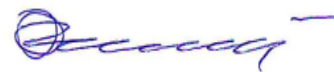


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи



Гавриленко Денис Валерьевич

**РАЗРАБОТКА, ФАРМАКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ
СЕЛЕВИТ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

06.02.03 – Ветеринарная фармакология с токсикологией

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:

член-корреспондент РАН

доктор биологических наук, профессор

Коццаев Андрей Георгиевич

Краснодар 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1 Анатомические и биологические особенности сельскохозяйственной птицы.....	11
1.2 Дрожжи как источник белка и каротиноидов.....	17
1.3 Применение минеральных сорбентов в животноводстве и птицеводстве.....	31
1.4 Современные представления о применении селена и его препаратов в животноводстве и их роли в организме животных и птиц.....	34
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	48
3 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	57
3.1 Биотехнология получения и оценка качества комплексной кормовой добавки.....	57
3.1.1 Исследование штамма-продуцента и оптимизация состава питательной среды.....	57
3.1.2 Подбор оптимальных условий культивирования.....	65
3.1.3 Исследование качественных характеристик и материаловедческая аттестация используемого в работе ультрадисперсного селена.....	70
3.1.4 Определение биологической активности ультрадисперсного селена.....	71
3.1.5 Технология получения комплексной кормовой добавки.....	73
3.1.6 Состав и качественные характеристики комплексной кормовой добавки Селевит.....	77
3.2 Токсикологическая оценка кормовой добавки Селевит.....	80
3.2.1 Общая токсичность.....	80
3.2.2 Острая токсичность.....	82
3.2.3 Субхроническая токсичность.....	85

3.2.4 Влияние кормовой добавки Селевит на процессы пищеварения и мочеотделения.....	93
3.2.5 Местно-раздражающее действие.....	95
3.2.6 Ветеринарно-санитарная оценка мяса цыплят-бройлеров после применения кормовой добавки Селевит.....	98
3.3 Фармакологические свойства кормовой добавки Селевит.....	102
3.3.1 Определение оптимальных доз кормовой добавки и ее влияние на рост и сохранность птицы.....	102
3.3.2 Влияние кормовой добавки на качественные характеристики мяса.....	106
3.3.3 Влияние на морфо-биохимические показатели крови.....	109
3.4 Производственные испытания и оценка экономической эффективности применения кормовой добавки Селевит.....	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	117
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	119
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	145

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Птицеводство – одна из динамично развивающихся отраслей животноводства (Данилов И. П., 2010; Лебедева И. А., 2011; Гайдук А. Г., 2011; Бараников В. А., 2013). Скороспелость птицы и скорая окупаемость вложений являются важными факторами, обуславливающими индустриализацию отрасли (Голубов И. И., 2011).

Одним из приоритетных направлений в птицеводстве является разработка и внедрение методов, обеспечивающих повышение рентабельности производства за счет эффективного использования кормов и снижения себестоимости продукции, получаемой от птицы (Данилов И. П., 2010; Слепухин В. В., 2011; Loh T. C. et al., 2014; Gao P. et al., 2017; Wang Y. et al., 2017; Xing S. et al., 2017).

Государственная аграрная политика ставит важной целью импортозамещение птицеводческой продукции на отечественном рынке за счет собственных производственных мощностей, что требует внедрения инновационных технологических подходов (Фисинин В. И., 2016, 2019; Егоров И. А., 2017; Кочиш И. И., 2017; Салеева И. П., 2020). Реализация намеченной стратегии может быть возможна за счет применения кормовых добавок различного назначения (Apata D. F., 2008; Pham M. et al., 2008; Салеева И. П., 2014; Dastar B. et al., 2016; Егоров И. А., 2016).

Вопрос витаминного кормления птицы всегда был актуален, сейчас он стоит особенно остро вследствие внедрения промышленной технологии выращивания. Успехи длительной селекционной работы позволили создать большое количество высокопродуктивных кроссов сельскохозяйственной птицы, характерной особенностью которых является интенсивный обмен веществ, требующий рационы, сбалансированные не только по белку, но и витаминам, микро- и макроэлементам. Дефицит витаминов (даже некоторых) приводит к отставанию в росте, снижению продуктивности, показателей

жизнеспособности и другим неблагоприятным в хозяйственном отношении последствиям (Лозовой В. И., 2005).

Биологическая роль витаминов, их селективность и специфичность действия, невозможность замены другими веществами определяют их природную уникальность (Байер Т. А., 2014).

Помимо витаминов, необходимым условием питания является обеспеченность микро- и макроэлементами. Минеральные вещества в животном организме выполняют разнообразные функции от участия в процессах метаболизма до формирования тканей и органов. Исследованиями установлена фундаментальная роль микроэлементов в процессах жизнедеятельности животных организмов. Они входят в состав БАВ, играющих ключевую роль в процессах метаболизма (Трифонов Г., 2001; Кузнецов С. Г., 2003; Саломатин В. В., 2010).

Рост и развитие птицы напрямую зависят от обеспеченности корма биологически активными веществами, их недостаток может приводить к отставанию в росте и развитии, что негативно сказывается на скороспелости птицы (Егоров И., 2006; Гущин В. В., 2011).

Весьма актуальна проблема дефицита селена. Многие районы нашей страны в биогеохимическом отношении дефицитны по этому микроэлементу. Достаточно широкая практика применения препаратов селена на основе его неорганических соединений показывает низкую результативность. Разработка добавок и кормовых продуктов, в которых селен находится в доступном и малотоксичном виде, является актуальной исследовательской задачей.

Помимо прочего, современное птицеводство имеет ряд проблем, одной из которых является качество зерновых кормов – они зачастую загрязнены микотоксинами из-за развития плесневых грибов. Использование в рационе птицы таких кормов приводит к неблагоприятным последствиям, таким как нарушение обмена веществ, снижение иммунитета, что в итоге ведет к снижению продуктивности и увеличению падежа птицы (Давтян Д. А., 2003; Тищенко А. Н., 2003, 2006; Носков С. Б., 2011).

Продуктивные качества сельскохозяйственной птицы существенно зависят не только от технологии ее выращивания, но также и от применения кормовых добавок, способствующих раскрытию в полной мере ее биоресурсного потенциала на фоне сокращения экономических затрат на корма растительного и животного происхождения.

В этой связи разработка и внедрение новых кормовых добавок в животноводство и ветеринарную практику, всесторонняя оценка их фармако-токсикологических свойств и эффективности применения представляют собой актуальное исследовательское направление в решении вопросов обеспечения населения продуктами птицеводства и продовольственной безопасности страны.

Диссертационная работа является частью тематического плана НИОКР, утвержденного Ученым советом Кубанского ГАУ на 2016–2020 гг. (протокол от 25.01.2016 № 1; № госрегистрации АААА-А16-116022410037-1 и АААА-А16-116021110076-4).

Степень разработанности темы. В современном птицеводстве широко распространены болезни обмена веществ, связанные с недостатком или несбалансированным соотношением элементов питания. Профилактикой и коррекцией нарушения обмена веществ, а также сопряженных с этим явлением болезней у сельскохозяйственных животных занимались такие ученые, как К. Х. Папуниди (2000, 2008), М. И. Рецкий (2001), Н. И. Кузнецов (2003), А. Г. Кощаев (2004), Y. Espada (2017).

Исследователями И. А. Егоровым (2006, 2017), В. В. Гуциным (2011), М. Pourakbari и др. (2016), И. И. Кочиш (2018), П. Ф. Сурай (2019), доказано, что рост и развитие птицы напрямую зависит от обеспеченности корма биологически активными веществами, поскольку их недостаток может приводить к отставанию в росте и развитии, что негативно сказывается на скороспелости птицы.

Однако, несмотря на довольно широкий спектр исследований в данном направлении, многие вопросы изучены недостаточно, проведение дальнейших исследований весьма актуально, что и определило цель и задачи настоящей работы.

Цель работы и задачи. Целью настоящей работы явилась разработка технологии получения кормовой добавки Селевит, исследование ее фармако-токсикологических свойств и оценка эффективности применения на цыплятах-бройлерах.

Для достижения обозначенной цели были определены следующие задачи:

- разработать состав и технологию получения комплексной кормовой добавки Селевит;
- изучить параметры общетоксического действия добавки на организм животных;
- изучить фармакологические свойства кормовой добавки Селевит;
- оценить влияние добавки Селевит на мясную продуктивность и качество продукции цыплят-бройлеров;
- определить экономическую эффективность применения кормовой добавки Селевит при выращивании цыплят-бройлеров.

Научная новизна. Разработана новая комплексная кормовая добавка Селевит на основе нативной биомассы каротинсинтезирующих дрожжей *Rhodotorula glutinis* (Fresen. F.C. Harrison 1928), ультрадисперсного селена и минеральной основы – перлита. Определены физико-химические и основные фармако-токсикологические характеристики кормовой добавки Селевит. Выявлено положительное влияние на морфо-биохимический состав крови, рост и сохранность птицы, а также качественные характеристики мяса. В производственных условиях определена экономическая эффективность добавки при выращивании цыплят-бройлеров.

Данные проведенных исследований учтены при разработке нормативно-технической документации. Разработаны технические условия комплексной кормовой добавки Селевит (СТО 9291-007-65842460-2020) и «Методические рекомендации по применению комплексной кормовой добавки Селевит в птицеводстве».

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в том, что доказана возможность повышения сохранности и продуктивности сельскохозяйственной птицы благодаря использованию кормовой добавки Селевит. На основании фармако-токсикологической оценки предложена новая комплексная добавка на основе биомассы штамма каротинсинтезирующих дрожжей *Rhodotorula glutinis*, высокодисперсного селена и минерального наполнителя перлита. Добавка улучшает метаболический статус организма птицы, способствует повышению качественных характеристик мяса. Дано экономическое обоснование использования Селевита в мясном птицеводстве.

Результаты диссертационного исследования представляют собой новое решение вопроса увеличения продуктивности цыплят-бройлеров и могут найти применение в птицеводческих хозяйствах для повышения жизнеспособности птицы и экономически эффективного получения высококачественной мясной продукции.

Материалы, изложенные в работе, являются частью научной теоретической базы по исследуемой проблеме и могут быть использованы в исследовательских, учебных, научно-практических целях и решении прикладных вопросов.

Методология и методы исследований. Методологической базой настоящей работы послужили труды отечественных и зарубежных исследователей в области биотехнологии кормов и кормовых добавок, ветеринарной токсикологии и фармакологии.

В работе применялись современные методы исследований и оборудование. Экспериментальная часть работы реализована с использованием общепринятых методов планирования научного эксперимента и методов, применяемых в токсикологии, фармакологии, ветеринарно-санитарной экспертизе, биотехнологии, экономике. Обработка результатов экспериментов проводилась с использованием актуального программного обеспечения и общепринятых методов статистики.

Основные положения, выносимые на защиту:

- технология получения и состав кормовой добавки Селевит;
- токсикологическая оценка Селевита;
- фармакологические свойства кормовой добавки Селевит;
- результаты применения кормовой добавки в рационах цыплят-бройлеров в качестве средства, повышающего продуктивность и качество получаемой мясной продукции;
- экономическая эффективность применения кормовой добавки Селевит при выращивании цыплят-бройлеров.

Степень достоверности и апробация работы. Результаты экспериментальных и клинических исследований, являющихся основой диссертации, доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России» (Пенза, 2013 г.); III Международной заочной научной конференции для молодых ученых, студентов и школьников «Наноматериалы и нанотехнологии: проблемы и перспективы» (Саратов, 2014 г.); Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института «Актуальные проблемы современной ветеринарной науки и практики» (Краснодар, 2016 г.); III Национальной конференции «Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения» (Краснодар, 2019 г.); IV Международной конференции «Институциональные преобразования АПК России в условиях гло-

бальных вызовов» (Краснодар, 2019 г.); Международной научно-практической конференции «Научные основы повышения продуктивности и здоровья сельскохозяйственных животных» (Краснодар, 2020 г.).

Материалы диссертационной работы представляют собой часть конкурсного проекта, отмеченного золотой медалью 28-й Международной агропромышленной выставки «Агрорусь-2019», а также золотой медалью XXII Российской агропромышленной выставки «Золотая осень-2020».

Личное участие автора. Методологическая концепция исследований и приведенные в работе данные получены при личном участии автора. Экспериментальная часть работы, включая лабораторные исследования, а также сбор, обработка и статистический анализ экспериментальных данных и их оформление выполнены автором самостоятельно.

Публикации. По материалам диссертационного исследования опубликовано 12 научных работ, в том числе 5 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Структура и объем диссертационной работы. Настоящая работа изложена на 145 страницах текста компьютерного набора и состоит из следующих разделов: Введение, Обзор литературы, Материалы и методы исследований, Собственные исследования, Заключение, Список использованной литературы, Приложения. Список использованной литературы включает 232 источника, из них 60 – зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 28 таблицами и 14 рисунками.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Анатомические и биологические особенности сельскохозяйственной птицы

Птицеводство является одной из наиболее перспективных отраслей сельскохозяйственного производства, позволяющего не только обеспечивать население страны высокоценными диетическими продуктами питания, такими как мясо, яйцо, субпродукты, но также в полной мере использовать отходы жизнедеятельности и промышленной переработки птицы в качестве сырья для легкой промышленности (пух, перо) и источника удобрений для земледелия (Кочиш И. И. с соавт., 2003). Не имея сезонности, птицеводство способно при невысоких затратах кормов с учетом сбалансированности рационов, обеспечивать приросты в 3–5 раз больше и быстрее чем другие виды животных (Рысьмятов А. З. с соавт., 2006; Шевченко А. И., 2010; Хохлов Р. Ю., 2004, 2006).

Птица по своим физиологическим параметрам существенно отличается от других видов сельскохозяйственных животных. Среди отличительных особенностей можно отметить быстрый рост, высокую физиологическую скороспелость, относительно высокую температура тела (40–42 °С), развитие эмбриона вне тела матери, своеобразное строение кожного покрова и его производных и др. (Мелехин Г. А., Гридин И. Я, 1977; Мотузко Н. С., 2004).

При этом человек в процессе научно-технической эволюции в развитии птицеводства трансформировал и создал для сельскохозяйственной птицы такие условия содержания и кормления, которые в итоге привели к изменению поведенческих особенностей, экстерьера, морфологии и функции внутренних органов (Васильева М. А., Бакулин В. А., 2017).

Если рассматривать анатомическое строение птицы, можно отметить ее схожесть с пресмыкающимися (рептилиями). В области головы и ног кожа птиц покрыта ороговевшей чешуёй. К тому же она имеет хорошо

развитый подкожный слой, практически не содержит потовых и сальных желез, сама по себе очень тонкая, образует складки. Кроме самой кожи, птица имеет ряд кожных образований – перья, гребень, когти, шпоры и др. Кожа защищает птицу от неблагоприятных воздействий внешней среды, а также принимает участие в ряде физиологических функций организма, таких как дыхательная и теплообменная (Селянский В. М., 1986; Кочиш И. И., Смоленский В. И., Щербатов В. И., 2018).

Самое характерное кожное образование у птицы, отличающее ее от других млекопитающих – оперение. Появление перьевого покрова у птиц связано с приспособлением в процессе эволюции к полету.

Перо птицы – это производное эпидермиса, видоизмененная чешуя, подобная чешуе пресмыкающихся; представляет собой тонкую выпуклую пластинку (опахало), соединенное со стержнем (стволом).

Костная система у птицы образована тонкими, но очень прочными костями, имеющими матово-белую окраску и содержащими большое количество минеральных веществ. Количество минеральных элементов в значительной степени может изменяться в зависимости от вида, возраста, продуктивности, уровня питания и физиологического состояния организма птиц (Сидоренко Л. И., Щербатов В. И., 2016). У молодняка кости заполнены костным мозгом, однако по мере взросления он постепенно оттесняется воздухом и рассасывается, оставаясь только в костях тазовых конечностей и нижнего отдела крыльев. Большинство костей скелета имеет полости, сообщающиеся через особые, имеющиеся только у птицы воздухоносные мешки с легкими и далее с внешней средой (Кочиш И. И., Сидоренко Л. И., Щербатов В. И., 2005).

Органы пищеварения у птицы сформированы таким образом, чтобы обеспечивать усвоение питательных веществ рациона за счет многоступенчатой обработки – механической, химической и физической. Особенностью птиц является отсутствие зубов, захват корма птица производит клювом, в котором пища пребывает непродолжительное время. Глотанию предшествует

выделение незначительного количества слюны, смачивающей пищевой ком и облегчающей скольжение в пищевод, верхняя часть которого образует зоб, хорошо развитый у кур, индеек, цесарок, голубей. Водоплавающая птица зоба не имеет, но при этом есть незначительное расширение пищевода, где корм задерживается в зависимости от состава от одного до восьми часов. В зобе корм размягчается, смешивается с водой и слюной, частично расщепляются углеводы, подготавливая корм к активному перевариванию в желудке и кишечнике (Кочиш И. И., Петраш М. Г., Смирнов С. Б., 2007).

Желудок птиц представлен двумя отделами – железистым и мускульным (мышечным). В железистом желудке происходит образование пищеварительного сока с рН 3,6–4,7 из выделяющейся соляной кислоты и пепсина, что способствует расщеплению кормовых масс. Мускульный отдел желудка имеет очень толстые стенки и изнутри выстлан слизистой оболочкой, богатой трубчатыми железами. Секрет этих желез вместе с эпителием образует плотную оболочку – кутикулу, с помощью которой происходит перетирание пищи. Время от времени птица заглатывает мелкие камешки, облегчающие перетирание грубых кормов в процессе сокращения мускульного отдела (Кочиш И. И., Смоленский В. И., Щербатов В. И., 2018).

Желудочная секреция у птиц имеет три фазы – сложнорефлекторную, гуморальную и кишечную (Голиков А. Н., 1991; Костин А. П. с соавт., 1983; Скопичев В. Г., 2003). В мышечном желудке происходит расщепление белков (в большей массе животного происхождения) и углеводов. При этом в мышечный желудок из двенадцатиперстной кишки постоянно забрасываются кормовые массы. Пищеварение в кишечнике происходит в слабокислой среде, что позволяет ферментам корма сохранять свою активность. Кроме того, благодаря такому рН в мышечном желудке развиваются бактерии, переваривающие крахмал и жиры (Фисинин В. И., Егоров И. А., Драганов И. Ф., 2011; Васильева М. А., Бакулин В. А., 2017; Голиков А. Н. и др., 1991; Кузнецов А. И., 2004).

Такие авторы, как А. Бобылев, А. Глотов, Ц. Батоев и др. (2002), отмечают особое устройство развитой артериовенозной сети желудка, которая снабжает кровью железистый желудок, обеспечивая при этом активную секрецию желудочного сока. Кишечник птиц отличается от кишечника млекопитающих отсутствием сети разветвленных бруннеровых желез, кишечный сок у птиц синтезируется только люберкюновыми железами по всей длине кишечника.

Жиры в пищеварительном тракте птиц расщепляются под действием желчи и панкреатического сока в двенадцатиперстной кишке (Фисинин В. И., Егоров И. А., Драганов И. Ф., 2011). Кишечник птиц по отношению к длине тела значительно уступает аналогичному показателю у млекопитающих, физиологически этот недостаток компенсируется антиперистальтикой, которая способствует увеличению продолжительности контакта химуса со слизистой оболочкой кишечной стенки для ферментации белков, жиров и углеводов.

И. В. Хрусталева, Н. В. Михайлов, Я. И. Шнейберг (2002) указывают, что печень у кур разделена на правую и левую доли. Многие ученые считают, что увеличение количества долей печени может быть аномалией, возникшей в процессе эволюции и обуславливающей определенные анатомические отклонения от первоначального строения. Однако подобные отклонения не оказывают никакого существенного влияния на функциональную активность органа (Хохлов И. В., 2006; Косенкова Д. А., 2006; Ткачев Д. А., Ткачева Н. С., 2010; Жаров А. В., Шишков В. П., Жаков М. С., 2003; Красникова Л. В., Фоменко Л. В., 2014).

Говоря о функциональности данного органа, следует отметить ее особый ферментный состав и анатомическую взаимосвязь с другими системами организма птиц, что и обуславливает возможность ее участия более чем в 500 функциях различных обменных процессов и поддержании внутреннего гомеостаза (Степанова И. П. и др., 2003; Pavlov A. et. al, 2008; Скопичев В. Г., Шумилов Б. В., 2005; Dhawale A., 2007).

Куриные способны склевывать и заглатывать частицы корма при любом положении головы, чему способствует наличие роговых пластинок на языке и нёбе. Однако воду птица пьет только с поднятой головой. При этом птица обращает внимание на визуальные и структурные свойства кормов в отличие от млекопитающих.

Очень важным биологическим свойством является всеядность птицы, что дает возможность использовать в ее кормлении различные корма растительного происхождения, отходы домашней кухни. Но при этом следует учитывать вкусовые качества кормов, так как куры различают сладкое, горькое, кислое, соленое.

Органы дыхания птиц состоят из носовой полости, гортани, трахеи, легких, воздухоносных мешков. Воздух по системе органов дыхания проходит через легкие и воздухоносные мешки, а выдыхается за счет сокращения стенки воздухоносных мешков, которые служат запасным резервуаром атмосферного воздуха, проходящего через легкие при дыхании. Расположенные в грудной и брюшной полостях воздухоносные мешки обеспечивают птице легкость во время полета, а также высокую степень усвоения кислорода для обеспечения жизненных процессов (Мотузко Н. С., Никитин Ю. И., 2003).

Сердце у птиц четырехкамерное, довольно большое, составляющее от 1 % от массы тела, сердечнососудистая система имеет большой и малый круги кровообращения, в которых циркулирует кровь, составляющая 8–9 % от общей массы тела. Количество ударов сердца в минуту составляет от 200 до 400. Лимфатические узлы у птицы отсутствуют, их заменяет лимфоидная ткань (Бессарабов Б. Ф., Бондарев Э. И., Столляр Т. А., 2005). Состав крови, ее количество и скорость прохождения по кровяному руслу соответствуют высокой скорости метаболизма птицы, поэтому эритроцитов и гемоглобина в крови птицы в несколько раз больше, чем у пресмыкающихся. При этом, в отличие от млекопитающих, эритроциты в крови птиц имеют эллиптическую форму и ядро.

Органы выделения птиц представлены почками и мочеточниками. В отличие от млекопитающих, моча птиц представляет собой густую белую массу с высоким содержанием мочевой кислоты. Попадая в клоаку, моча смешивается с калом.

Из органов размножения у взрослых самок в полной мере развиваются и функционируют только левый яичник и левый яйцевод, а правые яичник и яйцевод остаются в недоразвитом (рудиментарном) состоянии. У самцов имеются семенники и семяпроводы. Развитие эмбрионов в теле матери происходит только на самых ранних стадиях эмбриогенеза – с начала оплодотворения и до снесения яйца. А далее эмбрион развивается вне тела матери, что позволяет добиться высокой плодовитости кур (Кочиш, И. И., 2007; Штеле А. Л., Османян А. К., Афанасьев Г. Д., 2011; Reilly W. M., Koelkebeck K. W., and Harrison P. C., 1991).

Для птицы характерны агрессивность, порядок соподчинения особей в группах, половое поведение, поведение, связанное с яйценоскостью и приемом корма. Доминирующие в группе особи, обычно более крупные, пользуются преимущественным правом при кормлении, а подчиненные особи могут остаться без корма и воды, отставать в росте, продуктивности, слабеют (Фисинин В. И., Егоров И. А., Околелова Т. М., 2009; Yegani M., Korver D. R., 2008).

Знание вопросов анатомии и физиологии птиц является важнейшим элементом в понимании механизмов метаболической активности и возможности их коррекции с помощью биологически активных веществ и кормовых добавок.

1.2 Дрожжи как источник белка и каротиноидов

Культивирование микроорганизмов для получения питательных и биологически активных веществ – белков, липидов, полисахаридов, каротиноидов и витаминов – для животных и птицы является одним из актуальных направлений внедрения в промышленное производство методов биотехнологии, поскольку их выращивание не требует серьезных экономических затрат. Микроорганизмы можно выращивать на дешевых непищевых субстратах.

Микроорганизмами-продуцентами могут служить водоросли, грибы, бактерии, однако в соответствии с комплексом требований, таких как скорость роста, устойчивость к инфекциям, высокое качество белка, наибольшим потенциалом обладают дрожжи – группа микроорганизмов, утративших мицелиальное строение. Средой обитания дрожжей являются субстраты жидкой или полужидкой консистенции, в которых содержится большое количество органических веществ – источников углерода, таких как простые сахара, органические кислоты, спирты (Кабулова М. Ю., 2006; <http://beaplanet.ru/griby/drozhzhi.html>).

С экономической точки зрения дрожжи являются наиболее эффективными продуцентами белка и биологически активных веществ. При этом они «высокотехнологичны», поскольку дрожжи без особых сложностей можно культивировать в промышленных условиях. Дрожжи характеризуются устойчивостью к посторонней микрофлоре, легко отделяются от культуральной жидкости, не загрязняют воздух спорами, что позволяет отнести их к экологически безопасным источникам производства белка – наиболее ценного компонента дрожжевой массы. Белок дрожжей по аминокислотному составу превосходит белок зерна злаковых культур, незначительно уступая белкам молока и рыбной муки. Аминокислоты дрожжевого белка по большей части относятся к незаменимым, а по содержанию витаминов и микроэлементов дрожжи превосходят все белковые корма. Кроме того, они содержат значительное количество ненасыщенных жирных кислот (Банницына Т. Е. с соавт., 2016).

Дрожжевой белок богат незаменимыми аминокислотами и сопоставим с животным белком, содержание незаменимых аминокислот в кормовых дрожжах представлено на рисунке 1.

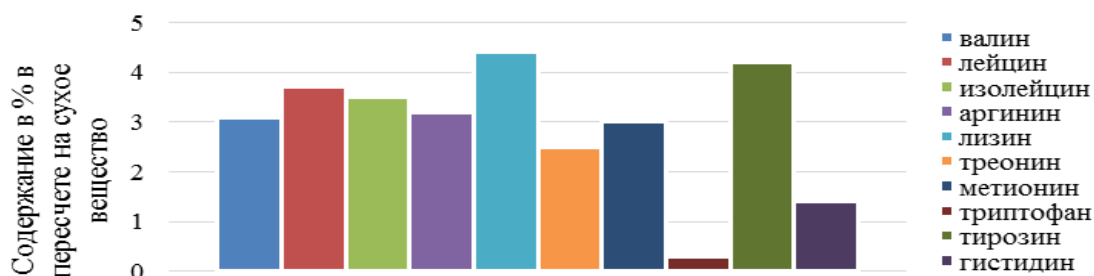


Рисунок 1 – Содержание незаменимых аминокислот в кормовых дрожжах, в пересчёте на сухое вещество в %

Сочетание в дрожжах полноценного белка и витаминов группы В оказывается важным в питании сельскохозяйственных животных и птицы. Витамины группы В имеют тесную связь с белковым обменом и являются важными компонентами ферментных систем, при усвоении аминокислот и синтезе белка. По содержанию витаминов группы В дрожжи превосходят протеиновые корма растительного и животного происхождения, данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание витаминов группы В в наиболее ценных протеиновых кормах, мг/кг

Вид корма	Тиамин	Рибофлавин	Пантотеновая кислота	Холин	Никотиновая кислота	Пиридоксин	Биотин	Фолиевая кислота
Дрожжи кормовые	5-20	40-150	50-100	2500-6000	350-800	8-18	0,6-2,3	10-35
Рыбная мука	0,9	5-12	8	3290	79	0,9	-	-
Мясокостная мука	0,3	5,5-8,6	6,1	2000	56-67	1,5	0,2	1,1
Жмых подсолнечниковый	6,2	0,5-3,0	13	2300	170	11,0	-	-
Горох	6,8	0,9-1,7	19	1600	24	4,0	0,05	3,0
Ячмень	3,5	0,5-1,5	10	1100-1390	65	4,3	0,07	1,0

Содержащиеся в дрожжах витамины и аминокислоты, в отличие от синтетически произведенных, обладают лучшей усвояемостью (Андреев А. А., 1965).

Ферменты, содержащиеся в дрожжевой биомассе по амилолитической активности значительно превосходят корма растительного происхождения. Дрожжевые ферменты благоприятствуют более полному использованию растительного протеина. Протеазная активность по пепсину и трипсину выгодно отличает дрожжи от других кормов естественного происхождения.

Помимо прочего, в дрожжевых клетках содержание хорошо перевариваемых углеводов может достигать 35 %, также дрожжи богаты минеральными веществами, находящимися в легкоусвояемой форме. Химический состав дрожжей, выращенных на различных источниках углеродного питания, представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав дрожжей, вырабатываемых на предприятиях пищевой промышленности (Уайз и Джейн), %

Компонент	Источник углеродного питания		
	Меласса	Гидролизаты	Сульфитные щелоки
Вода	7,3	7,0	9,5
Азот	7,1	8,2-9,0	7,4
Белок	44,5	51,0-56,0	46,2
Жир	5,2	1,7-2,7	2,2
Экстрактивные безазотистые вещества	25,4	22,0-31,0	39,87
Зола	11,2	8,0-11,0	7,2-8,0
Фосфор	3,8	4,8	-
Сера	0,17	0,2-0,25	2,1

По сообщению Т. Р. Lyons (1987), дрожжевая культура состоит из питательной среды и собственно дрожжей, высушенных с сохранением их ферментативной способности. При этом сама питательная среда содержит ряд ферментов, которые способствуют росту микроорганизмов в пищеварительном тракте животных и птицы. Кроме того, для усиления роста микроорганизмов в питательной среде необходимо наличие ионов металлов, таких как цинк, магний и другие (Lyons Т. Р., 1987).

В условиях интенсивного производства продукции животноводства использование микробной биомассы как компонента кормовых смесей для обогащения кормов белком и незаменимыми аминокислотами является одной из

важных задач современного агропромышленного комплекса, поскольку в клетках некоторых штаммов дрожжей содержание белка может достигать половину, а то и две трети сухой биомассы, на долю незаменимых аминокислот приходится до 10 % (Spark M. et al., 2005).

Увеличение производства кормового белка – актуальная задача, в решении которой использование микроорганизмов имеет ряд преимуществ, среди которых можно выделить: способность использовать различные источники углеродного питания, быстро приспосабливаться к различным условиям среды, высокую скорость размножения, относительно меньшую трудоемкость в сравнении с другими производствами.

Использование кормовых дрожжей в кормлении сельскохозяйственной птицы очень эффективно, так как птица наиболее нуждается в белковом корме, содержащем комплекс витаминов группы В, особенно при клеточном содержании. Прибавление в рацион кормовых дрожжей в количестве 5 % от общей массы корма позволяет увеличить яйценоскость кур на 21–40 % (Андреев А. А., Брызгалов Л. И., 1986).

Оценка дрожжей как основного источника белка, заменяющего рыбную или соевую муку в кормах для кур, была рассмотрена в попытке установить другой источник белка для питания птицы. Для этого были рассмотрены различные субстраты для роста дрожжей, изучен химический состав и содержание витаминов группы В, а также определен аминокислотный состав дрожжей, наличие нуклеиновых кислот, количество белка, усвояемость, биологическая ценность и соотношение эффективности белка у дрожжей и других белковых продуктов. Результаты практических исследований замены в кормах соевой и рыбной муки на дрожжи по отдельности или вместе показали, что рост бройлеров, которых кормили кормами, содержащими дрожжи на уровне от 15 до 20 %, были почти идентичен, когда дрожжи добавляли вместо соевого шрота, но при замене всего рыбного шрота или части соевого шрота дрожжами рост птицы несколько замедлялся. При этом аппетит и

темпы роста бройлеров, выращиваемых на дрожжевых рационах, должным образом сбалансированных по энергии, белкам, кальцию и фосфору, превосходили те, в которых питательные вещества не были сбалансированы. У цыплят, которых кормили в течение длительного времени выращенными на углеводородах дрожжами, негативных изменений в метаболизме белкового обмена, в гематологических и биохимических показателях крови установлено не было (Vananuvat Pong, Balloun Stanley L., 2009).

Меласса, сброживаемая *Saccharomyces* и его отходами, может использоваться в рационе домашней птицы. По мнению M. Sharif, M. Shoaib et al. (2018), использование в рационе перепелов до 3 % дрожжевого осадка (продукт ликероводочной промышленности), содержащего 27–29 % сырого протеина и образующегося как отход на дне бродильного резервуара в виде осадка в процессе брожения в сахарной и ликероводочной промышленности, приводит к улучшению прибавки в весе, потребления корма и степени конверсии корма птицы.

Исследования, проведенные на 12-дневных цыплятах-бройлерах в экспериментальном хозяйстве ВНИИРГЖ (3 группы, по 140 голов в каждой) по оценке кормовой ценности камида в сравнении с гидролизными дрожжами, показали, что скармливание цыплятам-бройлерам камида с высоким содержанием растворимых и доступных для усвоения протеина и аминокислот (в количестве 4–10 % в составе кормовых смесей), способствовало увеличению прироста живой массы цыплят на 4 % в сравнении с цыплятами, получавшими гидролизные дрожжи, причем при меньшем потреблении кормов и их расходе на 1 кг прироста массы. Включение 4–5 % камида в рационы птиц вместо гидролизных дрожжей способствует экономии 133 кг комбикорма при получении 1 т прироста живой массы. Введение в рацион 8–10 % камида, заменяющего дрожжи и часть животного корма, позволяет экономить более 100 кг рыбной муки (Тоичкина А. В.; Мильнер М. Л., 1985).

Исследования, Д. Л. Тищенко и Э. В. Удаловой (1989) по испытанию замены гаприна и паприна на их дрожжевые автолизаты в различных дозировках в составе комбикормов для цыплят-бройлеров с суточного возраста до 56-дневного возраста в условиях Загорского экспериментального хозяйства ВНИТИП показали, что их включение способствует повышению привесов и улучшению конверсии корма.

По сообщению Park W.Waldroup и Kenny R. Hazen (1975), было проведено испытание по определению влияния кормовых дрожжей, выращенных на алкановых фракциях высокой чистоты, в кормлении кур-несушек. Дрожжи были включены в рационы с кукурузно-соевой мукой на уровне 0, 2,5, 5, 10 и 15 %. Кроме того, в качестве положительного контроля использовалась диета с 5 % перуанской рыбной муки. Диеты были рассчитаны как изонитрогенные (16 % белка) и изокалорийные (2970 МЕ ккал/Кг). Установлено, что при включении дрожжей в перечисленных дозировках скорость производства яиц и другие факторы эффективности не были нарушены, что указывает на их пригодность в качестве продукта для использования в диетически сбалансированных рационах для несушек.

Влияние замены кормовых антибиотиков в составе комбикорма кормовыми добавками «СафМаннан» и «Иммуносан», представляющими углеводные комплексы в клеточных стенках дрожжей, на продуктивные показатели и развитие внутренних органов цыплят-бройлеров описано Е. В. Шацких и Д. М. Галлиевым (2019). Установлено, что в опытных группах, получавших взамен кормовых антибиотиков добавки «СафМаннан» (I опытная группа) и «Иммуносан» (II опытная группа), абсолютный прирост живой массы за период выращивания был выше по сравнению с контролем у петушков-бройлеров на 1,3 и 0,07 %, у курочек – на 3,5 и 0,1 % соответственно.

Как указывают S. Yalçın, H. Erol, B. Özsoy, I. Onbasilar (2008), эксперимент для определения влияния высушенных пивных дрожжей при их использовании в рационе на параметры крови был проведен на 240 японских пере-

пелах (*Coturnix coturnix japonica*) 10-недельного возраста, разделенных на одну контрольную и три опытные группы. В каждой группе было выделено по пять повторностей в виде подгрупп, включающих по 12 перепелов каждая. Высушенные пивные дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) использовали на уровнях 1,5, 3,0 и 4,5 % в рационах первой, второй и третьей групп обработки соответственно. Соевый шрот был заменен сухими пивоваренными дрожжами. Экспериментальный период длился 18 недель. Включение в рацион 3 и 4,5 % сухих пивных дрожжей снижает концентрацию холестерина в яичном желтке (мг на желток и мг на г желтка, $p < 0,01$). Уровень холестерина в сыворотке крови групп, получавших рацион с высушенными пивоваренными дрожжами, был значительно ниже ($p < 0,01$), чем у контрольной группы. Рационы питания, содержащие 3,0 и 4,5 % сухих пивных дрожжей, привели к значительному увеличению ($p < 0,01$) уровня общего белка, аланинаминотрансферазы в сыворотке крови в конце эксперимента.

Для изучения использования в рационах птицы одноклеточных дрожжей *Torula (Candida utilis)*, выращенных на тростниковой патоке, были проведены два эксперимента (Flores С.Е., Avila G. Е., Morales В. Е., Arias N. J., 1993). Добавление дрожжей проводили в практических диетах для бройлеров и кур-несушек (сорго + соевый шрот) в эквивалентах 0; 2,5; 5,0; 7,5 и 10 % соответственно. В первом эксперименте использовали 1180 однодневных цыплят-бройлеров. Результаты, полученные при оценке цыплят в возрасте 7 недель, показали увеличение массы: 1909, 1932, 2047, 1915 и 1905 г; при потреблении корма: 3707, 3674, 3689, 3623 и 3754 г; при конверсии корма: 1,94, 1,90, 1,86, 1,91 и 1,97 соответственно доли. Во втором эксперименте были использованы 2150 кур белого леггорна (Hy-Line) в возрасте 10 месяцев, содержащихся в клетках по 10 птиц. Данные по производству яиц, полученные через 92 дня с использованием 0; 2,5; 5,0; 7,5 и 10,0 % дрожжей *Torula*, показали по группам: 78,7; 78 7; 79,1; 79,6 и 81,1 %; для массы яйца: 62,4, 61,4, 62,0, 62,7 и 61,8 г, суточное потребление корма: 110, 104, 110 111 и 113 г;

конверсия корма: 2,23, 2,17, 2,25, 2,22 и 2,24 соответственно. Таким образом, дрожжи торулы могут быть включены в состав рационов бройлеров, а в рационы для кур-несушек – до 10 % (Flores C. E., Avila G. E., Morales B. E., Arias N. J., 1993).

На кафедре животноводства факультета аграрной технологии и рыбоводства Университета Алнеелена (Судан) было проведено исследование с целью оценки влияния кормовых дрожжей на продуктивность бройлеров, характеристики тушек и некоторые гематологические показатели. Однодневных цыплят-бройлеров Хаббарда ($n = 160$) распределили на четыре группы, каждая из которых включала 4 подгруппы по 8 бройлеров в каждой. Контрольная группа не получала дрожжей (*Saccharomyces spp.*), опытные группы получали 1, 2 и 3 % дрожжей в стартовых и финишных рационах. Установлено, что у цыплят, которых кормили дрожжами (контроль) или кормом с 3 % дрожжей, было зарегистрировано самое высокое ($p \leq 0,05$) потребление корма, однако наилучшее ($p \leq 0,05$) увеличение массы тела было отмечено у птиц, корм которых содержал 1% дрожжей. Включение различных диетических добавок не оказывало значимого ($p \geq 0,05$) влияния на относительную массу сердца, желудка и жира в брюшной полости цыплят. Тем не менее птицы, получавшие 3 %-е диетические дрожжи, показали значительное ($p \leq 0,05$) снижение относительной массы печени по сравнению с контрольной группой. Относительные массы груди и бедра были значительно ($p \leq 0,05$) выше у птиц, получавших 1 % дрожжей, чем у тех, которые получали 3 % дрожжей. Наблюдалось линейное снижение уровня холестерина и альбумина в сыворотке крови бройлеров, получавших дифференцированные уровни пищевых дрожжей. Сделан вывод о том, что дрожжи могут быть включены в рацион бройлеров в количестве 1% без вредного влияния на производительность и, следовательно, могут служить естественным заменителем антибиотиков (Mohamed E. Ahmed, Talha E. Abbas, Mojahid A. Abdlhag, Dafaalla E. Mukhtar, 2015).

Исследование, проведенное для определения влияния автолизата пищевых дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*) в дозах 1–4 % в составе рациона на продуктивность, характеристики убоя и тушки, а также параметры крови у японских перепелов, показало, что птицы, получавшие кормление с добавлением дрожжевого автолизата с 1-й по 42-й день, имели более высокую живую массу тела и среднесуточный прирост живой массы, чем контрольная группа. Автолизат снижает потребление корма и коэффициент конверсии корма. Наибольший выход массы тушки наблюдался в опыте с применением 1 % у самок перепелов ($p < 0,01$). Самый низкий процент жира в брюшной полости наблюдался в испытаниях 1 и 2 % дрожжей в кормах у самцов ($p < 0,05$) и 2 и 3 % – у самок перепелов ($p < 0,01$). В целом в группе с кормом, дополненным 2 % автолизата дрожжей, наблюдались хорошие показатели и снижение процента жира в брюшной полости и уровня холестерина (Volacali M., Irak K., 2017).

Дрожжи выступают перспективным сырьем для использования в производстве кормовых добавок и премиксов ввиду того, что многие виды дрожжей могут синтезировать помимо витаминов и ферментов и другие ценные биологически активные вещества, например каротиноиды, в частности β -каротин.

К каротиноидам относят полиеновые углеводороды ряда тетратерпенов, которые благодаря наличию большого числа сопряженных двойных связей поглощают свет в видимой области спектра и имеют окраску от желтого до красного цвета. Каротиноиды жирорастворимы (Рудаков О. Б., 2004).

Из многочисленных классов природных пигментов каротиноиды являются, пожалуй, наиболее широко распространенным классом, принадлежащим к ряду наиболее важных соединений. Они обнаружены у всех представителей царства растений в фотосинтезирующих и нефотосинтезирующих тканях, также довольно часто встречаются у микроорганизмов. Каротиноиды имеют огромное значение для животных. В организме животных каротиноид-

ды обнаруживаются, но не синтезируются, они поступают с пищей и используются для синтеза витамина А (Писарев Д. И., 2010; Квасников Е. И., 1980).

Натуральный β -каротин и каротиноидные пигменты широко применяются в качестве добавок к пище, а также в медицине и косметологии. Их использование в сельском хозяйстве способствует повышению продуктивности сельскохозяйственных животных, птицы (Рудаков О. Б., 2004; Паронян А. Х., 2008; Гагелидзе Н. А., 2012).

Установлено что из общей суммы каротиноидов доля β -каротина составляет примерно 20-30 %. Он обладает наибольшей биологической активностью и при этом абсолютно нетоксичен. Животный организм производит из поступившего с пищей β -каротина необходимое количество витамина А, что и определило переход от назначения препаратов витамина А к применению β -каротина (Кирсанов А., 2004; Измайлович И. Б., 2011; Резниченко Л. В., 2006).

Биологическая роль β -каротина определяется тем, что он служит предшественником витамина А и выполняет роль антиоксиданта (Мокшин Н.Я., 2003).

Способностью продуцировать каротиноиды обладают бактерии, грибы, водоросли, дрожжи. Способность к активному росту и размножению на различных питательных субстратах, а также неприхотливость к элементам минерального питания и биологически активным веществам наряду с высокой устойчивостью к низким значениям рН и патогенной микрофлоре выгодно отличают дрожжи в производственном отношении от других промышленных микроорганизмов. Достаточно крупная структура клетки упрощает процессы отделения от культуральных жидкостей, что делает культуры дрожжей еще более привлекательными в технологическом отношении (Гагелидзе Н. А., 2012).

В настоящее время каротиноиды синтезируют химическим путем, а также получают из растительных источников, однако перспективными источниками каротиноидов могут являться и дрожжи (Червякова О. П., 2010).

Каротинсинтезирующие дрожжи достаточно распространены в природе, они относятся к различным таксономическим группам, объединяемым по признакам, обусловленным синтезом каротиноидов. Перспективным продуцентом каротиноидов являются дрожжи *Rhodotorula glutinis*, которые способны продуцировать до 1500 мкг/г каротиноидов. Ввиду способности данных дрожжей расти на дешевых субстратах, производить биомассу, богатую каротиноидами и наряду с ними белком и жиром, они могут занять определенное место в биотехнологии и микробиологическом синтезе каротиноидов (Гагелидзе Н. А., 2012; Квасников Е. И., 1980; Sandman G., 2001).

В литературе имеются данные о применении каротинсинтезирующих дрожжей в кормлении животных. Применение дрожжей с содержанием каротина до 120 мкг/г вместо гидролизных увеличивает рост птицы на 9–12 %, повышает накопление каротина в печени и улучшает товарные качества мяса, цвет яичного желтка и содержание в нем каротина. Биологическая ценность дрожжей из родов *Rhodotorula* и *Sporobolomyces* как источников кормового белка и каротиноидов отражена в работах ряда исследователей: Peterson (1958), Бобковой (1965), Краузе (1966), Крючковой и др. (1968), Кудиновой и др. (1968), Гуринович и др. (1973), Башировой и Маринченко (1974), Голякова и Тихоновой (1975), Слюсаренко и др. (1975, 1977) (по: Квасников Е. И., 1980; Червякова О. П., 2010).

Российская и зарубежная промышленность выпускает современные препараты для животноводства, произведенные путем синтеза и с использованием биотехнологий. В настоящее время разработано множество лекарственных форм препаратов β -каротина в виде водных эмульсий: препараты: «Бетавитон», «Бетацинол», «Веторон»; на основе масел такие, как «Каротолин», «Каротинил», «Каролин», «Карсел», «Карцесел», «Корток». Эти препараты

повышают А-витаминный статус и обладают иммуно- и ростстимулирующим действием и антитоксическими свойствами в отношении микотоксинов, поступающих в пищу, а также увеличивают приросты массы тела животных и птицы, благотворно сказываются на снижении заболеваемости и повышении устойчивости к стрессам (Антипов В. А. и др., 2006; Егоров И. А., 2006).

На современном этапе β -каротин позиционируется как перспективное средство, которое может использоваться как самостоятельно, так и в составе лекарственных препаратов (Антипов В. А. и др., 2006; Измайлович И. Б., 2011; Косов А. В., Картамышева Н. В., 2006; Кузьминова Е., Антипов В., 2006; Поддубный Н. П., Сампиев А. М., 2000).

По данным исследований Т. А. Байер (2014), применение комбикорма, подвергнутого обработке каротинсодержащими препаратами «Биотроник» и «Каролин», приводит к увеличению среднесуточного прироста на 3,11–10,79 % и живой массы к моменту убоя на 61,7–214,54 г, индекса продуктивности на 10,7–28,1 и на 3,7–10,29 %, повышению переваримости протеина на 7,80, жира на 5,35 % и клетчатки на 6,7 % в сравнении с контролем. Данные демонстрируют возможность более полной реализации ресурса мясной продуктивности, применение указанных препаратов позволяет увеличить не только предубойную массу, но и убойный выход потрошенных тушек на 2,52–2,68 %, а также повысить выход съедобных частей с тушки до 85,0–86,1 %, при этом увеличив товарное качество тушек в 1,31–1,51 раза.

Однако производство каротиноидов посредством химического синтеза или экстракции из растений ограничено их низким выходом и высокими издержками производства. Микробное производство каротиноидов может быть лучшим вариантом с точки зрения затрат, поскольку для него используются недорогие субстраты на основе отходов агропромышленного комплекса (Sandu D. K., Loshi V. K., 1997; Rudic V. et al., 2003; Bramley Peter M., Machenzie Alan, 1992; Young Andrew J. et al., 2001).

Способностью синтезировать каротиноиды обладают бактерии, грибы, водоросли и дрожжи (Yokoyma Akihiro, Niki Wataru 1995; Canizares-Villanueva R. O. et al., 1998). При этом дрожжи являются одним из лучших продуцентов каротиноидов, производящих их на высоком уровне (Luis Carlos Mata-Gómez et al., 2014). К таким представителям дрожжей относятся роды *Sporobolomyces*, *Phaffia*, *Rhodosporeidium*, *Cryptococcus*, *Sporidiobolus*, *Sterigmatomyces*, которые способны синтезировать более десяти видов каротиноидов, таких как ликопин, α -, β - и γ -каротин, неуроспорен, фитоеин, фитофлуен, лютеин, ликоксантин, рубиксантин, криптоксантин, зеаксантин, виолаксантин, родоксантин, астаксантин, флавоксантин (Dudnicenco T., 2002).

Среди пигментных дрожжей-продуцентов каротиноидов, можно отметить штамм *Rhodotorula glutinis* ВКПМ V-2210. Штамм в условиях глубинного культивирования на питательных средах, обеспеченных основными элементами питания способен продуцировать биомассу с содержанием каротиноидов 1450-1500 мкг/г.

Ряд исследователей – Д. И. Атаманюк, Т. А. Борисова, Т. Е. Цыгуля (1990) – установлено, что штамм *Rhodotorula gracilis*, способный синтезировать 725 мкг/г сухой массы каротиноидных пигментов, основными из которых являются β -каротин – 43 %, торулин – 35 % и торулародин – 22 %, считается перспективным в качестве белкововитаминной добавки для животноводства.

А. М. Юрков с соавт. (2008) исследовали штаммы базидиомицетовых дрожжей из различных природных источников: оценивали содержание в них каротиноидных пигментов и убихинона Q10. Высокая продуктивность каротиноидов (700–600 мг/г) была отмечена у видов *Cystofilobasidium capitatum*, *Rhodosporeidium diobovatum*, *R. sphaerocarpum*, *Rhodotorula glutinis*, *Rh. minuta*, *Sporobolomyces roseus*.

Для получения каротиноидов среди хемотрофов используют дрожжи *Rhodotorula gracilis*, *R. rubra*, *Rhodosporeidium diobovatum*, а также актиноми-

цеты и высокопродуктивный мутант дрожжей *Rhodospiridium diobovatum*, на основе которого получен каротинсодержащий белковый препарат, включающий α -, β - и γ -каротины, ликопин и ксантофиллы (лютеин, торулин и др.) (<https://poznayka.org/s104986t1.html>).

По сообщению Д. А. Никановой и М. В. Давиденковой (2019), некоторые красные дрожжи являются эффективным источником получения каротиноидов, в первую очередь β -каротина. Для практического применения в животноводстве используют высокопродуктивные штаммы каротинсинтезирующих дрожжей родов *Rhodospiridium* и *Rodotorulla* (Тулякова Т. В. и др., 2004).

Исследования, (Е. Кирица, 2017) демонстрируют, что концентрация в клетках дрожжей такого каротиноида, как торулин, может быть увеличена на 20 и 47 % при введении в питательную среду экстрактов яблочных и томатных выжимок соответственно, а экстракт виноградных выжимок способен увеличить выход торулина на 102 %, что составляет 315,69 мкг/г в пересчете на сухое вещество. Таким образом, перспективными компонентами питательных сред могут выступать отходы агропромышленного комплекса.

По утверждению Н. Elwan, S. S. Elnesr, Y. Abdallah, A. Hamdy (2019), красные дрожжи *Phaffia rhodozyma* считаются полезным источником астаксантина (ASX), который представляет собой каротиноидный пигмент, широко используемый в кормовой промышленности. Птица не может синтезировать каротиноиды, поэтому они должны получать эти пигменты из пищевых добавок, таких как красные дрожжи в качестве источника ASX. Астаксантин улучшает здоровье благодаря защите от окислительного повреждения в клетках, усилению иммунного ответа и защите от болезней за счет связи со свободными радикалами кислорода. Его активность в отношении свободных форм кислорода примерно в 10 раз выше, чем у других каротиноидов, и в 100 раз выше, чем у α -токоферола. В последние годы диетическая добавка *Phaffia rhodozyma* на уровне 10 и 20 мг/кг в рационе бройлеров положительно влияла на прирост массы тела на 4,12 и 6,41 % соответственно. Включение богатых

ASX красных дрожжей (100 мг/кг) в рацион бройлеров в течение 14 дней улучшило пролиферацию Т-клеток и выработку IgG на 111,1 и 34,6 % соответственно.

В литературе имеются данные о применении каротинсинтезирующих дрожжей в кормлении животных. Применение дрожжей с содержанием каротина до 120 мкг/г вместо гидролизных увеличивает рост птицы на 9–12 %, повышает накопление каротина в печени и улучшает товарные качества мяса, цвет яичного желтка и содержание в нем каротина (Червякова О. П., 2010).

Таким образом, можно сделать вывод, что дрожжи и их метаболиты оказывают положительное влияние на развитие и продуктивность сельскохозяйственных животных, в этой связи дрожжи служат ценным компонентом при производстве кормовых добавок для обогащения кормовых рационов, следовательно, каротинсинтезирующие дрожжи рода *Rhodotorula*, имеющие хозяйственно ценные признаки, можно рекомендовать в качестве сырья для получения каротинсодержащих кормовых добавок.

1.3 Применение минеральных сорбентов в животноводстве и птицеводстве

В современном птицеводстве применение различных химических веществ, положительно влияющих на хозяйственные показатели, а также веществ, применяемых для профилактики и лечения болезней, способно приводить к загрязнению продукции, что, в свою очередь, опасно для человека возникновением аллергических реакций, отравлений и нарушений обмена веществ (Иванов А. В., 2010; Иванов А. В., 2010; Крюков Н. И., 2011; Семенов М. П., 2006, 2008).

Использование природных сорбирующих материалов в качестве энтеросорбентов может быть одним из способов решения данной проблемы.

Энтеросорбенты – природные или синтетические вещества различной структуры, обладающие большой площадью поглощающей поверхности,

ввиду чего способны связывать различные вещества в желудочно-кишечном тракте путем процессов адсорбции, абсорбции, комплексообразования и ионного обмена. Преимущество их действия состоит в том, что они устраняют саму причину – токсин, при этом ослабляются аллергические и воспалительные реакции в организме.

Действие энтеросорбентов основано на следующих механизмах:

- поглощению или связывании токсических веществ, попадающих в желудочно-кишечный тракт извне или выделяющихся в процессе пищеварения;
- фиксации и переносе физиологически активных молекул;
- каталитической или сорбционной трансформации;
- изменении объема содержимого желудочно-кишечного тракта;

Помимо прочего, энтеросорбенты способны оказывать обволакивающее и протекторное действие, а также угнетают жизнедеятельность бактерий (Иванов А. В., 2010; Иванов А. В., 2010; Папуниди К. Х., 2008; Папуниди К. Х., 2010; Темасов М. Я., 2010)

В качестве дешевых доступных кормовых добавок и их компонентов с уникальными ионообменными и сорбционными свойствами, способных положительно влиять на продуктивность сельскохозяйственных животных и птиц, пристальное внимание привлекают такие природные алюмосиликаты, как бентониты и цеолиты, шунгиты. Разработка составов кормовых добавок, включающих минеральные сорбенты или их композиции, является важным современным направлением в кормопроизводстве (Аракелян Ф. Р., 1986; 1991).

Бентониты способны адсорбировать токсичные соединения содержимого желудочно-кишечного тракта, способны улучшать перистальтику кишечника. Они содержат макро- и микроэлементы, некоторые из которых способны к комплексообразованию с органическими молекулами, входящими в состав биологически активных веществ. Все это приводит к улучшению про-

цесса пищеварения, всасывания питательных веществ и, как следствие, к повышению продуктивности сельскохозяйственных животных (Santurio J., 1999; Семенов М. П., 2006, 2008).

По данным М.П. Семенов (2008), применение бентонитовых глин эффективно в лечебно-профилактических мероприятиях, направленных на борьбу с нарушением обмена веществ, стрессами, гипотрофиями, анемией, микотоксикозами.

Цеолиты – это природные минералы, которые представляют собой кристаллические алюмосиликаты. Из-за особенностей своего происхождения имеют микропористую структуру и характеризуются ярко выраженными ионообменными, а также адсорбционными свойствами, которые оказывают положительное влияние на организм (Vzchgula L., 1989; Nisbet E. Y., 1999; Крюков Н. И., 2011).

Рядом исследований установлены сорбционные свойства природных алюмосиликатов, а также препаратов на их основе в отношении плесневых грибов и их метаболитов. Введение в корма природных цеолитов способно снижать токсическое действие на организм и положительно сказывается на свойствах крови, желудочного сока, протеолитической и амилолитической активности секрета поджелудочной железы, процессах всасывания фосфора и кальция (Якимов А. В., 1998; Howard B., 1999; Папуниди К. Х., 2008; Папуниди К. Х., 2010).

Широкое распространение в сельском хозяйстве благодаря универсальности своих свойств (химически инертен, устойчив к гниению, обладает сорбирующими свойствами) получил вспученный перлит, получаемый путем термической обработки и измельчения. Многочисленные ценные свойства перлита обусловили его применение в качестве кормовой добавки для животных и птицы, а также в качестве подстилочного материала и удобрения.

Таким образом, применение минеральных сорбентов в качестве компонентов корма положительно влияет на повышение продуктивности и сохран-

ности сельскохозяйственных животных и птицы, а также способствует сохранению биологической ценности и безопасности продукции.

1.4 Современные представления о применении селена и его препаратов в животноводстве и их роли в организме животных и птиц

Исследования зарубежных и отечественных ученых убедительно демонстрируют, что селен является жизненно необходимым микроэлементом с широким спектром биологического действия. Несмотря на небольшие концентрации в организме, селен обладает множеством уникальных функций: каталитическими, структурными, регуляторными. В процессе метаболизма он активизирует действие многих ферментов, витаминов, гормонов и тем самым обеспечивает нормальное функционирование различных биологических систем, осуществление многочисленных физиологических и биохимических реакций в живом организме.

Биохимические функции селена определяются не самим микроэлементом, а соединениями селена с белками, которые содержат остаток селеноцистеина как неотъемлемую часть своего активного центра. На сегодняшний день было идентифицировано более тридцати таких специфических селенопротеинов в чистом виде, основными из которых являются глутатионпероксидаза, тиоредоксинредуктаза, селенопротеин Р и другие. Глутатионпероксидазы являются основными антиоксидантными ферментами, участвующими в перекисном окислении липидов в биологических мембранах. Тиоредоксинредуктаза восстанавливает SH-группу в специфическом тиоредоксिनном белке, который отвечает за поддержание окислительно-восстановительного потенциала в клетке, модулирует процессы воспаления и хемотаксиса. Селенопротеин Р участвует в транспорте селена в различные ткани, действует как агент, который помогает нейтрализовать токсические эффекты, защищая клетки Лейдига от негативных факторов.

Селен играет важную роль в функционировании неспецифической и специфической иммунной системы, предотвращает мутации вирусов и появление новых высокопатогенных штаммов. Селен ингибирует образование гиперпластических и ферментативно измененных клеток, вызванных действием афлатоксинов В1 или Т-2; способен разрушать плесень, продуцирующую афлатоксины. Селен участвует в формировании механизмов, определяющих репродуктивную функцию, посредством активизации процессов синтеза половых гормонов.

Открытие биологических свойств селена стало основанием для его использования вначале при профилактике и лечении многих заболеваний и болевых симптомов, связанных с дефицитом этого микроэлемента, а впоследствии – с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы, улучшения качества продукции и производства диетических продуктов питания функционального назначения с биокорректирующим эффектом. Несмотря на значительное количество проведенных исследований, механизмы действия селена на некоторые метаболические процессы в организме до сих пор полностью не выяснены (Барабой В. А., 2004; Varaboj V. A., Shestakova E. N., 2004; Bobade S. P. et al., 2009; Карпова Е. А. и др., 2014; Булатов А. П., Суханова С. Ф., 2005; Гмошинский И. В., Мазо В. К., 2006; Зайцев С. Ю., Конопатов Ю. В., 2005; Петров Н. и др., 2004; Сурай П. Ф., 2006).

Организм животных и птиц постоянно подвергается воздействию свободных радикалов, которые образуются как естественное следствие нормальной метаболической активности организма. Было подсчитано, что примерно 2×10^{10} молекул активных форм кислорода (АФК) генерируется на клетку в день. Эти реактивные соединения участвуют в инициации, распространении и поддержании как острых, так и хронических воспалительных процессов (Sharadamma K. C. et al., 2011; Родионова Т. Н., 2004).

Известно, что глутатионпероксидазы (GSH-Px), тиоредоксинредуктазы (TrxR), а также селенопротеин Р непосредственно обезвреживают окислители. Селенопротеины активно участвуют в удалении глутатион-зависимого гидропероксида, восстановлении тиоредоксинов, синтезе селенофосфата, активации и инактивации гормонов щитовидной железы, тиоредоксин-зависимой репарации окисленных остатков метионина и деградации белков, связанных с эндоплазматическим ретикуломом. Это объясняет роль селена в здоровье животных, в том числе роль в антиоксидантной защите, регуляции иммунной системы и других функциях. Кроме того, селенопротеины характеризуются высокой тканевой специфичностью, зависят от доступности Se, могут регулироваться гормонами и способствуют различным патологическим состояниям при нарушении (Surai P. F., 2015).

Всасывание селена зависит от физиологического и биохимического статуса животного, а также от формы, в которой селен поступает в организм. Содержание элемента в рационе, наличие специфических компонентов корма, которые могут образовывать с ним малорастворимые комплексы, также значительно влияет на всасывание этого микроэлемента.

Рядом авторов отмечено, что уровень всасывания селена зависит от химической природы соединения. Так, в опыте на цыплятах установлено, что при кормлении пшеницей, соевой и рыбной мукой селена в мышцах и крови содержится значительно больше, чем при использовании соответствующих количеств селенита натрия. Имеются данные, что применение в кормлении сельскохозяйственной птицы различных форм селена в раннем постэмбриональном периоде не оказывает отрицательного воздействия на обменные процессы в организме птиц (Евреинов А. Г., 2001; Осадченко И. М., Сложенкина М. И., 2006; Шацких Е. В., 2009; Шацких Е. В., Галлиев Д. М., 2019; Janssens G., Loo J. V., 2006; Raymon M. P., 2004).

Элементарный селен – это полимер неорганической природы с уложенными параллельно винтообразными макромолекулами, объединенными молекулярными силами, атомы связаны ковалентно (Казилин Е. Е., 2008).

Селен – важный микроэлемент, известный своими многочисленными функциями в организме. Биологическая активность селена обусловлена регуляцией образования антиоксидантов, поддержанием деятельности клеточных мембран, участием в окислительно-восстановительных процессах, обеспечением тем самым нормального течения многих физиологических процессов (Карпова Е. А., 2013; Jang M., 2006; Griffiths C., 2007) .

В птицеводстве необходимо применение наиболее эффективных источников органического Se. В соответствии с правилами ЕС общее содержание Se в рационе не должно превышать 0,5 мг/кг, а добавление вышеупомянутых органических соединений Se ограничено до 0,2 мг/кг (Surai P. F., 2015; Invernizzi G. et al., 2013).

На мировом рынке в настоящее время существует три поколения добавок селена. К первому поколению относят неорганические источники селена, к которым относят селенит и селенат, применяемые с 1970 года. Их единственным преимуществом является сравнительно низкая цена. Второе поколение добавок Se для домашней птицы включает Se-дрожжи, SeMet и Zn-SeMet. Основным недостатком чистого SeMet является его нестабильность при включении в премиксы и корма. Третье поколение добавок Se для домашней птицы представлено OH-SeMet, в котором объединены преимущества как Se-дрожжей (стабильность), так и Se-Met (> 95 % активного соединения Se, т. е. SeMet) (Combs G. F. Jr., 2001).

Однако только те продукты, которые обеспечивают нормальное количество SeMet или его предшественников, можно рассматривать как источники органического Se, поскольку SeMet является единственной формой, которая позволяет наращивать запасы Se в организме птиц. А поскольку птицы не могут синтезировать SeMet, он должен быть включен в состав кормов. Ос-

новными органическими источниками Se являются Se-обогащенные дрожжи (Se-дрожжи), SeMet, Zn-SeMet и OH-SeMet, в то время как хелаты, глицилаты и протеинаты Se не следует включать в категорию добавок.

Исследования, проведенные Doaa Ibrahim Elabbasy et al. (2019), в которых сравниваются различные формы селена (селенит натрия; SeS, селенометионин; элементарный Se или нано-Se) и его уровни по показателям роста, задержке всасывания Se, антиоксидантному потенциалу свежего и замороженного мяса и генам, связанным с окислительным стрессом у бройлеров Росса, показали, что применение у птицы рационов с добавками 0,3, 0,45 и 0,6 мг/кг Se в виде SeS, элементарного Se или нано-Se значительно увеличивало ($p < 0,05$) прирост массы тела и улучшало коэффициент конверсии корма для цыплят-бройлеров Росса на уровне 0,45 и 0,6 мг/кг по сравнению с группами контроля. Депонирование Se в мышцах после кормления цыплят-бройлеров кормами с включением элементарного Se или нано-Se было выше ($p < 0,05$) по сравнению с группой, получавшей SeS, особенно при 0,6 мг/кг. Кроме того, более высокие уровни в рационе элементарного Se или нано-Se значительно снижали окислительные изменения в мясной массе груди и бедер в свежем состоянии и после четырехнедельного периода хранения, а также повышали мышечный pH после 24 ч убоя. В печени уровни экспрессии мРНК глутатионпероксидазы, супероксиддисмутазы и каталазы были повышены путем увеличения количества Se в рационе из групп элементарного Se и нано-Se до 0,6 мг/кг по сравнению с SeS. Следовательно, диетические добавки с 0,6 мг/кг SeMet и нано-Se улучшали показатели роста и действовали более эффективно, чем с SeS. Оба источника селена (элементарный Se и нано-Se) подавляли процессы окисления мяса в течение первых четырех недель хранения в замороженном виде, особенно в мясе бедра, по сравнению с неорганическим источником.

В течение многих лет дрожжи, обогащенные селенометионином, использовались в животноводстве в качестве кормовой добавки. Недавно стал

доступен дрожжевой продукт, обогащенный SeHLaп (селеногомолантионин), и рядом ученых были проведены исследования эффективности выращивания цыплят-бройлеров с использованием этих источников селеноаминокислоты (Celi P., Selle, P.H., Cowieson, A. J., 2014; Ryszka F. et al., 2002). В исследованиях селенометионин (Sel Plex) и SeHLaп (AB Tor-Sel) сравнивали с селенитом натрия. В чистых исследованиях в экспериментальных условиях, как было показано во многих случаях, пищевые добавки как с неорганическим, так и с органическим селеном приводили к сходным показателям производительности животных и птиц. Однако при скармливании органических форм Se накопление в тканях было значительно выше, что соответствует литературным данным (Rayman M. P., 2004; Ouerdane L., Mester Z., 2008; Payne R. L., Southern, L. L., 2005). Дрожжи, обогащенные SeHLaп, генерировали значительно более высокие концентрации Se в мышечной ткани цыплят-бройлеров, чем продукт, обогащенный селенометионином. Авторы подчеркивают, что в стрессовых условиях у бройлеров применение SeHLaп весьма эффективно.

Исследование (Słupczyńska, Jamroz, Orda, Wiliczkiwicz, Król, 2018), посвящено сравнению эффективности обогащения яиц селеном (Se) путем применения селенита натрия (Na-селенит), дрожжей, обогащенных селеном (Se-дрожжи), или селенометионина (Se-Met) в кормлении кур-несушек. В ходе эксперимента определялось качество яиц, содержание селена в яйцах после третьего и пятого месяцев применения добавки Se и уровень селена в печени. Обогащение содержимого яйца селеном оказалось наиболее эффективным (382 мкг/кг) в случае применения Se-Met. Кроме того, рассчитанная средняя концентрация Se в одном свежем яйце также была выше в яйцах кур, получавших добавки селена в своем рационе, и была намного выше, почти в три раза, при добавлении Se-Met, чем концентрации в контрольных группах. Эти результаты показывают, что использование селенометионина в рационе

кур-несушек является лучшим методом обогащения яиц этим микроэлементом.

Современная отечественная и зарубежная промышленность производит селенсодержащие препараты, среди которых Alkosel R 397, Левисел SB плюс (Британия), В-Трахим-Se (Канада, Швейцария), Альбит-БИО, Цеохол-SE, Сел-плекс, ДАФС-25, СП-1, Карсел (Россия).

В практике отечественного птицеводства используется целый ряд препаратов на основе органических форм селена, имеющих различные степени терапевтической и профилактической эффективности, среди которых «Селекор», «Сел-Плекс», «ДАФС-25», «Селенопиран», «Селенолин», «Селемаг». Применяются также препараты на основе микроорганизмов: «Se-Витасил», представляющий собой автолизат обогащенных селеном дрожжей, и «Спирулина Se» на основе микроводоросли спирулины и др. (Кукес В. Г., 2002; Трифонов Г. А., Сотников Д. А., 1999; Чугай Б. Л. с соавт., 2009; Гринь В. А., 2011; Антипов В. А. и др., 2012; Галочкин В. А., Галочкина В. П., 2011).

Эффективным способом доставки селена в организм является использование препаратов селенорганических соединений. Примерами таких препаратов, получивших широкое распространение, являются СП-1 (селенопиран) (Галочкин В.А., 1995), и ДАФС-25 (диацетофенонилселенид, 1,5-дифенил-3-селен-пентандиол-1,5) (Яппаров И. А., Родионова Т. Н., 2006).

Исследования ряда авторов – Л. Ошкиной, Г. Трифонова, Ю. Прыткова (2005) – показывают, что применение препарата ДАФС-25 положительно влияет на интенсивность роста в дозах 0,6-0,8 мг/кг, которые позволили на 8,8 % увеличить живую массу в сравнении с контролем.

ДАФС-25 (диацетофенонилселенид) – органическое соединение селена с массовой долей селена 25 %, то есть в 1 кг ДАФС-25 содержатся 250 г чистого селена в двухвалентном состоянии, который практически не имеет степени окисления, как и в селеносодержащих белках. Это альтернативный подход к получению органических форм селена. Рядом авторов, таких как

В. А. Антипов, Т. Н. Родионова и др. (2004, 2006, 2017), Д. В. Воробьев (2011), исследовалось действие препарата ДАФС-25 на птице. Результаты исследований показали, что применение ДАФС-25 способствовало увеличению сохранности, повышению яйценоскости и снижению затрат кормов на единицу продукции.

По данным Е. Кузьминовой, В. Антипова (2006), введение цыплятам-бройлерам опытной группы дополнительно в комбикорма препарата «Карсел» из расчета 3,5 л на тонну корма позволило увеличить прирост живой массы на 6,9 %, сохранность на 4,2 %. При этом содержание общего белка, глюкозы, холестерина, каротина и ретинола повышалось на 4,9 , 16,8 , 19,6, и на 26 % соответственно по сравнению контрольными цыплятами.

Результатами исследований Н. А. Голубкиной с соавт. (2003), Г. Ивахник (2006) установлена положительная роль добавки к корму витамина Е и дрожжей, обогащенных селеном, получившая название «Сел-Плекс» и позволившая добиться повышения выхода инкубационных яиц, их оплодотворяемости и выводимости.

На положительные свойства дрожжей, обогащенных селеном, указывают как зарубежные, так и отечественные авторы (Schrauzer G. N., 2006; Сурай П. Ф., Фисинин В. И., 2014). Технология производства Se-дрожжей была разработана более четырех десятилетий назад, и сегодня Se-дрожжи производятся рядом компаний по всему миру и широко используются в птицеводстве. SeMet является активным компонентом Se-дрожжей.

С целью снижения токсического действия различных веществ на организм путем прямой доставки в органы-мишени необходимых веществ-антитоксикантов активно применяют нанотехнологии (Карпова Е. А. с соавт, 2013; Garnett M. C., Kalinteri P., 2006; Nel A. et al., 2006).

Перспективными наноматериалами являются металлы и их соединения, которые можно классифицировать на металлические наноматериалы и химические соединения металлов. Наночастицы металлов и их соединений обла-

дающие стабильностью, называют нанопорошками (Годымчук Н. П., 2014). Рынок нанотехнологий стремительно развивается, повышается спрос на нанопорошки со стороны различных отраслей промышленности (Макаров Л. Д., 2014).

Изучение применения наночастиц металлов совместно с биопрепаратами приобретает особую актуальность и является перспективным направлением на пути создания препаратов нового поколения.

В настоящее время особый исследовательский интерес вызывает получение и исследование свойств наноматериалов и, в частности, nano-Se как потенциально новой пищевой и кормовой добавки с низкой токсичностью и важными характеристиками, такими как большая удельная площадь поверхности, высокая поверхностная активность и высокая каталитическая эффективность. Установлено, что наночастицы обладают высокой биологической активностью, а также могут быть использованы в качестве переносчика биологически активных молекул (Меженный П. В. и др., 2015; Ren Y. et al., 2013). Нанодисперсный селен более биодоступен и менее токсичен; в отличие от ионных форм, он способен предотвращать и приостанавливать развитие злокачественных опухолей (Панов Д. А., Пысларь Е. В., 2014).

Изучение влияния кормовых добавок с наноэлементным Se (nano-Se) на ростовые характеристики, распределение тканевого Se, качество мяса и активность глутатионпероксидазы (GSH-Px) у кур породы Guangxi Yellow показало, что в группах, получавших nano-Se в дозах 0,10, 0,30 и 0,50 мг/кг, наблюдалось улучшение суточного прироста массы тела, коэффициентов конверсии корма и коэффициента выживаемости ($P < 0,05$) в сравнении с контрольными группами. Группы, получавшие nano-Se, показали более высокое ($P < 0,05$) содержание Se и 5'-монофосфата инозина в печени и мышцах и активность GSH-Px в сыворотке и печени (Zhou X., 2011).

На фармацевтическом рынке представлен ряд продуктов, которые, как утверждается, содержат хелатированный Se (включая Se-глицинаты, Se-

протеинаты и Se-аминокислотные комплексы). Органически связанные микроэлементы, в том числе глицинные хелаты («ЭкоТрэйс»), характеризуются высокой доступностью и низким противодействием, усваиваются гораздо легче (Хильдебранд Бастиан, 2012; Suchý P. et al., 2014).

Se является важным элементом в питании птицы, и использование кормовых добавок, обогащенных селеном в оптимальном количестве и наиболее активной форме, является существенной составляющей здоровья животных и птицы, их продуктивности и сохранности.

Доказано, что органический Se (в основном SeMet) в рационах птицы имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным селенитом натрия. Поскольку домашняя птица не способна синтезировать SeMet, его обеспечение с кормовыми добавками является важной стратегией борьбы с кормовыми и технологически значимыми стрессами. В стрессовых условиях организму требуется повышенное потребление селена для эффективной антиоксидантной защиты, однако в этом случае его попадание с кормами значительно снижается из-за уменьшения потребления птицей самих кормов. Селен является одним из ключевых элементов в защите от окислительного стресса и регуляции роста клеток, поэтому его поступление в организм животных и птицы имеет решающее значение для различных физиологических процессов (Сурай П. Ф., 2006; Cantor A. H., 2003).

Дефицит селена приводит к снижению адаптационных реакций организма перепелов и цесарок, при этом возникает явление постоянно действующего кормового стресса, который ведет к развитию оксидативного стресса в организме птиц, следствием чего являются глубокие расстройства общего метаболизма (Воробьев Д. В. и соавт., 2013, 2017).

Т. О. Азарнова с соавт. (2016) установили, что витамин С и селеносодержащий препарат возможно использовать с целью профилактики стресс-факторов в инкубационный и критические периоды раннего онтогенеза кур. Положительный эффект основан на нивелировании свободно-радикальных

реакций, что в итоге позитивно отражается на развитии и жизнеспособности эмбрионов и цыплят.

На основании данных литературных источников, а также результатов собственных исследований С. Ю. Гулюшин и В. О. Ковалев (2009) рекомендуют скармливание химически синтезированных препаратов селена (Селексен, ДАФС 25) в дозах, в 2–3 раза превышающих норму физиологической потребности у птицы в элементе (0,8 г Se/т), при алиментарных хронических микотоксикозах для усиления антиоксидантных процессов в организме.

Таким образом, селен можно отнести к адаптогенам птиц, функция этого элемента заключается в адаптации животных и сельскохозяйственных птиц к оксидативным стрессам (Голиков А. Н., 1988).

Наряду с огромной положительной ролью в организме селен в более высоких, чем физиологические или терапевтические дозы, является весьма токсичным микроэлементом. Дозировка и химическая форма селена определяет ключевую роль в его токсичности.

В создании препаратов обращают внимание на размер частиц, т. к. степень дисперсности вещества значительно может изменять фармакологическое действие препаратов. Известно большое количество неорганических и органических производных селена, однако вопрос оптимального обеспечения им организма остается нерешенным (Карпова Е. А., 2013).

Фармакологическое дозирование селена является весьма неопределенным, что, естественно, значительно усложняет решение проблемы обеспечения организма селеном.

По данным Радченко, Фроловой и др., суточное потребление селена на достаточном и безопасном уровне находится в диапазоне 50–200 мкг, развитие дефицитных состояний возможно при дозировании менее 11 мкг (Радченко О. Р., 2011; Leavander O. A., 1987).

Согласно рекомендациям ВОЗ минимальный допустимый уровень потребления селена составляет 40 мкг/сутки.

По данным НИИ питания РАМН на основе результатов клинических исследований населения различных половозрастных групп на территории России практически повсеместно наблюдается дефицит селена (Бельмер С. В., 2008; Корчина Т. Я., 2013; Шабалина Е. А., 2010).

В рационе питания как человека, так и животных источниками селена является пища животного и растительного происхождения, где селен находится в органической форме.

Следует отметить, что в настоящее время, несмотря на достаточное количество экспериментальных данных, нет однозначных сведений о формах селеносодержащих препаратов, нормах и схемах их применения, что, безусловно, открывает определенные перспективы для изучения данного вопроса.

Интенсификация производства мяса птицы и продуктов птицеводства, обусловленная широким спросом, привела к масштабному развитию отрасли, что в свою очередь оказало позитивное влияние на внедрение новых методов и технологий выращивания птицы. Вместе с тем проблема недостатка качественных и полноценных кормов, обеспечивающих в полной мере элементами питания, позволила широко внедрить в птицеводческую практику применение кормовых добавок, направленных на повышение продуктивности сельскохозяйственной птицы.

Проблема обеспечения полноценного рациона сельскохозяйственной птицы открыла возможности для исследований применения различных микроорганизмов, имеющих высокую питательную ценность и способных стать дополнительным источником витаминов и других биологически активных веществ, таких, например, как β -каротин. В этой связи дрожжи стали ценным компонентом при производстве кормовых добавок для обогащения рационов.

Инновационные подходы в обеспечении минерального питания сельскохозяйственной птицы позволили развить новое направление исследований – применение ультрадисперсных материалов, в том числе металлов-

микроэлементов, в качестве компонентов кормовых добавок. Оценка их влияния на рост, развитие, обмен веществ сельскохозяйственных животных и птицы в настоящее время является перспективным исследовательским направлением.

Применение минеральных сорбентов в птицеводстве позволило повысить продуктивность птицы и сделать продукцию птицеводства более безопасной.

Таким образом, использование кормовых добавок в птицеводстве стало неотъемлемой частью современной технологии выращивания птицы, способствующей более глубокому раскрытию биоресурсного потенциала птицы и, как следствие, повышению рентабельности производства.

Несмотря на достаточно широкий спектр литературных данных, исследования в области разработки и применения кормовых добавок остаются по-прежнему востребованными, и многие вопросы требуют поиска новых исследовательских решений.

Все вышесказанное позволяет утверждать, что для повышения уровня реализации биоресурсного потенциала сельскохозяйственной птицы необходимо повышать биологическую полноценность и КПД рационов за счёт использования в их составе с самых первых дней жизни птицы новых комплексных добавок, включающих в свои составы белковые, витаминные и минеральные компоненты, которые улучшают процессы пищеварения и обмена веществ, которые напрямую влияют на морфо-биохимический и иммунный статус крови. В конечном итоге это обуславливает повышение репродуктивных функций, мясной и яичной продуктивности, экологической её чистоты, пищевых и инкубационных качеств яиц, сохранности птицы (Ерисанова О. Е., 2013; Кошкин С., 2011).

Однако исследования по разработке и изучению действия кормовых добавок на основе каротинсинтезирующих дрожжей и селена на организм сельскохозяйственной птицы далеко не полные. Для целенаправленного и

эффективного использования таких добавок в птицеводстве необходим большой объем информации для уточнения данных о их влиянии на биохимические процессы, протекающие в живом организме. В связи с этим биотехнология получения, оценка качества, фармако-токсикологических свойств и эффективности применения в птицеводстве комплексной селенсодержащей кормовой добавки на основе каротинсинтезирующих дрожжей *Rhodotorula glutinis* с использованием высокодисперсного селена (наноселена) и явилось целью настоящей работы.

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа проводилась с 2013 по 2020 год на кафедре биотехнологии, биохимии и биофизики Кубанского ГАУ. Специализированные лабораторно-аналитические работы выполнялись в лабораториях кафедры, НИИ биотехнологии и сертификации пищевой продукции, Краснодарского НИВИ. Схема исследований представлена на рисунке 2.

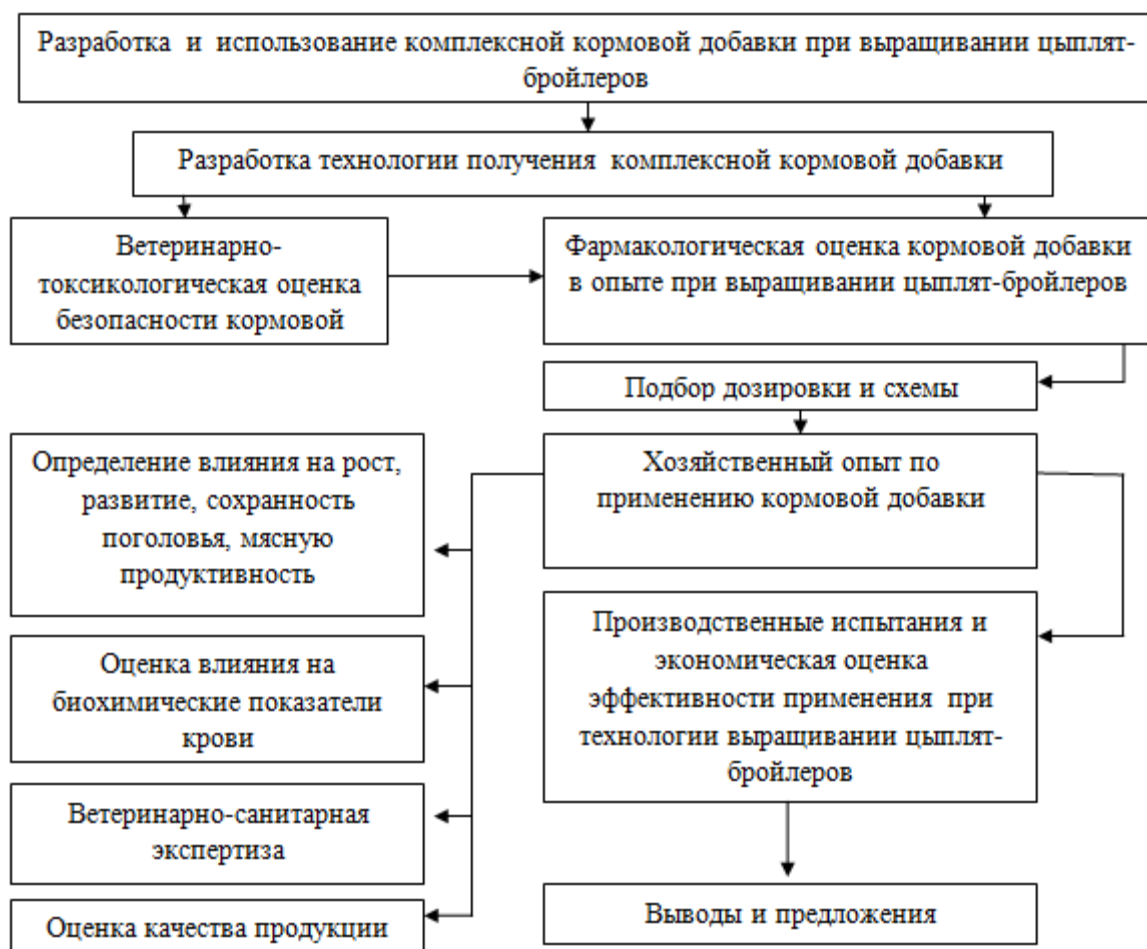


Рисунок 2 – Общая схема исследований

В работе применялись химические, микробиологические, биотехнологические, токсикологические, физиологические, биохимические, морфологические и другие методы исследований.

Объектом исследования послужила комплексная кормовая добавка Селевит, полученная путем микробиологического синтеза с применением культуры каротинсинтезирующих дрожжей *Rhodotorula glutinis*, выращенных на

питательной среде, содержащая ультрадисперсный селен и иммобилизованная на минеральном наполнителе – перлите.

Для решения поставленной задачи осуществляли выращивание дрожжей на модифицированной питательной среде в условиях периодического культивирования в колбах Эрленмейра объемом 250 мл на термостатируемом орбитальном шейкере (180 об/мин) в течение 3 сут при 28 °С. В качестве инокулята использовали 3-суточную культуру, выращенную на среде ГПС. Оценивали динамику биомассы, в полученной биомассе определяли качественный и количественный состав каротиноидных пигментов.

Клетки разрушали, пигменты экстрагировали смесью ацетон-петролейный эфир в соотношении 1 : 1, разделяли хроматографически на колонке заполненной, оксидом алюминия. Идентификацию каротиноидных пигментов производили путем снятия спектров поглощения света.

Определение содержания каротиноидов (торулина, торулародина, β-каротина) в смеси проводили фотометрически путем определения оптической плотности при длинах волн 450, 537, 509 нм. Концентрацию (мкг/мл) определяли по формулам:

$$\begin{aligned} C_{\text{торулина}} &= 5,3 \times D_{509} - 6,7 \times D_{537}; \\ C_{\text{торулародина}} &= 6,7 \times D_{537} - 1,1 \times D_{509}; \\ C_{\beta\text{-каротина}} &= 3,9 \times D_{450} + 1,8 \times D_{537} - 3,6 \times D_{509}, \end{aligned}$$

где D_{450} , D_{509} , D_{537} – оптические плотности исследуемых экстрактов при длинах волн 450, 509, 537 нм соответственно.

Количество каротиноидов в смеси (мкг/г) определяли по формуле:

$$A = C \times V/m,$$

где A – количество каротиноидов мкг/г;

C – концентрация каротиноидов, мкг/мл;

V – объем элюата, мл;

m – навеска сухой биомассы, взятой для экстракции, г.

Количество разделенных хроматографически пигментов (мкг/г) вычисляли по формуле:

$$C = \frac{D \times V \times 10000}{E \times m},$$

где C – содержание пигмента;

D – оптическая плотность раствора;

V – объем элюата, мл;

E – коэффициент экстинкции соответствующего пигмента;

m – навеска биомассы (в пересчете на сухое вещество), взятой для экстракции, г.

В процессе ферментации подбирали оптимальные условия выращивания дрожжей, оптимизировали состав питательных сред с целью повышения выхода биомассы, при этом исследовали динамику титра клеток.

Ферментационный процесс регулировали по результатам периодического анализа проб культуральной жидкости. Контролировали рН среды, концентрацию редуцирующих веществ, титр клеток. Пробы отбирали с соблюдением правил асептики и антисептики. Анализ проводили в соответствии с общепринятыми методами химического анализа, применяемыми в микробиологическом синтезе.

Полученную биомассу обогащали селеном и иммобилизовали на минеральный наполнитель, в качестве которого использовали перлит – природный инертный, химически и биологически стойкий минерал, представляющий собой вулканическое стекло, в составе которого 70–75 % SiO_2 ; 12–14 Al_2O_3 ; 3–5 % Na_2O , 3–5 % K_2O , до 1 % Fe_2O_3 , CaO , MgO .

Вспученный перлит – перспективный материал для широкого использования в новейших технологиях агропромышленного комплекса, что связано с его физической и химической природой. Прежде всего перлит следует рассматривать как сорбент с влагопоглощающей способностью до 300 %. В составе кормовых добавок или как самостоятельная добавка применяется для профилактики кишечных заболеваний и токсикозов.

Экспериментальные работы и научно-производственные опыты проводились в соответствии с требованиями к эксперименту при соблюдении одинаковых условий кормления и содержания животных во время проведения работы и контроля результатов.

В работе применялись современные методы исследований и оборудование. Экспериментальная часть работы реализована с использованием общепринятых методов планирования научного эксперимента и методов, применяемых в токсикологии, фармакологии, ветеринарно-санитарной экспертизе, биотехнологии, химическом анализе, экономике.

Качество полученной кормовой добавки контролировалось по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям, а именно: внешний вид, цвет, запах (ГОСТ 20264.1-89); массовая доля влаги (ГОСТ 13496.3-92); содержание азота, белка, жира, золы (ГОСТ 13496.4-93; ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 26226-95); содержание каротиноидов и каротина (ГОСТ 13496.17-95); содержание тяжелых металлов и токсичных элементов: кадмий, свинец, ртуть, мышьяк, селен (МУК 4.1.986-2000, МУК 4.1.986-2000, ГОСТ 26927-86, ГОСТ Р 51766-2001, ГОСТ 31651-2012); количество мезофильных анаэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (ГОСТ 10444.15-94); плесневых грибов (ГОСТ 10444.12-88); бактерий рода *Salmonella* (ГОСТ 52814-2007); бактерий группы кишечной палочки (ГОСТ Р 52816-2007).

Токсикологическая оценка кормовой добавки проводилась в соответствии с «Методическими рекомендациями по токсико-экологической оценке лекарственных средств, применяемых в ветеринарии», одобренными секцией отделения ветеринарной медицины РАСХН (1988) и «Научно-методологическими аспектами исследования токсических свойств фармакологических лекарственных средств для животных» (Смирнов А. М., Дорожкин В. И., 2008)

Оценку острой токсичности проводили в двух сериях экспериментов на клинически здоровых лабораторных белых крысах и сельскохозяйственной птице путем однократного введения кормовой добавки в полость желудка/зоба с помощью атравматического зонда в максимальных для данного способа введения дозах в соответствии с требованиями, предъявляемыми к лечебно-биологическому эксперименту по подбору аналогов, постановке контроля, соблюдению одинаковых условий кормления и содержания животных в период проведения работы и учета результатов. Субхроническую токсичность определяли согласно методическим указаниям по токсикологической оценке новых препаратов для лечения и профилактики незаразных болезней животных (ВНИВИПФиТ, Воронеж, 1987).

Раздражающее действие Селевита изучали на кроликах методами на-кожных аппликаций и конъюнктивальной пробы (Степанский Г. А., 1966, Хмельницкий Г. А. и др., 1987).

Оценку состояния пищеварительной, мочевыделительной систем проводили по биохимическим и физико-химическим показателям мочи и фекалий.

Субхроническую токсичность кормовой добавки Селевит изучали в двух сериях экспериментов при ее пероральном введении на лабораторных животных (белые нелинейные крысы) и продуктивной птице (цыплята-бройлеры).

Исследования фармакологических свойств осуществляли на цыплятах-бройлерах. С учетом особенностей хозяйственных показателей данной птицы проводили подбор эффективной и экономически обоснованной дозировки, а также схемы применения кормовой добавки. Подбор оптимальной дозы для добавки и производственные испытания реализовывали в ходе научно-хозяйственного опыта. Работы проводились в условиях фермерского хозяйства в Краснодарском крае.

Отработку оптимальной дозы кормовой добавки Селевит проводили на суточных цыплятах-бройлерах ($n = 200$) кросса РОСС-308 в условиях вивария при одинаковых условиях их содержания и кормления в соответствии с принятыми зоотехническими нормами (воздухообмен, освещение, температура, влажность воздуха, плотность посадки).

Поение осуществлялось посредством поилок ниппельного типа. Кормление – ручной россыпью комбикорма непосредственно в кормушки. Первые 10 дней жизни цыпленка получали стартовый полнорационный комбикорм, с 11-го по 24-й дни выращивания – ростовой комбикорм, а с 25-го по 42-й день птице скармливали финишный рацион. Длительность экспериментального периода составила 42 дня.

Из суточных цыплят-бройлеров методом пар-аналогов по возрасту и живой массе сформировали пять групп по 40 голов в каждой согласно схеме, представленной в таблице 3.

Таблица 3 – Схема опыта ($n = 40$) по кормлению цыплят-бройлеров

Группа	Условия кормления
Контрольная	Полнорационный комбикорм (ОР)
1 – опытная	ОР + 0,5 % Селевита
2 – опытная	ОР + 1,0 % Селевита
3 – опытная	ОР + 1,5 % Селевита
4 – опытная	ОР + 2,0 % Селевита

В ходе опыта по определению зоотехнических и хозяйственных показателей руководствовались методическими рекомендациями «Проведение научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы» (Имангулов Ш. А., 2004). Кормление цыплят-бройлеров осуществляли комбикормом марки БР, представляющим основной рацион (ОР), который в соответствии с возрастными нормами сбалансирован по основным питательным и биологически активным веществам. Состав и питательность используемого корма представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Состав и питательность корма в опыте, %

Состав рецепта	Рецепт		
	БР-1	БР-2	БР-3
Кукуруза	40,00	35,00	40,00
Пшеница	15,25	19,85	12,00
Рыбная мука	6,00	3,50	1,00
Монофосфат	1,00	1,10	1,10
Мел	1,60	1,80	1,60
Соль	0,15	0,25	0,30
Премикс а.к.	1,00	1,00	1,00
Премикс П-5-Б-1, П-5-б-2	1,20	1,00	1,00
Жмых подсолнечниковый	3,50	12,00	16,00
Жмых соевый	29,50	23,00	22,50
Масло растительное (соевое)	0,80	1,50	3,50
Показатели качества			
Влажность	11,50	11,50	11,50
Сырой протеин	21,97	20,92	19,85
Сырая клетчатка	3,47	4,52	5,11
Обменная энергия, Ккал	295,19	300,00	306,00
Метионин + цистеин	0,96	0,96	0,90
Лизин	1,31	1,26	1,10
Кальций	1,11	1,08	0,92
Фосфор	0,75	0,72	0,66
Фосфор доступный	0,47	0,43	0,37
Натрий	0,15	0,16	0,16

Переход от одного вида комбикорма к другому осуществляли постепенно, за 2–3 дня их смешивали в равном соотношении и кормили данной смесью для нивелирования негативного эффекта перехода на другой рацион.

Контроль за сохранностью и падежом птицы осуществляли ежедневно. В конце экспериментального периода рассчитывали сохранность в процентах.

Живая масса цыплят-бройлеров по группам определялась путем индивидуального взвешивания 1 раз в неделю до 42-дневного возраста. Абсолютный среднесуточный прирост рассчитывали по формуле:

$$\text{Пабс.} = (M_k - M_n) / D,$$

где $Paбс.$ – абсолютный среднесуточный прирост, г;

M_k – живая масса головы в конце периода опыта, г;

M_n – живая масса головы в начале периода опыта, г;

D – количество дней опыта.

Расход корма контролировали по группам с первых суток и до окончания эксперимента. Данные использовали для вычисления затрат корма на 1 голову и 1 кг прироста живой массы птицы.

Мясная продуктивность цыплят-бройлеров в опыте оценивалась по данным анатомической разделки тушек. Контрольный убой проводили в 42-дневном возрасте, анатомической разделке подвергали по 5 голов каждого пола из каждой группы. Кормление птицы прекращали за 12 ч перед убоем. Регистрировали следующие показатели: живая масса перед убоем, масса тушки после обескровливания, масса непотрошенной тушки, масса потрошенной тушки, масса грудных, ножных и остальных мышц, масса печени, сердца, мышечного и железистого желудка, масса кишечника, длина кишечника и слепых отростков.

Вкусовые качества мяса цыплят-бройлеров после введения в корм добавки оценивали по данным дегустационной оценки. Исследовали отварное мясо грудных, ножных мышц и бульона, приготовленных в соответствии с рекомендациям ВНИТИП.

Качество мяса оценивали по результатам послеубойной ветеринарно-санитарной экспертизы вынужденно забитых цыплят-бройлеров, которую осуществляли согласно утвержденным общепринятым методикам. Проводили реакцию на пероксидазу с сульфатом меди и формалином; определяли количество летучих жирных кислот, кислотность (рН) мяса согласно ГОСТ Р 51478-99; обсемененность микроорганизмами по ГОСТ Р 50396.1-92, количество бактерий рода *Salmonella* по ГОСТ 52814-2007

С целью изучения морфологических и биохимических показателей крови в опытных группах при контрольном убое проводили забор крови из

периферических вен внутренней поверхности крыла. Общий анализ крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе «*Mithic 18 vet*» (Швейцария.)

Биохимические исследования сыворотки крови цыплят-бройлеров проводили по следующим показателям: активность аланинаминотрансфераз (АлАТ) и аспартатаминотрансфераз (АсАТ), содержание витамина А, каротина, общего белка, мочевины, холестерина, фосфора, кальция. Исследования проводили на автоматическом анализаторе *Vitalab Selecta Junior* производства *Vital Scientific N.V. Netherlands* с версией ПО 1.0.

Химический состав мышечной ткани определяли по следующим методикам: отбор проб осуществляли по ГОСТ 9792-73; определение содержания влаги и сухих веществ по ГОСТ Р 51479-99; определение содержания жира – ГОСТ 23042-78; определение количества белка – ГОСТ 25011-81. Энергетическую ценность мяса рассчитывали по формуле ВНИТИП:

$$\text{ЭЦ (кДж)} = \text{белок, г} \times 23,86 \text{ кДж} + \text{жир, г} \times 39,72 \text{ кДж}.$$

Химический анализ кормов и продуктов вторичного метаболизма птицы проводили по следующим методикам: отбор проб по ГОСТ 26712-94; определение влаги – ГОСТ 13496.3-92; азота и сырого протеина – ГОСТ 13496.4-93; сырого жира – ГОСТ 13496.15-97; сырой золы – ГОСТ 26226-95; сырой клетчатки – ГОСТ 13496.2-91.

Расчет экономической эффективности использования кормовой добавки в рационе цыплят-бройлеров проводили с учетом стоимости расхода кормов и добавок на 1 кг прироста живой массы. Обработка результатов экспериментов проводилась с использованием актуального программного обеспечения и общепринятых методов статистики. Статистически достоверными считали различия при $p < 0,05$.

3 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Биотехнология получения и оценка качества комплексной кормовой добавки

3.1.1 Исследование штамма-продуцента и оптимизация состава питательной среды

Условия культивирования, а также морфо-физиологические особенности штамма определяют скорость роста, количество продуцируемой биомассы и биологически активных веществ. В этой связи нами поставлена задача исследовать скорость роста, продуктивность, качественный и количественный состав каротиноидов у трех штаммов (2 вида) каротинсинтезирующих дрожжей, принадлежащих к роду *Rhodotorula*.

Исследуемые штаммы культивировали в колбах на термостатируемом орбитальном шейкере в стандартных условиях (температура 28 °С, 180 об/мин) на регламентной глюкозо-пептонной питательной среде в течение 5 сут. Динамика изменения биомассы исследуемых штаммов дрожжей представлена на рисунке 3.

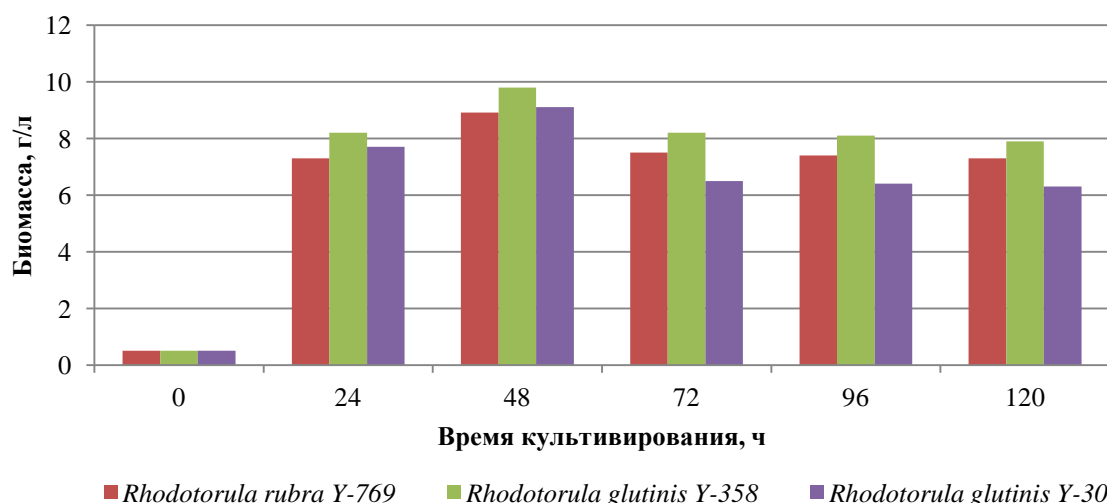


Рисунок 3 – Динамика накопления биомассы исследуемых штаммов дрожжей, г/л

В ходе опыта установлено, что максимум прироста биомассы у всех исследуемых штаммов дрожжей наблюдается к 48 часам культивирования, что

соответствует выходу на стационарную фазу роста. Содержание биомассы и жизнеспособных клеток значительно снижается к 96 часам, достигая минимальных значений к 120 часам. Таким образом, оптимальным временем культивирования исследуемых штаммов можно считать 72 часа.

Нами установлено, что способность продуцировать клеточную биомассу зависит от видовой принадлежности штамма, результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Продуктивность и содержание каротиноидов в исследуемых штаммах дрожжей через 48 часов культивирования

Вид и штамм дрожжей	Продуктивность, г/л сухого вещества биомассы	Содержание каротиноидов в биомассе, мкг/г	В том числе		
			β-каротин	торулин	торулародин
<i>Rhodotorula rubra</i> Y-769	8,9±0,7	199,63±1,05	71,24±1,50	58,51±1,11	69,89±0,56
<i>Rhodotorula glutinis</i> Y-358	9,8±0,1	398,67±0,95	123,34±1,23	128,08±0,61	147,25±1,00
<i>Rhodotorula glutinis</i> Y-30	9,1±0,1	379,21±1,09	110,51±0,80	143,56±1,30	125,14±1,17

Из представленных в таблице 5 данных видно, что минимальное количество биомассы продуцирует штамм *Rhodotorula rubra* Y-769 – 8,92 г/л, наибольший потенциал к активной продукции имеют штаммы *Rhodotorula glutinis* Y-30, продуцирующий 9,11 г/л, и *Rhodotorula glutinis* Y-358 – 9,8 г/л биомассы в пересчете на сухое вещество.

Количественный анализ основных каротиноидных пигментов, обладающих активностью, у исследуемых штаммов дрожжей показал, что суммарное содержание каротиноидов варьирует также в зависимости от вида дрожжей. Установлено, что наиболее выраженной способностью к синтезу каротиноидов обладает штамм *Rhodotorula glutinis* Y-358, который продуцирует 398,67 мкг/г каротиноидов в пересчете на сухое вещество биомассы против 379,21 и 199,63 мкг/г у штаммов *Rhodotorula glutinis* Y-30 и *Rhodotorula rubra* Y-769, что выше на 5,13 и 99,7 % соответственно.

В качестве объекта дальнейших исследований, был выбран штамм *Rhodotorula glutinis* Y-358, как наиболее перспективный с точки зрения продукции биомассы и каротиноидных пигментов.

Нами установлено, что используемый в работе штамм каротинсинтезирующих дрожжей *Rhodotorula glutinis* Y-358 имеет следующие культуральные морфо-физиологические признаки: клетки, культивированные на сусло-агаре, овальной формы, расположены одиночно или сгруппированы в короткие цепочки. Размер клеток 2,5–8 мкм. Спор не образуют, делятся почкованием, перетяжкой. Микропрепарат представлен на рисунке 4.

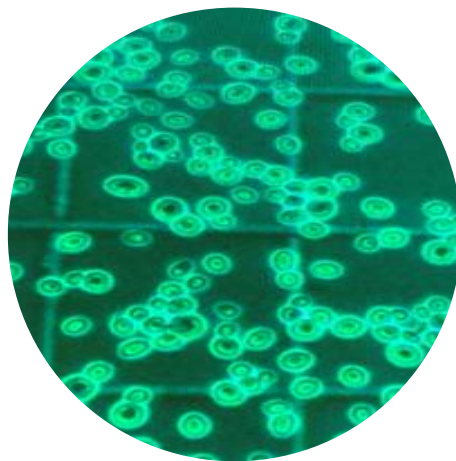


Рисунок 4 – Микропрепарат *Rhodotorula glutinis* Y-358, ув. x 1000 раз

На следующем этапе исследований изучали особенности роста штамма каротинсинтезирующих дрожжей *Rhodotorula glutinis* на различных средах. На агаризованных средах (сусло-агар, пептонно-глюкозный агар) колонии гладкие, розово-оранжевый цвета, имели выпуклую форму, ровные края, диаметр колоний 10–12 мм. Колония на агаризованной питательной среде представлена на рисунке 5. Установлено, что на жидких питательных средах дрожжи образует пленку, кольцо и осадок через 72–96 ч культивации. Температурный оптимум роста – 28–32 °С, оптимальное значение рН 5–6,5. Аэроб.



Рисунок 5 – Колония дрожжей *Rhodotorula glutinis* Y-358 на питательной среде в чашке Петри

Установлено, что из углеводов штамм способен ассимилировать глюкозу, фруктозу, маннозу, сахарозу, мальтозу и др. Из других источников углерода использует этанол, глицерин, сорбит, манит; янтарную, лимонную, уксусную кислоты; n-алканы. По отношению к источникам азота ассимилирует неорганические и органические формы азота. Штамм является непатогенным и нетоксичным по отношению к теплокровным животным, не опасен для растений.

Важным этапом работы был подбор оптимального состава питательной среды и режимов культивирования, которые позволят обеспечить максимальный выход биомассы и каротиноидов при невысоких экономических затратах.

Наиболее часто применяемые для культивирования дрожжей питательные среды имеют недостаток – высокую стоимость, вследствие использования в составе дорогостоящих компонентов. По этой причине был создан оригинальный состав питательной среды, который удовлетворял все потребности дрожжей в питании и при этом имел невысокую себестоимость.

В работе по подбору оптимальной питательной среды использовали такие общеизвестные питательные среды, как глюкозо-пептонная и мелассо-

автолизатная, а также модифицированная питательная среда оригинального состава.

Проведена сравнительная оценка компонентного состава и стоимости питательных сред, результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнительная оценка стоимости компонентов питательных сред, руб.

Питательная среда	Компонент среды	Количество, кг/л	Стоимость компонента за кг	Стоимость на 1 л питательной среды
Глюкозо-пептонная среда (среда Голубева)	Na ₂ HPO ₄	0,0032	475,61	1,52
	K ₂ HPO ₄	0,0003	667,74	0,20
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,0005	118,00	0,06
	NaCl – 0,0005	0,0005	98,35	0,05
	Пептон	0,002	4279,36	8,56
	Дрожжевой автолизат	0,0005	15950,00	7,98
	Глюкоза	0,025	225,00	5,63
Итого:				24,01
Мелассо-автолизатная среда	Меласса	4 % (по сахару)	4,50	0,18
	K ₂ HPO ₄	0,02	667,74	13,35
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,0015	118,00	0,18
	Дрожжевой автолизат	0,00027	15950,00	4,31
Итого:				18,02
Модифицированная среда	Меласса	4 % (по сахару)	4,50	0,18
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,002	118,00	0,24
	K ₂ HPO ₄	0,003	667,74	2,00
	Na ₂ HPO ₄	0,003	475,61	1,43
	Пептон	0,002	4279,36	8,56
	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,004	124,83	0,50
	NH ₄ NO ₃	0,002	332,17	0,66
	Карбамид	0,01	110,50	1,11
Итого:				14,68

Как видно из таблицы 6, наиболее низкую себестоимость в сравнении с часто применяемыми для культивирования дрожжей средами имеет модифицированная среда, что позволяет с точки зрения экономических затрат считать ее наиболее оптимальной для использования в дорогостоящих процессах микробиологического синтеза.

В модифицированной среде дорогостоящий источник азота – дрожжевой автолизат – заменен комбинацией более дешевых компонентов, таких как пептон и карбамид, которые позволяют без в азотном питании создать оптимальный состав среды, удовлетворяющий потребности дрожжей в азоте.

На следующем этапе исследовано влияние составов питательных сред на продуктивность дрожжей *Rhodotorula glutinis* Y-358, динамика накопления биомассы представлена на рисунке 6.

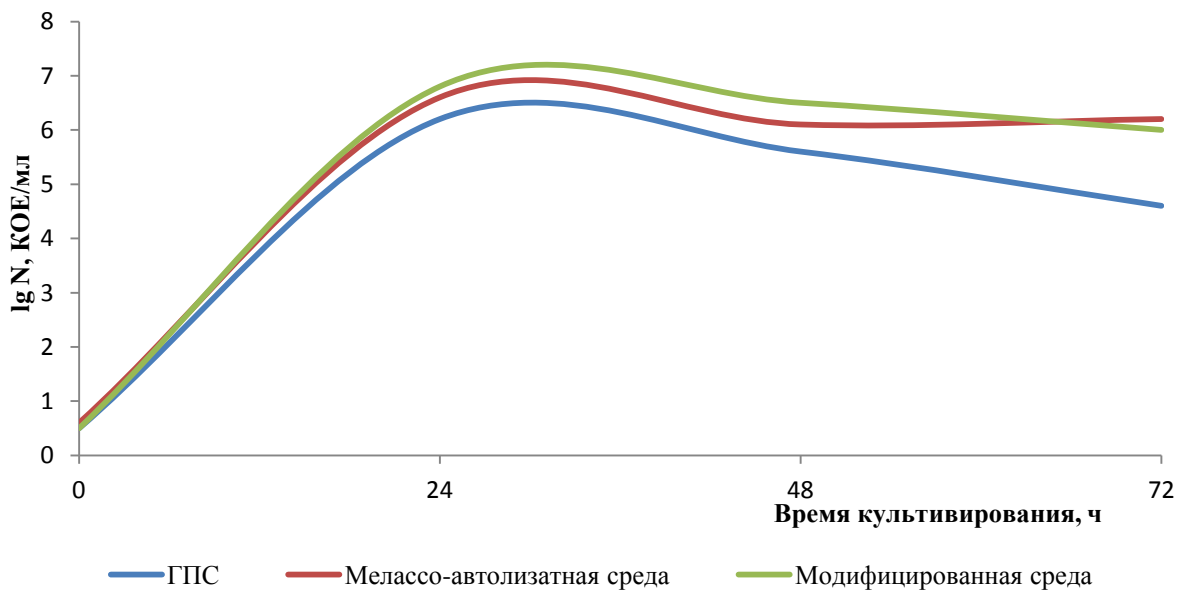


Рисунок 6 – Динамика накопления биомассы на различных питательных средах, титр

При изучении продуктивности дрожжей на различных питательных средах, отмечено, что максимальный титр клеток выявляется к 24 часам, и во всех случаях соответствует экспоненциальной фазе роста, которая к 48 часам сменяется стационарной фазой роста. Это говорит о том, что все питательные среды способны удовлетворить потребности дрожжей в питании.

Так как существенных различий в динамике накопления биомассы на различных средах не выявлено, то, учитывая наиболее низкую себестоимость модифицированной среды, она была выбрана нами как производственная среда для получения биомассы культуры дрожжей *Rhodotorula glutinis* Y-358.

Ряд авторов изучали влияние различных стимуляторов (в том числе и микроэлементов) каротиногенеза на образование каротина дрожжами (Квасников Е. И. и др., 1980; Ласло Э., Кириллова Н. Ф., 1966).

Создавая оптимальные условия для культивирования дрожжей, важно учитывать их физиологические потребности в питательных веществах, в том числе микроэлементах, участвующих в регуляторных механизмах процессов в клетке.

Условия среды прямо влияют на метаболические процессы в дрожжевой клетке. Состояние клетки зависит от химического состава питательной среды, и в особенности тех веществ, которые содержатся в ней в минимальных концентрациях.

С целью повышения продуктивности дрожжей была проведена работа по подбору микроэлементов, положительно влияющих на накопление биомассы и каротиноидов. В исследованиях мы использовали оригинальные комплексы микроэлементов, качественный и количественный состав которых представлен в таблице 7.

Как видно из таблицы 7, представленные комплексы микроэлементов включают растворимые неорганические соли различных микроэлементов, участвующих в процессах жизнедеятельности клетки, среди которых Cu, Co, Mn, Zn, Mo, Fe, I.

Таблица 7 – Качественный и количественный состав комплексов микроэлементов, использованных в опытах

Комплекс микроэлементов	Компонент комплекса	Количество, мг/л
№ 1	CoCl ₂	6,25
	CuSO ₄	500
	MnSO ₄	625
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	30
№ 2	CoCl ₂	3,2
	CuSO ₄	125
	MnSO ₄	25
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	3,75
	KJ	25
	(NH ₄) ₂ MoO ₄	75

№ 3	CoCl ₂	10
	CuSO ₄	75
	MnSO ₄	35
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	75
	KJ	35
№ 4	CuSO ₄	30
	MnSO ₄	50
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	50
	KJ	0,5
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	100
	CoCl ₂	30

Исследована способность представленных комплексов микроэлементов стимулировать накопление биомассы и метаболитов исследуемым штаммом дрожжей.

Динамика накопления биомассы и каротиноидов при использовании комплекса микроэлементов представлена на рисунке 7.

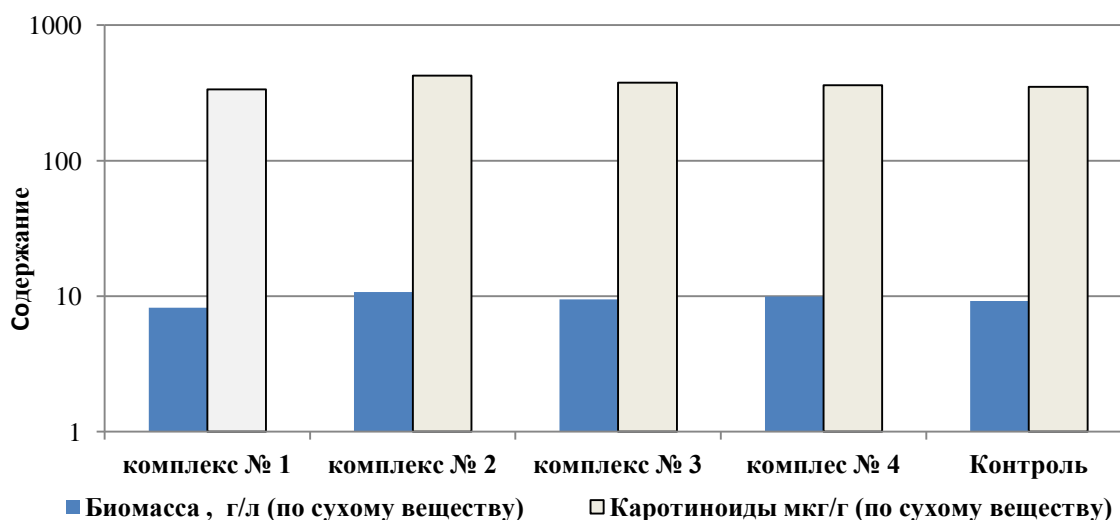


Рисунок 7 – Динамика накопления биомассы (г/л) и каротиноидов (мкг/г) при использовании различных комплексов микроэлементов

При изучении влияния микроэлементов установлено, что использование комплекса микроэлементов № 1 приводит к снижению выхода биомассы и каротиноидов в сравнении с контролем на 10, 86 и 7,2 % соответственно. Комплексы № 2, 3 и 4 способствуют увеличению выхода биомассы и каротиноидов. Комплексы № 3 и 4 увеличивают выход биомассы на 2,7 и 8,26 %, соответственно.

каротиноидов – на 7,12 и 2,56 % соответственно. Наиболее выраженной стимулирующей активностью обладает комплекс № 2, который увеличивает выход на 16,84 % по биомассе и на 21,08 % по каротиноидам в сравнении с контролем.

Таким образом, в качестве объекта исследований определен штамм пигментных дрожжей *Rhodotorula glutinis* Y-358, который способен продуцировать 9,8 г/л биомассы и 398,67 мкг/г каротиноидов в пересчете на сухое вещество. Установлено, что максимум прироста биомассы наблюдается через 48 часов культивирования и к 72 часам достигает стационарной фазы.

Проведен сравнительный анализ питательных сред, и в качестве питательной среды отобрана модифицированная среда как наиболее дешевый и оптимальный субстрат. Определен комплекс микроэлементов, содержащий в своем составе следующие соли, мг/л: CoCl_2 – 3,4; CuSO_4 – 125; MnSO_4 – 25; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 3,75; KJ – 25; $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ – 75. Исследуемый комплекс способен увеличивать выход биомассы и каротиноидов у используемого в работе штамма на 16,84 % по биомассе и на 21,08 % по каротиноидам в сравнении с контролем.

3.1.2 Подбор оптимальных условий культивирования штамма-продуцента

Следующим этапом работы явилось определение оптимальных условий культивирования штамма-продуцента в производственных условиях.

На основе результатов опыта по оценке скорости роста и динамики накопления биомассы нами выбран следующий режим культивирования маточной и засевной культур:

- постоянная аэрация – 180 об/мин,
- температура культивирования – 28 °С,
- время культивирования – 72 ч.

Подобранный режим позволяет получить инокулят с титром клеток на конец культивирования $1,0\text{--}1,5 \times 10^7$ КОЕ.

Из чистой культуры штамма-продуцента *Rhodotorula glutinis* Y-358 готовили инокулят путем посева на жидкую модифицированную питательную среду и дальнейшей культивации в течение 72 ч в термостатируемом орбитальном шейкере.

Засевную культуру готовили путем асептического пересева инокулята на модифицированную питательную среду. Колбы с засевной культурой помещали на термостатируемый орбитальный шейкер при температуре 28 °С и 180 об/мин, культивировали 72 ч. Полученную засевную культуру использовали для глубинного культивирования. Качество посевного материала контролировали микроскопированием или путем посева на стерильную плотную питательную среду в чашки Петри.

С целью наработки необходимого количества биомассы пигментных дрожжей *Rhodotorula glutinis* Y-358 осуществляли глубинную жидкофазную ферментацию на производственной установке «ОКА МФ-100», оснащенной компьютерным управлением со специальным программным обеспечением, позволяющим проводить культивирование микроорганизмов в периодическом и непрерывном режиме.

Стерилизацию ферментера осуществляли по следующему режиму: нагрев и выдержка при температуре 121 ± 1 °С в течение 20 мин для удаления воздуха из ферментера; нагрев до температуры 121 ± 1 °С (1,0 атм) с выдержкой при этой температуре 30 мин и пропаркой всех отводов.

Ферментер заполняли стерильной модифицированной питательной средой в объеме 50 л, после чего осуществляли перенос жидкой засевной культуры из инокуляционной емкости в ферментер. Асептические условия создавали путем поддержания избыточного давления стерильным воздухом в полости ферментера на уровне 0,02–0,04 МПа.

Отбор проб культуральной жидкости проводили через 12 ч, 24 ч и далее через каждые 24 ч до окончания культивирования через специальный пробоотборный кран, который предварительно обрабатывали паром в течение 20 мин.

В процессе культивирования контролировали отсутствие посторонней микрофлоры, титр клеток и их жизнеспособность, pH, содержание редуцирующих веществ.

Важным этапом работы был подбор оптимальных условий культивирования на производственной установке по температурному и временному режимам и аэрации.

На рисунке 8 представлена динамика изменения биомассы в ходе 72-часового опыта при различных температурных режимах культивирования.

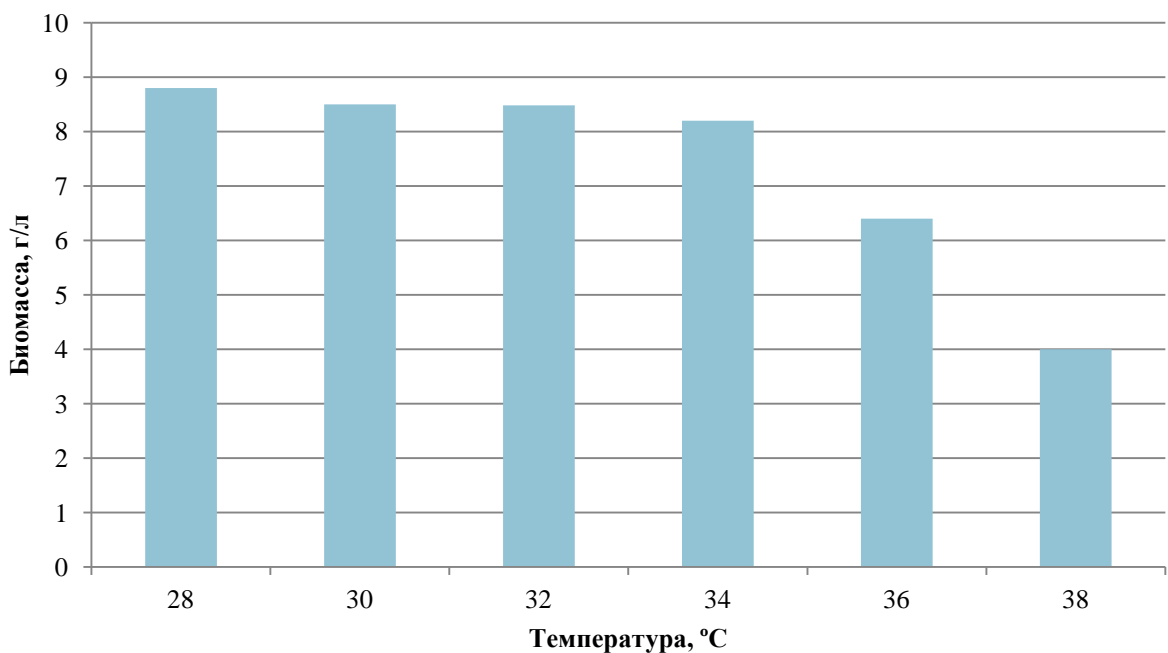


Рисунок 8 – Динамика изменения биомассы *Rhodotorula glutinis* Y-358 при различных температурных режимах культивирования, г/л

Как показывают результаты опыта, максимум биомассы клеток отмечен при температурах 28, 30 и 32 °C. При температурах выше 32 °C количество биомассы существенно снижается, достигая своего минимума при 38 °C. Микроскопический контроль состояния дрожжевых клеток при различных темпе-

ратурах показал, что наибольшее количество нежизнеспособных клеток наблюдается при температурах выше 32 °С. Таким образом, можно сделать вывод о том, что температурный оптимум роста в производственном опыте приходится на 28–32 °С. При более высоких температурах интенсивность роста и накопления биомассы существенно снижается.

Оптимальное время культивирования определили на опыте, в ходе которого оценивали динамику накопления биомассы и скорость утилизации углеводов. Динамика накопления биомассы в ходе опыта на производственной установке представлена на рисунке 9.

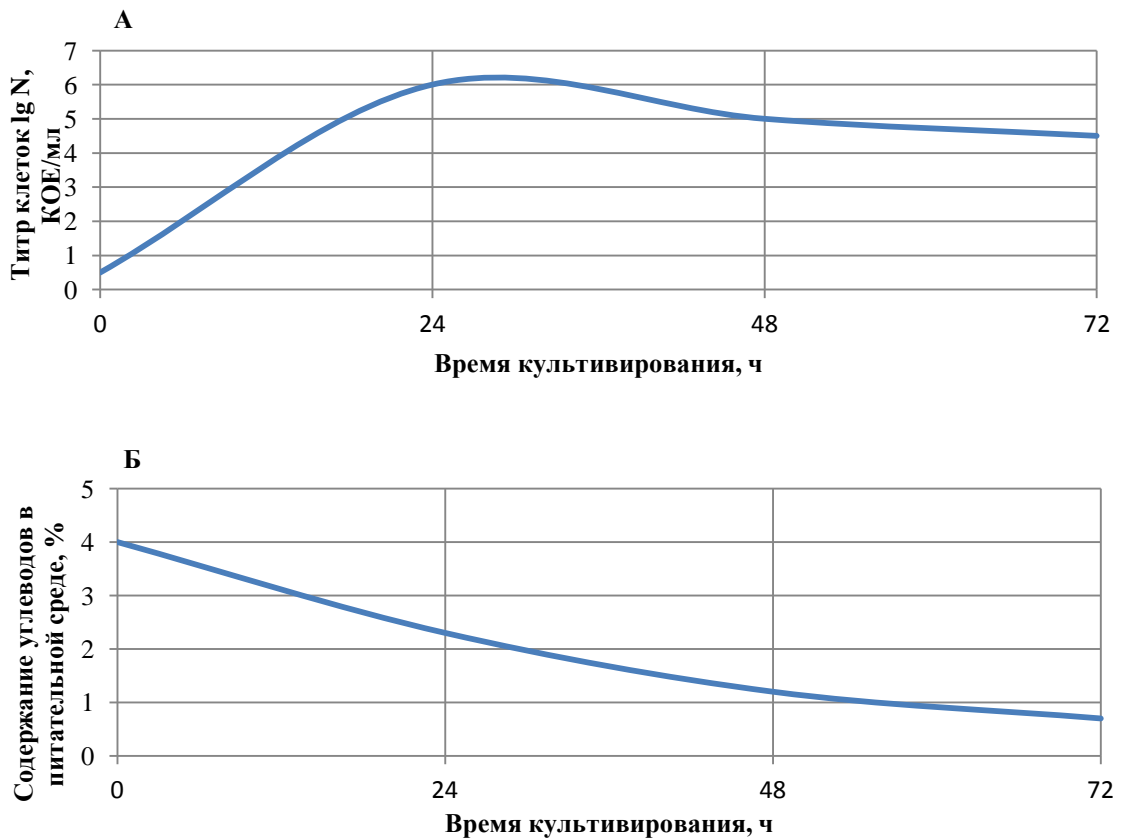


Рисунок 9 – Динамика накопления биомассы (А) и утилизации углеводов (Б) культурой штамма-продуцента

Как видно из графиков на рисунке 9, максимальный титр клеток составил $6,0\text{--}6,5 \times 10^7$ КОЕ. Максимум потребления углеводов наблюдался через 24–28 часов культивирования, что соответствует экспоненциальной стадии роста клеток исследуемой культуры дрожжей.

После отработки режимов культивирования на ферментационной установке «Ока МФ-100» по показателям аэрации, рН, температурного и временного режимов были установлены оптимальные величины этих показателей, а именно:

- температура культивирования 28 °С;
- аэрация 2,0–2,5 л/л/мин;
- скорость вращения мешалки 150–200 об/мин;
- рН 6,8–7,2;
- регулировку рН осуществляли 5 % раствором гидроксида калия;
- время культивирования – 72 ч.

В процессе культивирования биомассы проводили микроскопический контроль состояния клеток, отмечая изменение их морфологических признаков и контролируя присутствие посторонних микроорганизмов.

В результате проведенных экспериментов определены оптимальные условия культивирования маточной и засевной культур штамма-продуцента. Подобраны оптимальные условия культивирования штамма-продуцента на производственной установке «ОКА МФ-100» по режимам аэрации, температуре, скорости перемешивания, рН и времени культивирования. Нарботана биомасса с титром клеток $6,0\text{--}6,5 \cdot 10^7$ КОЕ.

Результаты подбора режимов культивирования, а также сам процесс культивирования *Rhodotorula glutinis* Y-358 на ферментере «ОКА МФ-100» дают хорошую воспроизводимость, что делает возможным получение биомассы в промышленных условиях путем дальнейшего масштабирования ферментационного процесса на установках большего объема.

3.1.3 Исследование качественных характеристик и материаловедческая аттестация используемого в работе ультрадисперсного селена

В работе использовали ультрадисперсный препарат селена производства ООО «Платина» (Россия, г. Москва), имеющий следующие характеристики Se: $d = 30 \pm 10$ нм; $Z_{\text{потенциал}} = 31 \pm 0,1$ мВ; $S_{\text{пов}} = 6$ м²/г.

Материаловедческая экспертиза ультрадисперсного селена была проведена совместно с коллегами в межкафедральном ресурсном центре коллективного пользования (МРЦКП) Донского государственного технического университета (г. Ростов-на-Дону). Исследовали размер частиц, объемность, полидисперсность, количественное содержание фракций, площадь поверхности.

В работе применялась сканирующая туннельная микроскопия (СТМ), основанная на использовании туннельного эффекта, заключающегося в том, что микрочастица может преодолеть потенциальный барьер в случае, когда ее полная энергия меньше высоты барьера. В СТМ используется туннелирование электронов между проводящим зондом и образцом при приложении внешнего напряжения; шириной туннельного перехода является расстояние между зондом и поверхностью образца. Зонд перемещается над поверхностью образца настолько близко, что в системе возникает туннельный ток.

В работе использовали программу «measure nano» и туннельный микроскоп РНУВЕ – сканирующий туннельный микроскоп, предназначенный для получения изображений проводящих поверхностей с атомным разрешением, а также для исследования различных эффектов на масштабах порядка атома. С его помощью можно исследовать микро- и наноструктуру поверхностей, получать изображения отдельных атомов или молекул на поверхности, создавать наноструктуры (рисунок 10).

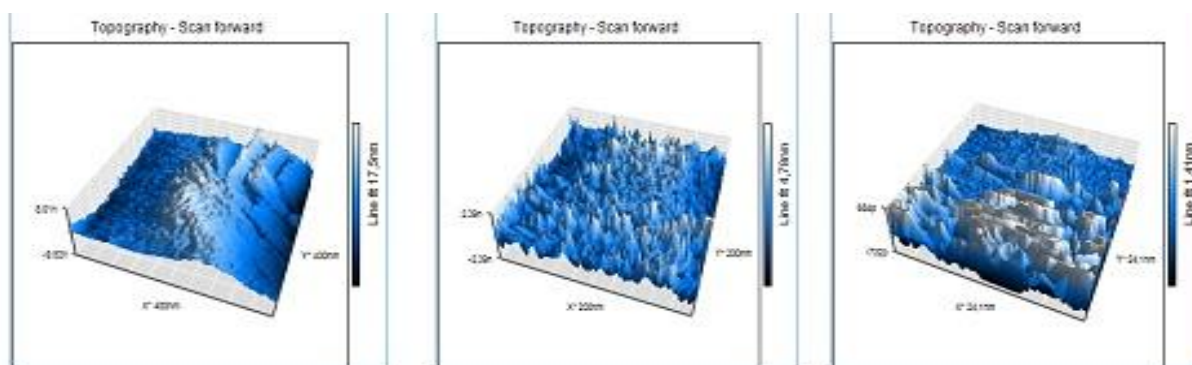


Рисунок 10 – Изображения поверхности исследуемых образцы частиц ультрадисперсного селена

Результатами исследования установлено, что преимущественный размер частиц в исследуемом образце составляет 20–30 нм. Также получены изображения поверхности ультрадисперсного препарата, представленные на рисунке 10, определена площадь поверхности частиц.

3.1.4 Определение биологической активности ультрадисперсного селена

В эксперименте *in vitro* была определена биологическая активность различных концентраций ультрадисперсного селена в тесте по оценке интенсивности роста модельного тест-объекта – зеленой фотосинтезирующей водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer.

Для определения концентраций ультрадисперсного селена, способных угнетать рост исследуемых микроорганизмов, использовали метод последовательных разведений, который позволил получить различные концентрации препарата. Исследуя биологическую активность разведений, выявили концентрации, способные оказывать влияние на рост исследуемого микроорганизма. Это дало возможность подобрать оптимальные условия для дальнейшего культивирования исследуемых микроорганизмов в присутствии ультрадисперсного селена.

Альгологически чистую культуру водоросли выращивали при температуре 35–36 °С на стандартизированной минеральной питательной среде в культиваторе КВ-5 до достижения экспоненциальной стадии роста. Далее

определяли оптическую плотность с помощью спектрофотометра при длине волны 670 нм и толщине кюветы 1 см, разбавляли питательной средой и разливали по 5 см³ в подготовленные флаконы.

Флаконы с тест-культурой помещали в многокюветный культиватор КВМ-5, вмещающий 24 образца, один из которых контрольный в 4 повторностях, и 5 опытных в той же повторности. В опытные варианты предварительно вносили по 1 см³ испытуемого раствора наночастиц селена с различной концентрацией. Тест проводили в течение 22 часов. Степень воздействия оценивали по изменению оптической плотности раствора. Снижение или повышение величины оптической плотности по сравнению с контрольным вариантом разведения более чем на 20–30 % говорит о подавлении (ингибирующая концентрация) или стимуляции роста тест-культуры (отсутствие негативного влияния на рост говорит о резистентности микроорганизмов). В тех случаях, где величина оптической плотности изменялась незначительно, что свидетельствовало о скудном росте, считали концентрацию субингибирующей. Зависимость оптической плотности от концентрации ультрадисперсного селена в культуральной жидкости представлена на рисунке 11.

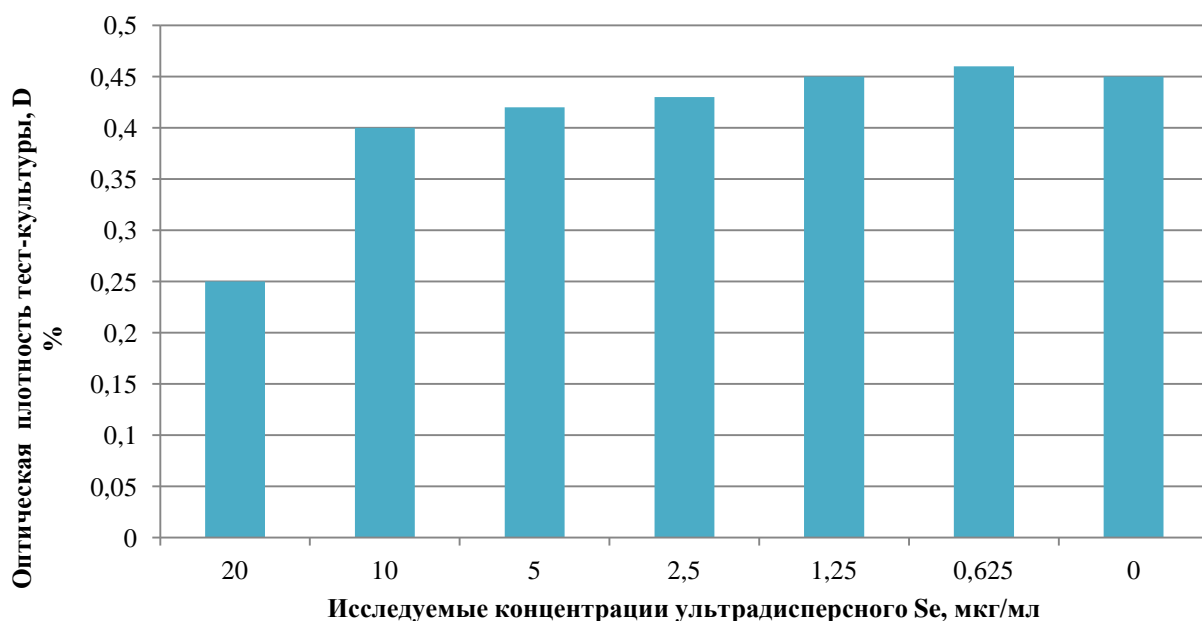


Рисунок 11 – Зависимость оптической плотности тест-культуры *Chlorella vulgaris* Beijer от концентрации ультрадисперсного селена

Как видно из диаграммы по результатам опыта, ультрадисперсный селен в концентрации 20 мкг/мл приводит к снижению оптической плотности тест-культуры на 44,4 %, что говорит о выраженном ингибирующем действии данной концентрации. Концентрации в диапазоне 10-0,625 мкг/мл не вызывают существенного изменения оптической плотности тест-культуры более чем на 20–30 %, что является достоверным сигналом об устойчивости тест-культуры и отсутствии угнетающего действия на ее рост исследуемой формы селена.

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о незначительной биотоксичности ультрадисперсных частиц селена в концентрации 20 мкг/мл, а также об устойчивости и отсутствии ингибирующего действия в концентрациях 10 мкг/мл и ниже.

Таким образом, полученные результаты исследования позволяют сделать вывод о возможности применения ультрадисперсного селена в качестве компонента кормовой добавки в концентрациях 0,625–10 мкг/мл.

3.1.5 Технология получения комплексной кормовой добавки Селевит

Изготовлению готовой товарной формы кормовой добавки Селевит предшествовало несколько этапов:

1. Исследование штамма-продуцента и подбор оптимальных составов питательных сред.
2. Подбор оптимальных условий культивирования штамма-продуцента.
3. Исследование качественных характеристик и биологической активности ультрадисперсного селена как компонента добавки.
4. Разработка технологии производства и получение кормовой добавки Селевит.

Для получения кормовой добавки Селевит использовали культуру пигментных каротинсинтезирующих дрожжей *Rhodotorula glutinis* Y-358. Путем

пересева на жидкую питательную готовили маточную, а затем засеваемую культуры. Засевную культуру использовали для получения биомассы дрожжей на производственной установке «Ока МФ-100». В работе использовали модифицированную питательную среду. Ферментер заполняли 50 л питательной среды, стерилизовали, выдерживали и далее, с соблюдением правил асептики, вносили засеваемую культуру в объеме 5 л (10 %) от объема питательной среды.

Биомассу наращивали в течение 72 ч с использованием оптимальных режимов культивирования: температура 28 °С; аэрация 2,0–2,5 л/л/мин; скорость вращения мешалки 150–200 об/мин; рН 6,8–7,2; подтитровка 5 % раствором КОН.

В процессе культивирования биомассы проводили микроскопический контроль состояния клеток, изменения количественных характеристик и присутствия посторонних микроорганизмов. По окончании культивирования биомассу осаждали естественным способом и асептически удаляли из ферментера, помещая в стерильные градуированные емкости.

На следующем этапе производства добавки в концентрированную биомассу вводили стерильный раствор ультрадисперсного селена с известной концентрацией 10 мкг/мл, из расчета 1 мл раствора на 100 мл концентрированной биомассы, после чего емкости помещали на шейкер и тщательно перемешивали в течение 1 часа.

Следующим этапом обогащенную селеном биомассу иммобилизовали на стерильный минеральный наполнитель – вспученный перлит, после чего полученную массу тщательно гомогенизировали.

Затем, с целью придания добавке товарной формы, ее подвергали щадящему высушиванию при температуре 40 °С в течение 5 ч до влажности 10–12 %, после чего расфасовывали и упаковывали.

Готовую добавку хранят в чистых сухих, защищенных от света помещениях при температуре от 5 до 25 °С в течение 6 месяцев. По истечении срока годности использование не рекомендуется.

Таким образом, нами разработана технология производства кормовой добавки Селевит. Подробная технологическая схема получения кормовой добавки представлена на рисунке 12.

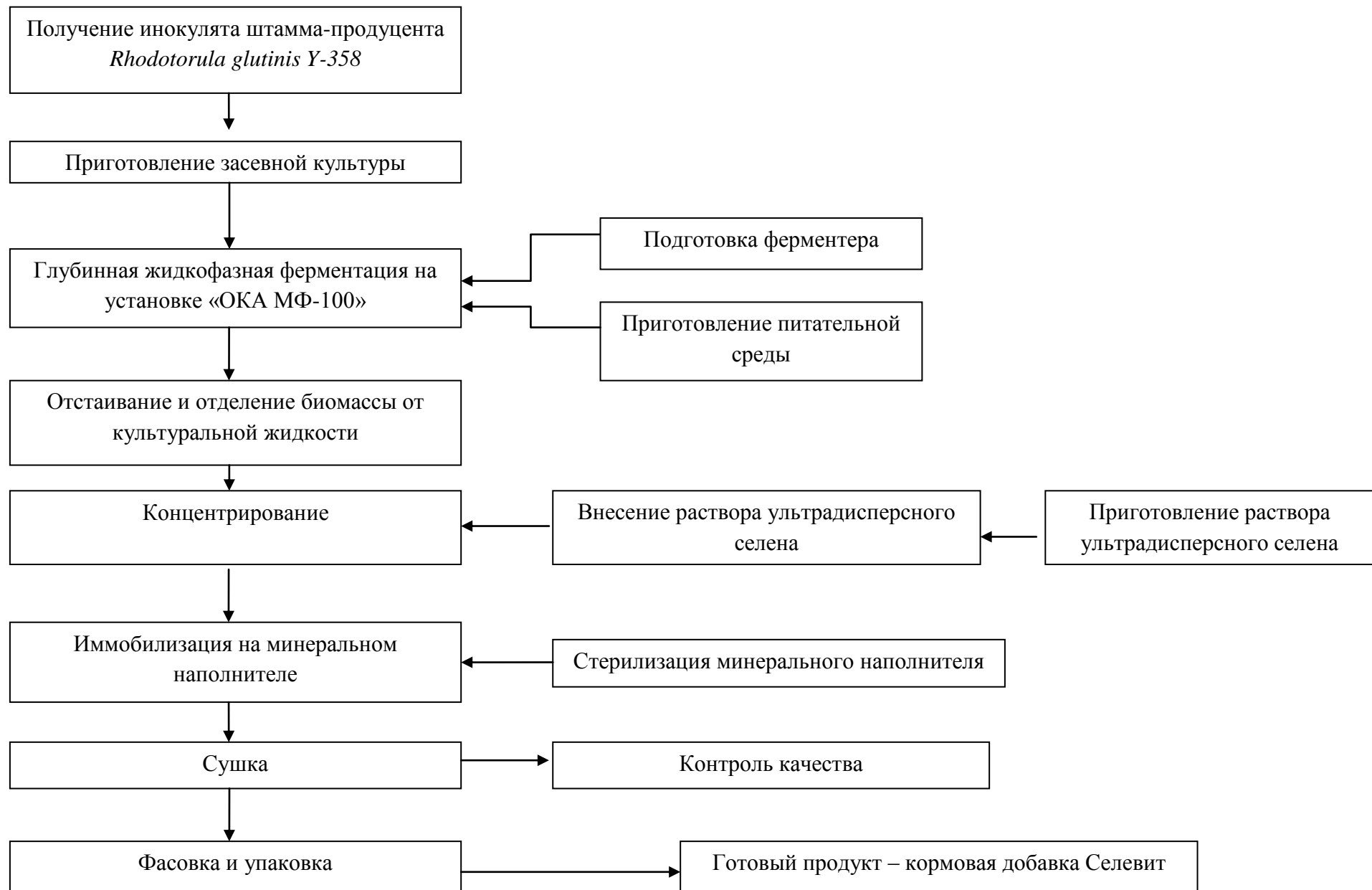


Рисунок 12 – Технологическая схема производства кормовой добавки

3.1.6 Состав и качественные характеристики комплексной кормовой добавки Селевит

Кормовая добавка Селевит – инновационная кормовая добавка, свойства которой определяются свойствами компонентов, входящих в ее состав и выполняющих определенные функции. Уникальный компонентный состав делает добавку источником пребиотиков, витаминов, минералов, микроэлементов и таких антиоксидантов, как селен, β -каротин и каротиноиды.

Благодаря тому, что в состав добавки входит минеральный наполнитель перлит, инертный, химически и биологически стойкий природный минерал, обладающий высокой сорбирующей и влагопоглощающей способностью и представляющий собой вулканическое стекло, кормовая добавка Селевит также обладает сорбирующими и антитоксическими свойствами.

Добавка Селевит представляет собой сыпучий порошок от светло-кремового до кремово-оранжевого цвета с приятным запахом.

Готовую форму добавки получают путем иммобилизации концентрированной биомассы нативных каротинсинтезирующих дрожжей с титром клеток не менее $1,5 \cdot 10^8$ КОЕ, обогащенных селеном, на стерильный минеральный субстрат (вспученный перлит).

С целью оценки качества комплексной кормовой добавки Селевит и определения ее качественных характеристик по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям были проведены исследования нескольких партий кормовой добавки, полученной по разработанной нами технологии.

Качественные показатели исследуемой добавки представлены в таблице 8.

Таким образом, нами проведена качественная оценка кормовой добавки, определены ее органолептические, физико-химические и микробиологические характеристики.

Таблица 8 – Качественные характеристики кормовой добавки Селевит

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя	Метод определения	Нормативный документ на метод определения
Органолептические показатели			
Внешний вид, цвет запах	Сыпучий порошок, от светло-кремового до кремово-оранжевого цвета с приятным запахом	Методы определения запаха	ГОСТ 20264.1-89
Физико-химические показатели			
Массовая доля влаги, %	10-12	Метод определения массовой доли влаги	ГОСТ 13496.3-92
Азот, %	6,8-7,2	Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина	ГОСТ 13496.4-93
Белок, %	38,4-44,5	Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина	ГОСТ 13496.4-93
Жир, %	5,2-5,9	Метод определения содержания сырого жира	ГОСТ 13496.17-95
Зола, %	18,2-25,4	Метод определения сырой золы, кальция и фосфора	ГОСТ 26226-95
Каротиноиды, мкг/г	500-750	Методы определения каротина	ГОСТ 13496.17-95
Каротин, мкг/г	50,0-85,0	Методы определения каротина	ГОСТ 13496.17-95
Тяжелые металлы и токсичные элементы, мг/кг			
Кадмий	менее 0,02	ААС	МУК 4.1.986-2000
Свинец	менее 0,01	ААС	МУК 4.1.986-2000
Ртуть	менее 0,002	ААС	ГОСТ 26927-86
Мышьяк	менее 0,002	ААС	ГОСТ Р 51766-2001
Селен	0,02-0,04	ААС	ГОСТ 31651-2012
Микробиологические показатели			
Количество жизнеспособных микроорганизмов, КОЕ/г, не менее	не менее $1,5 \cdot 10^8$	Микробиологический анализ (подсчет количества клеток)	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (наличие) КОЕ/г, не более	1,0	Методы определения БГКП	ГОСТ 9225-84
Плесневые грибы, КОЕ/г, не более	2,0	Метод определения плесневых грибов	ГОСТ 10444.12-88
Сальмонеллы (наличие), КОЕ/г, не более	не обнаружены	Метод выявления бактерий рода <i>Salmonella</i>	ГОСТ 52814-2007

По результатам проведенных исследований для работы выбран штамм пигментных дрожжей *Rhodotorula glutinis* Y-358, способный продуцировать 9,8 г/л биомассы и 398,67 мкг/г каротиноидов в пересчете на сухое вещество и достигающий к 72 часам культивирования стационарной фазы роста. Проведен сравнительный анализ питательных сред, и в качестве питательной среды отобрана модифицированная среда, как наиболее оптимальный субстрат. Определен комплекс микроэлементов, способный увеличивать выход биомассы и каротиноидов у используемого в работе штамма на 16,84 % по биомассе и 21,08 % по каротиноидам в сравнении с контролем.

Результатами материаловедческой аттестации установлено, что преимущественный размер частиц Se в исследуемом образце составляет 20–30 нм. Также получены изображения поверхности ультрадисперсного препарата, определена площадь поверхности частиц.

Полученные в ходе по оценки биологической активности ультрадисперсного Se данные свидетельствуют о незначительной биотоксичности ультрадисперсного селена в концентрации 20 мкг/мл, а также об устойчивости и отсутствии ингибирующего действия в концентрациях 10 мкг/мл и ниже. Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение ультрадисперсного селена в качестве компонента кормовой добавки в невысоких концентрациях (0,625–10 мкг/мл) не оказывает негативного влияния.

Отработаны режимы культивирования дрожжевой биомассы и разработана технологическая схема производства комплексной кормовой добавки Селевит, готовую форму которой получали путем иммобилизации концентрированной биомассы нативных каротинсинтезирующих дрожжей с титром клеток не менее $1,5 \cdot 10^8$ КОЕ, обогащенных селеном, на стерильный минеральный субстрат (вспученный перлит).

Таким образом, нами получена комплексная кормовая добавка Селевит, которая представляет собой сыпучий порошок от светло-кремового до кремово-оранжевого цвета с приятным запахом.

3.2 Токсикологическая оценка кормовой добавки Селевит

3.2.1 Общая токсичность

Определение общей токсичности кормовой добавки Селевит проводили эксперсс-методом на брюхоресничных инфузориях – стилонихиях (*Stylonychia mytilus*). Культуру стилонихий выращивали в соответствии со всеми требованиями к эксперименту по биотестированию.

Для тестирования использовали 24-часовую культуру, находящуюся в экспоненциальной фазе роста. К тестированию культуру подготавливали путем отсаживания на свежий рабочий раствор (Лозина-Лозинского), содержащий питательный субстрат (сухая масса дрожжей *Sacharomyces cerevisiae*), далее культивировали в термостате при температуре 22–24 °С.

Для тестирования кормовой добавки Селевит использовали ее ацетоновый и водный экстракты, которые готовили в двух плотно закупоривающихся сосудах из навесок массой $10 \pm 0,1$ г каждая. Навеску заливали соответствующим объемом экстрагента. В первом случае – ацетоном, из расчета чтобы слой растворителя покрывал навеску, колбу встряхивали, затем суспензию отстаивали и отбирали аликвоту надосадочной жидкости объемом 0,5 мл, далее переносили в колбу, в которую предварительно вносили 40 мл рабочего раствора Лозина-Лозинского. Во втором – дистиллированной водой, объемом 100 мл, колбу встряхивали в течение 20 минут, затем раствор отфильтровывали.

Токсичность оценивали по процентному соотношению выживших и погибших стилонихий в течение 1 ч в случае с ацетоновым экстрактом и 3 ч – в случае с водным экстрактом. Опыт проводился в пяти повторностях. В качестве контрольного раствора использовали 1 % раствор ацетона и раствор Лозина-Лозинского.

Критериями оценки токсичности считали следующий процент выживаемости при параллельном исследовании ацетонового и водного экстрактов:

70–100 % выживших стилонихий – исследуемая добавка нетоксична;
 40–69 % выживших стилонихий – исследуемая добавка слаботоксична;
 0–39 % выживших стилонихий – исследуемая добавка токсична.

Выживаемость вычисляли по формуле:

$$N \% = (N_2 / N_1) / 100,$$

где N% – выживаемость, %;

N_2 – среднее арифметическое количества стилонихий из пяти параллельных испытаний в конце опыта, шт.;

N_1 – среднее арифметическое количества стилонихий из пяти параллельных испытаний в начале опыта, шт.;

100 – коэффициент для перевода результата в проценты.

Результаты биотеста по определению общей токсичности представлены в таблице 9

Таблица 9 – Результаты оценки общей токсичности Селевита

Исследуемая проба	Этап опыта	Повторность опыта					Результат (N%)
		1	2	3	4	5	
Контроль 1 (раствор Лозина-Лозинского)	N_1	15	18	19	20	18	100
	N_2	15	18	19	20	18	
Контроль 2 (1 % раствор ацетона)	N_1	18	17	17	19	20	100
	N_2	18	17	17	19	20	
Проба 1 (водная вытяжка)	N_1	19	20	18	16	18	92,8
	N_2	18	19	16	15	17	
Проба 2 (ацетоновая вытяжка)	N_1	19	18	19	19	19	90,8
	N_2	18	16	17	17	18	

Анализ результатов биотестирования показал, что выживаемость простейших в опытах с водным и ацетоновым экстрактами составила 92,8 и 90,8 % соответственно, что дает основания в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52337-2005 охарактеризовать исследуемую добавку как нетоксичную.

3.2.2 Острая токсичность

Принципы оценки кормовых добавок, применяемых для сельскохозяйственных животных, требуют проведения их доклинических исследований с целью изучения возможных нежелательных эффектов, проявляемых на ранних стадиях клинического применения или в процессе длительного скармливания для выявления отдаленных последствий. Изучение острой токсичности проводится с использованием максимальной разовой дозы или нескольких дробных доз, введенных через небольшие промежутки времени для установления летальных или сублетальных доз.

Оценку острой токсичности кормовой добавки Селевит проводили в двух сериях экспериментов на клинически здоровых лабораторных животных и сельскохозяйственной птице в соответствии с требованиями, предъявляемыми к врачебно-биологическому эксперименту по подбору аналогов, постановке контроля, соблюдению одинаковых условий кормления и содержания животных в период проведения работы и учета результатов.

В первой серии острая токсичность изучалась на половозрелых лабораторных белых крысах обоего пола с массой тела 210–220 г, разделенных на две группы – опытную и контрольную по 10 особей в каждой. После формирования групп животные подвергались десятидневному карантину в отдельных клетках с целью выявления возможных физиологических и клинических отклонений в состоянии организма. В подготовительный период крысам было обеспечено полноценное двухразовое питание, включающее зерносмесь (пшеница, ячмень, кукуруза), дополнительно – белый и ржаной хлеб, морковь, капуста, неограниченный доступ к воде.

Кормление животных было прекращено за 12 часов до начала эксперимента, поение – за 4 часа. После этого крысам опытной группы индивидуально внутрижелудочно через атравматичный зонд разово вводилась 20 %-я водная взвесь кормовой добавки в дозе 5 мл (максимальный объем при введении в желудок животным, масса тела которых составляет 200–240 г). Животным

контрольной группы в эквивалентном количестве аналогичным способом вводилась дистиллированная вода.

Следует учитывать, что класс токсичности любого изучаемого средства определяется по его действию в мг на кг массы тела. Поэтому с учетом концентрации взвеси кормовой добавки 20 % одновременно был произведен расчет дозы на животное и на килограмм массы тела. Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Определение острой токсичности кормовой добавки Селевит на лабораторных крысах при внутривенном введении (n = 10)

Группы	Доза на животное, мл	Доза добавки, мг/жив.	Доза добавки, мг/кг	Из них пало, гол.	Клиника интоксикации
Опыт	5,0	1080,0	5375,0	–	Реакция на введение
Контроль	5,0	–	–	–	Реакция на введение

Показателями оценки острого токсикоза у животных служили особенности поведения, характер токсических проявлений, возможное количество павших животных и сроки их гибели.

Общая продолжительность наблюдения за животными составила 14 суток, причем в первый день после введения взвеси кормовой добавки лабораторные крысы находились под непрерывным клиническим наблюдением, в ходе которого учитывалась интенсивность и характер двигательной активности, тонус скелетных мышц, реакция на тактильные, болевые, звуковые и световые раздражители, частота дыхательных движений, ритм сердечных сокращений, состояние волосяного и кожного покрова, окраска слизистых оболочек, размер зрачка, потребление корма и воды, изменение массы тела.

За весь экспериментальный период гибели и признаков острой интоксикации в опытной группе лабораторных крыс не отмечено. Животные по своим клиническим и физиологическим характеристикам не отличались от аналогов контрольной группы, на основании чего ни среднесмертельную (LD₅₀), ни минимальную (пороговую) дозу, вызывающую клинические при-

знаки токсикоза при пероральном введении, для комплексной кормовой добавки Селевит установить не удалось.

Поскольку кормовую добавку Селевит планируется применять в мясном птицеводстве, при определении острой токсичности необходимым условием явилось изучение ее токсикометрических характеристик на птице. Поэтому во второй серии эксперимента оценка острой токсичности была проведена на 20-дневных цыплятах-бройлерах с массой тела 0,870–0,910 кг.

По принципу парных аналогов было подобрано 20 особей птицы, сформированных в две группы (опыт/контроль). Кормовую добавку в виде 20 %-й вводной взвеси после 12-часовой голодной диеты цыплятам опытной группы вводили в зоб в дозе 30 мл/гол (6000 мг/гол, 6741 мг/кг).

Контрольная группа цыплят получала аналогичный объем дистиллированной воды. Общая продолжительность наблюдения за птицей составила 14 дней, причем в первый день после введения образца кормовой добавки цыплята находились под непрерывным контролем, а затем наблюдение осуществлялось дважды в день (утром и вечером).

Введение кормовой добавки Селевит не вызвало гибели и острой интоксикации птиц, не повлияло отрицательно на их общее состояние и поведение. По внешнему виду, уровню двигательной активности, состоянию слизистых оболочек, перьевому покрову, отношению к пище и воде подопытные цыплята-бройлеры отличий от птицы контрольной группы не имели.

Учитывая, что введение кормовой добавки Селевит по величине LD_{50} в дозах более 5000 мг/кг переносится животными и птицей без видимых последствий, она была отнесена к 4-му классу опасности – вещества малоопасные (ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества»).

3.2.3 Субхроническая токсичность

Изучение субхронической токсичности кормовой добавки Селевит проведено в двух сериях экспериментов при ее пероральном введении на лабораторных животных (белые нелинейные крысы) и продуктивной птице (цыплята-бройлеры). Для установления дозозависимых эффектов кормовой добавки в исследование субхронической токсичности должно быть включено не менее 3 уровней доз. В нашем случае использовались уровни, составляющие 1/10, 1/20 и 1/50 от максимально введенной в остром эксперименте дозы: для белых крыс – 5375 мг, для птицы – 6741 мг («Методические указания по токсикологической оценке новых препаратов для лечения и профилактики незаразных болезней животных», Воронеж, 1987).

В первой серии эксперимента сформировали 4 группы ($n = 10$) белых крыс-аналогов с массой тела $120 \pm 8,5$ г (три опытные и одна контрольная). В подготовительный период за четверо суток крысы были помещены в отдельные клетки для адаптации. Животных содержали с обеспечением постоянного доступа к воде, кормление осуществляли по регламентированному рациону, включающему сырые овощи, зерносмесь, хлеб.

Крысам опытных групп исследуемую кормовую добавку Селевит задавали ежедневно перорально в виде болюсов (в смеси с вареным желтком) на протяжении 28 дней по следующей схеме:

- первая группа – в дозе 538 мг;
- вторая группа – в дозе 270 мг;
- третья группа – в дозе 108 мг.

Крысам четвертой группы к основному рациону добавлялись болюсы, состоящие только из вареного желтка.

Ежедневно за всеми животными велось клиническое наблюдение, при котором учитывалось внешнее состояние крыс, потребление корма и воды, основные рефлексy, а также возможные проявления токсикоза. Взвешивание крыс проводилось дважды – в начале опыта и по его завершении.

В конце опытного периода с целью исследования морфо-биохимических показателей крови, а также патологоанатомического исследования органов и тканей из каждой опытной группы с учетом принципов биоэтики выводили по 5 животных, используя эфирный наркоз.

В ходе исследований установлено, что длительное пероральное введение различных доз кормовой добавки Селевит не оказало видимого токсического влияния на организм лабораторных животных. На протяжении всего эксперимента крысы были активными, подвижными, с сохраненными рефлексами, выраженным аппетитом. При клиническом осмотре шерстного покрова выпадения шерсти, алопеций, изменения цвета и структуры не установлено. Видимые слизистые оболочки имели бледно-розовый цвет, раны, изъязвления и геморрагии отсутствовали. Нарушений функций органов пищеварения и мочевыделения не зарегистрировано.

Одним из основных параметров оценки токсического действия препарата при его длительном применении является динамика массы тела животных, участвующих в эксперименте. Результаты гравиметрических данных показали, что кормовая добавка Селевит в различных субтоксических дозах не оказала негативного влияния на весовые характеристики животных, результаты приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Динамика массы тела крыс в субхроническом опыте ($M \pm m$; $n = 10$)

Группы	Масса тела в начале опыта, г	Масса тела в конце опыта, г	Прирост массы тела за период опыта, г	В процентах к контролю, %
Опытная 1	116,4±3,2	130,7±2,0	14,3±0,6	121,2
Опытная 2	121,3±2,5	137,5±1,7***	16,2±0,7**	137,3
Опытная 3	118,9±1,9	132,4±1,0**	13,5±0,5	114,4
Контроль	119,5±3,2	131,3±1,5	11,8±0,9	100
Примечание: *** $p \leq 0,001$, ** $p \leq 0,01$ – степень достоверности				

Ежедневное введение кормовой добавки в рационы, напротив, способствовало улучшению ростовых характеристик крыс опытных групп. Так, среднесуточный прирост подопытных животных в группах на конец эксперимента превышал показатели контрольных аналогов на 21,2; 37,3 и 14,4 %

($p \leq 0,01$) соответственно. Такие среднесуточные приросты массы обусловлены, по-видимому, положительным влиянием Селевита. Ростостимулирующее действие обеспечивается комплексом биологически активных веществ содержащихся в дрожжах, макро- и микроэлементах, входящих в состав перлита.

Морфо-биохимические исследования крови животных, участвующих в эксперименте, не выявили отрицательного влияния кормовой добавки на гомеостаз крыс – в таблице 12 представлены результаты.

Таблица 12 – Влияние длительного перорального введения Селевита на показатели крови крыс ($M \pm m$; $n = 5$)

Показатель	Группы животных			
	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	Контроль
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	9,8±0,28	9,5±0,36	10,1±0,53*	9,7±0,33
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	7,8±0,38	7,6 ±0,24**	7,9±0,45	7,1±0,27
Гемоглобин, г/л	126,5±4,2*	131,1±5,4	120,7±3,9	115,5±2,9
Эозинофилы, %	3,6±0,23	3,8±0,44	3,3±0,52	4,1±0,28
Нейтрофилы палочкоядерные, %	2,5±0,31	2,2±0,27	2,6±0,17	2,6±0,39
Нейтрофилы сегментоядерные, %	24,1±0,57	23,2±0,9	24,0±0,84	21,6±1,02
Лимфоциты, %	67,4±3,16	68,5±2,57	67,2±4,05	68,7±1,87
Моноциты, %	2,4±0,34	2,3±0,17	2,9±0,56	3,0±0,48
Общий белок, г/л	76,5±4,11	84,1±3,28**	74,2±1,95*	70,4±2,87
АсАТ, ЕД/л	105,0±5,15	101,3±2,74*	97,8±4,32	100,5±5,28
АлАТ, ЕД/л	27,4±1,37	26,8±0,94	24,3±2,50	26,1±3,84
Глюкоза, мМ/л	8,6±0,14	9,2±0,35**	9,8±0,42	7,8±0,11
Мочевина, мМ/л	5,3±0,13	5,9±0,32*	5,4±0,43	5,2±0,26
Холестерин, мМ/л	4,2±0,07**	5,11±0,09	4,72±0,36	5,08±0,24
Кальций, мМ/л	2,33±0,12	2,41±0,17	2,28±0,07	2,51±0,06
Фосфор, мМ/л	3,1 ±0,16	2,8±0,07	3,0±0,07	2,7±0,14
Примечание: ** $p \leq 0,01$, * $p \leq 0,05$ – степень достоверности				

У крыс опытных групп в крови показатели эритроцитов и гемоглобина были более высокими (превышение относительно контрольных аналогов составило 9,8; 7,0 и 11,3 % и 9,5; 13,5; 4,5 и 5 % соответственно), что может свидетельствовать о стимулирующем влиянии кормовой добавки на эритро-

поэз. В лейкоцитарной формуле, как у опытных, так и контрольных крыс, отклонений от референсных значений видовой нормы не установлено.

В биохимическом гомеостазе крови крыс опытных групп отмечено достоверное ($p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$) возрастание количества общего белка, коррелирующего с показателями гравиметрии. При этом максимальное увеличение уровня белка установлено во второй опытной группе, животные которой получали 270 мг кормовой добавки Селевит – $84,1 \pm 3,28$ г/л, что в процентном отношении превысило значения аналогичного показателя контрольных крыс на 19,5 %. По другим опытным группам уровень общего белка вырос на 8,7 и 5,8 % соответственно. Из этого можно сделать вывод, что кормовая добавка Селевит в субтоксических дозах не только не проявляет негативного влияния на белковый обмен, но и в некоторой степени стимулирует протеинсинтетическую функцию печени, обеспечивая стойкий ростостимулирующий эффект, проявляющийся наиболее выражено в диапазоне доз от 500 до 300 мг на животное.

Отсутствие негативного влияния Селевита на углеводный обмен подтверждалось более высоким содержанием глюкозы, концентрация которой в крови крыс опытных групп превышала значения контроля на 10,9; 17,9 и 25,6 % ($p \leq 0,01$) соответственно.

В уровне мочевины к концу исследований по второй опытной группе зарегистрировано увеличение данного метаболита на 13,5 % ($p \leq 0,05$), тогда как в других опытных группах это повышение регистрировалось на уровне тенденции, составляя 1,9–3,8 % относительно контрольных крыс.

Остальные биохимические показатели крови опытных животных находились в диапазоне видовой нормы и существенных различий с контрольными животными не имели.

После завершения эксперимента были проведены патологоанатомические исследования крыс с полной эвисцерацией внутренних органов животных.

В макроскопическом строении органов изменений и отклонений не установлено, в полостях жидкость не обнаружена, в забрюшинной клетчатке и в околопочечном состоянии отмечено наличие жира, просвете трахеи и бронхов – слизи, катарального и гнойного экссудата не обнаружено, ткань легких розового цвета, без очагов некроза (рисунок 13).



Рисунок 13 – Отсутствие нарушений в топографии внутренних органов лабораторных крыс

Подчелюстные лимфатические узлы и слюнные железы имели овальную или округлую форму, однородный розоватый или желтоватый цвет и умеренную плотность. Щитовидная железа плотно прилежала к гортани, имела обычные размеры и плотность, розовато-красный цвет.

Желудок – не увеличен, просвет заполнен плотным пищевым содержимым. Слизистая оболочка желудка бледно-розовая, блестящая, складчатая. Слизистые оболочки тонкого и толстого кишечника – без изменений.

Печень – не увеличена, темно-вишневого цвета, с гладкой поверхностью и умеренно плотной консистенции с выраженной дольчатостью. Капсула печени тонкая, прозрачная, гладкая, блестящая, без очагов некроза и дистрофических изменений.

Селезенка – темно-вишневого цвета, с гладкой поверхностью, плотной консистенции.

Сердце и легкие – без патологических изменений.

Почки – не увеличены, ткань упругая, капсула легко отделима, на разрезе просматриваются слои коркового и мозгового вещества. Кровоизлияния и макроструктурные изменения почечной ткани не выявлены.

Таким образом, результаты комплексных исследований свидетельствуют об отсутствии дополнительной нагрузки на органы и системы организма при длительном пероральном назначении кормовой добавки Селевит в субтоксичных дозах и о его хорошей переносимости лабораторными животными.

Вторая серия эксперимента по изучению субхронической токсичности кормовой добавки Селевит проводилась на 14-дневных цыплятах-бройлерах кросса КОББ 500, разделенных на 4 группы (3 опытные и контрольная, $n = 40$) при одинаковых условиях их содержания и кормления в соответствии с зоотехническими нормами. Кормление птицы было нормированным, путем ручной россыпи комбикорма в кормушки, поение – посредством поилок nippleного типа.

Цыплятам опытных групп Селевит в комбикорма вводили в течение 28 дней в количествах 1/10, 1/20 и 1/50 от максимальной дозы, полученной в остром эксперименте (6714 мг/кг массы тела) в зависимости от количества потребляемого корма и с учетом прироста массы тела в опытный период. Цыплята контрольной группы на протяжении всего эксперимента получали только комбикорма согласно нормативам кормления. Условия кормления приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Схема опыта по определению субхронической токсичности кормовой добавки Селевит на цыплятах-бройлерах ($n = 10$)

Группы	Условия кормления
1 – опытная	Комбикорм (ОР) + 1/10 от максимально введенной в остром эксперименте – 671 мг/цыпленка
2 – опытная	Комбикорм (ОР) + 1/20 от максимально введенной в остром эксперименте – 336 мг/цыпленка
3 – опытная	Комбикорм (ОР) + 1/50 от максимально введенной в остром эксперименте – 134 мг/цыпленка
4 – контрольная	Комбикорм (ОР)

При проведении эксперимента учитывались следующие показатели: сохранность, динамика массы тела бройлеров, а также результаты биохимических показателей сыворотки крови.

Кровь для исследования отбиралась из подкрыловой вены путем прокола на 28-й день опыта. Взвешивание проводилось в начале исследований, на 14-й и 28-й дни эксперимента.

Скармливание кормовой добавки Селевит опытным цыплятам-бройлерам не оказало отрицательного влияния на сохранность и ростовые характеристики птицы, результаты исследований приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Динамика сохранности и массы тела цыплят-бройлеров в субхроническом эксперименте ($M \pm m$; $n=10$)

Показатели	Группы			
	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	Контроль
Проявление симптомов интоксикации, гол.	нет	нет	нет	–
Падёж, гол.	нет	нет	нет	–
Масса тела в начале опыта, г	457,8±5,2	461,0±4,4	456,3±4,52	461,7±5,0
Масса тела в конце опыта, г	1553,1±8,5	1576,5±6,8*	1545,5±6,4	1511,0±7,3
Среднесуточный прирост, г	52,1	53,1	51,8	49,9
В % к контролю	104,4	106,4	103,8	100
Примечание: * $p \leq 0,05$ – степень достоверности				

На протяжении всего периода опыта гибели и клинической картины интоксикации ни в одной из подопытных групп выявлено не было. При этом среднесуточные приросты массы тела опытных цыплят превышали аналогичный показатель у контрольных бройлеров. И если в первой и третьей опытных группах значения по суточному приросту массы были близки, варьируя в пределах 3,8–4,4 %, то во второй опытной группе отмечено его достоверное превышение ($p \leq 0,05$) относительно показателей контроля на 6,4 %.

Таким образом, длительное применение кормовой добавки Селевит в рационе цыплят-бройлеров не только не оказывает негативного влияния на ростовые характеристики птицы, но и способствует активизации процессов биологического синтеза в организме.

Оценку гомеостаза крови птицы проводили по ряду показателей, характеризующих состояние основных обменных процессов у цыплят-бройлеров. Установлено, что применение Селевита оказало положительное влияние на уровень общего белка в крови подопытных цыплят (таблица 15).

Таблица 15 – Влияние кормовой добавки Селевит на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров в субхроническом опыте ($M \pm m$; $n = 5$)

Показатели	Опытные группы			Контроль
	1-я	2-я	3-я	
Общий белок, г/л	35,8±0,5	38,4±1,2*	36,3±1,2*	30,5±0,9
Мочевина, мМ/л	4,90±0,16	5,30±0,33	5,0±0,27	4,20±0,53
Глюкоза, мМ/л	9,8±0,4	10,2±0,56	9,9±0,48	9,3±0,65
Холестерин, мМ/л	3,30±0,27	3,6±0,19	3,40±0,15	3,50±0,43
АсАТ, Ед/л	193,8±9,3	204,3±6,1*	185,9±6,2	176,5±7,1
АлАТ, Ед/л	12,5±0,1	10,6±0,4	10,8±0,7	11,3±0,6
Кальций общий, мМ/л	2,4±0,1	2,6±0,2	2,3±0,2	2,4±0,3
Фосфор, мМ/л	3,2±0,13	3,3±0,24	3,6±0,20	3,5±0,17
Примечание: * $p \leq 0,05$ – степень достоверности				

Увеличение содержания общего белка на конец эксперимента по опытным группам составило 17,4; 25,9 и 19,0 % относительно цыплят контрольной группы, что может свидетельствовать о высоком уровне пластических реакций в организме опытных цыплят.

Это подтверждалось и значениями мочевины, которая, являясь конечным продуктом белкового обмена, отражает его динамику в клетках печени. Различия в показателях мочевины между группами цыплят, получавших добавку Селевита, и контрольной птицей составили 16,7; 26,2 и 19,0 % в пользу опытных цыплят-бройлеров.

В углеводном обмене у опытных цыплят была отмечена тенденция увеличения, в пределах физиологических норм, уровня глюкозы (на 5,4; 9,6 и 6,5 % соответственно). Уровень аспаратаминотрансферазы в первой опытной группе относительно контрольных цыплят вырос на 9,8 %, во второй – на 11,8 и в третьей – на 5,3 %. Однако достоверность по данному показателю была выявлена только по второй опытной группе. По другим показателям существенных различий между опытными и контрольными цыплятами установлено не было.

Таким образом, длительное скармливание Селевита в субтоксических дозах не оказывает негативного действия на организм опытных крыс и птицы, положительно влияет на динамику ряда биохимических показателей крови и способствует приросту массы тела и сохранности поголовья.

3.2.4 Влияние кормовой добавки Селевит на процессы пищеварения и мочеотделения

Функциональное состояние пищеварительной и мочевыделительной систем под влиянием кормовой добавки Селевит оценивали по результатам комплексного исследования физико-химических и биохимических показателей фекалий и мочи крыс.

Для эксперимента было сформировано две группы взрослых лабораторных крыс обоего пола ($n = 5$) со средней массой тела $230 \pm 14,0$ г, которым на протяжении двух недель ежедневно в рацион вводили кормовую добавку Селевит из расчета 2 % к массе корма. Теоретически эффективная дозировка была выбрана на основе анализа многочисленных литературных данных по использованию подобного рода кормовых добавок – ряд авторов считает оптимальной дозировку 2 % от массы корма (Лысенко Ю. А., 2012; Лысенко Ю. А., 2014; Новикова М. В., 2012; Петенко А. И., 2012; 2013; Ширина А. А., 2013).

На 3, 6, 9 и 12-й дни опыта оценивали клиническое состояние животных и производили отбор проб фекалий и мочи для соответствующего исследования, одновременно оценивая клиническое состояние животных.

Оценка Селевита на функциональное состояние пищеварительной системы установила, что применение кормовой добавки не оказало негативного влияния на желудочно-кишечный тракт белых крыс. Различий по количеству актов дефекации между группами выявлено не было. Свежие каловые массы имели мягкую консистенцию, темную окраску, специфический запах, умеренный блеск и влажность. После высыхания испражнения тускнели, приоб-

ретаая серый оттенок. При микроскопическом исследовании кала белок, кровяные включения, нейтральный жир и жирные кислоты, а также крахмальные зерна выявлены не были. Обнаруживались следы клетчатки.

Функциональное состояние мочевыделительной системы при скармлировании Селевита опытным крысам оценивали по физико-химическим и биохимическим показателям мочи. Пробы отбирали стерильным одноразовым шприцем. Каждую крысу, не дожидаясь пока она проснется, отсаживали в отдельный пластиковый бокс, аккуратно массировали живот и ждали акта мочеиспускания.

Оценивали следующие показатели: цвет, консистенцию, запах, наличие хлопьев и слизи (визуально). Концентрацию водородных ионов, удельный вес, содержание белка, углеводов, гемоглобина, желчных пигментов, лейкоцитов, наличие кетоновых тел и крови оценивали при помощи полосок для биохимического анализа мочи фирмы DEKAPHANLeuco.

Исследованиями установлено, что биохимические и физико-химические и показатели мочи как опытных, так и контрольных крыс оставались в пределах референсных значений видовой нормы.

В течение всего периода наблюдений акты уринации у опытных и контрольных крыс были регулярными, безболезненными, произвольными, в естественной для данного вида животного позе. Моча имела желтый цвет без примесей крови, слизи и хлопьев, прозрачную водянистую консистенцию, специфический запах. Средняя концентрация водородных ионов составляла $6,85 \pm 0,37$, удельный вес – 1,021–1,028.

Биохимический анализ мочи не выявил в пробах наличие белка, билирубина, глюкозы и гемоглобина, содержание лейкоцитов не превышало 0–5 клеток в поле зрения, что согласуется с нормой для данного вида животных.

Таким образом, кормовая добавка Селевит в дозе 2 % к корму не оказывает отрицательного воздействия на функцию пищеварения и мочеотделения лабораторных животных.

3.2.5 Местно-раздражающее действие

Оценку местно-раздражающего действия кормовой добавки Селевит проводили на кроликах в двух сериях – методом накожных аппликаций и конъюнктивальной пробой. Тестирование проводилось на четырех кроликах-альбиносах с массой тела от 2,2 до 2,7 кг.

В первой серии эксперимента перед нанесением кормовой добавки у каждого кролика с каждой стороны туловища полностью выстригался участок шерсти размером 8×9 см, при этом один из выстриженных участков служил контролем, а на втором ставилась кожная проба.

Образец добавки массой 1 г смешивали с 2 мл дистиллированной воды, затем полученную суспензию наносили на обезжиренный спиртом кожный участок, выдерживали в течение 2 часов (время экспозиции). По окончании опыта место нанесения аккуратно протирали ватным тампоном, смоченным в воде, и осматривали состояние кожного покрова. Реакцию кожи регистрировали сразу после окончания экспозиции и далее ежедневно в течение 14 дней наблюдений, при которых отмечали функционально-морфологические нарушения кожи (наличие эритемы, отека, трещин, изъязвлений, некроза, сухости, шелушения). Выраженность раздражающего действия оценивали по классификации Суворова, критерии оценки представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Классификация опасности по выраженности местно-раздражающего действия веществ на коже

Выраженность раздражающего действия	Средний суммарный балл выраженности эритемы и величины отека	Класс опасности
Резко выраженное	более 6	1
Выраженное	4,1–6,0	2
Умеренное	2,1–4,0	3
Слабое или отсутствие	0–2	4

В результате полученных данных установлено, что нанесение суспензии Селевита на кожные покровы кроликов не вызывает повреждения кожи в

виде эритемы или ее отеков, что позволило ответную реакцию организма оценить как отрицательную.

Во второй серии эксперимента раздражающее действие Селевита оценивали по его влиянию на слизистые оболочки глаз. С этой целью под верхнее веко правого глаза двум кроликам закапывали по 1 капле суспензии Селевита, полученной путем смешивания 9 мл стерильной воды и 1 г исследуемой добавки, а под верхнее веко левого глаза – по 1 капле физиологического раствора хлорида натрия. После внесения исследуемых проб на минуту прижимали слезоносной канал у внутреннего угла глаза.

Реакцию учитывали через 15 мин (быстрая реакция), через 24 и 48 ч. После введения исследуемых проб оценивали общее состояние животных, а также состояние век и роговицы, наличие выделений кровенаполнение конъюнктивы.

После закапывания суспензии Селевита у животных отмечались такие местные реакции, как учащение моргательного рефлекса и умеренная гиперемия, возникшая на фоне механического воздействия частиц кормовой добавки на слизистые оболочки глаза, а также слезотечение, проходящее в течение 10–15 минут (рисунок 14).



Рисунок 14 – Умеренная гиперемия слизистой глаза кролика сразу после закапывания суспензии Селевита

Оценку раздражающего действия давали по интенсивности реакций, выраженных в баллах (таблица 17).

Таблица 17 – Оценка интенсивности местно-раздражающего действия средства на глаза

Показатели раздражающего действия		Оценка (баллы)
Покраснение (века) и бульбарная конъюнктива		
А	Состояние сосудов нормальное	0
	Сосуды явно расширены больше нормы	1
	Разлитая гиперемия, отдельные сосуды трудно различимы	2
	Диффузная, ярко-красного цвета гиперемия	3
Отек век		
Б	Отека нет	0
	Слабый отек (включая мигательную перепонку)	1
	Явный отек и частичное выворачивание века	2
	Отек, веки наполовину закрылись	3
	Отек, веки закрыты более чем наполовину или полностью закрылись	4
Выделения		
В	Выделений нет	0
	Минимальное количество в углу глазной щели	1
	Количество выделений с увлажнением век и шерсти, прилегающей к векам	2
	Количество выделений с увлажнением век и шерсти и значительной площади вокруг глаз	3
Сумма баллов (А+Б +В)		
Помутнение – степень плотности (участок наибольшей плотности)		
А	Помутнения нет	0
	Рассеянное или диффузное, детали радужной оболочки хорошо видны	1
	Хорошо различимые полупрозрачные участки, детали радужной оболочки слегка замутнены	2
	Участок с замутнением, детали радужной оболочки не видны, размер зрачка едва различим	3
	Непрозрачная, радужная оболочка не видна	4
Площадь поражения роговицы		
Б	Одна четверть (или менее), но более нуля	1
	Более одной четверти, но менее половины	2
	Более половины, но менее трех четвертей	3
	Более трех четвертей, но менее всей площади	4
Сумма баллов (А+Б)		

Зуда, сужения зрачка и расчесывания глаз лапками не наблюдалось. В последующем ни изъязвления конъюнктивы, ни рубцовых изменений век, ни помутнения роговицы установлено не было.

Таким образом, кормовая добавка Селевит при попадании на слизистые оболочки глаз обладает слабовыраженным быстропроходящим раздражающим действием. При контакте с кожными покровами лабораторных животных Селевит выраженного местного раздражающего действия не оказывает.

3.2.6 Ветеринарно-санитарная оценка мяса цыплят-бройлеров после применения кормовой добавки Селевит

Пригодность мяса птицы, выращенной с использованием исследуемой кормовой добавки, для использования в пищу можно оценить по результатам ветеринарно-санитарной экспертизы.

Исследования проводились в ходе завершающего этапа опыта по оценке длительного воздействия Селевита на организм цыплят-бройлеров. Через сутки после окончания эксперимента из опытной группы птицы, которой скармливали добавку в дозе 134 мг/цыпленка в течение 21 дня, и из группы контроля был произведен забой 2 особей.

Послеубойную ветеринарно-санитарную экспертизу мяса вынужденно забитых цыплят осуществляли согласно утвержденным общепринятым методикам: «Правила ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов» ГОСТ 51944-2002; кислотность (рН) мяса согласно ГОСТ Р 51478-99; обсемененность микроорганизмами по ГОСТ Р 50396.1-92; свежесть мяса пробой на пероксидазу с сернокислой медью, формалином.

Послеубойный наружный осмотр туш проводили при естественном освещении, обращая внимание на внешний вид кожи, ее цвет, наличие патологических изменений на коже и суставах, качество обработки туш, степень их обескровливания.

Исследование ротовой полости проводили при тех же условиях, что и наружный осмотр, обращая внимание на состояние слизистых оболочек глаз, языка, зева, глотки. Критерии оценки приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Показатели и оценочные признаки органолептической оценки туш цыплят-бройлеров

Вид осмотра	Показатель	Оценочный признак
Наружный	Клюв	Чистый, глянцевый
	Поверхность туши	Сухая, чистая, белесо-желтая с розоватым оттенком
	Слизистая оболочка ротовой полости	Чистая, бледно-розового цвета
	Глазное яблоко	Роговица глянцевая, блестящая, без кровоизлияний
При потрошении	Подкожная и внутренняя жировая ткань	Бледно-желтого цвета
	Серозная оболочка грудобрюшной полости	Блестящая, влажная
	Мышцы в разрезе	Влажные, характерного цвета
	Консистенция мышц	На срезе упругое, при надавливании выемка быстро возвращается в исходное состояние, плотное
	Запах	Характерный для свежего мяса птицы

Потрошенные туши оценивали по наличию изменений сердца, легких кишечника и печени. Внутренние органы осматривали визуально, обращая внимание на размер, внешний вид, прощупывали с целью определения их консистенции (таблица 19).

Таблица 19 – Оценочные признаки внутренних органов и их проявление

Внутренний орган	Исследуемый признак	Наблюдаемая картина
Печень и селезенка	Цвет, размеры, консистенция, состояние краев и поверхности, цвет и размеры капсулы	Красно-коричневого цвета, плотной консистенции с острыми краями, поверхность гладкая однородная, капсула нормальных размеров с глянцевой поверхностью
Сердце	Размеры, цвет, состояние околосердечной сумки, желудочков, эпикарда, эндокарда, клапанов	Темно-красного цвета, нормальных размеров; околосердечная сумка, желудочки, эпикард, эндокард, клапаны без особенностей
Почки	Цвет, размеры	Без особенностей
Желудок, тонкий отдел кишечника	Размеры, состояние оболочек	Нормальных размеров, плотной консистенции, оболочки глянцевые однородные

Таким образом, при визуальном обследовании тушек контрольной и опытных групп принципиальных отличий во внешних признаках не выявлено, выраженных патологоанатомических изменений внутренних органов, связанных с нарушением обмена веществ, интоксикацией, признаков дистрофических и некробиотических изменений не обнаружено.

Кислотность определяли ионометрическим методом (на ионометре «Эксперт-001») путем измерения величины рН фильтрата водной вытяжки из мясного фарша бедренных мышц, приготовленного из навески массой 25 г и 100 мл дистиллированной воды.

Летучие жирные кислоты определяли титриметрически – путем титрования 0,1 н раствором КОН в присутствии фенолфталенина аликвоты дистиллята, полученного путем отгонки с водяным паром экстракта мясного фарша с 2 % раствором серной кислоты. Содержание ЛЖК вычисляли по формуле, принимая за результат анализа среднее арифметическое двух параллельных измерений.

Реакцию с серноокислой медью проводили с навеской мясного фарша массой 20 г из образца мяса каждой исследуемой группы. Исследуемый образец помещали в колбу, заливали 60 мл дистиллированной воды, содержимое перемешивали. Колбу накрывали часовым стеклом и нагревали на водяной бане в течение 10 мин, далее содержимое отфильтровывали, фильтрат охлаждали, после чего отбирали 2 мл фильтрата, к которому прибавляли 3–5 капель 5 % раствора сульфата меди (II), содержимое встряхивали, выдерживали 5 мин и отмечали наблюдаемые явления.

Формольную пробу проводили с мясом, освобожденным от жира и соединительных тканей. Навеску массой 10 г измельчали в ступке, прибавляя 10 мл изотонического раствора NaCl и 10 капель 0,01 н раствора NaOH, полученную массу переносили в колбу и нагревали до кипения с целью осаждения белков. Колбу охлаждали, содержимое нейтрализовали прибавлением

5–6 капель 5 %-го раствора щавелевой кислоты, далее фильтровали и к 2 мл фильтрата прибавляли 1 мл раствора нейтрального формалина.

Реакции на пероксидазу подвергали по 2 мл вытяжки, приготовленной из мышечного фарша образцов из всех групп и дистиллированной воды в соотношении 1 : 4. К вытяжкам прибавляли по 5 капель 0,2 %-го спиртового раствора бензидина, содержимое взбалтывали и добавляли по 2 капли 1 %-го раствора пероксида водорода.

По результатам пробы с сернокислой медью образцы мяса из обеих групп можно охарактеризовать как свежее ввиду отсутствия видимых изменений в цвете и прозрачности бульона.

При проведении формольной пробы образцы мяса при реакции давали зеленовато-желтое окрашивание вытяжки без выпадения хлопьев, сгустков и осадков, что говорит о свежести мяса, а именно – об отсутствии продуктов первичного распада белка.

Проведенная реакция на пероксидазу подтвердила вывод о том, что мясо от обеих групп цыплят получено от клинически здоровой птицы.

Микробиологическое обследование, проведенное путем взятия мазков-отпечатков с поверхности тушек и глубоких мышечных слоев, показало наличие на поверхности туш в одном поле зрения наличие единичных микроорганизмов, не относящихся к патогенной микрофлоре; в мышцах микроорганизмов и следов распада мышечной ткани не обнаружено.

Результаты физико-химических и микробиологических исследований качества мяса цыплят-бройлеров представлены в таблице 20.

Органолептическая оценка бульона и отварного мяса птицы контрольной и опытной групп показала, что весь исследуемый бульон был прозрачным, с жировыми каплями на поверхности, имел характерный цвет, вкус и приятный аромат без посторонних запахов. Отварное мясо имело характерную консистенцию и цвет, аромат и приятный вкус. Существенных органолептических различий между группами выявлено не было.

Таблица 20 – Результаты физико-химических и микробиологических исследований качества мяса цыплят-бройлеров

Исследуемый показатель	Результаты исследования	
	Контроль	Опыт
рН	6,24±0,1	6,18±0,12
Количество микробных клеток в одном поле зрения мазков-отпечатков с поверхности тушки	2,6±0,2	2,6±0,2
Количество микробных клеток в одном поле зрения мазков-отпечатков с мышечных слоев	–	–
ЛЖК, мг КОН	0,66±0,01	0,68±0,02
Формольная проба	–	–
Проба с сернокислой медью	–	–
Проба на пероксидазу	+	+

Таким образом, результаты ветеринарно-санитарной экспертизы позволяют сделать вывод о том, что Селевит не оказывает отрицательного воздействия на качество и вкусовые особенности мяса животных, поскольку по всем показателям – органолептическим, физико-химическим и микробиологическим – мясо птицы соответствовало стандартам, предусмотренным для доброкачественного мяса.

3.3 Фармакологические свойства кормовой добавки Селевит

3.3.1 Определение оптимальных доз кормовой добавки и их влияния на рост и сохранность птицы

Отработку оптимальной дозы кормовой добавки Селевит проводили на суточных цыплятах-бройлерах (n = 200) кросса РОСС-308 в условиях вивария, при одинаковых условиях их содержания и кормления в соответствии с принятыми зоотехническими нормами (воздухообмен, освещение, температура, влажность воздуха, плотность посадки).

Поение осуществлялось посредством поилок ниппельного типа. Кормление – ручной россыпью комбикорма непосредственно в кормушки. Первые 10 дней жизни цыпленка получали стартовый полнорационный комбикорм, с 11-го по 24-й дни выращивания – ростовой комбикорм, а с 25-го

по 42-й день птице скармливали финишный рацион. Длительность экспериментального периода составила 42 дня.

Из суточных цыплят-бройлеров методом пар-аналогов по возрасту и живой массе сформировали пять групп по 40 голов в каждой согласно схеме опыта (см. раздел Материалы и методы исследований)

При проведении эксперимента учитывали следующие показатели: сохранность, динамику массы тела бройлеров, а также результаты биохимических показателей сыворотки крови и данные некропсии внутренних органов птицы. Контрольное взвешивание птицы проводили на первые сутки и далее каждые 7 дней. Кровь для исследования морфо-биохимических показателей отбирали в конце экспериментального периода у 5 цыплят из каждой группы.

Установлено, что введение в кормовые рационы комплексной кормовой добавки оказало положительное влияние на ростовые характеристики и сохранность цыплят-бройлеров. Данные, полученные в ходе эксперимента, представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Влияние кормовой добавки Селевит на массу тела цыплят-бройлеров и расход кормов ($M \pm m$; $n = 40$)

Показатель	Группа				
	Контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Динамика массы тела, г					
Суточные	53,4±1,2	51,8±1,0	50,6±1,5	52,9±1,5	52,4±1,3
7 дней	282,5±1,4	262,9±1,3*	233,3±1,1	249,4±1,2	244,6±1,2
14 дней	668,8±1,0	661,6±0,9	632,7±0,9	637,8±0,9	658,7±1,2
21 день	958,8±4,9	970,2±5,0	971,2±4,2	983,6±4,5*	962,3±4,7
28 дней	1489,8±8,4	1506,0±6,4	1498,4±6,4	1500,0±7,0	1491,5±7,4
35 день	1993,0±14,9	2066,3±16,7	2090,2±14,0	2108,2±15,5**	1995,7±14,7
42 день	2620,9±39,9	2630,0±32,3	2739,6±40,9*	2747,0±32,0*	2642,6±38,2
Прирост массы тела за период 0–42 дня					
1 головы, г	2556,6±36,4	2578,2±28,1	2689,0±42,4*	2694,1±29,0*	2590,2±33,5
Среднесуточный, г	61,1±2,1	61,3±1,7	64,0±3,2	64,14±2,9	61,67±0,9
Расход корма за период 0–42 дня					
На 1 голову, кг	5,6±0,4	5,5±0,2	5,4±0,2	5,5±0,2	5,6±0,4
Примечание: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ – степень достоверности					

Изменение динамики массы тела цыплят опытных групп по отношению к контрольным аналогам имело следующий характер: на 7-е сутки ис-

пользования кормовой добавки средние весовые значения по опытным группам были ниже показателя контрольной группы на 6,94 % (1-я опытная), 17,4 % (2-я опытная); 11,7 % (3-я опытная) и 13,4 % (4-я опытная) соответственно.

Однако через две недели применения кормовой добавки различия по массе тела между опытными и контрольными цыплятами существенно уменьшились, составляя 1,08; 5,4; 4,6; 1,51 % соответственно.

В последующем положительная динамика увеличения прироста массы в опытных группах сохранялась на протяжении всех периодов выращивания цыплят. Уже на 21-е сутки у подопытных цыплят выявлено увеличение массы тела относительно группы контроля. Причем максимальное достоверное повышение ($p \leq 0,05$) зарегистрировано в третьей опытной группе – 2,6 %, тогда как по другим группам рост массы тела регистрировался на уровне тенденции – в среднем от 0,7 до 1,3 %.

На пятой неделе выращивания разница в весовых показателях между опытными цыплятами и контрольной группой составили 3,7; 4,9 и 5,8 % (1–3-я группы) соответственно. Между четвертой опытной группой и контролем различий по массе тела установлено не было.

К концу экспериментального периода достоверные отличия по массе тела по сравнению с контрольными цыплятами были выявлены только у птицы второй и третьей опытных групп – 4,6 и 4,8 % соответственно, тогда как в первой и четвертой группах весовые показатели массы бройлеров были на уровне значений в группе контроля.

Изменение прироста массы тела за весь период опыта в среднем на одну голову в опытных группах было выше, чем в контрольной группе, на 0,8; 5,2; 5,4 и 1,3 % соответственно. При этом абсолютный среднесуточный прирост по группам составил в г: 61,38; 64,02; 64,14 и 61,67 против 61,1 г в контроле. Полученные данные свидетельствуют, что только во второй и третьей опытных группах кормовая добавка (в дозах 1,0 и 1,5 %) проявила

выраженную ростостимулирующую активность. В то же время уменьшение и увеличение дозы введения Селевита в кормовые рационы (0,5 и 2,0 %) не оказало существенного влияния на динамику приростов массы тела цыплят. Их живая масса к концу экспериментального периода оказалась приближена к массе контрольных цыплят, содержащихся на основном хозяйственном рационе.

Подобный эффект можно объяснить следующими предположениями. Дозировка 0,5 % к массе корма оказалась слишком маленькой для того, чтобы проявился ростостимулирующий эффект, обусловленный усилением процессов биологического синтеза белка и активизации на его основе пластической функции, которая и определяет успешный рост и развитие организма птицы. Введение же в рационы цыплят 2 % Селевита, может снижать питательную ценность рациона цыплят-бройлеров.

И только дозы 1 и 1,5 % кормовой добавки к массе корма оказались способны статистически достоверно ($p < 0,05$) увеличить живую массу цыплят-бройлеров. При этом существенной разницы в затратах корма на голову за весь период исследований не отмечено.

Сохранность поголовья во всех группах была одинаковой, находясь в пределах 90–91 %.

Таким образом, Селевит оказывает стимулирующее влияние на рост и развитие цыплят-бройлеров. И хотя на протяжении опыта птица во всех группах имела высокую энергию роста, введение в рационы кормовой добавки в различных дозировках позволило выявить дополнительные резервы для повышения эффективности промышленного птицеводства.

3.3.2 Влияние кормовой добавки на качественные характеристики мяса

С целью оценки мясной продуктивности цыплят-бройлеров при использовании исследуемой добавки проводился убой и анатомическая разделка пяти особей птицы из каждой опытной и контрольной групп. Результаты оценки мясной продуктивности по данным анатомической разделки представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Мясная продуктивность цыплят-бройлеров ($M \pm m$; $n = 5$)

Показатель	Группы				
	Контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Живая масса птицы перед убоем, г	2615,3±28,4	2655,9±31,5	2729,9±44,8	2734,9±24,3	2636,0±30,8
Масса потрошеной тушки, г	2233,5±19,5	2260,7±23,7	2320,2±27,0*	2350,7±16,7*	2242,6±35,1
Печень (без желчного пузыря), г	55,9±3,8	57,7±4,5	53,4±5,1	55,6±4,2	52,7±2,9
Сердце (без околосердечной сумки), г	12,6±1,3	12,4±0,8	14,3±1,4	13,1±2,0	12,7±1,7
Почки, г	7,1±0,6	7,3±0,8	7,1±0,7	6,9±0,3	7,2±0,5
Мышечный желудок (без содержимого кутикулы), г	34,2±0,9	34,7±1,2	34,2±0,7	34,8±1,0	35,0±0,8
Кишечник (включая содержимое), г	187,3±6,5	185,3±9,4	191,5±5,7	185,9±8,1	189,9±4,6
Железистый желудок, г	8,4±0,5	8,3±0,3	8,0±0,7	8,1±0,6	8,2±0,6
Длина тонкого кишечника, см	155,5±3,4	157,3±2,1	159,6±3,6	155,5±1,4	156,1±0,9
Масса грудной мышцы, г	503,6±8,6	527,6±9,4	534,9±6,5*	567,8±5,2*	532,5±7,1
Масса бедра, г	331,0±7,2	349,4±5,6	356,6±4,1	365,1±5,8*	339,7±7,2
Масса голени, г	280,7±11,0	290,1±9,4	300,2±5,8	311,2±7,3*	290,8±10,6
Примечание: * $p \leq 0,05$ – степень достоверности по отношению к контролю					

Анализ табличных данных позволяет заключить, что статистически достоверное увеличение массы потрошеной тушки наблюдалось только во второй и третьей опытных группах (на 3,87 и 5,24 % соответственно выше, чем в контроле).

При этом оценка съедобных частей тела цыплят-бройлеров показала, что наибольшая масса грудных, бедренных мышц и мышц голени также выявлялась во второй и третьей группах. Различия с контролем составили 6,2 и

12,74 % (грудные мышцы), 7,7 и 10,3 % (бедренные мышцы) и 7,8 и 10,9 % (мышцы голени) соответственно.

Однако и по другим опытным группам выявлялась тенденция возрастания мышечной массы съедобных частей тела. В первой опытной группе – на 4,8 % (грудные мышцы), 5,6 % (мышцы бедра) и 3,3 % (мышцы голени). В четвертой опытной группе – на 5,7; 2,6 и 3,6 % соответственно.

Анализ анатомических данных развития таких внутренних органов, как печень, почки, сердце, железистый и мышечный желудок, кишечник, не дал статистически достоверных результатов, параметры обозначенных органов по группам имели невыраженные биометрические различия.

Учитывая, что фармакодинамическое влияние добавки Селевит обусловлено действием компонентов, входящих в ее состав, а именно – каротинсинтезирующих дрожжей, селена, а также минеральной основы – был проведен анализ мяса убойных цыплят с целью оценки химического состава мяса. Полученные данные приведены в таблице 23.

Из представленных данных видно, что у всех опытных групп по показателям белка и жира в мышцах цыплят опытных группах прослеживалась динамика их повышения (на уровне тенденции), в среднем на 0,4–2,8 % и 1,2–3,5 % соответственно.

Увеличение витаминной составляющей мышечной ткани цыплят-бройлеров было более существенным. Уровень витамина А в опытных группах превышал значения контрольных аналогов в среднем на 3,4–6,89 % (в грудных мышцах) и на 1,5–9,2 % (в бедренных мышцах) при высокой степени достоверности ($p \leq 0,05$) в третьей опытной группе.

По уровню витамина В₁ межгрупповые различия были более выражены. Так, его концентрация в грудных мышцах цыплят-бройлеров превышала значения контроля на 6,7 (первая группа), 13,3 (вторая и третья группа) и 26,6 % (четвертая группа, $p \leq 0,05$). В бедренных мышцах различия составили 6,25–12,5 %.

Таблица 23 – Химический состав мышц цыплят-бройлеров ($M \pm m$; $n = 5$)

Показатель	Группы				
	Контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Грудные мышцы					
Витамин В ₁ , мг/100 г	0,15±0,04	0,16±0,05	0,17±0,04	0,17±0,04	0,19±0,05*
Витамин А, мг/100 г	0,029±0,001	0,03±0,001	0,03±0,001*	0,031±0,001*	0,03±0,001
β-каротин, мг/100 г	0,016±0,001	0,016±0,001	0,017±0,001	0,018±0,001*	0,017±0,001
Селен, мкг/г	0,201±0,019	0,203±0,007	0,211±0,014*	0,220±0,021*	0,231±0,031*
Белок, %	24,9±0,3	25,1±0,3	24,9±0,3	25,6±0,3*	25,0±0,3
Сухое вещество, %	28,37±0,20	28,61±0,21	29,42±0,25	29,63±0,25	28,44±0,25
Жир, %	2,5±0,1	2,5±0,1	2,5±0,1	2,5±0,1	2,5±0,1
Зола, %	1,12±0,11	1,12±0,14	1,1±0,1	1,11±0,12	1,09±0,15
Бедренные мышцы					
Витамин В ₁ , мг/100 г	0,16±0,03	0,17±0,04	0,16±0,03	0,17±0,03	0,18±0,04*
Витамин А, мг/100г	0,065±0,001	0,066±0,001	0,069±0,001*	0,071±0,001*	0,07±0,001
β-каротин, мг/100 г	0,045±0,001	0,04±0,001	0,048±0,001*	0,05±0,001*	0,042±0,001
Селен, мкг/г	0,211±0,002	0,213±0,015	0,225±0,025*	0,239±0,011*	0,245±0,034*
Белок, %	23,9±0,5	23,27±0,5	23,4±0,5	24,75±0,5*	24,61±0,5*
Сухое вещество, %	26,69±0,20	26,83±0,30	26,02±0,40	27,1±0,30	26,41±0,30
Жир, %	3,0±0,1	3,1±0,1	3,0±0,1	3,12±0,1	3,0±0,1
Зола, %	1,38±0,10	1,4±0,25	1,39±0,15	1,38±0,20	1,4±0,10
Примечание: * $p \leq 0,05$ – степень достоверности по отношению к контролю					

По β-каротину статистически достоверное различие по содержанию в грудных мышцах было отмечено в 3-й опытной группе, которое превысило значения у цыплят контрольной группы на 12,5 %. В бедренных мышцах его концентрация была значительно ниже, однако даже там превышение содержания β-каротина во 2-й и 3-й группах относительно группы контроля составило 6,7 и 11,1 % соответственно.

Содержание селена в грудных и бедренных мышцах статистически достоверно повышается во 2-й опытной группе на 4,9 и 6,6 %, в 3-й группе – на 9,45 и 13,2 % и в 4-й опытной группе – на 14,9 и 16,1 % соответственно.

Это говорит о том, что использование кормовой добавки Селевит способствует лучшему усвоению витаминной составляющей кормового рациона и более эффективному их участию в метаболизме.

3.3.3 Влияние на морфо-биохимические показатели крови

Оценку морфо-биохимического статуса птицы проводили по ряду показателей, характеризующих состояние основных обменных процессов в организме цыплят-бройлеров. Результаты анализа крови представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Морфологические и биохимические показатели крови ($M \pm m$; $n = 5$)

Показатель	Группа				
	Контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Гемоглобин, г/л	101,4±2,1	104,5±2,4	106,2±1,9	104,9±2,3	103,7±2,0
Эритроциты, млн/мкл	3,50±0,02	3,52±0,03	3,50±0,01	3,50±0,01	3,50±0,02
Лейкоциты, тыс. мкл	36,17±0,01	36,00±0,01	35,8±0,02	36,01±0,02	36,20±0,01
Общий белок, г/л	41,4±2,6	46,7±3,1	49,4±3,5	51,2±1,9*	48,9±2,16
Мочевина, мм/л	2,80±0,25	3,56±0,31	3,84±0,12	3,43±0,30**	3,46±0,19
Холестерин, мм/л	3,12±0,11	3,56±0,09	3,65±0,15	3,18±0,08	3,27±0,23
АсАТ, ЕД/л	100,8±5,0	98,1±5,4	101±7,4	111,0±8,2	117,4±6,8
АлАТ, ЕД/л	26,3±1,1	18,1±2,0	12,1±2,2	17,5±1,1	13,0±2,1
Кальций общий, мм/л	2,64±0,05	2,47±0,03	2,38±0,12	2,59±0,04	2,55±0,09
Фосфор неорганический, мм/л	2,71±0,03	2,56±0,04	3,19±0,07	2,74±0,1	2,76±0,08
Витамин А, мкМ/л	1,22±0,04	1,2±0,01	1,26±0,01	1,31±0,03*	1,26±0,01
Каротин, мкг/г	302,1±5,2	305,0±6,11	310,0±7,14	319,5±8,4*	301±5,33
Примечание: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ – степень достоверности по отношению к контролю					

Изучение морфологического состава крови птицы в конце исследовательского периода показало, что все определяемые показатели были сопоставимы с аналогичными данными, полученными в группе биологического контроля, и находились в пределах видовой нормы. Однако в сравнительном аспекте уровень гемоглобина в опытных группах превышал значения у контрольных цыплят на 3,1; 4,7; 3,4 и 2,3 % соответственно.

Следует учитывать, что процесс развития организма птицы связан не только с постоянным изменением красных клеток крови (эритроцитов), но и количества гемоглобина. В нашем случае, стабилизация эритропоэза у всех подопытных цыплят на фоне прогрессирующей динамики гемоглобина, указывает на активизацию жизнеобеспечения, обусловленного повышением ин-

тенсивности обменных процессов, в том числе окислительных, в организме цыплят, получавших кормовую добавку.

Это подтверждается и более высокими среднесуточными приростами массы тела опытной птицы.

Применение Селевита оказало существенное влияние на уровень общего белка в сыворотке крови подопытных цыплят. Причем динамика роста данного показателя была прямо пропорциональна процентному содержанию вводимой в рационы кормовой добавки. Так, к концу исследований концентрация общего белка относительно контрольной птицы возросла по группам на 12,8 % (1-я опытная), 19,6 % (2-я опытная), 23,7 % (3-я опытная) и 18,1 % (4-я опытная) ($p \leq 0,05$). Если составить последовательный ряд между увеличением белка в сыворотке крови и повышением массы тела цыплят-бройлеров, можно заметить, что прямая корреляция прослеживается только по второй и третьей опытных группах.

Другими словами, введение кормовой добавки в дозах 1,0 и 1,5 % к массе кормового рациона является наиболее физиологичным в кормлении птицы мясного направления, тогда как применение Селевита в дозе 2,0 % экономически не выгодно.

Анализ полученных данных по мочеvine в опытных группах коррелировал с уровнем общего белка, подтверждая положительное влияние кормовой добавки на белковый обмен и активизацию протеинсинтетической функции печени подопытной птицы. В конце исследований различия по данному метаболиту составили 27,1; 37,1; 22,5 и 23,6 % соответственно в пользу цыплят опытных групп.

Сравнительное содержание трансаминаз печени у птицы опытных групп выявило недостоверное увеличение уровня аспаргатаминотрансферазы в третьей и четвертой группах – на 10,1 и 16,5 % относительно контроля. Поскольку бройлеры относятся к скороспелым породам с интенсивным развитием, увеличение АсАт происходит за счет роста мышечной ткани, не являясь маркером

токсикоза. С другой стороны, в концентрации аланинаминотрансферазы у подопытных цыплят просматривается недостоверное снижение, не выходящее за пределы видовой нормы. В сравнении с показателями контроля снижение составило 31,2; 53,9; 33,5 и 50,6 % соответственно.

По содержанию кальция и фосфора существенных различий между опытными и контрольной группой установлено не было. Их значения по всем группам были достаточно высокими, а колебания в показателях – незначительными.

В витаминном обмене отмечено достоверное ($p \leq 0,05$) одновременное увеличение витамина А и каротина только у цыплят третьей опытной группы (на 7,4 и 5,6 % соответственно). В других группах выявлялась тенденция повышения количества ретинола – в среднем на 3,3 %, каротина – на 1,0–2,6 %.

Таким образом, использование Селевита в рационах цыплят-бройлеров оказывает положительное влияние на метаболизм веществ в организме птицы.

При этом введение в корма доз в диапазоне от 1 до 1,5 % способствует сохранению стойкого, близкого по проявлению положительного фармакодинамического и технологического эффектов. Поэтому, с учетом экономических соображений, при промышленном выращивании птицы мясного направления нами рекомендованы дозы, составляющие 1 и 1,5 % ввода в рационы цыплят-бройлеров.

3.4 Производственные испытания и оценка экономической эффективности применения Селевита

В соответствии с планом исследований, после подбора и определения оптимальных дозировок кормовой добавки Селевит, применение которых оказывало положительное влияние на рост, развитие, сохранность, мясную продуктивность цыплят-бройлеров, проводили нучно-хозяйственный опыт с целью проверки эффективности производственного применения в условиях фермерского хозяйства.

В опыте использовали 1800 клинически здоровых цыплят-бройлеров кросса РОСС-308, которые были разделены на три группы по принципу пар-аналогов ($n = 600$), условия производственного опыта представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Схема производственного испытания добавки Селевит

Группа	Количество голов	Продолжительность опытного периода, дни	Особенности кормления
Контроль	600	42	Полноценный стандартный рацион
1-я опытная	600	42	Полноценный стандартный рацион + 1 % добавки Селевит
2-я опытная	600	42	Полноценный стандартный рацион + 1,5 % добавки Селевит

Птицу содержали в соответствии с принятыми зоотехническими нормами по воздухообмену, освещению, температуре, влажности воздуха, плотности посадки. Поение и кормление птицы осуществляли в соответствии с рекомендациями ВНИТИП.

Расчет экономической эффективности использования кормовой добавки Селевит проводили с учетом стоимости потребленного корма, добавки и фактической цены продукции.

В ходе опыта обращали внимание на поедаемость корма цыплятами-бройлерами, так как данный фактор оказывает непосредственное влияние на

рост и развитие птицы. Сравнительный анализ расхода корма в ходе опыта представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Расход корма в ходе производственного испытания

Оцениваемый показатель	Группа		
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Расход корма в опытной группе за опыт, кг	3043,80	3104,64	3131,16
Затраты корма на голову в сутки, г	127,15	128,34	128,10
Затраты корма на голову за весь опытный период, г	5,34	5,37	5,38

Из представленных данных видно, что использование в кормлении цыплят-бройлеров кормовой добавки Селевит не оказало выраженного влияния на расход корма по головам и по группам. Так, затраты корма на голову цыпленка-бройлера за весь опытный период составили в контрольной группе 5,34 кг; в первой опытной группе 5,37 кг и во второй опытной 5,38 кг. В сравнении с контрольной группой расход корма практически одинаков, с незначительной тенденцией к увеличению на 0,56 % и 0,74 % в первой и второй опытной группах соответственно.

Учитывая особенности компонентного состава Селевита, оценивали эффективность его применения как дополнительного источника витаминов и микроэлементов, а именно – витаминов В₁, А, β-каротина (таблица 27).

Таблица 27 – Содержание отдельных витаминов и микроэлементов в грудных и бедренных мышцах

Исследуемый показатель	Группа		
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Грудные мышцы			
Витамин А, мг/100г	0,026±0,001	0,030±0,001*	0,036±0,001*
β-каротин, мг/100 г	0,019±0,001	0,021±0,001*	0,026±0,001
Селен, мкг/г	0,208±0,019	0,226±0,025*	0,237±0,030*
Бедренные мышцы			
Витамин А, мг/100г	0,061±0,001	0,072±0,001*	0,078±0,001*
β-каротин, мг/100 г	0,041±0,001	0,056±0,001*	0,062±0,001*
Селен, мкг/г	0,230±0,021	0,245±0,036*	0,258±0,019*
Примечание: *p≤0,05 – степень достоверности по отношению к контролю			

Результаты исследований показывают, что в 1-й опытной группе происходит статистически достоверное повышение содержания витамина А,

β -каротина и селена в грудных мышцах на 15,38; 10,5 и 8,65 % соответственно, а также повышение содержания в бедренных мышцах витамина А, β -каротина и селена на 18,0; 36,5 и 6,5 % соответственно. Во 2-й опытной группе наблюдается статистически достоверное повышение содержания витамина А, β -каротина и селена в грудных мышцах на 38,4; 36,8; 13,94 %, в бедренных мышцах на 27,86; 51,2; 12,17 % соответственно

Результаты оценки экономической эффективности применения кормовой добавки Селевит представлены в таблице 28.

По результатам производственных испытаний добавки Селевит на цыплятах-бройлерах кросса РОСС-308 установлено, что ее применение в дозировках 1 и 1,5 % способствовало повышению сохранности поголовья в опытных группах в сравнении с контрольной на 1 и 2 % соответственно.

Статистически достоверна разница в живой массе птицы в опытных группах в сравнении с контрольной – на 5,4 % в первой и 9,3 % во второй, а также разница в массе потрошеной тушки на 5,5 и 11 % соответственно ($P < 0,05$).

Установлено, что применение добавки Селевит в качестве дополнительного источника витамина А, β -каротина и селена является эффективным, так как во всех опытных группах происходит статистически достоверное повышение содержания указанных биологически активных веществ в грудных и бедренных мышцах.

Анализ рентабельности показал, что прибыль от реализации мяса цыплят-бройлеров в 1-й и 2-й опытных группах составила 34270,27 и 38506,12 руб., что на 6,81 и 20,01 % выше в сравнении с контролем, что говорит о положительном экономическом эффекте от применения кормовой добавки Селевит.

Таблица 28 – Экономическая эффективность применения добавки Селевит

Показатели	Группы		
	Контроль	1-я опытная	2-я опытная
<i>Хозяйственные характеристики</i>			
Поголовье на начало опыта, гол.	600	600	600
Сохранность, %	95,0	96,0	97,0
<i>Динамика живой массы, г</i>			
Суточные	52,50±0,22	53,81±0,37	51,88±0,49
42 дня	2539,00±8,51	2678,52±5,42*	2774,62±6,82*
<i>Масса тушки на реализацию</i>			
Потрошенная тушка, г	1882,15±6,29	1986,77±6,11*	2089,74±8,13*
Всего, кг	1072,82	1144,37	1216,23
<i>Затраты комбикорма за период выращивания (0–42 дня)</i>			
На 1 голову, кг	5,34	5,37	5,38
Всего, кг	3043,80	3093,12	3131,16
<i>Затраты добавки Селевит за период выращивания (0–42 дня)</i>			
Добавка Селевит, кг	-	30,90	46,96
<i>Экономическая эффективность применения кормовой добавки Селевит за период выращивания (0–42 дня)</i>			
Стоимость 1 кг корма, руб.	24,00	24,00	24,00
Стоимость 1 кг добавки, руб.	-	117,9	117,90
Стоимость израсходованного корма всего, руб.	73051,20	74234,88	75147,84
Стоимость израсходованной добавки всего, руб.	-	3643,11	5536,58
Цена реализации 1 кг мяса цыплят-бройлеров, руб.	98,00	98,00	98,00
Выручка от реализации мяса цыплят-бройлеров, руб.	105136,36	112148,26	119190,54
Прибыль от реализации мяса цыплят-бройлеров, руб.	32085,16	34270,27	38506,12
Экономический эффект к контролю, руб.	-	2185,11	6420,96
Экономический эффект к контролю, %	-	6,81	20,01
Рентабельность затрат, %	43,92	44,39	47,72
Рентабельность затрат к контролю, %	-	0,47	3,8
Примечание: * (P < 0,05) разница с контролем достоверна			

Оценка рентабельности затрат демонстрирует, что в сравнении с контролем в 1-й опытной группе эффективность затрат выше на 0,47 %, в то время как во 2-й опытной группе на 3,8 %. Таким образом, применение кормовой добавки Селевит в дозировке 1,5 % от массы корма является экономически наиболее обоснованным.

По результатам научно-хозяйственного опыта по проверке производственной эффективности применения добавки Селевит на цыплятах-бройлерах

красса РОСС-308 установлено, что ее применение в дозировках 1 и 1,5 % способствует повышению сохранности поголовья в опытных группах, оказывает положительное влияние на рост и развитие, что приводит к увеличению разницы в живой массе в сравнении с контрольной группой на 5,4 и 9,3 % соответственно. Анализ экономической эффективности показывает, что экономически наиболее обоснованно применение Селевита в дозировке 1,5 %.

Таким образом, использование кормовой добавки Селевит в рационах цыплят-бройлеров оказывает положительное влияние на обмен веществ, при этом дозировка в 1,5 % от массы корма и способствует сохранению стойкого положительного эффекта. Расчет экономической эффективности применения добавки показывает, что введение ее в количестве 1,5 % от массы корма экономически оправданно и способствует повышению рентабельности производства мяса птицы на 3,8 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования дают обоснование рекомендовать применение кормовой добавки Селевит в качестве дополнительного источника микроэлементов и биологически активных веществ при выращивании цыплят-бройлеров.

Использование Селевита в рационах цыплят-бройлеров оказывает положительное влияние на обмен веществ, при этом дозировка в 1,5 % от массы корма способствует сохранению стойкого положительного эффекта. Расчет экономической эффективности применения Селевита показывает, что его введение в количестве 1,5 % от массы корма экономически оправданно и способствует повышению рентабельности производства мяса птицы на 3,8 %.

Выводы:

1. Разработана новая комплексная кормовая добавка Селевит, представляющая собой сыпучий порошок от светло-кремового до кремово-оранжевого цвета с приятным запахом, полученная путем иммобилизации на минеральном наполнителе нативной биомассы дрожжей *Rhodotorula glutinis* У-358, выращенных на модифицированной среде, с титром клеток не менее $1,5 \cdot 10^8$ КОЕ, обогащенных высокодисперсным селеном.

2. Кормовая добавка Селевит малотоксична для животных и птицы, не вызывая их гибели как в остром, так и в хроническом экспериментах, что в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества» позволяет отнести ее к 4-му классу опасности – вещества малоопасные. Длительное применение кормовой добавки не оказывает отрицательного воздействия на общее состояние животных, процессы пищеварения, показатели морфо-биохимического статуса крови. Селевит не проявляет раздражающего действия, не изменяет физико-биохимических свойств и вкусовых качеств мяса птицы, а также способствует увеличению сохранности поголовья и прироста массы тела.

3. При изучении фармакологических свойств кормовой добавки Селевит установлено ее положительное влияние на гематологические и биохимические показатели крови животных, что характеризуется увеличением уровня гемоглобина на 2,4–4,7 %; общего белка – на 12,8–23,7 %; мочевины – на 16,7–26,2 %, глюкозы – на 5,4–9,6 % в зависимости от дозы. Селевит достоверно ($p \leq 0,05$) увеличивает содержание в сыворотки крови витамина А и каротина на 7,4 и 5,6 % соответственно.

4. Кормовая добавка оказывает стимулирующее влияние на рост, развитие и сохранность цыплят-бройлеров. Применение Селевита в дозе 1,0–1,5 % к кормовому рациону увеличивает живую массу цыплят-бройлеров на 5,2–5,4 % ($p < 0,05$), массу потрошенной тушки – на 3,9–5,2 %, массу грудных и бедренных мышц – на 7,7–10,3 %, мышц голени – на 7,8–10,9 %.

5. Применение Селевита способствует увеличению в мясе цыплят-бройлеров концентрации витаминов и селена. Уровень витамина А в грудных мышцах повышается на 3,4–6,8 %, β -каротина – на 12,5 %, витамина В₁ на 6,7–26,6 %, селена – на 4,9–6,6 %, в бедренных мышцах – соответственно на 1,5–9,2, 6,7–11,1, 6,25–12,5 и 9,45–13,2 % ($p < 0,05$).

6. Расчет экономической эффективности применения Селевита показал, что его введение в количестве 1,0–1,5 % от массы корма экономически оправданно и способствует повышению рентабельности производства мяса птицы на 0,47–3,8 %. Прибыль от реализации мяса цыплят-бройлеров возрастает на 6,81–20,01 % в зависимости от дозы введения кормовой добавки в рационы.

Практические предложения:

Для повышения сохранности и продуктивности поголовья цыплят-бройлеров, а также получения качественной и безопасной продукции птицеводства рекомендуется использовать в рационе цыплят-бройлеров кормовую добавку Селевит в дозировке 1,5 % от массы корма в течение всего периода выращивания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азарнова, Т. О. Селен-Актив для профилактики оксидативного стресса у эмбрионов и молодняка кур / Т. О. Азарнова, Д. Л. Богданова, И. И. Кочиш, М. С. Найденский, С. Ю. Зайцев // Ветеринария. – 2016. – № 6. – С. 56–59.
2. Андреев, А. А. Производство кормовых дрожжей / А. А. Андреев, Л. И. Брызгалов // Лесная промышленность. – М., 1965. – 284 с.
3. Антипов, В.А. Эффективность и перспективы применения пробиотиков / В. А. Антипов, В. М. Субботин // Ветеринария. – 1980. – № 12. – С. 55–57.
4. Антипов, В. А. Бета-каротин: применение при воспроизводстве животных и птиц / В. А. Антипов, А. Н. Турченко, В. С. Самойлов [и др.]. – Краснодар, 2002. – С. 3-47.
5. Антипов, В.А. Применение селенорганического препарата ДАФС-25 в животноводстве / В. А. Антипов, Т. Н. Родионова, Т. С. Теращенко // Свободные радикалы, антиоксиданты и здоровье животных : материалы междунар. науч.-практ. конф., 21–23 сентября 2004 г. – Воронеж : Воронежский госуниверситет, 2004. – С. 159–161.
6. Антипов, В. А. Бета-каротин: значение для жизни животных и птиц, их воспроизводства и продуктивности / В. А. Антипов, А. Н. Турченко, В. Ф. Васильев [и др.]. – Краснодар, 2006. – С. 4–15.
7. Аракелян, Ф. Р. Применение бентонитовой глины Саригюхского месторождения в качестве кормовой добавки к рациону сельскохозяйственных животных / Ф. Р. Аракелян // Ученые Ерев. зоотехн. вет. ин-та – производству.– 1986. – С. 17–18.
8. Аракелян, Ф. Р. Биологические основы применения бентонита в животноводстве : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ф. Р. Аракелян. – Ереван : ЕрЗВИ, 1991. – 47 с.

9. Атаманюк, Д. И. Микробиологическая коагуляция белка в зеленом соке люцерны / Д. И. Атаманюк, Т. А. Борисова, Т. Е. Цыгуля // Микроорганизмы в кормопроизводстве. – Кишинев. – 1990. – С. 39–49.
10. Байер Т. А. Продуктивность и производительные качества кур-несушек родительского стада при использовании в их рационах препарата «Карцесел» отдельно и совместно с ферментным препаратом «ЦеллоЛюкс-Ф» : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Т. А. Байер. – Волгоград, 2014. – 130 с.
11. Барабой, В. А. Биологические функции, метаболизм и механизм действия селена / В. А. Барабой // Успехи современной биологии. – 2004. – 124 (2). – С. 157–168.
12. Бараников, В. А. Продуктивность и обмен веществ индюшат кросса ВIG-6 при использовании пробиотиков / В. А. Бараников, А. Ф. Кайдалов, В. Я. Кавардаков, Н. Н. Швецов // Вестник Курской ГСХА. – 2013. – № 8. – С. 61–63.
13. Бельмер, С.В. Микроэлементы и микроэлементозы и их значение в детском возрасте / С.В. Бельмер, Т. В. Гасилина // Вопросы современной педиатрии. – 2008. – Т. 7. – № 6. – С. 91–96.
14. Биология кур : учебное пособие / Л. И. Сидоренко, В. И. Щербатов. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 244 с.
15. Булатов, А. П. Повышение продуктивных качеств маточного стада гусей применением селеносодержащих препаратов / А. П. Булатов, С. Ф. Суханова // Зоотехния. – 2005. – № 5. – С. 11–13.
16. Воробьев, Д. В. Фармакокинетические аспекты применения селенорганического препарата ДАФС-25 в ветеринарии / Д. В. Воробьев // Естественные науки. – 2011. – № 2 (35). – С. 125–131.
17. Воробьев, Д. В. Физиологический механизм влияния недостающих в среде микроэлементов на гематологические, морфо-физиологические параметры, метаболизм и продуктивность сельскохозяйственных животных / Д. В. Воробьев. – СПб. : Лань, 2013. – 281 с.

18. Воробьев, Д. В. Влияние геохимической ситуации наземных экосистем на фундаментальный молекулярно-клеточный механизм интегративных реакций гомеостаза и адаптации организма птиц / Д. В. Воробьев, В. И. Воробьев, А. С. Костин, П. А. Полковниченко, А. П. Полковниченко, В. А. Сафонов. – СПб. : Лань, 2017. – 152 с.
19. Гагелидзе, Н. А. Скрининг каротинсинтезирующих дрожжей, выделенных из разных регионов Грузии / Н. А. Гагелидзе, Л. Г. Мосиашвили, Л. Л. Амиранашвили, Х. И. Варсимашвили, Л. Л. Толордава [и др.]. // Известия аграрной науки. – 2012. – № 2. – Том 10. – С.
20. Гайдук, А. Г. Пробиотик Витафорт в рационах утят / А. Г. Гайдук, Ф. С. Хазиахметов // Птицеводство. – 2011. – № 12. – С. 27.
21. Голиков, А. Н. Физиологическая адаптация животных / А. Н. Голиков // Ветеринария. – 1988. – № 11. – С. 55–58.
22. Годымчук, А. Ю. Экология наноматериалов : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 272 с.
23. Голубов, И. И. Резервы роста производительности труда при обслуживании перепелов / И. Голубов // Птицеводство. – 2011. – № 11. – С. 7–9.
24. Гулюшин, С. Ю. Состояние системы антиоксидантной защиты у бройлеров при применении селеносодержащих препаратов на фоне токсичных кормов / С. Ю. Гулюшин, В. О. Ковалев // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 4. – С. 14–25.
25. Гушин, В. В. Выход отечественной птицепродукции на международные рынки: задача и пути её решения / В. В. Гушин // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 2. – С. 31–34.
26. Давтян, Д. А. Оценка эффективности адсорбентов микотоксинов / Д. А. Давтян // Рац. Вет. Информ. – 2003. – № 6. – С.12.

27. Данилов, И. П. Пробиотик Субтилис в промышленном птицеводстве / И. Данилов, О. Сорокин, М. Сафанов // Птицеводство. – 2010. – № 5. – С. 23.
28. Евреинов, А. Г. Незаменимый селен. Предупреждение и лечение заболеваний / А. Г. Евреинов. – М., 2001. – С. 28–30.
29. Егоров, И. А. Современные тенденции в кормлении птицы / И. А. Егоров // Птица и птицепродукты. – 2006. – № 5. – С. 7–9.
30. Егоров, И. Применение «Каролина» при откорме цыплят / И. Егоров, П. Панков, Б. Розанов // Птицеводство. – 2006. – № 7. – С. 29–30.
31. Егоров, И. А. Сухие неактивные пивные дрожжи в комбикормах для бройлеров / И. А. Егоров, Т. В. Егорова, М. С. Салимгареева // Птицеводство. – 2016. – № 9. – С. 9–14.
32. Егоров, И. А. Критерии обеспеченности организма птицы витаминами и их влияние на инкубационные качества яиц / И. А. Егоров, Л. Ф. Дядичкина, А. Н. Шевяков // Птицеводство. – 2017. – № 4. – С. 14–20.
33. Ерисанова, О. Е. Оптимизация питания и повышение продуктивности бройлеров и кур-несушек при использовании в комбикормах нетрадиционных сорбирующих и антиоксидантных добавок : дис. ... д-ра. с.-х. наук: 06.02.08 / О. Е. Ерисанова. – Ульяновск, 2013. – 340 с.
34. Зайцев, С. Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты / С. Ю. Зайцев, Ю. В. Конопатов. – 2-е изд. испр. – Спб. : Изд-во «Лань», 2005. – 384 с.
35. Иванов, А. В. Изучение миграции тяжелых металлов в системе почва–водные ресурсы – животноводческая продукция (молоко) в условиях техногенеза / А. В. Иванов, К. Х. Папуниди, М. В. Кузина // Биотехнология: токсикологическая, радиационная и биологическая безопасность России : Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию Федерального Центра токсикол. и радиац. безопасности. – Казань, 2010. – С. 62–66.

36. Иванов, А. В. О проблеме микотоксикозов в животноводстве / А. В. Иванов, М. Я. Трemasов, К. Х. Папуниди // Актуальные проблемы ветеринарной медицины. – 2010. – С. 194–202.
37. Измайлович, И. Б. Физиолого-биохимическая оценка воздействия «Каролина» на организм цыплят-бройлеров / И. Б. Измайлович // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. : Сб. науч. трудов, вып. 14. – Горки, 2011. – Ч.1. – С. 188–193.
38. Ивахник, Г. Витамин Е и селен в комбикормах для яичных кур / Г. Ивахник // Птицеводство. – 2006. – № 3. – С. 23–24.
39. Имангулов, Ш. А. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Рекомендации / Ш. А. Имангулов, И. А. Егоров, Т. М. Околелова, А. Н. Тищенко // ВНИТИП. – Сергиев Посад, 2004. – 42 с.
40. Кабулова, М. Ю. Использование дрожжей местной селекции для производства микробного белка на питательной среде из горца сахалинского : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / М. Ю. Кабулова. – Владикавказ, 2006.
41. Казилин, Е.Е. Исследование коллоидных растворов селена, созданных по лазерной технологии / Е. Е. Казилин, М. И. Маркевич, С. В. Конкин, А. М. Чепланов, Г. Э. Фолманс [и др.] // Перспективные материалы. – 2008. – № 3. – С. 60–63.
42. Карпова, Е. А. Патоморфологическая оценка биологического действия препарата наноселена при токсическом поражении печени / Е.А. Карпова, О. Г. Щукина, В. В. Бенеманский, О. П. Ильина // Бюллетень ВСЦН СО РАМН. – 2013. – № 6 (94). – С. 140–144.
43. Карпова, Е. А. К вопросу токсичности препаратов наноселена / Е. А. Карпова, О. К. Демиденко, О. П. Ильина // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 4. – С. 207–210.

44. Квасников, Е. И. Каротинсинтезирующие дрожжи / Е. И. Квасников, В. Т. Васкивнюк, В. С. Суденко, Т. А. Гринберг. – // Киев: Наукова думка, 1980. – 172 с.
45. Кирсанов, А. Бета-каротин в животноводстве / А. Кирсанов, А. Шапошников // Животноводство России. – 2004. – № 8. – С. 47.
46. Кирица, Е. Влияние растительных экстрактов на процесс биосинтеза каротиноидов дрожжами / Е. Кирица // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 3(39). – С. 54–58.
47. Корчина, Т. Я. Оптимизация обеспеченности селеном населения северного региона посредством питания и двигательной активности / Т. Я. Корчина, И. В. Корчина, Л. А. Козлова, А. П. Кузьменко, В. А. Ямбарцев, И. В. Сорокун // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – № 2. – С. 40–43.
48. Кощяев, А. Г. Микробный пробиотический препарат «Бацелл» для животноводства / А. Г. Кощяев, А. И. Петенко, В. А. Ярошенко // Актуальные проблемы сельскохозяйственной биотехнологии : Материалы науч.-практ. конф. – Воронеж, 2004. – С. 22.
49. Кощяев, А. Г. Биотехнология производства и применение функциональных кормовых добавок для птицы : дис. ... д-ра биол. наук / А. Г. Кощяев. – Краснодар, 2008. – 425 с.
50. Косенкова, Д. А. Морфофункциональные изменения печени у кур кросса «Хайсекс браун» в возрастном аспекте : автореф. дисс. ... канд. вет. Наук, / Д. А. Косенкова. – Брянск, 2006.
51. Косов, А. В. Эффективность использования новой витаминно-минеральной добавки для цыплят-бройлеров / А. В. Косов, Н. В. Картамышева // Птицеводство. – 2006. – № 3. – С. 46–49.
52. Кошкин, С. Витаминные смеси готовим тщательно / С. Кошкин // Птицеводство. – 2011. – № 1. – С. 26–28.

53. Костин, А. П. Физиология сельскохозяйственных животных / А. П. Костин, Ф. А. Мещеряков, А. А. Сысоев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1983. – 479 с.
54. Кочиш, И. И. Птицеводство / И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов. – М. : КолосС, 2003. – 407 с.
55. Кочиш, И. И. Биология сельскохозяйственной птицы / И. И. Кочиш, Л. И. Сидоренко, В. И. Щербатов. – М. : КолосС, 2005. – 203 с.
56. Кочиш, И.И. Птицеводство: учебник / И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов. –М. : КолосС, 2007. – 414 с.
57. Кочиш, И. И. Тенденции в мировом птицеводстве / И. И. Кочиш, Д. А. Супрунов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2017. – № 1. – С. 46–49.
58. Кочиш, И. И. Биология и патология сельскохозяйственной птицы : учебник для студентов высших уч. заведений / И. И. Кочиш, В. И. Смоленский, В. И. Щербатов – М. : «Сельскохозяйственная технология», 2018. – 386 с.
59. Кочиш, И. И. Продуктивные качества кур родительского стада бройлеров на фоне активизации неспецифической резистентности организма / И. И. Кочиш, В. Г. Тюрин, А. Ф. Кузнецов [и др.] // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 1(8). – С. 71–78. – DOI 10.17022/wvmm-wy80.
60. Кочиш, И. И. Гигиена микробиоты цыплят-бройлеров при введении добавки-сорбента на основе трепела / И. И. Кочиш, П. А. Красочко, Е. А. Капитонова [и др.] // Ветеринария Кубани. – 2020. – № 6. – С. 25–27. – DOI 10.33861/2071-8020-2020-6-25-27.
61. Кочиш, И. И. Повышение стрессоустойчивости молодняка кур яичного кросса при использовании биологически активных веществ перед инкубацией / И. И. Кочиш, И. С. Луговая, Т. О. Азарнова [и др.] // Доклады РАН. Науки о жизни. – 2020. – Т. 494. – № 1. – С. 491–495. – DOI 10.31857/S2686738920050145.

62. Крюков, Н. И. Научное обоснование и перспективы использования ферроцианидно-бентонитовых сорбентов в ветеринарии : дисс. ... д-ра биол. наук / Н. И. Крюков. – Краснодар : КубГАУ, – 2011. – 330 с.
63. Кузнецов, Н. И. Новые препараты для профилактики токсической гепатодистрофии и лечения животных // Ветеринария. – 1990. – № 3. – С. 9.
64. Кузнецов, С. Г. Минеральное питание для животных / С. Г. Кузнецов // Животноводство России. – 2003. – № 2. – С. 22.
65. Кузьминова, Е. Перспективность каротиносодержащих препаратов в птицеводстве / Е. Кузьминова, В. Антипов // Птицеводство. – 2006. – № 8. – С. 16.
66. Кукес, В. Г. Динамика содержания селена в плазме крови при применении различных препаратов селена / В. Г. Кукес, Н. В. Асланян, Н. А. Голубкина, С. А. Хотимченко, Е. В. Шик // Микроэлементы в медицине. – Т. 3. – М. : Изд. КМК, 2002. – С. 13–16.
67. Мазо, В. К. Перспективы биотехнологического получения новых пищевых источников органических соединений селена / В. К. Мазо, С. Н. Зорин // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 11. – С. 1–2.
68. Ласло, Э. β -Ионон в биосинтезе каротина / Э. Ласло, Н. Ф. Кириллова // Прикладная биохимия и микробиология. – 1966. – С. 664.
69. Лебедева, И. А. Пробиотик Моноспорин – стимул для синтеза белка в клетках / И. Лебедева // Птицеводство. – 2011. – № 9. – с. 44.
70. Лозовой В. И. Влияние каротинсодержащих препаратов на яичную продуктивность и обменные процессы кур-несушек : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. И. Лозовой. – 2005. – С. 148.
71. Лысенко, Ю. А. Повышение биологического потенциала перепелок-несушек при использовании пробиотических кормовых добавок / Ю. А. Лысенко, А. И. Петенко // Ветеринария Кубани. – 2012. – № 5. – С. 5–7.
72. Лысенко, Ю. А. Пробиотическая кормовая добавка для повышения продуктивности и биобезопасности продукции птицеводства / Ю. А. Лы-

сенко, А. И. Петенко // Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях : VI Междунар. науч.-практ. конф. – М. : Изд-во МГСУ, 2014. – С. 440–444.

73. Макаров, Д. В. Прогноз развития мирового рынка нанопорошков / Д. В. Макаров // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. – 2014. – № 1(8). – С. 97–102.

74. Мокшина Н. Я. Фотометрическое определение витамина А и про-витамина А при совместном присутствии / Н. Я. Мокшина, В. Ю. Хохлов, Ю.В. Шляхина, В.Ф. Селеменев // Вестник ВГУ. – 2003. – № 2. – С. 53–55.

75. Меженный, П. В. Изучение иммуногенных свойств наночастиц селена и золота, конъюгированных с антигеном вируса трансмиссивного гастроэнтерита свиней / С. А. Староверов, А. А. Волкова, С. В. Козлов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. Электронный научный журнал. – 2015. – № 1. – Ч. 1.

76. Мелехин, Г. П. Физиология сельскохозяйственной птицы / Г. П. Мелехин, Н. Я. Гридин. – М. : Колос, 1977. – 288 с.

77. Мотузко, Н. С. Физиологические основы этологии сельскохозяйственных животных / Н. С. Мотузко, Ю. И. Никитин : Учебники и учебные пособия. – Витебск : ВГАВМ, 2003. – 50 с.

78. Новикова, М. В. Повышение биоресурсного потенциала ремонтных молодок и кур-несушек при использовании пробиотических препаратов Моноспорин и Бацелл : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Екатеринбург, 2012. – 20 с.

79. Носков, С. Б. Применение каротиносодержащих комплексов в птицеводстве / С. Б. Носков, В. Ф. Король // Зоотехния. – 2011. – № 3. – С. 21–22.

80. Околелова, Т. М. Корма и БАД для птицы / Т. М. Околелова, С. Д. Румянцев, А. В. Кулаков // БИО. – 2004. – № 10. – С. 32.

81. Околелова, Т. М. Новое в использовании БАВ и минеральных веществ в кормлении птицы / Т. М. Околелова // Сб. науч. трудов ВНИТИП. – 2005. – Т. 80. – С. 104–110.
82. Осадченко, И. М. Особенности свойств и использования селеносодержащих препаратов в сельском хозяйстве / И. М. Осадченко, М. И. Сложенкина // Стратегия научного обеспечения развития конкурентоспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Ч. 2. – Волгоград, 2006. – С. 44–47.
83. Панов, Д. А. Химотрипсин – стабилизатор наночастиц селена / Е. В. Пысларь // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2014. – Т. 27 (66). – № 4. – С. 117–123.
84. Папуниди, К. Х. Патология обмена веществ и пути его коррекции / К. Х. Папуниди, А. В. Иванов, М. Г. Зухрабов // Ветеринарный врач. – 2000. – № 1. – С. 32–34.
85. Папуниди, К. Х. Применение цеолитов для коррекции нарушения обмена веществ и содержания тяжелых металлов в организме животных / К. Х. Папуниди // Ветеринарный врач. – 2008. – № 1. – С. 13–16.
86. Папуниди, К. Х. Токсикологическая характеристика вермикулитовой руды / К. Х. Папуниди // Биотехнология: токсикологическая, радиационная и биологическая безопасность России: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию Федерального Центра токсикол. и радиац. безопасности. – Казань, 2010. – С. 112–115.
87. Паронян А. Х. Влияние витаминов группы В на содержание каротиноидов фотосинтезирующей бактерии *Rhodobacter sphaeroides* / А. Х. Паронян, Л. С. Маркосян // Биологический журнал Армении. – 2008. – № 1–2 (60). – С. 22–27.
88. Петенко, А. И. Кормовые добавки в рационах перепелов / А. И. Петенко, Ю. А. Лысенко // Птицеводство. – 2012. – № 9. – С. 36–38.

89. Петенко, А. И. Оценка острой токсичности и раздражающего действия пробиотической кормовой добавки «Промомикс С» / А. И. Петенко, А. А. Ширина, Ю. А. Лысенко [и др.] // Ветеринария Кубани. – 2013. – № 4. – С. 12–14.
90. Петров, Н. Определение йода и селена в кормах и продуктах питания / Н. Петров, В. Богомолов, С. Снарский // Комбикорма. – 2004. – № 6. – С. 59.
91. Писарев, Д. И. Разработка экспресс-метода определения каротиноидов в сырье растительного происхождения / Д. И. Писарев, О. О. Новиков, Т. А. Романова // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина. Фармация. – 2010. – № 22. – Вып. 12/2. – С. 119–122.
92. Поддубный, Н. П. Бета-каротин: опыт и перспективы применения в медицине / Н. П. Поддубный, А. М. Сампиев. – Краснодар, 2000. – С.5–66.
93. Радченко, О. Р. Роль диетотерапии в лечении и профилактике мужского идиопатического бесплодия / О. Р. Радченко, О. А. Фролова, Р. И. Уткельбаев, [и др.] // Практическая медицина. – 2011. – № 52. – С. 177–180.
94. Резниченко, Л. В. Применение в рационах кур витамина А и β-каротина разного происхождения / Л. В. Резниченко // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2006. – № 1. – С. 5–52.
95. Рецкий, М. И. Изменения антиоксидантной системы у животных после рождения / М. И. Рецкий // Докл. XVIII Съезда Физиологического Общества им. И. П. Павлова. – Казань, 2001. – С. 209–210.
96. Родионова, Т. Н. Фармакодинамика селенорганических препаратов и их применение в животноводстве : дис. ... д-ра биол. наук / Т. Н. Родионова. – Краснодар, 2004.
97. Родионова, Т. Н. Применение селенорганической кормовой добавки ДАФС-25К при отравлении токсическими веществами кур-несушек / Т. Н. Родионова, М. П. Мариничева, В. В. Строгов, Е. А. Греблова // Аграрный научный журнал, 2017. – № 1. – С. 25–28.

98. Рудаков, О. Б. Хроматографическое определение натуральных и искусственных каротиноидов в пищевых продуктах / О. Б. Рудаков, Л. И. Перикова, В. М. Болотов, Г. А. Сташина // Вестник ВГУ. – 2004. – № 1. – С. 78–84.
99. Рысьмятов, А. З. Приоритетные направления и методологические основы инновационного, интенсивного развития агробизнеса в птицеводстве / А. З. Рысьмятов, М. Х. Барчо, А. В. Зайцев // Птицефабрика. – 2006. – № 10. – С. 61–65.
100. Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы // РАСХН; МНТЦ «Племптица»; ГНУ ВНИТИП; под общ. ред В. И. Фисинина и Т. А. Столяра. – Сергиев Посад, 1999. – 67 с.
101. Ресурсосберегающая технология производства бройлеров: Методические рекомендации // РАСХН; МНТЦ «Племптица»; ГНУ ВНИТИП; под общ. ред. В. И. Фисинина, Т. А. Столяра. – Сергиев Посад, 1999. – 171 с.
102. Саломатин, В. В. Альтернативные источники селена / В. В. Саломатин, А. А. Ряднов // Свиноводство. – 2010. – № 8. – С. 16–18.
103. Салеева, И. П. Новые пробиотические комплексы (препараты) и их применение при выращивании бройлеров / И. П. Салеева, А. В. Иванов, И. В. Павленко [и др.] // Птицеводство. – 2014. – № 12. – С. 29–33.
104. Салеева, И. П. Престартерный рацион с белковой кормовой добавкой из вторичного сырья / И. П. Салеева, В. С. Лукашенко, Е. В. Журавчук [и др.] // Эффективное животноводство. – 2020. – № 7(164). – С. 92–93. – DOI 10.24411/9999-007A-2020-10036.
105. Селянский, В. М. Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы : Учебник для учащихся по спец. «Птицеводство» – 4. изд., перераб. и доп. / В. М. Селянский. – Агропромиздат, 1986. – 272 с.
106. Семененко, М. П. Влияние природных алюмосиликатов на организм птицы / М. П. Семененко, В. А. Антипов // Птицеводство. – 2006. – № 12. – С. 25–26.

107. Семененко, М. П. Фармакология и применение бентонитов в ветеринарии : автореф. дис. ... д-ра. вет. наук: 16.00.04 / М. П. Семененко. КубГАУ, – Краснодар : 2008. – 21 с.
108. Скопичев, В. Г. Физиология животных и этология. – М. : Колос, 2003. – 720 с.
109. Скопичев, В. Г. Морфология и физиология животных: учебное пособие / В. Г. Скопичев, Б. В. Шумилов. – СПб. : Лань, 2005. – С. 149–153.
110. Слепухин, В. В. Влияние пробиотиков на мясные качества и качество мяса бройлеров «СК Русь 8». / В. В. Слепухин, И. А. Емашкина // Птицеводство. – 2011 – № 12. – С. 35–37.
111. Способ оценки эндотоксикоза организма : Патент 2257576 Рос. Федерация: МПК: 7G01N33/48 / И.П. Степанова, Л. М. Дмитриева, А. Г. Пятюков, В.Е. Высокогорский, О.В. Атавина; патентообладатель ГОУ ВПО Омская государственная медицинская академия. – № 2003122548/15; заявл. 18.07.2003; опубл. 27.07.2005; Бюл. № 21.
112. Смирнов, А. М. Научно-методологические аспекты исследования токсических свойств фармакологических лекарственных средств для животных /А. М. Смирнов, В. И. Дорожкин. – М., 2008. – 120 с.
113. Сурай, П. Ф. Антиоксиданты и их роль в условиях стресса / П. Ф. Сурай // Свиноферма. – 2006. – № 2. – С. – 22–27.
114. Сурай, П. Ф. Селен в питании для птицеводов: обновление / П. Ф. Сурай, В. И. Фисинин // Наука и технология кормов для животных. – 2014. – № 191. – С.1–15.
115. Сурай, П. Ф. Антиоксиданты и их роль в условиях стресса / П. Ф. Сурай // Свиноферма. – 2006. – № 2. – С. – 22–27.
116. Сурай, П. Ф. Пути поддержания оптимального редокс-баланса в кишечнике птиц: проблемы и решения / П. Ф. Сурай, И. И. Кочиш, В. И. Фисинин [и др.] // Молекулярно-генетические технологии для анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных : Материалы

Международ. науч.-практ. конф., Москва, 21–22 ноября 2019 г. – М. : Сельскохозяйственные технологии, 2019. – С. 42–58.

117. Суханова, С. Ф. Влияние разных источников селена на продуктивность гусят-бройлеров / С. Ф. Суханова // Птицеводство. – 2005. – № 5. – С. 44–45.

118. Тарасова, Е. Ю. Применение нанотехнологий в сельском хозяйстве / Е. Ю. Тарасова, В. П. Коростелева, В. Я. Пономарев // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 5 – С. 121–122.

119. Терентьев, А. Ю. К вопросу оптимизации минерального и витаминного питания сельскохозяйственной птицы/ А. Ю. Терентьев, В. А. Алексеев // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности с.-х. животных в изменившихся условиях хозяйствования и экологии : Материалы науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2005. – Т. 1. – С. 25–28.

120. Тищенко, А. Н. Качество кормов и методы контроля / А. Н. Тищенко // Птица и птицепродукты. – 2006. – № 5. – С. 63–65.

121. Тищенко, А. Н. Контроль за уровнем и качеством кормления птицы / А. Н. Тищенко // Современные тенденции производства и эффективное использование кормов в птицеводстве. – Сергиев Посад, 2003. – С. 39–49.

122. Ткачев, Д. А. Морфогенез печени и поджелудочной железы кур в постинкубационном онтогенезе / Д. А. Ткачев, Н. С. Ткачева. – Брянск, 2010.

123. Тоичкина, А. В. Эффективность использования концентрата из биомассы дрожжей (камида) в рационах бройлеров / А. В. Тоичкина, М. Л. Мильнер // Совершенствование методов повышения продуктивности с.-х. птицы. – 1985. – С. 33–38.

124. Трифионов, Г. Влияние препарата микроэлемента селена на воспроизводительные качества свиней / Г. Трифионов, Е. Перунова // Свиноводство. – 2001. – № 1. – С.18–20.

125. Фисинин, В. И. Использование нетрадиционных кормов в рационе птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Т. Н. Ленкова // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 4 – С. 14–18.

126. Фисинин, В. И. Материнский эффект в птицеводстве – от витаминов к витагенам и эпигенетике / В. И. Фисинин, Е. В. Шацких, Е. Н. Латыпова, П. Ф. Сурай // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 1. – С. 29–30.

127. Повышение продуктивности и качества мяса бройлеров путем создания легкоусвояемых кормовых компонентов на основе современных физико-химических и биотехнологических способов обработки животного сырья : Монография / В. И. Фисинин, В. С. Лукашенко, И. П. Салеева [и др.] ; ФГБНУ ФНИЦ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» РАН. – Сергиев Посад : Лика, 2019. – 152 с. – ISBN 9785980202248

128. Хильдебранд, Глицинаты микроэлементов: малый вклад для большой пользы / Хильдебранд // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 3. – С. 28–30.

129. Хохлов, Р. Ю. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров при разных технологиях выращивания / Р. Ю. Хохлов // Человек и Вселенная. – 2004. – № 10 (43). – СПб. – С. 190–191.

130. Хохлов, И. В. Морфологические изменения печени кур в возрастном аспекте / И. В. Хохлов / Актуальные аспекты экологической, сравнительно-видовой, возрастной и экспериментальной морфологии : Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию профессора В. Я. Суетина. – Улан-Удэ, 2006. – С. 285–287.

131. Хрусталева И. В. Анатомия домашних животных / И. В. Хрусталева, Н. В. Михайлов, Я. И. Шнейберг [и др.] – М. : Колос, 2002.

132. Червякова, О. П. Получение микробной биомассы, обогащенной каротиноидами / О. П. Червякова // Успехи в химии и технологии. – 2010. – Т. 24. – № 11 (116). – С. 51–53.

133. Чугай, Б. Л. Селеноорганические препараты ДАФС-25 и селенолин в животноводстве / Б. Л. Чугай, А. С. Краснослободцева, М. П. Крысин, А. И. Фролов // Вестник ТГУ. – 2009. – Т. 14. – Вып. Г. – С. 156–157.

134. Шабалина, Е. А. Селен и щитовидная железа / Е. А. Шабалина, Т. Б. Моргунова, С. В. Орлова, В. В. Фадеев // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2010. – Т. 7. – № 2. – С.7–18.

135. Шацких, Е. В. Биохимический состав бройлеров при использовании различных форм селена / Е. В. Шацких // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 3 (57). – С. 76–78.

136. Шацких, Е. В. Развитие внутренних органов цыплят-бройлеров при включении в рацион кормовых добавок «СафМаннан» И «Иммуносан» / Е. В. Шацких, Д. М. Галлиев // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 6 (185). – С. 48–53.

137. Шевченко, А. И. Физиолого-биохимический статус, естественная резистентность, продуктивность мясной птицы и их фармакокоррекция пробиотиками и синбиотиками : автореф. дис. ... д-ра биол. наук А.И. Шевченко. – Новосибирск, 2010. – 46 с.

138. Ширина, А. А. Фармакологическое обоснование применения пробиотика «Промомикс С» / А. А. Ширина, А. И. Петенко, Ю. А. Лысенко // Птицеводство. – 2013. – № 9. – С. 35–39.

139. Штеле, А. Л. Яичное птицеводство / А. Л. Штеле, А. К. Османян, Г. Д. Афанасьев [Электрон. ресурс]. – СПб. : Лань, 2011. – 272 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/671>.

140. Юрков, А. М. Пигментированные базидиомицетовые дрожжи – перспективный источник каротиноидов и убихинона Q10 / А. М. Юрков, М. М. Вустин, Б. В. Тяглов, И. А. Максимова, С. П. Синеокий // Микробиология. – 2008. – Т. 77. – № 1. – С. 5–10.

141. Якимов, А. В. Научное обоснование и перспективы использования цеолитосодержащей добавки в животноводстве : автореф. дис. ... докт. с.–х. наук: 06.02.02 / А. В. Якимов. Саранск, 1998. – 43 с.
142. Яушева Е. В., Мирошников С. А., Кван О. В. Оценка влияния наночастиц металлов на морфологические показатели периферической крови животных // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 12. – С. 203–207.
143. Яппаров, И. А. Разработка различных доз ДАФС-25 в птицеводстве / И. А. Яппаров, Т. Н. Родионова // Ветеринарный врач. – 2006. – № 1. – С. 66–67.
144. ГОСТ Р 52337-2005. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности. – Введ. 01.07.2006. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2011. – 19 с.
145. ГОСТ Р ИСО 10993.10-99. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Ч. 10. Исследование раздражающего и сенсибилизирующего действия. – Введ. 1999–12–29. – М.: Госстандарт России, 2000. – 38 с.
146. ГОСТ Р ИСО 10993-11-2009. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Ч. 11. Исследования общетоксического действия. – Введ. 2009–10–20. – М. : Стандартиформ, 2010. – 27 с.
147. Правила ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов : Ветеринарное законодательство. – Т. 4. – М. : Агропромиздат, 1988. – 38 с.
148. ГОСТ Р 50396.1-92. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты птичьи. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – Введ. 1994–01–01. – М. : Госстандарт России, 1993. – 5 с.

149. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого жира. – Введ. 1999–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 13 с.
150. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. – Введ. 1992–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 6 с.
151. ГОСТ 13496.3-92. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания влаги. – Введ. 1993–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 4 с.
152. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания азота и сырого протеина. – Введ. 1995–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 17 с.
153. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой золы. – Введ. 2003–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 8 с.
154. ГОСТ 23042-78. Мясо и мясные продукты. Метод определения жира. – Введ. 1988–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 5 с.
155. ГОСТ 25011-81. Мясо и мясные продукты. Метод определения белка. – Введ. 1983–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 7 с.
156. ГОСТ 9792-73. Колбасные изделия и продукты из свинины, баранины, говядины и мясо других видов убойных животных и птиц. Правила приемки и метод отбора проб. – Введ. 1974–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 7 с.
157. ГОСТ Р 51479-99. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 7 с.
158. ГОСТ 10444.12-88. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 8 с.

159. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 7 с.

160. ГОСТ Р 52814-2007. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – М. : Изд-во стандартов, 2007. – 23 с.

161. ГОСТ Р 52816-2007. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечной палочки (колиформных бактерий). – М. : Изд-во стандартов, 2007. – 19 с.

162. ГОСТ Р 51478-99. Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН). – Введ. 2001–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 5 с.

163. ГОСТ Р 52337-2005. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности. – Введ. 01.07.2006. – М. : Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2011. – 19 с.

164. ГОСТ Р 51944-2002. Мясо птицы. Методы определения органолептических показателей, температуры и массы. – Введ. 2003–07–01. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 8 с.

165. ГОСТ 13496.17-95. Корма: методы определения каротина. – Введ. 1997–07–01. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 9 с.

166. ГОСТ 20264.1-89. Препараты ферментные. Методы определения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей. – Введ. 1990–01–07. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 14 с.

167. ГОСТ 31651-2012. Средства лекарственные для животных, корма, кормовые добавки. Определение массовой доли селена методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – Введ. 2014–01–01. – М. : Стандартиформ, 2013. – 9 с.

168. ГОСТ 51766-2001. Сырье и продукты, пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. – Введ. 2002–07–01. – М. : Стандартиформ, 2011. – 12 с.

169. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые методы определения ртути. – Введ. 1989–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 14 с.

170. МУК 4.1.986-00. Методика выполнения измерений массовой доли свинца и кадмия в пищевых продуктах и продовольственном сырье методом электротермической атомно-абсорбционной спектрометрии. – Введ. 2001–01–01. – М. : Минздрав России, 2000. – 33 с.

171. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://bearplanet.ru/griby/drozhzhi.html> [Дата обращения 28.02.2020]

172. Электронный ресурс. Продуценты и промышленное получение каротиноидов. – Режим доступа: <https://poznayka.org/s104986t1.html> [Дата обращения 09.03.2020].

173. Apata, D. F. Growth performance, nutrient digestibility and immune response of broiler chicks fed diets supplemented with a culture of *Lactobacillus bulgaricus* / D. F. Apata // J. Sci. Food Agric. – 2008. – № 88. – P. 1253–1258.

174. Baraboj, V. A. Selen: biologicheskaia rol' i antioksidantnaia aktivnost' / V. A., Baraboj, E. N Shestakova // Ukraïns'kij biohimichnij zhurnal. – 2004. – 76 (1), 23–31.

175. Bobade, S. P. Effect of vitamin E and selenium on haemoglobin-immunobiochemical profile of broilers / S. P. Bobade, A. N. Sarag, D. H. Rekhate, [et al.] // Indian Journal of Animal Research. – 2009. – 43(1), 169–178.

176. Bolacali M. Effect of dietary yeast autolysate on performance, slaughter, and carcass characteristics, as well as blood parameters, in quail of both genders [Электронный ресурс] / M. Bolacali; K. Irak // S. Afr. j. anim. sci. – 2017. Vol. 47. – n. 4. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v47i4.5>.

177. Bramley Peter M. Carotenoid biosynthesis and its regulation in fungi / Peter M/ Bramley, Alan Machenzie // Handbook of Appl. Mycol. V.4. Fungal Biotechnol. – 1992, № 4, p. 401–444.

178. Canizares-Villanueva, R.O. Fuentes microbars de pigments / E. Rios-Leal, R. R. Olvera, T. Noyola Panse // Re. latinoameric. Microbial. –1998, Vol. 40, no. 12, p. 87–107.
179. Cantor A. H. Effect of selenium yeast in the hen's diet on transfer of selenium to the egg and the developing embryo / A. H. Cantor, N. D. Paton, A. J. Pescatore, M. J. Ford, and C. A. Smith // Krmiva. – 2003. – Vol. 45, pp. 327–334.
180. Celi, P. Effects of organic selenium supplementation on growth performance, nutrient utilisation, oxidative stress and selenium tissue concentrations in broiler chickens / P. Celi, P. H. Selle, A. J. Cowieson // Anim. Prod. Sci. – 2014, 54, 966–971.
181. Combs G. F. Jr. Selenium in global food systems / G. F. Jr. Combs // British Journal of Nutrition. – 2001. – Vol. 85. – P. 517–547.
182. Dastar, B. Effect of calcium with and without probiotic, lactose, or both on organ and body weights, immune response and caecal microbiota in moulted laying hens / B. Dastar, A. Khosravi, F. Boldajie, T. Ghoorchi // J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). – 2016 Apr; 100(2):243–50. – doi: 10.1111/jpn.12358.
183. Dhawale, A. The liver: a big organ with a big role / A. Dhawale // World poultry. – 2007. – Vol. 23. – № 10. – P. 34–36.
184. Dudnicenco, T. Particularitățile morfo-fiziologice, biochimice și biotehnologice ale microalgei verzi *Haematococcus pluvialis* flotow / T. Dudnicenco // CNMN-AV-05: Autoreferatul tezei de doctor în științe biologice. – Chișinău, 2001, 21.
185. Elabbasy, D. I. Effect of Dietary Modulation of Selenium Form and Level on Performance, Tissue Retention, Quality of Frozen Stored Meat and Gene Expression of Antioxidant Status in Ross Broiler Chickens / Doaa Ibrahim Elabbasy, Asmaa T.Y. Kishawy, Safaa I. Khater, [et al.] // Animals (Basel). – 2019, 9 (6): 342. – doi: 10.3390/ani9060342.
186. Elwan, H., Red yeast (*Phaffia rhodozyma*) as a source of Astaxanthin and its impacts on productive performance and physiological responses of poultry /

H. Elwan, S.S Elnesr, Y. Abdallah, A. Hamdy // World's Poultry Science Journal. – 2019. – V.75. Issue 2, pp. 273–284.

187. Espada Y. Fumonisin mycotoxicosis in broilers: Plasma proteins and coagulation modifications / Y. Espada, R. Ruiz Gopegui De, C. Cuadradas, F. I. Cabanes // Avian dis. – 2017. – Vol. 41. – № 1. – P. 73–79.

188. Flores, C. E., Avila G. E., Morales B. E., Arias N. J. Feed value of torula yeast (*Candida utilis*) on poultry diets / C. E. Flores, G. E. Avila, B. E. Morales, N. J Arias // Vet. Mex. – 1993; 24 (2). Page: 145–147.

189. Gao, P. Feed-additive probiotics accelerate yet antibiotics delay intestinal microbiota maturation in broiler chicken / P. Gao, C. Ma, Z. Sun, L. Wang [et al.] // Microbiome. – 2017 Aug 3; 5 (1) : 91. – doi: 10.1186/s40168-017-0315-1.

190. Griffiths C., A comparison of the monetized impact of IQ decrements from mercury emissions / C. Griffiths, A. McGartland, M. A. Miller // Environ Health Perspect. – 2007. – Vol. 115. – P. 841–847.

191. Garnett M. C., Nanomedicines and nanotoxicology: some physiological principles / M. C. Garnett, P. Kalinteri // Occupational Medicine-Oxford. – 2006. – P. 307–311.

192. Invernizzi G. Effects of inclusion of selenium-enriched yeast in the diet of laying hens on performance, eggshell quality, and selenium tissue deposition / G. Invernizzi, A. Agazzi, M. Ferroni [et al.] // Italian Journal of Animal Science. – 2013. – Vol. 12, no. 1, pp. 1–8.

193. Howard, B. J. Transfer of radiocaesium to ruminants in natural and semi-natural ecosystems and appropriate countermeasures / B. J. Howard, N. A. Beresford, K. Hove // Health Phys. – 1991. – V. 61 – P. 715–725.

194. Jang, M., Characterization and recovery of mercury from spent fluorescent lamps / M. Jang, S. M. Hong, J. K. Park // Waste Management. – 2005. – Vol. 25. – P. 5– 14.

195. Janssens, G. Prebiotics improve mineral metabolism / G. Janssens, J.V. Loo // World Poultry. – 2006. – Vol. 22. – P. 14–15.

196. Leavander, O. A. Selenium / O. A. Leavander, W. Mertz // Trace elements in human and animal Nutrition. – Orlando: Academic Press Inc, 1987. – P. 209– 279.
197. Loh, T. C. Effects of feeding different postbiotic metabolite combinations produced by *Lactobacillus plantarum* strains on egg quality and production performance, faecal parameters and plasma cholesterol in laying hens / T. C. Loh, D. W. Choe, H. L. Foo [et al.] // BMC Vet Res. – 2014. – Jul 5; 10:149. – doi: 10.1186/1746-6148-10-149.
198. Luis Carlos Mata-Gómez, Aguilar Biotechnological production of carotenoids by yeasts: an overview / Julio César Montañez, Alejandro Méndez-Zavala, and Cristóbal Noé // Microb Cell Fact. – 2014; 13 : 12.
199. Lyons T. P. A natural feed additive for ALL species / T. P. Lyons // Feed Compounder. – 1987. –T. 7. – N 7. – P. 20–23.
200. Mohamed, E. Ahmed, Effect of Dietary Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Supplementation on Performance, Carcass Characteristics and Some Metabolic Responses of Broilers. / E. Mohamed, Talha E. Abbas, Mojahid A. Abdlhag, Dafaalla E. Mukhtar // Animal and Veterinary Sciences. – Vol. 3, Issue 5–1, September 2015. – P. 5–10.
201. Nisbet, E. Y. RNA hydrothermae systems, zeolites and the origin of life / E. Y. Nisbet // Episodes. – 1986. – V. 9 – № 2. – P. 83–90.
202. Nel, A. Toxic potential of materials at the nanolevel / A. Nel, T. Xia, L. Madler // Science Magazine. – 2006. – Vol. 311. – P. 622–627.
203. Ouerdane, L. Production and characterization of fully selenomethionine-labeled *Saccharomyces cerevisiae* / L. Ouerdane, Z. Mester // J. Agric. Food Chem. 2008, 56, 11792–11799.
204. Pham, M. Probiotics: sorting the evidence from the myths / M. Pham, D. A. Lemberg, A. S. Day // Med. J. Aust. – 2008. – Vol. 188(5). – P. 304–308.
205. Pourakbari, M. Probiotic level effects on growth performance, carcass traits, blood parameters, cecal microbiota, and immune response of broilers / M.

Pourakbari, A. Seidavi, L. Asadpour, A. Martinez // *An Acad Bras Cienc.* – 2016 May 31; 88(2):1011–21. – doi: 10.1590/0001-3765201620150071

206. Payne, R.L. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers / R.L. Payne, L. L. Southern // *Poult. Sci.* – 2005, 84, 898–902.

207. Pavlov A. Residues of antimicrobial drugs in chicken meat and offals / A. Pavlov, L. Lashev, I.Vachin, V. Rusev // *Trakia Journal of Sciences.* – 2008. – T. 6, № sup. 1. – P. 23–25.

208. Ren, Y. Antitumor activity of hyaluronic acid-selenium nanoparticles in Heps tumor mice models / Y. Ren, T. Zhao, G. Mao, [et al.] // *Int. J. Biol. Macromol.* – 2013. – V. 57. - P. 57–62

209. Reilly W. M. Performance evaluation of heat-stressed commercial broilers provided water-cooled floor perches / K.W. Koelkebeck, P. C. Harrison // *Poultry Sci.* – 1991. – 70:1699–1703.

210. Rayman M. P. The use of high – selenium yeast to raise selenium status: how does it measure up? / M. P. Rayman // *Brit. J. Nutr.* – 2004. – Vol. 92.

211. Rudic, V. Productivitatea și activitatea biosintetică a tulpinii cianobacteriei *Spirulina platensis* CNM-YS-03 la cultivare în prezența unor compuși coordinațivi noi ai Fe (II) / V. Bulimaga, T. Chiriac, V. Ghelbet // *Analele științifice ale Universității de Stat din Moldova, «Științe chimico-biologice».* – 2003. – P. 183–186.

212. Ryszka, F. Optimization of the process of selenium, chromium and zinc incorporation into yeasts *Saccharomyces cerevisiae* / F. Ryszka, Z. Dobrzański, and B. Dolińska // *Chemical Products in Agriculture and Environment.* – Czech-Pol Trade, Prague, Brussels, Sweden, 2002.

213. Sandu, D. K., Development of apple pomace based medium optimizing pigment production by *Rhodotorula* and its characterization / D. K. Sandu, V.K. Loshi // *Adv. Food. Sci.* – 1997, no. 1–2. – P. 19–20.

214. Sandman, G. Carotenoid biosynthesis and biotechnological application / G. Sandman // *Arch. Biochemistry and Biophys.* – 2001. – Vol. 385. – P. 4–12.
215. Santurio, J. Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxins / J. Santurio, C. Mallmann, A. Rosa // *Brit. Poultry Sc.* – 1999. – Vol. 1. – № 1. – P. 115–119.
216. Sharadamma, K.C. Role of Selenium in Pets Health and Nutrition: A Review / K. C. Sharadamma, B. Purushotham, P. M. Radhakrishna, P. M. Abhilekha and H. M. Vagdevi // *Asian Journal of Animal Sciences.* – 2011. – 5: 64–70. –DOI: 10.3923/ajas.2011.64.70.
217. Schrauzer G. N. Selenium yeast: Composition, quality, analysis, and safety / G. N. Schrauzer // *Pure and Applied Chemistry.* – 78, 1: 105–109. 2006.
218. Spark, M., *Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2005. – Vol. 89. – P. 184–188.
219. Suchý, P. Selenium in poultry nutrition: a review / P. Suchý, E. Straková, and I. Herzig // *Czech Journal of Animal Science.* – 2014. – Vol. 59, no. 11, pp. 495–503.
220. Surai, P. F. Antioxidant systems in poultry biology: heat shock proteins / P. F. Surai // *J. Sci.* – 2015; 5: 1188–1222.
221. Shi L. G., [et al.] (2011) / W. Xun, W. Yue, C. Zhang, Y. Ren, Q. Liu, Q. Wang, L. Shi. Effect of elemental nano-selenium on feed digestibility, rumen fermentation, and purine derivatives in sheep // *Animal Feed Science and Technology.* – 163: 136–142.
222. Vananuvat, Pong. Value of yeast protein for poultry feeds / Pong Vananuvat, Stanley L. Balloun // *C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* – Vol. 9, 2009, P. – 325–343.
223. Vzxgula, L. Sorpens vlastnosti prironenu zediti (klinoptilolitu) v biologickom materialu in vitro / L. Vzxgula, H. Seidel // *Vet. Med. (Praga).* – 1989. – 34:9. – P. 537–544.

224. Wang, C. Effects of copper-loaded chitosan nanoparticles on growth and immunity in broilers / C. Wang, M.Q. Wang, S.S. Ye, W.J. Tao, Y.J. Du // *Poult Sci.* – 2011. – № 90(10). – P. 2223–2228.

225. Wang, Y. Effect of probiotics on the meat flavour and gut microbiota of chicken / Y. Wang, J. Sun, H. Zhong [et al.] // *Sci Rep.* – 2017, Jul 25; 7(1):6400. – doi: 10.1038/s41598-017-06677-z.

226. Waldroup, Park W. Grown on Hydrocarbon Fractions as a Protein Source in the Diet of Laying Hens / Park W. Waldroup, Kenny R. Hazen // *Poultry Science.* – 1975. Vol. 54, Issue 2, 1. – P. 635–637. <https://doi.org/10.3382/ps.0540635>.

227. Xing, S. Lead biosorption of probiotic bacteria: effects of the intestinal content from laying hens / S. Xing, J. Wang, J.B. Liang [et al.] // *Environ Sci Pollut Res Int.* – 2016 Nov; 23(22):22906–22913. – Epub 2016 Aug 30.

228. Yegani, M. Factors affecting intestinal health in poultry / M. Yegani, D. R. Korver // *Poultry Science*, 87 (2008). – P. 2052–2063.

229. Yokoyama Akihiro, Composition and presumed biosynthetic pathway of carotenoids in the astaxantin-producing bacterium *Agrobacterium auranticum* / Akihiro Yokoyama, Wataru Niki // *FEMS Microbiol. Lett.* – 1995, Vol. 128, no 2, p. 139–144.

230. Young, Andrew J., Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. / J. Andrew Young, M. Gordon Lowe // *Arch. Biochem. and Biophys.* – 2001, no 1, p. 20–27.

231. Zhu, M.T. Comparative study of pulmonary responses to nano- and submicron-sized ferric oxide in rats / M.T. Zhu, W.Y. Feng, B.Wang, T.Ch. Wang // *Toxicology.* – 2008. – Vol. 247. – Iss. 2–3. – P. 102–111.

232. Zhou, X. Influence of dietary nano elemental selenium on growth performance, tissue selenium distribution, meat quality, and glutathione peroxidase activity in Guangxi Yellow chicken / X. Zhou, Y. Wang // *Poult Sci.* – 2011 Mar; 90(3):680-6. – doi: 10.3382/ps.2010-00977.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель
ООО «Фотон»

Н.А. Гнеуш



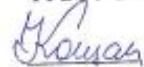

АКТ ВНЕДРЕНИЯ научно-исследовательской работы в производство

Мы, нижеподписавшиеся, представители ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»: профессор кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, д-р биол. наук А.Г. Кощаев, аспирант кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики Д.В. Гавриленко, с одной стороны, и представитель ООО «Фотон», в лице руководителя Н.А. Гнеуш, с другой стороны, составили настоящий о том, что сотрудниками ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, профессором кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, д-р биол. наук А.Г. Кощаевым, аспирантом кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики Д.В. Гавриленко, в ООО «Фотон» Выселковского района внедрена научно-техническая разработка: «Использование комплексной кормовой добавки Селевит при выращивании цыплят-бройлеров».

Результаты оценки экономической эффективности использования комплексной кормовой добавки Селевит на цыплятах-бройлерах кросса РОСС-308, показали, что прибыль от реализации мяса цыплят-бройлеров в 1-й и 2-й опытных группах составила 34270,27 и 38506,12 руб., что на 6,81 и 20,01 % выше в сравнении с контролем и говорит о положительном экономическом эффекте от применения кормовой добавки Селевит.

Таким образом, применение кормовой добавки Селевит в дозировке 1,5 % от массы корма является наиболее экономически обоснованным и может быть использовано для интенсификации производства мяса птицы.

Представители
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ:

 А.Г. Кощаев
 Д.В. Гавриленко

Представитель
ООО «Фотон»

Н.А. Гнеуш



Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина»

Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт
обособленное структурное подразделение федерального государственного
бюджетного научного учреждения «Краснодарский научный центр по
зоотехнии и ветеринарии»

УТВЕРЖДАЮ:



Директор
Краснодарского НИВИ,
доктор с.х. наук

Н.Н. Забашта

УТВЕРЖДАЮ:



Первый проректор
Кубанского ГАУ,
профессор

С.М. Резниченко

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ
КОМПЛЕКСНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ СЕЛЕВИТ В
ПТИЦЕВОДСТВЕ**

Краснодар
2020

Приложение В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Утверждаю: Директор ООО МИП «Экспериментальная биофабрика» И.А. Петенко
Согласовано: Проректор по научной работе Кубанского ГАУ А.И. Кошарев


И.А. Петенко
«04» 09 2020 г.



А.И. Кошарев
«7» 09 2020 г.


СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 9291-007-65842460-2020

КОМПЛЕКСНАЯ КОРМОВАЯ ДОБАВКА СЕЛЕВИТ

Технические условия

Дата введения в действие
«04» 10 2020 г.

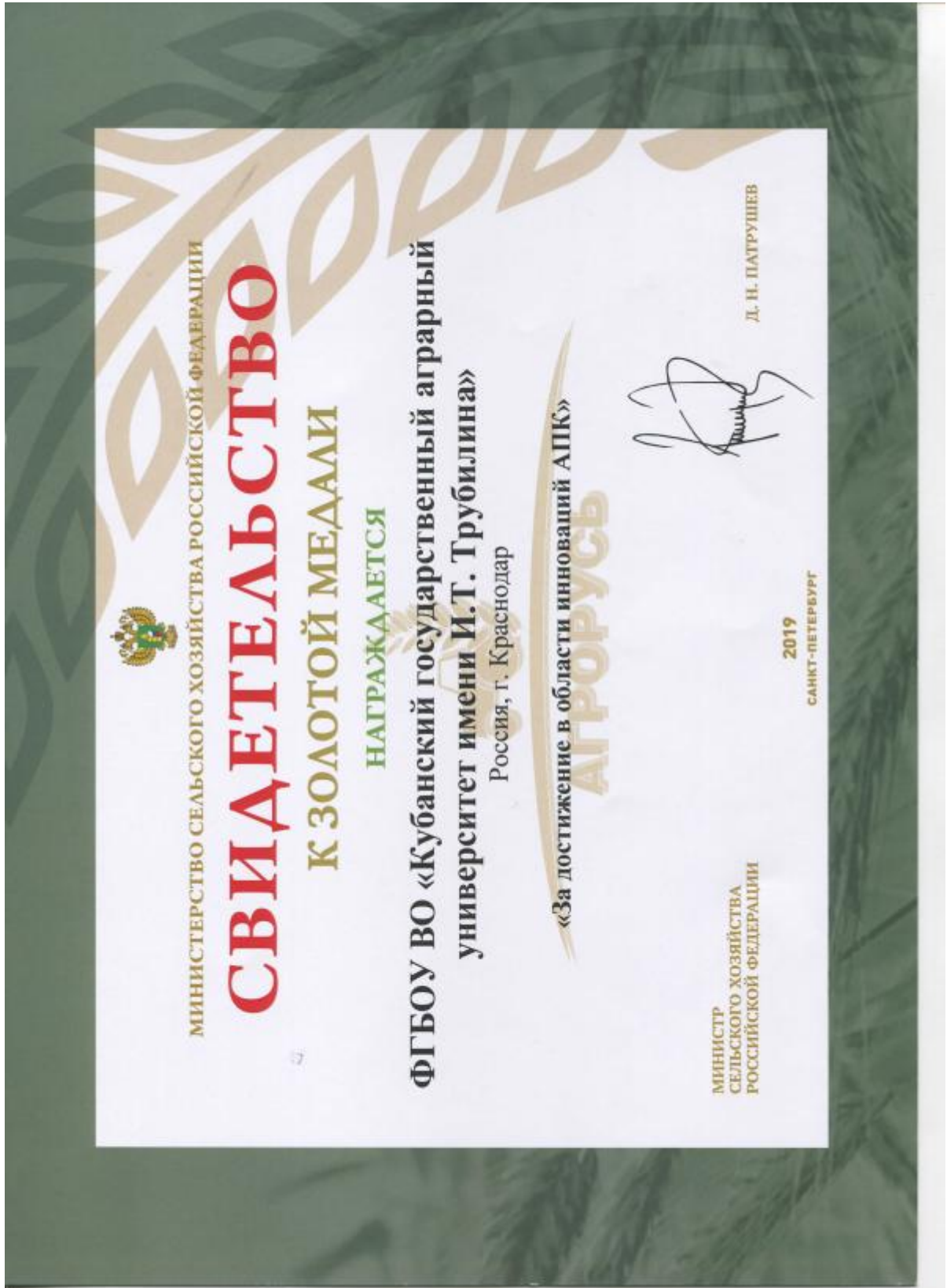
РАЗРАБОТАНО:

Аспирант кафедры биотехнологии,
биохимии и биофизики, Кубанского
ГАУ

 Д.В. Гавриленко

г. Краснодар, 2020

Приложение Г



Приложение Д

