные:	23,77±0,06	23,75±0,08	23,99±0,07*	23,79±0,05	23,88±0,09
линолевая (С18:2)	23,08±0,04	23,06±0,03	23,25±0,05*	23,12±0,06	23,17±0,07
линоленовая (С18:3)	0,69±0,05	0,69±0,04	0,74±0,03	0,67±0,07	0,71±0,06
Ненасыщенные, всего	65,18±0,10	65,14±0,13	65,66±0,12*	65,19±0,15	65,42±0,14
Соотношение ненасыщенных к насыщенным	1,87	1,87	1,91	1,87	1,89

По полученным результатам выявлено снижение количества насыщенных жирных кислот в желтке яиц II опытной группы на 0,48% (P<0,05), обусловленное уменьшением количества пальмитиновой и стеариновой кислот на 0,28 (P<0,05) и 0,13% (P<0,05), а также некоторым понижением миристиновой кислоты, при статистически недостоверной разнице, по сравнению с контролем. Уровень мононенасыщенных жирных кислот возрос на 0,26% (P<0,05), за счет увеличения олеиновой и пальмитолеиновой кислот на 0,17 и 0,09%, а полиненасыщенных – на 0,22% (P<0,05). Росту ПНЖК способствовало увеличение линолевой и линоленовой жирных кислот на 0,17 (P<0,05) и 0,05% относительно контроля. Вследствие этого соотношение жирных кислот в желтке яиц II опытной группы увеличилось до 1,91 против 1,87 в контроле. В IV опытной группе установлена устойчивая тенденция снижения насыщенных жирных кислот на 0,24% и увеличения мононенасыщенных на 0,13%, а полиненасыщенных – на 0,11% по сравнению с контролем, соответственно соотношение ненасыщенных кислот к насыщенным составило 1,89.

Уровень жирных кислот как насыщенных, так и ненасыщенных в желтке яиц I и III опытных групп колебался незначительно и находился на уровне контроля. Витаминный состав пищевых яиц также был изучен в процессе опыта (рисунок 46). Известно, что содержание витаминов в желтке и белке значительно различается. Тогда как в белке сосредотачиваются в основном витамины группы В, в желтке находятся все жирорастворимые и многие водорастворимые витамины [182].



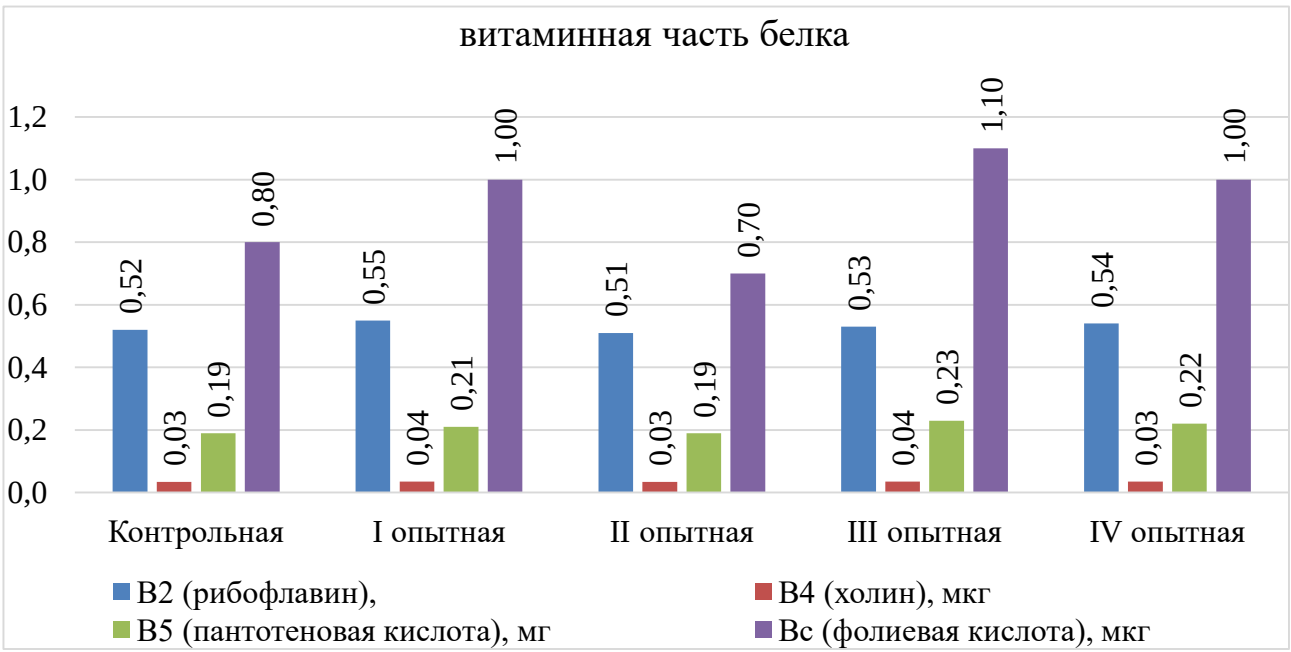


Рисунок 46 – Содержание витаминов в пищевых яйцах, в 100 г продукта (n = 5)

Анализ желтковой части яиц на витаминный состав показал, что в I (томатные выжимки), III (виноградные выжимки) и IV (комплекс добавок) опытных групп содержание жирорастворимых витаминов А (ретинол) и Е (альфа-токоферол) возросло по сравнению с контролем на 17,90 (P<0,05), 16,05 (P<0,05), 16,98% (P<0,05) и 11,93 (P<0,05), 13,30 (P<0,05), 13,76% (P<0,05).

Содержание витамина $Д_3$ (холекальциферол) увеличилось в I опытной группе на 8,89%, а в III и IV опытных – на 6,67% относительно контроля. Водорастворимые витамины, такие как B_1 (тиамин), B_2 (рибофлавин) и B_6 (пиридоксин) имели в этих группах устойчивую тенденцию к повышению, а содержание B_4 (холин), B_c (фолиевая кислота) и B_{12} (кобаламин) достоверно превышало контроль в I опытной группе на 3,93 (P<0,01), 5,55 (P<0,05) и 4,92% (P<0,01), в III опытной – на 3,12 (P<0,05), 5,91 (P<0,05) и 5,46% (P<0,05), в IV опытной – на 3,51 (P<0,01),5,76 (P<0,05) и 3,28% (P<0,05) соответственно. Во II опытной группе (льняной шрот) содержание всех изучаемых витаминов находилось в пределах уровня контроля.

В белковой части яиц обнаружено достоверное увеличение витамина B_4 (холин) в I, III и IV опытных группах на 3,53 (P<0,01), 3,24 (P<0,05) и 2,65% (P<0,05) по сравнению с контрольной группой. Имелось увеличение уровня витаминов B_2 (рибофлавин), B_5 (пантотеновая кислота) и B_c (фолиевая кислота) в сторону опытных групп, на разница статистически недостоверна. Льняной шрот (II опытная группа) не оказал существенного влияния на витаминный состав как желтка, так и белка. Содержание водорастворимых витаминов в белке яиц находилось на уровне контроля.

В заключение хотелось бы отметить, что все изучаемые кормовые добавки (льняной шрот, томатные и виноградные выжимки, как отдельно, так и в комплексе) в разной степени повлияли на продуктивность, обменные процессы, иммунный статус, качество пищевых яиц от кур-несушек второй фазы продуктивности. Не установлено отрицательного влияния рассматриваемых в опыте добавок на организм кур. Тем не менее, добавление ограниченно применяемых в птицеводстве льняного шрота, томатных и виноградных выжимок в кормление кур-несушек, особенно первой фазы продуктивности, остается спорным и требует дальнейших исследований.

3.4.7 Экономическая эффективность применения изучаемых добавок

Расчет экономической эффективности скармливания курам-несушкам второй фазы продуктивности льняного шрота, томатных и виноградных выжимок отдельно и в комплексе представлен в таблице 35.

Таблица 35 – Экономическая эффективность производства пищевых яиц

Показатели	Контроль	Опытные группы			
		I	II	III	IV
Валовой сбор яиц, шт.	4697	4746	4788	4690	4921
В том числе по категориям, шт.: высшая	135	140	147	140	154
отборная	1148	1178	1214	1168	1308
I, шт.	2912	2957	2997	2924	3054
II, шт.	398	386	355	377	335
Расход корма на 10 шт. яиц, кг	1,46	1,45	1,45	1,46	1,40
Производственные затраты на всю продукцию, руб.	17463,45	17128,32	17212,86	17113,81	17405,58
Себестоимость 1000 шт. яиц, руб.	3718	3609	3595	3649	3537
Средняя реализационная цена 1000 шт. яиц, руб.	4418	4437	4455	4429	4486
Валовой доход, руб.	20751,35	21058,00	21330,54	20772,01	22075,61
Прибыль, руб.	3287,89	3929,68	4117,68	3658,20	4670,03
Экономический эффект, руб.	-	640,72	830,33	370,31	1382,14
Уровень рентабельности, %	18,83	22,94	23,92	21,38	26,83

Увеличение валового сбора яиц и более выгодное соотношение, с экономической точки зрения, категорий позволило снизить себестоимость 1000 штук яиц в опытных группах, увеличить среднюю реализационную цену, что способствовало росту уровня рентабельности в I, II, III и IV опытных группах соответственно на 4,11; 5,09; 2,55 и 8,00% относительно контроля.

3.5 Влияние введения in ovo витаминов группы В на вывод цыплят, рост и формирование ремонтных молодок финального гибрида кросса «Хайсекс коричневый» и их дальнейшую продуктивность

Внимание многих исследователей во всём мире привлечено к проблеме питания эмбрионов посредством инъекций in ovo для повышения вывода цыплят, их дальнейшей продуктивности, иммунного статуса и здоровья птиц [96; 458]. Использование питательных веществ начинается с самого первого дня инкубации, когда и белок, и желток яйца питают развивающийся зародыш. Будучи закрытой системой, надлежащее снабжение развивающегося эмбриона питательными веществами имеет первостепенное значение. Единственным источником витаминов для инкубационных яиц является питание кур родительского стада, но их дефицит приводит к гибели эмбрионов в середине или конце инкубационного периода [52; 296; 298].

Водорастворимые витамины группы В функционируют как часть коферментов и их присутствие в рационе кур в недостаточной концентрации приводит к высокой эмбриональной смертности. Методика кормления in ovo используется для доставки питательных веществ непосредственно в развивающийся эмбрион для улучшения постнатального роста, иммунный ответ и развитие желудочно-кишечного тракта [58; 184; 231]. Кроме того, нехватка пищи после вывода, которая часто возникает у цыплят с задержкой размещения в птичник на 24-48 часов, указывает на необходимость запасать энергию и питательные вещества до вывода, чтобы поддерживать обмен веществ и регулировать температуру тела [464].

Было предложено несколько стратегий для повышения эффективности на ранних стадиях развития, например, инкубаторное кормление, сразу после вывода [372] и инъекционное кормление in ovo [288], которое представляет собой новый метод обеспечения инкубационных яиц питательными веществами для роста плода до вывода [105; 250]. Кормление in ovo в значительной степени проводилось на цыплят-бройлерах [231]. Добавление питательных веществ in ovo также изучалось на утках [291; 445], индейках [287], японских перепелах [206] и голубях [273].

Учитывая противоречивость данных, полученных разными авторами в аналогичных опытах, а также отсутствие комплексных исследований витаминов группы В одном опыте, реализовано изучение воздействие тиамина (B_1), рибофлавина (B_2), пиридоксина (B_6), кобаламина (B_{12}), и фолиевой кислоты (B_c) in ovo на эмбриональное развитие цыплят, рост, развитие и иммунный статус ремонтных молодок финального гибрида «Хайсекс коричневый».

3.5.1 Условия проведения опыта

Опыт по изучению влияния витаминов группы В, инъецированных в инкубационные яйца методом in ovo на выводимость яиц, выращивание ремонтного молодняка финального гибрида кросса «Хайсекс коричневый» и их дальнейшую продуктивность проведен в условиях племрепродуктора II порядка СП «Светлый» АО «Агрофирма «Восток» Волгоградской области, согласно схеме опыта (таблица 36).

Возраст птицы родительского стада, инкубационные яйца которой использовали в опыте, составлял 42 недели. Метод in ovo, инъецирование яиц в период инкубации вручную – трудозатратный процесс и применяется только для проведения научно-исследовательских опытов. Перед введением препарата в яйцо их обрабатывают дезинфицирующим средством, затем с помощью маленького сверла делают отверстие в тупом конце яйца, через которое вводят исследуемый препарат, после чего закупоривают отверстие теплым воском. В промышленных условиях используют автоматы, которые успешно применяют для вакцинации эмбрионов [57; 184].

Таблица 36 – Схема опыта

Витамины in ovo, мкг/яйцо	Контроль	Опытные группы				
		I	II	III	IV	V
Тиамин (B1)	–	100	–	–	–	–
Рибофлавин (B2)	–	–	100	–	–	–
Пиридоксин (B6)	–	–	–	50	–	–
Кобаламин (B12)	–	–	–	–	50	–
Фолиевая кислота (B_c)	–	–	–	–	–	150

В этих исследованиях инъецирование проводилось на 14-й день инкубации. Место для инъекции выбиралось визуально путем овоскопирования со стороны пуги (тупой конец яйца). В выбранном месте для инъекции в предварительно продезинфицированной спиртом (t -30 ºС) скорлупе делалось отверстие диаметром 1 мм, затем с помощью шприца с иглой диаметром 0,3 мм прокалывалась подскорлупная оболочка и вводился раствор в воздушный мешок. Место точечного отверстия запечатывалось стерильным парафином сразу после инъекции. Инъецированные яйца возвращались в инкубатор. Перед инъецированием навески витаминов растворялись в 0,5 мл стерильной воды. Инкубирование яиц проводилось в инкубаторах марки «Универсал-УИФ-45 (Пятигорский завод сельскохозяйственных машин).

3.5.2 Результаты инкубации яиц

После обработки яиц in ovo в процессе инкубации были получены результаты, которые представлены в таблице 37. Результаты исследований показали, что инъецирование витамина B_{12} (IV опытная группа), в период эмбриогенеза, оказало наиболее эффективное воздействие на развитие цыплят, вывод которых увеличился на 5 голов по сравнению с контролем, соответственно выводимость возросла на 3,70% и составила 91,85%, против 88,15% в контроле. В III опытной группе, где in ovo вводили витамин B_6, вывод цыплят увеличился на 4 головы, а выводимость составила 91,11%, что выше контроля на 2,96%.

В I опытной группе, при инъецировании эмбрионов витамином B_1 и II опытной (витамин B_2) было получено на 3 цыпленка больше, чем в контроле, а выводимость увеличилась в обеих группах на 2,22%. В V опытной (фолиевая кислота B_c) группе результаты инкубации яиц оказались выше контроля всего на 0,75%. В I, II, III и IV опытных группах увеличение выводимости яиц было достигнуто за счет снижения числа погибших эмбрионов в конце инкубации и на выводе. Полученные результаты согласуются с исследованиями Nouri S. et al. [380], Bakyaraj S. et al. [224], Ncho C.M. et al. [378]. Масса суточных цыплят II, III, IV и V опытных групп находилась на уровне контроля, а I опытной группы превышала контроль на 0,47 г ($P<0,05$). Islam A.F.M.F. et al. [310] также констатировали повышение массы суточных цыплят при введении in ovo витамина B_1.

Таблица 37 – Результаты инкубации яиц

Значения	Контроль	Опытные группы				
		I	II	III	IV	V
заложено яиц с живыми эмбрионами:						
штук	135	135	135	135	135	135
классификация отходов в процессе инкубации:						
«кровь кольцо» – гибель эмбрионов 1-7 суток						
штук	3	2	3	2	2	3
%	2,22	1,49	1,49	1,49	1,49	2,22
замершие – гибель эмбрионов 8-18 суток						
штук	7	6	6	5	5	6
%	5,19	4,44	4,44	3,70	3,70	4,44
задохлики – гибель на выводе, 19-21 сутки						
штук	6	5	5	5	4	6
%	4,44	3,70	3,70	3,70	2,96	4,44
выведено молодняка						
голов	119	122	122	123	124	120
выводимость яиц						
%	88,15	90,37	90,37	91,11	91,85	88,90
Масса цыплят, г	36,73±0,11	37,21±0,13*	36,77±0,10	36,79±0,12	36,75±0,09	36,81±0,12

3.5.3 Выращивание ремонтного молодняка

Для дальнейшего выращивания, задействованные в опыте суточные цыплята финального гибрида кросса «Хайсекс коричневый» были разделены по полу. Из каждой группы, после разделения, отобрали по 50 голов ремонтных молодок и сформировали соответствующие обработкам группы, наблюдение за ростом и развитием которых вели до наступления физиологической зрелости. Кормление ремонтных молодок осуществлялось стандартными комбикормами, соответствующими по питательности возрасту и кроссу птиц.

Рост – один из самых сложных физиологических аспектов жизни животных и птиц, причем ранние стадии включают три фазы – эмбриональную, плодную и неонатальную. Модель роста птиц несколько отличается от модели роста млекопитающих. Потребление питательных веществ происходит на ранних стадиях инкубации, включая альбумин и белое вещество. Приближаясь к вылуплению, темпы роста плода снижаются из-за нехватки питательных веществ и доступной энергии. Материнское питание является единственным источником витаминов для яиц, но дефицит рациона или использование некачественных витаминов может привести к поздней эмбриональной смертности в течение инкубационного периода [296; 298]. На заключительных стадиях инкубации для правильного роста плода требуется высокий уровень энергии.

Период выращивания ремонтных молодок как будущих кур-несушек, является сложным процессом, требующим глубоких знаний физиологии птиц. Одним из параметров, которому уделяется особое внимание, это живая масса. При условии обеспечения всех требований кормления и содержания, в возрасте 4-х недель ремонтные молодки должны набрать нормативную живую массу, которая в этом возрасте определяет яичную продуктивность. В случае необеспечения заданных параметров, теряется в будущем до 20% продуктивности кур-несушек. Следующим критическим периодом выращивания ремонтных молодок является возраст 8 недель, когда при условии достижения птицей нормативной живой массы, ее переводят на рацион ограничивающий прирост живой массы, с целью нивелировать диспаритет между приростом живой массы и развитием внутренних органов.

Активное развитие половой системы у ремонтных молодок яичных кроссов начинается с 14-ти недельного возраста и завершается к 17-ти неделям. К этому времени ремонтные молодки должны иметь живую массу, не превышающую стандарт кросса более, чем на 10%. Несмотря на то, что живая масса цыплят в суточном возрасте достоверно превышала контроль только в I опытной группе, в процессе выращивания ремонтных молодок превышение данного показателя наблюдалось во всех опытных группах (таблица 38).

Таблица 38 – Динамика живой массы ремонтных молодок (n = 50), г

Возраст, недель	Контроль	Опытные группы				
		I	II	III	IV	V
1	66,5±0,39	66,9±0,41	66,6±0,33	66,7±0,29	66,7±0,37	66,68±0,43
4	252,3±1,14	261,3±1,21	254,5±1,11	256,6±1,15	259,4±1,16	257,9±1,17
8	671,2±9,56	721,5±11,73**	701,5±10,42*	709,1±10,81**	716,2±12,01**	713,8±11,84**
12	1131,7±13,21	1179,7±14,12*	1158,4±12,44	1165,2±11,63	1171,1±12,33*	1169,3±11,65*
13	1193,8±12,41	1227,4±11,46	1211,3±11,05	1217,5±13,24	1222,6±12,17	1220,2±11,65
14	1247,3±10,03	1294,6±11,59**	1276,1±9,38*	1282,4±10,22*	1289,1±11,15**	1285,7±10,69**
15	1359,4±9,67	1402,5±11,29**	1379,7±9,52	1385,1±9,86	1392,4±10,19*	1388,4±9,46*
16	1416,4±14,71	1489,1±16,33**	1468,2±12,41*	1471,3±13,78**	1481,3±14,91**	1478,5±15,09**
17	1497,2±16,29	1576,9±17,51**	1544,6±13,25*	1562,5±15,43**	1569,4±18,07**	1565,2±18,49*

В возрасте 4-х недель живая масса ремонтных молодок всех подопытных групп соответствовала нормативным значениям, а в опытных группах незначительно превышала контроль. К 8-ми недельному возрасту превышение по живой массе относительно контроля в I, III, IV и V опытных группах составило 50,3 (7,49%; P<0,01), 37,9 (6,65%; P<0,01), 45,0 (6,70%; P<0,01) и 42,6 г (6,35%; P<0,01), а во II опытной – 30,3 г (4,51%; P<0,05). В возрасте 14-ти недель, к началу фазы физиологического созревания, живая масса ремонтных молодок I, IV и V опытных групп оказалась выше, чем в контроле на 47,3 (3,79%; P<0,01), 41,8 (3,35%; P<0,01) и 38,4 г (3,08%; P<0,01), а II и III опытных групп – на 28,8 (2,31%; P<0,05) и 35,1 г (2,81%; P<0,05).

К окончанию физиологического созревания (17 недель), живая масса ремонтных молодок I (B_1) опытной группы опережала контроль на 79,7 (5,32%; P<0,01), II (B_2) опытной – на 47,4 (3,17%; P<0,05), III (B_6) опытной – на 65,3 (4,36%; P<0,01), IV (B_{12}) опытной – на 72,2 (4,82%; P<0,01) и V (B_c, фолиевая кислота) опытной – на 68,0 г (4,54%; P<0,01), что согласуется с полученными данными в исследованиях El-Azeem N.A.A. et al. [280], Ismail F. [312], Goel A. et al. [298], Ncho C.M. et al. [378].

На всех этапах развития живая масса ремонтных молодок находилась на уровне, предусмотренном нормативами данного кросса во всех подопытных группах, а превышение данного показателя в опытных группах относительно контроля соответствовало допустимым значениям (не более 10%). За период выращивания ремонтных молодок, наиболее оптимальная живая масса птиц позволила снизить затраты корма на единицу прироста живой массы в опытных группах по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе (2,87 кг) на 0,09; 0,04; 0,06; 0,08 и 0,07 кг. Однородность стада по живой массе имеет влияние на достижение 5% яйценоскости в более сжатые сроки, высокий пик продуктивности, уровень которого сохраняется длительный период, что приводит к значительному повышению экономической эффективности производства яиц. Результаты по однородности стада, полученные в проведенном опыте продемонстрированы в таблице 39.

Таблица 39 – Однородность ремонтных молодок по живой массе (n = 50), %

Возраст, недель	Контроль	Опытные группы				
		I	II	III	IV	V
1	76,3	78,5	77,2	77,7	78,0	77,8
4	77,1	81,3	79,4	79,9	80,7	80,3
8	79,2	85,4	83,7	84,1	85,1	84,8
12	85,0	89,4	87,4	88,5	89,0	88,7
14	88,1	92,4	89,3	90,7	91,8	91,6
17	89,9	94,5	92,8	93,2	94,1	93,9

Определение однородности поголовья по живой массе показало, что уже через неделю после вывода и во все изучаемые периоды этот показатель в опытных группах превышал контроль, что свидетельствует о положительном влиянии обработки эмбрионов in ovo витаминами группы В на рост и жизнеспособность цыплят. В возрасте 17-ть недель при наступлении физиологической зрелости и переводе ремонтных молодок во взрослое стадо кур-несушек, однородность в I, II, III, IV и V опытных группах превысила контроль на 4,6; 2,9; 3,3; 4,2 и 4,0% соответственно.

Полученные результаты исследований позволяют заключить, что инъецирование яиц на 14-тый день инкубации витаминами группы В положительно повлияло на живую массу и однородность поголовья в постнатальный период. Наиболее эффективной оказалась обработка тиамином (B_1), кобаламином (B_{12}) и фолиевой кислотой (B_c). Несколько ниже оказалась эффективность обработки пиридоксином B_6) и рибофлавином (B_2), но в пределах достоверной разницы ($P<0,05$).

3.5.4 Влияние изучаемых препаратов на репродуктивную функцию и развитие внутренних органов ремонтных молодок

При выращивании ремонтных молодок, ключевым моментом является формирование репродуктивных органов, определяющих их дальнейшую продуктивность. Состояние репродуктивных органов ремонтных молодок в возрасте 17-ти недель отражено на рисунке 47.

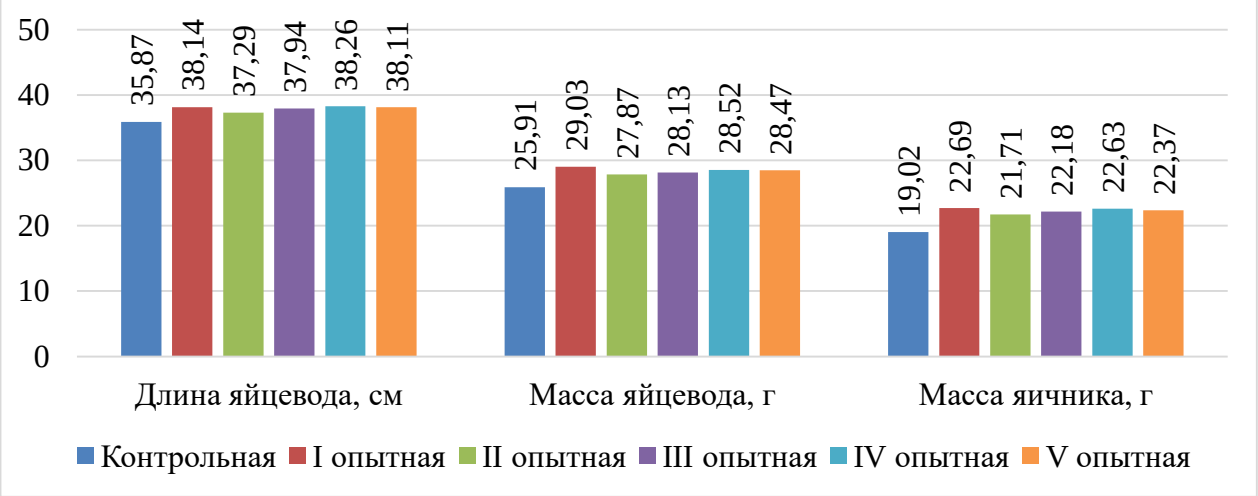


Рисунок 47 – Состояние репродуктивных органов (n = 10)

Длина яйцевода молодок I опытной группы (B_1) оказалась выше контроля на 2,27 см (6,28%; $P<0,01$), III опытной (B_6) – на 2,07 см (5,77%; $P<0,01$), IV опытной (B_{12}) – на 2,39 см (6,66%; $P<0,01$) и V опытной (фолиевая кислота) – на 2,24 см (6,24%; $P<0,01$). У молодок II опытной группы (B_2) длина яйцевода превышала контроль на 1,42 см (3,96%; $P<0,05$). Масса яйцевода ремонтных молодок I, II, Ш, IV, и V опытных групп увеличилась по сравнению с контролем на 12,04 ($P<0,01$), 7,56 ($P<0,05$), 8,57 ($P<0,05$), 10,07 ($P<0,01$) и 9,88% ($P<0,01$) соответственно.

Масса яичника ремонтных молодок опытных групп также зависела от обработок в период эмбрионального развития различными витаминами группы В. Наиболее сильное влияние на массу яичников оказала обработка витамином B_1 (I опытная) и витамином B_{12} (IVопытная) группы, где масса яичников к периоду физиологического созревания достигла 22,69 и 22,63 г, что выше, чем в контроле на 19,29 ($P<0,01$) и 18,97% ($P<0,01$). В III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытных группах масса яичников также достоверно превосходила контроль на 16,61 ($P<0,01$) и 17,61% ($P<0,05$), а во II (B_2) опытной группе – на 14,14% ($P<0,05$).

Интенсивное развитие репродуктивных органов ремонтных молодок опытных групп синхронизировало их половое созревание, что позволило им к 20-ти недельному возрасту достичь 50% продуктивности. Помимо репродуктивных органов было изучено состояние внутренних органов на момент физиологического созревания ремонтных молодок (рисунок 48).

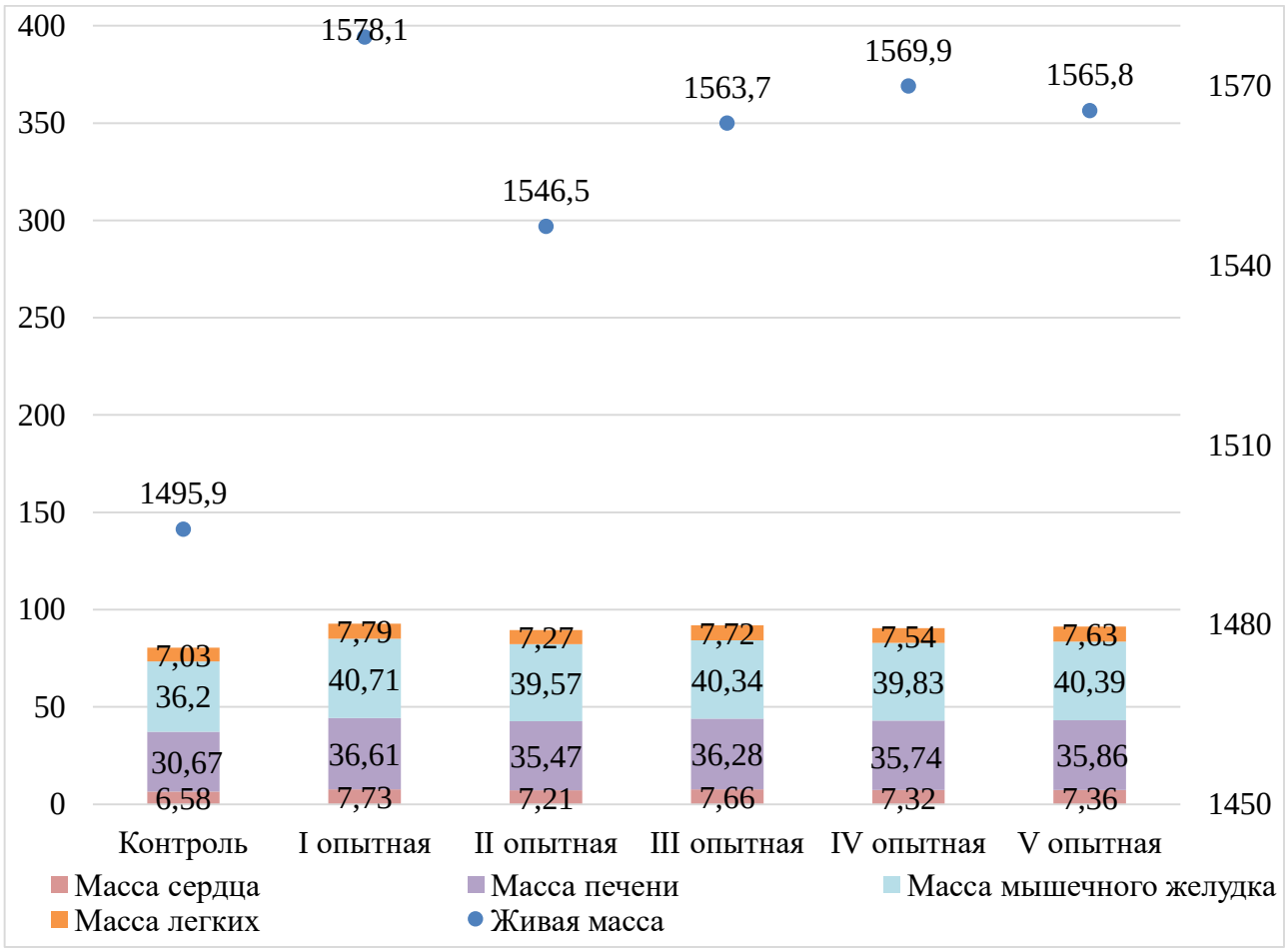


Рисунок 48 – Масса внутренних органов (n = 10), г

Масса сердца достоверно превышала контроль только в I (B_1) и III (B_6) опытных группах на 17,48 (P<0,05) и 16,41% (P<0,05), а в остальных опытных группах прослеживалась четкая тенденция к увеличению. Масса печени во всех опытных группах превышала контрольные значения на 19,37 (P<0,05), 15,65 (P<0,05), 18,29 (P<0,05), 16,53 (P<0,05) и 16,92% (P<0,05) соответственно. Достоверное превышение по массе мышечного желудка зафиксировано в I (B_1), III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытных группах, которое составило 12,46 (P<0,05), 11,44 (P<0,05) и 11,57% (P<0,05), а во II (B_2) и IV (B_{12}) опытных группах этот показатель превышал контроль на 9,31 и 10,03% при недостоверной разнице.

Масса легких ремонтных молодок всех опытных групп оказалась выше контроля на 10,81; 3,41; 9,82; 7,25 и 8,53% в I, II, III, IV и V группе соответственно, но разница статистически недостоверна. Исходя из полученных данных, можно заключить, что обработка эмбрионов in ovo витаминами группы В оказала позитивное влияние на развитие внутренних органов ремонтных молодок опытных групп, при этом превышение массы изучаемых внутренних органов находилось в интервальном значении физиологической нормы.

3.5.5 Биоконверсия кормов в организме ремонтных молодок

Усвояемость – это фактор, выражающий способность ингредиента перевариваться, усваиваться и обрабатываться организмом животного, будь то питательные вещества или энергия. Выбор богатых питательными веществами веществ без знания степени их усвояемости может поставить под угрозу ощутимую эффективность корма. Низкая усвояемость корма для животных может привести к тому, что животные потеряют живую массу, даже если питательные вещества явно присутствуют в питательной таблице корма [98; 170; 173; 188]. Было предусмотрено проведение физиологического опыта с целью определить влияние обработки эмбрионов in ovo витаминами группы В на переваримость питательных веществ корма ремонтными молодками в возрасте 14 недель.

Наблюдения за птицей позволили выявить, что суточная норма корма животными каждой из подопытных групп употреблялась без остатка, но при этом в опытных группах переваримость основных питательных веществ корма была интенсивнее у особей опытных групп (рисунок 49).

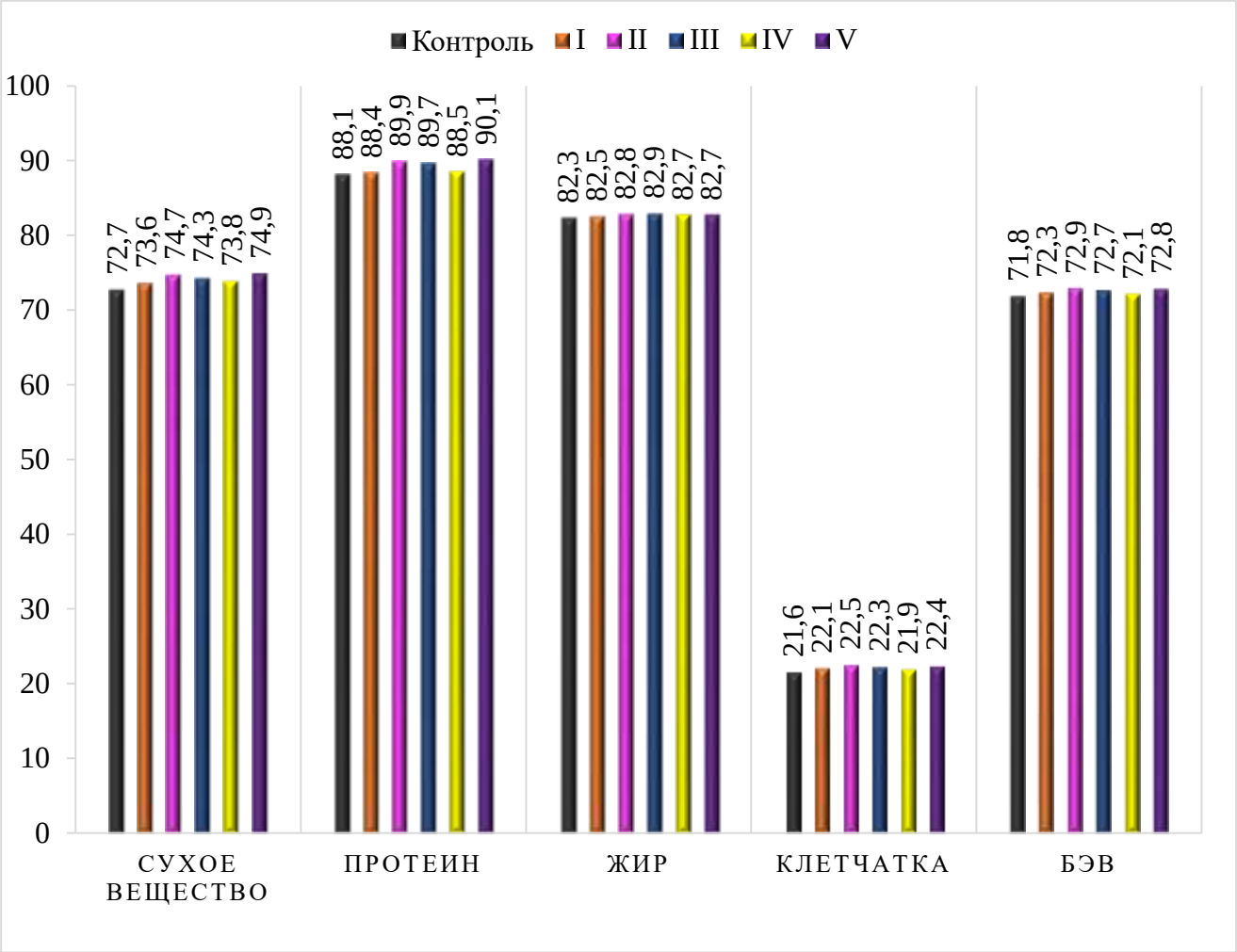


Рисунок 49 – Переваримость питательных веществ корма, %

Переваримость сухого вещества и протеина во всех опытных группах превышала контрольные значения, но при этом только во II (B_2), III (B_6), V (фолиевая кислота) опытных группах разница оказалась статистически достоверной и составила 2,0 ($P<0,05$), 1,6 ($P<0,05$), 2,2% ($P<0,05$) и 1,8 ($P<0,05$), 1,6 ($P<0,05$), 2,0% ($P<0,05$) соответственно. Жир и клетчатку ремонтные молодки опытных групп переваривали лучше, чем их сверстницы из контрольной группы. Определяя усвоение азота организмом ремонтных молодок подопытных групп, был установлен положительный его баланс (рисунок 50).

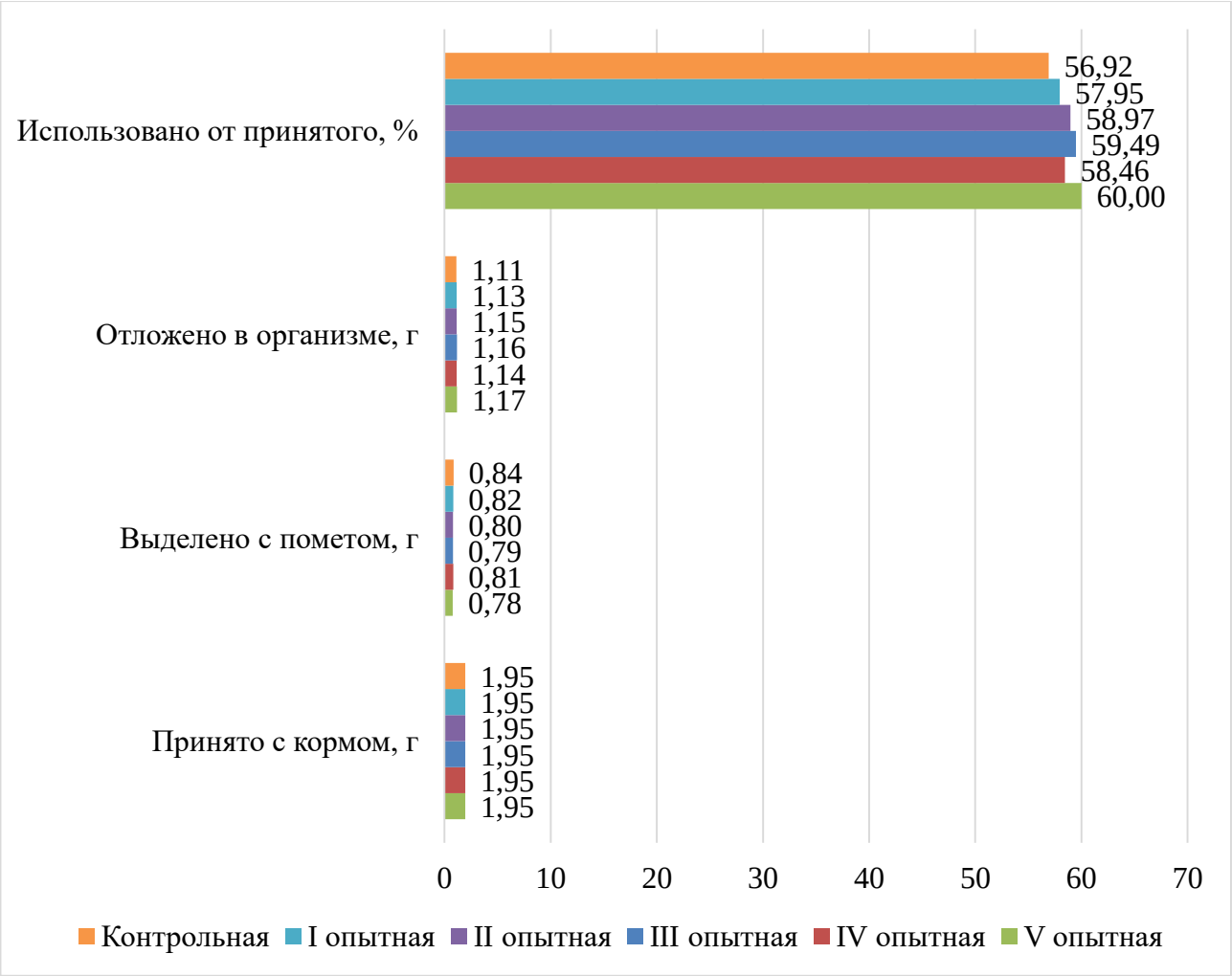


Рисунок 50 – Среднесуточный баланс и использование азота (n = 3)

В связи с тем, что выделение азота с калом у птиц опытных групп сократилось по сравнению с контролем, отложение в организме соответственно увеличилось. Разница между II (B_2), III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытными группами и контролем составила 3,60 ($P<0,05$), 4,50 ($P<0,05$) и 5,41% ($P<0,05$), а I (B_1) и IV (B_{12}) опытными группами – 1,80 и 2,70% соответственно. Использование азота от принятого превышало контроль в I (B_1) опытной группе на 1,03%, II (B_2) – на 20,5% ($P<0,05$), III (B_6) – на 2,57% ($P<0,05$), IV (B_{12}) – на 1,54% и V (фолиевая кислота) – на 3,08% ($P<0,05$).

Минеральный гомеостаз поддерживается за счет процессов всасывания, удержания и выделения кальция и фосфора (рисунки 51 и 52). Как показывают результаты исследований ремонтные молодки в опытных группах усваивали минеральные вещества корма лучше, чем в контрольной.

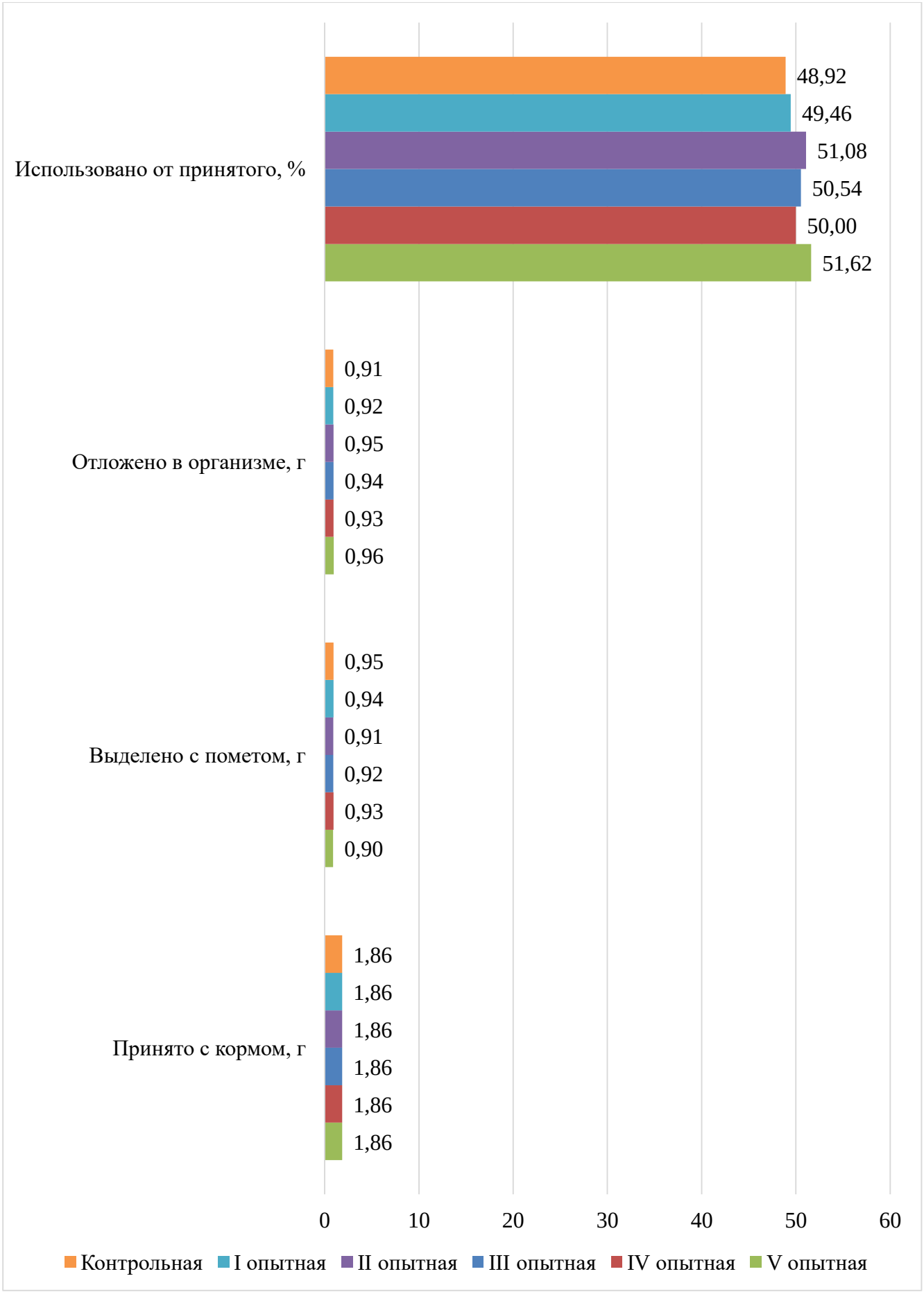


Рисунок 51 – Среднесуточный баланс и использование кальция (n = 3)

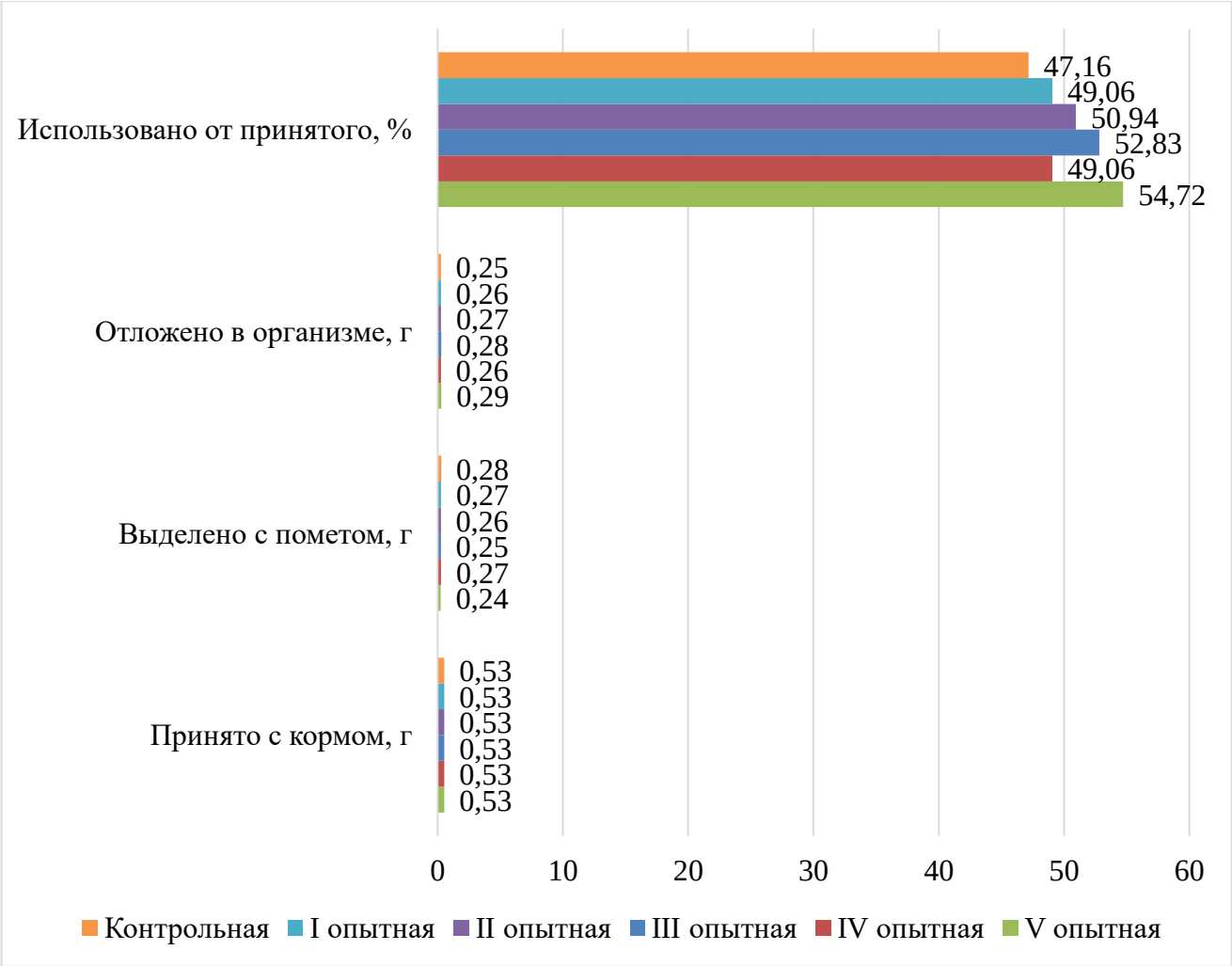


Рисунок 52 – Среднесуточный баланс и использование фосфора (n = 3)

Использование кальция от принятого с кормом ремонтными молодками II (B_2), III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытных групп оказалось выше контроля на 2,16 ($P<0,05$), 1,62 ($P<0,05$) и 2,70% ($P<0,05$), а I (B_1) и IV (B_{12}) опытных – на 0,54 и 1,08%. Аналогичным образом использовался фосфор в организме ремонтных молодок опытных групп, превышение относительно контроля составило во II (B_2) опытной группе 3,78% ($P<0,05$), в III (B_6) – 5,67% ($P<0,01$), в V (фолиевая кислота) – 7,56% ($P<0,01$), а в I (B_1) и IV (B_{12}) опытных группах разница оказалась равнозначной и составила 1,90%.

На основе результатов вышеобозначенного исследования позволительно сделать вывод о том, что раннее питание эмбрионов in ovo оказало позитивное воздействие не только на результаты инкубирования яиц, но и, в дальнейшем на биоконверсию кормов в организме ремонтных молодок опытных групп.

3.5.6 Гематологические, иммунологические, антиоксидантные показатели, метрические изменения органов иммунной системы, резистентность ремонтных молодок

В процессе исследований, были изучены показатели крови с целью установления влияния витаминов группы В, введенных методом in ovo, на обменные процессы и иммунокомпетентность ремонтных молодок. Морфологические показатели крови ремонтных молодок, полученные в результате исследований, представлены в таблице 40.

Таблица 40 – Форменные элементы крови (n = 10)

Значения	Эритроциты, 10^{12}/л	Лейкоциты, 10^{9}/л	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %
Контроль	2,92±0,14	42,39±0,97	114,6±3,67	32,8±1,15
I опытная	3,45±0,19*	41,24±0,87	126,2±3,82*	37,1±1,23*
II опытная	3,41±0,13*	39,87±0,72	129,7±4,26*	36,7±1,17*
III опытная	3,53±0,15**	40,28±0,69	127,9±4,07*	37,9±1,19**
IV опытная	3,22±0,12	41,63±0,55	125,3±3,48*	35,5±1,18
V опытная	3,59±0,17**	39,12±0,81*	132,5±4,72**	38,4±1,21**

Как показали результаты анализа, уровень эритроцитов в крови ремонтных молодок I, II, III, IV и V опытных групп превышал контроль на 18,15 ($P<0,05$), 16,78 ($P<0,05$), 20,89 ($P<0,01$), 10,27 и 22,95% ($P<0,01$) соответственно. Снижение уровня лейкоцитов наблюдалось во всех опытных группах, но достоверная разница зафиксирована только в V (фолиевая кислота) опытной группе, которая составила 8,36% ($P<0,05$) по отношению к контролю. Обнаружено достоверное увеличение концентрации гемоглобина во всех опытных группах по сравнению с контролем: в I (B_1) опытной группе на 10,12% ($P<0,05$), во II (B_2) – на 13,18% ($P<0,05$), в III (B_6) – на 11,61% ($P<0,05$), в IV (B_{12}) – на 9,34% ($P<0,05$) и V (фолиевая кислота) – на 15,62% ($P<0,01$). Содержание гематокрита также увеличилось в I, II, III и V опытных группах на 13,11 ($P<0,05$), 11,89 ($P<0,05$), 15,55 ($P<0,01$) и 17,07% ($P<0,01$), а в IVопытной – на 8,23% при недостоверной разнице.

Результаты белкового обмена в сыворотке крови подопытных ремонтных молодок представлены на рисунке 53. Наиболее эффективное влияние на белковый обмен ремонтных молодок опытных групп оказала обработка in ovo в период эмбриогенеза фолиевой кислотой (V опытная группа), рибофлавином (II опытная группа) и пиридоксином (III опытная группа), в которых содержание общего белка увеличилось на 5,05 (P<0,05), 4,16 (P<0,05) и 3,50% (P<0,01), альбуминовой фракции – на 9,66 (P<0,05), 7,89 (P<0,05) и 7,17% (P<0,05) . В I и IV опытных группах, где обработка проводилась тиамином и кобаламином наблюдалась тенденция к увеличению общего белка по сравнению с контролем на 2,45 и 1,60%, альбуминов – на 4,45 и 3,87% при недостоверной разнице.

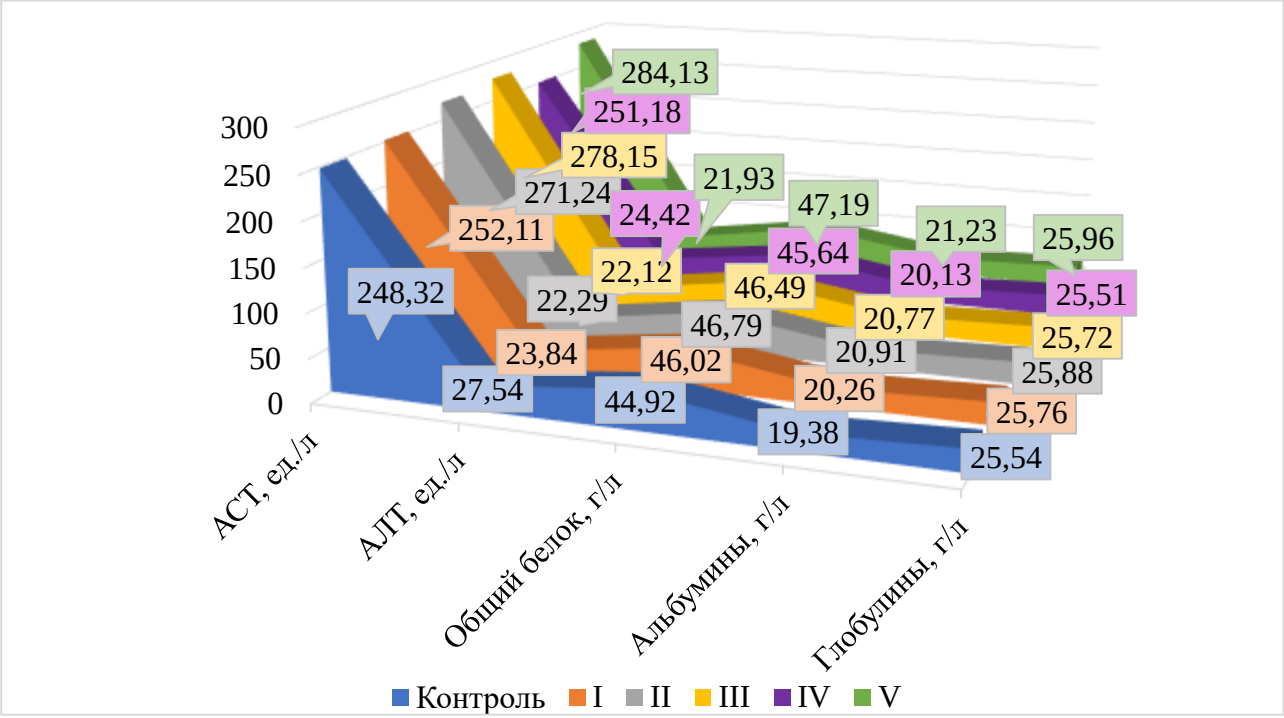


Рисунок 53 – Интенсивность белкового обмена

Повышение уровня белкового обмена в организме птиц опытных групп положительно отразилось на физиологическом статусе печени, о чем свидетельствует снижение активности фермента АЛТ в V опытной группе на 25,58 (P<0,01), в III опытной – на 2,50 (P<0,05), во II опытной – на 23,55% (P<0,05) относительно контроля, при этом активность фермента АСТ в этих группах возросла 14,42 (P<0,01), 12,01 (P<0,01) и 9,23% (P<0,05), что согласуется с выводами Клетиковой Л.В. и Пронининым В.В. [81].

Птицеводство сосредоточено на производстве яиц и мяса, которые тесно связаны с липидным обменом и отложением жира в этих продуктах. Исследования метаболизма липидов и физиологии жировой ткани у птицы в основном сконцентрировано на преобразовании энергии корма в отложение жира в мясе и яйцах, и в настоящее время метаболизм липидов и связанные с ним механизмы по-прежнему остаются популярными областями исследований, поскольку отложение жира в продуктах из птицы напрямую влияет на эффективность производства и рентабельность. Содержание жира в продуктах из птицы, а также состав жирных кислот особенно важны для здоровья потребителей и птицы [30; 45; 68; 86; 149]. Результаты проведенных исследований сыворотки крови, характеризующих липидный обмен у ремонтных молодок в возрасте 14-ти недель, отражены на рисунке 54.

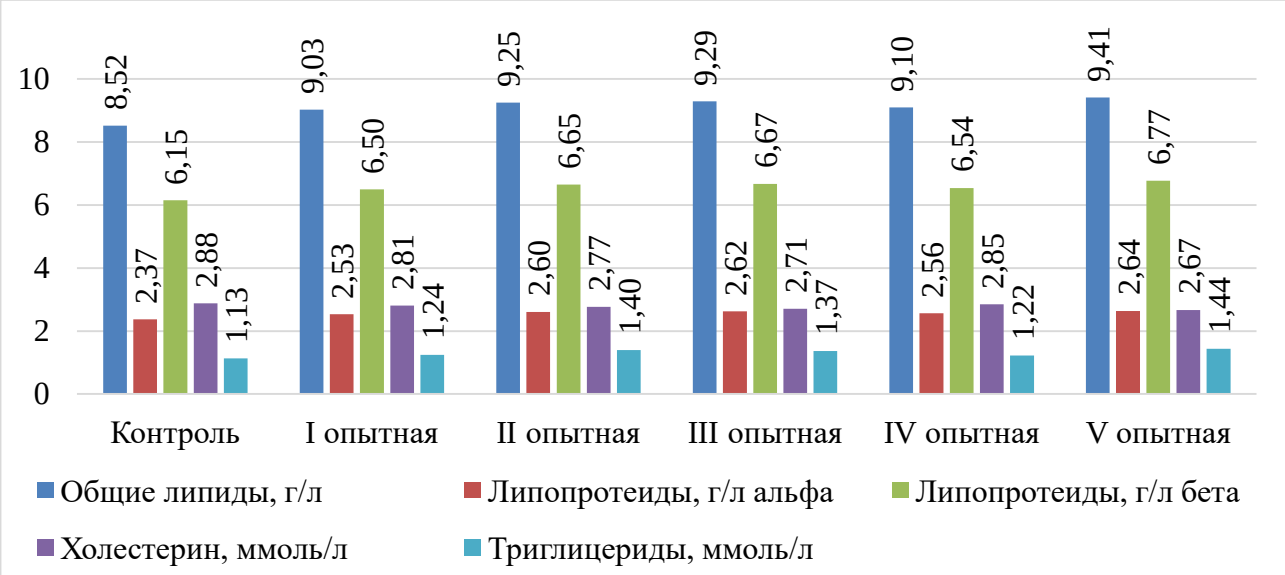


Рисунок 54 – Характеристика липидного обмена ремонтных молодок (n = 10)

Во всех опытных группах наблюдалось увеличение уровня общих липидов, которое изменялось в пределах физиологической нормы и, по нашему мнению, свидетельствует о более интенсивном участии в процессе обмена веществ в образовании различного рода продукции. В I (B_1) и IV (B_{12}) опытных группах зафиксирована устойчивая тенденция к увеличению относительно контрольной группы на 5,99 и 6,81%. Во II (B_2), III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытных группах установлена достоверная разница увеличения уровня общих липидов относительно контроля, которая составила 8,57 ($P<0,05$), 9,04 ($P<0,05$) и 10,45% ($P<0,05$).

Содержание альфа- и бета-липопротеидов в сыворотке крови ремонтных молодок находилось в прямой зависимости от уровня общих липидов. Так, в I опытной группе (B_1) уровень альфа- и бета-липопротеидов увеличился по сравнению с контролем на 6,75 и 5,69%, во II опытной (B_2) – на 9,70 ($P<0,05$) и 8,13% ($P<0,05$), в III опытной – на 10,55 ($P<0,05$) и 8,46% ($P<0,05$), в IV опытной (B_{12}) – на 8,02 и 6,34% и в V опытной (фолиевая кислота) – на 11,39 ($P<0,05$) и 10,08% ($P<0,05$).

Как известно, триглицериды являются основным источником энергии для клеток, которые поступают в организм с комбикормом или синтезируются клетками жировой ткани, кишечника, печени. В представленных исследованиях концентрация триглицеридов изменялась соизмеримо содержанию общих липидов, а именно, установлена достоверная разница увеличения уровня триглицеридов во II (B_2), III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытных группах на 23,89 ($P<0,05$), 21,24 ($P<0,05$) и 27,43% ($P<0,05$), а I (B_1) и IV (B_{12}) опытных группах на 9,73 и 7,97%. Это еще раз подчеркивает положительное влияние обработки эмбрионов in ovo на интенсивность липидного обмена, что согласуется с более высоким уровнем переваримости жира организмом ремонтных молодок, живой массой и развитием внутренних органов, включая репродуктивные.

Содержание холестерина во всех подопытных группах изменялось незначительно, с некоторым снижением в опытных группах. Между углеводным и липидным обменом существует тесная взаимосвязь. Из продуктов распада углеводов и жиров в тканях животных осуществляется биосинтез некоторых аминокислот. Липиды легко преобразуются в пировиноградную кислоту и другие предшественники аминокислот, которые синтезируются из углеводов. Большинство тканей (печёночные, мышечные, жировые) полностью зависят от прямого поступления в них глюкозы [68; 158]. Результаты исследований, характеризующие углеводный обмен представлены в таблице 41.

Таблица 41 – Углеводный обмен ремонтных молодок (n = 10)

Значения	Глюкоза, ммоль/л	Молочная кислота, ммоль/л	Гликоген	
			ППК, %	СЦК, ед.
Контроль	10,39±0,52	4,41±0,15	89,32±0,43	1,91±0,08
I опытная	11,82±0,46	4,76±0,13	91,05±0,57*	1,98±0,09
II опытная	13,21±0,59**	5,52±0,26**	93,12±0,84**	2,16±0,07*
III опытная	13,09±0,67*	5,45±0,24**	93,22±0,79**	2,01±0,06
IV опытная	11,96±0,51	4,84±0,17	90,84±0,48*	1,99±0,05
V опытная	13,43±0,63**	5,67±0,31**	93,71±0,81***	2,23±0,06*

Примечания

1 ППК – процент прореагировавших клеток (%);

2 СЦК – суммарный цитохимический коэффициент (ед.).

Содержание глюкозы, как показатель углеводного обмена в организме животных и птиц находилось на уровне, превышающем контроль во всех опытных группах. Но при этом достоверное увеличение было зафиксировано только во II (рибофлавин), III (пиридоксин) и V (фолиевая кислота) опытных группах на 27,14 (P<0,01), 25,99 (P<0,05) и 29,26% (P<0,05) относительно контрольной группы. Уровень молочной кислоты в опытных группах также превышал контроль, однако достоверность разницы установлена только во II, III и V опытных группах на 25,17 (P<0,01), 23,58 (P<0,01) и 28,57% (P<0,01) соответственно.

Содержание гликогена, обнаруженного в нейтрофилах крови было высоким во всех подопытных группах, но при этом разница между опытными группами и контролем составила в I опытной группе (тиамин) на 1,73% (P<0,05), во II опытной (рибофлавин) – на 3,80% (P<0,01), в III опытной (пиридоксин) – на 3,90% (P<0,01), в IV опытной (кобаламин) – на 1,52% (P<0,05) и в V опытной (фолиевая кислота) – на 4,39% (P<0,001). В тоже время суммарный цитохимический коэффициент гликогена достоверно возрос только во II и V опытных группах относительно контроля на 13,09 (P<0,05) и 16,75% (P<0,05), а в I, III и IV опытных группах обнаружена устойчивая тенденция к увеличению на 3,66; 5,24 и 4,19%.

Как показали исследования, инъецирование эмбрионов водорастворимыми витаминами группы В на 14-й день инкубации способствовало активизации липидно-углеводного обмена в организме ремонтных молодок в процессе выращивания. При выращивании ремонтных молодок, в процессе формирования у них репродуктивных органов, большое внимание уделяется иммунному статусу будущих кур-несушек, который разделяется на клеточный и гуморальный и оценивается уровнем Т- и В-лимфоцитов, а также количеством иммуноглобулинов в крови [18; 26; 48; 183]. Вышеперечисленные обработки эмбрионов in ovo в период инкубации позитивно повлияли на иммунный статус ремонтных молодок опытных групп (рисунок 55).

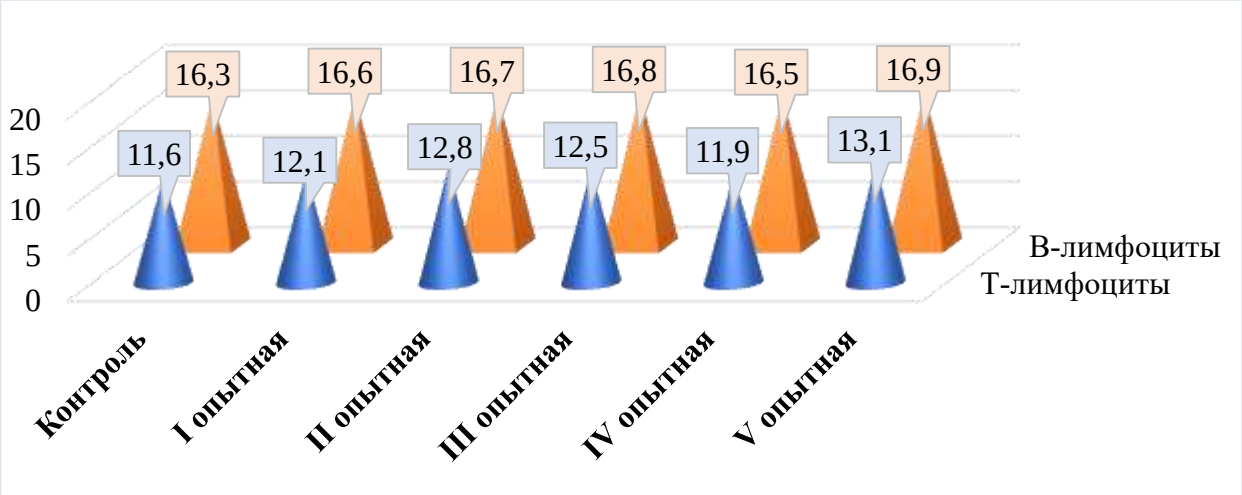


Рисунок 55 – Показатели Т- и В-лимфоцитов в крови, 10^9/л

Содержание Т-лимфоцитов, выполняющих функции клеточного иммунитета, в крови ремонтных молодок II, III и V опытных групп достоверно увеличилось на 10,35 ($P<0,05$), 7,76 ($P<0,05$) и 12,93% ($P<0,01$) соответственно, а в I и IV опытных группах превышение составило 4,31 и 2,59% при недостоверной разнице. Уровень В-лимфоцитов, характеризующих гуморальный иммунитет, возрос в I опытной группе на 1,84%, во II опытной – на 2,45%, в III опытной – на 3,07%, в IV опытной – на 1,23 и V – на 3,68%, при этом разница во всех опытных группах оказалась недостоверной. Однако, полученные результаты содержания иммуноглобулинов в крови подопытных птиц продемонстрировали повышение гуморального иммунитета (рисунок 56).

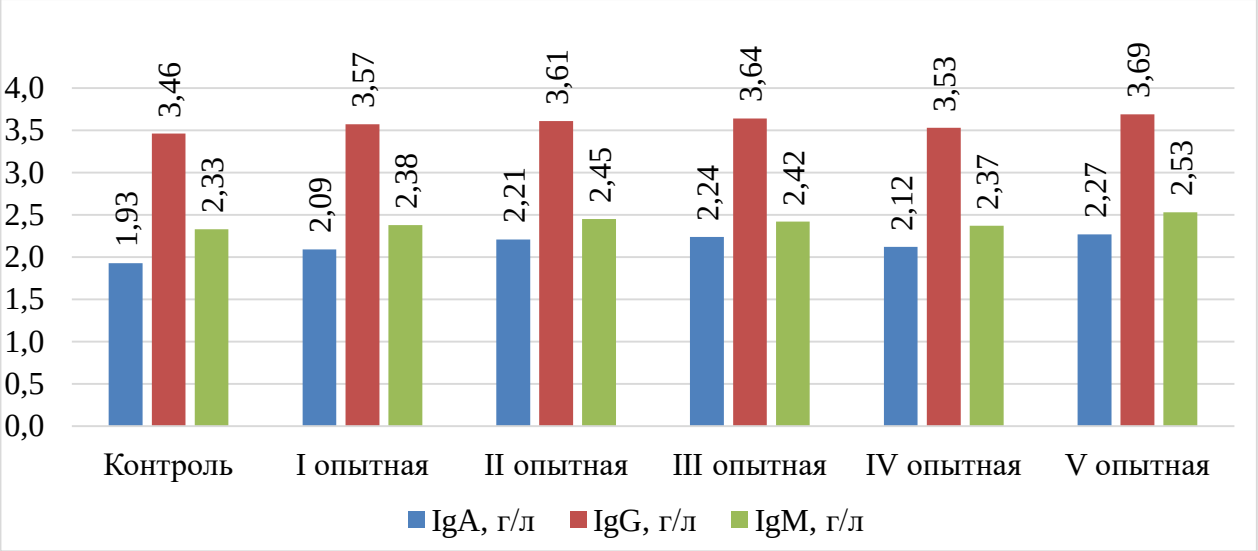


Рисунок 56 – Уровень иммуноглобулинов в крови ремонтных молодок (n = 10)

Во всех опытных группах в той или иной степени зафиксировано повышение уровня классических антител. Так, в I опытной группе (B_1) содержание IgA и IgG возросло на 8,29 и 3,18%, во II опытной (B_2) – на 14,51 ($P<0,05$) и 4,34% ($P<0,05$), в III опытной (B_6) – на 16,06 ($P<0,05$) и 5,20% ($P<0,05$), в IV опытной (B_{12}) – на 9,85 и 2,02% и в V опытной (B_c) – на 17,62 ($P<0,05$) и 6,65% ($P<0,05$) по сравнению с контрольной группой. Содержание IgM также превышало контрольные значения во всех опытных группах на 2,15; 5,15 ($P<0,05$), 3,86; 1,72 и 8,58% ($P<0,05$) I, II, III, IV и V группе соответственно.

В итоге, хотелось бы подчеркнуть, что все инъецированные витамины в период инкубации оказали значительное влияние как на клеточный, так и гуморальный иммунитет ремонтных молодок, но самое эффективное воздействие обнаружено в V опытной группе (B_c, фолиевая кислота), что согласуется с выводами Ismail F. et al. [312], Li S. et al. [348]. Инъекция водорастворимых витаминов, а также в частности, рибофлавина in ovo значительно увеличивает массу лимфоидной ткани бурсы по сравнению с контролем. Птицы с более крупной бурсой имеют более крупный тимус, поэтому у них лучше развит клеточный иммунитет [298]. Масса центральных (тимус, бурса Фабрициуса) и периферических (селезенка) органов иммунной системы птиц (17 недель), получавших инъекции различных витаминов, представлены в таблице 42.

Таблица 42 – Метрические показатели органов иммунной системы ремонтных молодок (n = 10), г

Значения	Живая масса молодок	Бурса Фабрициуса	Селезенка	Тимус
Контроль	1495,9±16,14	2,69±0,18	2,84±0,17	3,89±0,19
I опытная	1578,1±17,39**	3,63±0,21**	3,47±0,19*	4,26±0,21
II опытная	1529,5±13,27	3,52±0,19**	3,37±0,46*	3,98±0,15
III опытная	1563,7±15,32**	2,97±0,15	3,28±0,15	4,69±0,22*
IV опытная	1569,9±17,99**	2,98±0,17	3,14±0,16	4,40±0,17
V опытная	1565,8±11,69*	3,47±0,16**	3,29±0,13*	4,54±0,20*

Исследованиями установлено, что обработка эмбрионов in ovo витаминами B_1 (тиамин) и B_2 (рибофлавин) оказалась наиболее эффективной в формировании органов иммунной системы. Масса бурсы Фабрициуса I, II и V опытных групп достоверно превосходила контроль на 34,97 (P<0,01), 30,86 (P<0,01) и 28,99% (P<0,01), а масса селезенки – на 22,18 (P<0,01), 18,66 (P<0,01) и 15,85% (P<0,05). В III (B_6) и IV (B_{12}) опытных группах наблюдалось увеличение массы этих органов, но разница была недостоверной.

На массу тимуса наиболее существенное влияние оказала обработка витамином B_6 (пиридоксин), III опытная группа и B_c (фолиевая кислота), V опытная группа, где обнаружено превышение массы тимуса по отношению к контролю на 20,57 (P<0,05) и 16,71% (P<0,01). В I (B_1), II (B_2) и IV (B_{12}) опытных группах разница массы тимуса по сравнению с контрольной составила 9,51; 2,31; 13,11 и 6,68%. Результаты проведенных исследований согласуются с выводами Бородулиной И.В. [19]. Инъецирование эмбрионов различными витаминами группы В, способствовало активизации факторов естественной защиты организма (рисунок 57).

Бактерицидная активность сыворотки крови ремонтных молодок во всех опытных группах оказалась в пределах достоверной разницы с контролем, но наиболее высокое превышение наблюдалось в III (B_6) и V (фолиевая кислота) – 5,93 (P<0,01) и 6,15% (P<0,01). Активность лизоцима в I, II, III и V опытных группах возросла по сравнению с контрольной группой на 16,92 (P<0,05), 15,85 (P<0,05), 21,02 (P<0,01) и 21,36% (P<0,01), а в IV опытной разница в сторону увеличения оказалась в недостоверной границе.

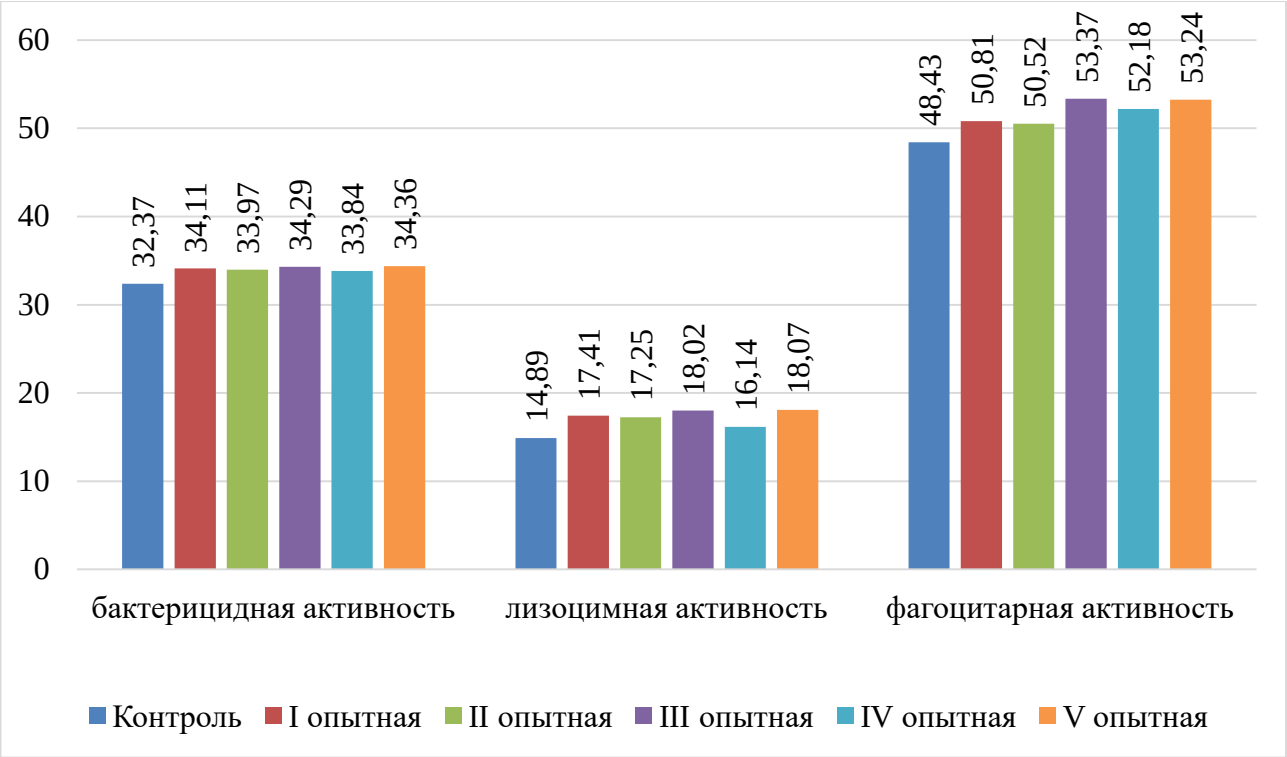


Рисунок 57 – Состояние резистентных показателей крови (n = 10), %

Фагоцитарная активность лейкоцитов в большей степени отреагировала на обработку эмбрионов in ovo витаминами группы В, участвовавших в эксперименте. В III (B_6), IV (B_{12}) и V (фолиевая кислота) опытных группах была зафиксирована высокая степень достоверности превышения фагоцитарной активности лейкоцитов относительно контроля, которая составила 10,20 ($P<0,001$), 7,74 ($P<0,01$) и 9,93% ($P<0,001$). В I (B_1) и II (B_2) опытных группах этот показатель также превосходил контроль на 4,91 ($P<0,05$) и 4,32% ($P<0,05$), что согласуется с исследованиями Goel A. et al. [298], Ghane F. et al. [296].

3.5.7 Яичная продуктивность кур-несушек промышленного стада

Из оставшихся, после соответствующих исследований ремонтных молодок сформировали пять групп птиц, по 35 голов в каждой и перевели в птичник для содержания кур-несушек, с целью дальнейших исследований их яичной продуктивности. Учет яичной продуктивности кур вели от начала продуктивного периода и до окончания пиковой фазы (54 недели) (таблица 43).

Таблица 43 – Яичная продуктивность подопытных кур

Возраст, недель	Контроль	I	II	III	IV	V
получено яиц, шт.						
19-22	623	634	639	635	629	639
23-26	867	881	886	882	874	895
27-30	903	921	927	925	912	934
31-34	915	929	933	930	920	937
35-38	930	944	947	945	938	948
39-42	917	932	935	933	926	937
43-46	880	902	905	902	894	912
47-50	863	893	897	895	883	901
51-54	854	874	871	870	861	883
19-54	7752	7910	7940	7917	7837	7986
интенсивность яйцекладки, %						
19-22	63,57	64,69	65,20	64,80	64,18	65,20
23-26	88,47	89,90	90,41	90,00	89,18	91,33
27-30	92,14	93,88	94,59	94,39	93,06	95,31
31-34	93,36	94,80	95,20	94,90	93,78	95,61
35-38	94,90	96,33	96,63	96,43	95,71	96,73
39-42	93,57	95,10	95,41	95,20	94,49	95,61
43-46	89,89	92,04	92,35	92,04	91,22	93,06
47-50	88,24	91,12	91,53	91,33	90,19	91,94
51-54	87,32	89,27	88,97	88,87	88,04	90,19
19-54	91,98	92,78	92,87	92,86	92,18	93,40

Наблюдение за яичной продуктивностью подопытных кур-несушек позволило установить преимущество опытных групп над контрольными по количеству снесённых яиц. При этом хотелось бы обратить внимание на то, что в разрезе опытных групп существенной разницы не установлено, за исключением IV опытной группы. Превышение яйценоскости кур-несушек I опытной группы по сравнению с контролем составило 158 яиц, II опытной – 188, III опытной – 165, IV опытной – 85 и V опытной – 234.

В результате учета яичной продуктивности, съеденного корма, сохранности, были рассчитаны основные зоотехнические показатели, характеризующие производство пищевых яиц (рисунок 58). Показатель среднего поголовья кур рассчитывается по кормодням и, чем раньше фиксируется выбытие птиц (падеж), тем меньше в группе кормодней и, соответственно ниже показатель среднего поголовья кур. Исходя из показателей сохранности кур-несушек, более высокой жизнеспособностью характеризовалась птица I, II, III и V опытных групп (97,14%).

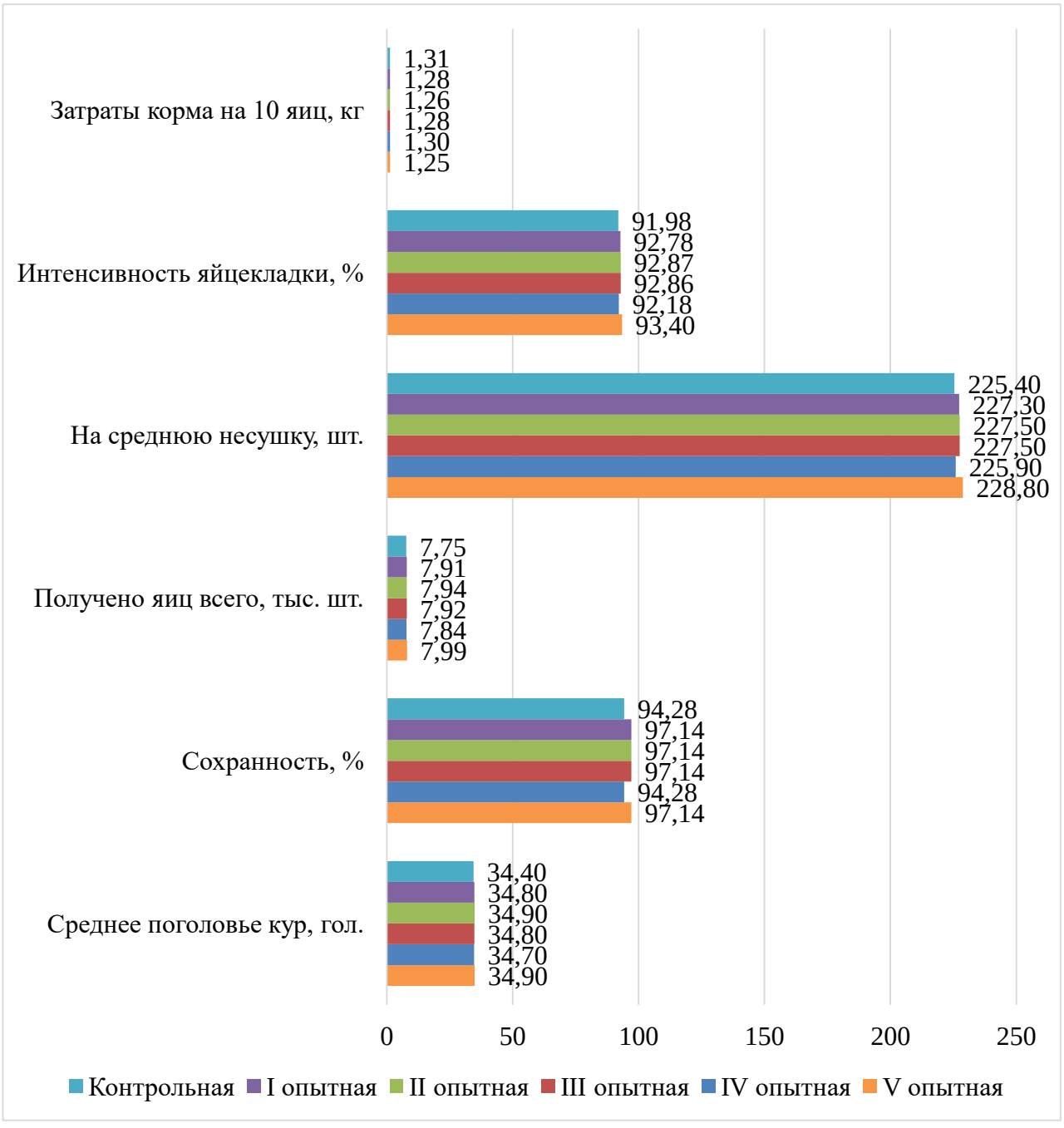


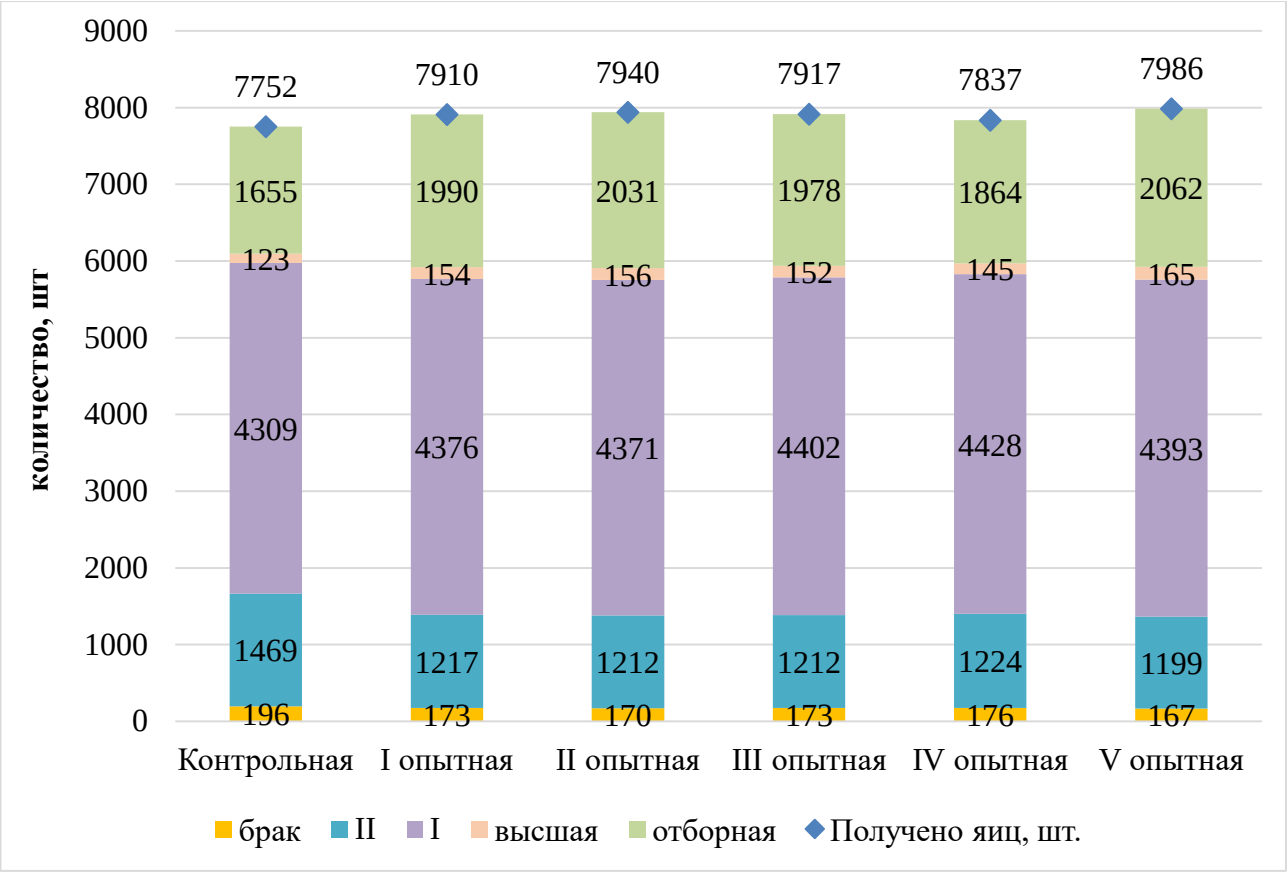
Рисунок 58 – Показатели яйценоскости, сохранности и затрат кормов

Сохранность кур-несушек IV опытной группы составила 94,28%, что соответствует значениям в контрольной группе. Однако следует отметить, что выбытие птиц в контрольной группе произошло раньше, чем в IV опытной группе, соответственно среднее поголовье в этой группе оказалось выше. Интенсивность яйцекладки в I, II, III и IV опытных группах находилась примерно на одном уровне, колебания варьировали от 92,18 до 92,87%, незначительно превышая контроль.

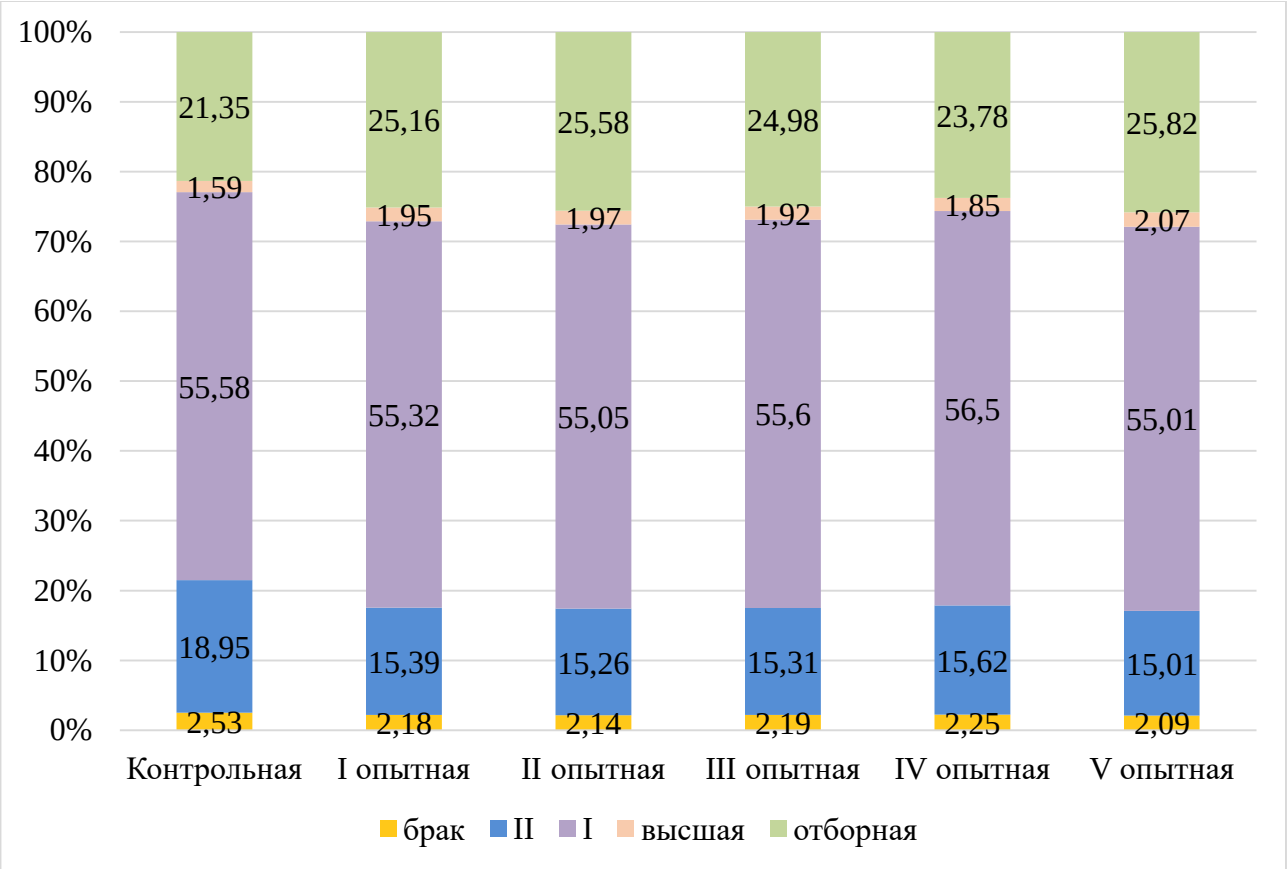
В V опытной группе интенсивность яйцекладки составила 93,40%, что выше аналогичного показателя в контроле на 1,42%. Как итог, затраты кормов на 10 яиц снизились по отношению к контролю на 0,03; 0,05; 0,03; 0,01 и 0,06 кг в I, II, III, IV и V опытных группах соответственно. Не менее важным показателем, влияющим на экономическую эффективность производства пищевых яиц, является их масса, которая влияет на категорийность и, соответственно, на цену реализации. Разделение полученных яиц в процессе опыта по массе, согласно категориям, установленным ГОСТ 31654-2012 продемонстрированы на рисунке 59.

Обработка in ovo эмбрионов витаминами группы В позитивно повлияла не только на постнатальный рост и развитие ремонтных молодок, но и, как заметно, на дальнейшую их яичную продуктивность. Увеличение массы яиц позволило, при их классификации, получить в опытных группах более высокий выход категории «высшая» и «отборная». Наиболее значительный эффект был получен после обработки фолиевой кислотой (V опытная группа), рибофлавином (II опытная группа), тиамином (I опытная группа) и пиридоксином (III опытная группа), где превышение по этим категориям составило 34,15 и 24,59%, 26,83 и 22,72%, 25,20 и 20,24%, 23,58 и 19,52% относительно контроля соответственно.

Обработка кобаламином (IV опытная группа) также показала положительный эффект, но несколько ниже, чем в предыдущих опытных группах. Превышение в этой группе по сравнению с контролем составило 17,89 и 12,63%. Наблюдается снижение выхода яиц второй категории в I опытной группе на 20,71%, во II и III – на 21,20%, в IV – на 20,02% и в V – на 22,52% по сравнению с контролем. Количество яиц первой категории варьировало в пределах уровня контроля. Определенное улучшение качества скорлупы пищевых яиц в опытных группах позволило снизить количество бракованных яиц на 13,29; 115,29; 13,29; 11,36 и 17,37% I, II, III, IV и V группах соответственно по сравнению с контрольной группой. Все это положительно влияет на экономическую составляющую производства пищевых яиц.



а



б

Рисунок 59 – Категории пищевых яиц, шт. (а) и % (б)

3.5.8 Качественные показатели пищевых яиц

Яйца, относительно недорогой, но очень питательный продукт, которые содержат сбалансированные питательные вещества, влияющие на здоровье человека [369]. Для человека пищевые яйца являются одним из лучших источников высококачественного белка, уступая только грудному молоку. Было доказано, что яичные белки обладают фосвитином, являющимся антиоксидантом, в составе которого много фосфосеринов и содержится овотрансферрин, способный к образованию хелатных соединений с железом, и овальбумин, при образовании ковалентных связей с полисахаридами которого служит усилением его антиоксидантной активности [398].

Следовательно, справедливо считать, что яйца являются перспективным натуральным источником антиоксидантов, так как его белки обладают способностью подавлять процессы липидного окисления, а при реакции с металлом – устранять свободные радикалы [376]. Известно, что яичный белок, в особенности белок в составе желтка, является лидером среди пищевых белков по способности к насыщению. Рибофлавинсвязывающий белок, аполипопротеины, глобулин и фосвитин являются белками яичного желтка.

Яичные липопротеины представлены двумя видами: ЛПНП и ЛПВП. Первые в растворимых и сывороточных частях желтка представляют собой 2/3 сухого вещества, обладая шарообразной формой среднего диаметра в 37,5 нм при плотности в 0,98 г/мл. Центр данных частиц представлен триглицеридами и сложными эфирами холестерина, находящихся в окружении холестерина, фосфолипидов и аполипопротеинами.

Известны A-, B-, C-, D-, E- и H-аполипопротеины. Они в результате экстракции являются обладателями амфипатических α-спиралей в большом количестве, что способствует их результативной адсорбции на границе сред масло-вода [217]. Желтковые ЛПНП хранят в себе свыше 95% холестерина, 0,9 часть которого представлена в неэтерифицированном, т. е. свободном виде.

Именно этот вид холестерина является ключевым для структурообразования липопротеинов. Они упакованы между соседними молекулами фосфолипидов для поддержания стабильности поверхности раздела масло/вода. Желтковый холестерин представлен 98% содержанием стеролов, оставшийся двойной процент которых является фитостеролами: микотоксины сорбита, бета-ситостерол и метилхолестерол [354].

Около 10% сырой массы яичного желтка находится в виде фосфолипидов, которые, в свою очередь, представлены лизофосфатидилхолином (лизоФХ), сфингомиелином (СМ), фосфатидилхолином (ФХ), фосфатидилэтаноламином (ФЭ) и в ничтожно малом количестве нейтральными липидами. Фосфолипиды диетического назначения содержат биоактивные липиды, глобально влияющие на метаболические процессы холестерина и функциональность ЛПВП [234]. Пищевые ПНЖК, ФХ и СМ значительно ингибируют поглощение холестерина в монослое Caco-2 [480]. Как компонент лецитина, холин также присутствует в яйцах в большом количестве. Другими значимыми составляющими яиц служат каротиноиды. Они представляют собой нативные пигменты желтка, составляя всего лишь одну сотую часть содержащихся в желтке липидов [398]. Ксантофиллы (лютеин, криптоксантин и зеаксантин) и каротин основополагающие каротиноиды в составе яиц.

Обращая внимание на факт установленной научным сообществом биологической полноценности пищевых яиц, за счёт присутствия в их составе всех незаменимых аминокислот и прочих нутриентов [88; 104; 157], изучению подверглись показатели, характеризующие качество яиц, полученных в ходе опыта. Результаты морфологического анализа подопытных яиц представлены на рисунке 60.

Достоверная разница в пользу опытных групп по массе яиц зафиксирована только в I (B_1) и V (B_c) опытных группах, которая составила 1,2 (1,92%; $P<0,05$) и 1,4 г (2,24%; $P<0,05$). Увеличение массы яиц во II (B_2), III (B_6) и IV (B_{12}) опытных группах по сравнению с контрольной оказалось на уровне 0,7 (1,12%), 0,9 (1,44%) и 0,5 г (0,80%) при статистически недостоверных значениях. Индекс формы пищевых яиц во всех опытных группах находился в пределах уровня контроля.

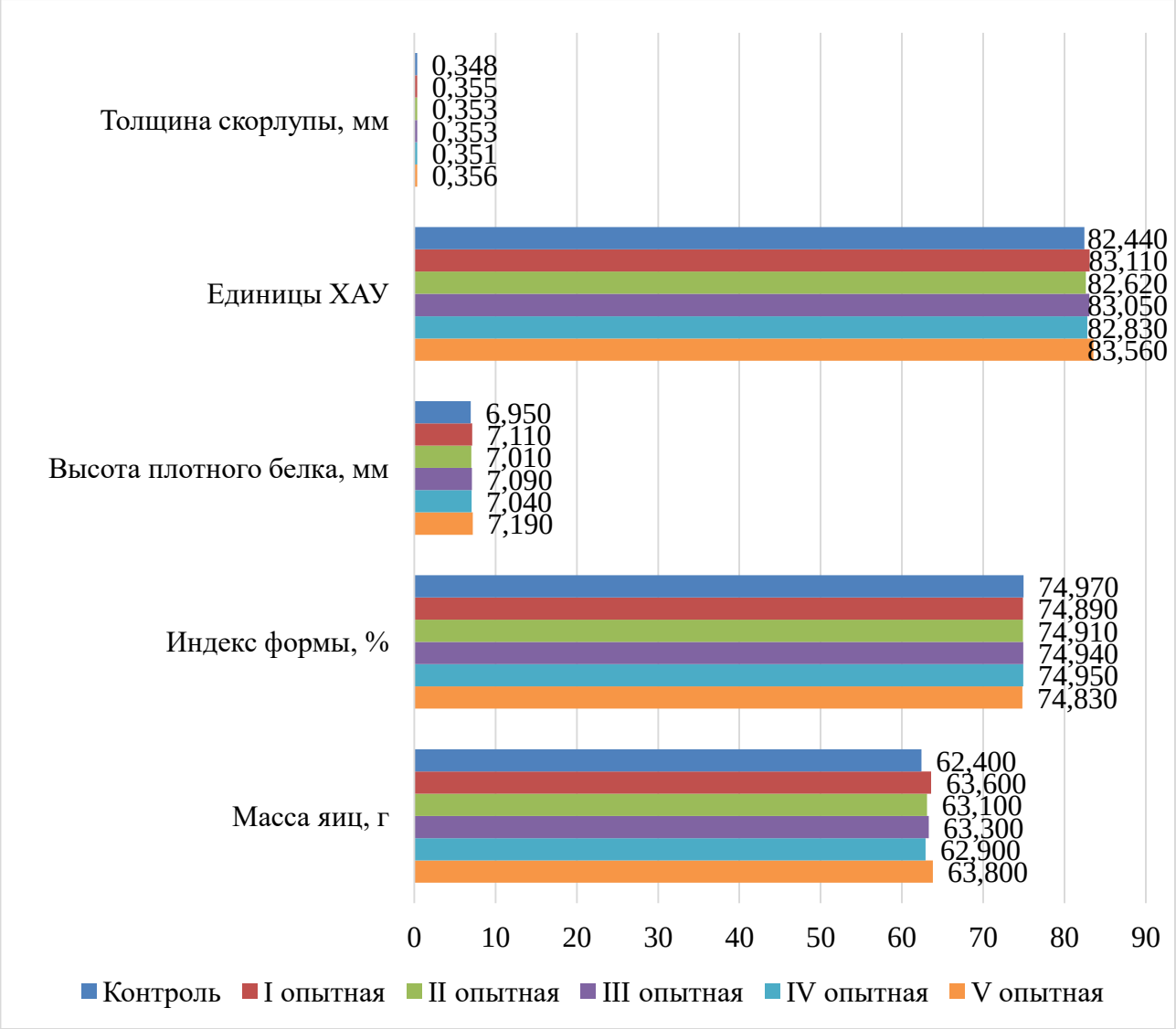


Рисунок 60 – Основные морфологические признаки качества пищевых яиц (n = 10)

Высота плотного белка повысилась во всех опытных группах, но в зависимости от обработки in ovo различными витаминами группы В. Во всех подопытных группах этот показатель находился в рамках физиологической нормы, но в I (B_1), III (B_6) и V (B_c, фолиевая кислота) опытных группах установлено достоверное его превышение относительно контроля на 2,30 ($P<0,05$), 2,01 ($P<0,05$) и 3,45% ($P<0,01$).

В результате показатель единиц ХАУ, зависящий от массы яиц и высоты плотного белка имел значение, характеризующее высокое качество пищевых яиц. Несмотря на то, что увеличение толщины скорлупы пищевых яиц опытных групп по сравнению с контролем не имело достоверных значений, укрепление скорлупы позволило снизить количество отбракованных яиц по причине «тёка» и насечки.

Химический состав белка, представленный в таблице 44, показал определенную тенденцию увеличения сухого вещества во всех опытных группах.

Таблица 44 – Химический состав белка пищевых яиц (n = 5), % от массы белка

Значения	Контроль	Опытные группы				
		I	II	III	IV	V
Влага	88,27±0,24	87,87±0,28	87,94±0,26	87,96±0,17	88,01±0,21	87,84±0,25
Сухое вещество, в т.ч.:	11,73±0,19	12,13±0,15	12,06±0,13	12,04±0,11	11,99±0,14	12,16±0,23
белки	10,29±0,14	10,66±0,10	10,64±0,12	10,63±0,15	10,56±0,13	10,68±0,16
липиды	0,019±0,03	0,020±0,05	0,021±0,04	0,020±0,02	0,020±0,03	0,021±0,05
углеводы	0,871±0,02	0,890±0,03	0,839±0,03	0,840±0,04	0,850±0,03	0,889±0,02
зола	0,55±0,03	0,56±0,04	0,56±0,05	0,55±0,02	0,56±0,03	0,57±0,04

Содержание сухого вещества белка яиц увеличилось в I опытной группе ($В_1$) на 0,40%, во II опытной ($В_2$) – на 0,33%, в III опытной ($В_6$) – на 0,31%, в IV опытной ($В_{12}$) – на 0,26% и в V опытной ($В_с$) – на 0,43%, в основном за счет повышения уровня белка на 0,37; 0,35; 0,34; 0,27 и 0,39% соответственно. Разница по содержанию липидов, углеводов и золы между опытными группами и контролем оказалась незначительной. Колебания показателей химического состава желтка яиц были более значительными (таблица 45).

Таблица 45 – Химический состав желтка пищевых яиц (n = 5), % от массы желтка

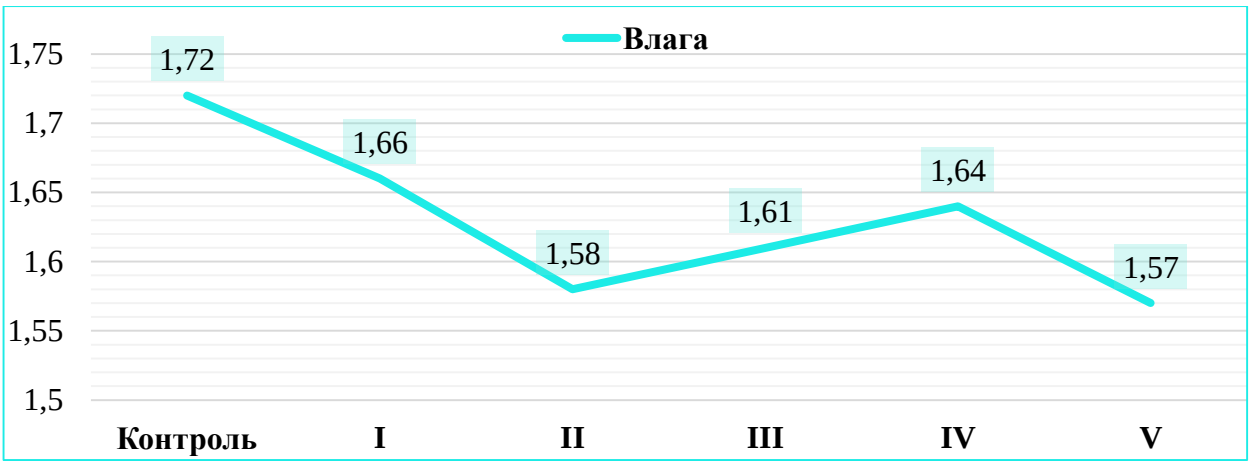
Значения	Контроль	Опытные группы				
		I	II	III	IV	V
Влага	48,92±0,17	48,44±0,19	48,31±0,23	48,33±0,18	48,35±0,21	48,26±0,24
Сухое вещество, в т.ч.:	51,08±0,16	51,56±0,15	51,69±0,18*	51,67±0,17*	51,65±0,14*	51,74±0,19*
белки	16,70±0,15	17,20±0,14*	17,22±0,13*	17,21±0,12*	17,19±0,14*	17,25±0,16*
липиды	32,34±0,22	32,26±0,24	32,33±0,36	32,35±0,27	32,35±0,25	32,34±0,33
углеводы	1,05±0,05	1,06±0,03	1,08±0,04	1,07±0,06	1,06±0,05	1,08±0,06
зола	0,99±0,015	1,04±0,012*	1,06±0,017*	1,04±0,014*	1,05±0,016*	1,07±0,019*

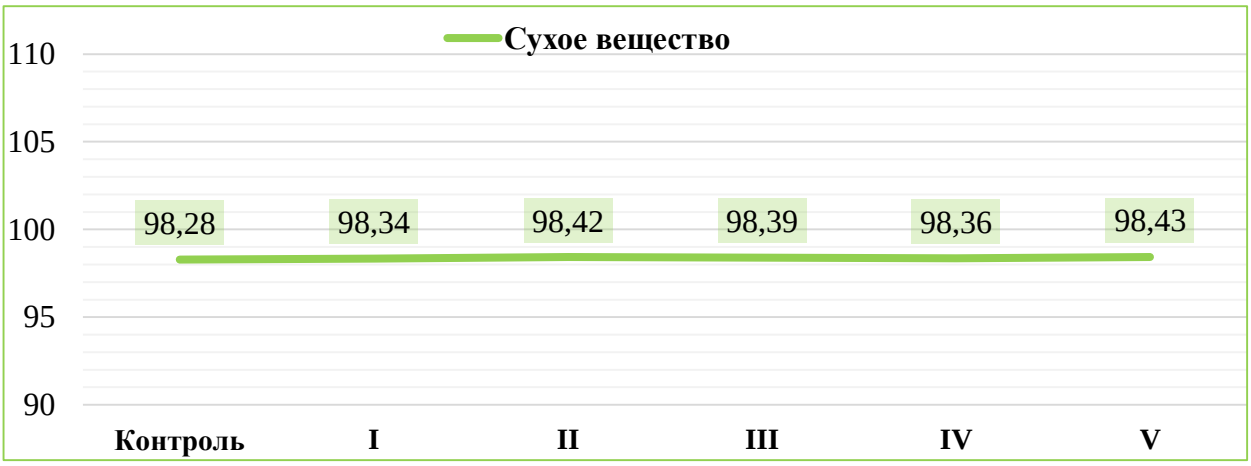
Уровень сухого вещества в желтке яиц II (рибофлавин), III (пиридоксин), IV (кобаламин) и V (фолиевая кислота) опытных групп достоверно превышал контроль на 0,61 (P<0,05), 0,59 (P<0,05), 0,57 (P<0,05) и 0,66% (P<0,05), а в I (тиамин) опытной группе превышение составило 0,48% при недостоверной разнице. В сухом остатке желтка обнаружена достоверная разница в пользу опытных групп содержания белка и золы. Так, в I, II, III, IV и Vопытных группах превышение относительно контроля составило 0,50 (P<0,05) и 0,05% (P<0,05), 0,52 (P<0,05) и 0,07% (P<0,05), 0,51 (P<0,05) и 0,05% (P<0,05), 0,49 (P<0,05) и 0,06% (P<0,05), 0,55 (P<0,05) и 0,08% (P<0,05) соответственно. Из чего следует, что все витамины, инъецированные на 14-й день инкубации in ovo, в конечном итоге, оказали положительное влияние на химический состав пищевых яиц в равной степени.

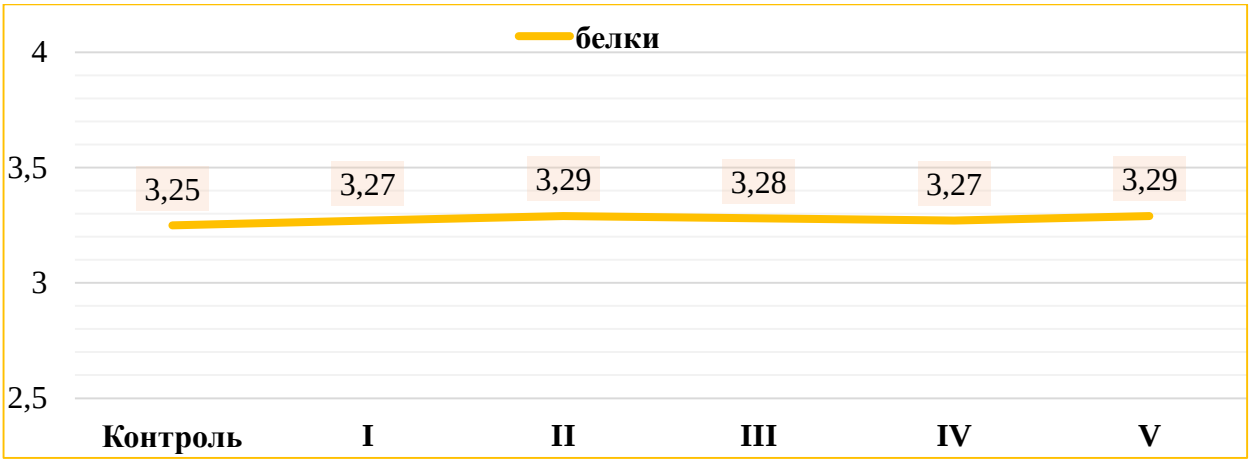
Введение водорастворимых витаминов in ovo в период эмбриогенеза также, в определенной степени, оказало влияние на химический состав скорлупы (рисунок 61). Сухой остаток скорлупы яиц, который состоял в основном из золы, незначительно превышал контроль во всех опытных группах. В белке яиц находится природный антибиотик лизоцим, который по своей структуре является белком, но обладает сильными бактерицидными свойствами.

Яйца кур занимают ведущее место по содержанию лизоцима в белке, несколько ниже его содержится в яйцах индеек, цесарок, уток и гусей. Яйца с высоким уровнем лизоцима имеют более плотный белок и большее различие между pH желтка и белка. Содержание лизоцима в белке положительно коррелирует с индексом белка (0,41), высотой белка (0,47), единицами ХАУ (0,35), индексом желтка (0,27). Яйца с высокой лизоцимной активностью белка дольше сохраняют свои качества при хранении. Было изучено содержание лизоцима и его активность в пищевых яйцах подопытных групп (рисунок 62).

Как показали проведенные исследования, уровень лизоцима в пищевых яйцах всех подопытных групп находился, в пределах физиологических значений и разница между опытными группами и контролем практически отсутствовала. Аминокислотный состав яиц (белок, желток), полученных в данном опыте, представлен на рисунках 63 и 64.







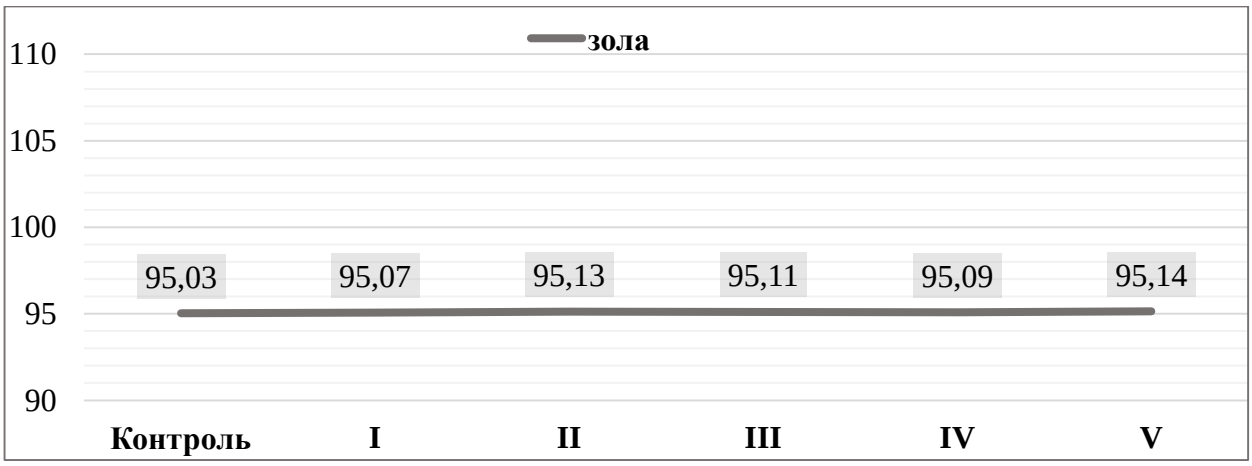


Рисунок 61 – Химический состав скорлупы пищевых яиц, % от массы скорлупы

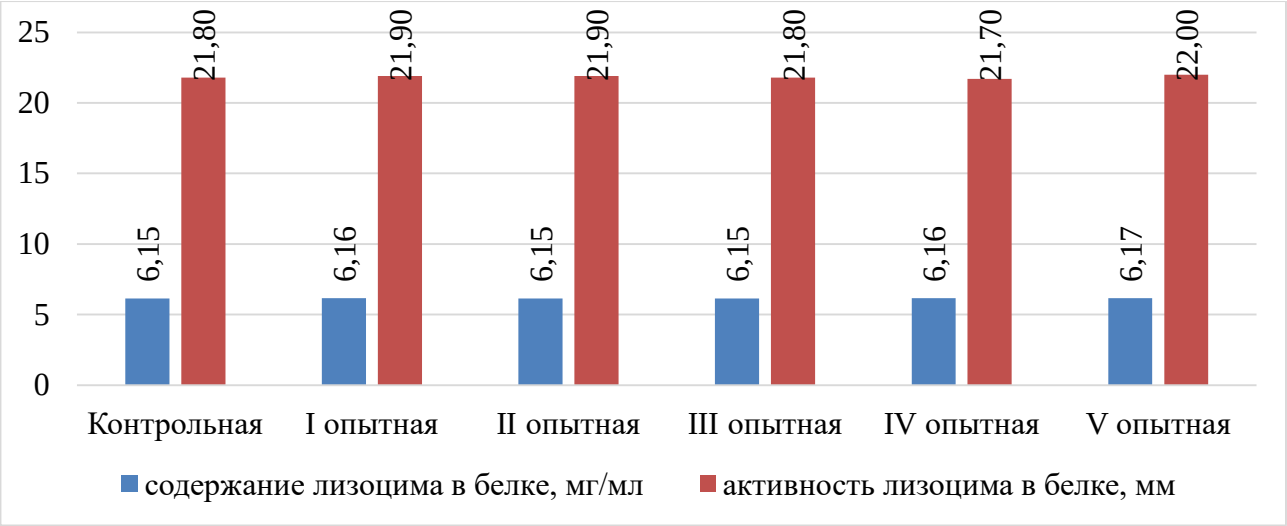


Рисунок 62 – Концентрация лизоцима и его активность в белке яиц (n = 5)

Рисунок 63 – Аминокислотный состав белка, %

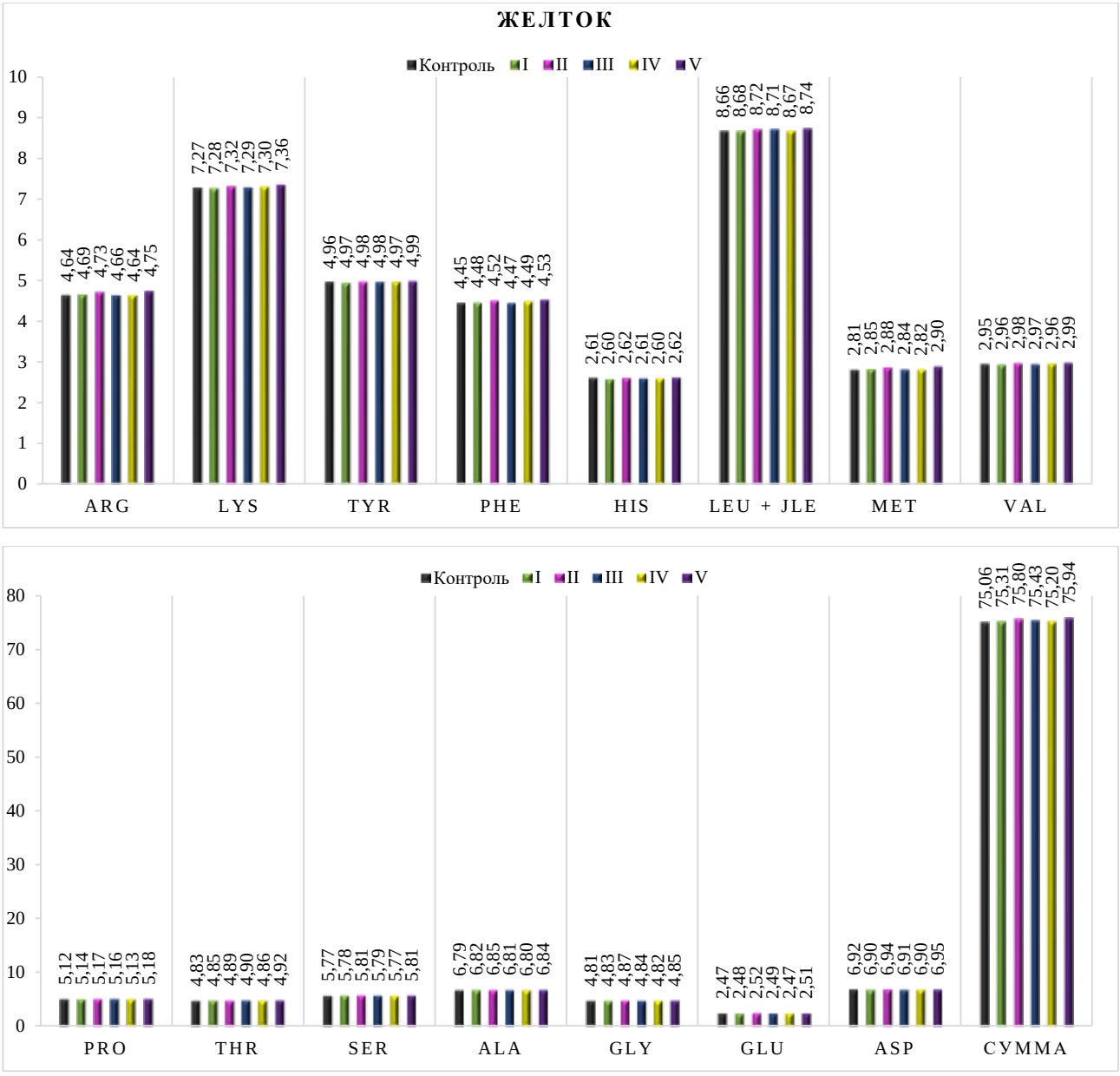


Рисунок 64 – Аминокислотный состав желтка, %

Аминокислотный состав белка яиц всех подопытных групп как в разрезе отдельных аминокислот, так и в сумме находился примерно на одном уровне, при незначительном увеличении во II (рибофлавин) и V (фолиевая кислота) опытных группах на 0,47 и 0,69% относительно контроля. Изменения по содержанию аминокислот в желтке яиц подопытных групп также не имели существенных значений, но сумма, которых во II и V опытных групп превысила контроль на 0,74 и 0,88%. Исходя из этого, необходимо подчеркнуть, что витамины группы В введенные in ovo в той или иной степени положительно повлияли и на аминокислотный состав пищевых яиц.

В опубликованных источниках сообщалось, что улучшение выводимости яиц, которым вводили фолиевую кислоту, влияет на параметры крови, такие как снижение триглицеридов и повышение ЛПВП, что влияет на функцию липолиза. ЛПВП также играют важную роль в метаболизме липидов, удаляя холестерин из мышечной ткани и передавая его в печень, а повышение его уровня в сыворотке может улучшить общую продуктивность птицы и качество получаемых продуктов питания животного происхождения (яйца, мясо) [163; 390].

Гомеостаз холестерина зависит в основном от баланса между абсорбцией холестерина в кишечнике, эндогенным синтезом холестерина и его использованием для синтеза желчных кислот и стероидов. Яичный овомуцин ослабляет гиперхолестеринемию и ингибирует абсорбцию холестерина в клетках Caco-2. Взаимодействие мицелл, содержащих холестерин, и эпителиальных клеток тонкого кишечника ингибирует всасывание холестерина, что является составляющей процесса снижения холестеринового уровня. Белки из гидролизованных яиц могут ингибировать абсорбцию холестерина, а также могут влиять на метаболизм холестерина [299].

При создании данной научной работы был изучен жирнокислотный состав желтка пищевых яиц, результаты которого представлены на рисунке 65. Как показали результаты проведенных исследований жирнокислотный состав желтка, в определенной мере, изменялся в разрезе подопытных групп. Содержание насыщенных жирных кислот имело тенденцию к снижению во всех опытных группах, но более существенные различия зафиксированы во II, III и V опытных группах, соответственно уровень ненасыщенных жирных кислот возрос, в результате чего соотношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным увеличилось с 1,87 в контроле до 1,88.

Куриные яйца очень богаты наличием минеральных веществ, так необходимых компонентов питания с разнообразными физиологическими функциями [118]. Содержание макро- и микроэлементов в образцах яиц подопытных групп, полученных в эксперименте продемонстрировано на рисунках 66 и 67.

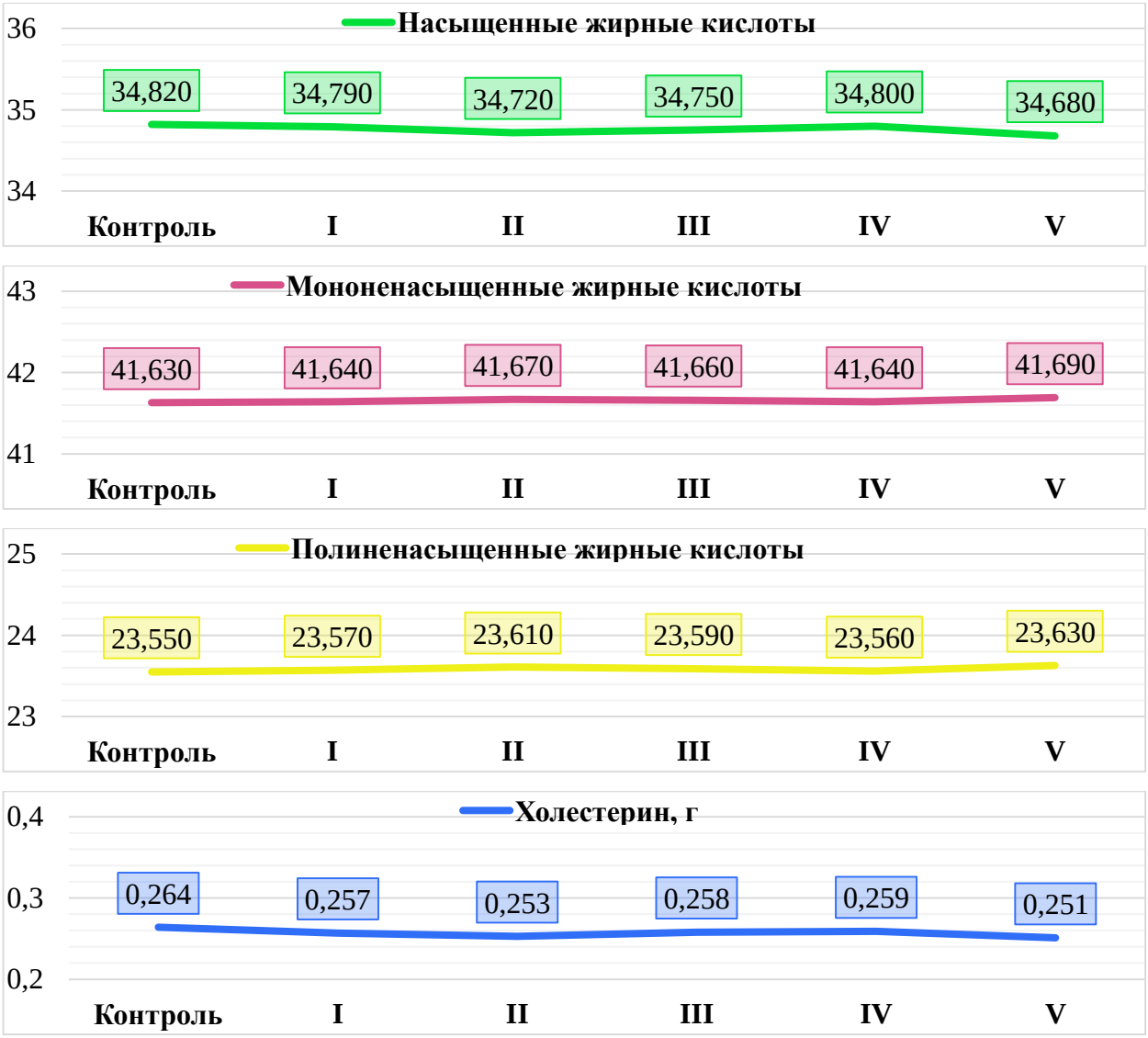


Рисунок 65 – Состав жирных кислот желтка пищевых яиц, %

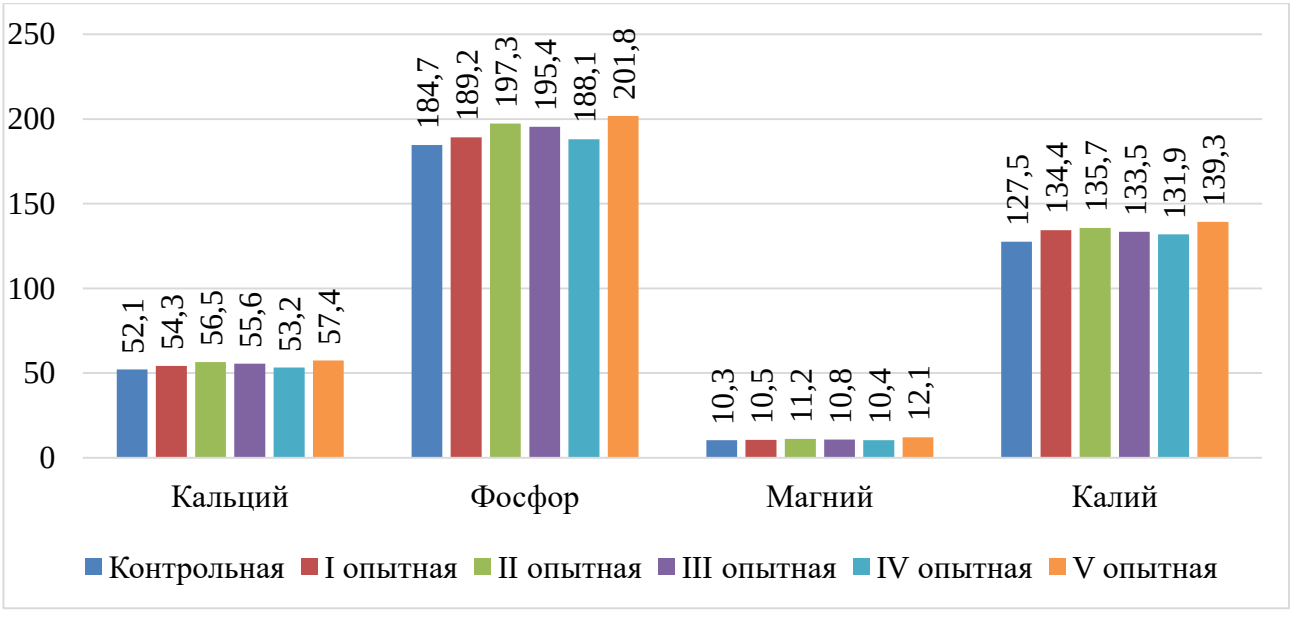


Рисунок 66 – Макроэлементный состав 100 г яичной массы белка и желтка (n = 5)

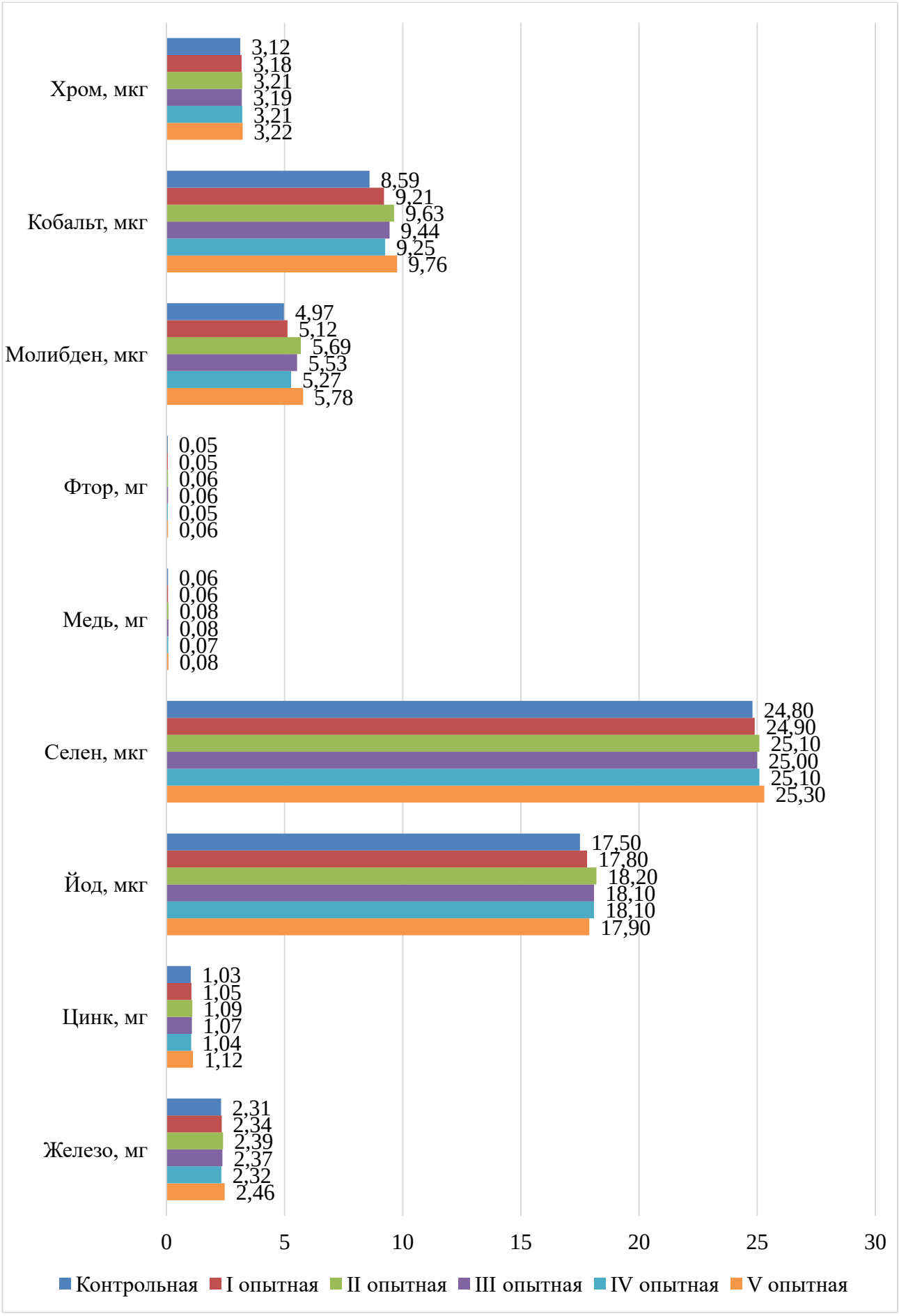


Рисунок 67 – Микроэлементный состав 100 г яичной массы белка и желтка (n = 5)

Макроэлементный состав яичной массы показал, что в опытных группах содержание кальция во II и V опытных группах достоверно превышало контроль 8,45 (P<0,05) и 10,17% (P<0,05). В I, III и IV опытных группах этот показатель увеличился на 4,22; 6,72 и 2,11% соответственно. Уровень фосфора возрос во II, III и V опытных группах на 6,82 (P<0,05), 5,79 (P<0,05) и 9,26% (P<0,05), а в I и IV опытных – на 2,44 и 1,84% относительно контроля. Уровень марганца у всех подопытных групп был единым, находясь на отметке 0,03 мг.

Концентрация калия достоверно увеличилась в I, II, III и V опытных группах на 5,41 (P<0,05), 6,43 (P<0,05), 4,71 (P<0,05) и 9,25% (P<0,01) соответственно и только в IV опытной группе увеличение относительно контроля на 3,45% не имело достоверной величины. Разница по содержанию магния между опытными группами и контрольной имела уверенную тенденцию к увеличению, однако только в V опытной группе достигла достоверного значения и составила 17,48% (P<0,05). Что касается микроэлементов, то уровень их в яичной массе находился на уровне контроля или имел тенденцию к увеличению.

Макроэлементный состав яичной скорлупы представлен на рисунке 68. Содержание кальция в скорлупной оболочке яиц во всех опытных группах возросло по сравнению с контролем, но при этом только во II и V опытных группах увеличение достигло достоверных значений, которое составило 4,46 (P<0,05) и 5,04% (P<0,05), а в I, III и IV опытных группах разница находилась на уровне 2,02; 2,83 и 1,82%.

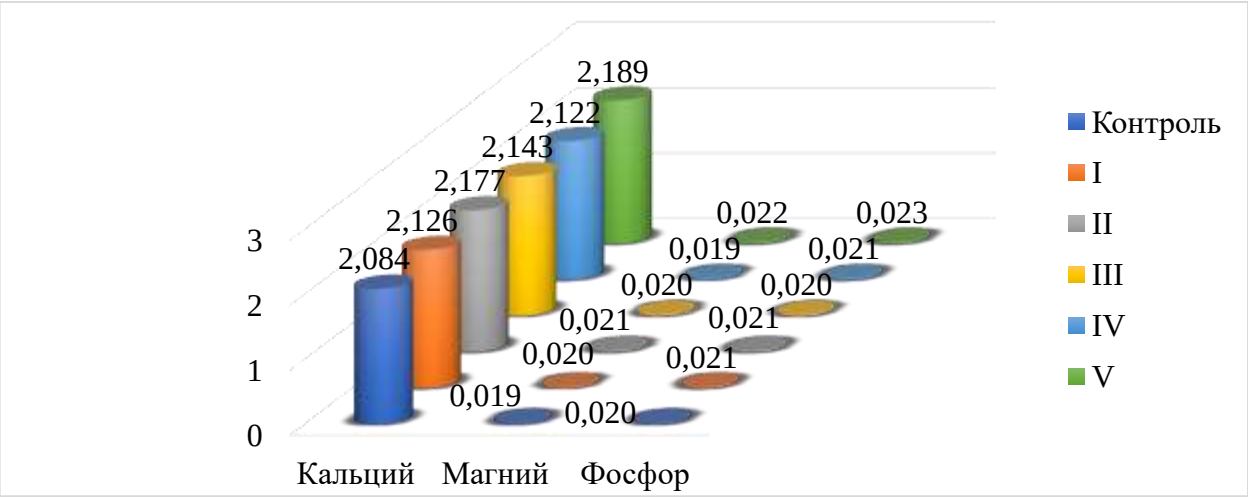


Рисунок 68 – Минеральный состав скорлупы яиц, г/яйцо

Поскольку в основу исследований легло изучение влияния инъецирования водорастворимых витамин группы В in ovo на развитие ремонтных молодок, их дальнейшую продуктивность и качество пищевых яиц, далее было изучено содержание этих витаминов в яичной массе (белок, желток) (таблица 46).

Таблица 46 – Содержание водорастворимых витаминов в яичной массе (n = 5)

Значения	Контроль	Опытные группы				
		I	II	III	IV	V
В1 (тиамин), мг	0,12±0,02	0,14±0,03	0,13±0,02	0,13±0,02	0,12±0,02	0,14±0,03
В2 (рибофлавин), мг	0,39±0,03	0,47±0,04	0,49±0,03	0,48±0,03	0,40±0,04	0,51±0,05
В6 (пиридоксин), мг	0,13±0,01	0,13±0,01	0,14±002	0,14±0,02	0,13±0,01	0,15±0,03
В12 (кобаламин), мкг	2,47±0,05	2,49±0,04	2,53±0,06	2,51±0,03	2,54±0,04	2,53±0,07
B_c (фолиевая кислота), мкг	15,54±0,16	15,79±0,11	15,81±0,14	15,75±0,09	15,80±0,12	15,84±0,13

В результате проведенных исследований не установлено достоверной взаимосвязи между введением витаминов группы В in ovo и их содержанием в пищевых яйцах. Однако прослеживается некоторая тенденция повышения всех изучаемых витаминов в яичной массе пищевых яиц опытных групп по сравнению с контролем. В целом, опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что используемые в опыте in ovo витамины группы В, в той или иной степени, оказывают влияние на ферментативную функцию организма и положительно влияют на выводимость, рост ремонтных молодок, формирование репродуктивных органов, активизацию иммунного статуса и естественную резистентность организма, влияющие на дальнейшую яичную продуктивность и экономику производства пищевых яиц.

3.5.9 Экономическая эффективность

Достигнув очень высоких показателей яичной продуктивности кур-несушек, птицеводы стали уделять большое влияние и качеству пищевых яиц, которое непосредственно сказывается на экономической составляющей. При расчете экономической эффективности производства пищевых яиц использовали цены, сложившиеся на предприятии за 2021 год (таблица 47).

Экономический анализ показал, что в I опытной группе была получена дополнительная прибыль относительно контрольной группы в сумме 1087,30 руб., во II опытной – 1156,82 руб., в III – 1015,08 руб., в IV – 575,87 руб., в V – 1354,51 рубля, соответственно уровень рентабельности увеличился на 3,27; 3,40; 2,97; 1,62 и 3,94%.

Таблица 47 – Расчет экономической эффективности проведенных исследований

Значения	Контроль	Опытные группы				
		I	II	III	IV	V
Валовой сбор яиц, шт.	7752	7910	7940	7917	7837	7986
В том числе по категориям, шт.: высшая	123	154	156	152	145	165
отборная	1655	1990	2031	1978	1864	2062
I, шт.	4309	4376	4371	4402	4428	4393
II, шт.	1469	1217	1212	1212	1224	1199
Расход корма на 10 шт. яиц, кг	1,31	1,28	1,26	1,28	1,30	1,25
Производственные затраты на всю продукцию, руб.	28201,78	28816,13	28917,48	28857,47	28675,58	29069,04
Себестоимость 1000 шт. яиц, руб.	3638	3643	3642	3645	3659	3640
Средняя реализационная стоимость 1000 шт. яиц, руб.	4512	4637	4641	4629	4597	4658
Валовой доход, руб.	34977,02	36678,67	36849,54	36647,79	36026,69	37198,79
Прибыль, руб.	6775,24	7862,54	7932,06	7790,32	7351,11	8129,75
Экономический эффект, руб.	-	1087,30	1156,82	1015,08	575,87	1354,51
Уровень рентабельности, %	24,02	27,29	27,42	26,99	25,64	27,96

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Испытание новой биологически активной кормовой добавки «Хлорелакт» на основе водорослей Chlorella vulgaris с добавлением лактулозы при откорме молодняка свиней в качестве альтернативы антибиотическому препарату показало её эффективность. Биологически активные вещества изучаемой добавки способствовали активизации обменных процессов, укреплению иммунной системы и, как следствие, повышению мясной продуктивности свиней крупной белой породы:

– установлено, что у животных II опытной группы («Хлорелакт») коэффициенты переваримости корма оказались наиболее высокими как по сравнению с контролем, так и I опытной группой (ВП). Однако в опытных группах превышение по переваримости сухого вещества относительно контроля составило 1,15 (P<0,05) и 1,77 (P<0,05), протеина – 1,32 (P<0,05) и 1,86% (P<0,05), жира – 0,82 и 1,68 (P<0,05), БЭВ – 0,96 (P<0,05) и 1,60% (P<0,05). Превышение по использованию азота во II опытной группе составило 1,94 (P<0,01), а в I опытной – 1,54% (P<0,05), кальция – 1,24% (P<0,05) и 0,78 (P<0,05) фосфора – 1,51% (P<0,05) и 1,41 (P<0,05);

– доказано влияние изучаемых добавок на содержание эритроцитов в крови свиней опытных групп, которое увеличилось на 16,90 (P<0,05) и 21,79% (P<0,05). Концентрация гемоглобина превосходила контроль на 17,19 (P<0,05) и 20,71% (P<0,01), гематокрита – на 1,66% (P<0,05) и 2,51% (P<0,01) соответственно;

– в сыворотке крови животных опытных групп обнаружено увеличение содержания общего белка по сравнению с контрольной группой на 4,93 (6,73%; P<0,05) и 6,13 г/л (8,37%; P<0,05), зафиксирован рост содержания в сыворотке крови фермента АСТ на 23,96 (P<0,05) и 32,81% (P<0,01) и снижение АЛТ на 17,95 (P<0,01) и 24,32% (P<0,01) соответственно;

– зафиксировано увеличение содержания глюкозы в сыворотке крови животных I и II опытных групп на 5,08 (P<0,05) и 8,46% (P<0,05), молочной кислоты – на 20,28 (P<0,01) и 29,31% (P<0,001), нейтрофилов с запасами гликогена – на 6,73% (P<0,01) и 8,13% (P<0,01) по сравнению с контролем. Общее количество гликогена в опытных группах превысило контроль на 18,65 (P<0,01), 19,69 (P<0,01) соответственно, что свидетельствует о более высоких запасах легкоусвояемой энергии, необходимой для роста животных;

– установлено увеличение активности показателей естественной резистентности: фагоцитарной активности нейтрофилов на 3,12 (P<0,05) и 4,43% (P<0,01), бактерицидной – на 3,93 (P<0,05) и 6,12 (P<0,01), лизоцимной – на 1,42 (P<0,05) и 1,94% (P<0,05) относительно контроля;

– установленная разница по живой массе в возрасте 90 дней в пользу опытных групп увеличивалась на протяжении выращивания и к концу опыта составила 2,78 (2,73%; P<0,05) и 4,85 кг (4,76%; P<0,01), по среднесуточному приросту живой – 25,8 (3,69%; P<0,05) и 42,2 г (6,04%; P<0,01);

– в результате контрольного убоя обнаружено увеличение убойного выхода в опытных группах, относительно контроля, на 1,10 (P<0,05) и 2,40% (P<0,05). Толщина подкожного шпика снизилась на 1,5 (4,95%; P<0,05) и 1,9 мм (6,35%; P<0,05);

– масса охлаждённых туш опытных групп превышала контроль на 3,09 (4,47%; P<0,05) и 5,55 кг (8,03%; P<0,01), масса мяса – на 2,91 кг (P<0,05) и 5,06 кг (P<0,01), а его выход – на 1,50 (P<0,05) и 2,37% (P<0,01) соответственно. Относительный выход сала в опытных группах снизился на 1,91 (P<0,05) и 2,61% (P<0,01). При этом установлено, что кормовая добавка «Хлорелакт» оказала наиболее благотворное влияние на убойные и мясные качества свиней в сравнении с ветеринарным препаратом, содержащим антибиотик;

– кормовая добавка «Хлорелакт» оказала существенное влияние на химический состав мышечной ткани свиней II опытной группы. Увеличилось содержание сухого вещества и протеина на 0,95 (P<0,05) и 1,06% (P<0,05) относительно контроля. В I опытной группе (ВП) наблюдалась тенденция увеличения этих показателей на 0,33 и 0,34% на фоне контрольной группы;

– процессе созревания мяса обнаружено, что через 3 часа после убоя свиней кислотный показатель мяса pH находился примерно на одном уровне, изменяясь от 5,84 до 5,88, а через 24 часа после убоя в контрольной группе снизился до 5,61 ед., в опытных – до 5,73 и 5,69. Концентрация гликогена в мышечной ткани свиней опытных групп через 3 часа после убоя была выше контроля на 7,42 (P<0,05) и 16,26% (P<0,01), а через 24 часа в контрольной группе снизилось в 2,05 раза, тогда как в I и II опытных группах – на 80,18 и 69,99%. Спустя 3 часа после убоя количество молочной кислоты в мясе животных опытных группах превышало контроль на 5,67 (P<0,05) и 10,79% (P<0,01), а через 24 часа уровень молочной кислоты в контрольной группе увеличился в 2,01 раза, а в опытных группах – на 75,17% и 73,06%;

– в опытных группах зафиксирована более высокая влагоудерживающая способность мышечной ткани, которая превышала контроль на 0,87 и 2,24% (P<0,05), при снижении увариваемости на 0,64 и 2,39% (P<0,05). Разница по содержанию триптофана между контролем и опытными группами составляла 3,97 (P<0,05) и 4,37% (P<0,01) в пользу опытных групп, при снижении уровня оксипролина на 2,04 (P<0,05) и 3,10% (P<0,05);

– анализ химического состава сала показал, что в опытных группах увеличилось содержание протеина – на 0,19% и 0,26% (P<0,05), жира на 0,05 и 0,23%, золы – на 0,04 и 0,06% соответственно. Содержание ненасыщенных кислот увеличилось на 0,5 и 1,1% (P<0,05), при соответствующим снижении насыщенных. Йодное число подкожного шпика опытных групп возросло на 1,2 (P<0,05) и 3,1 ед. (P<0,05) относительно контроля;

– скармливание молодняку свиней опытных групп ветеринарного препарата и кормовой добавки «Хлорелакт» позволило увеличить уровень рентабельности – на 2,68 и 4,30%. При этом во II опытной группе («Хлорелакт») уровень рентабельности превышал аналогичный показатель I опытной группы (ветеринарный препарат, активное вещество хлортетрациклин) на 1,62%, что свидетельствует о возможной замене антибиотиков в рационах свиней на откорме новой кормовой добавкой.

2. Применение в рационах молодняка крупного рогатого скота калмыцкой породы лактулозосодержащих кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» способствовало активизации обмена веществ, иммунного статуса, повышению мясной продуктивности и качественных характеристик говядины:

– за период откорма достигнута разница по живой массе между опытными группами и контролем, которая составила 11,1 ($P<0,001$) и 16,7 кг ($P<0,001$) соответственно. Относительная скорость роста в опытных группах превышала контроль на 2,25 и 3,79%;

– установлено увеличение убойного выхода в I опытной группе на 0,95%, во II опытной – на 1,64%, а содержание мякоти возросло на 6,54 ($P<0,001$) и 9,46% ($P<0,001$) по сравнению с контролем;

– зафиксировано более интенсивное синтезирование бычками опытных групп питательных веществ корма в съедобные ткани: белка на 2,01 ($P<0,05$) и 3,79 кг ($P<0,01$), жира – на 2,88 ($P<0,01$) и 6,15 кг ($P<0,001$), энергии – на 110,43 ($P<0,01$) и 326,72% ($P<0,001$) соответственно. Коэффициент конверсии протеина увеличился в I опытной группе на 0,29%, во II опытной – на 0,51%, коэффициент конверсии обменной энергии – на 1,14 и 0,26%;

– доказано влияние изучаемых добавок на показатели естественной резистентности: уровень фагоцитарной активности нейтрофилов возрос на 2,24 ($P<0,01$) и 4,39% ($P<0,01$), лизоцимной – на 2,31 ($P<0,05$) и 3,19% ($P<0,01$), бактерицидной – на 1,23 ($P<0,05$) и 2,33% ($P<0,01$) относительно контрольной группы;

– высокий абсолютный прирост живой массы в опытных группах позволил получить дополнительную прибыль в сумме 11379,63 и 12441,21 руб., а уровень рентабельности повысить на 10,82 и 15,26% по сравнению с контрольной группой;

3. Исследованиями доказано положительное влияние новых кормовых добавок «ЛактуВет» и «Хлорелакт» на показатели выращивания ремонтного молодняка кур кросса «Хайсекс коричневый» и их дальнейшую яичную продуктивность:

– живая масса ремонтного молодняка в подопытных группах находилась на уровне физиологической нормы, с некоторым увеличением в сторону опытных групп. По завершению роста, перед началом яйцекладки, разница составила – 35,2 (2,60%; P<0,05) и 57,1 г (4,22%; P<0,01), а затраты корма на прирост живой массы снизились на 0,07 и 0,09 кг. Однородность стада в I опытной группе достигла 93,5%, во II опытной – 94,8%, что выше, чем в контроле на 2,2 и 3,5%, которая обеспечит более высокий пик продуктивности и большую устойчивость яйцекладки;

– обнаружено, что перед началом яйцекладки, длина яйцевода у молодок опытных групп превышала контроль на 8,21 (P<0,01) и 9,18% (P<0,01), масса яйцевода – на 9,57 (P<0,01) и 10,51% (P<0,01), а масса яичника – на 28,84 (P<0,01) и 30,17% (P<0,01);

– морфологическая картина крови показала, что уровень эритроцитов превышал аналогичный показатель сверстников из контроля на 17,99 (P<0,05) и 25,26% (P<0,01), концентрация гемоглобина – на 11,71 (P<0,05) и 18,92% (P<0,01), гематокрита – на 2,1 (P<0,05) и 3,2% (P<0,01). В крови птиц I опытной группы содержание лейкоцитов имело тенденцию к увеличению на 1,95%, во II опытной – на 3,77% (P<0,05);

– зафиксирован рост уровня глюкозы в сыворотке крови птиц опытных групп по сравнению с контролем на 13,39 (P<0,05) и 17,68% (P<0,01), триацилглицеролов – на 20,34 (P<0,05) и 29,66% (P<0,01), что свидетельствует о более высокой интенсивности синтеза и распада липидов в этих группах. Содержание холестерина снизилось в опытных группах на 10,11% и 22,88% (P<0,05) по отношению к контролю;

– установлено превышение бактерицидной активности сыворотки крови птиц опытных групп относительно контрольной – на 3,36 (P<0,01) и 5,11% (P<0,01), лизоцимной – на 1,88 (P<0,05) и 3,39% (P<0,01). По показателям клеточной защиты (фагоцитарная активность) преимущество составило 3,40 (P<0,01) и 4,65% (P<0,01);

– получено устойчивое повышение яйценоскости в опытных группах – на 0,87 и 1,44% и снижение затрат корма на получение 10 штук яиц – на 0,05 кг и 0,07 кг;

– установлено улучшение качества инкубационных яиц: масса яиц в I опытной группе повысилась на 1,13 г (1,81%; P<0,05), во II опытной – на 1,40 г (2,24%; P<0,05), толщина скорлупы яиц – на 1,11% (P<0,05) и 1,67% (P<0,05), показатели единиц ХАУ – на 0,96 (P<0,05) и 1,33 (P<0,05), содержание каротиноидов в желтке яиц – на 17,05 (P<0,05) и 60,47% (P<0,001) относительно контрольной группы;

– наблюдалось увеличение содержания протеина в белке яиц опытных групп на 0,18 и 0,29%, сухих веществ – на 0,16 и 0,21%, а содержание углеводов несколько снизилось на 0,032 и 0,092%. В составе желтка яиц увеличилось содержание сухих веществ и протеина на 0,79 (P<0,05) и 0,64% (P<0,05), жира – на 0,18% относительно контрольной группы;

– зафиксированы изменения минерального состава белковой части яиц. Содержание калия возросло на 1,52 (P<0,05) и 2,09% (P<0,01), кальция – на 8,57 (P<0,05) и 11,43% (P<0,05) по отношению к контролю. В желтковой части инкубационных яиц I опытной группы установлено превышение содержания фосфора на 2,96 (P<0,05), калия – на 5,10 (P<0,05), кальция – на 3,14 (P<0,05) и железа – на 5,55% (P<0,05), а во II опытной – на 3,44 (P<0,01), 6,63 (P<0,01), 4,71 (P<0,01) и 16,67% (P<0,01) соответственно. В скорлупной оболочке яиц показатели содержания магния и фосфора в опытных группах имели одинаковые значения с контролем, а содержание кальция возросло на 8,33 (P<0,05) и 10,29% (P<0,01);

– обнаружено, что оплодотворённость инкубационных яиц в опытных группах увеличилась на 1,97 и 2,79%, а вывод кондиционных цыплят находился на уровне 84,52 и 85,78%, что выше, чем в контроле на 2,12 и 3,38%;

– включение в рационы ремонтного молодняка инновационных кормовых добавок «ЛактуВет» и «Хлорелакт» повысило уровень рентабельности в опытных группах на 4,40 и 5,93% относительно контроля.

4. Доказана возможность использования льняного шрота с добавлением сухих томатных и виноградных выжимок в кормлении кур-несушек второй фазы продуктивности. Использование кормовых добавок, не имеющих широкого применения в кормлении птиц, в проведённом опыте положительно повлияло на продуктивность и антиоксидантный статус кур:

– при проведении физиологического опыта установлено, что куры всех подопытных групп, включая III (виноградные выжимки), полностью употребляли заданный корм. Куры II и IV опытных групп переваривали органические вещества лучше, чем контрольной, на 0,9 ($P<0,05$) и 1,2% ($P<0,05$), сырой протеин – на 0,8 ($P<0,05$) и 1,2% ($P<0,05$), сырой жир – на 0,8 ($P<0,05$) и 1,3% ($P<0,05$). Отмечается повышение переваримости БЭВ в I, III и IV опытных группах на 1,6 ($P<0,05$), 1,9 ($P<0,05$) и 2,4% ($P<0,05$). Использование азота от принятого в I, II и IV опытных группах оказалось выше на 1,57 ($P<0,05$), 3,76 ($P<0,01$) и 5,65% ($P<0,01$), а от переваренного – во II и IV на 2,43 ($P<0,05$) и 3,72% ($P<0,01$). Использование кальция в IV опытной группе превышало контроль на 3,10% ($P<0,01$), во II опытной – на 1,77% ($P<0,05$), в I опытной – на 0,89%, в III опытной – на уровне контроля. Использование фосфора возросло во II и IV опытных группах на 0,83 ($P<0,05$) и 1,79% ($P<0,01$) относительно контроля;

– установлено некоторое увеличение уровня гематокрита во II и IV опытных групп на 1,6 ($P<0,05$) и 2,3% ($P<0,01$). Содержание гемоглобина возросло относительно контроля в I и IV опытных группах на 4,78 ($P<0,01$) и 7,46% ($P<0,001$), а во II и III опытных группах наблюдалась тенденция к увеличению на 2,43 и 1,38%. Содержание лейкоцитов в опытных группах увеличилось на 1,18; 2,66; 0,88 и 3,25% по сравнению с контролем. Было обнаружено увеличение уровня лимфоцитов в крови кур II и IV опытных групп, по сравнению с контрольной, на 1,06 ($P<0,05$) и 2,19% ($P<0,01$). Уровень сегментоядерных нейтрофилов снизился во всех опытных группах на 0,19; 0,86; 0,30 и 1,84% ($P<0,01$) соответственно, что доказывает высокую эффективность изучаемых препаратов для поддержания иммунного статуса кур второй фазы продуктивности;

– не выявлено существенных различий по содержанию общего белка, белковых фракций и мочевины в сыворотке крови между опытными группами и контролем. Активность щелочной фосфатазы снизилась у кур опытных групп на 13,50 (P<0,05), 8,74% (P<0,01), 16,55 (P<0,05) и 21,11% (P<0,05) относительно контроля;

– зафиксировано, что применение в кормлении кур томатных и виноградных выжимок как отдельно, так и в комплексе, способствовало активизации ферментов антиоксидантного статуса. В I, III и IV опытных группах по сравнению с контрольной возросла активность супероксиддисмутазы на 8,71 (P<0,05), 9,82 (P<0,05) и 13,24% (P<0,01), а глутатионпероксидазы и церулоплазмина имела тенденцию к увеличению.

Общая антиоксидантная активность в этих опытных группах превышала контроль на 17,20 (P<0,05), 20,38 (P<0,05) и 24,20% (P<0,01). Уровень малонового диальдегида снизился в I опытной группе на 9,97 (P<0,05), в III опытной – на 10,66 (P<0,05) и в IV опытной – на 13,14% (P<0,01). Показатели, характеризующие антиоксидантный статус кур-несушек II опытной группы, находились на уровне контроля;

– установлено, что через четыре недели скармливания экспериментальных рационов живая масса кур IV опытной группы превышала контроль на 44 г (2,38%; P<0,05), а I, II, и III опытных группах наблюдалась тенденция к увеличению. До конца эксперимента живая масса кур опытных групп сохраняла преимущество над контрольными, но достоверная разница была зафиксирована только во II и IV опытных группах, которая составила 36 (1,19%; P<0,05) и 55 г (2,90%; P<0,05);

– учёт яичной продуктивности показал, что отдельно взятые кормовые добавки незначительно повлияли на количество снесенных яиц. Разница между I опытной группой и контролем составила всего 49 яиц, II опытной – 91, а III опытной – находилось на уровне контроля. Комплексное применение изучаемых добавок (IV опытная группа) оказало более эффективное влияние на яйценоскость кур-несушек, где разница по данному показателю составила 224 яйца. Интенсивность яйцекладки повысилась в I, II и IV опытных группах на 0,83; 1,55 и 3,81%, а в III опытной зафиксировано незначительное снижение на 0,12%;

– изучаемые кормовые добавки как индивидуально, так и в комплексе не оказали существенного влияния на качественные показатели пищевых яиц. Вместе с тем, масса яиц превышала контрольные значения во II опытной группе на 0,7 г, в IV опытной – 1,3 г. Толщина скорлупы имела тенденцию к повышению во всех опытных группах. Показатель единиц ХАУ в IV опытной группе превышал контроль на 1,46% (P<0,05). Наблюдалось снижение кислотного числа желтка в I, III и IV опытных группах на 12,91 (P<0,05), 15,13 (P<0,05) и 15,78% (P<0,05).

Обнаружено повышение содержания каротиноидов в желтке пищевых яиц I, III и IV опытных групп на 92,96 (P<0,01), 53,52 (P<0,01) и 50,70% (P<0,01), а II опытной – на 9,86% по сравнению с контрольной группой;

– установлено, что химический состав белка пищевых яиц варьировал среди подопытных групп незначительно. Наибольшую эффективность на содержание сухого вещества и протеина оказал комплекс изучаемых добавок (IV опытная группа), где эти показатели превышали контроль на 0,36 и 0,29%. Изменения химического состава желтка яиц кур I, II и III опытных групп также были недостоверными. Однако в желтке яиц IV опытной группы (комплекс изучаемых добавок) зафиксировано достоверное увеличение содержания сухих веществ на 0,59% (P<0,05), за счет повышения уровня протеина на 0,37% (P<0,05) и жира – на 0,11% относительно контроля;

– зафиксировано превышение содержания лизоцима в пищевых яйцах кур I, III и IV опытных групп на 6,05 (P<0,05), 4,25 (P<0,05) и 7,35% (P<0,01), что связано с использованием томатных и виноградных выжимок, содержащих антиоксиданты. Активность лизоцима в этих группах также превышала контроль на 10,28% (P<0,05), 13,08% (P<0,05) и 15,89% (P<0,01). Активность pH белка I, III и IV опытных группах изменилась в сторону щелочной реакции на 10,26 (P<0,05), 8,97 (P<0,05) и 11,54% (P<0,05), а pH желтка в сторону кислой реакции – на 2,15 (P<0,05), 1,64 (P<0,05) и 2,48% (P<0,01) по сравнению с контролем. Во II опытной группе эти показатели изменились всего на 1,28 и 0,65% относительно контроля;

– обнаружено увеличение общих липидов во II опытной группе на 8,61% (P<0,05), триглицеридов – на 10,17% (P<0,05), в том числе жирных кислот – на 9,39% (P<0,05) по сравнению с контролем. Уровень фосфолипидов, в том числе лецитина, имел тенденцию к увеличению на 5,47 и 4,96% относительно контроля. Предположительно, это связано с наличием ненасыщенных жирных кислот (более 56%) в льняном шроте. В IV опытной группе (комплекс добавок) зафиксировано увеличение уровня триглицеридов на 7,85% (P<0,05), в том числе жирных кислот – на 6,47% (P<0,05) на фоне контроля. Содержание общих липидов в этой группе увеличилось на 5,86%, фосфолипидов, в том числе лецитина – на 2,19 и 2,48% соответственно. Липидный состав пищевых яиц I и III опытных групп находился на уровне контроля по всем изучаемым показателям;

– установлено, что снижение уровня насыщенных жирных кислот в желтке яиц II опытной группы на 0,48% (P<0,05) произошло за счет снижения пальмитиновой и стеариновой кислот на 0,28 (P<0,05) и 0,13% (P<0,05) по сравнению с контролем. Уровень мононенасыщенных жирных кислот возрос на 0,26% (P<0,05), за счет увеличения олеиновой и пальмитолеиновой кислот на 0,17 и 0,09%, а полиненасыщенных – на 0,22% (P<0,05), росту которых способствовало увеличение линолевой и линоленовой жирных кислот на 0,17 (P<0,05) и 0,05% относительно контроля. В IV опытной группе установлена устойчивая тенденция снижения насыщенных жирных кислот на 0,24% и увеличения мононенасыщенных на 0,13%, а полиненасыщенных – на 0,11% по сравнению с контролем. Уровень жирных кислот как насыщенных, так и ненасыщенных в желтке яиц I и III опытных групп колебался незначительно и находился на уровне контроля;

– анализ желтковой части яиц на витаминный состав показал, что в I, III и IV опытных группах содержание жирорастворимых витаминов А и Е возросло по сравнению с контролем на 17,90 (P<0,05), 16,05 (P<0,05), 16,98% (P<0,05) и 11,93 (P<0,05), 13,30 (P<0,05), 13,76% (P<0,05). Содержание витамина $Д_3$ увеличилось в I опытной группе на 8,89%, а в III и IV опытных – на 6,67% относительно контроля.

Водорастворимые витамины, такие как B_1, B_2 и B_6 имели в этих группах устойчивую тенденцию к повышению, а содержание B_4, B_c и B_{12} превышало контроль в I опытной группе на 3,93 ($P<0,01$), 5,55 ($P<0,05$) и 4,92% ($P<0,01$), в III опытной – на 3,12 ($P<0,05$), 5,91 ($P<0,05$) и 5,46% ($P<0,05$), в IV опытной – на 3,51 ($P<0,01$), 5,76 ($P<0,05$) и 3,28% ($P<0,05$). Во II опытной группе содержание всех изучаемых витаминов находилось в пределах уровня контроля. В белковой части яиц обнаружено достоверное увеличение витамина B_4 в I, III и IV опытных группах на 3,53 ($P<0,01$), 3,24 ($P<0,05$) и 2,65% ($P<0,05$) по сравнению с контрольной группой;

– расчёт экономической эффективности позволил установить снижение себестоимости 1000 штук яиц в опытных группах, что способствовало росту уровня рентабельности в опытных группах на 4,11; 5,09; 2,55 и 8,00% относительно контроля.

5. Доказана эффективность введения in ovo витаминов группы В на вывод цыплят, рост и формирование ремонтных молодок финального гибрида кросса «Хайсекс коричневый» и их дальнейшую продуктивность:

– установлено, что инъецирование витамина B_{12} (IV опытная группа), в период эмбриогенеза, оказало наиболее эффективное воздействие на развитие цыплят, вывод которых увеличился по сравнению с контролем на 3,70%, в III опытной группе (B_6) – на 2,96%, в I опытной ($B_{1)}$ и II опытной (B_2) – на 2,22%, в V опытной (фолиевая кислота B_c) – на 0,75%. Масса суточных цыплят II, III, IV и V опытных групп находилась на уровне контроля, а I опытной группы превышала контроль на 0,47 г ($P<0,05$);

– доказано, что в возрасте 4-х недель живая масса ремонтных молодок всех подопытных групп соответствовала нормативным значениям, а в опытных группах незначительно превышала контроль. К концу выращивания (17-ть недель) живая масса птиц I (B_1) опытной группы опережала контроль на 5,32% ($P<0,01$), II (B_2) опытной – на 3,17% ($P<0,05$), III (B_6) опытной – на 4,36% ($P<0,01$), IV (B_{12}) опытной – на 4,82% ($P<0,01$) и V (B_c – фолиевая кислота) – на 4,54% ($P<0,01$), что позволило снизить затраты корма на единицу прироста живой массы по сравнению с контролем на 0,09; 0,04; 0,06; 0,08 и 0,07 кг. Однородность поголовья по живой массе в опытных группах возросла на 4,6; 2,9; 3,3; 4,2 и 4,0%;

– выявлено, что длина яйцевода молодок I опытной группы (B_1) оказалась выше контроля на 6,28% (P<0,01), III опытной (B_6) – на 5,77% (P<0,01), IV опытной (B_{12}) – на 6,66% (P<0,01), V опытной (фолиевая кислота) – на 6,24% (P<0,01), II опытной группы (B_2) – на 3,96% (P<0,05). Масса яйцевода ремонтных молодок опытных групп увеличилась по сравнению с контролем на 12,04 (P<0,01), 7,56 (P<0,05), 8,57 (P<0,05), 10,07 (P<0,01) и 9,88% (P<0,01) соответственно. Наиболее сильное влияние на массу яичников оказала обработка витамином B_1 (I опытная) и витамином B_{12} (IVопытная) группы, где масса яичников оказалась выше, чем в контроле на 19,29 (P<0,01) и 18,97% (P<0,01), в III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытных группах – на 16,61 (P<0,01) и 17,61% (P<0,05), а во II (B_2) опытной группе – на 14,14% (P<0,05);

– установлено, что переваримость сухого вещества и протеина во всех опытных группах превышала контрольные значения, но при этом только во II, III и V опытных группах разница оказалась статистически достоверной и составила 2,0 (P<0,05), 1,6 (P<0,05), 2,2% (P<0,05) и 1,8 (P<0,05), 1,6 (P<0,05), 2,0% (P<0,05) соответственно. Использование азота от принятого превышало контроль в I (B1) опытной группе на 1,03%, II (B_2) – на 20,5% (P<0,05), III (B_6) – на 2,57% (P<0,05), IV (B_{12}) – на 1,54% и V (фолиевая кислота) – на 3,08% (P<0,05). Использование кальция от принятого с кормом ремонтными молодками II (B_2), III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытных групп оказалось выше контроля на 2,16 (P<0,05), 1,62 (P<0,05) и 2,70% (P<0,05), а I (B_1) и IV (B_{12}) опытных – на 0,54 и 1,08%.

Аналогичным образом использовался фосфор в организме ремонтных молодок опытных групп, превышение относительно контроля составило во II (B_2) опытной группе 3,78% (P<0,05), в III (B_6) – 5,67% (P<0,01), в V (фолиевая кислота) – 7,56% (P<0,01), а в I (B_1) и IV (B_{12}) опытных группах разница оказалась равнозначной и составила 1,90%;

– зафиксировано, что наиболее эффективное влияние на белковый обмен ремонтных молодок опытных групп оказала обработка in ovo фолиевой кислотой (V опытная группа), рибофлавином (II опытная группа) и пиридоксином (III опытная группа), где увеличение общего белка составило 5,05 (P<0,05), 4,16 (P<0,05) и 3,50% (P<0,01), альбуминовой фракции – 9,66 (P<0,05), 7,89 (P<0,05) и 7,17% (P<0,05). Обнаружено снижение активности фермента АЛТ в V опытной группе на 25,58 (P<0,01), в III опытной – на 2,50 (P<0,05), во II опытной – на 23,55% (P<0,05) относительно контроля, при этом активность фермента АСТ в этих группах возросла 14,42 (P<0,01), 12,01 (P<0,01) и 9,23% (P<0,05);

– определена устойчивая тенденция к увеличению уровня общих липидов в I (B_1) и IV (B_{12}) опытных группах на 5,99 и 6,81%, во II (B_2), III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытных – на 8,57 (P<0,05), 9,04 (P<0,05) и 10,45% (P<0,05). Содержание альфа- и бета-липопротеидов в сыворотке крови ремонтных молодок I опытной группе (B_1) увеличилось на 6,75 и 5,69%, во II опытной (B_2) – на 9,70 (P<0,05) и 8,13% (P<0,05), в III опытной – на 10,55 (P<0,05) и 8,46% (P<0,05), в IV опытной (B_{12}) – на 8,02 и 6,34% и в V опытной (фолиевая кислота) – на 11,39 (P<0,05) и 10,08% (P<0,05). Установлена достоверная разница увеличения уровня триглицеридов во II (B_2), III (B_6) и V (фолиевая кислота) опытных группах на 23,89 (P<0,05), 21,24 (P<0,05) и 27,43% (P<0,05), а I (B_1) и IV (B_{12}) опытных группах на 9,73 и 7,97%, что еще раз подчеркивает положительное влияние обработки эмбрионов in ovo на интенсивность липидного обмена;

– исследованиями установлено, что обработка эмбрионов in ovo витаминами B_1 (тиамин) и B_2 (рибофлавин) оказалась наиболее эффективной в формировании органов иммунной системы. Масса бурсы Фабрициуса I, II и V опытных групп достоверно превосходила контроль на 34,97 (P<0,01), 30,86 (P<0,01) и 28,99% (P<0,01), а масса селезенки – на 22,18 (P<0,01), 18,66 (P<0,01) и 15,85% (P<0,05). На массу тимуса наиболее существенное влияние оказала обработка витамином B_6 (III опытная группа) и B_c (V опытная группа), где обнаружено превышение массы тимуса по отношению к контролю на 20,57 (P<0,05) и 16,71% (P<0,01);

– превышение количества яиц, снесённых курами опытных групп за учётный период, составило в I опытной 158 яиц, во II опытной – 188, в III опытной – 165, в IV опытной – 85 и в V опытной – 234 относительно контроля. Интенсивность яйцекладки в I, II, III и IV опытных группах находилась примерно на одном уровне, колебания варьировали от 92,18 до 92,87%, незначительно превышая контроль. В V опытной группе интенсивность яйцекладки составила 93,40%, что выше контроля на 1,42%. Как итог, затраты кормов на 10 яиц снизились по отношению к контролю на 0,03; 0,05; 0,03; 0,01 и 0,06 кг;

– достоверная разница в пользу опытных групп по массе яиц зафиксирована только в I (B_1) и V (B_c) опытных группах, которая составила 1,2 (1,92%; $P<0,05$) и 1,4 г (2,24%; $P<0,05$). Увеличение массы яиц во II (B_2), III (B_6) и IV (B_{12}) опытных группах по сравнению с контрольной оказалось на уровне 0,7 (1,12%); 0,9 (1,44%) и 0,5 г (0,80%) при статистически недостоверных значениях. Показатель единиц ХАУ, зависящий от массы яиц и высоты плотного белка в представленных исследованиях находился на физиологическом уровне;

– обнаружено превышение уровня сухого вещества в желтке яиц II (рибофлавин), III (пиридоксин), IV (кобаламин) и V (фолиевая кислота) опытных групп на 0,61 ($P<0,05$), 0,59 ($P<0,05$), 0,57 ($P<0,05$) и 0,66% ($P<0,05$), а в I (тиамин) опытной группе превышение составило 0,48%. В сухом остатке желтка обнаружена достоверная разница в пользу опытных групп содержания белка и золы, которая в I, II, III, IV и V опытных группах составила 0,50 ($P<0,05$) и 0,05% ($P<0,05$), 0,52 ($P<0,05$) и 0,07% ($P<0,05$), 0,51 ($P<0,05$) и 0,05% ($P<0,05$), 0,49 ($P<0,05$) и 0,06% ($P<0,05$), 0,55 ($P<0,05$) и 0,08% ($P<0,05$);

– макроэлементный состав яичной массы показал, что в опытных группах содержание кальция во II и V опытных группах достоверно превышало контроль 8,45 ($P<0,05$) и 10,17% ($P<0,05$), а в I, III и IV опытных группах этот показатель увеличился на 4,22; 6,72 и 2,11%. Уровень фосфора возрос во II, III и V опытных группах на 6,82 ($P<0,05$), 5,79 ($P<0,05$) и 9,26% ($P<0,05$), а в I и IV опытных – на 2,44 и 1,84% относительно контроля. Концентрация калия достоверно увеличилась в I, II, III и V опытных группах на 5,41 ($P<0,05$), 6,43 ($P<0,05$), 4,71 ($P<0,05$) и 9,25% ($P<0,01$) и, только в IV опытной группе увеличение относительно контроля на 3,45% не имела достоверной величины.

Разница по содержанию магния, между опытными группами и контрольной, имела уверенную тенденцию к увеличению, однако только в V опытной группе достигла достоверного значения и составила 17,48% (P<0,05). Содержание кальция в скорлупе яиц во всех опытных группах возросло по сравнению с контролем, но при этом только во II и V опытных группах увеличение достигло достоверных значений, которое составило 4,46 (P<0,05) и 5,04% (P<0,05), а в I, III и IV опытных группах разница находилась на уровне 2,02; 2,83 и 1,82%;

– экономический анализ показал, что в опытных группах уровень рентабельности увеличился на 3,27; 3,40; 2,97; 1,62 и 3,94%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Использование кормовой добавки «Хлорелакт» при откорме свиней крупной белой породы в качестве альтернативы антибиотическому препарату в количестве 2 кг/т корма позволяет увеличить живую массу на 4,85 кг, убойный выход – на 2,4%, а уровень рентабельности – на 4,30%, что свидетельствует о возможной замене антибиотиков в рационах свиней на откорме.

2. Применение кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» в рационах бычков калмыцкой породы способствует повышению живой массы на 11,1 и 16,7 кг, убойного выхода – на 0,95 и 1,64%, содержание мякоти – на 6,54 и 9,46%, а уровень рентабельности – на 10,82 и 15,26% по сравнению с контрольной группой. Рекомендуемые дозировки добавок: «Лактувет-1» –20 г/5 кг корма на голову, «Кумелакт-1» – 30 г/5 кг корма на голову.

3. При выращивании ремонтного молодняка для родительского стада кросса «Хайсекс коричневый» рекомендовано включать в рацион кормовые добавки «ЛактуВет» и «Хлорелакт» в дозировке 2 кг/т корма, которые активизируют формирование репродуктивных органов к началу продуктивного периода, повышая яйценоскость на 0,87 и 1,44%, снижая затраты корма на 0,05 и 0,07 кг. В итоге, выход курочек финального гибрида увеличивается на 6,99 и 9,94%, а уровень рентабельности возрастает на 4,40 и 5,93%.

4. Рекомендовано добавление в рацион кур-несушек второй фазы продуктивности нетрадиционных кормов: томатных выжимок – 15%, льняного шрота – 45%, виноградных выжимок – 5%, так как это способствовало удешевлению комбикорма при сохранении яичной продуктивности от применения виноградных выжимок и увеличении на 0,83% от применения томатных выжимок, на 1,55% от применения льняного шрота и на 3,81% от применения комплекса изучаемых добавок. При этом улучшились качества пищевых яиц, в т.ч. цвет яичных желтков и содержание каротиноидов. Уровень рентабельности возрос во всех опытных группах на 4,11; 5,09; 2,55 и 8,00% по сравнению с контролем.

5. Рекомендовано птицеводческим предприятиям, занимающимся инкубацией яиц, проводить инъецирование in ovo витаминами группы В (B_1, B_2, B_6, B_{12} и B_c) на 14-й день инкубации в воздушную камеру, что позволяет увеличить вывод цыплят на 2,22; 2,96; 3,70 и 0,75%, улучшить все параметры выращивания ремонтных молодок, яичную продуктивность кур, повысить уровень рентабельности на 3,27; 3,40; 2,97; 1,62 и 3,94% по отношению к контролю.

Перспективы дальнейшей разработки темы исследования

Перспективным остаётся направление по изысканию кормовых добавок, содержащих биологически активные вещества, способные заменить антибиотические препараты и различного рода стимуляторы роста при выращивании всех видов животных и птиц. Не менее важным вопросом остаётся поиск кормов и кормовых добавок, позволяющих заменить дорогостоящие и дефицитные корма, такие как кукуруза и соя. В дальнейшем планируется разработать и изучить кормовые добавки, способные отвечать на вызовы, возникшие в процессе выращивания животных и птиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдельхамид, М.А.С. Физиологическое состояние организма и продуктивность цыплят-бройлеров при использовании кормовых добавок / М.А.С. Абдельхамид, А.Р. Лозовский. – Текст : непосредственный // Естественные науки. Биотехнология. – 2017. – № 4 (61). – С. 97-103.

2. Абдуллабеков, Р.А. Виноградные выжимки в комбикормах для цыплят-бройлеров: дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Абдуллабеков Рашид Абдуллабекович. – Махачкала, 2013. – 125 с. – Текст : непосредственный.

3. Агафонычев, В.П. К вопросу оценки потребительских свойств куриных яиц разных категорий / В.П. Агафонычев, Т.И. Петрова, С.С. Кругалев. – Текст : непосредственный // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 2. – С. 12-17.

4. 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. – Текст : непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2 (34). – С. 106-108.

5. Андрианова, Е.Н. Кормовой концентрат на основе микроводорослей для цыплят-бройлеров / Е.Н. Андрианова, И.А. Егоров, Л.М. Присяжная, Ю.В. Зозуля, О.А. Рожков, И.П. Уралов. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2017. – № 1. – С. 17-21.

6. Антипов, В.А. Бета-каротин: значение для животных и птиц, их воспроизводства и продуктивности / В.А. Антипов, А.Н. Турченко, В.Ф. Васильев, В.С. Самойлов, Р.В. Казарян, Е.В. Кузьминова, Л.В. Полищук. – Краснодар, 2006. – 91 с. – Текст : непосредственный.

7. Ахмедханова, Р.Р. Использование питательных веществ корма цыплятами-бройлерами при вводе в комбикорма муки из виноградных выжимок / Р.Р. Ахмежханова, Р.А. Абдуллабеков, Р.Ш. Ибрагимов. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственный журнал. – 2014. – Т. 3. – № 7. – С. 359-362.

8. Бабайлова, Г.П. Химический состав мяса свиней крупной белой породы / Г.П. Бабайлова, С.Л. Жданов, А.А. Дубинин. – Текст : непосредственный // Мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Вятской государственной сельскохозяйственной академии. – Киров, 2010. – С. 54-56.

9. Баекенова, Г.И. Морфобиохимические компоненты крови и продуктивные особенности кур при использовании антиоксидантов / Г.И. Баекенова. – Текст : непосредственный // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – Т. 208. – Вып. 4. – С. 6-11.

10. Бакшеев, А.Ф. Взаимодействие клеточного и гуморального звеньев иммунной системы у свиней в процессе их роста и развития / А.Ф. Бакшеев, Н.В. Ефанова, К.А. Бакшеева, Л.М. Осина. – Текст : непосредственный // Общебиологические вопросы современной ветеринарии. Новосибирский ветеринарный портал. – 2004. – С. 13-16.

11. Бессарабов, Б.Ф. Защитные механизмы птицы в постэмбриональном развитии / Б.Ф. Бессарабов. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2009. – № 10. – С. 46-47.

12. Бессарабов, Б.Ф. Этиопатогенез, диагностика и профилактика нарушений обмена веществ у сельскохозяйственной птицы / Б.Ф. Бессарабов, С.А. Алексеева, Л.В. Клетикова. – М.: Зоомедлит, 2011. – 296 с. – Текст : непосредственный.

13. Бессарабов, Н.С. Белковый и углеводный обмен у несушек / Н.С. Бессарабов, Л. Клетикова, С. Алексеева. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2011. – № 4. – С. 18-20.

14. Близнецов, А.В. Результаты использования биологически активных веществ в промышленном свиноводстве / А.В. Близнецов, И.Н. Токарев, И.Ф. Хайретдинова. – Текст : непосредственный // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1. – С. 34-38.

15. Богданов, Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных / Н.И. Богданов. – Текст : непосредственный. – Пенза: РИО ПГСХА. – 3-е изд., перераб. и доп., 2007. – С. 7-31.

16. Богданов, Н.И. Хлорелла, расширение возможностей животноводства / Н.И. Богданов. – Текст : непосредственный // Главный зоотехник. – 2004. – № 5. – С. 3-5.

17. Болотников, И.А. Гематология птиц / И.А. Болотников, Ю.В. Соловьев. – Л.: Наука, 1980. – 116 с. – Текст : непосредственный.

18. Болотников, И.А. Физико-химические основы иммунитета сельскохозяйственной птицы / И.А. Болотников, Ю.В. Конопатов. – Л.: Наука, 1997. – 164 с. – Текст : непосредственный.

19. Бородулина, И.В. Постнатальное развитие фабрициевой бурсы, тимуса, печени и яичников кур под влиянием некоторых адаптогенов: автореф. дисс. … канд. ветер. наук: 16.00.02 / Бородулина Ирина Владимировна. – Барнаул, 2009. – 18 с. – Текст : непосредственный.

20. Бояринцев, П. Опыт применения биологически активных препаратов в свиноводстве / П. Бояринцев, М. Злобина, О. Калиногорская, С. Татаринова, Т. Бояринцева, С. Скрябина. – Текст : непосредственный // Свиноводство. – 2007. – № 5. – С. 9-11.

21. Бреславец, Ю.П. Рост, развитие и мясные качества свиней при скармливании им суспензии хлореллы: дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Бреславец Юрий Павлович. – Белгород, 2015. – 134 с. – Текст : непосредственный.

22. Бузлама, В.С. Методическое пособие по изучению процессов перекисного окисления липидов и системы антиоксидантной защиты организма у животных / В.С. Бузлама. – Текст : непосредственный. – Воронеж, 1997. – С. 9.

23. Васильева, Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных / Е.А. Васильева. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 254 с. – Текст : непосредственный.

24. Васильева, С.В. Сравнение показателей минерального обмена у разных видов домашних животных и птицы / С.В. Васильева, М.В. Умеренкова, А.Э. Арифулина. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сб. мат. LIII Междунар. студ. науч.-практ. конф. (29 марта 2019), 2019. – Ч. 1. – С. 52-54.

25. Вертипрахов, В.Г. Использование идеального метода в оценке баланса кальция в организме кур несушек / В.Г. Вертипрахов. – Текст : непосредственный // Международный вестник ветеринарии. – 2019. – № 4. – С. 125-131.

26. Верховский, О.А. Структурные и функциональные особенности иммуноглобулинов птиц / О.А. Верховский, Ю.Н. Федоров, М.М. Гараева. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 2007. – № 11. – С. 18-22.

27. Вишневец, А.В. Биометрия в животноводстве: учебно-методическое пособие / А.В. Вишневец, В.Ф. Соболева, Т.В. Видасова. – Витебск, 2017. – 43 с. – Текст : непосредственный.

28. Гамзаев, Р.А. Эффективность использования балансирующих добавок с цеолитом и карбамидом при откорме молодняка крупного рогатого скота: дисс. … канд. с.-х. наук.: 06.02.02 / Гамзаев Руслан Ахмедризаевич. – Дубровицы, 2001. – 125 с. – Текст : непосредственный.

29. Георгиевский, В.И. Пищеварение птиц / В.И. Георгиевский. – Текст : непосредственный // Руководство по физиологии сельскохозяйственных животных. – Л., 1978. – С. 80-130.

30. Гидранович, В.И. Биохимия. Тетрасистема / В.И. Гидранович. – Беларусь, 2012. – 528 с. – Текст : непосредственный.

31. Гладков, Б.А. Некоторые физиологические и возрастные особенности иммунной системы у кур / Б.А. Гладков. – Текст : непосредственный // Диагностика, патоморфология, патогенез и профилактика болезней в промышленном животноводстве. Межвузовский научный сборник. – Саратов, 1990. – Ч. 2. – С. 132-135.

32. Горлов, И.В. Инновационные разработки лактулозосодержащих пищевых добавок и БАД: монография / И.Ф. Горлов, В.Н. Храмова, М.И. Сложенкина, С.Е. Божкова, Е.А. Селезнева. – Волгоград: ВолгГТУ, НИИММП РАСХН, 2011. – 71 с. – Текст : непосредственный.

33. Горлов, И.Ф. Биохимические показатели крови свиней при оценке качественных характеристик мяса / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, В.А. Бараников, Д.В Николаев, В.И. Водянников, В.В. Лодянов. – Текст : непосредственный // Свиноводство. – 2019. – № 1. – С. 31-35.

34. Горлов, И.Ф. Влияние новой кормовой добавки на воспроизводство птицы / И.Ф. Горлов, З.Б. Комарова, А.Н. Струк, С.М. Иванов, В.Г. Фризен. – Текст : непосредственный // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 6. – С. 73-75.

35. Горлов, И.Ф. Использование новых кормовых добавок в рационах откармливаемых свиней и их влияние на основные показатели контрольного убоя / И.Ф. Горлов, А.Ф. Шнайдер, И.В. Водяников, А.Т. Варакин, В.А. Ситников, А.Н. Сивко. – Текст : непосредственный // Стратегия научного обеспечения конкурентноспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества: мат. Всерос. научн.-практ. конф. – Волгоград, 2006. – С. 91-94.

36. Горлов, И.Ф. Использование селена при производстве продукции животноводства и БАДов: монография / И.Ф. Горлов. – Москва-Волгоград: Вестник РАСХН, 2005. – 189 с. – Текст : непосредственный.

37. Горлов, И.Ф. Новые способы оптимизации нутриентного состава пищевых яиц / И.Ф. Горлов, З.Б. Комарова, Е.Ю. Злобина, Е.В. Карпенко. – Текст : непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград. – 2014. – № 4 (36). – С. 121-125.

38. Горлов, И.Ф. Повышение продуктивности подсвинков и потребительских качеств их мяса / И.Ф. Горлов. – Текст : непосредственный // Свиноводство. – 2007. – № 2 – С. 16-17.

39. Горлов, И.Ф. Премикс для кур-несушек второй фазы продуктивности / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, З.Б. Комарова, В.Г. Фризен, Д.В. Фризен, С.М. Иванов, Д.Н. Ножник, О.Е. Кротова, И.В. Ткачева. – Текст : непосредственный // Патент на изобретения RU 2703418, № 29. – 2019. – 12 с.

40. Горлов, И.Ф. Применение лактулозосодержащих препаратов в животноводстве и при переработке животноводческой продукции: монография / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина. – Волгоград, 2020. – 152 с. – Текст : непосредственный.

41. Горлов, И.Ф. Применение пробиотических препаратов в рационах птицы на всех этапах выращивания: рекомендации / И.Ф. Горлов, И.В. Ткачева, З.Б. Комарова, О.Е. Кротова, В.Ф. Позднякова. – Волгоград, 2018. – 10 с. – Текст : непосредственный.

42. Горлов, И.Ф. Рекомендации по повышению продуктивности и улучшению качественных показателей мяса крупной белой породы свиней нового типа «Краснодонский» за счёт факторов кормления / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, А.И. Сивко, Е.А. Крыштоп, В.А. Ситников. – М.: Вестник РАСХН, 2007. – 36 с. – Текст : непосредственный.

43. Горлов, И.Ф. Способы повышения эффективности производства свинины и улучшения её качества: рекомендации / И.Ф. Горлов, В.И. Водяников, А.И. Сивко [и др.]. – М.: Вестник РАСХН, 2005. – 25 с. – Текст : непосредственный.

44. Григорьева, Т.Е. Сравнительная эффективность влияния различных БВМД на рост свиней и пищевую ценность мяса / Т.Е. Григорьева, Т.Л. Григорьева. – Текст : непосредственный // Зоотехния. – 2009. – № 3. – С. 23-25.

45. Грицюк, ОВ. Липидный обмен и продуктивность кур-несушек при скармливании разных форм белмина: дисс. … канд. биол. наук: 06.02.02 / Грицюк Ольга Вячеславовна. – Москва, 2004. – 148 с. – Текст : непосредственный.

46. Гришин, А.И. Суспензия хлореллы в рационах свиней / А.И. Гришин, Р.А. Стрельников, Ю.П. Бреславец, Т.А. Малахова, Г.С. Походня. – Текст : непосредственный // Проблемы и перспективы инновационного развития животноводства: мат. XVII Междунар. науч.-производ. конф. 97. – Белгород: Изд.-во. БелГСХА, 2013. – С. 85.

47. Грищук, С.В. Активность каталазы крови у поросят в связи с физиологическим состоянием на фоне разной обеспеченности рационов витаминами А и Е / С.В. Грищук. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 6. – С. 54-59.

48. Громов, И.Н. Особенности структурной организации иммунной системы птиц / И.Н. Громов. – Текст : непосредственный // Практик. – 2003. – № 9. – С. 90-97.

49. Гудин, В.А. Физиология и этология сельскохозяйственных птиц / В.А. Гудин, В.Ф. Лысов, В.И. Максимов. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 336 с. – Текст : непосредственный.

50. Гулюшин, С. Значение пребиотиков в регуляции кишечной микрофлоры / С. Гулюшин, Н. Садовникова, И. Рябчик. – Текст : непосредственный // Комбикорма. – 2009. – № 7. – С. 20.

51. Гуляева, Л.Ю. Качество яиц кур-несушек при использовании в рационе антиоксидантных биодобавок / Л.Ю. Гуляева, В.Е. Улитько, О.Е. Ерисанова. – Текст : непосредственный // Достижения молодых ученых в ветеринарную практику: мат. IV междунар. науч. конф. – ФГБУ «ВНИИЗЖ», 2016. – С. 235-241.

52. Гупало, И.М. Влияние использования L-карнитина и убихинона in ovo на эмбриональное развитие мясных кур / И.М. Гупало, А.М. Долгорукова, А.А. Зотов, М.С. Тишенкова. – Текст : непосредственный // Journal of Agriculture and Environment. – 2021. – № 420. – С. 1-5.

53. Гущин, В.В. Птицеводческая отрасль страны: состояние и перспективы / В.В. Гущин. – Текст : непосредственный // Мясные технологии. – 2017. – № 5 (173). – С. 6-9.

54. Джавадов, Э.Д. Антибиотики в птицеводстве: альтернативные методы профилактики заболеваний и лечения птицы / Э.Д. Джавадов, И.Н. Вихрева, Т.Т. Папазян [и др.]. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2017. – № 11. – С. 41-46.

55. Долгорукова, А.М. Влияние пренатального кормления эмбрионов на развитие органов желудочно-кишечного тракта и скорость роста цыплят / А.М. Долгорукова, М.С. Михеева. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – С. 62-65. – DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10312.

56. Долгорукова, А.М. Особенности использования глюкозы эмбрионами кур различного направления продуктивности / А.М. Долгорукова, А.А. Зотов. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2019. – № 3. – С. 48-52.

57. Долгорукова, А.М. Способ увеличения скорости роста цыплят / А.М. Долгорукова, В.Ю. Титов, А.А. Зотов, М.С. Михалева, Л.И. Сидорова. // Официальный

бюллетень «Изобретения. Полезные модели» РФ, RU 2700095, № 26. – 2019. – 9 с. – Текст : непосредственный.

58. Долгорукова, А.М. Пренатальное питание домашней птицы и его постнатальные эффекты / А.М. Долгорукова, В.Ю. Титов, В.И. Фисинин, А.А. Зотов. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 5. – № 6. – С. 1061-1072.

59. Дорофейчук, В.Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом // Лабораторное дело. – 1968. – № 1. – 28-30 с. – Текст : непосредственный/

60. Дудина, Н.П. Повышение воспроизводительных функций хряков-производителей за счет скармливания им суспензии микроводорослей штамма Chlorella vulgaris ИФР № С-111 хлореллы / Н.П. Дудина, Е.Г. Федорчук, Г.С. Походня. – Текст : непосредственный // Свиноводство и технология производства свинины: сб. науч. тр. науч. школы проф. Г.С. Походни. – Белгород: изд-во БелГСХА, 2010. – Вып. 4. – С. 80-86.

61. Егоров, Б.В. Перспективы использования побочных продуктов консервных продуктов / Б.В. Егоров, И.С. Малаки. – Текст : непосредственный // Зерновые продукты и комбикорма. – 2013. – Т. 52. – № 4. – С. 28-32.

62. Егоров, Б.В. Усовершенствование рецептуры комбикормов для кур-несушек с использованием отходов консервной промышленности / Б.В. Егоров, И.С. Малаки. – Текст : непосредственный // Научные труды Одесской национальной академии пищевых технологий. – 2014. – Т. 46. – № 1. – С. 57-62.

63. Егоров, И. Пребиотик в питании бройлеров / И. Егоров, Ш. Имангулов. – Текст : непосредственный // Комбикорма. – 2007. – № 5. – С. 71.

64. Егоров, И. Современные подходы к кормлению кур-несушек / И. Егоров. – Текст : непосредственный // Комбикорма. – 2017. – № 2. – С. 69-72.

65. Егоров, И.А. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы:

рекомендации / И.А. Егоров, В.А Манукян, Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, Т.М. Околелова [и др.] под общей редакцией академика РАН В.И. Фисинина и академика РАН И.А. Егорова. – ФНЦ ВНИТИП РАН, 2019. – 215 с. – Текст : непосредственный.

66. Ездакова, И.Ю. Динамика розеткообразующих клеток кур в онтогенезе / И.Ю. Ездакова, О.М. Чуйко, Е.О. Чадина. – Текст : непосредственный // Ветеринарная патология. – 2008. – № 2 (25). – С. 62-64.

67. Епимахова, Е.Э. Пищевая и биологическая ценность яиц и яичных продуктов: учебное пособие / Е.Э. Епимахова, И.А. Трубина. – Ставрополь, 2015. – 46 с. – Текст : непосредственный.

68. Ермаков, С.Е. Обмен веществ и продуктивные качества цыплят-бройлеров при включении в их рацион энергопротеинового концентрата «ЭСПК»: дисс. … канд. биолог. наук: 03.03.01 / Ермаков Сергей Евгеньевич. – Брянск, 2017. – 193 с. – Текст : непосредственный.

69. Жиенбаева, С.Т. Виноградные выжимки для сельскохозяйственной птицы / С.Т. Жиенбаева, Н.Б. Батырбаева. – Текст : непосредственный //Архивариус. – 2015. – Т. 2. – № 2. – С. 44-46.

70. Жиенбаева, С.Т. Применение льняного жмыха при производстве комбикормов для сельскохозяйственной птицы / С.Т. Жиенбаева, А.М. Ермуканова, А.Б. Мынбаева. – Текст : непосредственный // Механика и технологии. – 2020. – № 4 (70). – С. 83-88.

71. Жученко, Е.В. Влияние эфирных масел на микроорганизмы различной таксономической принадлежности в сравнении с современными антибиотиками. Сообщение III. Действие масел лаванды, розового дерева, эвкалипта, пихты, на некоторые грамположительные бактерии / Е.В. Жученко, Е.Ф. Семенова, Н.Н. Маркелова, А.И. Шпичка, А.А. Князькова. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Приволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 1 (9). – С. 30-41.

72. Злепкин, В.А. Интенсивные технологии производства свинины с использованием нетрадиционных кормовых добавок: монография / В.А. Злепкин,

Д.А. Злепкин, Н.А. Злепкина, А.В. Ильчугулов, Ю.Н. Матвеев. – Волгоград: ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2011. – 196 с. – Текст : непосредственный

73. Иванов, С.М. Эффективность использования новых биологически активных добавок в яичном птицеводстве: дисс. … канд. биол. наук: 06.02.10 / Иванов Сергей Михайлович. – Волгоград, 2012. – 142 с. – Текст : непосредственный.

74. Ивашкин, В.А. Руководство по работе с аутосексными кроссами «Декалб Уайт» и «Хайсекс Браун» / В.А. Ивашкин, Н.Н. Лыжина, О.Н. Пачина [и др.]. – 2019. – 50 с. – Текст : непосредственный.

75. Имангулов, Ш.А. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / Ш.А. Имангулов, И.А. Егоров, Т.М. Околелова, А.Н. Тишенков [и др.]. – Сергиев Посад, 2000. – 35 с. – Текст : непосредственный

76. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2003. – 456 с. – Текст : непосредственный.

77. Калиниченко, Г.И. Сравнительная характеристика показателей естественной резистентности крови свиней различных генотипов / Г.И. Калиниченко, А.И. Кислинская. – Текст : непосредственный // Научный фактор в стратегии инновационного развития свиноводства. – Гродно: ГГАУ, 2015. – С. 55-58.

78. Капитонова, Е.А. Рекомендации по применению продуктов переработки льна в рационах сельскохозяйственной птицы / Е.А. Капитонова, А.К. Ромашко, М.П. Кузьменко. – Витебск, 2017. – 19 с. – Текст : непосредственный.

79. Карагодина, Н.В. Влияние биогенных стимуляторов на естественную резистентность свиней / Н.В. Карагодина, О.Н. Полозюк, Ю.С. Войтенко. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы производства свинины в РФ: матер. Межвуз. коорд. совета по свиноводству. – п. Персиановский, 2009. – С. 111-112.

80. Карсанова, М.Д Пробиотик и антиоксидант стимулируют продуктивность несушек / М.Д. Карсанова, Ф.Н. Цогоева. – Текст : непосредственный //

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.

81. Клетикова, Л.В. Биохимический статус крови кур кросса «Хайсекс Браун» при выращивании на высокотехнологичном предприятии / Л.В. Клетикова, В.В. Пронин. – Текст : непосредственный // Russian veterinary journal. – 2014. – № 1. – С. 5-6.

82. Клетикова, Л.В. Выращивание яичной птицы в условиях промышленного птицеводства: проблемы адаптации: монография / Л.В. Клетикова. – Шуя: ФГБОУ ВПО «ШГПУ», 2012. – 96 с. – Текст : непосредственный.

83. Клетикова, Л.В. Динамика обмена кальция и фосфора у высокопродуктивных кур в зависимости от периода яйцекладки / Л.В. Клетикова. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 1. – С. 57-58.

84. Козинец, А.И. Влияние пребиотической кормовой добавки «ВАМИ-Лактулоза» на продуктивность крупного рогатого скота / А. И. Козине, О.Г. Голушко, Т.Г Козинец, М.А. Надаринская. – Текст : непосредственный // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2015. – № 2. – С. 70-75.

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

86. Колесник, Е.А. О кластерной системе фосфолипидов в онтогенезе бройлерных цыплят / Е.А. Колесник, М.А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – № 2. – 217-224.

87. Комарова, З.Б. Биоконверсия корма у кур родительского стада кросса

«Хайсекс коричневый» под воздействием премиксов с дигидрокверцетином и арабиногалактаном / З.Б. Комарова, Н.И. Мосолова, А.Н. Струк, И.В. Ткачева, О.Е. Кротова, Д.Н. Ножник, Д.В. Фризен, А.В. Рудковская, В.Н. Сергеев. – Текст : непосредственный // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – № 1 (5). – С. 53-59.

88. 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. – Текст : непосредственный.

89. Комарова, З.Б. Влияние биологически активных добавок на качество пищевых яиц / З.Б. Комарова, С.М. Иванов, Д.Н. Ножник. – Текст : непосредственный // Дни науки – 2012: мат. VIII междунар. науч.-практ. конф. – Прага, 2012. – С. 76-80.

90. Комарова, З.Б. Влияние новой кормовой добавки на качественные показатели пищевых яиц / З.Б. Комарова, А.В. Рудковская, М.В. Фролова, Е.Н. Тарасов, С.С. Курмашева, Е.А. Струк. – Текст : непосредственный // Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения: мат. Межрег. науч.-практ. конф. (с международным участием), посвященной 90-летию ФГБОУ ВО РостГМУ минздрава России. Волгоград, 2020. – С. 231-238.

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

92. Комарова, З.Б. Получение пищевых яиц с заданными функциональными свойствами / З.Б. Комарова, С.М. Иванов, Д.Н. Ножник, О.П. Шахбазова. – Текст : непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград. – 2012. – № 4 (28). – С. 120-124.

93. Кондрахин, И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / И.П. Кондрахин, А.В. Архипов. – М.: Колос. – 2004. – 520 с. – Текст : непосредственный.

94. Котарев В.И. Динамика показателей крови молодняка кур яичного направления на фоне применения комплексной пробиотической добавки / В.И. Котарев, Л.И. Денисенко, В.В Шипилов. – Текст : непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – С. 188-192. – DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-188-192.

95. Кочиш, И.И. Действие пребиотика Ветелакт на микробиом кишечника и продуктивность кур / И.И. Кочиш, О.В. Мясникова, М.В. Мотин, Х.С. Элькоми. – Текст : непосредственный // Молекулярно-генетические технологии для анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных: мат. 2-ой Междунар. науч.-прак. конф. – Москва, 2020. – С. 363-372.

96. 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. Скрябина, ОНО ППЗ «Конкурсный», 2007. – 104 с. – Текст : непосредственный.

97. Кощаев, А.Г. Биохимия сельскохозяйственной продукции / А.Г. Кощаев. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 396 с. – Текст : непосредственный.

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

99. Кузьмина, Т.А. Определение бактерицидной активности крови методом фотонефелометрии / Т.А. Кузьмина, О.В. Смирнова. – Текст : непосредственный // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 1966. – № 4. – С. 8-11.

100. Кулова, Ф.М. Томатные отходы в рационе свиней / Ф.М. Кулова. – Текст : непосредственный // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: мат. всеросс. науч.-практ. конф. в честь 90-летия кафедр «Кормление, разведение и генетика сельскохозяйственных животных» и «Частная зоотехния» факультета технологического менеджмента. Г. Владикавказ, 2021. – С. 174-177.

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

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

103. Ленкова, Н.В. Взаимосвязь системы антиоксидантной защиты с продуктивностью и стрессустойчивостью свиней: дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Ленкова Наталья Владимировна. – п. Персиановский, 2007. – 173 с. – Текст : непосредственный.

104. Ленкова, Т.Н. Продуктивность и качество яиц кур-несушек при использовании в комбикормах цеолита / Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, И.Г. Сысоева. – Текст : непосредственный // Птица и птицепродукты. – 2019. – № 6. – С. 22-25.

105. Линник, А. Прединкубационная обработка яиц / А. Линник, С. Алексеева, О. Кузнецов. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2018. – № 12. – С. 19-24.

106. Лукьянов, В.А. Научно обоснованное культивирование микроводорослей / В.А. Лукьянов, А.И. Стифеев, С.Ю. Горбунова. – Текст : непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 9. – С. 55-57.

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

108. Максимюк, Н.Н. Физиология кормления животных: Теории питания, прием корма, особенности пищеварения / Н.Н. Максимюк, В.Г. Скопичев. – СПб.: Лань, 2004 – 256 с. – Текст : непосредственный.

109. 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. – Текст : непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – Издательство Горского ГАУ, 2015. – Т. 52. – Ч. 4. – С. 153-157.

110. Маркин, Ю. Разумная альтернатива антибиотикам / Ю. Маркин, Н. Нестеров. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2018. – № 2. – С. 8-11.

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

112. 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. – Текст : непосредственный.

113. Медведский, В.А. Биологические основы минерального питания сельскохозяйственной птицы / В.А. Медведский, М.В. Базылев, Л.П. Большакова, Х.Ф. Мунаяр. – Текст : непосредственный // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – № 2. – С. 93-108.

114. Мелихов, В.В. Хлорелла – высокопродуктивная кормовая добавка / В.В. Мелихов. – Текст : непосредственный // Вестник АПК. – 2003. – № 5. – С. 14-16.

115. Мелихов, В.В. Хлорелла в рационах подсосных свиноматок / В.В. Мелихов, М.В. Московец. – Текст : непосредственный // Экологические проблемы загрязнения водоемов Волжского бассейна, современные методы и пути их решения: мат. Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2004. – С. 112-114.

116. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы: рекомендации // Под. общ. ред. В. И. Фисинина. – Сергиев Посад. – 2010. – 97 с. – Текст : непосредственный.

117. Методическое руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, Е.А. Манукян, Т.М. Околелова, Т.Н. Ленкова [и др.] // Сергиев Посад. – 2015. – 199 с. – Текст : непосредственный.

118. Мирошников, С.А. Особенности влияния биологически активных препаратов на содержание химических элементов в теле кур-несушек / С.А. Мирошников, О.Н. Суханова, С.В. Лебедев [и др.] . – Текст : непосредственный // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 244-247.

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

120. Мкртчан, Ш.А. Определение естественной резистентности сельскохозяйственных животных: методические рекомендации / Ш.А. Мкртчан. – Новосибирск, 1981. – 41 с. – Текст : непосредственный.

121. Муханов, Н.Б. Возможности использования биомассы хлореллы в кормлении сельскохозяйственных животных / Н.Б. Муханов, Е.Ж. Шорабаев, Ж.К. Дастанова. – Текст : электронный // Молодой ученый. – 2015. – Т. 2. – № 7 (87). – С. 21-22. – URL: https://moluch.ru/archive/87/17222.

122. Немчикова, Е.А. Выращивание птицы без кормовых антибиотиков / Е. А. Немчикова. – Текст : непосредственный // Мировые и российские тренды развития птицеводства: мат. XIX Междунар. конф. ВНАП. Сергиев Посад. – 2018. – С. 275-277.

123. Николаев, С.И. Влияние биологически активных добавок в составе рациона кур-несушек на переваримость питательных веществ / С.И. Николаев, М.А. Шерстюгина, А.К. Карапетян, С.В. Чехранова. – Текст : непосредственный // Развитие животноводства – основа продовольственной безопасности: мат. национ. конф. – 2017. – С. 119-124.

124. Новикова, О. Кормовые добавки для профилактики бактериальных болезней в птицеводстве / О. Новикова, А. Сафронов. – Текст : непосредственный // Эффективное животноводство. – 2019. – № 4 (5). – С. 57-60.

125. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 304 с. – Текст : непосредственный.

126. Овчинников, А.А. Иммуно-биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при использовании биологически активных добавок в рационе / А.А. Овчинников, Л.Ю. Овчинникова, А.А. Лакомый. – Текст : непосредственный // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. – 2016. – № 1. – С. 5-8.

127. Околелова, Т.М. Актуальность применения биологически активных веществ в производство премиксов в птицеводстве: методические рекомендации / Т.М. Околелова, Р.И. Шарипов. – Текст : непосредственный // Сергиев Посад. – 2011. – С. 155-174.

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

129. Околелова, Т.М. О проблемах минерального питания современных высокопродуктивных кроссов кур / Т.М. Околелова, Н.Н. Маркелова. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2012. – № 4. – С. 26-28.

130. Околелова, Т.М. Птицеводство: актуальные вопросы и ответы / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев, И.А. Егоров // М.: РИОР, 2020. – 268 с. – Текст : непосредственный.

131. Околышев, С. Мясо-сальные качества свиней / С. Околышев. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2008. – № 4. – С. 43-45.

132. Осипенко, О. Альтернатива антибиотикам в птицеводстве: решение, предоставленное природой / О. Осипенко, М-Э. Бонгартс. – Текст : электронный // AgroVet Times 2019 (URL: https://avatlantik.com.ua/ru/media/articles/540 (15.09.2020)).

133. Острикова, Э.Е. Влияние биостимулирующих и антистрессовых препаратов на продуктивность и биологические особенности свиней: монография / Э.Е. Острикова, В.А. Бараников, Н.М. Кувичкин, Н.В. Карагодина. – п. Персиановский, 2010. – 117 с. – Текст : непосредственный.

134. Павлова, Н. Значение нормальной микрофлоры пищеварительного тракта птиц для их организма / Н. Павлова, Ф. Киржаев, Р. Лапискайте. – Текст : непосредственный // Птицеводческое хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 12-14.

135. Петров, Е.Б. Технологические и экономические аспекты производства говядины: рекомендации / Е.Б. Петров, А.И. Чертоляс, Ю. Кранц. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 36 с. – Текст : непосредственный.

136. Плутахин, Г. Хлорелла и ее применение в птицеводстве / Г. Плутахин, Н. Магнева, А. Кощаев, И. Пятиконов, А. Петенко. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2011. – № 5. – С. 16

137. Погодаев, В.А. Влияние технологии производства свинины на качество мышечной ткани / В.А Погодаев, Р.С. Кондратов. – Текст : непосредственный // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. Тр. СКНИИЖ по мат. 9-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2016. – Ч. 2. – С. 196-201.

138. Погодаев, В.А. Качество мышечной и жировой ткани чистопородных и гибридных свиней / В.А. Погодаев, А.Д. Пешков. – Текст : непосредственный // Свиноводство. – 2011. – № 4. – С. 24-26.

139. Подобед, Л.И. Льняной жмых пополняет ассортимент белковых добавок для животных и птиц / Л.И. Подобед. – Текст : непосредственный // Масла и жиры. – 2019. – № 11-12. – С. 25-27.

140. Полотовский, К.А. Влияние биодобавок на рост, интерьерные показатели и мясные качества в птицеводстве: дисс… канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Полотовский Константин Александрович. – п. Персиановский, 2018. – 134 с. – Текст : непосредственный.

141. Пономарев, В.А. Клинические и биохимические показатели крови птицы / В.А. Пономарев, В.В. Пронин, Л.В. Клетикова [и др.]. – Иваново: ПресСто, 2014. – 288 с. – Текст : непосредственный.

142. Пономаренко, Ю.А. Корма, кормовые добавки, биологически активные вещества для сельскохозяйственной птицы: монография / Ю.А. Пономаренко, В.И. Фисинин, И.А. Егоров, В.С. Пономаренко. – Москва, 2009. – 656 с. – Текст : непосредственный.

143. Походня, Г.С. Использование суспензии хлореллы в рационах поросят при их выращивании и откорме / Г.С. Походня, Ю.П. Бреславец. – Текст : непосредственный // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2. – С. 54-58.

144. Походня, Г.С. Повышение воспроизводительных функций хряков-производителей за счет использования суспензии хлореллы в их рационах / Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук, Н.П. Дудина. – Текст : непосредственный // Перспективное свиноводство. – 2011. – № 2. – С. 20-24.

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

146. Репко, Е.В. Применение комплексного препарата РВЕ для коррекции обмена веществ у кур-несушек при сочетанной патологии / Е.В. Репко. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 5-6. – С. 61-63.

147. Ромашко, А.К. Использование льняного жмыха и масла в кормлении кур-несушек / А.К. Ромашко. – Текст : непосредственный // Вестник Национальной академии Беларуси. – 2014. – № 3. – С. 87-91.

148. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.М. Околелова [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2018. – 226 с. – Текст : непосредственный.

149. Рябчик, И. Естественная защита микрофлоры кишечника / И. Рябчик. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2009. – № 1. – С. 23-24.

150. Ряднов, А.А. Научно-практическое обоснование использования селеноорганических препаратов и ростостимулирующих средств при производстве свинины: автореф. дис. … д-ра биол. наук: 06.02.10 / Ряднов Алексей Анатольевич. – Волгоград, 2012. – 52 с. – Текст : непосредственный.

151. Савченко, В.С. Использование семян и жмыха льна в комбикормах для цыплят-бройлеров: автореф. дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Савченко Виталий Сергеевич. – Сергиев Посад, 2009. – 23 с. – Текст : непосредственный.

152. Садовников, Н.В. Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов: монография / Н.В. Садовников, Н.Д. Придыбайло, Н.А. Верещак, А.С. Заслонов // Екатеринбург – Санкт-Петербург: Уральская ГСХА, НПП «АВИВАК», 2009. – 86 с. – Текст : непосредственный.

153. Сайфитова, А.Т. Особенности яиц и яичных продуктов / А.Т. Сайфитова, С.А. Высотин. – Текст : электронный // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – 2. С. – URL: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=18189.

154. Саломатин, В. Биологически активные препараты в свиноводстве / В. Саломатин, В. Злепкин, О. Будтуев. – Текст : непосредственный // Комбикорма. – 2010. – № 5. – С. 62.

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

156. Свиндсен, О.Л. Обойдемся без антибиотиков / О.Л. Свиндсен. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2017. – № 4. – С. 10-12.

157. Святковский, А.В. Здоровье кур-несушек и качество яиц при сочетанном применении янтарной кислоты и добавки БИУМ / А.В. Святковский, П.С. Рябцев, А.А. Святковский. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2020. – № 11-12. – С. 49-52.

158. Середа, Т.И. Характеристика углеводного обмена в организме кур-несушек кросса «Ломанн белый» / Т.И. Середа, М.А. Дерхо. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 3. – № 31 (1). – С. 334-337.

159. Симон, Е.И. Методика определения баланса азота у сельскохозяйственных животных / Е.И. Симон. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 45 с. – Текст : непосредственный.

160. Скворцова, Л.Н. Использование инулинсодержащего пребиотика при выращивании цыплят-бройлеров / Л.Н. Скворцова, А.А. Свистунов, Д.В. Осепчук. – Текст : непосредственный // Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки: мат. VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Владикавказ. – 2012. – Ч. 2. – С. 122-124.

161. Скворцова, Л.Н. Пребиотики различной природы для птицы / Л.Н. Скворцова. – Текст : непосредственный // Комбикорма. – 2009. – № 4. – С. 70.

162. 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. – 720 с. – Текст : непосредственный.

163. Смоленкова, О.В. Возрастная динамика содержания общего холестерина в органах и тканях кур-несушек и цыплят-бройлеров: автореф. дисс. ... канд. биолог. наук: 03.03.01 / Смоленкова Ольга Викторовна. – Курск, 2011. – 22 с. – Текст : непосредственный.

164. 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. – Текст : непосредственный // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2003. – Т. 39. – Ч. 2. – С. 95-97.

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

166. Струк, А.Н. Научно-практическое обоснование использования новых биологически активных добавок на основе лактулозы и стимулирующих средств при производстве мяса сельскохозяйственных животных и птицы: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.10; 06.02.08 / Струк Александр Николаевич. – Волгоград, 2010. – 54 с. – Текст : непосредственный.

167. Супрунов, О.В. Физиология питания птицы / О.В. Супрунов // Краснодар, 2000. – 309 с. – Текст : непосредственный.

168. Тагирова, П.Р. Совершенствование технологии переработки выжимки винограда, выращиваемого в Чеченской Республике: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.18.01 / Тагирова Петимат Рамзановна. – Краснодар: КубГТУ, 2017. – 24 с. – Текст : непосредственный.

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

170. Терещенко, В.А. Переваримость и усвоение питательных веществ корма у ремонтного молодняка кур под действием комплексной минеральной добавки / В.А. Терещенко, Т.А. Полева. – Текст : непосредственный // Вестник Краснодарского ГАУ. – 2020. – № 3. – С. 118-124.

171. Тимофеева, Т.Н. Влияние лактобифадола на рубцовое пищеварение, обмен энергии и мясную продуктивность бычков красной степной породы: дисс. … канд. биол. наук: 06.02.02; 06.02.04 / Тимофева Татьяна Николаевна. – Оренбург, 2005. – 105 с. – Текст : непосредственный.

172. Тихонов, С.В. Влияние липотропных факторов на обмен липидов и физиологическое состояние мясных цыплят и кур-несушек: автореф. дисс. … кандид. биолог. наук: 03.00.13 / Тихонов Сергей Валерьевич. – Краснодар, 2003. – 25 с. – Текст : непосредственный.

173. Томмэ, М.Ф. Переваримость кормов / М.Ф. Томмэ, Р.В. Мартыненко, К. Неринг [и др.]. – М.: Колос, 1970. – 463 с. – Текст : непосредственный.

174. Трушина, Л.Н. Содержание ферментов переаминирования в крови свиней / Л.Н. Трушина, Л.Ю. Топурия, Г.М. Топурия, Е.В. Волкова. – Текст : непосредственный // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2021. – С. 260-263.

175. Улитько, В.Е. Развитие репродуктивных органов молодняка родительского стада и последующее проявление инкубационных качеств яиц кур на рационах с антиоксидантными добавками / В.Е. Улитько, Л.Ю. Гуляева, О.Е. Ерисанова, Л.А. Пыхтина, С.П. Лифанова. – Текст : непосредственный // Птицеводство. – 2020. – № 1. – С. 11-15.

176. Федорчук, Е.Г. Эффективность использования нетрадиционных кормов в рационах свиней: монография / Е.Г. Федорчук, Л.А. Манохина, Г.С. Походня, В.В. Шабловский, Т.В. Морозова [и др.]. – Белгород: Везелица, 2011. – 336 с. – Текст : непосредственный.

177. Федюк, В.В. Способы интегрированной оценки иммунного статуса и резистентности организма свиней: методическое пособие / В.В. Федюк, Е.И. Федюк, И.А. Житник. – пос. Персиановский: ДонГАУ, 2011. – 15 с. – Текст : непосредственный.

178. Финогенова, Ю.А. Морфология селезенки бройлеров под влиянием хлореллы / Ю.А. Финогенова, Е.В. Зайцева. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы естественных наук. – Брянск, 2009. – С. 219-223.

179. 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. – Текст : непосредственный.

180. Фисинин, В.И. Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова [и др.] – М., 2014. – 119 с. – Текст : непосредственный.

181. Фисинин, В.И. Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего: монография / В.И. Фисинин. – Москва, 2019. – 470 с. – Текст : непосредственный.

182. Фисинин, В.И. Птицеводство России – стратегия инновационного развития. – М: Россельхозакадемия, 2009. – 147 с. – Текст : непосредственный.

183. Хаитов, Р.М. Иммунология / Р.М. Хаитов, Г.А. Игнатьева, И.Г. Сидорович. – М.: Медицина, 2000. – 432 с. – Текст : непосредственный.

184. Ходорович, В. Вакцинация и стимуляция биопрепаратами. Основные аспекты иммунизации цыплят in ovo / В. Ходорович. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2021. – № 4. – С. 18-20.

185. Хохрин, С.Н. Влияние мультиэнзимных композиций на состав крови птицы / С.Н. Хохрин, З.Б. Галецкий. – Текст : непосредственный // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2006. – № 1. – С. 26-28.

186. Черванев, В.А. Хлорелла – повышение резервных возможностей свиноводства / В.А. Черванев, П.А. Тарасенко, Ж.Г. Петрова. – Текст : непосредственный // Свиноводство. – 2011. – № 1 – С. 38-40.

187. Черный, Н.В. Резистентность и продуктивность кур-несушек при использовании в рационе детергента / Н.В. Черный, Е.В. Ткачева, Е.В. Щербак, В.В. Козьменко, В.В. Вороняк. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2015. – № 8 (88). – С. 65-69.

188. Чернышев, И.И. Кормовые факторы и обмен веществ / И.И. Чернышев, И.Г. Пашин, Н.И. Шумский. – Воронеж, 2007. – 188 с. – Текст : непосредственный.

189. Чумаченко, В.Е. Определение естетственной резистетности и обмена веществ у сельскохозяйственных животных / В.Е. Чумаченко, А.М. Высоцкий, Н.А. Сердюк, В.В. Чумаченко // К.: Урожай, 1990. – 136 с. – Текст : непосредственный.

190. Шацких, Е. Использование хлореллы в кормлении поросят / Е. Шацких. – Текст : непосредственный // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2006. – № 7. – С. 53-60.

191. Шейко, И.П. Качественные показатели мышечной и жировой тканей разводимых в республике пород свиней / И.П. Шейко, Р.И. Шейко, Е.А. Янович, М.А. Петухова, В.Н. Заяц. – Текст : непосредственный // Перспективы развития свиноводства стран СНГ: мат. междунар. науч.-практ. конф. 23-24 августа 2018 г. – Жодино, 2018. – С. 140-150.

192. 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. – Текст : непосредственный // Зоотехния. – 2018. – № 5. – С. 22-24.

193. Шкаленко, А.С. Убойные качества молодняка свиней крупной белой породы / А.С. Шкаленко, И.В. Водяников, В.В. Водянникова, А.Н. Сивко. – Текст : непосредственный // Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственного сырья для создания кокурентноспособных пищевых продуктов: мат. межд. науч.-практ. конф. 26-27 июня 2007 г. – Волгоград, 2007. – Ч. 2. – С. 184-186.

194. Шкаленко, В.В. Разработка методов интенсификации производства конкурентоспособной продукции свиноводства за счет оптимизации генотипических и паратипических факторов в условиях промышленных комплексов: дисс. … докт. биолог. наук: 06.02.10 / Шкаленко Вера Владимировна. – Волгоград, 2015. – 338 с. – Текст : непосредственный.

195. Шмаков, Ю.И. Методические рекомендации по определению экономического эффекта от внедрения результатов научно-исследовательских работ в животноводстве / Ю.И. Шмаков, Л.Л. Комаров, Н.В. Черекаев. – М.: Дубровицы, 1984. – 29 с. – Текст : непосредственный.

196. Шперов, А.С. Влияние биологически активных веществ на продуктивность свиней / А.С. Шперов, Т.А. Ряднова, А.Ф. Злепкин, А.А. Ряднов. – Текст : непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса «Зоотехния и ветеринария». – Волгоград, 2006. – С. 109-112.

197. Шумская, М. Анализы крови у птиц. Основные показатели и их диагностическая значимость / М. Шумская, Е. Рябушенко. – Текст : электронный // URL: https:// www.mybirds.ru/health/medic/analiz_krovi _ pticy.php.

198. Яминский, И. Белок, побеждающий бактерии / И. Яминский. – Текст : непосредственный // Квант. – 2001. – № 3. – С. 13-15.

199. Aaslyng, M.D. Cooking loss and juiciness of pork in relation to rawmeat quality and cooking procedure / M.D. Aaslyng, C. Bejerholm, P. Ertbjerb, H.C. Bertram, / H.J. Andersen // Food Qual. Prefer. 2003; 14:277-288.

200. Acosta, J.A. Effect of lactose, inulin, Lactobacillus acidophilus fermentation product, or dietary antibiotics on nursery pig digestibility and nitrogen retention / J.A. Acosta, N.K. Gable, J.W. Frank, B.E. Bass, J.F. Patience // J. Anim. Sci. 2017; 95(2):143.

201. Aditya, S. Supplementation of grape pomace (Vitis vinifera) in broiler diets and its effect on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, blood profile, and meat quality / S. Aditya, S.-J. Ohh, M. Ahammed, J. Lohakare // Animal Nutrition. 2018; 4(2):210-214. doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.004.

202. Ahmedna, J.Y. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications / J.Y. Ahmedna // Int J Food Sci Technol. 2013; 48: 221-237.

203. Alarcón, M. Effect of winery by-product extracts on oxidative stability, volatile organic compounds and aroma profile of cooked pork model systems during chilled storage / M. Alarcón, M.S. Pérez-Coelho, M.C. Díaz-Maroto, M.E. Alañón, A. Soriano // LWT-Food Sci. Technol. 2021; 152: 112260.

204. Al-Betawi, N.A. Preliminary Study on Tomato Pomace as Unusual Feedstuff in Broiler Diets / N.A. Al-Betawi // Pak. J. Nutr. 2005; 4: 57-63.

205. Al-Daraji, H.J. Effect of in ovo injection with L arginine on productive and physiological traits of Japanese quail / H.J. Al-Daraji, A.A. Al-Mashadani, W.K. Al-Hayani, A.S. Al-Hassani, H.A. Mirza // S. Afr. J Anim. Sci. 2012; 42(2): 139-145.

206. Alfaia, C.M. Influence of dietary Chlorella vulgaris and carbohydrate-active enzymes on growth performance, meat quality and lipid composition of broiler chickens / C.M. Alfaia, J.M. Pestana, M. Rodrigues, D. Coelho, M.J. Aires, D.M. Ribeiro, V.T. Major, C.F. Martins, H. Santos, P.A. Lopes [et al.] // Poult. Sci. J. 2021; 100: 926-937.

207. Algieri, F. Intestinal anti-inflammatory effects of oligosaccharides derived from lactulose in the trinitrobenzenesulfonic acid model of rat colitis / F. Algieri, A. Rodriguez-Nogales, N. Garrido-Mesa, T. Vezza, J. Garrido-Mesa, M.P. Utrilla [et al.] // J Agric Food Chem. 2014; 62: 4285-97. doi.org/10.1021/jf500678p.

208. Aliakbarian, B. Production of a novel fermented milk fortifed with natural antioxidants and its analysis by NIR spectroscopy / B. Aliakbarian, M. Casale, M. Paini, A.A. Casazza, S. Lanteri, P. Perego // LWT Food Sci Technol. 2015; 62: 376-383.

209. Al-Murrani, W.K. Effect of injecting amino acids into the egg on embryonic and subsequent growth in the domestic fowl / W.K. A1-Murrani // Br. Poult. Sci.1982; 23: 71-174.

210. Altmann, B.A. Do dietary soy alternatives lead to pork quality improvements or drawbacks? A look into micro-alga and insect protein in swine diets / B.A. Altmann, C. Neumann, S. Rothstein, F. Liebert, D. Mörlein // Meat Sci. 2019; 153: 26-34.

211. Altmann, B.A. Meat Quality Derived from High Inclusion of a Micro-Alga or Insect Meal as an Alternative Protein Source in Poultry Diets: A Pilot Study / B.A. Altmann, C. Neumann, S. Velten, F. Liebert, D. Mörlein // Foods 2018; 7(3): 34. DOI: 10.3390/foods7030034.

212. Al-Yasiry, A.R.M. The Boswellia serrata resin in broiler chicken diets and mineral elements content and meat nutritional value / A.R.M. Al-Yasiry, B. Kiczorowska, W. Samoli´nska // Biol. Trace Elem. Res. 2017; 179: 294-303.

213. Alzueta, C. Effect of whole and demucilaged linseed in broiler chicken diets on digesta viscosity, nutrient utilisation and intestinal microflora / C. Alzueta, M.L. Rodríguez, M.T. Cutuli, A. Rebole, L.T. Ortiz, C. Centeno, J. Treviño // Br. Poult. Sci. 2003; 44: 67-74.

214. Amerah, A.M. Effect of different levels of rapeseed meal and sunflower meal and enzyme combination on the performance, digesta viscosity and carcass traits of broiler chickens fed wheat-based diets / A.M. Amerah, K. van de Belt, van J.D. Der Klis // Animal. 2015; 9: 1131-1137.

215. Amin, I. Determination of vitamin C, β-carotene and riboflavin contents in five green vegetables organically and conventionally grown / I. Amin, S.F. Cheah // Malays. J. Nutr. 2010; 9(1): 31-39.

216. Anjum, F.M. Impact of extruded flaxseed meal supplemented diet on growth performance, oxidative stability and quality of broiler meat and meat products / F.M. Anjum, M.F. Haider, M.I. Khan, M. Sohaib, M.S. Arshad // Lipids Health Dis. 2013; 12: 13-24.

217. Anton, M. Chemical and structural characterisation of low-density lipoproteins purifed from hen egg yolk / M. Anton, V. Martinet, M. Dalgalarrondo, V. Beaumal, E. David-Briand, H. Rabesona // Food Chemistry. 2003; 83(2): 175-183.

218. Apperson, K.D. Effect of whole flax seed and carbohydrase enzymes on gastrointestinal morphology, muscle fatty acids, and production performance in broiler chickens / K.D. Apperson, G. Cherian // Poult. Sci. 2017; 96: 1228-1234.

219. Asif, M. A Review on Adverse Effects of Overdose Vitamins on Human Health / M. Asif // Persian Journal of Medical Sciences. 2016; 3(4): 44-61.

220. Austic, R. Potential and limitation of a new defatted diatom microalgal biomass in replacing soybean meal and corn in diets for broiler chickens / R. Austic, A. Mustafa, B. Jung, S. Gatrell, X. Lei // J. Agric. Food Chem. 2013; 31: 7341-7348.

221. Ayasan, T. Determination of in vitro rumen digestibility and potential feed value of tiger nut varieties / T. Ayasan, E. Sucu, I. Ülger, H. Hizli, P. Cubukcu, B.D. Özcan // S. Afri. J. Anim. Sci. 2020; 50(5): 738-744. DOI: 10.4314/sajas.v50i5.12.

222. Azizi, M. Practical applications of agricultural wastes in poultry feeding in Mediterranean and Middle East regions. Part 1: citrus, grape, pomegranate and apple wastes / M. Azizi, A.R. Seidavi, M. Ragni, V. Laudadio, V. Tufarelli // World's Poult Sci J. 2018; 74(3): 489-498.

223. Bach Knudsen, K.E. The role of carbohydrates in intestinal health of pigs / K.E. Bach Knudsen, M.S. Hedemann, H.N. Lærke // Anim Feed Sci Technol. 2012; 173: 41-53.

224. Bakyaraj, S., Modulation of Post-hatch Growth and Immunity through in Ovo Supplemented Nutrients in Broiler Chickens / S. Bakyaraj, S.K. Bhanja, S. Majumdar, B. Dash // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2012; 92(2): 313-320. DOI: 10.1002/jsfa.4577.

225. Baňoch, T. Utilization of iodine from different sources by sows and their progeny / T. Baňoch, Z. Fajt, J. Kuta, V. Kotrbáček, R. Konečný, J. Trávníček, M. Svoboda // Neuroendocrinol Lett. 2011; 32: 510-517.

226. Barkia, I. Microalgae for High-Value Products Towards Human Health and Nutrition / I. Barkia, N. Saari, S.R. Manning // Mar Drugs. 2019; 17(5): 304. DOI: 10.3390/md17050304.

227. Baurhoo, B. Cecal populations of Lactobacilli and Bifidobacteria and Escherichia coli after in vivo Escherichia coli challenge in birds fed diets with purified lignin or mannanoligosaccharides / B. Baurhoo, A. Letellier, X. Zhao [et al.] // Poult Sci. 2007; 86: 2509-16.

228. Bean, L.D. Long-term effects of feeding flaxseed on performance and egg fatty acid composition of brown and white hens / L.D. Bean, S. Leeson // Poultr Sci. 2003; 82(3): 388-394.

229. Becker, W. Microalgae for Aquaculture: The Nutritional Value of Microalgae for Aquaculture. In: Rechmond A, editor. Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology andApplied Phycology / W. Becker // TheOxford: Blackwell Publishing. 2007: 380-391.

230. Beres, C. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: a review / C. Beres, G.N. Costa, I. Cabezudo, N.K. da Silva-James, A.S. Teles, A.P. Cruz, S.P. Freitas // Waste Manage. 2017; 68: 581-594.

231. Bhanja, S.K. In ovo carbohydrate supplementation modulates growth and immunity-related genes in broiler chickens / S.K. Bhanja, A. Goel, N. Pandey, M. Mehra, S. Majumdar, A.B. Mandal // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 2015; 99: 163-173.

232. Biesiada-Drzazga, B. Wplyw pochodzenia i systemu utrzymania kur na jako´s´c jaj spo˙zywczych / B. Biesiada-Drzazga, A. Janocha // Zywno´s´c. Nauka. Technologia. Jako´s´c. 2009; 3: 67-74.

233. Blalock, J.E. The Immune System as a Sensory Organ / J.E. Blalock // The Journal of Immunology. 1984; 132(3): 1067-1070.

234. Blesso, C.N. Egg phospholipids and cardiovascular health / C.N. Blesso // Nutrients. 2015; 7(4): 2731-2747.

235. Bombik, E. Characterization of table eggs-producing organic farms in Lublin voivodeship / E. Bombik, K. Lagowska, M. Bednarczyk-Szurmak, M. R´o˙zewicz, A. Janocha // Acta Sci. Pol. Zootechnica. 2015; 14: 55-66.

236. Bonos, E. Spirulina as a functional ingredient in broiler chicken diets / E. Bonos, E. Kasapidou, A. Kargopoulos, A. Karampampas, E. Christaki, P. Florou-Paneri, I. Nokolakakis // S. Afr. J. Anim. Sci. 2016; 46: 94-102.

237. Brenes, A. Use of polyphenol-rich grape by-products in monogastric nutrition / A. Brenes, A. Viveros, S. Chamorro, I. Arija // A review. Anim. Feed Sci. Technol. 2016; 211: 1-17.

238. Burns, J. Identification and quantification of carotenoids, tocopherols and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables / J. Burns, D. Paul, P. Fraser, M. Bramley // Phytochemistry. 2003; 62: 939-947.

239. Cachaldora, P. Double enrichment of chicken eggs with conjugated linoleic acid and n-3 fatty acids through dietary fat supplementation / P. Cachaldora, P. Garc´ia-Rebollar, C. Alvarez, J. Mendez, J.C. De Blas // Animal Feed Science and Technology. 2008; 144: 315-326.

240. Calder, P. Mechanisms of Action of (n-3) Fatty Acids / P. Calder // J. Nutr. 2012; 142: 592-599.

241. Calislar, S. Effects of dry tomato pulp on egg yolk pigmentation and some egg yield characteristics of laying hens / S. Calislar, G. Uygur // J. Anim. Vet. Adv. 2010; 9(1): 96-98.

242. Camacho, F. Potential industrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: a short review / F. Camacho, A. Macedo, F. Malcata // Mar. Drugs. 2019; 17(6): 312. doi.org/10.3390/md17060312.

243. Celi, P. Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: New opportunities for sustainable animal production / P. Celi, A.J. Cowieson, F. Fru-Nji, R.E. Steinert, A.M. Kluenter, V. Verlhac // Anim Feed Sci Technol. 2017; 234: 88-100. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2017.09.012.

244. Chae, J.P. Lactulose increases bacterial diversity and modulates the swine faecal microbiome as revealed by 454-pyrosequencing / J.P. Chae, E.A.B. Pajarillo, C.-S. Park, D.-K. Kang // Anim. Feed Sci. Technol. 2015; 209: 157-166.

245. Chamani, M. Evaluation the effects of in-ovo injection of different nutrients on hatch percentage, performance and carcass parameters of broilers / M. Chamani, Sh. Tasharrofi, F. Forudi, A.A. Sadeghi, M. Aminafshar // Annals of Biol. Res. 2012; 3(7): 3771-3776.

246. Chandiranathan, T. Effect of in ovo supplementation of various nutrients on immune response: A review / T. Chandiranathan, Karu Pasupathi, C. Valli, Om A.V. Prakash // International Journal of Chemical Studies. 2018; 6(6): 2413-2414.

247. Chaudhary, A. Multiindicator sustainability assessment of global food systems / A. Chaudhary, D. Gustafson, A. Mathys // Nat. Commun. 2018; 9: 848.

248. Chedea, V.S. Red grape pomace rich in polyphenols diet increases the antioxidant status in key organs – Kidneys, liver, and spleen of piglets / V.S. Chedea, L.M. Palade, R.S. Pelmus, C. Dragomir, I. Taranu // Animals. 2019; 9: 149.

249. Chen, X. Lactulose mediates suppression of dextran sodium sulfate-induced colon inflammation by increasing hydrogen production / X. Chen, X. Zhai, J. Shi, W.W. Liu, H. Tao, X. Sun [et al.] // Dig Dis Sci. 2013; 58: 1560-1568. DOI: 10.1007/s10620-013-2563-7.

250. Chen, W. Influence of in Ovo Injection of Glutamine and Carbohydrates on Digestive Organs and Pectoralis Muscle Mass in the Duck / W. Chen, R. Wang, H. Wan, X. Xiong, P. Peng, J. Peng // British Poultry Science. 2009; 50(4): 436-442. DOI: 10.1080/00071660903114341.

251. Cherian, G. Preferential accumulation of n-3 fatty acids in the brain of chicks from eggs enriched with n-3 fatty acids / G. Cherian, J.S. Sim // Poult. Sci. 1992; 71: 1658-1668.

252. Chi, Y. Research advance in extraction and application of egg-yolk lecithin / Y. Chi, S. Lin // Food and Fermentation Industries, 2002. – P. 28-50.

253. Chisti, Y. Biodiesel from microalgae / Y. Chisti // Biotech Adv. 2007; 25: 294-306.

254. Chmelničná, L. Egg quality in multi–deck cage technology system / L. Chmelničná, L. Solčianska // Pol. J. Food Nutr. Sci. 2007; 57(4): 77-79.

255. Choi, S.-W. Folate and Carcinogenesis: An Integrated Scheme / S.-W. Choi, J.B. Mason // The Journal of Nutrition. 2000; 130(2): 129-132. DOI: 10.1093/jn/130.2.129.

256. Ciurescu, G. Camelia (Camelina sativa L. Crantz Variety) oil and seeds as n-3 fatty acids rich products in broiler diets and its effects on performance, meat fatty acid composition, immune tissue weights, and plasma metabolic profile / G. Ciurescu, M. Ropota, I. Toncea, M. Habeanu // J. Agric. Sci. Technol. 2016; 18: 315-326.

257. Cobbett, C. Phytochelatins and metallothioneins: roles in heavy metal detox-ification and homeostasis / C. Cobbett, P. Gouldsbrough // Annu Rev Plant Biol. 2002; 53: 159-182.

258. Coelho, D. A High Dietary incorporation level of Chlorella vulgaris improves the nutritional value of pork fat without impairing the performance of finishing pigs / D. Coelho, J. Pestana, J.M. Almeida, C.M. Alfaia, C.M.G.A. Fontes, O. Moreira, J.A.M. Prates // Animals. 2020; 10: 2384.

259. Coelho, D. A two-enzyme constituted mixture to improve the degradation of Arthrospira platensis microalga cell wall for monogastric diets / D. Coelho, P.A. Lopes, V. Cardoso, P. Ponte, J. Brás, M.S. Madeira, C.M. Alfaia, N.M. Bandarra, C.M.G.A. Fontes, J.A.M. Prates // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 2020; 104: 310-321.

260. Coelho, D. Novel combination of feed enzymes to improve the degradation of Chlorella vulgaris recalcitrant cell wall / D. Coelho, P.A. Lopes, V. Cardoso, P. Ponte, J. Brás, M.S. Madeira, C.M. Alfaia, N.M. Bandarra, H.G. Gerken, C.M.G.A. Fontes [et al.] // Sci. Rep. 2019; 9: 5382.

261. Coskun, I. Effects of in ovo pollen extract injection to fertile broiler eggs on hatchability and subsequent chick weight / I. Coskun, H. Cayan, O. Yilmaz, A. Taskin, E. Tahtabicen, H.E. Samli // Turkish J Agri. Nat. Sci. 2014; 1(4): 485-489.

262. Costa, M. Current knowledge and future perspectives of the use of seaweeds for livestock production and meat quality: A systematic review / M. Costa, C. Cardoso, C. Afonso, N.M. Bandarra, J.A.M. Prates // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 2021; 105: 1075-1102.

263. Crittenden, R. Prebiotics. In: Lee YK, Salminen S, editors. Handbook of probiotics and prebiotics / R. Crittenden, M.J. Playne // Hoboken, New Jersey: Wiley. 2009: 535-561.

264. Dalloul, R.A. In ovo administration of CpG oligodeoxynucleotides and the recombinant microneme protein MIC2 protects against Eimeria infections / R.A. Dalloul, H.S. Lillehoj, D.M. Klinman [et al.] // Vac. 2005; 23: 3108-13.

265. Davidov-Pardo, G. Nutraceutical delivery systems: Resveratrol encapsulation in grape seed oil nanoemulsions formed by spontaneous emulsification / G. Davidov-Pardo, D.J. McClements // Food Chemistry. 2015; 167: 205-212. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.06.082

266. de Lange, C.F.M. Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs / C.F.M. de Lange, J. Pluske, J. Gong, C.M. Nyachoti // Livest Sci. 2010; 134: 124-134.

267. de Oliveira J.E. Effects of in ovo feeding on turkey embryos development, energy status, intestinal maturation, gene expression and posthatch development / J.E. de Oliveira // PhD thesis, Raleigh, NC: North Carolina State University, 2007: 316 p.

268. de Tonnac, A. Fatty acid composition of several muscles and adipose tissues of pigs fed n-3 PUFA rich diets / A. De Tonnac, M. Guillevic, J. Mourot // Meat Sci. 2018; 140: 1-8.

269. Dewi, I. Anticancer, antiviral, antibacterial, and antifungal properties in microalgae. In: Levine I.A., Fleurence J. Editors / I. Dewi, C. Falaise, C. Hellio, N. Bourgougnon, J.-L. Mouget // Microalgae Heal Dis Prev. Cambridge: AcademicPress. 2018: 235-261.

270. Dias, J.F. Acid lactic bacteria as a bio-preservant for grape pomace beverage / J.F. Dias, B.D. Simbras, C. Beres, K.O. dos Santos, L.M.C. Cabral, M.A.L. Miguel // Front Sustain Food Syst. 2018; 2: 58.

271. Dimou, C. Wine lees valorization: biorefnery development including production of a generic fermentation feedstock employed for poly (3-hydroxybutyrate) synthesis / C. Dimou, N. Kopsahelis, A. Papadaki, S. Papanikolaou, I.K. Kookos, I. Mandala, A.A. Koutinas // Food Res Int. 2015; 73: 81-87.

272. Dineshbabu, G. Microalgae – nutritious, sustainable aqua- and animal feed source / G. Dineshbabu, G. Goswami, R. Kumar, A. Sinha, D. Das // J Funct Foods. 2019; 62: 103545.

273. Dong, X.Y. Effects of in ovo feeding of carbohydrates on hatchability, body weight and energy status in domestic pigeons (Columbia livia) / X.Y. Dong, Y.J. Jiang, M.Q. Wang, T. Zou // Poult. Sci. 2013; 92: 2118-2123.

274. Dooley, M. Effects of L-carnitine via in ovo injection with or without L-carnitine feed supplementation on broiler hatchability and post hatch performance / M. Dooley, E.D. Peebles, W. Zhai, L. Mejia, C.D. Zumwalt, A. Corzo // J. Appl. Poult. Res. 2011; 20: 491-497.

275. Doucha, J. Influence of processing parameters on disintegration of Chlorella cells in various types of homogenisers / J. Doucha, K. Lívanský // Appl Microbiol Biotechnol. 2008; 81: 431-440.

276. Doucha, J. High density microalgal culture / J. Doucha, K. Lívanský, R. Bajpal, A. Prokop, M. Zappi // Algal biorefineries. Springer Science, Dordrecht. 2014; 1: 147-171.

277. Doucha, J. Production of Chlorella biomass enriched by selenium and its use in animal nutrition: a review / J. Doucha, K. Lívanský, V. Kotrbáček, V. Zachleder // Appl Microbiol Biotechnol. 2009; 83: 1001-1008.

278. Dwyer, K. The market potential of grape waste alternatives / K. Dwyer, F. Hosseinian, M. Rod // J Food Res. 2014; 3: 91-106.

279. Ebrahimzadeh, S.K. Efects of grape pomace and vitamin E on performance, antioxidant status, immune response, gut morphology and histopathological responses in broiler chickens / S.K. Ebrahimzadeh, B. Navidshad, P. Farhoomand, F.M. Aghje-hgheshlagh // South Afr J Anim Sci. 2018; 48(2): 324.

280. El-Azeem, N.A.A. Physiological and Histological Responses of Broiler Chicks to in Ovo Injection with Folic Acid or L-carnitine during Embryogenesis / N.A.A. El-Azeem, M.S. Abdo, M. Madkour, I. El-Wardany // Global Veterinaria. 2014; 13(4): 544-551.

281. Erinle, T.J. Fruit pomaces-their nutrient and bioactive components, effects on growth and health of poultry species, and possible optimization techniques / T.J. Erinle, D.I. Adewole // Anim. Nutr. 2022; 9: 357-377.

282. Ezzat, W. Impact of Betaine, Vitamin C and Folic Acid Supplementations to the Diet on Productive and Reproductive Performance of Matrouh Poultry Strain under Egyptian Summer Condition / W. Ezzat, M. Shoeib, S. Mousa, A. Bealish, Z. Ibrahiem // Egyptian Poultry Science Journal. 2011; 31(3): 521-537.

283. FAO. The State of Food Insecurity in the World. 2011. Available online: http: //www.fao.org (accessed on 9 September 2020).

284. Fattal-Valevski, A. Thiamine (Vitamin B1) / A. Fattal-Valevski // Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine. 2011; 16(1): 12-20. DOI: 10.1177/1533210110392941.

285. Felhi, S. Nutritional constituents, phytochemical profiles, in vitro antioxidant and antimicrobial properties, and gas chromatography-mass spectrometry analysis of various solvent extracts from grape seeds (Vitis vinifera L.) / S. Felhi, N. Baccouch, H. Ben Salah, S. Smaoui, N. Allouche, N. Gharsallah, A. Kadri // Food Sci. Biotechnol. 2016; 25: 1537-1544.

286. Ferket, P.R. In ovo feeding and the promise of perinatal nutrition / P.R. Ferket // In proceedings of Alltech International Nutrition Symposium, Lexington, Kentucky, United States of America (USA), 2011.

287. Foye, O. Effect of in Ovo Feeding Egg White Protein, β-hydroxy-β-methylbutyrate, and Carbohydrates on Glycogen Status and Neonatal Growth of Turkeys / O. Foye, Z. Uni, P. Ferket // Poultry Science. 2006; 85(7): 1185-1192. DOI: 10.1093/ps/85.7.1185.

288. Foye, O.T. The Biochemical and Molecular Effects of Amnionic Nutrient Administration, 'In Ovo Feeding' on Intestinal Development and Function and Carbohydrate Metabolism in Turkey Embryos and Poults / O.T. Foye // PhD Diss. (Under the direction of Ferket P.), Univ. North Carolina State, Raleigh. 2005: 324.

289. Frederiksson, S. Fatty acids and carotenoids composition of egg yolk as an effect of microalgae addition to feed formula to laying hens / S. Frederiksson, K. Elwinger, J. Pickova // Food Chem. 2006; 99: 530-537.

290. Frumento, D. Development of milk fermented with Lactobacillus acidophilus fortifed with Vitis vinifera marc four / D. Frumento, A.P. do Espirito Santo, B. Aliakbarian, A.A. Casazza, M. Gallo, A. Converti, P. Perego // Food Technol Biotechnol. 2013; 51: 2013.

291. Gaafar, K.M. Effect of in-ovo administration with two levels of amino acids mixture on the performance of Muscovy ducks / K.M. Gaafar, S.A. Selim, S.S. El-ballal // J. Food Agric. 2013; 25(1): 58-65.

292. Garcia-Vaquero, M. Food applications. In Microalgae: Cultivation, Recovery of Compounds and Applications Edited, 1st ed.; Galanakis, C.M., Ed.; Elsevier Science: Cambridge, MA, USA, 2020. – pp. 207-232. ISBN 978-0-12-821218-9.

293. Gattrel, S. Potential of defatted microalgae from biofuel industry as an ingredient to replace corn and soybean meal in swine and poultry diets / S. Gattrel, K. Lum, J. Kim, X.G. Lei // J Anim Sci. 2014; 92: 1306-1314.

294. Ge, L. Molecular hydrogen: A preventive and therapeutic medical gas for various diseases / L. Ge, M. Yang, N.N. Yang, X.X. Yin, W.G. Song // Oncotarget. 2017; 8: 102653-102673.

295. Gerken, H. Enzymatic cell wall degradation of Chlorella vulgaris and other microalgae for biofuels production / H. Gerken, B. Donohoe, E. Knoshaug // Planta. 2013; 237: 239-253.

296. Ghane, F. Effects of in Ovo Feeding of Vitamin E or Vitamin C on Egg Hatchability, Performance, Carcass Traits and Immunity in Broiler Chickens / F. Ghane, A.A.A. Qotbi, M. Slozhenkina, A.A. Mosolov, I. Gorlov, A. Seidavi, M.A. Colonna, V. Laudadio, V. Tufarelli // Animal Biotechnology. 2021: 1-6. DOI: 10.1080/10495398.2021.1950744.

297. Gibson, G.R. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics / G.R. Gibson, R. Hutkins, M.E. Sanders, S.L. Prescott, R.A. Reimer, S.J. Salminen, K. Scott, C. Stanton [et al.] // Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol. 2017; 14(8): 491-502. DOI: 10.1038/nrgas tro.2017.75.

298. Goel, A. Effects of in ovo administration of vitamins on post hatch-growth, immune competence and blood biochemical profiles of broiler chickens / A. Goel, S.K. Bhanja, V. Pande, M. Mehra, A. Mandal // Indian Journal of Animal Science. 2013; 83(9): 916-921.

299. Goldstein, J.L. Protein sensors for membrane sterols / J.L. Goldstein, R.A. DeBose-Boyd, M.S. Brown // Cell. 2006; 124(1): 35-46.

300. Gonzales, E. In ovo supplementation of 25(OH) D3 to broiler embryos / E. Gonzales, C.P. Cruz, N.S.M. Leandro, J.H. Stringhini, A.B. Brito // Brazilian J Poult. Sci. 2013; 15(3): 199-202.

301. Griehl, C. Permeabilization of the cell wall of Chlorella sorokiniana by the chitosan-degrading protease papain / C. Griehl, K. Brückner // Algal Research. 2023; 71: 103066.

302. Guerra-Ordaz, A.A. Lactulose and Lactobacillus plantarum, a potential complementary synbiotic to control postweaning colibacillosis in piglets / A.A. Guerra-Ordaz, G. González-Ortiz, R.M. La Ragione, M.J. Woodward, J.W. Collins, J.F. Pérez, S.M. Martín-Orúe // Appl Environ Microbiol. 2014; 80(16): 4879-4886. DOI: 10.1128/AEM.00770-14.

303. Gutiérrez-Salmeán, G. Nutritional and toxicological aspects of Spirulina (Arthrospira) / G. Gutiérrez-Salmeán, L. Fabila-Castillo, G. Chamorro-Cevallos // Nutr. Hosp. 2015; 32: 34-40.

304. Hamadani, H. Early chick feeding and in-ovo nutrition – Two managemental strategies to combat the effects of delayed feeding / H. Hamadani, A.A. Khan, M.T. Banday, A. Hamadani // Int. J Modern Plant and Anim. Sci. 2013; 1(3): 123-141.

305. Hao, R. Efects of grape seed procyanidins on growth performance immune function and antioxidant capacity in weaned piglets / R. Hao, Q. Li, J. Zhao, H. Li, W. Wang, J. Gao // Livestock Sci. 2015; 178: 237-242.

306. He, M.L. Supplementation of algae to the diet of pigs: a new possibility to improve the iodine content in the meat / M.L. He, W. Hollwich, W.A. Rambeck // J Anim Physiol Anim Nutr. 2002; 86: 97-104.

307. Hocquette, J. Intramuscular fat content in meat-producing animals: Development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers / J. Hocquette, F. Gondret, E. Baeza // Animal. 2010; 4: 303-319.

308. Huang, Q. Estimation of egg freshness using S-ovoalbumin as an indicator / Q. Huang, N. Qiu, M.H. Ma, Y.G. Jin, H. Yang, F. Geng, S.H. Sun // Poult. Sci. 2012; 91(3): 739-743. DOI: 10.3382/ps.2011-01639.

309. Huang, S. Effects of Feeding Extruded Flaxseed on Layer Performance (A thesis submitted to McGill University in partial fulfillment of the requirements of the degree of Master of Science) / S. Huang // Department of Animal Science McGill University, Montreal, Quebec, Canada. – 2016. – P. 96.

310. Islam, A.F.M.F. Influence of Vaccine Deposition Site on Post-vaccinal Viraemia and Vaccine Efficacy in Broiler Chickens following in Ovo Vaccination against Marek's Disease / A.F.M.F. Islam, S.W. Walkden-Brown, C.W. Wong, P.J. Groves, S.K. Burgess, K.E. Arzey, P.L. Young // Avian Pathology. 2001; 30(5): 525-533. DOI: 10.1080/03079450120078725.

311. Islam, M.A. Microalgae biodiesel: current status and future needs for engine performance and emissions / M.A. Islam, K. Heimann, R.J. Brown // Renew Sust Energ Rev. 2017; 17: 1160-70.

312. Ismail, F. Effect of In-Ovo Injection of Ascorbic, Folic Acids and Their Combination on Hatchability and Subsequent Growth Performance of Broiler Chicks / F. Ismail, M. Beshara, M. El-Gayar // Journal of Animal and Poultry Production. 2019; 10(9): 289-295. DOI: 10.21608/jappmu.2019.54813.

313. Jacob-Lopes, E. Bioactive food compounds from microalgae: an innovative framework on industrial biorefineries / E. Jacob-Lopes, M.M. Maroneze, M.C. Deprá, R.B. Sartori, R.R. Dias, L.Q. Zepka // Curr Opin Food Sci. 2019; 25: 1-7. DOI: 10.1016/j.cofs.2018.12.003.

314. Jafari, A.Y. Effect of in Ovo Injection of Royal Jelly on Post-hatch Growth Performance and Immune Response in Broiler Chickens Challenged with Newcastle Disease Virus / A.Y. Jafari, S.R. Hashemi, A. Akhlaghi, H. Atashi, Z. Esmaili, M. Ghorbani, R. Mastani, Azadegan, H. Davoodi // Iranian Journal of Applied Animal Science. 2013; 3(1): 201-206.

315. Jafari, M. The use of dried tomato pulp in diets of laying hens / M. Jafari, R. Pirmohammadi, V. Bampidis // Int J Poult Sci. 2006; 5(7): 618-622.

316. Jahn, S. A little green helpmate / S. Jahn, E. Sieber, D. Sparborth, M. Kühnel // Neue Landwirtschaft. 2005; 1: 64-65.

317. Janczyk, P. Microbial community composition of the crop and ceca content of lying hens fed diets supplemented with Chlorella vulgaris / P. Janczyk, B. Halle, W.B. Souffrant // Poultry Sci. 2009; 88: 2324-2332.

318. Jankowski, J. Effects of dietary soyabean, rapeseed and linseed oils on performance, slaughter yield and fatty acid profile of breast meat in turkeys / J. Jankowski, P. Zduńczyk, D. Mikulski, J. Juśkiewicz, M. Mikulska, Z. Zduńczyk // J. Anim. Feed Sci. 2012; 21: 143-156.

319. Jia, C.L. Effect of in-ovo feeding maltose on the embryo growth and intestine development of broiler chicken / C.L. Jia, Z.H. Wei, M. Yu, X.Q. Wang, F. Yu // Indian J. Anim. Sci. 2011; 81(5): 503-506.

320. Jochemsen, P. The localization and uptake of in ovo injected soluble and particulate substances in the chicken / P. Jochemsen, S.H. Jeurissen // Poult. Sci. 2002; 81: 1811-1817.

321. Joshua, P.P. Effect of in ovo supplementation of nano forms of zinc, copper and selenium on post-hatch performance of broiler chicken / P.P. Joshua, C. Valli, V. Balakrishnan // Vet. World. 2016; 9(3): 287-294.

322. Jung, S. The functional property of egg yolk phosvitin as a melanogenesis inhibitor / S. Jung, D. H. Kim, J. H. Son, K. Nam, D. U. Ahn, C. Jo // Food Chemistry. 2012; 135(3): 993-998.

323. Jung, S.J. Effects of galacto-oligosaccharides and a Bifidobacteria lactis-based probiotic strain on the growth performance and fecal microflora of broiler chickens / S.J. Jung, R. Houde, B. Baurhoo, X. Zhao, B.H. Lee // Poult Sci. 2008; 87(9): 1694-1699.

324. Juśkiewicz, J. Performance and gastrointestinal tract metabolism of turkeys fed diets with different contents of fructooligosaccharides / J. Juśkiewicz, J. Jankowski, Z.Z. Zduńczyk, D. Mikulski // Poult Sci. 2006; 85(5): 886-891. DOI: 10.1093/ps/85.5.886.

325. Kadam, M.M. Effect of in ovo threonine supplementation on early growth, immunological responses and digestive enzyme activities in broiler chickens / M.M. Kadam, S.K. Bhanja, A.B. Mandal [et al.] // Br. Poult Sci 2008; 49: 736-741.

326. Kadam, M.M. Prospects of in Ovo Feeding and Nutrient Supplementation for Poultry: The Science and Commercial Applications – a Review / M.M. Kadam, M.R. Barekatain, K.S. Bhanja, P.A. Iji // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2013; 93(15): 3654-3661. DOI: 10.1002/jsfa.6301.

327. Kalbe, C. Effects of long-term microalgae supplementation on muscle microstructure, meat quality and fatty acid composition in growing pigs / C. Kalbe, A. Priepke, G. Nürnberg, D. Dannenberger // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 2019; 103: 574-582.

328. Kalli, E.Novel application and industrial exploitation of winery by-products / E. Kalli, I. Lappa, P. Bouchagie [et al.] // Bioresour. Bioprocess. 2018; 5: 46. DOI: 10.1186/s40643-018-0232-6.

329. Kamran Azad, S. Effect of dietary oil seeds on n-3 fatty acid enrichment, performance parameters and humoral immune response of broiler chickens / S. Kamran Azad, Sh. Rahimi, M.A. Karimi Torshizi // IJVR 10, ser. 2009; 27: 158-165.

330. Kang, H.K. Effect of various forms of dietary Chlorella supplementation on growth performance, immune characteristics, and intestinal microflora population of broiler chickens / H.K. Kang, H.M. Salim, N. Akter, D.W. Kim, J.H. Kim, H.T. Bang, M.J. Kim, J.C. Na, J. Hwangbo, H.C. Choi [et al.] // J. Appl. Poult. Res. 2013; 22: 100-108.

331. Kara, K. Effects of grape pomace supplementation to laying hen diet on performance, egg quality, egg lipid peroxidation and some biochemical parameters / K. Kara, B. Kocaoğlu Güçlü, E. Baytok, M. Şentürk // Journal of Applied Animal Research. 2016; 44(1): 303-310. DOI: 10.1080/09712119.2015.1031785

332. Karadas, F. Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition / F. Karadas, E. Grammenidis, P.F. Suari, T. Acamovic, N.H.C. Sparks // British Poultry Science. 2006; 47: 561-56.

333. Kasapidou, E. Effect of grape pomace supplementation on broiler meat quality characteristics / E. Kasapidou, E.N. Soddidou, A. Zdragas, C. Papadaki, G. Vafeas, P. Mtlianga // European Poultry Science. 2016; 80: 135-142. DOI: 10.1399/eps.2016.135.

334. Kassis, N. Development of nutraceutical egg products with omega-3- rich oils / N. Kassis, S.R. Drake, S.K. Beamer, K.E. Matak, J. Jaczynski // LWT-Food Sci. Technol. 2010; 43: 777-783.

335. Khachik, F. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health / F. Khachik, L. Carvalho, P.S. Bernstein, J. Garth, D.Z. Muir, N.B. Katz // Experimental Biology and Medicine. 2002; 227: 845-851.

336. Khan, I.A. Docosahexaenoic acid (22: 6 n-3)-rich microalgae along with methionine supplementation in broiler chickens: Effects on production performance, breast muscle quality attributes, lipid profile, and incidence of white striping and myopathy / I.A. Khan, N.B. Parker, C.V. Löhr, G. Cherian // Poult. Sci. 2021; 100: 865-874.

337. Kita, K. Effect of in ovo administration of branched-chain amino acids on embryo growth and hatching time of chickens / K. Kita, K.R. Ito, M. Sugahara, M. Kobayashi, R. Makino, N. Takahashi [et al.] // J. Poult. Sci. 2015; 52: 34-36.

338. Kocamis, H. Effect of in ovo administration of insulin-like growth factor-I on composition and mechanical properties of chicken bone / H. Kocamis, Y.N. Yeni, C.U. Brown [et al.] // Poult Sci 2000; 79: 1345-50.

339. Köhler, P. Study on influence of algal supplementation on both reproduction performance of sows and parameters of piglet breeding / P. Köhler, R. Storandt, O. Pulz // Acta Agron Óváriensis. 2008; 50: 53-66.

340. Konieczka, P. The enrichment of chicken meat with omega-3 fatty acids by dietary fish oil or its mixture with rapeseed or flaxseed-Effect of feeding duration: Dietary fish oil, flaxseed, and rapeseed and n-3 enriched broiler meat / P. Konieczka, M. Czauderna, S. Smulikowska // Anim. Feed Sci. Technol. 2017; 223: 42-52.

341. Kornasio, R. Effect of in ovo feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth and body weight / R. Kornasio, O. Halevy, O. Kedar, Z. Uni // Poult. Sci. 2011; 90(7): 1467-77.

342. Kotrbáček V. Reproductive function in sows-possibilities of their influencing / V. Kotrbáček, J. Doubek, F. Offenbartl, Z. Holešovská, J. Doucha // Veterinarstvi. 2005; 55: 280-283.

343. Kotrbáček, V. The chlorococcalean alga Chlorella in animal nutrition: a review / V. Kotrbáček, J. Doubek, J. Doucha // J. Appl. Phycol. 2015; 27(6): 2173-2180. DOI: 10.1007/s10811-014-0516-y.

344. Krabačová, I. Morphological and functional changes of the thyroid at different saturation of farm animals with iodine / I. Krabačová // PhD Thesis. University of South Bohemia, České Budějovice, CR, 2002: 120 p.

345. Kumanda, C. From Landfills to the Dinner Table: Red Grape Pomace Waste as a Nutraceutical for Broiler Chickens / C. Kumanda, V. Mlambo, C. Mnisi // Sustainability. 2019; 11(7): 1931. DOI: 10.3390/su11071931.

346. Kumanda, C. Valorization of red grape pomace waste using polyethylene glycol and fibrolytic enzymes: Physiological and meat quality responses in broilers / C. Kumanda, V. Mlambo, C.M. Mnisi // Animals. 2019; 9: 779. DOI: 10.3390/ani9100779.

347. Leterme, P. Flaxseed and flaxseed meal in swine nutrition / P. Leterme, L. Eastwood, J. Patience // In Proceedings Western Nutrition Conference, Saskatoon, SK. 2007; 9: 241-252.

348. Li, S. Effect of in Ovo Feeding of Folic Acid on the Folate Metabolism, Immune Function and Epigenetic Modification of Immune Effector Molecules of Broiler / S. Li, L. Zhi, Y. Liu, J. Shen, L. Liu, J. Yao, X. Yang // British Journal of Nutrition. 2016; 115(3): 411-421. DOI: 10.1017/S0007114515004511.

349. Lindberg, J.E. Fiber effects in nutrition and gut health in pigs / J.E. Lindberg // J Anim Sci Biotechnol. 2014; 5(1): 15-21.

350. Liu, X. Underlaying mechanism for the diferences in heat-induced gel properties between thick egg whites and thin egg whites: Gel properties, structure and quantitative proteome analysis / X. Liu, J. Wang, Q. Huang, L. Cheng, R. Gan, L. Liu, D. Wu, H. Li, L. Peng, F. Geng // Food Hydrocoll. 2020; 106: 1055873. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.105873.

351. Ljubic, A. Microalgae Nannochloropsis oceanica as a future new natural source of vitamin D3 / A. Ljubic, C. Jacobsen, S.L. Holdt, J. Jakobsen // Food Chem. 2020; 320: 126627. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126627.

352. Lordelo, M. A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers / M. Lordelo, J.Cid, C.M.D.S. Cordovil, S.P. Alves, R.J.B. Bessa, I. Carolino // Poult. Sci. 2020; 99(3): 1768-1776. DOI: 10.1016/j.psj.2019.11.023.

353. Lum, K. Dual potential of microalgae as a sustainable biofuel feedstock and animal feed / K. Lum, J. Kim, X. Lei // J. Anim. Sci. Biotechnol. 2013; 4(1): 53. DOI: 10.1186/2049-1891-4-53.

354. Ma, M. Processing science of egg and egg products, China Agricultural Press, Beijing, China, 2006.

355. Machát, J. Distribution of selenium and iodine in Chlorella cells enriched during cultivation / J. Machát, I. Burianová, J. Čmelík, E. Nedobová, J. Doucha, V. Kanický // In: Proc. 6th Eur. Workshop Eur. Soc. Microalgal Biotech. Nuthetal, May 23, Germany, 2005: 4-11.

356. Madeira, M. Differential effects of reduced protein diets on fatty acid composition and gene expression in muscle and subcutaneous adipose tissue of Alentejana purebred and Large White × Landrace × Pietrain crossbred pigs / M. Madeira, V. Pires, C. Alfaia, A. Costa, R. Luxton, O. Doran, R. Bessa, J. Prates // Br. J. Nutr. 2013;28: 216-229.

357. Madeira, M.S. Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: A review / M.S. Madeira, C. Cardoso, P.A. Lopes, D. Coelho, C. Afonso, N.M. Bandarra, J.A.M. Prates // Livest. Sci. 2017; 205: 111-121.

358. Madej, J.P. Effect of in ovo delivered prebiotics and synbiotics on lymphoid-organs' morphology in chickens / J.P. Madej, T. Stefaniak, M. Bednarczyk // Poult. Sci. 2015; 94: 1209-1219.

359. Mahan, D.C. Long-term effects dietary organic and inorganic selenium sources and level on reproducing sows and their progeny / D.C. Mahan, J.C. Peters // J Anim Sci. 2004; 82: 1343-1358.

360. Mansouri, B. Influence of dried tomato pomace as an alternative to wheat bran in maize or wheat-based diets, on the performance of laying hens and traits of produced eggs / B. Mansouri, S.M. Modir, M.M. Kiaei // Iran J. Vet. Res. 2008; 9(4): 341-346.

361. Martins, C.F. Effects of Chlorella vulgaris as a Feed Ingredient on the Quality and Nutritional Value of Weaned Piglets' Meat / C.F. Martins, J.M. Pestana, C.M. Alfaia, M. Costa, D.M. Ribeiro, D. Coelho, P.A. Lopes, A.M. Almeida, J.P.B. Freire, J.A.M. Prates // Foods. 2021; 10: 1155.

362. Mason, R.P. New insights into mechanisms of action for omega-3 fatty acids in atherothrombotic cardiovascular disease / R.P. Mason // Curr. Atheroscler. Rep. 2019; 21(1): 2. DOI: 10.1007/s11883-019-0762-1.

363. Mata, T.M. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review / T.M. Mata, A.A. Martins, N.S. Caetano // Renew. Sust. Energ. Rev. 2010; 10: 217-232.

364. Matassa, S. Autotrophic nitrogen assimilation and carbon capture for microbial protein production by a novel enrichment of hydrogen-oxidizing bacteria / S. Matassa, W. Verstraete, I. Pikaar, N. Boon // Water Res. 2016; 101: 137-146.

365. McGruder, B.M. Effects of in ovo injection of electrolyte solutions on the pre- and posthatch physiological characteristics of broilers / B.M. McGruder, W. Zhai, M.M. Keralapurath, L.W. Bennett [et al.] // Poult Sci 2011; 90(5): 1058-1066. DOI: 10.3382/ps.2010-00893.

366. Meherunnisa, L. Effect of linseed meal on broiler performance and fat content / L. Meherunnisa, I.H. Leghari, A. Sethar, G.H. Sethar, F.M. Sethar // J. Dairy Vet. Sci. 2017; 4(1): 555628.

367. Melese, T. Nutrient composition and digestibility of taro leaf in the diets of chicken and effects on the meat quality / M. Temesgen, N. Retta, E. Tesfaye // J. Nutr. Health Food Eng. 2017; 7(3): 00238.

368. Merola, N. Antioxidant Activity Comparison between [6s]-5-methyltetrahydrofolic Acid Calcium Salt and the Related Racemate Form / N. Merola, F.J.G. Alonso, G. Ros, M.J.P. Castón // Food Chemistry. 2013; 136(2): 984-988. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.09.020.

369. Miranda, J.M. Egg and egg-derived foods: efects on human health and use as functional foods / J.M. Miranda, X. Anton, C. Redondo-Valbuena, P. Roca-Saavedra, J.A. Rodriguez, A. Lamas, C.M. Franco, A. Cepeda // Nutrients. 2015; 7(1): 706-729.

370. Mirghelenj, S.A. Effect of different levels of grape pomace on egg production performance and egg internal quality during different keeping times and temperatures / S.A. Mirghelenj, R. Kianfar, H. Janmohammadi, A. Taghizadeh // Anim Prod Rese. 2017; 6(4): 81-91.

371. Moghaddam, A. Effect of royal jelly in ovo injection on embryonic growth, hatchability and gonadotrophin levels of pullet breeder chicks / A. Moghaddam, L. Karimi, M. Borji, S. Bahadori, A. Abdolmohammadi // Theriogenol. 2013; 80: 193-198.

372. Momeneh, T. Effects of in ovo injection of vitamins B6 and B12 in fertile eggs subjected to ethanol stress on hatching traits, performance and visceral organs of broiler chicks reared under cold stress condition / T. Momeneh, M. Torki // Iranian Journal of Applied Animal Science. 2018; 8(3): 491-498.

373. Moran, C. Tolerance of broilers to dietary supplementation with high levels of the DHA-rich microalga, Aurantiochytrium limacinum: Effects on health and productivity / C. Moran, D. Currie, J. Keegan, A. Knox // Animals. 2018; 8: 180.

374. Moran, C.A. Dietary supplementation of finishing pigs with the docosahexaenoic acid-rich microalgae, Aurantiochytrium limacinum: Effects on performance, carcass characteristics and tissue fatty acid profile. Asian-Australas / C.A. Moran, M. Morlacchini, J.D. Keegan, G. Fusconi // J. Anim. Sci. 2018; 31: 712-720.

375. 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. Tchórzewska [et al.] // Anim Feed Sci Technol. 2015; 201: 57-65.

376. Natoli, S. Unscrambling the research: Eggs, serum cholesterol and coronary heart disease / S. Natoli, T. Markovic, D. Lim, M. Noakes, K. Kostner // Nutrition & Dietetics. 2007; 64(2): 105-111.

377. Navarro, F. Microalgae as a safe food source for animals: nutritional characteristics of the acidophilic microalga Coccomyxa onubensis / F. Navarro, E. Forján, M. Vázquez, Z. Montero, E. Bermejo, M.Á. Castaño [et al.] // Food Nutr Res. 2016; 60(1): 30472. DOI: /10.3402/fnr.v60.30472.

378. Ncho, C.-M. In Ovo Injection of GABA Can Help Body Weight Gain at Hatch, Increase Chick Weight to Egg Weight Ratio, and Improve Broiler Heat Resistance / C.-M. Ncho, A. Goel, C.-M. Jeong, M. Youssouf, Y.-H. Choi // Animals (Basel). 2021; 11(5): 1364. DOI: 10.3390/ani11051364.

379. Nobakht, A. The effects of inclusion different levels of dried tomato pomace in laying hens diets on performance and plasma and egg yolk cholesterol contents / A. Nobakht, A.R. Safamehr // J. Anim. Vet. Adv. 2007; 6(9): 1101-1106.

380. Nouri, S. Effect of in ovo feeding of folic acid on subsequent growth performance and blood constituents levels in broilers / S. Nouri, J.G. Ghalehkandi, S. Hassanpour, H. Aghdam-Shahryar // International Journal of Peptide Research and Therapeutics. 2018; 24(3): 463-470. DOI: 10.1007/s10989-017-9629-x.

381. O'Shea, N. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products / N. O'Shea, E.K. Arendt, E. Gallagher // Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2012; 16: 1-10.

382. Ohsawa, I. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals / I. Ohsawa, M. Ishikawa, K. Takahashi, M. Watanabe, K. Nishimaki, K. Yamagata, K. Katsura, Y. Katayama, S. Asoh, S. Ohta // Nat. Med. 2007; 13: 688-694.

383. Oliveira, T.F.B. Effects of in ovo injection of organic zinc, manganese and copper on the hatchability and bone parameters of broiler hatchlings / T.F.B. Oliveira, A.G. Bertechini, R.M. Bricka, E.J. Kim, P.D. Gerard, E.D. Peebles // Poult. Sci. 2015; 94(10): 2488-2494.

384. Olson, J.B. Lycopene incorporation into egg yolk and effects on laying hen immune function / J.B. Olson, N.E. Ward, E.A. Koutsos // Poultry Science. 2008; 87: 2573-2580.

385. Olveira, G. An update on probiotics, prebiotics and synbiotics in clinical nutrition / G. Olveira, I. González-Molero // Endocrinol Nutr. 2016; 63(9): 482-94.

386. Panesar, P.S. Lactulose: Production, purification and potential applications / P.S. Panesar, S. Kumari // Biotechnol. Adv. 2011; 29: 940-948.

387. Park, J.H. Effect of dietary Spirulina (Arthrospira) platensis on the growth performance, antioxidant enzyme activity, nutrient digestibility, cecal microflora, excreta noxious gas emission, and breast meat quality of broiler chickens / J.H. Park, S.I. Lee, I.H. Kim // Poult. Sci. J. 2018; 97: 2451-2459.

388. Persia, M.E. Nutritional evaluation of dried tomato seeds / M.E. Persia, C.M. Parsons, M. Schang, J. Azcona // Poultr Sci. 2003; 82(1): 141-146.

389. Pestana, J.M. Impact of dietary incorporation of Spirulina (Arthrospira platensis) and exogenous enzymes on broiler performance, carcass traits and meat quality / J.M. Pestana, B. Puerta, H. Santos, P.A. Lopes, M.S. Madeira, C.M. Alfaia, P.A. Lopes, R.M.A. Pinto, J.P.C. Lemos, C.M.G.A. Fontes [et al.] // Poult. Sci. J. 2020; 99: 2519-2532.

390. Pinto, L.F.R. Cultivation techniques. In Microalgae: Cultivation, Recovery of Compounds and Applications / L.F.R. Pinto, G.F. Ferreira, M. Tasicc // Edited, 1st ed.; Galanakis, C.M., Ed.; Elsevier Science: Cambridge, MA, USA. 2020: 1-26. ISBN 978-0-12-821218-9.

391. Pôjo, V. Processing Methodologies of Wet Microalga Biomass Toward Oil Separation: An Overview / V. Pôjo, T. Tavares, F.X. Malcata // Molecules. 2021; 26(3): 641. DOI: 10.3390/molecules26030641.

392. Ponka, P. Handbook on the Toxicology of Metals / P. Ponka, M. Tenenbein, J.W. Eaton // 4th ed.; Gunnar, F., Nordberg Bruce, A., Eds.; Elsevier Inc.: Amsterdam, The Netherlands. – 2015. – V. 2. – 41 p.

393. Poppi, D.P. Nutritional research to meet future challenges / D.P. Poppi, S.R. McLennan // Anim. Prod. Sci. 2010; 50: 329-338.

394. Rabiei, Z. Study of antidepressant efects of grape seed oil in male mice using tail suspension and forced swim tests / Z. Rabiei, S. Naderi, M. Mahmoud Rafeian-Kopaei // Bangladesh J Pharmacol. 2017; 12: 397-402.

395. Rahimi, S. Omega-3 enrichment of broiler meat by using two oil seeds / S. Rahimi, A.S. Kamran, T.M.A. Karimi // Agric. Sci. Tech. 2011; 13: 353-365.

396. Raja, R. Microalgae and Immune Potential / R. Raja, S. Hemaiswarya // In: Watson R.R., Zibadi S., Preedy V.R., editors. Diet Components Immune Funct. London: Springer. – 2010. – P. 515-527.

397. Rajesha, J. Hematological and histopathological studies of endosperm-rich fraction of flaxseed in chicks / J. Rajesha, A.R. Rao, B. Madhusudhan, G.A. Ravishankar, M. Karunakumar // Int. J. Pharmaceut. Sci. Res. 2011; 2: 1455-1459.

398. Rakonjac, S. Laying hen rearing systems: A review of major production results and egg quality traits / S. Rakonjac, S. Bogosavljević-Bošković, Z. Pavlovski, Z. Škrbić, V. Dosković [et al.] // World's Poultry Science Journal. 2014; 70(1): 93-104.

399. Raza, A. An update on carbohydrases: growth performance and intestinal health of poultry / A. Raza, S. Bashir, R. Tabassum // Heliyon. 2019; 5(4): 1437. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e01437.

400. Rebol'e, A. Mucilage in linseed: Effects on the intestinal viscosity and nutrient digestion in broiler chicks / A. Rebol'e, M.L. Rodrıguez, L.T. Ortiz, C. Alzueta, C. Centeno, J. Trevino // J. Sci. Food. Agric. 2002; 82: 1171-1176.

401. Redel, H. Effect of algae biomass on growth of Peking ducks. Results of production in farm Neuhardenberg / H. Redel, U. Buchta // Jahresbericht Landesanstalt Landwirtschaft Brandenburg. 2001; 5: 109-111.

402. Rettger, L.F. Treatise on the Transformation of the Intestinal Flora: with Special Reference to the Implantation of Bacillus acidophilus / L.F. Rettger, H.A.A. Cheplin // New Haven: Yale University Press. – 1921. – P. 13.

403. Reyes, P. Wine grape pomace flour in broiler diets effects growth and some meat characteristics / P. Reyes, I. Urquiaga, G. Echeverría, E. Durán, M.S. Morales, C Valenzuela // Animal Production Science. 2020; 60(9): 1210. DOI: 10.1071/an19385.

404. Ribeiro, D.M. Influence of dietary Spirulina inclusion and lysozyme supplementation on the longissimus lumborum muscle proteome of newly weaned piglets / D.M. Ribeiro, C.F. Martins, J. Kuleš, A. Horvatić, N. Guillemin, J.P.B. Freire, P.D. Eckersall, A.M. Almeida, J.A.M. Prates // J. Proteom. 2021; 244: 104274.

405. Rock, C.L. Update on the biological characteristics of the antioxidant micronutrients: vitamin c, vitamin e and the carotenoids / C.L. Rock, R.A. Jacob, P.E. Bowen // Journal of the American Dietetic Association. 1996; 96: 693-702.

406. Ruberto, G. Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars / G. Ruberto, A. Renda, C. Daquino, V. Amico, C. Spatafora, C. Tringali, N.D. Tommasi // Food Chem. 2007; 100: 203-210.

407. Rucker, R.B., CL Keen, F.M. Steinberg Vitamins and Food-Derived Biofactors // in Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. University of California, Davis, CA, USA, 2014: 356-377.

408. Saad, N. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field / N. Saad, C. Delattre, M. Urdaci, J.M. Schmitter, P. Bressollier // LWT Food Sci Technol. 2013; 50: 1-16.

409. Safafar, H. Carotenoids, phenolic compounds and tocopherols contribute to the antioxidative properties of some microalgae species grown on industrial wastewater / H. Safafar, J. Van Wagenen, P. Møller, C. Jacobsen // Mar Drugs. 2015; 13(12): 7339-56. doi.org/10.3390/md13127069.

410. Sahin, N. Lycopene-enriched quail egg as functional food for humans / N. Sahin, F. Akdemir, C. Orhan, O. Kucuk, A. Hayirli, K. Sahin // Food Research International. 2008; 41: 295-300.

411. Salajegheh, M.H. Effects of different levels of dried tomato pomace on performance, egg quality and serum metabolites of laying hens / M.H. Salajegheh, S. Ghazi, R. Mahdavi, O. Mozafari // Afr. J. Biotechnol. 2012; 11(87): 15373-15379.

412. Salary, J. In ovo injection of vitamin E on post-hatch immunological parameters and broiler chicken performance / J. Salary, F. Sahebi-Ala, M. Kalantar, H.R.H. Matin // Asian Pac. J. Trop. Biomed. 2014; 4(2): 616-619.

413. Salmanzadeh, M. Effect of in ovo feeding of butyric acid on hatchability, performance and small intestinal morphology of turkey poults / M. Salmanzadeh, H.A. Shahryar, A. Lofti // Kafkas. Univ. Vet. Fak. Derg. 2015; 21(1): 19-25.

414. Salmanzadeh, M. The effects of in ovo injection of L-threonine in broiler breeder eggs on characters of hatching and growth performance broiler chickens / M. Salmanzadeh, Y. Ebrahimnezhad, H.A. Shahryar, A. Lotfi // European J. Exp. Biol.2011; 1(4): 164-168.

415. Salmanzadeh, M. The effects of in-ovo injection of glucose on hatchability, hatching weight and subsequent performance of newly-hatched chicks / M. Salmanzadeh // Brazilian J. Poult. Sci. 2012; 14(2): 137-140.

416. Sander, K. Enzymatic degradation of microalgal cell walls / K. Sander, G.S. Murthy // In Proceedings of the American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASEBE), Annual International Meeting, St. Joseph, NV, USA. 2009: 21-24.

417. Santos, T.T.D. Influence of in ovo inoculation with various nutrients and egg size on broiler performance / T.T.D. Santos, A. Corzo, M.T. Kidd, C.D. McDaniel, R.A.T. Filho, L.F. Araujo // J. Appl. Poult. Res. 2010; 19: 1-12.

418. Sardi, L. Effects of a dietary supplement of DHA-rich marine algae on Italian heavy pig production parameters / L. Sardi, G. Martelli, L. Lambertini, P. Parisini, A. Mordenti // Livest. Sci. 2006; 103: 95-103.

419. Sasso, S. Microalgae in the postgenomic era: a blooming reservoir for new natural products / S. Sasso, G. Pohnert, M. Lohr, M. Mittag, C. Hertweck // FEMS Microbiol Reviews. 2012; 36(4): 761-85. doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00304.x.

420. Sayago-Ayerdi, S.G. Antioxidative effect of dietary grape pomace concentrate on lipid oxidation of chilled and long-term frozen stored chicken patties / S.G. Sayago-Ayerdi, A. Brenes, A. Viveros, I. Goni // Meat Sci. 2009; 83(3): 528-533.

421. Scanes, C.G. Blood. In Sturkie's Avian Physiology, 6th ed.; Scanes, C.G., Ed.; Academic Press: London, UK, 2015. – P. 167-191.

422. Seidavi, A.R. Practical applications of agricultural wastes in poultry feeding in Mediterranean and Middle East regions. Part 2: tomato, olive, date, sunflower wastes / A.R. Seidavi, M. Azizi, M. Ragni, V. Laudadio, V. Tufarelli // World's Poult Sci J. 2018; 74(3): 443-452.

423. Selim, S.A. Influence of in-ovo administration with vitamin E and ascorbic acid on the performance of Muscovy ducks / S.A. Selim, K.M. Gaafar, S.S. El-ballal // Emir. J. Food. Agric.2012; 24(3): 264-271.

424. Senbeta, E.K. Chemical composition and microbial loads of chicken table eggs from retail markets in urban settings of Eastern Ethiopia / E.K. Senbeta, N.A. Zeleke, Y.G Molla // J. Adv. Vet. Anim. Res. 2015; 2: 404-409.

425. Shafey, T.M. Effects of in ovo administration of amino acids on hatchability and performance of meat chickens / T.M. Shafey, A.H. Mahmoud, A.A. Alsobayel, M.A. Abouheif // S. Afr. J. Anim. Sci. 2014; 44(2): 123-130.

426. Shafey, T.M. Effects of in ovo feeding of L-Glutamine on hatchability performance and hatching time of meat-type breeder eggs / T.M. Shafey, A.S. Sami, M.A. Abouheif // J. Anim. Vet. Adv. 2013; 12(1): 135-139.

427. Shan, Y. Rheological and structural properties of ovomucin from chicken eggs with diferent interior quality / Y. Shan, T. Dengyu, R. Wang, A. Tu, Y. Yi, W. Xin, B. Liu, H. Jing [et al.] // Food Hydrocoll. 2020; 100(12): 105393. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.105393.

428. Shimamura, Y. The application of alkaline and acidic electrolyzed water in the sterilization of chicken breasts and beef liver / Y. Shimamura, M. Shinke, M. Hiraishi, Y. Tsuchiya, S. Masuda // Food Sci. Nutr. 2016; 4: 431-440.

429. Silvetti, T. Use of Hen Egg White Lysozyme in the Food Industry / T. Silvetti, S. Morand, M. Hintersteiner, M. Brasca. Editor(s): Patricia Y. Hester // Egg Innovations and Strategies for Improvements, Academic Press. 2017; 22: 233-242. DOI: 10.1016/B978-0-12-800879-9.00022-6.

430. Simkus, A. The effect of blue algae Spirulina platensis on pig growth performance and carcass and meat quality / A. Simkus, A. Simkiene, J. Cernauskiene, N. Kvietkute, A. Cernauskas, M. Paleckaitis, S. Kerziene // Vet. Med. Zoot. 2021; 61: 70-74.

431. Sims, M.D. Effects of dietary manna-noligosaccharide, bacitracin methylene disalicylate, or both on the live performance and intestinal microbiology of turkeys / M.D. Sims, K.A. Dawson, K.E. Newman [et al.] // Poult Sci. 2004; 83: 1148-54.

432. Singh, K.K. Flaxseed: A potential source of food, feed and fiber. Critical reviews in food science and nutrition / K.K. Singh, D. Mridula, J. Rehal, P. Barnwal // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2011; 51: 210-222.

433. Skřivan, M. Dietary selenium increases vitamin E contents of egg yolk and chicken meat / M. Skřivan, J. Šimáně, G. Dlouhá, S. Ševčíková // Brit Poultry Sci. 2008; 49: 482-486.

434. Smirnov, A. Mucin gene expression and mucin content in the chicken intestinal goblet cells is affected by in ovo feeding of carbohydrates / A. Smirnov, E. Tako, P. Ferket, Z. Uni // Poult. Sci. 2006; 85: 669-673.

435. Sobczak, J. Wplyw podawania kurom nie´snym zielonki z paciorecznika na intensywno´s´c barwy ˙z´oltka jaja / J. Sobczak, P. Marek // Roczn. Nauk. Pol. Tow. Zootech. 2012; 8: 65-72.

436. Sommer, F. The gut microbiota – Masters of host development and physiology / F. Sommer, F. Backhed // Nat. Rev. Microbiol. 2013; 11: 227-238.

437. Sossidou, E.N. Effect of grape pomace supplementation on broiler performance and eating quality / E.N. Sossidou, E. Kasapidou, V. Dotas, I. Ioannidis, P. Mitlianga // Book of Abstracts of the 64th Annual Meeting of the European Association for Animal, 2013. – P. 405.

438. Sousa, E.C. Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (Vitis vinifera L.) / E.C. Sousa, A.M.A. Uchôa-Thomaz, J.O.B. Carioca, S.M.D. Morais, A.D. Lima, C.G. Martins, C.D. Alexandrino, P.A.T. Ferreira, A.L.M. Rodrigues, S.P. Rodrigues [et al.] // Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil. Food Sci. Technol. 2014; 34: 135-142.

439. Stanczuk, J. Indices of response of young turkeys to diets containing mannanoligosaccharide or inulin / J. Stanczuk, Z. Zdunczyk, J. Juskiewicz [et al.] // Vet Zootech. 2005; 31: 98-101.

440. Stanger, O. Physiology of folic acid in health and disease / O. Stanger // Curr Drug Metab. 2002; 3(2): 211-223. doi: 10.2174/1389200024605163.

441. Storandt, R. Algae in animal production / R. Storandt, O. Pulz, H. Franke // In: Institut für Tierernährung Braunschweig (ed): Expo 2000 – Workshop (FAL). Braunschweig, Germany, 2000. – P 31.

442. Sukhikh, S. Study of the Physicochemical and Biological Properties of the Lipid Complex of Marine Microalgae Isolated from the Coastal Areas of the Eastern Water Area of the Baltic Sea / S. Sukhikh, V. Dolganyuk, A. Andreeva [et al.] // Molecules. 2022; 27(18): 5871.

443. Surai, P.F. Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity / P.F. Surai // World Poultry Sci J. 2002; 58: 333-347.

444. Surai, P.F. Relationship between vitamin E content and susceptibility to lipid peroxidation in tissues of the newly hatched chick / P.F. Surai, R.C. Noble, B.K. Speake // Br. Poult. Sci. 1999; 40: 406-410.

445. Suresh, G. Alternatives to antibiotics in poultry feed: molecular perspectives / G. Suresh, R.K. Das, S. Kaur Brar, T. Rouissi, A. Avalos Ramirez, Y. Chorfi [et al.] // Crit Rev Microbiol. 2018; 44(3): 318-35. DOI: 10.1080/1040841X.2017.1373062.

446. Tako, E. Effects of in ovo feeding of carbohydrates and β-hydroxy- β-methylbutyrate on the development of chicken intestine / E. Tako, P.R. Ferket, Z. Uni // Poult. Sci. 2004; 83(12): 2023-2028.

447. Tangara, M. Effects of in ovo feeding of carbohydrates and arginine on hatchability, body weight, energy metabolism and perinatal growth in duck embryos and neonates / M. Tangara, W. Chen, J. Xu, F.R. Huang, J. Peng // Br. Poult. Sci. 2010; 51(5): 602-608.

448. Taranu, I. Assessment of the efect of grape seed cake inclusion in the diet of healthy fattening fnishing pigs / I. Taranu, M. Habeanu, M.A. Gras, G.C. Pistol, N. Lefter, M. Palade, M. Ropota, V. Sanda Chedea, D.E. Marin // J Anim Physiol Anim Nutr. 2017; 102: 30.

449. Taranu, I. Effect of dietary natural supplements on immune response and mineral bioavailability in pigments after weaning / I. Taranu, D.E. Marin, A. Untea, P. Janczyk, M. Motiu, R.D. Criste, W.B. Souffrant // Czech J Anim Sci. 2012; 57: 332-347.

450. Tekeli, A. Dietary Inclusion of Grape Seed Oil in Functional Broiler Meat Production / A. Tekeli, H. Rustu Kutlu, L. Celik // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2014; 20(4): 924-932.

451. Thitaram, S.N. Isomaltooligosaccharide increases cecal Bifidobacterium population in young broiler chickens / S.N. Thitaram, C.H. Chung, D.F. Day, A. Hinton Jr, S. Bailey, G.R. Siragusa // Poult Sci. 2005; 84(7): 998-1003.

452. Tibbetts, S.M. Chemical composition and nutritional properties of freshwater and marine microalgal biomass cultured in photobioreactors / S.M. Tibbetts, J.E. Milley, S.P. Lall // J. Appl. Phycol. 2015; 27(3): 1109-1119. DOI: 10.1007/s10811-014-0428-x.

453. Tibbetts, S.M. The potential for ‘next-generation’, microalgae-based feed ingredients for salmonid aquaculture in context of the blue revolution / S.M. Tibbetts // Microalgal Biotechnol, 2018: 151-175. DOI: 10.5772/intechopen.73551.

454. Toyomizu, M. Effects of dietary Spirulina on meat colour in muscle of broiler chickens / M. Toyomizu, K. Sato, H. Taroda, T. Kato, Y. Akiba // Br. Poult. Sci. 2001; 42: 197-202.

455. Tran, T.H.T. Review on the effects of potential prebiotics on controlling intestinal enteropathogens Salmonella and Escherichia coli in pig production / T.H.T. Tran, N. Everaert, K. Bindelle // J Anim Physiol Anim Nutr. 2018; 102(1): 17-32. DOI: 10.1111/jpn.12666.

456. Tufarelli, V. Feeding forage in poultry: a promising alternative for the future of production systems / V. Tufarelli, M. Ragni, V. Laudadio // Agriculture. 2018; 8(6): 81.

457. Tufarelli, V. Dietary phenolic compounds: biochemistry, metabolism and significance in animal and human health / V. Tufarelli, E. Casalino, A.G. D'Alessandro, V. Laudadio // Curr Drug Metab. 2017; 18(10): 905-913.

458. Tufarelli, V. Effect of in ovo injection of some B-group vitamins on performance of broiler breeders and their progeny / V. Tufarelli, F. Ghane, H. Shahbazi, M. Slozhenkina, I. Gorlov, M. Frolova, A. Seidavi, V. Laudadio // World's Poultry Science Journal. 2021; 78: 1-14. DOI: 10.1080/00439339.2022.2003169.

459. Turcu, R.P. Effects of Supplementing Grape Pomace to Broilers Fed Polyunsaturated Fatty Acids Enriched Diets on Meat Quality / R.P. Turcu, T.D. Panaite, A.E. Untea, C. Șoica, M. Iuga, S. Mironeasa // Animals. 2020; 10(6): 947. DOI: 10.3390/ani10060947.

460. Turcu, R. Grapeseed Meal Used as Natural Antioxidant in High Fatty Acid Diets for Hubbard Broilers / R. Turcu, M. Olteanu, R. Criste, T. Panaite, M. Ropotă, P. Vlaicu, D. Drăgotoiu // Brazilian Journal of Poultry Science. 2019; 21(2): 1-11. DOI: 10.1590/1806-9061-2018-0886.

461. Turcu, R.P. Use of flaxseed meal and grape seed meal (2 and 3%) as natural antioxidant in broiler diets / R.P. Turcu, M. Olteanu, R.D. Criste [et al.] // Lucrari Stiintifice –Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinaria, Seria Zootehnie. 2018; 69(19): 200-206.

462. Uni, Z. Enhancement of development of oviparous species by in ovo feeding / Z. Uni, P.R. Ferket // ed. U.S. Patent. USA: North Carolina State University, Raleigh, NC (US); Yissum Research Development Company of University of Jerusalem, Jerusalem (IL). Patent No: US6592878B2. 2003: 10 p.

463. Uni, Z. In ovo feeding improves energy status of late term chicken embryos / Z. Uni, P. Ferket, E. Tako, O. Kedar // Poult. Sci. 2005; 84: 764-70.

464. Uni, Z. Methods for early nutrition and their potential / Z. Uni, P.R. Ferket // World's Poult. Sci. J. 2004; 60(1): 101-111. DOI: 10.1079/WPS20038.

465. Valente, L.M.P. Microalgae as feed ingredients for livestock production and aquaculture. In Microalgae-Cultivation, Recovery of Compounds and Applications / L.M.P. Valente, A.R.J. Cabrita, M.R.G. Maia, I.M. Valente, S. Engrola [et al.]. Galanakis, C.M., Ed. // Academic Press, Inc.: London, UK, 2020. – pp. 239-302.

466. Van der Aar P.J. The central role of intestinal health on the effect of feed additives on feed intake in swine and poultry / P.J. Van der Aar, F. Molist, J.D. van der Klis // Anim Feed Sci Technol. 2017; 233: 64-75.

467. Van Niekerk, R.F. Polyethylene glycol inactivates red grape pomace condensed tannins for broiler chickens / R.F. Van Niekerk, C.M. Mnisi, V. Mlambo // Br. Poult. Sci. 2020; 61: 566-573.

468. Vasudevan, D.M. Textbook of Biochemistry for Medical Students / D.M. Vasudevan, S. Sreekumari, K. Vaidyanathan // Jaypee Brothers Medical. Publishers Pvt. Limited. – 2013. – 791 p.

469. Vossen, E. Production of docosahexaenoic acid (DHA) enriched loin and dry cured ham from pigs fed algae: Nutritional and sensory quality / E. Vossen, K. Raes, D. Van Mullem, S. De Smet // Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2017; 119: 1600144.

470. Wang, X.X. Effects of graded levels of isomalto-oligosaccharides on the performance, immune function and intestinal status of waned pigs / X.X. Wang, P.X. Song, H. Wu, J.X. Xue, X. Zhong, L.Y. Zhang // Asian Australas J Anim Sci. 2016; 29(2): 250-256. DOI: 10.5713/ajas.15.0194.

471. Westbrook, L.A. Enzyme Supplementation of Layer Hen Diets Containing Whole Flaxseed to Increase n-3 Fatty Acids in Chicken Eggs (Master of Science Thesis). Oregon State University, USA, 2016. – 141 p.

472. Wolf, P.G. H2 metabolism is widespread and diverse among human colonic microbes / P.G. Wolf, A. Biswas, S.E. Morales, C. Greening, H.R. Gaskins // Gut Microbes. 2016; 7: 235-245.

473. Wood, J.D. Effects of fatty acids on meat quality: A review / J.D. Wood, R.I. Richardson, G.R. Nute, A.V. Fisher, M.M. Campo, E. Kasapidou, P.R. Sheard, M. Enser // Meat Sci. 2004; 66: 21-32.

474. Wood, J.D. Fat deposition, fattyacid composition and meat quality: A review / J.D. Wood, M. Enser, A.V. Fisher, G.R. Nute, P.R. Sheard, R.I. Richardson, S.I. Hugher, F.M. Whittington // Meat Sci. 2008; 78: 343-358.

475. Worku, N.M. Biodiversity in Ethiopian linseed (Linum usitatissimum L.): molecular characterization of landraces and some wild species / N.M. Worku, J.S. Heslop-Harrison // Genet. Resour. Crop Evol. 2018; 65: 1603-1614.

476. Wu, Y. Effects of isomalto-oligosaccharides as potential prebiotics on performance, immune function and gut microbiota in weaned pigs / Y. Wu, L. Pan, Q.H. Shang, X.K. Ma, S.F. Long, Y.T. Xu [et al.] // Anim Feed Sci Technol. 2017; 230: 126-135. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2017.05.013.

477. Yair, R. Content and uptake of minerals in the yolk of broiler embryos during incubation and effect of nutrient enrichment / R. Yair, Z. Uni // Poult. Sci. 2011; 90: 1523-1531.

478. Yan, L. Effect of fermented Chlorella supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal microbial and fecal noxious gas content in growing pigs / L. Yan, S.U. Lim, I.H. Kim // Asian-Australas J Anim Sci. 2012; 25: 1742-1747.

479. Yan, L. Effects of dietary ω-3 fatty acid-enriched microalgae supplementation on growth performance, blood profiles, meat quality, and fatty acid composition of meat in broilers / L. Yan, I.H. Kim // J. Appl. Anim. Res. 2013; 4: 392-397.

480. Yang, F. Egg-Yolk Sphingomyelin and Phosphatidylcholine Attenuate Cholesterol Absorption in Caco-2 Cells / F. Yang, G. Chen, M. Ma, N. Qiu, L. Zhu, J. Li // Lipids. 2018; 53(2): 217-233.

481. Yu, J. Lactulose accelerates liver regeneration in rats by inducing hydrogen / J. Yu, W. Zhang, R. Zhang, X. Ruan, P. Ren, B. Lu // J. Surg. Res. 2015; 195: 128-135.

482. Yusrizal, X. Effect of adding chicor y fructans in feed on fecal and intestinal microflora and excreta volatile ammonia / X. Yusrizal, T.C. Chen // Int J Poult Sci. 2003; 2: 188-194.

483. Zeisel, S.H. Choline: critical role during fetal development and dietary requirements in adults / S.H. Zeisel // Annual Review of Nutrition. 2006; 26: 229-250.

484. Zhai, W. Effects of in ovo injection of carbohydrates on embryonic metabolism, hatchability and subsequent somatic characteristics of broiler hatchlings / W. Zhai, P.D. Gerard, R. Pulikanti, E. Peebles // Poult. Sci. 2011; 90: 2134-2143.

485. Zhai, X. Lactulose ameliorates cerebral ischemia-reperfusion injury in rats by inducing hydrogen by activating nrf2 expression / X. Zhai, X. Chen, J. Shi, D. Shi, Z. Ye, W. Liu, M. Li, Q. Wang, Z. Kang, H. Bi [et al.] // Free Radic. Biol. Med. 2013; 65: 731-741.

486. Zheng, L.S.T. Oh. The dietary effects of fermented Chlorella vulgaris (CBT) on production performance, liver lipids and intestinal microflora in laying hens / L.S.T. Oh Zheng, J.Y. Jeon, B.H. Moon, H.S. Kwon, S.U. Lim, B.K. An, C.W. Kang // Asian-Aust J Anim Sci. 2012; 25: 261-266.

487. Zheng, W. Lactulose promotes equol production and changes the microbial community during in vitro fermentation of daidzein by fecal inocula of sows / W. Zheng, Y. Hou, Y. Su, W. Yao // Anaerobe. 2014; 25: 47-52.

488. Ziggers, D. Tos, A new prebiotic derived from whey / D. Ziggers // Anim Feed Sci Technol. 2000; 5: 34-36.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

1 Список рисунков

Рисунок 1 – Общая схема опыта.....С. 67
Рисунок 2 – Схема опыта на поголовье свиней .....С. 73
Рисунок 3 – Результаты переваривания кормов организмом свиней, %.....С. 74
Рисунок 4 – Баланс, отложение и использование азота корма (n = 3), г .....С. 75
Рисунок 5 – Баланс и использование кальция (а) и фосфора (б) корма (n = 3), г ...С. 75
Рисунок 6 – Морфологические показатели крови свиней .....С. 76
Рисунок 7 – Показатели углеводного обмена свиней.....С. 79
Рисунок 8 – Содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови свиней, мг/мл ..С. 81
Рисунок 9 – Абсолютный прирост живой массы свиней (n = 25), кг .....С. 85
Рисунок 10 – Морфологический состав туш свиней (n = 5), кг .....С. 87
Рисунок 11 – Химический состав ДМС (n = 5), %.....С. 88
Рисунок 12 – Органолептическая оценка мяса и бульона подопытных животных .С. 93
Рисунок 13 – Относительная скорость роста бычков (n = 10), % .....С. 100
Рисунок 14 – Результаты контрольного убоя и морфологический состав туш подопытных бычков (n = 3) .....С. 102
Рисунок 15 – Переход протеина и энергии кормов в мясную продукцию .....С. 103
Рисунок 16 – Клеточные и гуморальные факторы резистентности (n = 3) .....С. 105
Рисунок 17 – Схема опыта.....С. 107
Рисунок 18 – Живая масса птиц в динамике (n = 70), г .....С. 109
Рисунок 19 – Развитие внутренних органов ремонтных молодок в возрасте 14 недель (а) и 17 недель (б), г.....С. 112
Рисунок 20 – Коэффициенты переваримости питательных веществ (n = 3), %.....
.....С. 114

Рисунок 21 – Использование азота и его среднесуточный баланс .....С. 115
Рисунок 22 – Использование кальция и его среднесуточный баланс.....С. 116
Рисунок 23 – Использование фосфора и его среднесуточный баланс.....С. 116
Рисунок 24 – Морфологические показатели крови (n = 10) .....С. 118
Рисунок 25 – Показатели активности естественной резистентности крови, %....С. 122
Рисунок 26 – Результаты яичной продуктивности подопытных кур .....С. 124
Рисунок 27 – Морфологические показатели инкубационных яиц (n = 10) .....С. 126
Рисунок 28 – Химический состав белка и желтка инкубационных яиц, % .....С. 127
Рисунок 29 – Содержание минеральных веществ в белковой (а) и желтковой (б) части яиц (n = 5), мг/яйцо .....С. 129
Рисунок 30 – Содержание минеральных веществ в скорлупе яиц (n = 5), г/яйцо.....
.....С. 129
Рисунок 31 – Химический состав и содержание метаболизируемой энергии в изучаемых кормовых ингредиентах .....С. 135
Рисунок 32 – Переваримость питательных веществ корма (n = 3) .....С. 138
Рисунок 33 – Количество азота, кальция и фосфора, выделенных с яйцом (n = 3), г.....С. 139
Рисунок 34 – Баланс и использование азота (n = 3) .....С. 140
Рисунок 35 – Использование кальция и его баланс.....С. 142
Рисунок 36 – Использование фосфора и его баланс.....С. 143
Рисунок 37 – Форменные элементы и лейкоцитарная формула крови (n = 10) ..С. 145
Рисунок 38 – Биохимические показатели сыворотки крови (n = 10) .....С. 147
Рисунок 39 – Показатели естественной резистентности крови кур, % .....С. 150
Рисунок 40 – Живая масса кур-несушек (n = 70), г .....С. 152
Рисунок 41 – Категории полученных яиц, шт. (а) и % (б).....С. 155
Рисунок 42 – Качество яиц кур-несушек на фоне различных кормов (n = 10) ....С. 157
Рисунок 43 – Химический состав белка (а) и желтка (б) яиц (n = 5), %.....С. 161
Рисунок 44 – Содержание аминокислот белке (а) и желтке (б) яиц (n = 5), %.С. 163
Рисунок 45 – Активность лизоцима в белке (n = 5) .....С. 164

Рисунок 46 – Содержание витаминов в пищевых яйцах, в 100 г продукта (n = 5) С.167
Рисунок 47 – Состояние репродуктивных органов (n = 10) .....С. 177
Рисунок 48 – Масса внутренних органов (n = 10), г.....С. 178
Рисунок 49 – Переваримость питательных веществ корма, %.....С. 180
Рисунок 50 – Среднесуточный баланс и использование азота (n = 3) .....С. 181
Рисунок 51 – Среднесуточный баланс и использование кальция (n = 3) .....С. 182
Рисунок 52 – Среднесуточный баланс и использование фосфора (n = 3) .....С. 183
Рисунок 53 – Интенсивность белкового обмена.....С. 185
Рисунок 54 – Характеристика липидного обмена ремонтных молодок (n = 10)..... .....С. 186
Рисунок 55 – Показатели Т- и В-лимфоцитов в крови, 10^9/л .....С. 189
Рисунок 56 – Уровень иммуноглобулинов в крови ремонтных молодок (n = 10) ....С. 190
Рисунок 57 – Состояние резистентных показателей крови (n = 10), %.....С. 192
Рисунок 58 – Показатели яйценоскости, сохранности и затрат кормов.....С. 194
Рисунок 59 – Категории пищевых яиц, шт (а) и % (б) .....С. 196
Рисунок 60 – Основные морфологические признаки качества пищевых яиц (n = 10) .....С. 199
Рисунок 61 – Химический состав скорлупы пищевых яиц, % от массы скорлупы..С. 202
Рисунок 62 – Концентрация лизоцима и его активность в белке яиц (n = 5) ..С. 203
Рисунок 63 – Аминокислотный состав белка, % .....С. 203
Рисунок 64 – Аминокислотный состав желтка, %.....С. 204
Рисунок 65 – Состав жирных кислот желтка пищевых яиц, %.....С. 206
Рисунок 66 – Макроэлементный состав 100 г яичной массы белка и желтка (n = 5) .....С. 206
Рисунок 67 – Микроэлементный состав 100 г яичной массы белка и желтка (n = 5) .....С. 207
Рисунок 68 – Минеральный состав скорлупы яиц, г/яйцо.....С. 208

2 Список таблиц

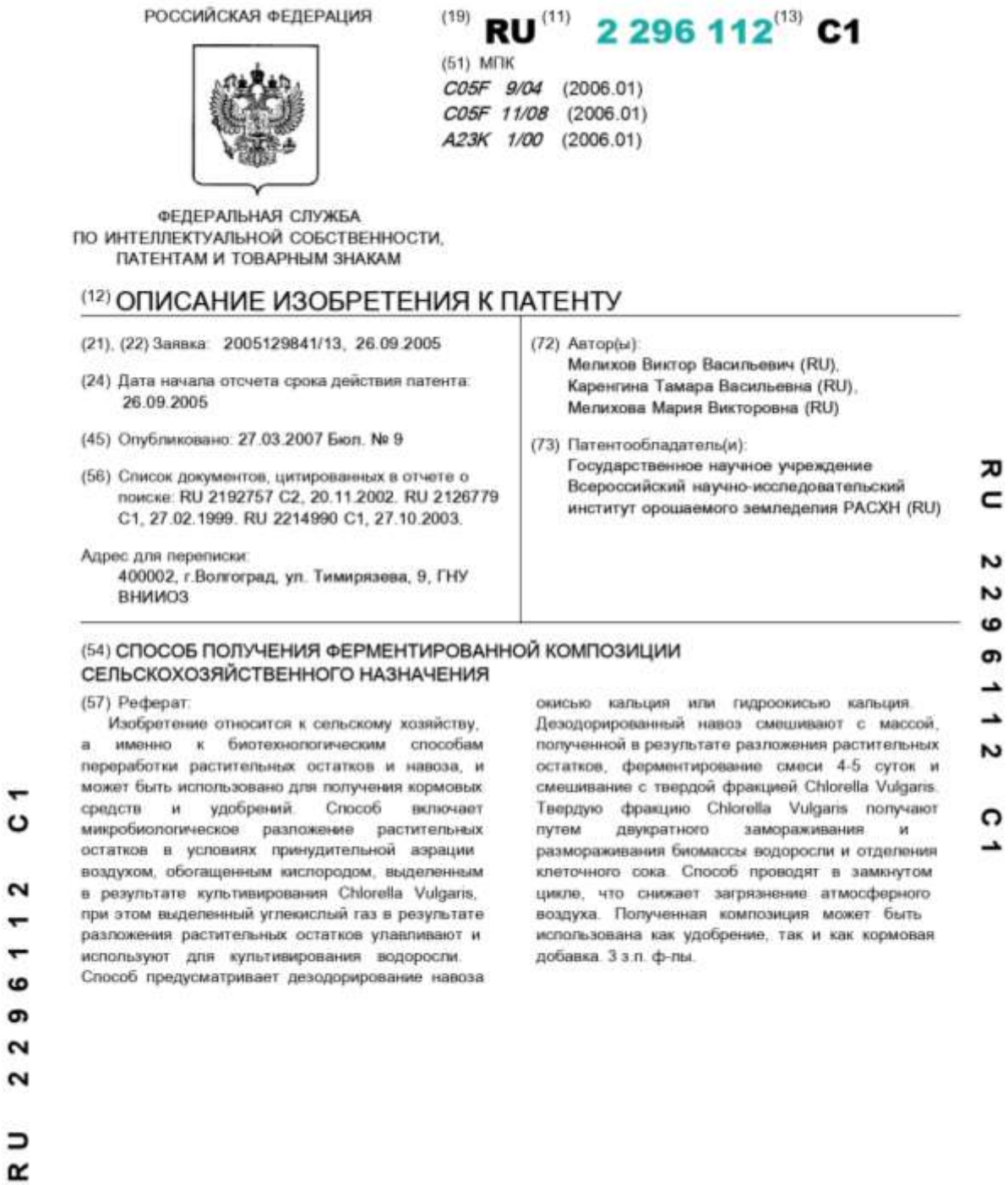
Таблица 1 – Интенсивность белкового обмена свиней (n = 5) .....С. 77
Таблица 2 – Показатели липидного обмена подопытных животных (n = 5) .....С. 78
Таблица 3 – Показатели естественной резистентности свиней (n = 5) .....С. 80
Таблица 4 – Содержание Т- и В-лимфоцитов в сыворотке крови (n = 5), %.....С. 80
Таблица 5 – Показатели перекисного окисления липидов и система антиоксидантной защиты организма свиней (n = 5) .....С. 82
Таблица 6 – Динамика живой массы свиней (n = 25), кг .....С. 84
Таблица 7 – Среднесуточный прирост живой массы подопытных животных, г (n = 25) .....С. 85
Таблица 8 – Убойные и мясные качества свиней (n = 5) .....С. 86
Таблица 9 – Показатели автолиза мяса (n = 5) .....С. 89
Таблица 10 – Микроструктура мышечных волокон подопытных свиней (n = 5).....
.....С. 91
Таблица 11 – Физико-технологические свойства мяса (n = 5) .....С. 91
Таблица 12 – Биологическая ценность мяса свиней (n = 5) .....С. 92
Таблица 13 – Физико-химические свойства сала (n = 5) .....С. 95
Таблица 14 – Экономическая эффективность производства свинины.....С. 96
Таблица 15 – Схема проведения исследований .....С. 97
Таблица 16 – Живая масса подопытных бычков (n = 10), кг.....С. 99
Таблица 17 – Среднесуточные приросты живой массы бычков (n = 10), г .....С. 99
Таблица 18 – Экономическая эффективность.....С. 106
Таблица 19 – Однородность стада по живой массе ремонтных молодок, %....С. 110
Таблица 20 – Развитие репродуктивных органов (n = 5) .....С. 111
Таблица 21 – Показатели белкового обмена ремонтных молодок (n = 10) .....С. 118
Таблица 22 – Показатели углеводно-липидного обмена ремонтных молодок (n = 10)
.....С. 120
Таблица 23 – Показатели минерального обмена (n = 10), ммоль/л .....С. 121
Таблица 24 – Продуктивность подопытных кур.....С. 123

Таблица 25 – Результаты инкубирования яиц.....С. 130
Таблица 26 – Расчет экономической эффективности.....С. 131
Таблица 27 – Схема опыта .....С. 133
Таблица 28 – Ингредиенты и химический состав рационов .....С. 136
Таблица 29 – Холестерин и триглицериды в сыворотке крови кур (n = 10) ....С. 148
Таблица 30 – Показатели антиоксидантного статуса кур-несушек (n = 5) .....С. 150
Таблица 31 – Производство яиц и интенсивность яйцекладки за период опыта .....
.....С. 153
Таблица 32 – Продуктивность кур-несушек на фоне различных кормов .....С. 154
Таблица 33 – Липидный состав желтка пищевых яиц (n = 5), г.....С. 165
Таблица 34 – Жирнокислотный состав пищевых яиц (n = 5), %.....С. 166
Таблица 35 – Экономическая эффективность производства пищевых яиц.....С. 169
Таблица 36 – Схема опыта .....С. 171
Таблица 37 – Результаты инкубации яиц.....С. 173
Таблица 38 – Динамика живой массы ремонтных молодок (n = 50), г .....С. 175
Таблица 39 – Однородность ремонтных молодок по живой массе (n = 50), % ...С. 176
Таблица 40 – Форменные элементы крови (n = 10) .....С. 184
Таблица 41 – Углеводный обмен ремонтных молодок (n = 10) .....С. 188
Таблица 42 – Метрические показатели органов иммунной системы ремонтных молодок (n = 10), г.....С. 191
Таблица 43 – Яичная продуктивность подопытных кур.....С. 193
Таблица 44 – Химический состав белка пищевых яиц (n = 5), % от массы белка .....
.....С. 200
Таблица 45 – Химический состав желтка пищевых яиц (n = 5), % от массы желтка.....С. 200
Таблица 46 – Содержание водорастворимых витаминов в яичной массе (n = 5).....
.....С. 209
Таблица 47 – Расчет экономической эффективности проведенных исследований ...
.....С. 210

Приложение А
(обязательное)

Патентные документы

А.1 Первая страница патента № 2296112 представлена на рисунке А.1.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 296 112** (13) **C1**

(51) МПК
C05F 9/04 (2006.01)
C05F 11/08 (2006.01)
A23K 1/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005129841/13, 26.09.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.09.2005

(45) Опубликовано: 27.03.2007 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2192757 C2, 20.11.2002. RU 2126779 C1, 27.02.1999. RU 2214990 C1, 27.10.2003.

Адрес для переписки:
400002, г.Волгоград, ул. Тимирязева, 9, ГНУ ВНИИОЗ

(72) Автор(ы):
Мелихов Виктор Васильевич (RU),
Каренгина Тамара Васильевна (RU),
Мелихова Мария Викторовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия РАСХН (RU)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРМЕНТИРОВАННОЙ КОМПОЗИЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к биотехнологическим способам переработки растительных остатков и навоза, и может быть использовано для получения кормовых средств и удобрений. Способ включает микробиологическое разложение растительных остатков в условиях принудительной аэрации воздухом, обогащенным кислородом, выделенным в результате культивирования Chlorella Vulgaris, при этом выделенный углекислый газ в результате разложения растительных остатков улавливают и используют для культивирования водоросли. Способ предусматривает дезодорирование навоза окисью кальция или гидроокисью кальция. Дезодорированный навоз смешивают с массой, полученной в результате разложения растительных остатков, ферментирование смеси 4-5 суток и смешивание с твердой фракцией Chlorella Vulgaris. Твердую фракцию Chlorella Vulgaris получают путем двукратного замораживания и размораживания биомассы водоросли и отделения клеточного сока. Способ проводят в замкнутом цикле, что снижает загрязнение атмосферного воздуха. Полученная композиция может быть использована как удобрение, так и как кормовая добавка. 3 з.п. ф-лы.

RU 2296112 C1

RU 2296112 C1

Рисунок А.1 – Первая страница патента № 2296112

А.2 Полученный патент № 2541637 представлен на рисунке А.2.

Рисунок А.2 – Патент № 2541637

А.3 Полученный патент № 2764917 представлен на рисунке А.3.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2764917

Способ повышения продуктивности цыплят-бройлеров

Патентообладатель: ***Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции" (ГНУ НИИММП) (RU)***

Авторы: ***Сложенкина Марина Ивановна (RU), Горлов Иван Федорович (RU), Комарова Зоя Борисовна (RU), Семенова Ираида Александровна (RU), Мосолов Александр Анатольевич (RU), Фролова Мария Викторовна (RU), Струк Евгения Александровна (RU), Рудковская Алиса Валерьевна (RU), Тарасов Евгений Николаевич (RU), Карабалина Наталья Арстанбековна (RU)***

Заявка № **2021109203**

Приоритет изобретения **02 апреля 2021 г.**

Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **24 января 2022 г.**

Срок действия исключительного права на изобретение истекает **02 апреля 2041 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец Ивлиев Григорий Петрович

Г.П. Ивлиев

Рисунок А.3 – Патент № 2764917

А.4 Полученный патент № 2782845 представлен на рисунке А.4.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2782845

Способ повышения мясной продуктивности крупного рогатого скота

Патентообладатель: ***Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции" (ГНУ НИИММП) (RU)***

Авторы: ***Сложенкина Марина Ивановна (RU), Мосолов Александр Анатольевич (RU), Стародубова Юлия Владимировна (RU), Федотова Гилян Васильевна (RU), Горлов Иван Федорович (RU), Гаряев Юрий Санджиевич (RU), Фролова Мария Викторовна (RU)***

Заявка № **2021124983**

Приоритет изобретения **23 августа 2021 г.**

Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **03 ноября 2022 г.**

Срок действия исключительного права на изобретение истекает **23 августа 2041 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

Рисунок А.4 – Патент № 2782845

А.5 Первая страница патента № 2768397 представлена на рисунке А.5.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 768 397**(13) **C1**

(51) МПК
A23L 13/00 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A23L 13/00 (2022.02)

(21)(22) Заявка: **2021110590, 15.04.2021**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.04.2021

Дата регистрации:
24.03.2022

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **15.04.2021**

(45) Опубликовано: **24.03.2022** Бюл. № 9

Адрес для переписки:
400005, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр-кт им. В.И.Ленина, 28, ВолгГТУ, Кузьмину С.В.

(72) Автор(ы):
Храмова Валентина Николаевна (RU),
Божкова Светлана Евгеньевна (RU),
Сложенкина Марина Ивановна (RU),
Горлов Иван Фёдорович (RU),
Фролова Мария Викторовна (RU),
Храмова Ярославна Игоревна (RU),
Пименова Анна Михайловна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ) (RU),
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции" (ГНУ НИИММП) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2210935 C1, 27.08.2003. RU 2511273 C1, 10.04.2014. RU 2726896 C1, 16.07.2020. RU 2250705 C2, 27.04.2005. KR 1020180067926 A, 21.06.2018. US 20080095897 A1, 24.04.2008.**

(54) **Способ производства хлеба колбасного функционального назначения**

(57) Реферат:

Изобретение относится к мясной промышленности и может быть использовано в производстве колбасных изделий типа колбасный хлеб. Способ производства хлеба колбасного функционального назначения предусматривает куттерование мясного сырья - филе мяса кур 1 сорта жилованного и филе мяса индейки 1 сорта жилованного, гидратацию белково-углеводной добавки, внесение в фаршевую систему компонентов согласно рецептуре, перемешивание с источником пищевых волокон – хитозаном пищевым, витаминно-минеральным комплексом (ВМК) и водой. Далее проводят наполнение форм фаршем, предварительно смазанных растительным маслом, и запекание при 130°С до достижения температуры в центре продукта 71-72°С. Затем осуществляют предварительное охлаждение при 12°С до температуры в центре продукта 18-20°С, освобождение от форм, охлаждение при 0-4°С до 0-15°С в центре продукта. Далее проводят контроль качества, упаковку, маркировку, хранение и реализацию. При этом в качестве белково-углеводной добавки используют чечевичную крупу, подготовку

RU 2768397 C1

RU 2768397 C1

Рисунок А.5 – Первая страница патента № 2768397

А.6 Первая страница патента № 2315805 представлена на рисунке А.6.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 315 805** (13) **C2**

(51) МПК
C12M 3/02 (2006.01)
C12N 1/12 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006106081/13, 26.02.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.02.2006

(45) Опубликовано: 27.01.2008 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Культиватор хлореллы КХ-1. Паспорт КХ-1 ПС, ТУ 5144-001 39071599-2000. RU 2268923 C1, 27.01.2006. RU 2165973 C2, 10.04.2001. RU 2203938 C1, 10.05.2003. SU 1366526 A1, 15.01.1988.

Адрес для переписки:
400002, г.Волгоград, ул. Тимирязева, 9, ГНУ ВНИИОЗ

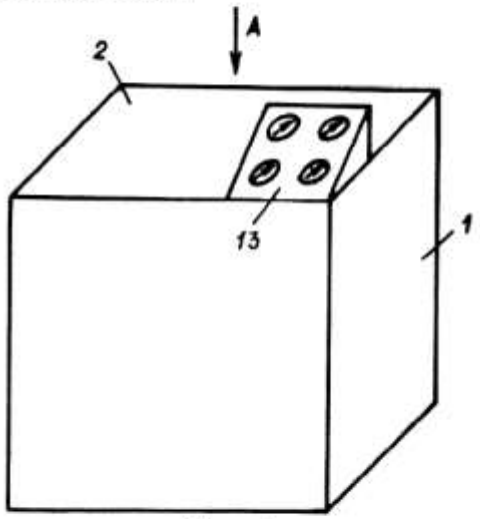
(72) Автор(ы):
Мелихов Виктор Васильевич (RU),
Кузнецов Петр Иванович (RU),
Богданов Николай Иванович (RU),
Яковлев Сергей Валентинович (RU),
Каренгина Тамара Васильевна (RU),
Московец Мария Васильевна (RU),
Мелихова Мария Викторовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия РАСХН (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к биотехнологии. Устройство включает корпус с крышкой, боковые стенки которого имеют светоотражающие поверхности, расположенные в корпусе емкости для культивирования микроводорослей, установленные на решетке и соединенные между собой лампы накаливания, равноудаленные от емкостей. Устройство снабжено средством нагревания, расположенным под решеткой, датчиками концентрации суспензии, ее температуры и освещенности и трубопроводом для подачи углекислоты в емкости и отвода кислорода из них. Изобретение обеспечивает снижение энергозатрат на процесс культивирования, обеспечение контроля за технологическими параметрами процесса и повышение его эффективности. 4 ил.



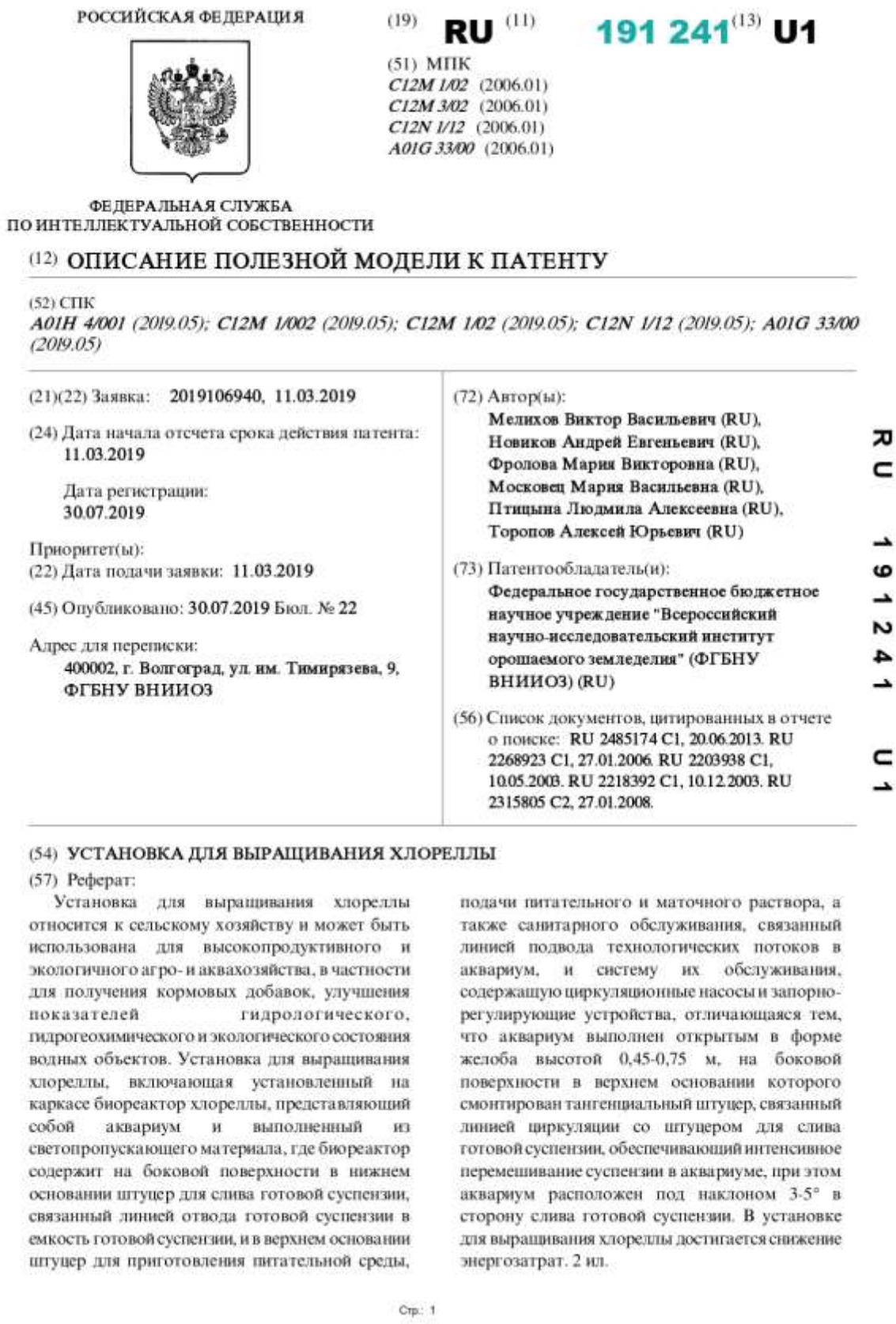
Фиг. 1

RU 2315805 C2

RU 2315805 C2

Рисунок А.6 – Первая страница патента № 2315805

А.7 Первая страница патента на полезную модель № 191241 представлена на рисунке А.7.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **191 241** (13) **U1**

(51) МПК
C12M 1/02 (2006.01)
C12M 3/02 (2006.01)
C12N 1/12 (2006.01)
A01G 33/00 (2006.01)

(12) **ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК
***A01H 4/001** (2019.05); **C12M 1/002** (2019.05); **C12M 1/02** (2019.05); **C12N 1/12** (2019.05); **A01G 33/00** (2019.05)*

(21)(22) Заявка: **2019106940, 11.03.2019**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.03.2019

Дата регистрации:
30.07.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **11.03.2019**

(45) Опубликовано: **30.07.2019** Бюл. № **22**

Адрес для переписки:
400002, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9, ФГБНУ ВНИИОЗ

(72) Автор(ы):
Мелихов Виктор Васильевич (RU),
Новиков Андрей Евгеньевич (RU),
Фролова Мария Викторовна (RU),
Московец Мария Васильевна (RU),
Птицына Людмила Алексеевна (RU),
Торопов Алексей Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия" (ФГБНУ ВНИИОЗ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2485174 C1, 20.06.2013. RU 2268923 C1, 27.01.2006. RU 2203938 C1, 10.05.2003. RU 2218392 C1, 10.12.2003. RU 2315805 C2, 27.01.2008.**

RU 191241 U1

RU 191241 U1

(54) **УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ХЛОРЕЛЛЫ**

(57) Реферат:

Установка для выращивания хлореллы относится к сельскому хозяйству и может быть использована для высокопродуктивного и экологичного агро- и аквахозяйства, в частности для получения кормовых добавок, улучшения показателей гидрологического, гидрогеохимического и экологического состояния водных объектов. Установка для выращивания хлореллы, включающая установленный на каркасе биореактор хлореллы, представляющий собой аквариум и выполненный из светопропускающего материала, где биореактор содержит на боковой поверхности в нижнем основании штуцер для слива готовой суспензии, связанный линией отвода готовой суспензии в емкость готовой суспензии, и в верхнем основании штуцер для приготовления питательной среды, подачи питательного и маточного раствора, а также санитарного обслуживания, связанный линией подвода технологических потоков в аквариум, и систему их обслуживания, содержащую циркуляционные насосы и запорно-регулирующие устройства, отличающаяся тем, что аквариум выполнен открытым в форме желоба высотой 0,45-0,75 м, на боковой поверхности в верхнем основании которого смонтирован тангенциальный штуцер, связанный линией циркуляции со штуцером для слива готовой суспензии, обеспечивающий интенсивное перемешивание суспензии в аквариуме, при этом аквариум расположен под наклоном 3-5° в сторону слива готовой суспензии. В установке для выращивания хлореллы достигается снижение энергозатрат. 2 ил.

Стр.: 1

Рисунок А.7 – Первая страница патента на полезную модель № 191241

Приложение Б
(обязательное)

Дипломы международных и российских конкурсов, специализированных выставок

Б.1 Диплом, полученный на российской агропромышленной выставке «Золотая осень – 2018» представлен на рисунке Б.1.

Рисунок Б.1 – Диплом, полученный на российской агропромышленной выставке «Золотая осень – 2018»

Б.2 Диплом, полученный на XXII российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в 2020 г. представлен на рисунке Б.2.

Рисунок Б.2 – Диплом, полученный на XXII российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в 2020 г.

Б.3 Диплом, полученный на XXIII российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в 2021 г. представлен на рисунке Б.3.

Рисунок Б.3 – Диплом, полученный на XXIII российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в 2021 г.

Б.4 Диплом, полученный на XXIV российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в 2022 г. представлен на рисунке Б.4.

Рисунок Б.4 – Диплом, полученный на XXIV российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в 2022 г.

Б.5 Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXVIII специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» в 2018 г. представлен на рисунке Б.5.

Рисунок Б.5 – Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXVIII специализированной выставке «Агропромышленный комплекс»

Б.6 Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXIX специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» в 2019 г. представлен на рисунке Б.6.

Рисунок Б.6 – Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXIX специализированной выставке «Агропромышленный комплекс»

Б.7 Диплом о награждении золотой медалью в номинации «Корма и кормовые добавки», полученный на XXIX специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» в 2019 г. представлен на рисунке Б.7.

Рисунок Б.7 – Диплом о награждении золотой медалью в номинации «Корма и кормовые добавки», полученный на XXIX специализированной выставке «Агропромышленный комплекс»

Б.8 Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXX специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» в 2020 г. представлен на рисунке Б.8.

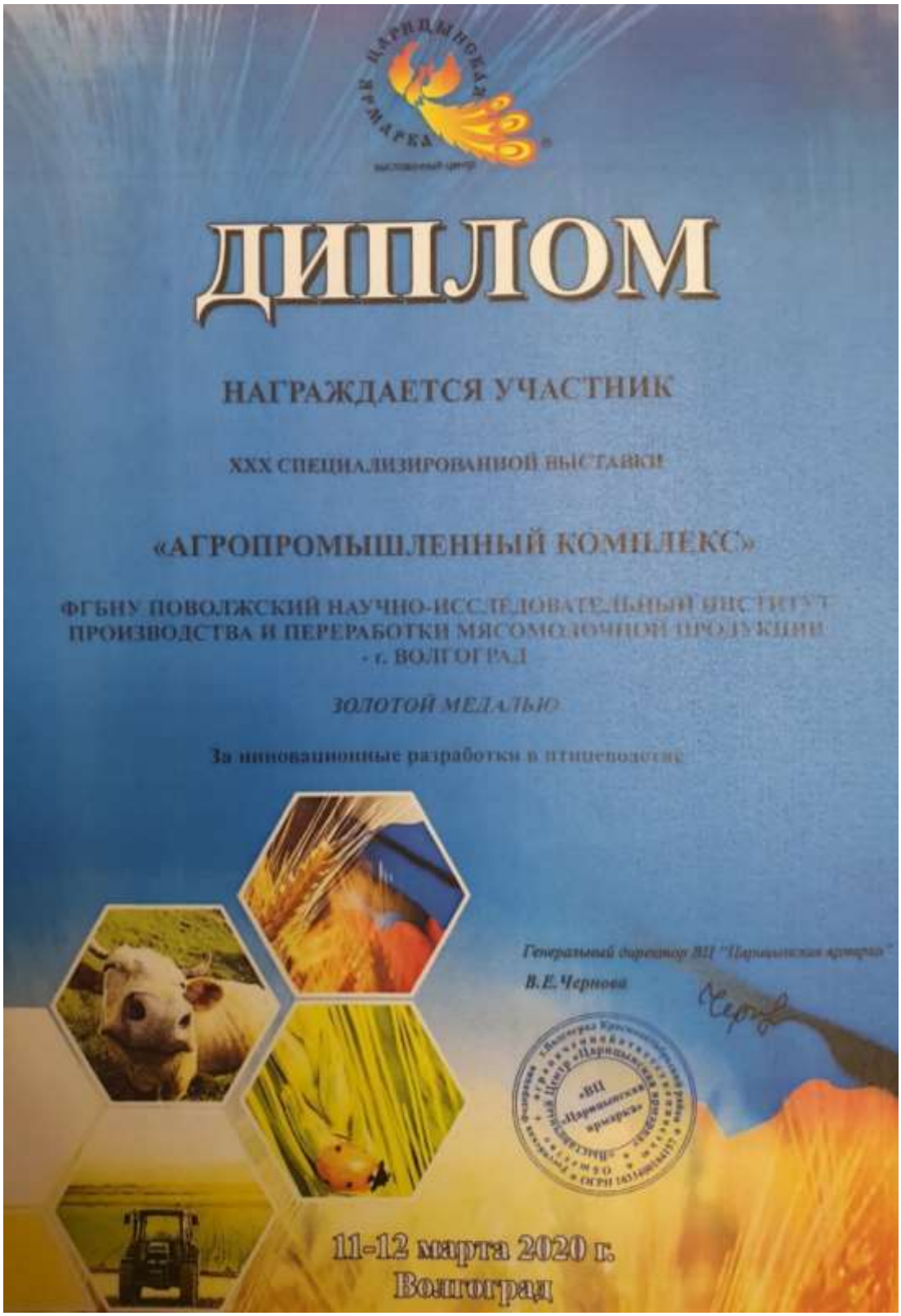


Рисунок Б.8 – Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXX специализированной выставке «Агропромышленный комплекс»

Б.9 Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXXI специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» в 2021 г. в номинации «Животноводство» представлен на рисунке Б.9.

Рисунок Б.9 – Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXXI специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» в номинации «Животноводство»

Б.10 Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXXI специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» в 2021 г. по гранту РНФ 19-76-10010 представлен на рисунке Б.10.

Рисунок Б.10 – Диплом о награждении золотой медалью, полученный на XXXI специализированной выставке «Агропромышленный комплекс» по гранту РНФ 19-76-10010