

**ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и  
агротехнологий Российской академии наук»**

**ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»**

*На правах рукописи*

**Сердаева Виктория Алексеевна**

**Действие пробиотических препаратов  
*Bacillus subtilis* и *Bifidobacterium longum*  
при совместном скармливании с ультрадисперсными частицами  
меди на продуктивность и биологические особенности  
цыплят-бройлеров**

06.02.08 Кормопроизводство, кормление  
сельскохозяйственных животных и технология кормов

**Диссертация**  
на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Научный руководитель:  
доктор биологических наук,  
профессор  
**Е.П. Мирошникова**

Оренбург – 2018

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Обзор литературы.....	10
1.1 Перспективы применения пробиотических препаратов в птицеводстве.....	10
1.2 Современные аспекты изучения действия ультрадисперсных металлов на живые системы.....	19
1.3 Использование биодобавок и ультрадисперсных части металлов-микроэлементов в животноводстве и птицеводстве.....	27
2 Результаты собственных исследований.....	37
2.1 Материалы и методы исследования.....	37
2.2 Результаты лабораторных исследований.....	55
2.2.1 Оценка биотоксичности ультрадисперсных частиц меди в отношении пробиотических штаммов микроорганизмов и представителей нормофлоры кишечника цыплят-бройлеров ( <i>in vitro</i> ).....	55
2.3 Результаты экспериментальных исследований на цыплятах-бройлерах.....	61
2.3.1 Результаты I эксперимента на птице.....	61
2.3.1.1 Условия содержания и кормления цыплят-бройлеров.....	61
2.3.1.2 Рост и развитие подопытных цыплят-бройлеров.....	64
2.3.1.3 переваримость питательных веществ корма птицей.....	65
2.3.1.4 Мясная продуктивность подопытной птицы.....	67
2.3.1.4.1 Убойные качества и морфологический состав тела бройлеров.....	67
2.3.1.4.2 Состав и содержание химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров.....	68
2.3.1.4.3 Конверсия протеина и энергии из корма в тело подопытных бройлеров .....	71
2.3.1.4.4 Влияние УДЧ меди и оксида меди на эффективность межклеточного обмена.....	72
2.3.1.5 Обмен химических элементов в организме подопытных бройлеров .....	75
2.3.1.6 Резюме по итогам I эксперимента.....	78
2.3.2 Результаты II эксперимента на птице.....	79
2.3.2.1 Условия содержания и кормления цыплят-бройлеров.....	79
2.3.2.2 Рост и развитие подопытных цыплят-бройлеров.....	82
2.3.2.3 переваримость питательных веществ корма птицей.....	84
2.3.2.3 Гематологические показатели крови подопытной птицы.....	86
2.3.2.4.1 Морфологический состав крови.....	86
2.3.2.4.2 Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров.....	88
2.3.2.5 Мясная продуктивность подопытной птицы.....	92
2.3.2.5.1 Убойные качества и морфологический состав тела бройлеров.....	92
2.3.2.5.2 Состав и содержание химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров.....	93
2.3.2.5.3 Конверсия протеина и энергии из корма в тело подопытных бройлеров.....	96

2.3.2.6 Результаты исследований по оценке качества мяса цыплят-бройлеров	97
2.3.2.7 Обмен химических элементов в организме подопытных бройлеров.....	100
2.3.2.8 Резюме по итогам II эксперимента.....	104
2.3.3 Результаты III эксперимента на птице.....	106
2.3.3.1 Условия содержания и кормления цыплят-бройлеров.....	106
2.3.3.2 Рост и развитие подопытных цыплят-бройлеров.....	108
2.3.3.3 Переваримость питательных веществ корма птицей.....	110
2.3.3.4 Гематологические показатели подопытной птицы.....	112
2.3.3.4.1 Морфологический состав крови.....	112
2.3.3.4.2 Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров.....	113
2.3.3.5 Мясная продуктивность подопытной птицы.....	116
2.3.3.5.1 Убойные качества и морфологический состав тела бройлеров.....	116
2.3.3.5.2 Состав и содержание химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров.....	117
2.3.3.5.3 Конверсия протеина и энергии из корма в тело подопытных бройлеров.....	120
2.3.3.6 Результаты исследований, определяющие качество мяса молодняка цыплят-бройлеров.....	121
2.3.3.7 Обмен химических элементов в организме подопытных бройлеров.....	124
2.3.3.8 Резюме по итогам III эксперимента.....	127
2.4 Результаты производственной проверки.....	128
3 Обсуждение полученных результатов.....	130
<b>4 Выводы.....</b>	<b>140</b>
<b>5 Предложение производству.....</b>	<b>142</b>
<b>6 Перспективы дальнейшей разработки темы.....</b>	<b>143</b>
<b>7 Список используемой литературы.....</b>	<b>144</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Микробиом является одним из важнейших составляющих здоровья и продуктивности сельскохозяйственных животных. Понимание этого предопределило создание целого ряда технологий по оптимизации микробиологического статуса животных, в том числе через применение пробиотических препаратов – живых микроорганизмов, которые при введении в адекватных количествах, оказываются полезными для здоровья организма хозяина (Кочиш И. И. и др., 2010; Гулюшин С. С., 2013).

С 2002 года на основании новых руководящих принципов сформированных ООН ФАО/ВОЗ (Reid G., 2005) обоснована перспектива использования пробиотиков в качестве альтернативы антибиотикам (Manuel J. Saint-Cyr, et al., 2016). Между тем использование пробиотиков в животноводстве, в общем, и птицеводстве, в частности получило широкую практику и не только в целях замены антибиотиков (Коцаев А. Г. и др., 2006, 2007; Фисинин В. И., Егоров И. А., 2011). Так пробиотики используют в целях повышения интенсивности роста птицы (Егоров И. А. и др., 2004; Sarangi N. R, et al., 2016); получения продуктов высокого качества (Blajman J. E. et al., 2014; Tang S. et al., 2015; Angelakis E., 2016; Saint-Cyr M. J, 2016). Применение пробиотиков способствует улучшению экологической обстановки на птицефабриках (Oakley V. B et al., 2014; Pourakbari M., 2016).

Все более широкое применение находят пробиотики с целью повышения качества продукции птицеводства, что достигается через повышение содержания в мясе ароматических соединений (Yan Wang, et al., 2017), улучшение цвета, влагоемкости, расширения профиля жирных кислот свежего мяса (Hossain E. M., et al., 2012; Saleh A. A. 2014). При этом эффект улучшения органолептики курятины произведенной с использованием пробиотиков определяется перестройкой микробиотических процессов в кишечнике с последующим синтезом летучих соединений в числе которых SCFAs и др. (Sidira M., et al., 2015).

Вместе с тем применение пробиотиков в птицеводстве сопряжено с рядом проблем, как в части адресной доставки живых культур до определенных отделов пищеварительного тракта, так и в связи с зависимостью эффективности пробиотиков от других нутриентов, в том числе минеральных веществ (Кван О. В., 2007).

**Степень разработанности темы.** Наукой накоплен значительный багаж знаний в части изучения качества и количества продукции получаемой от сельскохозяйственных животных при использовании в питании пробиотических препаратов совместно с минеральными соединениями. Принципиально эти эффекты связаны с изменением состава микрофлоры пищеварительного тракта, (Мирошников С. А., и др., 2010), в том числе через коррекцию эндогенных потерь (Кван О. В., 2007). Таким образом, использование пробиотических препаратов сопровождается изменением обмена целого ряда химических элементов в силу использования их для жизнедеятельности бактерий (Шевченко А. И., и др., 2010). Понимание этого побудило отдельных исследователей к совместному применению пробиотиков и минеральных веществ (Кван О. В., 2007). Причем в последние годы более выгодным представляется заменять минеральные соли как источники микроэлементов на ультрадисперсные (УДЧ) вещества (Toghyani M. et al., 2012; Link M. K. et al., 2016).

Ультрадисперсные частицы металлов совместно со штаммами микроорганизмов способны повысить активность бактериальной клетки, что в свою очередь будет характеризоваться выраженным активирующим действием (Zhang J. et al., 2013; Hao L. et al., 2014).

В связи с этим перспективным представляется изучение влияния совместного использования пробиотических препаратов с УДЧ металлов на переваримость кормов и продуктивность сельскохозяйственной птицы.

**Цель данных исследований** состояла в изучении влияния совместного использования пробиотических препаратов на основе штаммов *Bifidobacterium longum* и *Bacillus subtilis* с ультрадисперсными препаратами меди на переваримость

кормов, обмен веществ и продуктивность цыплят-бройлеров.

При этом решались следующие задачи:

1. Изучить влияние препаратов УДЧ Cu и CuO на отдельных представителей нормофлоры кишечника цыплят-бройлеров (in vitro).
2. Дать сравнительную оценку продуктивного действия препаратов УДЧ Cu и CuO на модели цыплят-бройлеров.
3. Изучить особенности действия штаммов *Bifidobacterium longum* и *Bacillus subtilis* совместно с УДЧ Cu на биоконверсию корма, рост и развитие цыплят-бройлеров;
4. Изучить особенности обмена химических элементов в организме цыплят-бройлеров при совместном применении пробиотических препаратов с УДЧ Cu;
5. Изучить морфологический и биохимический состав крови цыплят-бройлеров при совместном скармливании пробиотических препаратов с УДЧ Cu;
6. Изучить переваримость питательных веществ цыплятами-бройлерами при совместном использовании пробиотических препаратов с УДЧ Cu.
7. Дать экономическую оценку совместного применения пробиотических препаратов с УДЧ Cu в кормлении цыплят-бройлеров.

**Научная новизна.** Впервые получены экспериментальные данные по влиянию совместного применения пробиотических препаратов на основе штаммов *Bifidobacterium longum* и *Bacillus subtilis* с УДЧ Cu на переваримость, обмен веществ и качество мяса цыплят бройлеров. В эксперименте выявлен факт изменения минерального состава продукции цыплят бройлеров при использовании пробиотиков по содержанию токсических элементов. Скармливание цыплятам-бройлерам пробиотического препарата *Bacillus subtilis* и *Bifidobacterium longum* позволяет значительно снизить уровень стронция, алюминия и ртути в продукции.

Получены новые данные о биодоступности меди из препаратов ультрадисперсного металла и его оксида. Выявлен факт депрессии обмена меди при использовании УДЧ оксида меди. Предложены способы повышения качества продукции птицеводства за счет дополнительного введения УДЧ Cu. В

эксперименте показано краткосрочное действие культуры сенной палочки на переваримость корма цыплятами бройлерами.

**Теоретическая значимость работы** состоит в разработке гипотезы формирования ответа организма птицы на совместное поступление из вне ультрадисперсных элементарных металлов и пробиотических штаммов микроорганизмов. Экспериментальное подтверждение разработанной гипотезы и предложенное решение по совместному применению препарата УДЧ Cu и штаммов *Bifidobacterium longum* и *Bacillus subtilis* в кормлении цыплят-бройлеров позволили предложить производству новые способы повышения производства и качества мяса птицы.

Полученные данные расширяют существующие представления в части прогнозирования совместного действия пробиотических препаратов и минеральных добавок на организм животных. Как следует из экспериментальных данных наличие токсического действия препарата УДЧ элементарной меди на культуру *Bifidobacterium longum* «*in vitro*» принципиально не является основанием для предположения об отсутствии синергизма действия двух препаратов в исследованиях *in vivo*.

**Практическая значимость работы.** Использование нового решения по совместному скармливанию препарата УДЧ Cu с пробиотическими штаммами *Bifidobacterium longum* позволит повысить продуктивность цыплят-бройлеров на 4,0-5,0 % и повысит качество продукции. Важное практическое значение имеют выявленные в исследованиях свойства оцениваемых культур микроорганизмов по снижению содержания токсических элементов в продукции птицеводства. При этом рентабельность производства мяса птицы от внедрения предлагаемых рекомендаций производству увеличивается до 1,5 %. Полученные результаты могут быть использованы в образовательном процессе по курсам зоотехнии, физиологии и кормления.

**Методология и методы исследования.** Для достижения поставленной цели и решения задач использовались стандартные зоотехнические, биохимические,

физиологические и биологические методы исследования с использованием современного оборудования.

Полученный результат обработан с применением общепринятых методик при помощи приложения «Excel 2010» из программного пакета «Office XP» и «Statistica 10.0».

**Основные положения, выносимые на защиту:**

Дополнительное включение ультрадисперсных частиц меди в рацион цыплят-бройлеров совместно с пробиотическим штаммом *Bifidobacterium longum*, сопровождается селективными перестройками в обмене веществ и способствует снижению содержания токсических элементов (стронция, алюминия и других) в мясе птицы.

Совместное скармливание цыплятам-бройлерам препарата УДЧ меди в сочетании с пробиотическим штаммом *Bifidobacterium longum* позволит снизить затраты кормов и повысить интенсивность роста птицы.

Использование ультрадисперсных частиц меди совместно с пробиотическим штаммом *Bifidobacterium longum* в рационе цыплят-бройлеров позволяет повысить рентабельность производства мяса цыплят-бройлеров.

**Степень достоверности и апробация работы.** Научные положения, выводы и предложения производству обоснованы и базируются на аналитических и экспериментальных данных, степень достоверности которых доказана путем статистической обработки с использованием программного пакета «Statistica 10.0».

Выводы и предложения основаны на научных исследованиях, проведенных с использованием современных методов анализа и расчета. Основные материалы диссертационной работы доложены на расширенном заседании научных сотрудников и специалистов отдела кормления сельскохозяйственных животных имени профессора С. Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (г. Оренбург, 2018) и кафедры «Биотехнологии животного сырья и аквакультуры ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» (Оренбург, 2018).

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе одна в изданиях индексируемых в базах Scopus, 4 в периодических изданиях рекомендованных ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации. Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 183 страницах компьютерной верстки, состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием материалов и методов исследований, глав собственных исследований, обсуждения полученных результатов, выводов, предложений производству. Содержит 54 таблиц, 15 рисунков. Список использованной литературы включает 343 источников, в том числе 140 зарубежных авторов.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Перспективы применения пробиотических препаратов в птицеводстве

Одной из важнейших задач, стоящих перед птицеводством как наиболее динамично развивающейся отраслью сельского хозяйства, является производство мяса как основного продукта питания человека. Особое внимание уделяется птицеводству как наиболее динамичной отрасли животноводства (Рахманов А. И., 2001; Данилов И. П., 2010; Лебедева И. А., 2011; Гайдук А. Г., 2011; Бараников В. А., 2013). Основным резервом увеличения производства мяса птицы является повышение ее продуктивности и высокой окупаемости затрат. Известно, что основную часть затрат в структуре себестоимости мяса цыплят-бройлеров составляют корма, доля которых достигает до 70 %. Поэтому важным направлением в птицеводстве является разработка различных способов и методов повышения эффективности использования корма птицей, снижение затрат и повышение рентабельности производства продукции (Данилов И. П., 2010; Слепухин В. В., 2011; Мартыненко Е.А., 2012; Loh T. C. et al., 2014; Alagawany M. et al., 2016; Gao P. et al., 2017; Wang Y. et al., 2017; Xing S. et al., 2017).

Это становится возможным через использование кормовых добавок в числе которых ферментные препараты, пробиотики, пребиотики, минеральные добавки и др. (Мозжерин В. И. и др., 2000; Pham M. et al., 2008; Apata D. F., 2008; Pourakbari M. et al., 2016; Dastar V. et al., 2016). Они обеспечивают не только повышение продуктивности птицы, но и лечебно-профилактическую защиту организма от негативных факторов внешней среды (Алеева И. Н, Кузовникова А. Е., 2006; Гулюшин С. П., 2010; Мартыновченко В. Д., Васильев А. Л., 2010; Егоров И. и др., 2011).

При этом значительное внимание уделяется препаратам, оказывающим влияние на микрофлору. Общеизвестно, что разнообразная кишечная микрофлора играет важную роль в метаболизме, усвоение питательных веществ животными (Ohimain E. I, Ofongo R. S., 2012; Kim H. B et al. 2012; Thacker P. A., 2013). Известно, что большинство микроорганизмов, населяющих кишечник птицы не патогены, наряду с ними встречаются патогенные и условно патогенные микроорганизмы. Безвредные и условно патогенные бактерии сдерживают рост и размножение друг друга и их соотношение в норме постоянно. Однако температурный стресс, смена рациона питания, перегруппировки, вакцинации неизбежно отражаются на микробиологическом балансе в желудочно-кишечном тракте и сдвигают его в сторону патогенной или условно патогенной микрофлоры. При таких нарушениях, баланс может быть восстановлен с помощью бактерий, дополнительно вводимых с кормом. Принцип замещения нежелательных бактерий конкурирующими с ними полезными известен как принцип пробиотиков (Пластилина Ю. В., 2014).

Пробиотики обычно определяются как «живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных количествах, оказывают благоприятное влияние на здоровье организма хозяина» (Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G. R., Merenstein D. J., Pot B. et al., 2014).

Как было показано, пробиотики, показаны для уменьшения риска заболеваний, возможно, вследствие снижения распространения патогенных видов, поддержания балансамикрофлоры в кишечнике и повышения устойчивости к инфекции (Peric L. et al., 2010), в том числе против Сальмонеллы (Pascual M. et al. 2001). Кроме того, пробиотики применяют в птицеводстве с акцентом на их влияние на рост продуктивности и качество продукции птицы (Ignatova M, Sredkova V, Marasheva V., 2009; Sarangi N. R, et al., 2016). В этой связи, определенный интерес представляют недавние исследования демонстрирующие влияние пробиотиков на pH, цвет,

влагоемкость, профиля жирных кислот и окислительная стабильность свежего мяса (Hossain E. M, Kim G. M., Lee S. K., Yang C. J., 2012; Saleh A. A., 2014).

Пробиотики, добавляемые в комбикорма, изменяют соотношение полезных и вредных микроорганизмов микрофлоры птицы, за счет чего корректируют процесс пищеварения: расщепления, всасывания и усвоения питательных веществ корма, влияют на формирование иммунитета. Специфические продукты метаболизма пробиотиков и собственных микроорганизмов обеспечивают оптимальную среду для нормального симбиоза простейших бактерий. К числу наиболее востребованных производством пробиотиков относятся «Субтилис», «Ветом», «Бацелл» и другие (Pogány Simonová M. et al., 2009; Yang Y., Choct M., 2009; Швыдков А. Н., 2012).

Пробиотики являются эффективным элементом технологии для повышения производства безопасной продукции животноводства и птицеводства (Коршунов В. М. и др., 2000; Бабичева И. А., 2012; Бурякова Н. Д., 2013; Левахин В. И. и др., 2013; Абрамкова Н. В., 2015; Алексеева И. А., 2015).

По своим пробиотическим свойствам наиболее известны микроорганизмы рода *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Saccharomyces* (Demeye D., 2010; Wilcock P., 2011; Brisbin J. T. et al., 2015; Кван О. В. и др., 2015; Мирошникова Е. П. и др., 2015; Сизенцов А. Н. и др., 2015).

Микроорганизмы, используемые в кормлении животных в Европе в основном включают грамположительные бактерии, которые принадлежат к роду *Bacillus* (*B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. subtilis*), *Enterococcus* (*E. faecium*), *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. casei*, *L. farciminis*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*), *Pediococcus* (*P. acidilactici*), *Streptococcus* (*S. infantarius*), *Bifidobacterium* (Spivey M. A et al., 2014; Sadeghi A. A. et al., 2014; Lauková A. et al., 2015; Park J. H., Kim I. H., 2015; Park Y. H., 2016).

Наукой накоплен значительный багаж знаний по проблеме, так основой для разработки пробиотического препарата является поиск микроорганизмов, которые можно использовать в качестве пробиотиков (Perdigon G. et al., 2011).

В своих исследованиях М. И. Подчалимов, Е. М. Грибанова (2015) отметили, что количество микроорганизмов в толстом отделе кишечника цыплят-бройлеров при включении в рационы пробиотика - Ветом 4, достоверно менялось в пользу лактобактерий и бифидобактерий, на фоне сокращения количества представителей патогенной микрофлоры. В результате чего активизировались метаболические процессы в организме цыплят, улучшалось их здоровье и продуктивные качества.

По мнению некоторых авторов представители рода бифидобактерий – основная таксономическая единица микробиоценоза ЖКТ, которая наглядно отражает здоровье животного (Зотова Т. В., 2006; Корнилова В. В., 2007; Овод А. С., 2013). Доминирование именно этой группы микроорганизмов в кишечнике сдерживает размножение патогенных и условно-патогенных бактерий, тем самым нормализуя микробиоценоз в целом. Антагонизм бифидобактерий обеспечивается путем образования за счет ферментации углеводов ацетата и лактата, продукции летучих жирных кислот (ЛЖК), лизоцимоподобных и других веществ с антибактериальной активностью (Gibson G. R., 1994; Hartini S., 2006).

Бифидобактерии оказывают иммуномодулирующее действие на макроорганизм. Они стимулируют пролиферацию лимфоидной ткани ЖКТ, усиливают фагоцитарную активность макрофагов, моноцитов, гранулоцитов, специфический гуморальный иммунитет, синтез цитокинов ( $\gamma$ -интерферона, IL-6, TNF, ALPHA), включая противоопухолевую защиту (Boullata Joseph I., 2004; Hartini S., 2006; Давлатов Р., 2008). Участвуют в деконъюгации желчных кислот, водно-солевом, белковом, жировом, нуклеотидном, витаминном обменах, поддержании рН и анаэробно-биоза в кишечнике. При видовой идентификации бифидобактерий, показано, что у птицы преобладают виды

*B.adolescentis*, *B.globosum*, *B.termophilum* и бифидобактерии вида *B.bifidum*, характерные для кишечника человека (Soomro A. H., 2002).

А. М. Первова (2013) в результате исследований установила, что в микробиоценозе желудочно-кишечного тракта животных присутствуют некоторые транзиторные бактерии, например, рода *Bacillus*, которые положительно влияют на здоровье и продуктивность животного.

Бактерии рода *Bacillus* способны вырабатывать множество ферментов, витаминов и бактерицинов (Топурия Л. Ю., Топурия Г. М., 2009, 2010; Топурия Г. М. и др., 2011). Применение пробиотиков рода *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* способствует оптимизации метаболических процессов в организме, а также повышению усвоения питательных веществ и активизации защитных сил организма (Ноздрин Г. А. и др., 2015).

Пробиотики на основе *Bacillus subtilis* благоприятно влияют на снижение количества токсичных биогенных аминов, образующихся при гниении белков в желудочно-кишечном тракте, и очищают воспалительные очаги от некротизированных тканей (Леляк А. А. и др., 2012). Так, на основе бацилл - пробиотик «Ветом 1.1», представляющий собой продукт генной инженерии (Ноздрин Н. П. и др., 1997), способствует повышению прироста массы животных и снижению затраты кормов на единицу продукции, а также повышению выживаемости. Пробиотик не вызывает побочных действий в организме, не обладает канцерогенным, токсическим, мутагенным и аллергическим действиями. «Ветом 1.1» нормализует микробиоценоз кишечника, кислотность среды, всасывание и метаболизм жиров, белков, углеводов, триглицеридов, аминокислот, сахаров, солей желчных кислот, железа, кальция, стимулирует клеточные и гуморальные факторы иммунитета, повышает устойчивость животных и птицы к инфицированию вирусными и бактериальными агентами (Ноздрин Н. П., Зеленков К. Л., 1992).

В. Д. Филоненко и др. (2014) отмечают, что пробиотик Субтилис (штамм *Bifidobacterium*) оказывает положительное влияние на рост и развитие мясных

цыплят и ограничивает накопление у них в кишечнике нежелательной сопутствующей микрофлоры, что повышает их жизнеспособность.

Использование пробиотика Субтилис в рационе цыплят-бройлеров позволило увеличить среднесуточный прирост на 8,24 %, сохранность на 4,0 %, снизить затраты корма на 1 кг прироста живой массы цыплят-бройлеров на 6,63 %; увеличить количество бифидобактерий и лактобактерий на 23,11 % и 45,60 % соответственно, при одновременном снижении количества стафилококков, энтерококков и БГКП; улучшить переваримость протеина, жира и клетчатки на 1,42 %, 6,80 %, 1,30 % соответственно; увеличить убойный выход на 0,6 %, выход съедобных частей на 1,84 % и долю тушек 1 категории в общем объеме на 1,30 %; снизить себестоимость прироста живой массы на 2,78 руб., увеличить рентабельность производства на 7,31 % и прибыль на 45,49 % (Саломатин В. В., 2009; Подчалимов М. И. и др., 2013).

Б. В. Тараканов (2014) указывает, что применение лактоамиловорина при выращивании цыплят-бройлеров увеличивает их сохранность на 1,1 %, живую массу – на 7,8 %, выход убойной массы 1-й и 2-й категорий соответственно на 25 % и 21 %. Использование данного пробиотика в кормах для гусей увеличивает живую массу птицы в 6-месячном возрасте на 12,55 %, снижает содержание влаги в мясе на 3,3 %, жира на 3 %, холестерина – на 3,3 %, повышает уровень белка на 5,7 %, что делает гусятину особенно ценной для диетического питания.

Е. Л. Букреева и др. (2014) изучали эффективность использования симбиотического кисло-молочного продукта кефинар в птицеводстве. Установили, что препарат повысил сохранность птицы: в опытной группе она была выше на 3 % по сравнению с контролем; яйценоскость в контроле составила 70,02 %, в группе с кефинаром – 76,17 %.

По данным А. И. Сканчева и др. (2015), применение пробиотика интестевит и биокорма Пионер при выращивании цыплят-бройлеров дает возможность снизить количество применения антибиотиков, повысить

резистентность организма птицы и получить более высокую экономическую эффективность производства птицеводческой продукции.

И. А. Егоров и др. (2015) рекомендуют пробиотик терацид-С для повышения сохранности, прироста живой массы и титров антител против ньюкаслской болезни у бройлеров при минимальном уровне его ввода в полнорационные комбикорма без антибиотиков до 38-дневного возраста. Доза – 5 г на 1 кг корма или  $12,5 \times 10^8$  КОЕ. В промышленном птицеводстве все чаще находят применение комбинированные пробиотики, изготовленные на основе различных микроорганизмов.

В исследованиях Кощаева А. Г. с соавторами (2014) на перепелах было установлено, что применение пробиотика Трилактобакта характеризуется активизацией основных видов обмена веществ, в том числе белкового – повышением содержания общего белка – на 5,17 %; минерального – за счет повышения в сыворотке крови содержание кальция на 2,71 % и фосфора на 19,5 %; снижением содержания холестерина на 10,6%. Использование кормовой добавки Трилактобакт положительно действует на качество получаемой мясной продукции.

Г. А. Ноздрин, А. И. Шевченко (2013), указывают на то, что включение в рацион цыплятам-бройлерам пробиотического препарата Ветом 1.1, повышает качественные показатели продукции, в частности выход тушек по категориям, содержание в мясе белка, жира, золы.

В. А. Бараников (2013), в своей работе указывает на то, что возможно получение экологически безопасной продукции птицеводства без использования в корме птицы антибиотиков за счет применения пробиотических препаратов на основе живых культур микроорганизмов нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Использование таких препаратов позволяет повысить функциональную активность ЖКТ, исключить дисбиоз и повысить неспецифическую резистентность и, в целом, обеспечить повышение конкурентоспособности производства мяса и яйца птицы.

В. Н. Лукашенко и др. (2011), в результате проведенных исследований установили, что по комплексу показателей мясо цыплят-бройлеров, выращенных с использованием пробиотических препаратов Бацелл, Моноспорин и Пролам, имеет более высокие характеристики качества по сравнению с контролем.

А. Ф. Шарипова, Д. Д. Хазиев (2014) изучили влияние различных доз пробиотической добавки Ветоспорин-актив на продуктивные показатели цыплят-бройлеров. Ими выявлено положительное влияние Ветоспорин-актив на сохранность цыплят-бройлеров, динамику среднесуточных приростов, переваримость питательных веществ, что выразилось в повышении их живой массы на фоне снижения затрат корма на единицу продукции. Наилучшие результаты были получены при введении в рацион Ветоспорин-актив в объеме 1 кг на 1 тонну комбикорма.

Ю. П. Фомичев, Т. В. Шайдулина (2013) провели ряд исследований на телятах и цыплятах – бройлерах, включая в состав их рационов пробиотик Тококарин. Добавка пробиотика стимулировала увеличение прироста у телят на 6,9-12,9 %, сократила длительность периодов расстройства пищеварения в 1,5-2 раза, снижала затраты корма и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы. Скармливание этого же пробиотика цыплятам-бройлерам способствовало увеличению среднесуточных приростов на 9,6 %, при снижении затрат кормов на 1 кг прироста на 6,3 %. Обращает на себя внимание, что пробиотик не оказывал отрицательного влияния на вкусовые качества мяса и бульона из него.

Использование пребиотика на основе инулина в кормлении цыплят-бройлеров стимулирует продуктивные качества, тем самым улучшая экономические показатели производства мяса птицы. Это подтверждают данные полученные Д. В.Осепчук и др. (2013).

Использование препарата Целлобактерин в рационе цыплят-бройлеров в количестве 1 кг. на 1 т. корма способствовало: увеличению среднесуточного

прироста живой массы на 7,36 %, сохранности на 1,0 %, снижению затрат корма на 1 кг. прироста живой массы цыплят-бройлеров на 4,97 %; увеличению количества бифидобактерий и лактобактерий на 24,8 % и на 48,6 % соответственно, при одновременном снижении количества стафилококков, энтерококков и БГКП; улучшению переваримости протеина, жира и клетчатки на 2,60 %; 5,80 % и 5,50 % соответственно; увеличению убойного выхода 0,5 %, выхода съедобных частей на 1,30 % и доли тушек 1 категории в общей массе на 1,00 %; снижению себестоимости на 2,20 руб., росту рентабельности производства на 5,72 % и прибыли на 33,32 %. (Грибанова Е. М. и др., 2013).

Скармливание пробиотика Коредон способствовало повышению мясной продуктивности птицы и ее качества, было установлено повышение массы потрошеной тушки, выход съедобной и мышечной части тушек, а также улучшение морфологического состава мяса. Не выявлено влияние препарата на развитие внутренних органов (Суханова С. Ф., 2011; Юсупов Р. С., 2013; Топурия Л. Ю., 2014).

А. Zheng (2014), в своей работе описывает эксперимент по дополнительному включению в рацион цыплятам-бройлерам пробиотического препарата на основе штамм *Enterococcus faecium*, в результате которого улучшился цвет и технологические свойства мяса. Экспрессия белка способствовала повышению влагоудерживающей способности мяса за счет восстановления клеточных мембран, снижалась выработка молочной кислоты. Достоверность результатов подтвердилась проведением количественной ПЦР.

Е. Alfaig et al. (2014), было установлено, что пробиотик улучшает качество мясо цыплят-бройлеров, в качестве методики была использована инфракрасная спектроскопия (прибор фирмы Ncolet 6700).

Ј. Н. Cho (2013), в своей работе указал на то, что совместное включение кисломолочного продукта (кефира) с  $\beta$ -глюканом, способствует улучшению качества мяса цыплят-бройлеров и повышает экономическую эффективность продукцию

Особый интерес в последнее время вызывает совместное использование пробиотических препаратов с антиоксидантами в кормлении птицы, в том числе селена и витамина Е. В процессах обмена веществ они играют важную роль, повышая иммунобиологическую реактивность организма. Их применение служит для улучшения здоровья и увеличения продуктивности птицы (Цогоева Ф. Д., Атарова М. Н., 2011).

Таким образом, обобщая все вышеизложенное, следует отметить, что применение пробиотиков при выращивании птицы, является целесообразным с точки зрения сохранности здоровья, продуктивности птицы и качества продукции, может явиться альтернативой антибиотикам, а также исключает возможность обсеменения тушек патогенными микроорганизмами из кишечника.

## **1.2 Современные аспекты изучения действия ультрадисперсных металлов на живые системы**

В развитии современных нанотехнологий значительную роль играют исследования наночастиц (НЧ) металлов. Это обусловлено, прежде всего, широким спектром возможностей их практического применения. Наноматериалы активно используются при производстве продукции бытового, гигиенического и промышленного назначения (Фатхутдинова Л. М., Халиуллин Т. О., Залялов Р. Р., 2009; Su O. D. et al., 2016).

Ученые на протяжении длительного периода времени обращаются с вопросом о том, насколько все таки важны маленькие частички. Так, в 1661 году Р. Бойль, попытался описать данные частички и назвал он их «крошечные массы или кластер, которым тяжело разложиться на составляющие их частицы». В 1857 году М. Фарадей опубликовал статью в «Философских

Трудах Королевского Общества», в своей работе он попытался описать, как металлические включения в витражном стекле влияют на его цвет. Первым, кто использовал измерения физических величин в нанометрах (нм), был Альберт Эйнштейн. Он в 1905 году теоретически доказал, что размер молекулы сахара равен 1 нм.

Современная история «нано» началась с лекции Ричарда Филлипса Фейнмана на заседании Американского физического общества (1987 год), «There is plenty of space on the bottom», на ней Ричард Филлипс отметил, что «нано», в переводе означает «карлик» или одна миллиардная часть, также он обратил внимание на получение изделий методом поатомной сборки. Главная мысль Фейнмана была в том, что в будущем станет возможно манипулировать частицами, собирать новые объекты последовательно «молекула за молекулой» и даже «атом за атомом» (Фельдблюм, 2013).

Термин «нанотехнологии» впервые введен в 1974 г. профессором Токийского научного университета Норио Танигучи, он предложил называть так механизмы, не превышающие одного микрона. В свою очередь, на возможность создания материалов с размерами менее 100 нм, указал немецкий ученый Г. Глейтер в 1981 г. Позднее он ввел в научный обиход такие термины, как «нанокристаллические материалы», «наноструктурные», «нанофазные» и т. д. (Gleiter, 2000).

Еще одним основоположником нанотехнологий считается американский учёный Ким Эрик Дрекслер, работавший в лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института (США). Именно благодаря ему вошёл в употребление термин «нанотехнология». Это произошло вскоре после опубликования в 1986 году книги К. Э. Дрекслера «Engines of creation: the coming era of nanotechnology» («Машина созидания: наступающая эра нанотехнологий»).

В своей следующей вышедшей в свет в 1992 году книге «Nanosystems: molecular machinery, manufacturing and computation» («Наносистемы.

Молекулярные механизмы, производство и программирование») К. Э. Дрекслер на высоком научном уровне рассмотрел проблемы практического применения нанотехнологий (Фельдблюм, 2013). Эти и другие исследования послужили началом применения нанотехнологических методов в промышленности.

Официально объектами изучения нанотехнологий являются материалы размером, не превышающем хотя бы вдоль одной координаты значения 100 нанометров (нм) (Hong, 2004). К основным характерным свойствам нанобъектов относят: 1) размер объекта или структурного элемента в одном или нескольких направлениях в нанометровом диапазоне; 2) резкое изменение или появление нового свойства при достижении определенного размера в этом диапазоне. Дополнительными уточняющими характеристиками для конкретных наноматериалов служат: доля поверхностных атомов, наименьший структурный элемент и элемент, определяющий существование фазы.

Чаще всего наноматериалы классифицируют по природе нанофазы на: углеродные (фуллерены, нанотрубки); полимерные – нанокомпозиты и древовидные (дендритные) структуры на полимерной основе; органические и неорганические нанопленки; металлические (НЧ, нанопорошки, нанокристаллы, нанопленки металлов, их соединений и сплавов); на керамической основе (нанокомпозиты) (Годымчук Н. П. и др., 2014).

Значительные перспективы использования имеют неорганические наноматериалы на основе металлов, которые можно разделить на две группы: 1) полностью металлические наноматериалы (металлы и сплавы); 2) наноматериалы из химических соединений, содержащих частицы металлов. Стабильные металлические и металлосодержащие НЧ называют нанопорошками (Годымчук Н. П. и др., 2014).

Прогнозы развития рынка нанотехнологий свидетельствуют о том, что к 2020 году использование нанопорошков сместится в сторону экологических приложений и медицины. По экспертным оценкам NanoroadSME, за десятилетний период (2011-2020 гг.) во всем мире будет изготовлено около 58

тыс. тонн НЧ металлов. Эксперты российского рынка нанотехнологий также прогнозируют рост спроса на нанопорошки со стороны предприятий аэрокосмической, энергетической, металлургической и автомобилестроительной отраслей (Макаров Л. Д., 2014). Крупная компания «Передовые порошковые технологии», является экспортером металлических нанопорошков во Францию, США, Бельгию и Израиль (Cai S. et al., 2013).

Среди нанопорошков основное место по производству занимают оксиды металлов, таких как: железо, цинк, церий, цирконий, иттрий, медь и магний. Ряд остальных нанопорошков производят в меньших количествах. Несколько меньшее по объему, но заметное по важности место принадлежит нанопорошкам чистых металлов, затраты на производство которых значительно выше, чем на производство их оксидов. По объему производства лидируют пять нанопорошков: железа, алюминия, меди, никеля и титана (Фельдблюм, 2013). НЧ магнетита все шире используются в медицине в качестве избирательных носителей для доставки лекарств к органам и маркеров, управляемых внешним магнитным полем. Ультрадисперсные частицы меди и её оксида  $\text{Cu}_2\text{O}$  широко применяются в качестве катализаторов разнообразных промышленных процессов. Широко известны и антибактериальные свойства меди, поэтому её используют для создания материалов медицинского назначения, оборудования для пищевой промышленности (Макаров Л. Д., 2014).

В тоже время, несмотря на то, что нанопорошки производят в закрытых помещениях, все же промышленные предприятия стоит рассматривать как активный источник попадания порошковых частиц в окружающую среду. На каждой стадии реализации технологической цепочки «взрыв-охлаждение-пассивация» есть потери при распылении. Попав в воздух и воду, диспергированные НЧ могут образовывать устойчивые во времени аэрозоли (El-Temsah, 2010) и агрегаты (Luetal., 2002), которые с помощью различных механизмов могут попадать в почву и другие компоненты экологической

системы (Linetal., 2004). Посредством сорбции НЧ активно поглощаются растениями, являющимися источником пищи практически для всех биообъектов (Da Silva et al., 2006; Buzea et al., 2007). В связи с этим, вопросы биологических и экологических рисков использования НЧ металлов являются важными при прогнозировании эффективности и безопасности внедрения нанотехнологий.

Биологическая активность НЧ обусловлена малыми размерами частиц (менее 100 нм), сопоставимыми с размерами клеток (10-100 мкм), вирусов (20-450 нм), белков (5-50 нм) и ДНК (шириной 2 нм, длиной 10-100 нм) (Годымчук Н. П. и др., 2014). Действие НЧ на организм проявляется, прежде всего, в присутствии их как инородных тел (для индифферентных частиц) на клеточном и макромолекулярном уровнях, а также в токсическом действии продуктов взаимодействия с биологическими жидкостями (Liu et al., 2014).

Большие возможности открываются для применения НЧ металлов в животноводстве и медицине (Помогайло А. Д. и др., 2015; Яушева Е. В., 2015; Евстигнеева Р. П., Пчелкин В. П., 2016). Варианты применения наночастиц для диагностики и лечения различных заболеваний, а также в иммунохимических методах исследования уже активно изучаются и разрабатываются в новом направлении экспериментальной медицины, получившем название «Наномедицина».

С 2004 года издается журнал «Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine», в котором публикуются основные результаты исследований в этом направлении. Показано, в частности, что наночастицы серебра могут использоваться для получения разнообразных материалов с бактерицидными свойствами (Norman S. et al., 2008; Егорова Е. М. и др., 2014; He Z. et al., 2017; Zhang G. et al., 2017), а наночастицы золота - для повышения эффективности и уменьшения побочных эффектов в радиотермальной терапии опухолей (Binupriya A. R. et al., 2010; Soloviev A. et al., 2015).

Использование наночастиц-металлов в сельском хозяйстве является междисциплинарной задачей, включающей в себя:

1. Получение нанопорошков металлов.
2. Проведение материаловедческой аттестации наночастиц.
3. Использование наночастиц металлов в различных областях сельского хозяйства.

На основе разработанных Н. Н. Глущенко (1989) подходов к оценке и использованию наночастиц в биологии и сельском хозяйстве препараты ультрадисперсных веществ получают все большее распространение.

В этом направлении есть определенные успехи. Так, установлено что, токсичность наночастиц селена, железа и меди в МПД, ЛД<sup>50</sup>, ЛД<sup>100</sup> в десятки и сотни раз ниже в сравнении с минеральными солями этих металлов. При этом по показателям МПД, ЛД<sup>50</sup>, ЛД<sup>100</sup> железо в наноструктурном состоянии значительно менее токсично, чем железо сульфат (Глущенко Н. Н., 1988; Богословская О. А. и др., 2009).

Одним из актуальных направлений является использование наночастиц в птицеводстве, животноводстве. В животноводстве, вопрос о применении наночастиц чаще всего сводится к изучению свойств наночастиц металлов-микроэлементов, что подтверждается значительным количеством работ в этой области.

В опытах со стельными коровами, получавшими с кормом нанопорошки железа, установлено, что телята рождаются более жизнеспособными, они меньше болеют желудочно-кишечными и респираторными болезнями, а их сохранность повышается на 25 %. Отмечено, что новорожденные телята, получавшие препарат с молоком или водой, переносили желудочно-кишечные заболевания в более легкой форме; их падеж отмечался значительно реже чем в контроле (на 63 %), а длительность заболевания при лечении общепринятыми методами была в среднем на 5-7 дней короче. У подопытных коров редко отмечались эндометриты и маститы. Аналогичные результаты получены в

опытах при введении наночастиц в форме суспензий внутримышечно стельным коровам за 45 дней до отела и телятам от 1 до 25-дневного возраста (Чурилов Г. И. и др., 2008).

Использование наночастиц сплава железа и кобальта в составе рационов способствует повышению уровня эссенциальных и условно эссенциальных микроэлементов, и снижению уровня токсичных элементов в теле рыб (Глущенко Н. Н., 1988; Богословская О. А. и др., 2009; Ильичев Е. и др., 2011; Мирошникова Е. П. и др., 2012; Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Килякова Ю. В., 2013).

Как показал анализ литературных данных использование уникальных свойств наночастиц в птицеводстве представляется крайне перспективным (Wang C. et al, 2011; Zhou X., Wang Y., 2011; Mroczek-SosnowskaN.et al, 2015).

Добавка в рацион птицы препаратов на основе нанодисперсного железа приводит к повышению яйценоскости, увеличению каротина в желтке и витамина А, Е и С, при этом показатели сохранности и привесов цыплят повышаются на 25-30 % (Павлов Г. В., 2007).

Д. В. Ежков и др. (2016), установили, что включение в рацион цыплятам-бройлерам наноразмерного фосфорита Сюдюковского месторождения Тетюшского района Республики Татарстан увеличивает живую массу птицы на 10,9-19,4 %. В крови опытных бройлеров отмечается повышение концентрации минеральных веществ: кальция, фосфора и резервной щелочности, улучшаются показатели качества мяса.

В рамках оценки зависимости оказываемого биологического эффекта от размера частиц высокодисперсных порошков, интерес представляет исследование микрочастиц. Как известно, микрочастицы наряду с наночастицами характеризуются рядом схожих и иногда более выраженных биологических эффектов оказываемых на живые системы. Так, из анализа микрочастиц железа следует, что их введение в корм способно повышать переваримость сухого вещества и увеличивать содержание общего белка в

сыворотке (Гарипова Н. В. и др., 2012; Гарипова Н. В., Заверюха А. Х., Зелепухин А. Г., 2013).

Ранее проведенные исследования биологической активности наночастиц металлов, позволили установить, что например, нанокристаллическое железо в биотических дозах ускоряет рост птиц, усиливает регенерацию печени после частичной гепатэктомии, ускоряет заживление тканей (Глущенко Н. Н., Богословская О. А., Ольховская И. П., 2012, Байтукалов Т. А. и др. 2015).

Высокая эффективность нанокристаллических форм металлов в сравнении с неорганическими солями и другими источниками подтверждается целым рядом исследований. Так, установлена низкая токсичность элементарного Se в форме наночастиц, по сравнению с аминокислотой селенометионином (Wang H., 2014).

Большой интерес представляют собой высокодисперсные порошки, компонентами которых являются наночастицы меди (Дудакова Ю. С., 2010; Сизова Е. А., 2011; Gravesen E., 2013; Kumar R., 2013; Arndt A., 2014; Astanina K., 2014 и др.).

Благодаря широкому нахождению в природе, выполнению разнообразных функций внутри большинства живых организмов, относительно низкой себестоимости и экологической безопасности наночастицы меди (Cu) обладают высоким потенциалом для применения в качестве антимикробного агента, заменяя серебро и композиты других металлов при разработке антибактериальных средств (Veerapandian M. et al., 2012).

Установлено, что при опрыскивании наночастицами меди корма для цыплят с суточного до 250-дневного возраста повышаются темпы роста и сохранность птицы. Яйценоскость у птиц начинается на 5-7 дней раньше, и у них снижаются последствия стрессов (перегруппировка, вакцинация и так далее), повышается содержание каротина в крови и желтке, кальция в скорлупе и костях, отмечено стимулирование лимфоидных органов в физиологических

пределах. При этом сохранность птиц составила 94 % (в контроле – 72 %), яйценоскость – выше на 10-15 % чем в контроле (Мухина Н. В. и др., 2010).

В исследованиях Сизовой Е. А. с соавтр. (2012) установлено, что использование наночастиц меди в составе кормов приводит к снижению концентрации кадмия в теле цыплят-бройлеров.

N. Mroczek-Sosnowka et al. (2017) определяли прочность бедренной кости у цыплят-бройлеров, при дополнительном введении в рацион наночастиц Cu. Так, бедренная кость в группе с нано Cu имела большую прочность в сравнении с контрольной. Авторы сделали вывод о том, что нано Cu можно использовать, как альтернативное решение в профилактике остеопроза костей у сельскохозяйственной птицы.

Исследования M. Lukaszewicz et al (2016), показали, что наночастицы Cu положительно влияют на воспроизводительность кур-несушек. Масса тела опытной птицы на конец эксперимента достоверно превышала контрольную группу.

Таким образом, изучение действия наночастиц металлов на живые системы и их способность проникать через основные барьеры организма, преодолевать мембраны клеток, вместе с низкой токсичностью показывает перспективность их использования в дальнейшем изучении биологических объектов.

### **1.3 Использование биодобавок и ультрадисперсных частиц металлов-микроэлементов в животноводстве и птицеводстве**

В настоящее время особую актуальность приобретают исследования, направленные на совместное использование биопрепаратов с наночастицами металлов-микроэлементов, что возможно позволит в дальнейшем создать

препарат нового поколения (Благитко Е. М., 2007; Габисония Т., 2009; Кебец Н., 2009; Дзагуров Б., 2010).

С 1956 года из идеи американского физика Ричарда Фейнмана началось вдохновение в области нанотехнологий. Наночастицы превратились в важную область современных исследований с потенциальными эффектами в сельском хозяйстве и индустрии животноводства.

Начаты исследования, посвященные изучению эффективности наноминералов в животноводстве и сельском хозяйстве (Subramanian, Tarafdar, 2011). В работе (Yang T. et al., 2014) нано- и обычный витамин D<sub>3</sub> добавляли к корму кур-несушек. Авторы показали, что производительность и качество голени у кур, которые питаются нано-витамином D<sub>3</sub>, были лучше, чем при вскармливании обычным витамином.

L. Zha et al. (2009) сообщили, что применение нанохрома с витамином D<sub>3</sub> значительно уменьшает концентрацию инсулина и кортизола в сыворотке крови, повышает количество иммуноглобулина G и фагоцитарную способность макрофагов.

Микроэлементы Se и Zn являются важными элементами для животных (Bian et al., 2010). Это пищевые добавки, которые предотвращают диарею и смерть свиней, а также способствуют здоровому росту откормочных свиней. Разведение 500 мг/кг нано-ZnO было таким же эффективным, как 2000 мг/кг ZnO. Поэтому для повышения эффективности роста и облегчения диареи, а также улучшения микрофлоры кишечника свиней рекомендуется применения наноформы металлов (You et al., 2012). Результаты показали, что средний суточный прирост свиней в опытных группах составил 15,3 %; 9,9 % и 14,7 %, а диарея сократилась на 66,7 %; 55,6 % и 55,6%, соответственно.

В настоящее время источником Se, наиболее широко используемым в кормах, является селенит натрия, но он имеет высокую токсичность и низкий коэффициент биологического использования. Кроме того, он оказывает

прооксидантное действие, вызывая, таким образом, неблагоприятное воздействие на животных и окружающую среду (Zhu, Jiang, 2005).

Нанопорошок Se имеет значительные преимущества: высокая скорость абсорбции, безопасность, высокая антиоксидантная способность, свойство увеличивать яйцекладку и показатели роста. Токсичность наноселена ниже, чем у селенометионина, и его токсичность в настоящее время является самой низкой из всех добавок селена. Другие исследователи обнаружили, что суточный прирост массы в экспериментальной группе (с наноселеном) был на 27,9 % выше, чем в контрольной. Выживаемость и экономический эффект увеличились на 2 % и 5,8 %, соответственно. Затраты корма были сокращены на 18,8 %. Цыплята в экспериментальной группе были здоровыми, с хорошим аппетитом, с блестящими и гладкими перьями, в отличие от кур контрольной группы (Shi Y. H. et al., 2011; Zhou X, Wang Y., 2011; Cai et al., 2013).

Влияние нано-Se на качество, рост и антиоксидантную функцию у свиней изучалось по сравнению с контролем селенитом натрия (Xia et al., 2005, 2006). Исследователи обнаружили, что при уровне Se в пределах 0,4-1,0 мг/кг показатели роста поросят, активность глутатионпероксидазы, уровень антиоксидантов в опытной группе были значительно выше, чем в группе селенита натрия. В свою очередь, содержание малонового диальдегида и активных форм кислорода в группе нано-Se были значительно ниже, чем в группе селенита натрия.

В качестве добавки микроэлементов четвертого поколения часто используют наноксид цинка (нано-ZnO), который обладает поверхностным и объемным эффектами, а также эффектом квантовых размеров. Эти функции обеспечивают широкие перспективы применения в кормлении животных. Нано-ZnO может значительно улучшить показатели продуктивности животных и снизить скорость диареи у поросят. Он также может улучшить абсорбционную способность желудка и кишечника птицы, а также скорость

абсорбции питательных веществ в кишечнике, что значительно снижает себестоимость производства (Pan et al., 2005; Zhong, Chen, 2005).

Вполне очевидно, что свойства наноматериалов при контакте с веществами корма меняются. Так, известно, что токсичность наноселена может быть снижена дополнительно через скармливание совместно с белками (Карпова Е. А. и др., 2014). Покрытие цеолита серебряным нанокompозитом оказывает стабильно положительное влияние на продуктивные показатели цыплят (Тарабанова Е. В., 2011).

Сотрудниками Университета Клемсона были разработаны биофункциональные наночастицы (Taylor et al., 2004), которые используются в лечении кишечных инфекций. Данные препараты ликвидируют активность адгезинов энтеропатогенов, отвечающих за прикрепление к эпителиоцитам кишечника (Cinco et al., 1984; Stanley et al., 2000).

Другим препаратом подобного действия является нанофид (пищевая добавка для животных), который увеличивает общую сопротивляемость животных к болезням. Нанофид также действует как антиоксидант. Результаты исследований показали, что препарат способствует сокращению действующей концентрации антибиотиков, улучшению роста костей, усвоению фосфатов и снижению смертности животных (Xia M.S. et al, 2016).

Наряду с этим, наноксид цинка в кормлении свиней предотвращает диарею у молодых поросят, тем самым минимизируют их потерю веса. С этой целью широко применяется нанопроduct Fra ZN C4 (Framelco, Raamsdonksveer, Нидерланды), содержащий сухой нанопорошок оксида цинка (Subramanian K. S., Tarafdar J. C., 2011).

Результаты исследования влияния добавки наночастиц серебра на микробиоту и морфологию кишечника при отлучении свиней, показали, что металл воздействует на определенные бактериальные группы, уменьшает микробную нагрузку тонкого кишечника, что опосредуется его антимикробными свойствами (Fondevila et al., 2009; 2010). Наночастицы

серебра также широко применяются в рационе цыплят-бройлеров (Pineda et al., 2012). Магнитные наночастицы были успешными для извлечения афлатоксина В<sub>1</sub> и зеараленона из корбикорма (Kim et al., 2012).

Министерство сельского хозяйства США и Университет Клемсона разработали биологически активные полистирольные наночастицы для цыплят, которые связываются с патогенами для снижения пищевых патогенов. Например, наноклиб (модифицированный монтмориллонитовый нанокомпозит) нейтрализует вредное воздействие афлатоксина на домашнюю птицу (Shietal., 2006).

Репродуктивные характеристики животных влияют на показатели сельского хозяйства во всем мире (Kuzma, 2010). Технология искусственного обсеменения имеет большой потенциал для улучшения репродуктивных функций в животноводстве (Sutovsky, Kennedy, 2013).

Использование в кормлении цыплят серебряного нанобиокомпозита в дозах 3-10 % обеспечивает стойкое подавление патогенной и условно-патогенной микрофлоры ЖКТ птицы при стимулирующем эффекте колонизации кишечника лактобактериями. Перспективны комплексные препараты, содержащие и другие биологически активные среды живого организма. Так, В. У. Hung et al. (2015), в своих исследованиях разработали препараты из эмбрионально-плацентарных жидкостей и тканей, с дополнительным включением наночастиц. При внутримышечном введении таких препаратов оплодотворяемость у коров повышается на 8-10 %, обеспечивается экономический эффект. При внутрибрюшинном введении новорожденным телятам с диспепсией количество выздоровевших телят на 14 % было больше по сравнению с контрольной группой.

Е. В. Яушева, С. А. Мирошников (2015), установили, что совместное использование внутримышечных инъекций наночастиц железа с включением в рацион аминокислоты аргинин увеличивало живую массу цыплят по сравнению со сверстниками контрольной группы на 7,82 % через сутки после первой

инъекции и на 6,36 % через сутки после второй инъекции. Наибольшее увеличение живой массы опытной птицы отмечалось на 4-е сут. после первой инъекции. Проведённые исследования указывают, на ростостимулирующий эффект наночастиц железа, совместно с использованием аргинина.

Исследования на теплокровных животных показали, что совместное введение ферментного препарата и наночастиц цинка в рацион приводит к повышению перевариваемости питательных веществ (Нестеров Д. В. и др., 2012).

Дополнительное включение в рацион цыплятам-бройлерам ферментного препарата совместно с наночастицами селена, позволило повысить биологическую полноценность продукции, причем морфологические и биохимические параметры крови исследуемой птицы не отличались от контрольной группы (Zhou X., Wang Y., 2011; Cai S. J. et al., 2012). Сходные результаты были получены при совместном использовании ферментного препарата и наночастиц цинка (Mohammadi V. et al., 2016)

А. Р. Пресняк (2015), введение в рацион цыплят-бройлеров наночастиц микроэлементов в виде порошков железа, меди и цинка с размером частиц 50-100 нм с рибофлавином и метионином, в дозе, вдвое меньшей по сравнению с сульфатами, полностью обеспечивает потребность птицы в микроэлементах и оказывает ростостимулирующее действие.

Хочется отметить, что добавление наночастиц меди на основе хитозана в качестве пищевых добавок увеличивает среднесуточное потребление корма и среднесуточный прирост у свиней, а также уменьшает диарею. При этом, оптимальный дополнительный уровень вносимых наночастиц хитозана составлял 100 мг/кг. Эти результаты свидетельствуют о том, что дополнительное добавление меди в основу хитозана оказывает благотворное влияние на иммунную и антиоксидантную функции у отлученных свиней, что также может повысить показатели роста животных и снизить частоту диареи. Соответственно, хитозан, наполненный наночастицами меди, имеет

потенциальную перспективу использования вместо антибиотиков (Wang et al., 2011).

Необходимо указать, что исследователями получена эффективная ДНК-вакцина от вируса ящура с использованием маннозилированных наночастиц хитозана. Иммунологическая оценка показала, что 20 мкг ДНК-вакцины, комплементированной маннозилированными наночастицами хитозана, индуцируют иммунный ответ у свиней (Nanda et al., 2012).

Учитывая, что в лечении и профилактике желудочно-кишечных заболеваний широкое использование приобрели пробиотики - препараты, в состав которых входят живые микроорганизмы, отличающиеся высокой антагонистической активностью против патогенной и условно-патогенной микрофлоры (Новик Г. И. и др., 2006, Панин А. Н., Малик Н. И., 2006).

Перспективным представляется использование последних совместно с наночастицами, что будет способствовать активирующей и стабилизирующей функцией в борьбе с опасными инфекциями. Важным свойством микробных клеток является способность аккумулировать наночастицы металлов как на поверхности, так и внутри клетки.

В исследованиях А. Е. Аринжанова, Е. П. Мирошниковой, Ю. В. Киляковой (2015), было показано, что совместное скармливание наночастиц железа, ферментного препарата Ровабио XL и пробиотического препарата - Бифидумбактерин бифидум положительно влияет на рост и развитие карпа. Причем наилучшие показатели по динамике роста карпа зафиксированы при добавлении наночастиц Fe и пробиотического препарата Бифидобактерин бифидум. Гематологические показатели сохранялись в пределах физиологической нормы.

Ya. Turko, V. Ushkalov (2016), проводили исследования на курах-несушках, в рацион вводили пробиотический препарат (микроорганизмы из рода лактобактерий) с наночастицами кобальта. Совместное использование последних, способствовало поддержанию интенсивности перекисного

окисления липидов на физиологическом уровне в течении всего эксперимента, что поддерживало адаптационно-компенсаторные реакции всего организма.

В исследованиях М. С. Дорошенко, Ю. В. Аркуш (2014) с использованием тестовых штаммов бактерий типичных культур пробиотиков *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* и *Lactobacillus acidophilus* с наночастицами металлов (Au, Ag, Fe - Cu), на базе института биокolloидной химии им. Ф. Д. Овчаренко установлено, что под воздействием наночастиц металлов в зависимости от их размера и концентрации на 20-40% повышается H<sup>+</sup>-АТФ активность бактериальных клеток, на 20-50% повышается антибиотикорезистентность производственных штаммов-пробионтов.

J. Yang et al. (2016), оценивали совместное использование пробиотического препарата (штамм *Bacillus subtilis*) с наночастицами Cu. После 28 дней эксперимента, повысилась живая масса цыплят-бройлеров, значительно снизился уровень общего холестерина и триглицеридов. Кроме всего прочего, произошло увеличение количества нормофлоры - лактобактерий и бифидобактерий в слепой кишке, в то время, как количество кишечной палочки и сальмонелл значительно снизилось, в сравнении с контролем. В конечном итоге, по оценке качества мяса, было получено - улучшение влагоудерживающей способности и цвета куриного мяса.

Наночастицы меди проявляют ярко выраженную биологическую активность, в т.ч. бактериостатическое и бактерицидное действия. Имеются отдельные примеры изучения на штаммы *E. coli*, *St. aureus* (Богословская О. А и др., 2006).

Препараты меди, введенные в организм животных в виде наночастиц, обладают пролонгированным действием и меньшей токсичностью по сравнению с солями. Наночастицы меди при введении в организм стимулируют механизмы регуляции микроэлементного состава и активность антиоксидантных ферментов (Глуценко Н. Н. и др., 2006; Арсентьева И. П и др., 2007).

Jayesh P. Ruparelia et al. (2008), исследовали бактерицидные свойства наночастиц Cu на *Bacillus subtilis*, которые показали самую высокую чувствительность к наночастицам меди.

Saeed Ziaei-Nejad et al. (2015), изучали антагонистические свойства наночастиц меди и пробиотического штамма *Bacillus subtilis* в исследованиях *in vitro*. Совместное использование штамма *Bacillus* и нано Cu, положительно влияют на рост и развитие белой креветки.

Vera José Manuel D. et al. (2014), определили, что совместное использование штамма *Bifidobacterium longum* и наночастиц Cu и Zn, оказывают положительное влияние на пищеварительную систему цыплят-бройлеров. Авторы предполагают, что комплексное использование последнего, приведет к снижению смертности цыплят, если выпаивать их с 7 дневного возраста.

А. Нида и др. (2017), использовали пробиотические препараты, для разработки нового поколения препаратов для лечения и диагностики различных заболеваний. Авторы подчеркивают потенциал совместного использования наночастиц и пробиотических препаратов в области фармацевтики, ветеринарии, медицины и биотехнологии. В частности, наночастицы меди совместно с пробиотическими штаммами *Bifidobacterium* для противомикробной активности.

Таким образом, на сегодняшний день информации о влиянии НЧ металлов на состав микрофлоры сельскохозяйственных животных и птиц, все еще недостаточно. Поскольку защита микробиоценоза играет важную роль в нормальном функционировании кишечника, то крайне важно получить информацию о том, как НЧ могут повлиять на сообщества микроорганизмов в теле животных. Вероятно, появление в составе биопрепаратов нанометаллов увеличит площадь ферментативно-активной поверхности кишечника животных, что в свою очередь повысит интенсивность пищеварения. Исследователями выявлено, что введение НЧ металлов в модельную ободочную кишку вызывает не летальные изменения в фенотипе микробного

сообщества, которые делятся на три фазы: начальную, переходную и гомеостатическую (Taylor et al., 2015). В других работах показано, что НЧ металлов оказывают избирательное воздействие на микробиологический статус кишечника цыплят-бройлеров, но не влияют ни на показатели роста, ни на гистологическую картину тонкого кишечника (Pineda et al., 2012; Ognik et al., 2016). В частности, НЧ меди увеличивают общее количество аэробных мезофильных бактерий, уменьшают количество факультативных анаэробов, а также приводят к небольшому увеличению длины ворсинок (Ognik et al., 2016). В противоположность этому, в работе (Sawosz et al., 2007) показано, что введение НЧ меди в дозе 25 мг/кг стимулирует рост молочнокислых бактерий (*Lactobacillus salivarius* и *Lactobacillus fermentum*), но не влияет на рост *E. coli*.

На основании вышеизложенного актуальным является изучение влияния совместного использования пробиотических препаратов на основе штаммов *Bifidobacterium longum* и *Bacillus subtilis* с НЧ меди и ее оксида на продуктивность и качество получаемой продукции.

## 2 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1 Материалы и методы исследований

Исследования были проведены в период с 2013 по 2018 г. г. на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» и отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов имени профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН». Для проведения исследований была использована база Испытательного центра (аккредитация Госстандарта России – Рос. RU № 000121 ПФ59) и лаборатории «Агроэкологии техногенных наноматериалов» ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН.

Исследования выполнены в три этапа: на первом этапе была произведена серия экспериментов «*in vitro*» по определению видового состава факультативно-анаэробной микрофлоры желудочно-кишечного тракта (толстый отдел кишечника) и биотестированию ультрадисперсных препаратов меди на модели пробиотических препаратов и представителей факультативно-анаэробной нормофлоры кишечника; на втором этапе исследований в трех экспериментах на цыплятах-бройлерах изучено продуктивное действие и влияние на обмен веществ пробиотических препаратов при совместном применении с препаратами меди. На заключительном этапе проведена производственная проверка полученных результатов.

В исследованиях использованы ультрадисперсные препараты меди производства ООО «Платина» (г. Москва): меди Cu ( $d = 55 \pm 15$  нм; Z-потенциал  $31 \pm 0,1$  мВ;  $S_{\text{пов}} = 9$  м<sup>2</sup>/г) и оксида меди CuO ( $d = 90 \pm 10$  нм; Z-потенциал  $47 \pm 0,1$  мВ;  $S_{\text{пов}} = 14$  м<sup>2</sup>/г).

Материаловедческая аттестация (размер частиц, полидисперсность, объемность, количественное содержание фракций, площадь поверхности) препаратов включала электронную сканирующую, просвечивающую и атомно-

силовую микроскопию с использованием LEXTOLS4100, JSM 7401F, JEM-2000FX («JEOL», Япония). Размерное распределение частиц исследовалось на анализаторе наночастиц Brookhaven 90Plus/BIMASZetaPALS и Photocor Compact («Фотокор», Россия).

Для решения задач I этапа исследований использованы следующие методики:

*Определение КОЕ исследуемых микроорганизмов в образцах содержимого кишечника цыплят-бройлеров, получаемые при убое, перед проведением количественных высевов определяли массу образцов из каждой группы и помещали их в пробирки эппендорф, содержащие изотонический раствор хлорида натрия в объеме, соответствующем весу образца. Далее производилась гомогенизация на приборе Tissue Lyser LT (QIAGEN – фирма производитель) с использованием металлических шариков при 20 оборотах/мин в течение 30 секунд. Затем проводили осаждение непереваренных остатков пищи на приборе Вортекс. После осаждения отбирали надосадочную жидкость, которую высевали на среду Плоскирева в чашках Петри, в разведениях с  $10^{-1}$  по  $10^{-4}$ .*

После инкубации чашек Петри с посевом суспензий фекальных масс в течение суток при температуре  $37^{\circ}\text{C}$  определяли число выросших колоний и подсчитывали количество КОЕ.

*Метод выделения и идентификации чистой культуры, для выделения чистой культуры был использован чашечный метод. Принцип метода заключается в получении чистой культуры из отдельной колонии, которую считают результатом развития одной клетки.*

Содержимое кишечника растворяли в стерильном физиологическом растворе и высевали на 1,5-ный мясопептонный агар (МПА) бактериологической петлей методом истощающего штриха на 4 сектора. Чашка Петри на 24 часа помещалась в термостат при температуре  $37^{\circ}\text{C}$ . При выделении чистых культур учитывались морфологические признаки колоний,

растущих изолированно. Затем производили пересевы бактерий из отдельных колоний на другие чашки Петри со стерильно залитым МПА с последующим инкубированием в течении суток при температуре 37 ° С. Пересевы делали до тех пор, пока на чашках отдельно не выделялись морфологически различные культуры бактерий.

После выделения изолированных колоний проводилась дальнейшая идентификация полученных культур клеток общепринятыми методами.

*Метод последовательных разведений*, для выполнения данного этапа работы предварительно были приготовлены: стерильная жидкая питательная среда (МПА), стерильные пробирки – по 13 штук для каждой серии разведений, стерильные 0,5 М растворы наночастиц, взвеси культур микроорганизмов.

Для приготовления растворов (лизолей) испытуемых препаратов их навески смешивали с водой и подвергали воздействию ультразвука в течении 30 минут с последующим доведением до значения рН 7. Микрофлора высевалась на 1,5-ный МПА и инкубировалась в термостате 24 часа при температуре 37 ° С.

Эксперимент проводился в трех повторностях. В пробирки автоматической пипеткой вносились по 3 мл мясopептонного бульона (МПБ), кроме первой (в первую вносилось 4 мл среды и 1 мл 0,1 М испытуемого препарата. Таким образом, в первой пробирке концентрация вещества составила 0,02 М. Содержимое первой пробирки тщательно пипетировалось с последующим переносом 3 мл во вторую пробирку, из второй в третью, из третьей в четверную и так до десятой, из которой 3 мл удалялось.

В результате титрования, в каждой последующей пробирке содержалась концентрация в два раза меньше, чем в предыдущей. Содержимое 11-й пробирки служило контролем роста бактерий, 12-й – контролем стерильности питательной среды, а 13-й контролем стерильности раствора соли металла. Для приготовления каждого разведения использовался стерильный наконечник

пипетки. Во все пробирки, кроме 12-й и 13-й, вносилось 30 мкл суспензии микроорганизмов. Суспензии готовились из суточных агаровой культур по стандарту мутности. Посев инкубировали в термостате в течение суток.

Учет результатов проводился визуально, при этом отмечалось наличие роста (сравнивали с контролем роста микроорганизма) или его отсутствие (сравнивали с контролем среды). Затем отмечалась последняя пробирка с полной видимой задержкой роста микробов. Количество металлов в этой пробирке является минимальной подавляющей концентрацией (МПК) для испытуемого штамма.

*Метод агаровых лунок*, изучаемый образец высевали сплошным «газоном» на поверхность агаровой пластинки в чашке Петри.

После этого, пробочным сверлом (диаметр примерно 8 мм) вырезали агаровые блочки, на одной чашке Петри можно разместить 5-7 агаровых лунок в которые вносят исследуемые концентрации веществ для оценки их бактерицидного или бактериостатического эффекта.

Чашки помещали в термостат на 20-24 ч при температуре, благоприятной для развития тест-организма с последующим учетом роста и визуальной оценки влияния исследуемого соединения на рост и морфологию тест организма, чем активнее исследуемое вещество, тем больше будет диаметр зоны отсутствия роста тест-микроба.

На втором этапе исследования были проведены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) на цыплятах-бройлерах кросса «Смена-7». Для эксперимента было отобрано 90 голов недельных цыплят-бройлеров, которых методом аналогов разделили на 3 группы (n=30). Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях содержания и кормления. Продолжительность эксперимента 28 суток, включавшие подготовительный (7 суток) и учетный (21 день) периоды (таблица 1). Методикой I эксперимента предполагалось изучение влияния дополнительного введения в рацион ультрадисперсных частиц Cu и CuO на

зоотехнические, биохимические и физиологические параметры цыплят-бройлеров.

Таблица 1 - Схема I эксперимента на цыплятах-бройлера

Группа	Возраст, сутки	Период исследования	
		подготовительный (8 -14 сут)	учетный (15-36 сут.)
Контроль	7	основной рацион (ОР)	ОР
I опытная	7		ОР+УДЧ Cu
II опытная	7		ОР+УДЧ CuO

Примечание:

ОР – основной рацион;

УДЧ Cu – ультрадисперсные частицы меди в дозировке 1,7 мг/кг корма;

УДЧ CuO – ультрадисперсные частицы оксида меди в дозировке 2,13 мг/кг корма.

В период с 8 по 28 сутки жизни все цыплята-бройлеры находились на стартовом рационе (кукурузно-пшеничный тип кормления около 60 %). Контрольная группа находилась на основном рационе с количеством обменной энергии 12,9 МДж и уровнем протеина 21,87 %. По истечении 2-х недель птица была переведена на ростовой рацион (пшенично-ячменно-кукурузном типе кормления около 70 %) с количеством обменной энергии 13,28 МДж и уровнем протеина 21,00 %) до окончания эксперимента. При составлении рационов в опытных группах цыплят-бройлеров расчеты произведены с учетом поставленной цели, а именно оценка влияния ультрадисперсных частиц меди и оксида меди на метаболизм и продуктивность цыплят-бройлеров. Первая опытная группа дополнительно к основному рациону получала наночастицы Cu, в дозировке 1,7 мг/кг корма (Сизова Е. А. и др., 2016), II опытная группа - CuO в дозировке 2,13 мг/кг корма (с уровнем меди 1,7 мг).

Методикой II эксперимента предполагалось изучение совместного использования пробиотического препарата Соя-бифидум на основе штамма *Bifidobacterium longum* с ультрадисперсными частицами Cu на зоотехнические,

биохимические, физиологические параметры цыплят-бройлеров и биологическую полноценность продукции птицеводства.

Исследования были проведены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) на цыплятах-бройлерах кросса «Смена-7». Для эксперимента было отобрано 90 голов недельных цыплят-бройлеров, которых методом аналогов разделили на 3 групп (n=30). Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях содержания и кормления. Продолжительность эксперимента 28 суток, включавшие подготовительный (7 суток) и учетный (21 день) периоды (таблица 2).

Таблица 2 - Схема II эксперимента на цыплятах-бройлерах

Группа	Возраст, сутки	Период исследования	
		подготовительный (8 -14 сут)	учетный (15-36 сут.)
Контроль	7	основной рацион (ОР)	ОР
I опытная	7		ОР+С
II опытная	7		ОР+С+УДЧ Cu

Примечание:

ОР – основной рацион;

С – препарат соя-бифидум, в дозировке 0,7 мл/кг корма;

УДЧ Cu – ультрадисперсные частицы меди в дозировке 1,7 мг/кг корма.

В период с 8 по 28 сутки жизни все цыплята-бройлеры находились на стартовом рационе (кукурузно-пшеничный тип кормления около 60 %). Контрольная группа находилась на основном рационе с количеством обменной энергии 12,86 МДж и уровнем протеина 21,83 %. По истечении 2-х недель птица была переведена на ростовой рацион (пшенично-ячменно-кукурузном типе кормления около 70 %) с количеством обменной энергии 13,29 МДж и уровнем протеина 21,02 %) до окончания эксперимента. I опытной группе дополнительно в рацион вводили пробиотический препарат соя-бифидум, (штамм *Bifidobacterium longum*), в 1 мл. препарата около  $10^7$  микробных тел (Гос. регистрация М.З. РФ № 77.99.11.3.У.5249.10.04 и №

77.99.11.3.У.5246.10.04 с включением в Федеральный реестр БАД), оптимальная дозировка по М. Б. Цинбергу (2001). II опытная группа - Соя-бифидум совместно с ультрадисперсными частицами Cu, в дозировке 1,7 мг/кг корма (Сизова Е. А. и др., 2016).

Методикой III эксперимента предполагалось изучение продуктивного действия и влияния на обмен веществ пробиотического препарата на основе штамма *Bacillus subtilis* ВКПМ-7092 и УДЧ Cu на модели цыплят-бройлеров.

Исследования были проведены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) на цыплятах-бройлерах кросса «Смена-7». Для эксперимента было отобрано 90 голов недельных цыплят-бройлеров, которых методом аналогов разделили на 3 группы (n=30). Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях содержания и кормления. Продолжительность эксперимента 28 суток, включавшие подготовительный (7 суток) и учетный (21 день) периоды (таблица 3).

Таблица 3 - Схема III эксперимента на цыплятах-бройлерах

Группа	Возраст, сутки	Период исследования	
		подготовительный (8 -14 сут)	учетный (15-36 сут.)
Контроль	7	основной рацион (ОР)	ОР
I опытная	7		ОР+В
II опытная	7		ОР+В+УДЧ Cu

Примечание:

ОР – основной рацион;

В – препарат ветом 1.1, в дозе 1,5 г/кг корма;

УДЧ Cu – ультрадисперсные частицы меди в дозировке 1,7 мг/кг корма.

В период с 8 по 28 сутки жизни все цыплята-бройлеры находились на стартовом рационе (кукурузно-пшеничный тип кормления около 60 %). Контрольная группа находилась на основном рационе с количеством обменной энергии 12,97 МДж и уровнем протеина 22,01 %. По истечении 2-х недель птица была переведена на ростовой рацион (пшенично-ячменно-кукурузном

типе кормления около 70 %) с количеством обменной энергии 13,24 МДж и уровнем протеина 20,97 %) до окончания эксперимента. Первая опытная группа дополнительно с рационом получала пробиотический препарат Ветом 1.1. - иммобилизованная высушенная споровая биомасса бактерий *Bacillus subtilis* штамм ВКПМ В-7092, продуцирующая интерферон (ООО НПФ "Исследовательский центр", г. Новосибирск), II опытная группа - пробиотический препарат с наночастицами Cu, в дозировке 1,7 мг/кг корма (Сизова Е. А. и др., 2016).

Формирование рационов для подопытной птицы в ходе исследований проводилось с учетом рекомендаций ВНИТИП (Фисинин В. И. и др., 2009), путем ступенчатого смешивания компонентов рациона. Кормление опытной птицы проводилось 2 раза в сутки, учет кормов – ежедневно. Поение вволю. Температурный режим поддерживается с помощью терморегулятора для внутренних помещений RTR-B, с точной регулировкой температуры от 15 до 25 ° С (ошибка – не более 1 ° С). Режим освещения – 12 ч свет / 12 ч темнота. Микроклимат в помещении соответствовал требованиям ВНИТИП (2004). Для проведения исследования были использованы клетки КУН-05 с полезной площадью 4050 см<sup>2</sup> (90 × 45 × 45 см), изготовленные из оцинкованной сварной сетки и оцинкованного железного листа.

В ходе экспериментов проводилась оценка роста и развития цыплят. Контроль над ростом проводился ежедневно, путем индивидуального взвешивания утром, до кормления ( $\pm 1$  г), с последующим расчетом среднесуточного прироста. Сохранность учитывалась ежедневно по числу павших особей и суммировалась в конце исследования. Поедаемость кормов учитывалась ежедневно в каждой группе.

*Переваримость питательных веществ изучалась в ходе балансовых опытов, по методикам ВНИТИПа (Фисинин В. И. и др., 2010). Сбор, взвешивание помета и формирование средней пробы проводилось ежедневно в одно и тоже время. Формирование средней пробы включало отделение от*

помета пера, гомогенизацию и отбора в количестве 10 % от общей массы экскрементов. Фиксацию аммиака осуществляют 0,1 н раствором щавелевой кислоты (4 мл на 100 г помета). По завершению балансового опыта отбирали средние пробы помета высушивали при температуре 60-70 ° С, и хранили в емкости с притертой крышкой. По данным ежесуточного учета массы помета и его состава рассчитывают потери веществ, за вычетом которых находят усвоенное количество корма.

Мясная продуктивность подопытной птицы изучалась на основании данных убоя. До убоя птицу не кормили 12-16 ч., не поили 4-6 ч, затем ее взвешивали до и после убоя, снимали перо и снова взвешивали. По разнице веса рассчитывали массу пера и крови. Затем удаляли волосовидное перо, голову (по второй шейный позвонок), крылья (до локтевого сустава), ноги (по скакательный сустав), а при потрошении – кишечник, железистый желудок, поджелудочную железу, желчный пузырь, кутикулу мышечного желудка, сгустки крови сердца, селезенку, семенники, яйцевод, яичник, гортань, трахею, зоб и пищевод.

Затем тушки в течение 12 часов выдерживали при температуре - 1-3 ° С и производилось отделение мякоти от костей. В процессе обработки тушек сформированы средние пробы мякоти, костной ткани + ткани центральной нервной системы, кожи, внутренних органов и жира по каждой голове. Гомогенизированные образцы биосубстратов высушивали при температуре 60-70 ° С и хранили в пробирках с притертой крышкой.

Химический состав помета, кормов и тканей тела бройлеров определялся в независимом аккредитованном Испытательном центре ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аккредитация Госстандарта России – Рос. RU № 000121 ПФ59 от 19.05.2011 г.) по стандартизированным методикам (ГОСТ 31640-2012, ГОСТ 32044.1.2012, ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 51479-99, ГОСТ 23042-86, ГОСТ 25011-81, ГОСТ Р 53642-2009).

На основании полученных результатов произведены расчеты энергии в теле подопытной птицы. Концентрация энергии в сухом веществе тканей и всего тела определяли по формуле:

$$КЭ = \frac{23,86 \cdot В + 39,77 \cdot С}{М}, \quad (1)$$

где:

КЭ – концентрация энергии в смеси тканей или органов, МДж/кг сухого вещества;

В – содержание протеина в 1 кг натурального вещества, кг;

С – содержание жира в 1 кг натурального вещества, кг;

М – содержание сухого вещества в 1 кг натурального вещества, кг.

Для характеристик энергетического обмена организма с внешней средой определялись значения валовой и обменной энергии по уравнениям регрессий, предложенным А. П. Калашниковым и др. (2003). Валовая энергия рассчитывалась по формуле:

$$ВЭ = 23,95 * СП + 39,77 * СЖ + 20,05 * СК + 17,46 * СБЭВ, \quad (2)$$

где:

ВЭ – валовая энергия рациона, кДж;

СП – сырой протеин, г;

СЖ – сырой жир, г;

СК – сырая клетчатка, г;

СБЭВ – сырые безазотистые экстрактивные вещества, г.

Обменная энергия определялась по формуле:

$$ОЭ = 17,84 * ПП + 39,78 * ПЖ + 17,71 * (ПК + ПБЭВ), \quad (3)$$

где:

ОЭ – обменная энергия рациона, кДж;

ПП, ПЖ, ПК, ПБЭВ – переваримые протеин, жир, клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества, г.

Оценка влияния нутриентной обеспеченности организма на эффективность межклеточного обмена в организме подопытной птицы производилась при сопоставлении данных по поступлению в тело обменной энергии корма с затратами ее на поддержание жизни и с отложением чистой энергии в продукцию. Для этого, на основании данных по ежесуточному взвешиванию птицы и с учетом рекомендаций Н.Г. Григорьева и др. (1989), ВНИТИПа (2000), рассчитаны значения чистой ( $ЧЭ_{под}$ ) и обменной энергии ( $ОЭ_{под}$ ), необходимой для поддержания жизни в каждый из дней эксперимента:

$$ЧЭ_{под} = 347 * M^{0,75}, \quad (4)$$

$$ОЭ_{под} = 1,22 * ЧЭ_{под}, \quad (5)$$

где:

$M$  – средняя живая масса птицы на день определения, кг.

*Величина обменной энергии* сверхподдержания рассчитана как разница между поступившей в организм обменной энергией и затраченным ее количеством на поддержание жизни.

На основании данных по содержанию обменной энергии в поедаемом корме и затрат энергии на поддержание жизни определялось количество обменной энергии сверхподдержания (продукции):

$$ОЭ_{прод.} = ОЭ - ОЭ_{под.}, \quad (6)$$

где:

$ОЭ_{прод.}$  – обменная энергия сверхподдержания, МДж,

$ОЭ$  – общее количество обменной энергии, поступившей в организм; МДж;

$ОЭ_{под.}$  – обменная энергия, необходимая на поддержание жизни, МДж.

*Количество чистой энергии* в приросте живой массы цыплят устанавливалась методом сравнительных убоев. Для этого в ходе контрольных убоев производилось разделение тела птицы на отдельные ткани и органы. При этом учитывалось: масса тканей и органов при убое, химический состав образцов, содержание в них энергии. Это позволило рассчитать в первую

очередь содержание энергии в теле животных, затем количество чистой энергии в приросте – как разницу между содержанием энергии в теле подопытной птицы на конец и начало оцениваемого периода.

Соответствие условий кормления потребностям клеток тела во всасываемых метаболитах рассматривалось на примере зависимости, предложенной K.L. Blaxter (1964), по которой

$$\text{КПИ ОЭ} = \text{К} * \text{КОЭ}, \quad (7)$$

где:

КПИ ОЭ – коэффициент продуктивного использования обменной энергии;

К – коэффициент соответствия;

КОЭ – концентрация обменной энергии в рационе, МДж/кг СВ.

При этом КПИ ОЭ и КОЭ являлись эмпирически установленными величинами; КПИ ОЭ определялось как отношение чистой энергии в продукции к обменной энергии сверхподдержания, КОЭ установлена в процессе балансовых опытов.

В ходе исследования уровень кормления определен, как

$$\text{УК} = \text{ЧЭ}_{\text{прод.}} + \text{ЧЭ}_{\text{под.}} / \text{ЧЭ}_{\text{под.}}, \quad (8)$$

где:

ЧЭ<sub>прод.</sub> – чистая энергия продукции, кДж;

ЧЭ<sub>под.</sub> – чистая энергия поддержания, кДж.

*Эффективность трансформации корма в ткани тела* подопытной птицы определена по В. И. Левахину и др. (1999).

Среди показателей мясной продуктивности определяли массу потрошенной тушки и убойный выход (Агеев В. Н., Квиткин Ю. П., Паньков П. Н., 1992).

Гематологические исследования включали определение морфологических и биохимических параметров крови. Образы крови для гематологических исследований отбирали в вакуумные пробирки с ЭДТА-КЗ, для биохимических

исследований в вакуумные пробирки с активатором свертывания. Определение гематологических параметров крови производилось на автоматическом гематологическом анализаторе крови URIT 2900 VETPlus (производитель - URIT MEDICAL ELECTRONIC CO., LTD, Китай). Биохимический анализ крови осуществлялся с помощью автоматического биохимического анализатора CS-T240 (производитель – «Dirui Industrial Co., Ltd.», Китай). Биохимический анализ проводился с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии ДиаВетТест (производитель – Россия) и коммерческих биохимических наборов Randox (производитель – США).

*Анализ элементного состава кормов и биосубстратов бройлеров* включал определение 25 химических элементов: Ca, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Ni, As, Cr, K, Na, P, Zn, I, V, Co, Se, Ti, Al, Be, Cd, Pb, Hg, Sn, Sr.

Исследование элементного состава кормов и биосубстратов животных производили в лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.22ПЯ05, от 24 декабря 2010) атомно-эмиссионным и масс-спектральным методами исследования.

Качество продукции определяли следующими методами:

*Органолептические исследования.*

Органолептические исследования предусматривало определение внешнего вида и цвета, состояние мышц на разрезе, консистенции, запаха и прозрачности бульона.

*Определение внешнего вида и цвета.*

Внешний вид и цвет клюва, слизистой оболочки, ротовой полости, глазного яблока, поверхности тушки, подкожной и внутренней жировой ткани, грудобрюшной серозной оболочки определяли внешним осмотром.

*Определение состояния мышц на разрезе.*

Грудные и тазобедренные мышцы разрезали поперек направления мышечных волокон. Для определения липкости мышц прикасались пальцем к

поверхности мышечного среза. Влажность мышц определяли, прикладывая фильтровальную бумагу к поверхности мышечного разреза на 2 с.

*Определение цвета мышц.*

Цвет устанавливали визуально при дневном рассеянном свете.

*Определение запаха.*

Запах поверхности тушки и грудобрюшной полости, а также внутреннего жира устанавливали органолептически. Для определения запаха глубинных слоев мышцы разрезали ножом. При этом особое внимание обращали на запах слоев мышечной ткани, прилегающих к костям.

*Определение прозрачности и запаха бульона.*

20 г. измельченного мяса (мышцы голени и бедра) помещали в колбу вместимостью 100 мл., заливали 60 мл. дистиллированной воды. Колбу нагревали на водяной бане 10 мин. Запах мясного бульона определяли в процессе нагревания до 80-85 ° С. Степень прозрачности бульона устанавливали визуально в цилиндре диаметром 20 мм.

*Реакция на пероксидазу с бензидином.*

Метод основан на окислении бензидина пероксидом водорода в присутствии пероксидазы с образованием продуктов, окрашенных вначале в голубовато-зеленый цвет, переходящий в буро-коричневый.

*Порядок выполнения работы.*

Для проведения исследования использовали вытяжку, приготовленную для проведения реакции с реактивом Несслера.

В пробирку наливали 2 мл. вытяжки, прибавляли 5 к. 0,2 %-ного раствора бензидина, взбалтывали, после чего добавляли 2 к. 1 %-ного раствора пероксида водорода. Положительной реакцию считали тогда, когда после добавления пероксида водорода появлялся голубовато-зеленое окрашивание раствора, переходящее в буро-коричневое, а отрицательной – при отсутствии окрашивания или появления буро-коричневого цвета вытяжки после 3 мин.

Свежее мясо дает положительную реакцию на пероксидазу, а несвежее – отрицательную.

#### *Определение содержания амино-аммиачного азота*

В колбу к 10 мл. экстракта (1:10) добавляют 40 мл. дистиллированной воды и 3 к. 1 %-ного спиртового раствора фенолфталеина. Содержимое колбы нейтрализуют децинормальным (0,1Н) раствором гидроокиси натрия до слабо-розовой окраски. Затем в колбу добавляют 10 мл. нейтрального формалина.

В результате освобождения карбоксильных групп смесь становится кислой, и розовый цвет индикатора исчезает. После этого содержимое колбы снова титруют 0,1 Н раствором гидроокиси натрия до слабо-розовой окраски, так как 1 мл. 0,1 Н раствора гидроокиси натрия эквивалентен 1,4 мг. азота, то количество 0,1 Н раствора гидроокиси натрия, пошедшего на 2-ое титрование, умножают на 1,4 и получают содержание аммиачного азота (в мг.) в 10 мл. экстракта.

#### *Реакция с сернокислой медью*

Метод определения свежести мяса, применяемый для обнаружения первичных продуктов распада белков. В коническую колбу ёмкостью 100 мл. помещают 20 г. фарша, добавляют 60 мл. дистиллированной воды. Колбу накрывают стеклом и нагревают в кипящей водяной бане в течение 10 минут. Горячий бульон фильтруют через плотный слой ваты (0,5 см.) в пробирку, помещенную в стакан с холодной водой. При наличии хлопьев белка фильтрат пропускают через фильтровальную бумагу.

2 мл. фильтрата наливают в пробирку, добавляют 3 к. 5 %-ного водного раствора сернокислой меди. Пробирку 2-3 раза встряхивают и выдерживают в течении 5 минут, после чего учитывают результат реакции. Если бульон сохраняет свою прозрачность, то мясо считается по свежести доброкачественным, при помутнении бульона мясо считается сомнительной свежести. Выпадение желеобразного осадка характерно для несвежего мяса.

#### *Реакция с формалином (формольная реакция)*

Пробу мяса освобождают от жира и соединительной ткани. Отвешивают 10 г. и помещают в ступку, растирают после измельчения ножницами, прибавляют 10 мл. физиологического раствора (0,85 г. поваренной соли в 100 мл. дистиллированной воды) и 10 к. 0,1 н раствора едкого натрия, тщательно перемешивают и мясную кашу переносят в колбу, нагревают до кипения для осаждения белков. Колбу охлаждают в холодной воде и содержимое нейтрализуют добавлением 5 к. 5% раствора щавелевой кислоты, фильтруют через 2-3 слоя бумажного фильтра и фильтруют повторно или центрифугируют в случае, если вытяжка окажется мутной.

Берут 2 мл. вытяжки, наливают в пробирку и добавляют 1 мл. нейтрального формалина (добавлением 1 н раствора едкого натрия по каплям до pH 7,0, или за несколько суток в формалин вносят чистый мел на 1/3 высоты столба формалина в сосуде).

Белый фильтрат остается прозрачным или только слегка мутнеет - мясо получено от здорового животного, если фильтрат превращается в плотный сгусток или в нем образуются хлопья - мясо получено от больного животного или убитого в атональном состоянии.

*Определение прочности и нежности мяса* (Fletcher, 2002). На сегодняшний день есть два широко используемых метода для определения прочности и нежности мяса - Allo-Kramer (AK) and Warner-Bratzler (WB) - методы сдвига.

Поперечную силу определяли с помощью анализатора прочности (модель Поперечная сила определяется с применением анализатора текстуры (TA-XTplus; Texture Technologies, Scarsdale, N.Y.) - глубина проникновения 25 мм., скорость резания до 10 мм/с. Поперечная сила рассчитывалась как площадь силы кривой деформации от начала до конца испытания (Н). Берут филе мяса птицы и в среднем на 1 см. делали разрезы краниально и каудально, в местах свободных от жира или соединительной ткани и перпендикулярно к

поверхности соединительных волокон. Данные анализировались с помощью дисперсионного анализа (вариант общей линейной модели) (Smith D. P., 2013).

*Проведение физико-химических анализов по методике АОАС (2000).*

Уровень pH измеряли с помощью цифрового pH метра (модель PA 200, Marconi Instruments, Inc., Piracicaba, SP). Брали 10 г. пробы, разрезали на мелкие кусочки, к ним добавляли 50 мл. дистиллированной воды и делали суспензию с помощью блендера (ИКА, RW 20DZM.nmodel) и затем определяли уровень pH.

Цвет мяса оценивали с помощью колориметра Minolta, модель ChromaMeter (CR400, Sao Paulo), определяли яркость цвета в различных плоскостях.

Определение срока годности мяса: образец мяса замораживали, затем размораживали при температуре 2 ° С в течение одной ночи и затем хранили при различных температурах 2, 4, 7, 10, 15 и 20 ° С. Затем образцы помещали в пластиковые тарелки для оценки следующих характеристик: цвет, запах, текстура (методика Bruckner, 2010).

*Влагосвязывающую способность (ВСС) определяли по методу Р. Грау и Р. Хамма.*

Подготовленные образцы мяса массой около 4 г. помещали в полиэтиленовую пробирку с перфорированным вкладышем с зазором для стекания влаги. Помещали пробирки в центрифугу, включали на 20 мин. После центрифугирования пробы взвешивали. К массе пробы после центрифугирования прибавляли массу веществ, содержащихся в отделенной жидкости. Для этого ее высуивали при 105 ° С до постоянной массы.

Массовую долю связанной влаги (X) вычисляли по формуле:

$$X = (M_1 + M_3 - M_2) \cdot 100/M_0, \quad (9)$$

где:

M<sub>1</sub> – масса навески после центрифугирования, г.;

M<sub>3</sub> – масса сухого остатка выделившейся жидкости, г.;

M<sub>2</sub> – масса сухого остатка в навеске, г.;

$M_0$  – масса навески до центрифугирования, г.

*Определение влагоудерживающей способности мяса (ВУС)*  
(Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А., 2001).

Ход работы: исследовательский образец мяса или модельного фарша массой  $5,0 \pm 0,01$  г. равномерно наносили стеклянной палочкой на внутреннюю поверхность широкой части молочного жиромера. Жиромер плотно закрывали пробкой и помещали на кипящую водяную баню узкой частью вниз на 15 мин. Массу выделившейся влаги определяли расчетным путем по числу делений на шкале жиромера.

Влагоудерживающую способность мяса (ВУС, %) определяли по формуле:

$$\text{ВУС} = \text{В} - \text{ВВС}, \quad (10)$$

Влаговыделяющую способность (ВВС, %) по формуле:

$$\text{ВВС} = a \cdot n \cdot m \cdot 100, \quad (11)$$

где:

В – общая массовая доля влаги в навеске, %;

a – цена деления жиромера ( $a = 0,01 \text{ см}^2$ );

n – число делений жиромера;

m – масса навески, г.

По окончанию исследований в условиях ЗАО «Птицефабрика Оренбургская» была проведена апробация полученных результатов. В ходе которой дан экономический анализ эффективности наших разработок.

Расчет экономической эффективности производился по формуле:

$$\text{Э} = (\text{С}_Б - \text{С}_Н) \times \text{А}_Н, \quad (12)$$

где:

$\text{С}_Б, \text{С}_Н$  – себестоимость 1 кг. прироста живой массы бройлеров (базовая и новая), руб.;

$\text{А}_Н$  – количество произведенной продукции в новом варианте, кг.

Основные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием программ «Excel», «Statistica 10,0». Достоверными считали различия при  $p \leq 0,05$ . Полученные по ходу эксперимента цифровые данные были обработаны методом вариационной статистики (Гатаулиным А. М., 1992). Данные в таблицах представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее арифметическое,  $m$  – ошибка средней арифметической. В случае нормального распределения, когда в сравниваемых группах разница между средней арифметической ( $M$ ) и медианой ( $Me$ ) была менее 10%, оценку статистической значимости различий между группами проводили с помощью  $t$  - критерия Стьюдента. Если же сравниваемые показатели имели распределение, отличающееся от нормального, то сравнение проводили с помощью  $U$  – теста Манна-Уитни, то есть непараметрического аналога  $t$  - критерия Стьюдента.

## **2.2 Результаты лабораторных исследований**

### **2.2.1 Оценка ультрадисперсных препаратовна модели пробиотических штаммов микроорганизмов и представителей нормофлоры кишечника цыплят-бройлеров (*in vitro*)**

Первым этапом проводимых исследований являлось выделение и идентификация представителей факультативно-анаэробной флоры кишечника цыплят-бройлеров на фоне использования рационов. В ходе исследования было установлено, что к группам основных представителей нормофлоры, на долю которых приходится более 80 % выделенных и идентифицированных микроорганизмов, можно отнести бактерии рода *Lactobacillus*, *Enterococcus* и *Enterobacterium* доля которых составила:  $267,6 \pm 46,7$  КОЕ / г ( $10^{-4}$ ),  $86,0 \pm 21,6$  КОЕ / г ( $10^{-4}$ ) и  $17,8 \pm 14,5$  КОЕ / г ( $10^{-4}$ ), соответственно.

Необходимость выделения изолятов клеток представителей нормофлоры была связана с изучением воздействия оцениваемых препаратов не только на пробиотические бактериальные штаммы микроорганизмов.

При определении минимальных подавляющих концентраций оцениваемых препаратов на первом этапе был использован метод последовательных разведений, что позволило нам получить различные УДЧ Cu и CuO, а также взвесь оксида меди.

Получение ряда разведений в воде, было необходимо с целью определения бактерицидных и бактериостатических концентраций, в отношении исследуемых микроорганизмов, а также концентраций, которые не оказывают влияния на рост. Это позволило создать оптимальные условия для культивирования исследуемых микроорганизмов в присутствии исследуемых металлов (таблица 4).

Таблица 4 - Минимальные подавляющие концентрации препаратов меди на исследуемые микроорганизмы

Микроорганизм	Концентрация, мкг/мл					
	УДЧ меди					
	30	15	7,5	3,75	1,875	0,938
<i>Lactobacillus</i>	–	–	±	+	+	+
<i>Enterococcus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Enterobacterium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>B. subtilis</i> 10641	+	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium</i>	–	±	+	+	+	+
	УДЧ оксида меди					
	30	15	7,5	3,75	1,875	0,938
	<i>Lactobacillus</i>	+	+	+	+	+
<i>Enterococcus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Enterobacterium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>B. subtilis</i> 10641	+	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium</i>	+	+	+	+	+	+
	Оксид меди					
	30	15	7,5	3,75	1,875	0,938
	<i>Lactobacillus</i>	+	+	+	+	+
<i>Enterococcus</i>	+	+	+	+	+	+

<i>Enterobacterium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>B. subtilis</i> 10641	+	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium</i>	+	+	+	+	+	+
«-» – ингибирующие концентрации «±» – субингибирующие концентрации «+» – резистентность микроорганизмов						

В пробирках, где среда оставалась прозрачной (сравнивали с контролем среды) и роста не отмечалось, свидетельствовало о том, что ее содержимое оказывало бактерицидное действие. Если же отмечался обильный рост в виде осадка (сравнивали с контролем роста микроорганизма) то рассматривали это как отсутствие влияния на рост исследуемых микроорганизмов. Разведение, в котором отмечался скудный рост данных бактерий, считали СИК (субингибиторная концентрация).

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о незначительной биотоксичности УДЧ меди в отношении представителей родов *Lactobacillus* (в концентрации от 30 мкг/мл до 15 мкг/мл) и *Bifidobacterium* (в концентрации 30 мкг/мл), при этом наиболее чувствительными оказались бактерии рода *Lactobacillus* в отношении которых концентрация 7,5 мкг/мл являлась субингибиторной.

Относительно остальных микроорганизмов следует отметить, что все исследуемые соединения меди не оказывают бактерицидного или бактериостатического эффекта.

В ходе проведенных исследований было установлено, что высокие концентрации УДЧ меди оказывают незначительный токсический эффект в отношении представителей рода *Lactobacillus* (рисунок 1) и *Bifidobacterium*, в то время как УДЧ оксида меди и макропрепарат CuO не оказывают негативного влияния на исследуемые штаммы микроорганизмов, что на наш взгляд связано с низким уровнем диссоциации молекул исследуемых соединений.

Вторым этапом исследования биотоксичности УДЧ и оксида меди в отношении представителей нормофлоры и пробиотических штаммов являлось изучение с использованием метода агаровых лунок.

В ходе проведенного исследования нами были получены результаты, подтверждающие данные исследования методом серийных разведений. При этом как и в первом случае, данные свидетельствуют о незначительной биотоксичности УДЧ меди в отношении представителей родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* (таблица 5).

Одним из критериев оценки биотоксичности является изучение биоаккумулирующей способности микроорганизмами исследуемых металлов, так как данный механизм относится к механизмам защиты от негативного влияния избыточного содержания ксенобиотика в субстрате (Пешков, С. А. 2015).

Таблица 5 - Результаты биотестирования оцениваемых препаратов на модели нормофлоры кишечника птицы и пробиотических штаммов микроорганизмов на основании зон подавления роста, мм.

Микроорганизм	Концентрация, мкг/мл					
	УДЧ меди					
	30	15	7,5	3,75	1,875	0,938
<i>Lactobacillus</i>	12,1±1,3	8,4±1,1	–	–	–	–
<i>Enterococcus</i>	–	–	–	–	–	–
<i>Enterobacterium</i>	–	–	–	–	–	–
<i>B. subtilis</i> 10641	–	–	–	–	–	–
<i>Bifidobacterium</i>	7,5±0,9	–	–	–	–	–
	УДЧ оксида меди					
	30	15	7,5	3,75	1,875	0,938
	<i>Lactobacillus</i>	–	–	–	–	–
<i>Enterococcus</i>	–	–	–	–	–	–
<i>Enterobacterium</i>	–	–	–	–	–	–
<i>B. subtilis</i> 10641	–	–	–	–	–	–
<i>Bifidobacterium</i>	–	–	–	–	–	–
	Оксид меди					
	30	15	7,5	3,75	1,875	0,938
	<i>Lactobacillus</i>	–	–	–	–	–

<i>Enterococcus</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Enterobacterium</i>	—	—	—	—	—	—
<i>B. subtilis</i> 10641	—	—	—	—	—	—
<i>Bifidobacterium</i>	—	—	—	—	—	—
«←» - отсутствие зон подавления роста						



Рисунок 1 – Результаты биотесирования УДЧ меди на бактерии рода *Lactobacillus*

С этой целью нами был проведен эксперимент по изучению биоаккумуляции ионов меди из питательного субстрата, содержащего наночастицы меди, которые в первых двух экспериментах оказали на *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* бактерицидный эффект.

Анализируя данные, представленные на рисунке 2, можно констатировать общность всех проведенных исследований, так как и в первых сериях эксперимента наиболее чувствительными в отношении наночастиц меди оказались представители родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* с самыми низкими значениями биоаккумуляционной способности и составили 3,1 % и 8,2 %, соответственно.

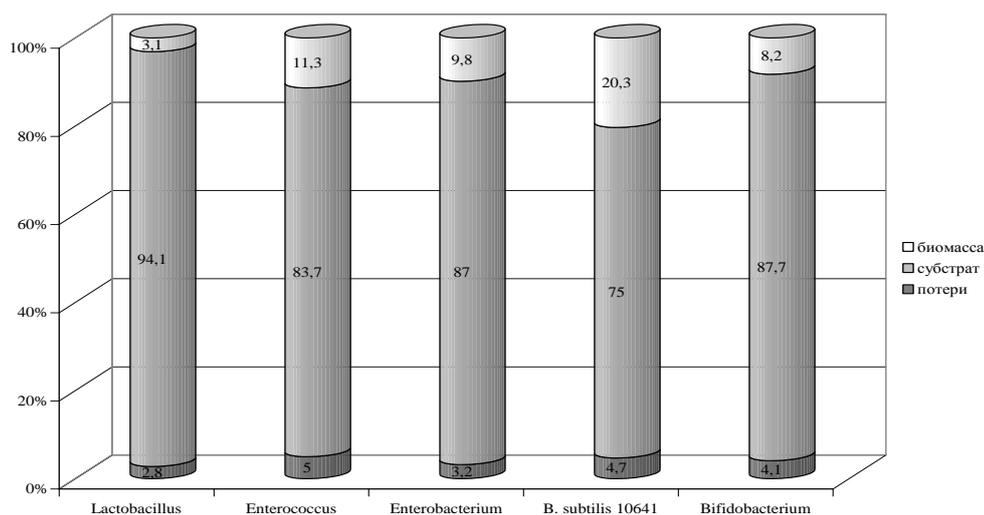


Рисунок 2 – Биоаккумуляция меди из субстрата содержащего УДЧ меди

Обобщая и интерпретируя полученные результаты исследования можно сделать следующие выводы. Применение УДЧ в качестве компонента кормовой добавки в небольших концентрациях не оказывает негативного влияния не только на входящие в их состав пробиотические штаммы *Bacillus subtilis*, но и на основных представителей нормофлоры (*Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium* и *Enterobacterium*) кишечника цыплят, при этом позитивный эффект воздействия УДЧ меди напрямую связан с низким уровнем диссоциации УДЧ, так как биологически активные ионы будут выделяться значительно медленнее, тем самым создавая пролонгированный эффект воздействия.

## **2.3 Результаты экспериментальных исследований на цыплятах-бройлерах**

### **2.3.1 Результаты I эксперимента на птице**

#### **2.3.1.1 Условия содержания и кормления цыплят-бройлеров**

На протяжении исследования цыплята контрольной и опытных групп содержались в одинаковых условиях. Комбикорма приготавливались с учетом рекомендаций ВНИТИПа (Фисинин В. И. и др., 2009).

Стартовый рацион был приготовлен на основе кукурузно-пшеничной кормосмеси, с количеством обменной энергии 12,9 МДж/кг и уровнем протеина 21,87 %. По истечении 2-х недель основного учетного периода птица была переведена на ростовой рацион (пшенично-ячменно-кукурузный тип) с количеством обменной энергии 13,28 МДж/кг и уровнем протеина 21,00 % (таблица 7).

Балансирование рационов по минеральному составу осуществлялось с помощью монокальция фосфата, поваренной соли и минерального комплекса. В качестве источника витаминов дополнительно использовали комплексный витаминный премикс. Сохранность птицы в контрольной и опытных группах составляла 100 %.

Приготовление опытных образцов комбикорма проводилось с помощью ступенчатого смешивания. Расчет состава рационов проводился в соответствии с химическим анализом компонентов, при этом учитывались основные питательные вещества и концентрация химических элементов в корме и их соотношение.

Таблица 6 - Состав и питательность стартового комбикорма, г/кг

Показатель	Масса вещества	Показатель	Масса вещества
Состав комбикорма:		кальция, %	0,97
пшеница	187	фосфора, %	0,67
кукуруза	400	фосфора усвояемого, %	0,45
шрот подсолнечный	100	калия, %	0,66
шрот соевый	150	магния, %	0,15
жмых подсолнечный	48	серы, %	0,11
масло подсолнечное	50	натрия, %	0,20
премикс вит./мин.	30	железа, мг	25,71
соль поваренная	3	меди, мг	2,42
монокальций фосфат	12	цинка, мг	67,13
известняковая мука	13	марганца, мг	94,29
DL-метионин 98,5 %	1,0	кобальта, мг	0,8
моноклоргидрат лизина 98 %	4,7	йода, мг	0,67
сода пищевая	1,3	<b>ВИТАМИНОВ:</b>	
		А, тыс МЕ	11,56
В комбикорме содержится:		ДЗ, тыс МЕ	3,20
обменной энергии, МДж	12,9	В <sub>1</sub> , мг	2,14
сырого протеина, %	21,87	В <sub>2</sub> , мг	7,40
сырого жира, %	6,63	В <sub>3</sub> , мг	9,50
сырой клетчатки, %	3,9	В <sub>4</sub> , мг	489,00
лизина, %	1,26	В <sub>5</sub> , мг	33,50
аргинина, %	1,17	В <sub>6</sub> , мг	3,50
метионина, %	0,48	В <sub>12</sub> , мг	0,024
метионина+цистина, %	0,8	Вс, мг	0,430
треонина, %	0,81	Н, мг	0,07
триптофана, %	0,23		
валина, %	0,82		

Анализ поедаемости корма подопытной птицей показал, что изменение процентного соотношения компонентов рациона и дополнительное введение УДЧ, таких как Си и СиО в рацион подопытной птице, оказал влияние на потребление корма (таблица 8).

Таблица 7 - Состав и питательность ростового комбикорма, г/кг

Показатель	Масса вещества	Показатель	Масса вещества
Состав комбикорма:		кальция, %	0,94
пшеница	374	фосфора, %	0,66
ячмень	150	фосфора усвояемого, %	0,44
кукуруза	150	калия, %	0,64
шрот подсолнечный	70	магния, %	0,16
шрот соевый	140	серы, %	0,08
масло подсолнечное	50	натрия, %	0,19
премикс вит./мин.	30	железа, мг	24,52
соль поваренная	3	меди, мг	3,63
монокальций фосфат	12	цинка, мг	66,87
известняковая мука	13	марганца, мг	90,38
DL-метионин 98,5 %	1,6	кобальта, мг	0,81
монохлоргидрат лизина 98 %	5	йода, мг	0,61
сода пищевая	1,4	<b>ВИТАМИНОВ:</b>	
		А, тыс. МЕ	10,55
В комбикорме содержится:		Д3, тыс. МЕ	2,830
обменной энергии, МДж	13,28	В1, мг	1,28
сырого протеина, %	21,0	В2, мг	6,37
сырого жира, %	2,6	В3, мг	9,71
сырой клетчатки, %	2,9	В4, мг	468,00
лизина, %	1,21	В5, мг	22,40
аргинина, %	1,00	В6, мг	3,30
метионина, %	0,47	В12, мг	0,021
метионина+цистина, %	0,77	Вс, мг	0,49
треонина, %	0,79	Н, мг	0,04
триптофана, %	0,22		
валина, %	0,80		

Таблица 8 – Потребление корма цыплятами-бройлерами по периодам выращивания

Группа	Значения потребления, г/гол			Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	Процент от контроля
	рацион		за весь период		
	стартовый	ростовой			
Контроль	1093	2002	3095	1,93	100
I опытная	990	2019	3009	1,85	95,9
II опытная	856	1754	2610	1,91	98,9

Расчет затрат корма на 1 кг прироста живой массы показал, что дополнительное введение УДЧ меди в рацион I опытной группы, снизил

затраты корма на 4,1 %, а УДЧ оксида меди во II опытной - на 1,04 %, в сравнении с контролем.

### **2.3.1.2 Рост и развитие подопытных цыплят-бройлеров**

Дополнительное введение УДЧ меди и оксида меди в рацион опытными группами, сопровождалось изменениями динамики роста цыплят-бройлеров.

При введении в рацион УДЧ после первой недели основного учетного периода наблюдалось достоверное повышение живой массы в I и II опытных группах на 12,3 % ( $P \leq 0,01$ ). К концу второй недели эксперимента величина живой массы в I опытной группе также достоверно превосходила параметры контроля на 8,58 % ( $P \leq 0,01$ ), во II опытной группе живая масса превысила контроль на 11,8 %, однако изменения были недостоверными. В конце всего экспериментального исследования живая масса в I опытной группе достоверно превысила контрольную группу, во II опытной группе, напротив, наблюдалось достоверное его снижение.

Установлено, что за первую неделю эксперимента птица I опытной группы превосходила сверстников контрольной группы по уровню приростов живой массы на 7,1 % ( $p \leq 0,01$ ), II опытной - на 21,6 % ( $p \leq 0,01$ ) (таблица 9).

За вторую неделю эксперимента наблюдалось достоверное превышение прироста живой массы птицы в I опытной группе на 13,6 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. К концу экспериментальных исследований в опытных группах наблюдалось достоверное повышение прироста живой массы в I опытной группе на 7,3 % ( $p \leq 0,05$ ) и снижение во II на 17,2 % ( $p \leq 0,001$ ), относительно контроля.

Таблица 9 – Динамика абсолютных приростов живой массы подопытных цыплят по периодам, г/гол

Неделя учетного периода	группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
1	178,7±18,4	192,3±17,8**	228,0±9,7*
2	303,3±39,1	351,0±39,9*	341,7±19,3
3	466,7±96,6	479,7±83,4	451,0±32,3
4	656,7±107,0	699,7±103,4	349,3±44,0***
1-4	1605,4±122,0	1 722,7±133,4	1370,0±74,0*

Примечание: \*-  $p \leq 0,05$ , \*\* -  $p \leq 0,01$

Таким образом, результаты I эксперимента на цыплятах-бройлерах продемонстрировали различное продуктивное действие оцениваемых УДЧ. Однако, следует отметить, что дополнительное введение УДЧ меди в рацион цыплят-бройлеров сопровождается повышением интенсивности роста птицы в сравнении с группой, получавшая УДЧ CuO. Результаты наших дальнейших исследований обосновали различие эффектов сравниваемых препаратов.

### 2.3.1.3 Переваримость питательных веществ корма птицы

Как следует из полученных данных введение в рацион УДЧ меди и оксида меди сопровождалось изменениями в переваримости питательных веществ корма (таблица 10).

При содержании цыплят-бройлеров на стартовом рационе, наблюдалось повышение переваримости питательных веществ кормов в опытных группах. Дополнительное введение в рацион цыплятам-бройлерам УДЧ меди, способствовало повышению переваримости органического вещества стартового комбикорма в I опытной группе на 4,8 % ( $p \leq 0,05$ ), во II - на 3,83 % ( $p \leq 0,05$ ),

соответственно. Пероральный прием УДЧ меди в составе стартового комбикорма, сопровождался увеличением переваримости сырого жира и сырого протеина в I опытной группе на величину 2,9 % ( $p \leq 0,01$ ) и 6,76 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно.

Таблица 10 - Коэффициенты переваримости питательных веществ корма подопытной птицей, %

Группа	Органическое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Углеводы, в среднем
	Стартовый комбикорм			
Контрольная	75,4±1,3	84,1±0,9	85,5±0,8	71,1±1,57
I опытная	79,2±1,1*	81,7±1,2**	86,7±0,84*	76,4±1,5*
II опытная	78,4±0,8*	90,2±0,4***	87,8±0,46*	74,1±0,98*
Ростовой комбикорм				
Контрольная	77,0±1,7	54,9±3,3	85,6±1,1	75,3±1,8
I опытная	76,6±1,5	61,6±2,5*	84,9±0,9	74,6±1,6
II опытная	76,5±2,4	58,4±4,2	84,2±1,6	74,8±2,5

Примечание: \* -  $P \leq 0,05$ ; \*\* -  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $P \leq 0,001$

Достоверные изменения в опытных группах наблюдались по переваримости углеводов. Так в I опытной группе отмечалось повышение на 6,9 % ( $p \leq 0,05$ ) и во II опытной группе - на 4,1 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. В экспериментальный период, когда птица находилась на ростовом рационе наблюдалось достоверное повышение переваримости только сырого жира в I опытной группе - на 10,9 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы.

Дополнительное включение в ростовой комбикорм исследуемой птице УДЧ меди и оксида меди не привело к достоверным изменениям по всем

коэффициентам переваримости питательных веществ корма, за исключением коэффициента переваримости сырого жира в I опытной группе - достоверное его повышение, относительно контроля на 10,9 % ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, исходя из всего вышеизложенного, можно заключить, что скормливание подопытной птице УДЧ меди, положительно сказывается на степени переваримости питательных веществ, только на начальном этапе скормливания, затем эффективность снижается.

### 2.3.1.4. Мясная продуктивность подопытной птицы

#### 2.3.1.4.1 Убойные качества и морфологический состав тела цыплят-бройлеров

Мясная продуктивность цыплят-бройлеров зависит во многом не только от живой массы, но и от целого ряда качественных характеристик мяса и субпродуктов.

Задачей исследования было изучить мясную продуктивность подопытной птицы при дополнительном включении в рацион УДЧ меди и оксида меди (таблица 11).

Таблица 11 - Результаты контрольного убоя подопытной птицы

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная живая масса	1 780,0±4,45	1 804,7±133,44	1 544,7±13,97 <sup>a b</sup>
Полупотрошенная тушка	1 564,7±4,89	1 596,0±126,44	1 335,3±13,78 <sup>a b</sup>
Потрошенная тушка	1 264,7±4,61	1 269,3±90,34	1 064,0±17,47 <sup>a b</sup>
Мышечная ткань	781,7±4,85	815,0±81,40	674,4±24,08 <sup>a b</sup>
Съедобная часть	1 213,5±4,89	1 255,9±121,43	1 076,8±10,85 <sup>a b</sup>
Несъедобная часть	493,9±0,99	489,0±8,85	433,3±16,64 <sup>a b</sup>
Съедобная часть / несъедобная часть	2,4±0,16	2,6±0,25	2,5±0,12
Убойный выход	70,9±1,31	70,4±0,86	68,9±0,72 <sup>ab</sup>

Примечание:

a –  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

b –  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

На убойные качества цыплят-бройлеров, дополнительное включение УДЧ меди оказало ростостимулирующий эффект. Так, величина предубойной живой массы в I опытной группе (1804,7 г.), превысила контроль на 1,4 %, во II опытной группе достоверно снизилась на 13,2 % ( $p < 0,05$ ), по отношению к контролю и на 14,4 % ( $p < 0,05$ ), относительно I опытной группы.

Данные контрольного убоя цыплят-бройлеров показали, что масса потрошенных тушек во II опытной группе достоверно ниже, чем в контрольной группе на 14,7 % ( $p < 0,05$ ), в I группе достоверно превышает II опытную группу на 18,1 % ( $p < 0,05$ ). Масса мышечной ткани во II опытной группе в 1,2 раза ( $p < 0,05$ ) достоверна ниже, относительно контроля и I опытной группы.

Данный факт наглядно указывает на то, что дополнительное включение ультрадисперсных частиц меди и оксида меди непосредственно может повлиять на мясную продуктивность птицы. Анализируя результаты контрольного убоя подопытной птицы, представленные в таблице, следует акцентировать внимание на том, что цыплята-бройлеры I опытной группы обладали наилучшими мясными и убойными качествами. В связи с этим следует отметить, что дополнительное введение УДЧ оксида меди в рацион подопытной птице является не целесообразным.

#### **2.3.1.4.2 Состав и содержание химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров**

В наших опытах были использованы общепринятые принципы разделения тела птицы на ткани и органы, что позволило выделить из всей совокупности живого тела, следующие составляющие: мышечная ткань, внутренний жир, внутренние органы, желудочно-кишечный тракт, совокупность костной и центральной нервной систем, перо, кожа.

Исследования данных частей по химическому составу позволили получить достаточно объективные данные по составу пустого тела подопытных бройлеров (таблица 12).

Анализируя полученные данные, можно отметить, что увеличение обменной энергии в рационе приводит к увеличению протеина на 1,99 %, на фоне достоверного повышения количества сухого вещества и жира на 3,3 % ( $p \leq 0,05$ ) и 7,9 % ( $p \leq 0,01$ ), относительно особей контрольной группы.

Таблица 12 - Химический состав пустого тела подопытных цыплят-бройлеров, %.

Группа	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола
Начало опыта				
-	$26,2 \pm 0,07$	$18,8 \pm 0,06$	$5,1 \pm 0,01$	$2,3 \pm 0,03$
Конец опыта				
Контроль	$32,1 \pm 0,19$	$19,7 \pm 0,12$	$9,3 \pm 0,10$	$3,1 \pm 0,10$
I опытная	$33,2 \pm 0,16^a$	$20,1 \pm 0,11$	$10,1 \pm 0,10^a$	$3,0 \pm 0,13$
II опытная	$32,4 \pm 0,32^b$	$19,8 \pm 0,06$	$9,9 \pm 0,34$	$2,8 \pm 0,08^a$

Примечание:

a –  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

b –  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

Во II опытной группе наблюдалась аналогичная картина: происходило увеличение количества сухого протеина на 0,5 % на фоне небольшого увеличения содержания сухого вещества на 0,93 %, относительно контрольной группы, и достоверное снижение последнего на 2,41 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной. Содержание сухого жира на 6,1 % повышено относительно контроля, однако относительно I опытной группы произошло его понижение на 1,98 %,

однако изменения были недостоверными. Количество золы достоверно снижено во II опытной группе на 9,68 % ( $p \leq 0,05$ ).

По содержанию химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров в абсолютных величинах наблюдается достоверное повышение в I опытной группе сухого протеина и жира в 1,1 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контрольной группы, на фоне достоверного повышения сухого вещества на 5,79 % ( $p \leq 0,05$ ) (таблица 13).

Во II опытной группе наблюдалась противоположная тенденция: достоверное снижение сухого протеина - на 17,6 % ( $p \leq 0,05$ ), жира - на 18,3 % ( $p \leq 0,05$ ) и количества минеральных веществ - на 21,8 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы, на фоне достоверного снижения сухого вещества на 18,2 % ( $p \leq 0,05$ ).

Таблица 13 - Содержание химических веществ в пустом теле подопытных цыплят-бройлеров, г/гол.

Группа	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола
Начало опыта				
-	39,1±1,03	28,1±0,77	7,5±0,21	3,4±0,06
Конец опыта				
Контроль	529,2±37,18	325,3±24,14	153,5±11,04	50,5±2,15
I опытная	561,7±36,75 <sup>a</sup>	340,3±22,08 <sup>a</sup>	171,4±13,40 <sup>a</sup>	50,0±1,41
II опытная	459,6±5,05 <sup>b</sup>	280,4±1,94 <sup>b</sup>	140,1±4,60 <sup>b</sup>	39,1±1,40 <sup>b</sup>

Примечание:

a –  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

b –  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

Вместе с тем, как следует из результатов исследования, дополнительное включение в рацион УДЧ меди и оксида меди

привело к перестройке обмена веществ, на что может указывать и динамика насыщенности энергией тела бройлеров (таблица 14).

Таблица 14 – Концентрация энергии в теле подопытных цыплят-бройлеров, МДж/кг СВ

Период опыта	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
Начало	24,8±0,04		
Окончание	26,2±0,07	26,6±0,15 <sup>a</sup>	26,7±0,14 <sup>a</sup>

Примечание:

a –  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп.

В конце опыта концентрация энергии в теле цыплят I опытной группы была выше на 1,5 % ( $p \leq 0,05$ ) и 1,87% ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контрольной группы.

#### **2.3.1.4.3 Конверсия протеина и энергии из корма в тело подопытных бройлеров**

В процессе планирования и проведения исследований одним из основных методов оценки влияния уровня обменной энергии на организм подопытной птицы являлось изучение трансформации обмена энергии в живом теле.

Методикой исследования было предусмотрено проведение двух контрольных убоев подопытной птицы. Как было показано выше, в ходе убоя птицы, в конце эксперимента, нами была получена информация о влиянии различного уровня обменной энергии на химический состав тела цыплят-бройлеров. Эти данные при сопоставлении с результатами убоя птицы позволили нам получить сведения о трансформации энергии и протеина корма в тело подопытных бройлеров за учетный период (таблица 15).

Использование УДЧ меди сопровождалось увеличением содержания протеина и энергии в приросте массы тела цыплят на 4,8 % ( $P \leq 0,05$ ) и 7,66 %, соответственно, относительно контроля. Повышение величины конверсии

протеина и энергии корма отмечалось на 7,57 % ( $P \leq 0,05$ ) и на 9,24 %, по сравнению с контрольной группой.

Таблица 15 - Трансформация энергии и протеина корма в тело подопытных бройлеров за учетный период

Показатель	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
Отложилось			
Протеин, г	297,17±24,14	312,21±22,08 <sup>a</sup>	252,29±1,94 <sup>a b</sup>
Энергия, МДж	12,90±1,01	13,97±1,06	11,29±0,17 <sup>ab</sup>
Коэффициент конверсии, %			
Протеин	45,06±3,66	48,75±3,45 <sup>a</sup>	39,39±0,30 <sup>ab</sup>
Энергия	32,82±2,57	36,16±2,74	29,23±0,43 <sup>ab</sup>

Примечание:

a –  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

b –  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

Дополнительное включение УДЧ оксида меди сопровождалось достоверным снижением уровня протеина и энергии в приросте массы тела цыплят на 15,1 % ( $P \leq 0,05$ ) и на 12,5 % ( $P \leq 0,05$ ), относительно контроля. Данная картина наблюдалась на фоне достоверного снижения конверсии протеина и энергии корма на 12,6 % ( $P \leq 0,05$ ) и на 10,9 % ( $P \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы.

#### **2.3.1.4.4 Влияние УДЧ меди и оксида меди на эффективность межуточного обмена**

Эффективность межуточного обмена зависит от состава рациона, и можно прийти к предположению, что сбалансированность кормления исчерпывающе может быть описана степенью приближения состава поступивших веществ корма к желательному составу метаболитов через введение коэффициента соответствия.

При анализе общей эффективности межклеточного обмена мы основывались на показателях обменной энергии сверхподдержания (таблица 16).

Таблица 16 – Особенности межклеточного обмена в организме цыплят-бройлеров за период опыта

Показатель	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
Обменная энергия сверхподдержания, МДж/гол	29,56	28,58	23,50
Чистая энергия продукции, МДж/гол	13,86	14,94	12,26
Коэффициент полезного использования обменной энергии	0,47	0,52	0,52
Уровень питания	1,74	1,81	1,50
Концентрация обменной энергии, МДж/кг СВ	13,3	13,5	13,4
Коэффициент соответствия	0,035	0,039	0,039
Энергопротеиновое отношение	0,26	0,25	0,25

По полученным данным, синтез продукции и его эффективность являлась достаточно подвижным показателем. В частности, с увеличением концентрации обменной энергии в рационе увеличивался коэффициент полезного использования обменной энергии с 0,47 до 0,52 и концентрации обменной энергии – с 13,3 до 13,5, повысился с 0,035 до 0,039. Данное обстоятельство свидетельствует о несоответствии всасываемых метаболитов потребностям организма. Величина уровня питания составила в I опытной группе 1,81, что на 3,87 % больше, чем в контрольной, во II опытной группе уровень питания снизился на 13,8 %, относительно контрольной группы.

Для определения трансформации энергии в теле птицы был проведен анализ обмена энергии в организме цыплят-бройлеров. Как показали исследования, в теле птицы I опытной группы за опыт отложилось 8,24 МДж/гол чистой энергии, что составило 27,85 % от объема валовой энергии, поступившей с кормом за этот период (таблица 17).

Таблица 17 - Баланс энергии в организме подопытных бройлеров за эксперимент

Группа	Валовая энергия корма (ВЭ), МДж/гол	Потери энергии с пометом, % от ВЭ	Обменная энергия, МДж/гол	Потери энергии с теплопродукцией, % от ВЭ	Чистая энергия прироста	
					МДж/гол	% от ВЭ
Контроль	55,27	28,90	39,30	46,02	7,98	25,1
I опытная	53,64	27,98	38,63	44,17	8,24	27,9
II опытная	46,52	28,11	33,45	42,97	8,15	28,9

Таким образом, снижение потерь энергии с теплом на фоне повышения КПИ ОЭ и повышения коэффициента соответствия, свидетельствует о нерациональном использовании энергии для синтеза тканей в группе, дополнительно, получавшая УДЧ меди, что предопределило депонирование энергии в виде жира.

### 2.3.1.5 Обмен химических элементов в организме подопытных бройлеров

Дополнительное включение в рацион цыплятам-бройлерам УДЧ меди и оксида меди повлияло и на величину пула химических элементов в организме подопытных цыплят-бройлеров (таблица 18, рисунок 3).

Таблица 18 – Величина пула химических элементов в организме птицы

Элемент	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная

Эссенциальные и условно-эссенциальные микроэлементы, мг/гол			
As	0,003±0,0007	0,002±0,0004	0,002±0,0001
Co	0,033±0,009	0,032±0,005	0,022±0,003
Cr	1,70±1,35	0,9±0,008 <sup>a</sup>	0,12±0,009 <sup>a</sup>
Cu	0,59±0,12	0,65±0,05 <sup>a</sup>	0,44±0,014
Fe	48,23±14,07	19,02±0,41 <sup>a</sup>	21,82±0,10 <sup>a</sup>
I	0,53±0,06	0,4±0,007 <sup>a</sup>	0,33±0,002 <sup>a</sup>
Li	0,003±0,001	0,01±0,003 <sup>a</sup>	0,002±0,0001
Mn	1,05±0,24	0,69±0,08	0,65±0,056
Ni	0,69±0,18	0,74±0,12	0,49±0,064
Se	0,12±0,007	0,11±0,01	0,11±0,009
Si	3,61±0,84	4,81±1,42	4,52±0,47
V	0,006±0,006	0,000±0,0005 <sup>a</sup>	0,001±0,0002
Zn	34,02±4,52	36,1±3,91	26,05±1,34
Макроэлементы, г/гол			
Ca	23,03±8,80	21,9±4,67	14,6±2,95 <sup>ab</sup>
K	3,92±0,28	4,07±0,39	3,08±0,13 <sup>b</sup>
Mg	0,61±0,07	0,62±0,09	0,45±0,03 <sup>a</sup>
Na	1,28±0,08	1,39±0,09	1,03±0,03
P	8,98±1,85	9,15±1,44	6,52±0,6 <sup>ab</sup>
Токсические элементы, мг/гол			
Al	1,67±0,09	0,43±0,0850 <sup>a</sup>	0,54±0,04 <sup>a</sup>
Cd	0,001±0,0001	0,001±0,0001	0,001±0,0001
Hg	0,001±0,0002	0,0001±0,0000 <sup>a</sup>	0,0001±0,0005 <sup>a</sup>
Pb	0,02±0,005	0,014±0,0020	0,015±0,0003
Sn	0,012±0,004	0,017±0,0024	0,04±0,03 <sup>b</sup>
Sr	8,18±2,52	5,87±2,04 <sup>a</sup>	12,7±1,01 <sup>ab</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;  
<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

Так, в организме цыплят I опытной группы наблюдалось достоверное снижение общего содержания эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов., в том числе Cr - в 1,9 раза ( $p \leq 0,05$ ), Fe - в 2,5 раза ( $p \leq 0,05$ ), I - в 1,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), V - в 6,0 раз ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы.

Также наблюдается снижения таких элементов, как мышьяк, кобальт, медь, марганец, селен, однако изменения были недостоверными. Помимо

снижения, происходит и достоверное повышение лития - в 3,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), меди на 10,1 % ( $p \leq 0,05$ ), никеля на 6,8 %, кремния на 24,9 % и цинка на 5,8 %, по отношению к контролю, однако изменения были недостоверными.

Во второй опытной группе, дополнительное включение в рацион цыплятам-бройлерам УДЧ оксида меди привело к достоверному снижению хрома на 14,2% ( $p \leq 0,05$ ), железа в 2,2 раза ( $p \leq 0,05$ ) и йода в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы. Однако, следует отметить тот факт, что по всем остальным элементам, также наблюдается снижение общего пула эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов, но изменения были недостоверными.

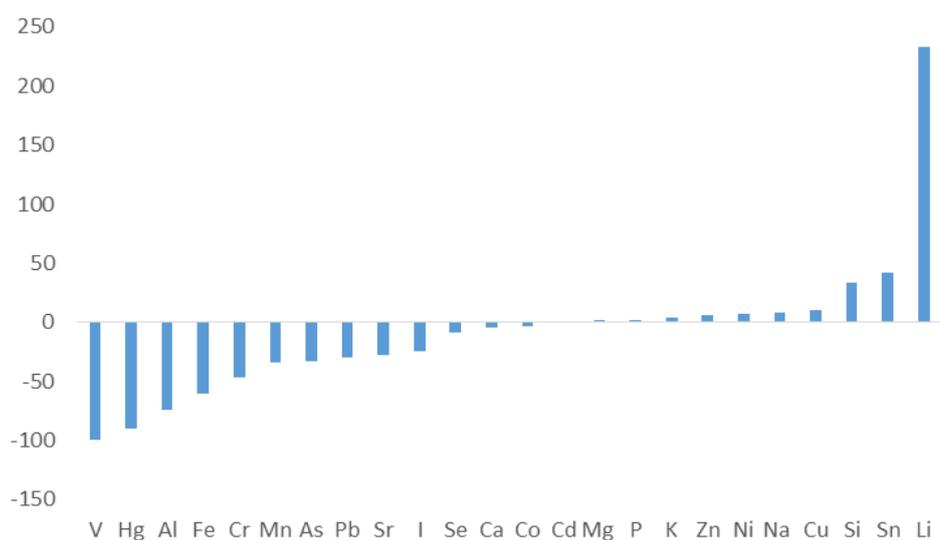


Рисунок 3 – Разница по величине пулов макро- и микроэлементов в тканях тела подопытных бройлеров I опытной группы относительно контроля

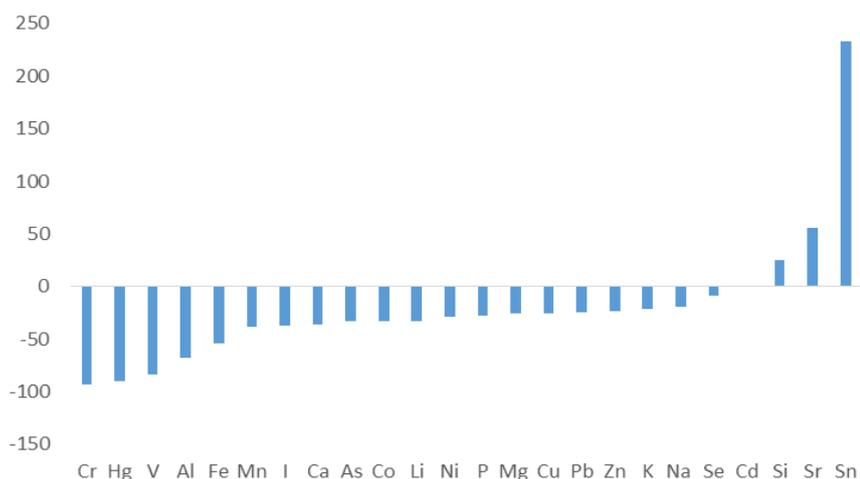


Рисунок 4 - Разница по величине пулов макро- и микроэлементов в тканях тела подопытных бройлеров II опытной группы относительно контроля

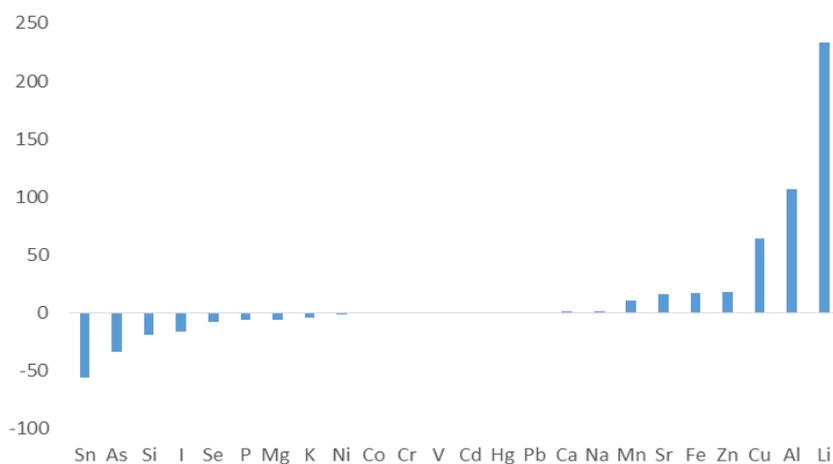


Рисунок 5 - Разница по величине пулов макро- и микроэлементов в тканях тела подопытных бройлеров I опытной группы относительно II опытной группы.

В организме цыплят II опытной группе происходит достоверное снижение пула кальция, магния и фосфора - в 1,6 раза; в 1,4 и в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, по отношению к контролю. При сравнении опытных групп между собой, следует отметить, что во II опытной относительно первой

группы происходит достоверное снижение Ca - в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ), K - в 1,3 раза ( $p \leq 0,05$ ) и P - в 1,4 раза ( $p \leq 0,05$ ).

Введение УДЧ меди в рацион подопытной птице привело к достоверному снижению Al - в 3,9 ( $p \leq 0,05$ ), Hg - в 10 раз ( $p \leq 0,05$ ) и Sr - в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля, во II опытной группе наблюдается достоверное снижение Al - в 3,1 раза ( $p \leq 0,05$ ), Hg - в 10 раз ( $p \leq 0,05$ ), но наблюдается достоверное повышение Sr - в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ), по отношению к контрольной группе. При сравнении опытных групп между собой, следует отметить тот факт, что пул Sn и Sr во второй группе превышает аналогичный показатель первой опытной в 2,4 раза ( $p \leq 0,05$ ) и 2,2 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно.

Таким образом, дача цыплятам-бройлерам УДЧ меди и оксида меди сопровождается изменениями в обмене химических элементов. Однако следует отметить, что скармливание УДЧ оксида меди приводит к накоплению таких токсичных элементов, как олово и стронций и к наибольшему выведению из организма отдельных эссенциальных микроэлементов и макроэлементов, в сравнении с группой, получавшей УДЧ меди.

### **2.3.1.6 Резюме по итогам I эксперимента**

Подводя итог выполненным исследованиям мы отмечаем ряд биологических особенностей действия оцениваемых препаратов:

Скармливание УДЧ меди сопровождалось повышением интенсивности роста цыплят-бройлеров относительно контроля, и относительно II опытной группы.

Дополнительное включение в рацион УДЧ меди, положительно сказывается на степени переваримости питательных веществ: повышению переваримости органического вещества стартового комбикорма на 4,8 % ( $p \leq 0,05$ ), переваримости сырого жира и сырого протеина на величину 2,9 %

( $p \leq 0,01$ ) и 6,76 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно и углеводов на 6,9%, относительно контрольной группы.

Введение УДЧ меди в рацион привело к достоверному снижению пула в организме цыплят - Al - в 3,9 ( $p \leq 0,05$ ), Hg - в 10 раз ( $p \leq 0,05$ ) и Sr - в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Во II опытной группе наблюдается достоверное увеличение пула Sr и Sn.

Обобщая полученный материал, мы разработали рабочую гипотезу, в соответствии с которой совместное использование в кормлении птицы препарата УДЧ меди и пробиотических штаммов: *Bifidobacterium longum* и *Bacillus subtilis* будет эффективным.

### **2.3.2 Результаты II эксперимента на птице**

#### **2.3.2.1 Условия содержания и кормления цыплят-бройлеров**

Полноценность кормления зависит от многих факторов, в том числе: от правильно установленных потребностей животных в питательных веществах, количества нормируемых показателей, химического состава, питательности и качества кормов, а также от соответствия поступления питательных веществ потребностям животных, доступности и усвоения ими питательных веществ рациона. Доступность и усвояемость питательных веществ можно определить только непосредственно в экспериментах на животных и птице, а также с помощью комплексной оценки питательности кормов и рационов (Русакова Е. А., 2013).

На протяжении исследований цыплята контрольной и опытных групп содержались в одинаковых условиях.

Кормление бройлеров осуществлялось комбикормами, разработанными по рекомендациям ВНИТИПа (Фисинин В. И. и др., 2009). Формирование стартового комбикорма осуществлялось на пшенично – кукурузной основе с

содержанием обменной энергии и сырого протеина 12,86 МДж/кг и 21,83 %, соответственно (таблица 19, 20). Ростовой рацион был приготовлен на основе пшенично-ячменно-кукурузной кормосмеси, с содержанием обменной энергии 13,29 МДж/кг и сырого протеина 21,02 %.

Балансирование рационов по витаминной питательности и минеральному составу осуществлялось с использованием комплексного витаминного премикса, поваренной соли, известняковой муки, монокальция фосфата и минерального премикса. Приготовление рационов осуществлялось с помощью ступенчатого смешивания.

Таблица 19 - Состав и питательность стартового комбикорма, г/кг

Показатель	Масса вещества	Показатель	Масса вещества
Состав комбикорма:		кальция, %	0,96
пшеница	187	фосфора, %	0,66
кукуруза	400	фосфора усвояемого, %	0,44
шрот подсолнечный	100	калия, %	0,65
шрот соевый	150	магния, %	0,16
жмых подсолнечный	48	серы, %	0,12
масло подсолнечное	50	натрия, %	0,21
премикс вит./мин.	30	железа, мг	25,83
соль поваренная	3	меди, мг	2,44
монокальций фосфат	12	цинка, мг	68,31
известняковая мука	13	марганца, мг	96,74
DL-метионин 98,5 %	1,0	кобальта, мг	0,82
монохлоргидрат лизина 98 %	4,7	йода, мг	0,68
сода пищевая	1,3	<b>ВИТАМИНОВ:</b>	
		А, тыс МЕ	11,61
В комбикорме содержится:		Д3, тыс МЕ	3,22
обменной энергии, МДж	12,86	В1, мг	2,17
сырого протеина, %	21,83	В2, мг	7,38
сырого жира, %	6,61	В3, мг	9,46
сырой клетчатки, %	3,88	В4, мг	487,26
лизина, %	1,25	В5, мг	32,29
аргинина, %	1,15	В6, мг	3,31
метионина, %	0,51	В12, мг	0,020
метионина+цистина, %	0,82	Вс, мг	0,454
треонина, %	0,80	Н, мг	0,071
триптофана, %	0,22		
валина, %	0,83		

Таблица 20 - Состав и питательность стартового комбикорма, г/кг

Показатель	Масса вещества	Показатель	Масса вещества
Состав комбикорма:		кальция, %	0,95
пшеница	374	фосфора, %	0,68
ячмень	150	фосфора усвояемого, %	0,46
кукуруза	150	калия, %	0,62
шрот подсолнечный	70	магния, %	0,17
шрот соевый	140	серы, %	0,077
масло подсолнечное	50	натрия, %	0,21
премикс вит./мин.	30	железа, мг	23,88
соль поваренная	3	меди, мг	3,61
монокальций фосфат	12	цинка, мг	67,21
известняковая мука	13	марганца, мг	91,41
DL-метионин 98,5 %	1,6	кобальта, мг	0,83
монохлоргидрат лизина 98 %	5	йода, мг	0,64
сода пищевая	1,4	<b>ВИТАМИНОВ:</b>	
В комбикорме содержится:		А, тыс. МЕ	10,61
обменной энергии, МДж	13,29	ДЗ, тыс. МЕ	2,84
сырого протеина, %	21,02	В <sub>1</sub> , мг	1,26
сырого жира, %	2,7	В <sub>2</sub> , мг	6,38
сырой клетчатки, %	3,0	В <sub>3</sub> , мг	9,76
лизина, %	1,23	В <sub>4</sub> , мг	481,26
аргинина, %	1,00	В <sub>5</sub> , мг	23,62
метионина, %	0,49	В <sub>6</sub> , мг	3,27
метионина+цистина, %	0,78	В <sub>12</sub> , мг	0,023
треонина, %	0,76	Вс, мг	0,46
триптофана, %	0,24	Н, мг	0,037
валина, %	0,85		

В целом, следует отметить оптимальность условий кормления и содержания птицы, что подтверждается в том числе 100 % сохранность цыплят.

Исследование поедаемости корма опытной птицей выявило, что изменение рациона и дополнительное введение пробиотического препарата Соя-бифидум, снижает затраты корма на 1 кг прироста живой массы в сравнении с контрольной группой на 0,78 %, однако следует отметить, что во II опытной группе дополнительно помимо пробиотика введение УДЧ Су, способствует снижению затрат корма на 1,2 % (таблица 21).

Таблица 21 – Потребление корма цыплятами-бройлерами по периодам выращивания

Группа	Значения потребления, г/гол		
	рацион		за весь период
	стартовый	ростовой	
Контроль	1099	1996	3095
I опытная	1138	2104	3242
II опытная	1234	2253	3487

Дальнейшие исследования позволили более детально охарактеризовать сравниваемые группы по продуктивности и особенностям обмена веществ.

### 2.3.2.2 Рост и развитие подопытных цыплят-бройлеров

Введение пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* сопровождалось увеличением живой массы подопытной птицы. Так на 15 сутки живая масса в I опытной группе на 5,58 %превышала контроль, на 22 сутки - достоверное повышение на 8,3 % ( $p \leq 0,05$ ), на 29 сутки - на 6,4 %, однако изменения были недостоверными, в конце эксперимента наблюдается недостоверное снижение относительно контрольной группы, что в процентном отношении составило 4,95%.

Совместное введение УДЧ меди и пробиотического препарата Соя-бифидум в рацион цыплятам-бройлерам сопровождалось увеличением живой массы на протяжении всего эксперимента. Достоверным увеличением живой массы наблюдалось во II опытной группе на 22 сутки экспериментального исследования - на 11,3 % ( $p \leq 0,05$ ), на 29 сутки - на 7,55 % ( $p \leq 0,05$ ) и в конце эксперимента на 11,4 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля (рисунок б).

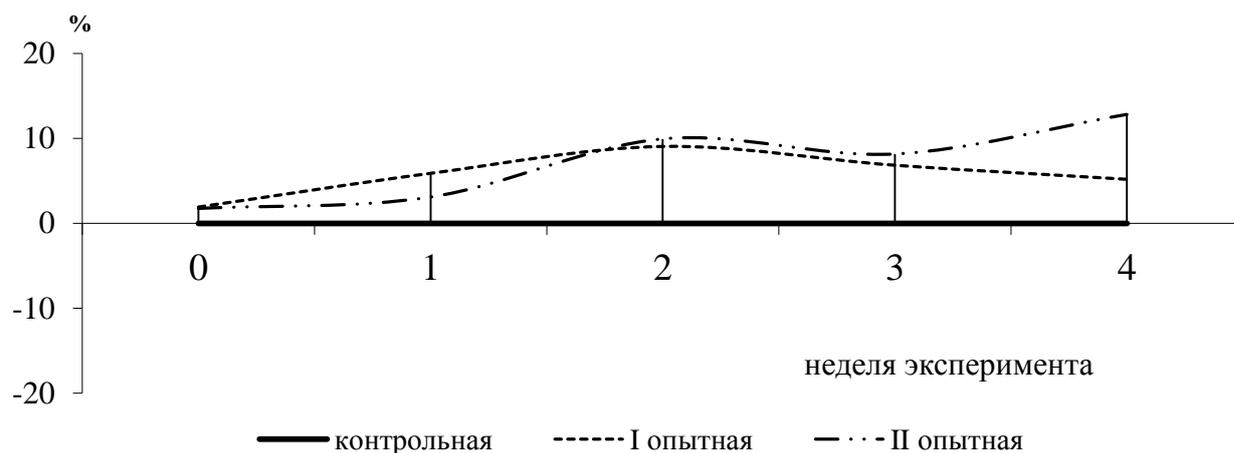


Рисунок 6 – Динамика разницы по живой массе между контрольной и опытными группами

Помимо динамики разницы по живой массе между контрольной и опытными группами, также были рассчитаны и еженедельные приросты живой массы цыплят-бройлеров (таблица 22).

Таблица 22 – Динамика абсолютных прироста живой массы подопытных цыплят по периодам, г/гол

Неделя учетного периода	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
1	184,0±17,6	201,7±18,5	192,0±9,7
2	302,0±38,5	340,7±35,0	356,3±14,4 <sup>a</sup>
3	469,3±89,1	487,0±86,6	496,0±14,0
4	652,0±114,9	667,3±180,2	788,0±15,4 <sup>a</sup>
1-4	1 607,3±114,9	1 696,7±180,2	1 832,3±15,4 <sup>a</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

Установлено, что в течение всего эксперимента дополнительное введение в рацион пробиотического препарата Соя-бифидум, способствует увеличению прироста живой массы. Так, на конец эксперимента в абсолютном значении это

составило 1696,7 г/гол, что на 5,27 % выше, чем в контрольной группе, одна все изменения были недостоверными.

Совместное введение в рацион птице УДЧ меди и штамма *Bifidobacterium longum* сопровождалось достоверным увеличением прироста живой массы за вторую неделю опыта на 15,2 % ( $p \leq 0,05$ ), за четвертую - на 17,3 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно относительно контроля. За весь период эксперимента наблюдается достоверное превышение в приросте живой массы в 1,14 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы.

Выявленная динамика прироста живой массы цыплят-бройлеров в опытной группе наиболее красноречиво демонстрирует о влиянии дополнительного введения УДЧ меди и пробиотического препарата Соя-бифидум.

### **2.3.2.3 Переваримость питательных веществ корма птиц**

Исследования влияния УДЧ меди и пробиотического препарат Соя-бифидум на переваримость питательных веществ, выявили целый ряд различий в эффективности использования корма (таблица 23).

В стартовый период, совместное введение в рацион УДЧ меди и пробиотического препарата Соя-бифидум способствовало увеличению переваримости органического вещества на 4,3 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля и на 3,5 %, относительно I опытной группы. Коэффициент переваримости сырого жира был увеличен на 4,48 % ( $p \leq 0,05$ ) в I опытной группе и на 5,02 % ( $p \leq 0,05$ ) во II опытной группе, относительно контроля. Переваримость углеводов во II опытной группе была достоверно выше на 5,43 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля и на 4,88 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы.

Таблица 23 – Коэффициенты переваримости питательных веществ корма, %

Группа	Органическое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Углеводы, в среднем
	Стартовый комбикорм			
Контрольная	74,1±1,58	83,2±1,03	84,7±0,94	69,7±1,85
I опытная	74,7±1,33	87,1±0,68 <sup>a</sup>	84,8±0,80	70,1±1,57
II опытная	77,4±1,06 <sup>a b</sup>	87,6±0,58 <sup>a</sup>	85,4±0,68	73,7±1,24 <sup>a b</sup>
Ростовой комбикорм				
Контрольная	75,2±0,40	53,1±0,76	84,5±0,25	73,2±0,43
I опытная	79,4±0,51 <sup>a</sup>	68,5±0,78 <sup>a</sup>	87,1±0,32 <sup>a</sup>	77,4±0,56 <sup>a</sup>
II опытная	82,3±0,25 <sup>a b</sup>	72,1±0,39 <sup>a b</sup>	86,2±0,19 <sup>a</sup>	81,5±0,26 <sup>a b</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

В ростовой период переваримость органического вещества была выше в I опытной группе на 5,29 % ( $p \leq 0,05$ ) и во II группе на 8,63 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля, и на 3,52 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы. Коэффициент переваримости сырого жира был увеличен на 22,5 % ( $p \leq 0,05$ ) в I группе, на 26,4 % ( $p \leq 0,05$ ) во II группе по сравнению с контрольной и на 4,99 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы.

Значения переваримости сырого протеина были достоверно выше в I опытной группе на 2,99 % ( $p \leq 0,05$ ) и во II опытной группе на 1,97 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контроля. Переваримость углеводов в сравнении с контролем была выше на 5,43 % ( $p \leq 0,05$ ) и на 10,2 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно в I и во II опытных группах, относительно контроля. Таким образом в эксперименте показано изменение степени переваримости корма при совместном введении УДЧ меди и пробиотического препарата Соя-бифидум,

что могло быть следствием изменений в межклеточном обмене веществ и энергии.

### **2.3.2.4 Гематологические показатели крови подопытной птицы**

#### **2.3.2.4.1 Морфологический состав крови**

Исследование морфологических показателей крови подопытной птицы показало отсутствие существенных изменений таких параметров, как смесь моноцитов, эозинофилов, базофилов и незрелых клеток крови, гранулоцитов, эритроцитов, гематокрита и среднего содержания гемоглобина в эритроцитах относительно контрольной группы на протяжении всего эксперимента (таблица 24).

Исследования крови выявило повышение содержания лейкоцитов в 28-суточном возрасте в I опытной группе на 32,0 % ( $p \leq 0,05$ ), во II опытной на 34,0 % ( $p \leq 0,05$ ). Это сопровождалось достоверным повышением концентрации лимфоцитов в I опытной группе на 58,0 % ( $p \leq 0,01$ ), во II опытной на 62,0 % ( $p \leq 0,01$ ). Дополнительное введение в рацион цыплятам-бройлерам пробиотического препарата и УДЧ меди, способствовало достоверному повышению уровня гемоглобина в I опытной группе на 37,3 % ( $p \leq 0,05$ ), во II опытной группе на 45,0 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. В 42-суточном возрасте наблюдалась схожая картина, так в опытных группах уровень гемоглобина сопровождался его повышением на 22,1 % и на 24,3 %, соответственно, однако изменения были статистически недостоверными. Содержание тромбоцитов в крови птицы в 28-суточном возрасте достоверно превысил контроль на 24,2 % ( $p \leq 0,05$ ), во II опытной группе уровень снизился на 13,3 %. Схожая картина наблюдалась в возрасте 42 суток, так в I опытной группе происходило снижение уровня тромбоцитов на 6,1 %, а во II опытной - на 20,6 %, относительно контроля, однако все изменения были недостоверными.

Таблица 24 - Морфологический состав крови подопытных цыплят

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Лейкоциты (WBC), 10 <sup>9</sup> /л	Контроль	61,9±3,9	59,23±2,43	77,53±3,70
	I опытная		78,77±3,74*	80,47±3,29
	II опытная		79,53±5,87*	85,40±11,42
Лимфоциты (Lym), 10 <sup>9</sup> /л	Контроль	59,03±18,5	46,53±2,14	73,63±3,35
	I опытная		73,77±3,30**	75,33±2,92
	II опытная		75,43±0,85**	79,50±9,49
Смесь моноцитов, эозинофилов, базофилов и незрелых клеток (MID), 10 <sup>9</sup> /л	Контроль	2,37±1,32	1,77±0,68	2,67±0,21
	I опытная		3,30±0,25	3,33±0,32
	II опытная		2,83±0,07	3,90±1,20
Гранулоциты (GRAN), 10 <sup>9</sup> /л	Контроль	1,47±0,82	1,73±0,32	1,19±0,14
	I опытная		1,70±0,20	1,80±0,47
	II опытная		1,27±0,17	2,00±0,75
Эритроциты (RBC), 10 <sup>12</sup> /л	Контроль	1,81±0,52	1,36±0,52	2,01±0,54
	I опытная		1,85±0,09	1,92±0,04
	II опытная		1,89±0,03	2,00±0,20
Гемоглобин (HGB), г/л	Контроль	99,8±16,15	81,33±30,18	126,7±4,24
	I опытная		111,67±2,33*	126,67±5,93
	II опытная		118,00±3,21*	130,33±13,09
Гематокрит (HCT), %	Контроль	21,7±3,68	17,00±6,32	24,50±1,41
	I опытная		23,63±0,65	25,07±1,15
	II опытная		24,07±0,87	25,63±2,80
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), пг	Контроль	59,6±2,73	60,27±2,10	62,49±3,23
	I опытная		60,43±1,60	63,23±1,62
	II опытная		62,47±0,86	65,00±0,25
Тромбоциты (PLT), 10 <sup>9</sup> /л	Контроль	83,7±27,5	47,65±22,14	74,87±11,39
	I опытная		109,00±29,82*	77,67±5,90
	II опытная		71,67±7,31	65,67±6,36

Примечание: \* - P≤0,05; \*\* - P≤0,01; \*\*\* - P≤0,001

### 2.3.2.4.2 Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров

Анализ биохимических параметров крови в возрасте 28 суток показал снижение глюкозы в I опытной группе на 26,9 % и во II опытной в 2,0 раза (таблица 25).

Таблица 25 - Биохимический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Глюкоза, ммоль/л	Контроль	12,2±1,23	8,69±1,42	8,18±2,12
	I опытная		8,15±0,38	7,66±0,70
	II опытная		5,46±0,68	11,31±0,31
Общий белок, г/л	Контроль	16,8±1,45	32,37±2,12	34,53±0,62
	I опытная		31,89±0,41	40,40±0,59
	II опытная		35,50±0,47	35,37±1,83
Альбумин, г/л	Контроль	16,5±2,08	12,13±0,13	15,10±0,36
	I опытная		12,67±0,33	15,67±0,67
	II опытная		15,67±0,67	16,33±0,88
Билирубин общий, мкмоль/л	Контроль	21,8±0,41	20,11±0,44	21,00±2,71
	I опытная		20,64±0,25	15,72±5,33
	II опытная		21,24±0,08	5,71±0,18***
Билирубин прямой, мкмоль/л	Контроль	0,9±0,12	0,65±0,11	0,67±0,11
	I опытная		0,55±0,07	0,68±0,03
	II опытная		0,63±0,06	0,48±0,03
Холестерин, ммоль/л	Контроль	4,8±0,32	4,47±0,39	4,39±0,07
	I опытная		4,91±0,15	4,85±0,09
	II опытная		4,59±0,43	4,67±0,53
Триглицериды, ммоль/л	Контроль	0,99±0,41	0,79±0,09	0,37±0,11
	I опытная		0,35±0,04	0,38±0,07
	II опытная		0,28±0,01**	0,18±0,02*
Мочевина, ммоль/л	Контроль	2,0±0,13	1,82±0,11	1,42±0,05
	I опытная		1,70±0,06	1,30±0,06
	II опытная		1,60±0,06	2,07±0,15
Креатинин, мкмоль/л	Контроль	20,0±2,32	15,31±3,82	17,23±1,64
	I опытная		17,17±1,27	16,97±0,79
	II опытная		17,40±1,27	15,67±0,56

Примечание: \* -  $P \leq 0,05$ ; \*\* -  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $P \leq 0,001$

В возрасте 42 суток в I опытной также наблюдалось снижение глюкозы в 1,5 раза, однако во II опытной наблюдалось незначительное его увеличение, относительно контроля на 1,3 % (таблица 25).

Схожая картина наблюдалась по содержанию альбумина в исследуемой сыворотке крови цыплят-бройлеров, так в 28-суточном возрасте в I опытной группе наблюдалось снижение последнего на 22,4% и во II опытной на 4,0 %, относительно контроля, в 42-суточном возрасте в I опытной снижение на 4,0 %, однако все изменения были статистически недостоверными.

Уровень общего белка во всех опытных группах превышал контроль, в среднем на 58,7 %. Совместное применение пробиотика и УДЧ меди сопровождалось снижением общего билирубина на 44,1 % ( $p \leq 0,05$ ). Кроме этого, наблюдается картина и достоверного снижения триглицеридов в крови 28 суточных цыплят в 2,5 раза ( $p \leq 0,05$ ), 42 суточных в 2,2 раза ( $p \leq 0,05$ ). В тоже время как в возрасте 28 суток, так и в конце эксперимента содержание таких параметров, как прямой билирубин, холестерин, мочевины и креатинин в крови цыплят-бройлеров контрольной и опытных групп статистически отличались незначительно.

Исследования гематологического состава крови выявили изменения активности целого ряда ферментативных систем (таблица 26).

В частности, нами отмечалось понижение содержания АЛТ в возрасте 28 суток в I опытной группе на 21,4 % и во II опытной на 15,6 %, относительно контроля, в возрасте 42 суток наблюдалась схожая картина, так в опытных группах снижение параметра на 21,8 % и на 49,2 %, соответственно. Активность гамма-глутамилтрансферазы также претерпела изменения, что выразилось увеличением значений активности до 19,7 в I опытной группе, однако изменения этих параметров были недостоверными.

Уровень креатинкиназы в I опытной группе сопровождался его повышением в 28 суточном возрасте и в 42 суточном возрасте на 29,9 % и на 41,5 %, соответственно. Во II опытной группе наблюдалась схожая картина, так повышение последнего на 36,6 % и на 33,9 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно.

Таблица 26 - Биохимический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
АЛТ, Ед/л	Контроль	28,1	19,48±10,3	16,6±7,54
	I опытная	±5,98	21,90±2,01	21,80±2,14
	II опытная		23,53±2,63	14,17±1,83
АСТ, Ед/л	Контроль	45,2	76,73±32,17	42,27±29,77
	I опытная		43,47±18,18**	34,03±10,38
	II опытная	±3,15	28,43±7,04***	61,20±29,74*
Г-ГТ, Ед/л	Контроль	15,1	19,13±0,13	12,13±0,47
	I опытная	±0,05	18,33±2,33	19,67±0,67
	II опытная		18,00±2,08	15,67±0,67
Креатинкиназа, Ед/л	Контроль	3 287,1	3 173,23±430,39	6 196,90±441,16
	I опытная	±343,3	4 685,13±581,67	5 618,20±761,84
	II опытная		5 099,83±521,97	4 970,80±787,60*
ЛДГ, Ед/л	Контроль	1053,1	2 007,00±214,85	2 676,33±261,23
	I опытная	±4,52	1 681,33±349,91	1 805,67±207,94
	II опытная		1 492,33±72,56*	1 759,33±262,08

Примечание: \* -  $P \leq 0,05$ ; \*\* -  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $P \leq 0,001$

Нами отмечалось достоверное понижение АСТ в 28 суточном возрасте в I опытной группе на 77,0 % ( $p \leq 0,01$ ), во II опытной в 2,7 раза ( $p \leq 0,001$ ). Повышение в 42 суточном возрасте отмечалось нами только во II опытной группе - на 43,7 % ( $p \leq 0,05$ ). Уровень ЛДГ достоверно превысил контроль в 28 суточном возрасте во II группе на 29,6 % ( $p \leq 0,05$ ).

В отношении содержания элементов в сыворотке крови цыплят-бройлеров отмечались следующие результаты (таблица 27).

Таблица 27 - Состав химических элементов в сыворотке крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки		
		14	28	42
Кальций, ммоль/л	Контроль	1,78±0,14	3,88±0,23	3,26±0,14
	I опытная		3,29±0,27	3,03±0,19
	II опытная		2,79±0,06	2,90±0,10
Железо, мкмоль/л	Контроль	25,9±10,51	24,03±2,15	27,47±0,76
	I опытная		19,67±1,27	33,50±0,25
	II опытная		25,00±1,89	19,93±2,10
Магний, ммоль/л	Контроль	1,6±0,11	1,41±0,02	1,27±0,01
	I опытная		1,40±0,05	1,30±0,02
	II опытная		1,27±0,02	1,27±0,01
Фосфор, ммоль/л	Контроль	2,1±0,13	1,11±0,13	1,56±0,12
	I опытная		1,22±0,11	1,40±0,16
	II опытная		1,70±0,09	1,98±0,15

Так, содержание кальция увеличилось в I опытной группе через 2 недели эксперимента в 2,1 раза и через 4 недели эксперимента в 1,9 раза. Во II группе также наблюдалось повышение последнего в 1,8 раза в целом. Картина по уровню кальция была противоположной, так в 28 суточном возрасте в I опытной группе наблюдалось снижение в 1,6 раза и в 42 суточном возрасте в 1,4 раза, относительно контроля. Во II опытной группе в возрасте 28 суток

также уменьшение последнего на 12,8% и повышение в возрасте 42 суток на 1,5%.

Уровень магния также снижался в опытных группах в абсолютном значении от 1,46 ммоль/л до 1,27 ммоль/л. Содержание железа также уменьшалось, за исключением в 42 суточном возрасте в I опытной группе, где наблюдалось повышение последнего на 23,6 %, однако следует учесть, что по всем химическим элементам, наблюдалось статистически недостоверные значения.

Таким образом, по результатам гематологических исследований, получено, что действие пробиотического препарата на организм оказалось сходным с УДЧ меди по ряду параметров. Выявлен факт снижения содержания общего билирубина в опытных группах на фоне неизменных значений концентраций прямого билирубина, в соответствии с существующей практикой не имеет диагностического значения и может трактоваться, как общие изменения обменных процессов в организме. Использование совместного использования УДЧ меди и штамма *Bifidobacterium longum* в кормлении цыплят-бройлеров сопровождается изменениями в картине крови.

### **2.3.2.5 Мясная продуктивность подопытной птицы**

#### **2.3.2.5.1 Убойные качества и морфологический состав тела цыплят-бройлеров**

Дополнительное включение в рацион цыплятам-бройлерам пробиотического препарата и УДЧ меди изменяет и доступность питательных веществ в организм птицы. Так, увеличение живой массы может быть закономерным явлением, а именно, следствием, влекущим за собой изменение мясной продуктивности птицы, выявленное нами при анализе данных, полученных во время убоя подопытной птицы (таблица 28). Величина предубойной живой массы в контрольной группе (1778,7 г.), во II опытной

группе наблюдается достоверное его превышение на 11,4 % ( $p < 0,05$ ). Исследование мясной продуктивности по окончании исследования показало достоверное увеличение массы потрошенной тушки во второй группе, что на 10,8 % ( $p < 0,05$ ) превышало контрольную группу и на 8,5 % первую опытную ( $p < 0,05$ ). Масса мышечной ткани во II опытной группе также достоверно превышало контрольную группу на 16,9 % ( $p < 0,05$ ).

Таблица 28 - Результаты контрольного убоя подопытной птицы

Показатель	контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная живая масса	1 778,7±4,19	1 871,3±180,15	2 006,7±15,38 <sub>a</sub>
Полупотрошенная тушка	1 536,7±4,28	1 624,0±149,01	1 773,3±6,36 <sup>a</sup>
Потрошенная тушка	1 242,0±4,03	1 274,0±103,20	1 392,7±32,30 <sub>ab</sub>
Мышечная ткань	764,0±3,81	869,9±66,68 <sup>a</sup>	919,7±35,82 <sup>a</sup>
Убойный выход	69,7±0,86	68,3±1,54	69,4±2,15

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;  
<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

Таким образом, следует отметить, что дополнительное совместное включение в рацион подопытной птице УДЧ меди и пробиотического препарата Соя-бифидум, способствует наилучшим мясным и убойным качествам мяса цыплят-бройлеров.

### 2.3.2.5.2 Состав и содержание химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров

Результаты исследований по оценке химического состава тела представлены в таблица 29.

Таблица 29 - Химический состав тела подопытных цыплят-бройлеров, %

Группа	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола
Контроль	32,1±0,14	19,8±0,17	9,2±0,12	3,1±0,06
I опытная	31,8±0,74	19,9±0,06	8,3±0,66 <sup>a</sup>	3,6±0,13 <sup>a</sup>

II опытная	32,9±0,29 <sup>a</sup>	20,0±0,15	9,8±0,10 <sup>a b</sup>	3,2±0,13 <sup>b</sup>
------------	------------------------	-----------	-------------------------	-----------------------

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

Анализируя полученные данные, можно отметить, что совместное включение в рацион исследуемой птице УДЧ меди и пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* способствует достоверному увеличению содержания сухого вещества, жира и органических веществ на 2,4 % ( $p \leq 0,05$ ); 6,1 % ( $p \leq 0,05$ ) и 3,1 %, относительно особей контрольной группы. Во II опытной группе наблюдается достоверное увеличение количества жира на 15,3 % ( $p \leq 0,05$ ), на фоне снижения органических веществ на 11,1 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы.

По содержанию химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров в абсолютных величинах, были получены следующие данные (таблица 30).

Таблица 30 – Содержание химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров, г/гол

Группа	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола
Контроль	522,0±31,6	322,3±18,3	149,8±11,1	49,9±2,34
I опытная	545,9±56,4	341,9±29,9	142,4±20,6	61,6±7,73 <sup>a</sup>
II опытная	615,9±5,28 <sup>ab</sup>	374,0±4,02 <sup>ab</sup>	182,7±1,10 <sup>ab</sup>	59,1±2,30 <sup>a</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

В числовом выражении данные расхождения содержания минеральных веществ в I опытной были достоверно выше на 18,99 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля; во II опытной группе отмечалось достоверное повышение содержания сухого вещества, протеина, жира и минеральных веществ – на

15,3 %; 13,8 %; 18,0% и на 15,6 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно особей контрольной группы.

Достоверное повышение наблюдалось во II опытной группе по сухому веществу - на 11,4 % ( $p \leq 0,05$ ), протеину - на 8,58 % ( $p \leq 0,05$ ) и жиру - на 22,1 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы.

Даже при рассмотрении химического состава отдельных тканей и органов подопытной птицы можно увидеть, что содержание показателей химического состава II опытной группы превосходит показатели контрольной группы (таблица 31).

Таблица 31 - Химический мышечной ткани подопытной птицы, г.

Группа	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола
Контроль	108,7±19,3	84,8±15,1	19,5±3,47	4,4±0,78
I опытная	164,7±11,9 <sup>a</sup>	130,4±9,4 <sup>a</sup>	27,8±2,00	6,6±0,47 <sup>a</sup>
II опытная	174,8±10,9 <sup>a</sup>	129,2±8,1 <sup>a</sup>	39,3±2,46 <sup>ab</sup>	6,3±0,39 <sup>a</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;  
<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

По содержанию сухого вещества во II опытной группе наблюдается достоверное его повышение в мышечной ткани на 37,8 % ( $p \leq 0,05$ ), протеина - на 34,4 % ( $p \leq 0,05$ ), жира - на 50,4 % ( $p \leq 0,05$ ), органических веществ - на 30,2 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы. Аналогичная картина наблюдалась по коже, внутренним органам и перу, однако изменения были недостоверным.

Таблица 32 – Концентрация энергии в теле подопытных цыплят-бройлеров, МДж/кг СВ

Период опыта	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
Начало	23,7±0,03		
Окончание	26,1±0,09	25,3±0,27 <sup>a</sup>	26,3±0,08 <sup>ab</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;  
<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп.

В конце опыта концентрация энергии в теле особей I опытной группы, была достоверно ниже контрольной на 3,07 % ( $p \leq 0,05$ ) и на 3,8 % ( $p \leq 0,05$ ), ниже II опытной группы. Концентрация энергии во II опытной группе была достоверно выше контроля на 0,76 % ( $p \leq 0,05$ ).

### 2.3.2.5.3 Конверсия протеина и энергии корма в продукцию

Данные результатов убоя птицы и химического состава тела птицы позволили нам получить сведения о составе прироста живой массы птицы в анализируемый период (таблица 33).

Таблица 33 – Трансформация энергии и протеина корма в тело подопытных бройлеров за учетный период

Показатель	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
Отложилось			
Протеин, г	294,2±18,3	313,8±29,9	345,9±4,02 <sup>ab</sup>
Энергия, МДж	12,7±0,87	12,9±1,48	15,2±0,10 <sup>ab</sup>
Коэффициент конверсии, %			
Протеин	44,6±2,77	45,4±4,33	50,1±0,58 <sup>ab</sup>
Энергия	32,9±2,27	30,6±3,51	36,2±0,24 <sup>ab</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;  
<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

При отложении в теле бройлеров контрольной группы 294,2 г/гол протеина и 12,7 МДж/гол энергии аналогичный показатель во II опытной группе оказался достоверно выше на 14,9 % ( $p \leq 0,05$ ) и на 16,5 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно. Во II опытной группе также наблюдалось повышение уровня протеина в 1,1 раза ( $p \leq 0,05$ ) и энергии в 1,2 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы.

Изменения в поедаемости корма птицей опытных групп, несомненно, влияют на пластический и энергетический обмены. Так, коэффициент конверсии во II опытной группе наглядно выше, чем в контрольной и I опытной группах на 9,1 % и на 15,5 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно.

### 2.3.2.6 Результаты исследований по оценке качества мяса цыплят-бройлеров

Осмотр тушек цыплят-бройлеров контрольной и опытных групп показал, что они были хорошо обескровлены, без остатков пуха и пера. Внешний вид и цвет поверхности тушек имел корочку подсыхания, мышцы на разрезе влажные, не оставляли пятна на фильтровальной бумаге. На разрезе мясо проб опытных и контрольной групп птиц плотной консистенции, упругое, при надавливании пальцем ямка быстро выравнивалась. При варке бульон был ароматным, прозрачным, на поверхности наблюдалось скопление жировых капель. Посторонние запахи отсутствовали. Проведенные нами исследования утверждают о пригодности всех проб мяса на пищевые цели. Для наиболее детального изучения качества мяса птиц нами проведены биохимические исследования, представленные в таблице 34.

Таблица 34 – Биохимические показатели мяса цыплят-бройлеров при применении пробиотического препарата Соя-бифидум и УДЧ Су

Показатель	Группа		
	контроль	I опытная	II опытная
Реакция на пероксидазу	положительно	положительно	положительно
pH мяса	5,7±0,11	5,83±0,15	5,81±0,16
Амино-аммиачный азот, мг	0,8±0,05	0,85±0,07	0,84±0,06
Реакция с серноокислой	отрицательно	отрицательно	отрицательно

медью			
Формольная реакция	отрицательно	отрицательно	отрицательно

Результаты биохимических исследований мяса цыплят-бройлеров показывают, что реакция на пероксидазу в исследуемых группах была положительная, что свидетельствует об активности фермента мышечной ткани - пероксидазы и характеризует мясо как доброкачественное. Результаты исследования всех проб мяса на амино-аммиачный азот показали, что оно было свежим и получено от здорового молодняка цыплят-бройлеров.

Отрицательные реакции с сернокислой медью, формольная реакция и pH 5,7 - 5,83 в абсолютном значении всех проб подтверждают об отсутствии в бульоне продуктов первичного распада белков и его доброкачественности. Исследования показали, что органолептические и биохимические показатели опытных и контрольных проб мяса цыплят-бройлеров соответствуют требованиям ГОСТов 7702.1-74 и 7702.04. Пробиотический препарат Соя-бифидум и УДЧ меди способны сохранить все показатели пищевой ценности мяса цыплят-бройлеров.

Также была проведена дегустационная оценка вкусовых качеств мяса филе цыплят-бройлеров по пятибальной шкале, в соответствии с методикой ВНИТИП (Сергиев Посад, 2004) (таблица 35).

Таблица 35 – Дегустационная оценка бульона, балл (M±m)

Показатель	Группа		
	контроль	I опытная	II опытная
Прозрачность	3,9±0,14	3,97±0,11	4,05±0,14
Наваристость	4,01±0,13	4,05±0,08	4,11±0,12
Цвет	4,00±0,05	4,03±0,06	4,06±0,11
Аромат (запах)	3,81±0,09	3,85±0,19	4,02±0,20
Вкус	3,82±0,08	3,84±0,12	4,01±0,15
Общий балл	3,90	3,95	4,05

Дегустационная оценка бульона, сваренного из мяса филе цыплят-бройлеров, не выявила достоверных отличий между контрольной группой и опытными группами, при этом самый высокий балл, в среднем по бульону был во II опытной группе - 4,05, где в рацион включали совместно Соя-бифидум и УДЧ Си. Несколько уступал им мясной бульон I опытной группы и контроля - на 0,1 балл (2,47%) и на 0,15 балла (3,7%).

Одним из определяющих показателей качества мяса птицы является – влагоемкость (удерживание влаги). В результате исследований было получено, что во II опытной группе влагоемкость составила в абсолютном значении 51,2 %, что на 0,45 % ниже, чем в контрольной группе. В I опытной группе процент влагоемкости не изменился. Влагоемкость указывает на количество белкового вещества, а также само состояние последнего, в связи с этим, можно сделать вывод о том, что чем больше содержание жира, тем меньше удерживание влаги.

Нежность или жесткость мяса определяет его выбор потребителем. Этот показатель зависит от содержания соединительной ткани (чем меньше ее, тем мясо нежнее), диаметра мышечных волокон (чем больше диаметр мышечных волокон, тем мясо грубее). Мясо в большей степени изменяется под воздействием созревания и варки, однако нежность главным образом определяется качеством исходного сырья.

В связи с этим было проведено исследование по выяснению степени нежности мяса птицы, получавшие УДЧ меди и *Bifidobacterium longum*. Было установлено, что образцы мяса птицы II опытной группы характеризовались наименьшим усилием при разрезании филе птицы (17,8 %), в I опытной группе - 17,1 %.

Таким образом, использование в составе рациона цыплят-бройлеров пробиотического препарата Соя-бифидум и УДЧ меди оказывает положительное влияние, на органолептические и биохимические показатели мяса цыплят-бройлеров.

### 2.3.2.7 Обмен химических элементов в организме подопытных бройлеров

Введение пробиотического препарата Соя-бифидум привело к достоверному снижению Cr, Fe и I в I опытной группе в 21,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), в 2,0 раза ( $p \leq 0,05$ ) и в 2,4 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контрольной группы (таблица 36).

Таблица 36 – Пул эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов в организме птицы на момент завершения эксперимента, мг/гол

Элемент	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
As	0,003±0,001	0,003±0,001	0,004±0,001
Co	0,033±0,011	0,04±0,008	0,04±0,005
Cr	1,75±1,35	0,08±0,01 <sup>a</sup>	0,12±0,02 <sup>a b</sup>
Cu	0,61±0,13	0,62±0,17	0,52±0,06
Fe	49,3±14,5	23,7±2,65 <sup>a</sup>	32,7±1,12
I	0,56±0,07	0,22±0,004 <sup>a</sup>	0,26±0,004 <sup>a</sup>
Li	0,004±0,001	0,005±0,001	0,005±0,0003
Mn	1,35±0,25	0,91±0,14	1,12±0,15
Ni	0,79±0,19	0,93±0,17	0,91±0,13
Se	0,13±0,02	0,14±0,02	0,12±0,003
Si	3,71±0,84	3,15±0,76	7,38±0,17 <sup>a b</sup>
V	0,01±0,006	0,01±0,001	0,01±0,001
Zn	34,5±4,55	43,3±8,67	39,3±3,82

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

Аналогичная картина наблюдалась и в группе, совместно получавшая пробиотический препарат Соя-бифидум и УДЧ меди, так наблюдалось достоверное снижение хрома в 14,2 раза ( $p \leq 0,05$ ), по отношению к контролю, однако следует отметить, что относительно I опытной группы отмечалось достоверное повышение последнего в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ). Содержание йода достоверно снижалось относительно контроля в 2,0 раза ( $p \leq 0,05$ ), но повысилось на 15,4 %, однако изменения были недостоверными. Содержание кремния достоверно повышалось относительно контроля в 2,1 раза ( $p \leq 0,05$ ) и по отношению к I опытной группе в 2,3 раза ( $p \leq 0,05$ ).

В I опытной группе наблюдалось достоверное повышение Р по отношению к контролю на 22,6 % ( $p \leq 0,05$ ), также содержание Са, К, Mg и Na на 20,7 %; 16,4; 20,8 и на 9,9 %, соответственно было выше, относительно контрольной группы, однако изменения были недостоверными (таблица 37).

Во II опытной группе наблюдалась аналогичная картина, так достоверное повышение фосфора на 16,7 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Содержание кальция, калия, магния и натрия было увеличено на 17,6 %; 15,2; 11,6 и на 16,9 %, соответственно, по отношению к контрольной группе, однако изменения были недостоверными.

Таблица 37 – Пул макроэлементов в организме птицы на момент завершения эксперимента, г/гол

Элемент	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Са	24,0±8,85	29,0±5,81	27,9±6,00
К	3,99±0,29	4,69±0,53	4,62±0,14
Mg	0,68±0,08	0,77±0,10	0,69±0,04
Na	1,31±0,09	1,42±0,16	1,54±0,03

P	8,99±1,88	11,6±1,94 <sup>a</sup>	10,8±1,14 <sup>a</sup>
---	-----------	------------------------	------------------------

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

Введение пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* в рацион подопытной птице привело к достоверному снижению уровня ртути в 10 раз ( $p \leq 0,05$ ) и стронция в 1,8 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы. Совместное использование штамма *Bifidobacterium longum* и УДЧ меди в рационе цыплят-бройлеров привело к достоверному снижению Hg в 10 раз ( $p \leq 0,05$ ), Sn в 1,3 раза ( $p \leq 0,05$ ) и Sr в 2,3 раза ( $p \leq 0,05$ ) (таблица 38).

Таблица 38 – Пул токсических элементов в организме птицы на момент завешения эксперимента, мг/гол

Элемент	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Al	1,69±0,11	1,51±0,53	1,15±0,04 <sup>a</sup>
Cd	0,001±0,0001	0,002±0,0005	0,001±0,0001
Hg	0,001±0,0002	0,0001±0,0001 <sup>a</sup>	0,0001±0,0001 <sup>a</sup>
Pb	0,024±0,005	0,02±0,003	0,02±0,002
Sn	0,011±0,004	0,012±0,009	0,009±0,003 <sup>a</sup>
Sr	8,21±2,52	4,5±1,85 <sup>a</sup>	3,6±1,81 <sup>a</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении I и II опытных групп.

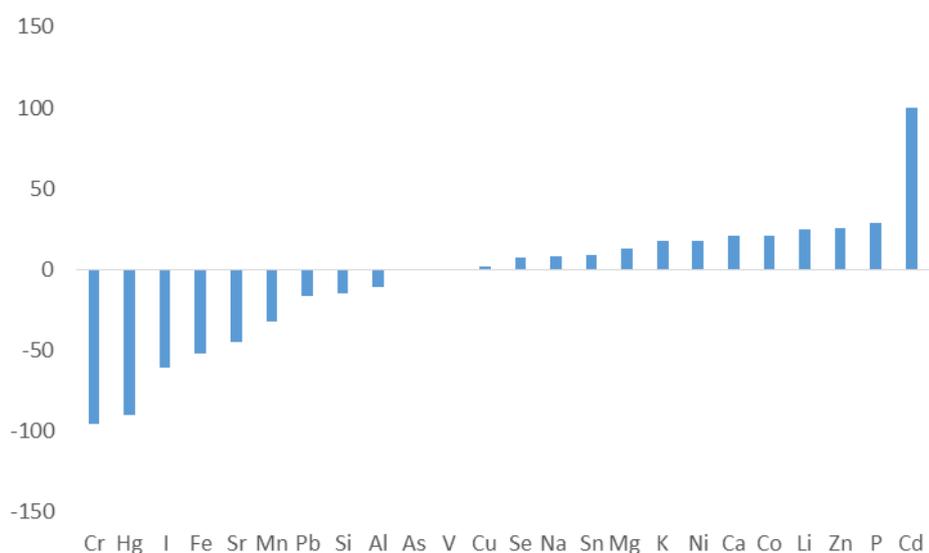


Рисунок 8 – Разница по величине пулов макро- и микроэлементов в тканях тела подопытных бройлеров I опытной группы относительно контроля

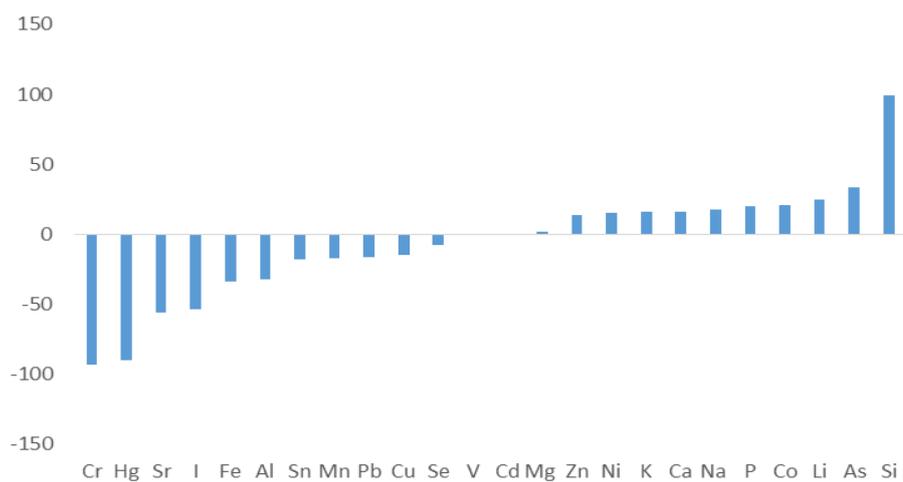


Рисунок 9 – Разница по величине пулов макро- и микроэлементов в тканях тела подопытных бройлеров II опытной группы относительно контроля

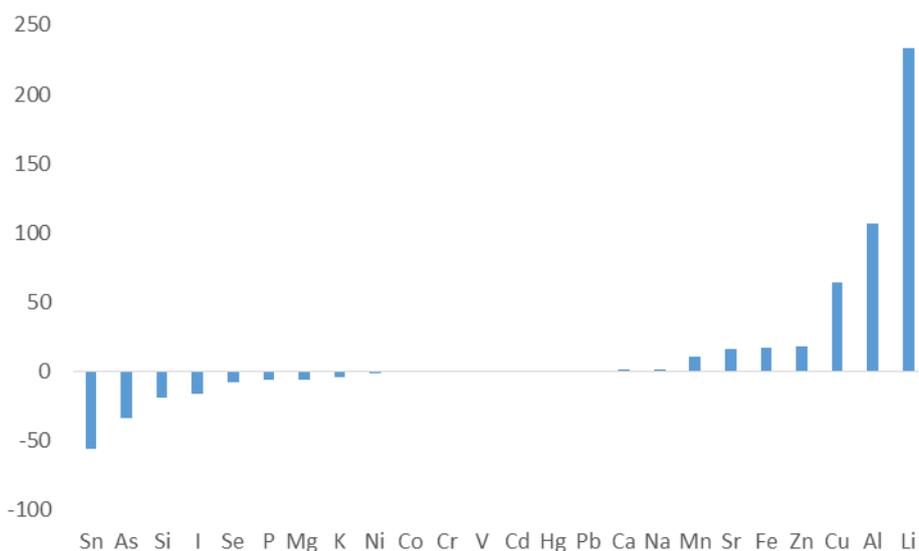


Рисунок 10 – Разница по величине пулов макро- и микроэлементов в тканях тела подопытных бройлеров I опытной группы относительно II опытной группы.

Таким образом совместное введение в рацион подопытной птице пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* и УДЧ меди приводит к большому снижению токсических элементов в организме цыплят-бройлеров, таких как ртуть, олово, стронций и алюминий.

### 2.3.2.8 Резюме по итогам II эксперимента на птице

По результатам II эксперимента, можно сделать следующие выводы:

1. Совместное введение УДЧ меди и пробиотического препарата Соя-бифидум в рацион цыплятам-бройлерам сопровождалось увеличением живой массы на протяжении всего эксперимента. Достоверным увеличением живой массы наблюдалось на 22 сутки экспериментального исследования - на 11,3 % ( $p \leq 0,05$ ), на 29 сутки - на 7,55 % ( $p \leq 0,05$ ) и в конце эксперимента на 11,4 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Выявленная динамика прироста живой массы

цыплят-бройлеров в опытной группе наиболее красноречиво демонстрирует о влиянии дополнительного введения УДЧ меди и пробиотического препарата Соя-бифидум.

2. По результатам гематологических исследований, получено, что действие пробиотического препарат на организм оказалось сходным с УДЧ меди по ряду параметров. Выявлен факт снижения общего билирубина в опытных группах на фоне неизменных концентраций прямого билирубина, в соответствии с существующей практикой не имеет диагностического значения и может трактоваться, как общие изменения обменных процессов в организме. Использование совместного использования УДЧ меди и штамма *Bifidobacterium longum* в кормлении цыплят-бройлеров сопровождается изменениями в картине крови.

3. Дополнительное совместное включение в рацион подопытной птице УДЧ меди и пробиотического препарата Соя-бифидум, способствует наилучшим мясным и убойным качествам мяса цыплят-бройлеров.

4. Использование в составе рациона цыплят-бройлеров пробиотического препарата Соя-бифидум и УДЧ меди оказывает положительное влияние, на органолептические и биохимические показатели мяса цыплят-бройлеров.

5. Введение пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* в рацион подопытной птице привело к достоверному снижению уровня ртути в 10 раз ( $p \leq 0,05$ ) и стронция в 1,8 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы. Совместное использование штамма *Bifidobacterium longum* и УДЧ меди в рационе цыплят-бройлеров привело к достоверному снижению Hg в 10 раз ( $p \leq 0,05$ ), Sn в 1,3 раза ( $p \leq 0,05$ ) и Sr в 2,3 раза ( $p \leq 0,05$ ).

Обобщая полученный материал, следует отметить, что комбинирование УДЧ меди с пробиотическим штаммом *Bifidobacterium longum* положительно влияет на производство и качество мяса бройлеров.

## 2.3.3 Результаты III эксперимента на птице

### 2.3.3.1 Условия содержания и кормления цыплят-бройлеров

На протяжении исследования цыпленка контрольной и опытных групп содержались в одинаковых условиях. Комбикорма приготавливались с учетом рекомендаций ВНИТИПа (Фисинин В. И. и др., 2009). Стартовый рацион был приготовлен на основе кукурузно-пшеничном кормосмеси (около 60 % по массе), с содержанием обменной энергии 12,97 МДж/кг и сырого протеина 22,01 % (таблица 39, 40).

Таблица 39 - Состав и питательность стартового комбикорма, г/кг

Показатель	Масса вещества	Показатель	Масса вещества
Состав комбикорма:		кальция, %	0,98
пшеница	187	фосфора, %	0,68
кукуруза	400	фосфора усвояемого, %	0,47
шрот подсолнечный	100	калия, %	0,69
шрот соевый	150	магния, %	0,17
жмых подсолнечный	48	серы, %	0,13
масло подсолнечное	50	натрия, %	0,22
премикс вит./мин.	30	железа, мг	24,93
соль поваренная	3	меди, мг	2,44
монокальций фосфат	12	цинка, мг	68,46
известняковая мука	13	марганца, мг	96,39
DL-метионин 98,5 %	1,0	кобальта, мг	0,85
моноклоргидрат лизина 98 %	4,7	йода, мг	0,72
сода пищевая	1,3	<b>ВИТАМИНОВ:</b>	
		А, тыс МЕ	11,64
В комбикорме содержится:		Д3, тыс МЕ	3,17
обменной энергии, МДж	12,97	В1, мг	2,16
сырого протеина, %	22,01	В2, мг	7,44
сырого жира, %	6,65	В3, мг	9,58
сырой клетчатки, %	4,12	В4, мг	497,66
лизина, %	1,20	В5, мг	34,04
аргинина, %	1,24	В6, мг	3,58
метионина, %	0,52	В12, мг	0,027
метионина+цистина, %	0,83	Вс, мг	0,462
треонина, %	0,84	Н, мг	0,079
триптофана, %	0,25		
валина, %	0,87		

Ростовой полнорационный комбикорм был приготовлен на основе пшенично-ячменно-кукурузной кормосмеси (около 70 % по массе) с содержанием обменной энергии 13,24 МДж/кг и сырого протеина 20,97 %.

Балансирование рационов по витаминной питательности и минеральному составу осуществлялось с использованием комплексного витаминного премикса, поваренной соли, известняковой муки, монокальция фосфата и минерального премикса. Приготовление рационов осуществлялось с помощью ступенчатого смешивания. Сохранность поголовья в течении всего эксперимента составила 100%.

Таблица 40 - Состав и питательность ростового комбикорма, г/кг

Показатель	Масса вещества	Показатель	Масса вещества
Состав комбикорма:		кальция, %	0,99
пшеница	374	фосфора, %	0,69
ячмень	150	фосфора усвояемого, %	0,48
кукуруза	150	калия, %	0,68
шрот подсолнечный	70	магния, %	0,20
шрот соевый	140	серы, %	0,07
масло подсолнечное	50	натрия, %	0,22
премикс вит./мин.	30	железа, мг	26,49
соль поваренная	3	меди, мг	3,66
монокальций фосфат	12	цинка, мг	67,31
известняковая мука	13	марганца, мг	94,87
DL-метионин 98,5 %	1,6	кобальта, мг	0,83
моноклоргидрат лизина 98 %	5	йода, мг	0,69
сода пищевая	1,4	<b>ВИТАМИНОВ:</b>	
В комбикорме содержится:		А, тыс. МЕ	10,89
обменной энергии, МДж	13,24	ДЗ, тыс. МЕ	2,87
сырого протеина, %	20,97	В <sub>1</sub> , мг	1,33
сырого жира, %	2,5	В <sub>2</sub> , мг	6,54
сырой клетчатки, %	2,8	В <sub>3</sub> , мг	9,78
лизина, %	1,17	В <sub>4</sub> , мг	484,61
аргинина, %	1,03	В <sub>5</sub> , мг	22,92
метионина, %	0,48	В <sub>6</sub> , мг	3,54
метионина+цистина, %	0,8	В <sub>12</sub> , мг	0,026
треонина, %	0,82	Вс, мг	0,53
триптофана, %	0,24	Н, мг	0,062
валина, %	0,78		

Фактическое потребление корма за весь период в опытных группах не отличалась сильными изменениями. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы в I опытной группе оказались на 4,2 % ниже, чем в контроле, во II опытной – на 5,2 % (таблица 41).

Таблица 41 – Потребление корма цыплятами-бройлерами по периодам выращивания

Группа	Значения потребления, г/гол			Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	Процент от контроля
	рацион		за весь период		
	стартовый	ростовой			
Контроль	1100	1970	3070	1,92	100
I опытная	1095	2138	3233	1,84	95,8
II опытная	1055	2083	3138	1,82	94,8

Опытные группы птиц, в рацион которых дополнительно включали пробиотические препараты и УДЧ меди влияют и на коэффициент переваримости, что не может повлиять на рост и развития цыплят-бройлеров.

### 2.3.3.2 Рост и развитие подопытных цыплят-бройлеров

Дополнительное включение в рацион цыплятам-бройлерам штамма *Bacillus subtilis*, способствует увеличению живой массы в течении всего экспериментального исследования. В конце второй недели эксперимента наблюдалось достоверное повышение живой массы на 8,2 % ( $p \leq 0,05$ ), к концу третьей недели - на 9,5 % ( $p \leq 0,05$ ) и к концу эксперимента - на 8,12 % ( $p \leq 0,05$ ) (рисунок 11).

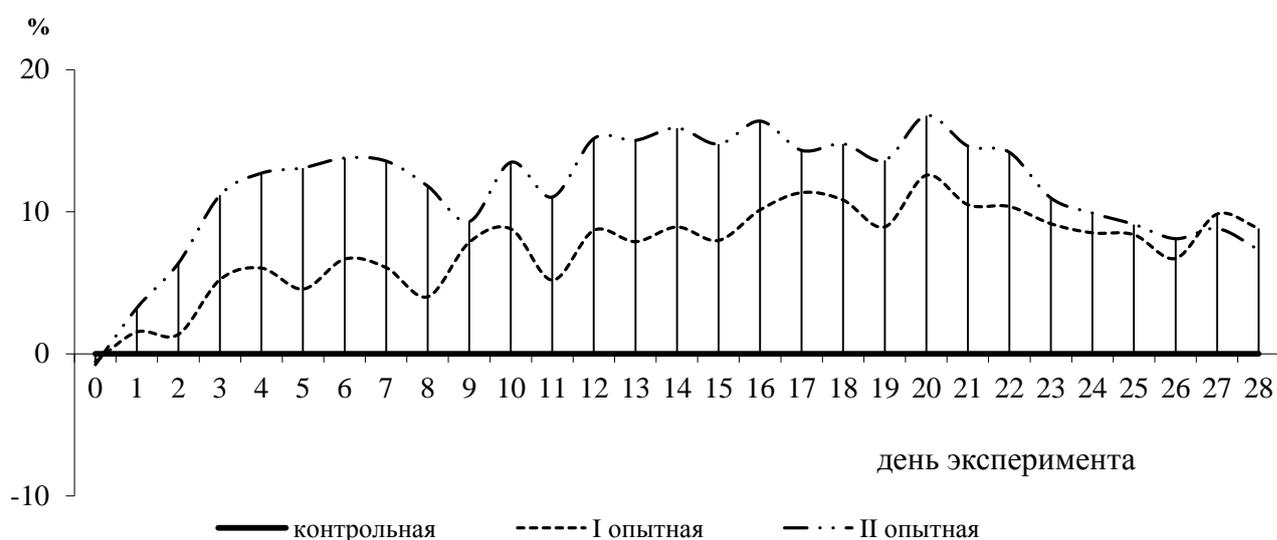


Рисунок 11 – Динамика разницы по живой массе между контрольной и опытными группами.

Совместное введение УДЧ меди и пробиотического препарата Ветом 1.1. в рацион цыплятам-бройлерам, сопровождалось достоверным увеличением живой массы относительно контрольной группы на 14 сутки эксперимента на 11,9 % ( $p \leq 0,05$ ), на 22 сутки - на 13,7 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. К концу всего эксперимента живая масса во II опытной группы превышала контроль на 6,83 %, однако изменения были недостоверными.

Расчеты еженедельного прироста живой массы цыплят-бройлеров, указывают на следующие результаты (рисунок 12).

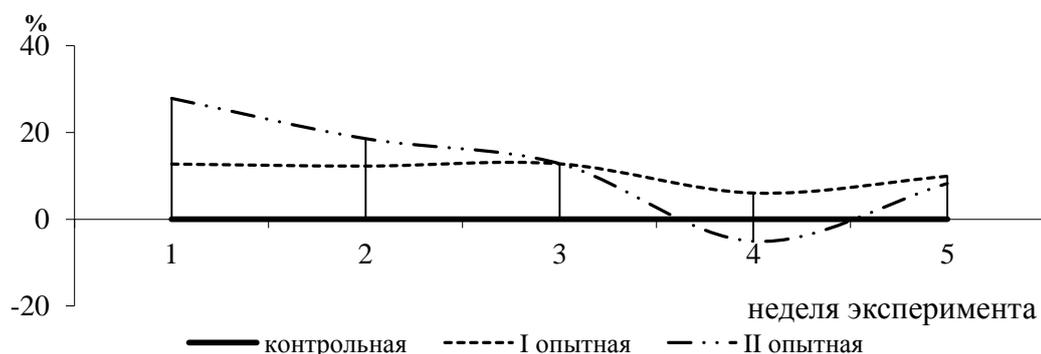


Рисунок 12 - Разница по приросту живой массы относительно контрольной группы, %

Установлено, что в 2-недельном возрасте птица II опытной группы превосходила сверстников контрольной группы на 21,8 % ( $p \leq 0,05$ ). На 3 недели опыта прирост живой массы относительно контроля составил в абсолютном значении 519,3 г/гол, что на 11,4 % выше контроля ( $p \leq 0,05$ ).

По результатам полученных данных, штамм *Bacillus subtilis* 7092 и совместное использование штамма *Bacillus subtilis* 7092 и УДЧ меди, приводит к увеличению живой массы в течении всего эксперимента, за исключением 4 недели эксперимента во II опытной группе, однако все изменения были недостоверными.

### **2.3.3.3 Переваримость питательных веществ корма птиц**

Полноценность кормления зависит от многих факторов, в том числе: от правильно установленных потребностей животных в питательных веществах, количества нормируемых показателей, химического состава, питательности и качества кормов, а также от соответствия поступления питательных веществ потребностям животных, доступности и усвоения ими питательных веществ рациона. Доступность и усвояемость питательных веществ можно определить только непосредственно в экспериментах на животных и птице, а также с помощью комплексной оценки питательности кормов и рационов (Петухова Е. А. и др., 2000) (таблица 42).

Введение пробиотического штамма *Bacillus subtilis* в рацион подопытной птицеспособствовал увеличению переваримости органического вещества на 10,8 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Аналогичная разница по включению коэффициента переваримости сырого жира, протеина и углеводов составила 7,33 %; 4,85 и на 13,3 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно.

Таблица 42 – Коэффициенты переваримости питательных веществ корма, %

Группа	Органическое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Углеводы, в среднем
	Стартовый комбикорм			
Контрольная	74,73±1,18	83,79±0,76	85,23±0,69	70,28±1,38
I опытная	83,73±1,03 <sup>a</sup>	90,42±0,60 <sup>a</sup>	89,57±0,66 <sup>a</sup>	81,09±1,19 <sup>a</sup>
II опытная	76,90±1,82 <sup>b</sup>	87,74±0,97 <sup>ab</sup>	84,96±1,18 <sup>b</sup>	73,09±2,12 <sup>b</sup>
Ростовой комбикорм				
Контрольная	75,69±1,13	50,45±2,31	84,77±0,71	73,85±1,22
I опытная	72,68±2,46	74,15±2,32 <sup>a</sup>	81,00±1,71 <sup>a</sup>	70,11±2,69 <sup>a</sup>
II опытная	75,03±2,04	61,21±3,17 <sup>ab</sup>	81,12±1,54 <sup>a</sup>	73,69±2,15

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;  
<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

Во II опытной группе, при использовании стартового комбикорма отмечалось повышение только коэффициента переваримости сырого жира на 4,5 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Относительно I опытной группы отмечалось достоверное снижение переваримости органического вещества на 8,16 %, сырого жира - на 2,96 %, сырого протеина - на 5,15 % и углеводов в среднем - на 9,87 % ( $p \leq 0,05$ ). На ростовом комбикорме в I опытной группе коэффициент переваримости сырого жира достоверно превысил контроль на 31,96 % ( $p \leq 0,05$ ), а коэффициент переваримости сырого протеина достоверно был снижен на 4,45 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно. Во II опытной группе наблюдается аналогичная картина - это достоверное повышение переваримости сырого жира на 17,6 % ( $p \leq 0,05$ ) и снижение переваримости сырого протеина на 4,31 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Опытная птица характеризовалась изменениями в переваримости основных питательных

веществ, что не могло не оказать влияния на обмен веществ и энергии в организме цыплят-бройлеров.

### 2.3.3.4 Гематологические показатели подопытной птицы

#### 2.3.3.4.1 Морфологический состав крови

Как известно, недостаточное, или наоборот, избыточное поступление элементов питания нарушает характер метаболических процессов в тканях, что отражается на составе крови (таблица 43).

Таблица 43 - Морфологический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки	
		28	42
Лейкоциты (WBC), 10 <sup>9</sup> /л	Контроль	49,23±22,43	77,33±3,45
	I опытная	54,90±22,81	87,90±0,90
	II опытная	81,07±2,11*	65,57±7,10
Лимфоциты (Lym), 10 <sup>9</sup> /л	Контроль	46,53±21,14	73,33±3,15
	I опытная	52,10±21,71	82,13±1,42
	II опытная	76,70±1,53*	61,17±7,59
	I опытная	1,97±0,79	3,63±0,15
	II опытная	2,93±0,33	2,73±0,09
	I опытная	0,73±0,32	2,13±0,69
	II опытная	1,43±0,34	1,67±0,42
Эритроциты (RBC), 10 <sup>12</sup> /л	Контроль	1,36±0,52	2,00±0,16
	I опытная	1,34±0,47	2,18±0,04
	II опытная	1,93±0,04	1,37±0,19
Гемоглобин (HGB), г/л	Контроль	81,33±30,18	125,23±5,14
	I опытная	88,00±28,10	133,33±1,76
	II опытная	119,00±3,61*	93,00±20,50*
	I опытная	17,13±5,94	26,27±0,78
	II опытная	23,90±0,66	16,93±2,78
Тромбоциты (PLT), 10 <sup>9</sup> /л	Контроль	48,37±22,14	74,68±11,53
	I опытная	47,67±19,20	107,00±18,18*
	II опытная	57,67±6,49	59,67±14,85

Примечание: \* - P≤0,05; \*\* - P≤0,01; \*\*\* - P≤0,001

Анализ гематологических показателей указал на статистически недостоверные изменения морфологического и биохимического состава крови у цыплят-бройлеров всех групп, с некоторым преимуществом по отдельным показателям у птицы опытных групп, в сравнении с контрольной.

В 28 суточном возрасте содержание лейкоцитов в I опытной группе уменьшилось на 10,0 % и достоверно повысилось во II группе на 23,9 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. По уровню лимфоцитов была зафиксирована схожая картина, так в возрасте 28 суток наблюдалось снижение последнего на 10,2 %, однако статистически недостоверно, во II опытной группе достоверное его превышение на 24,3 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы.

В 28-суточном и 42-суточном возрастах зафиксировано увеличение содержания гемоглобина во II опытной группе на 17,1 % ( $p \leq 0,05$ ) и его снижение на 5,8 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контрольной группы. Отмечено, что в возрасте 42 дней происходит увеличение содержания тромбоцитов в крови бройлеров I опытной группы на 22,7 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля.

#### **2.3.3.4.2 Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров**

Анализ результатов исследований показал, что опытные группы отличаются от контрольной по целому ряду биохимических констант (таблица 44).

Содержание глюкозы в сыворотке крови птицы в I опытной группе в 42-суточном возрасте ниже, чем в контроле в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ) и во II группе выше, на 4,6 % ( $p \leq 0,05$ ). Уровень общего билирубина в опытных группах в возрасте 42 дней сопровождался его снижением, относительно контрольной группы в 3,7 раза ( $p \leq 0,05$ ). Содержание креатинина во II опытной группе в 42-суточном

возрасте в абсолютном значении повысилось от 19,95 мкмоль/л до 25,47 мкмоль/л ( $p \leq 0,05$ ).

Таблица 44 – Биохимический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки	
		28	42
Глюкоза, ммоль/л	Контроль	8,69±1,52	8,08±2,12
	I опытная	5,97±1,18	7,06±0,40
	II опытная	5,64±1,06	11,25±0,39*
Общий белок, г/л	Контроль	32,00±2,12	33,33±0,52
	I опытная	34,42±0,54	37,39±1,83
	II опытная	37,01±1,31	35,61±2,67
Альбумин, г/л	Контроль	12,13±0,13	14,69±0,38
	I опытная	13,67±0,33	16,33±0,88
	II опытная	14,33±0,88	15,33±0,33
Билирубин общий, мкмоль/л	Контроль	20,11±0,54	21,11±2,81
	I опытная	21,21±0,20	5,55±0,19***
	II опытная	21,45±0,27	5,51±0,04***
Холестерин, ммоль/л	Контроль	4,48±0,27	4,39±0,06
	I опытная	4,98±0,35	4,99±0,16
	II опытная	4,75±0,13	4,22±0,45
Триглицериды, ммоль/л	Контроль	0,59±0,09	0,36±0,04
	I опытная	0,23±0,01	0,26±0,09
	II опытная	0,27±0,03	0,21±0,02
Мочевина, ммоль/л	Контроль	1,78±0,10	1,37±0,06
	I опытная	1,77±0,09	1,37±0,09
	II опытная	1,70±0,10	1,80±0,25
Креатинин, мкмоль/л	Контроль	15,25±3,76	17,10±1,41
	I опытная	21,67±4,86	13,80±0,40
	II опытная	22,50±3,70	25,47±7,99*

Примечание: \* -  $P \leq 0,05$ ; \*\* -  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $P \leq 0,001$

Аминотрансферазы играют ведущую роль в клеточном метаболизме. В ходе анализа полученных результатов, выявлены достоверные различия между показателями активности АЛТ контрольной и опытных групп, так в возрасте 42 дней наблюдалось снижение АЛТ в I опытной группе в 2,4 раза ( $p \leq 0,01$ ) и во II группе на 1,2 % ( $p \leq 0,05$ ). Активность АСТ у цыплят I опытной группе была ниже в 1,8 раза ( $p \leq 0,01$ ), относительно контроля в конце эксперимента (таблица 45).

Таблица 45 – Биохимический состав крови подопытных цыплят-бройлеров

Показатель	Группа	Возраст цыплят-бройлеров, сутки	
		28	42
АЛТ, Ед/л	Контроль	19,5±10,3	16,6±7,24
	I опытная	28,8±3,85	11,8±0,64**
	II опытная	26,4±3,10	27,5±1,41*
АСТ, Ед/л	Контроль	26,7±32,2	42,4±29,7
	I опытная	21,53±9,65	24,6±12,9**
	II опытная	35,6±5,81	36,7±14,7
г-ГТ, Ед/л	Контроль	19,1±0,23	12,2±0,47
	I опытная	19,0±3,00	20,0±2,01
	II опытная	16,0±2,00	18,7±2,40
Креатинкиназа, Ед/л	Контроль	3 173,2±430,4	6 196,9±441,2
	I опытная	4 223,5±1 308,6	6 368,6±391,6
	II опытная	5 665,5±783,5*	5 418,4±570,2
ЛДГ, Ед/л	Контроль	2 007,0±214,9	2 676,3±261,2
	I опытная	1 165,0±129,6	2 795,7±142,7
	II опытная	1 567,3±101,3	1 848,7±146,2

Примечание: \* -  $P \leq 0,05$ ; \*\* -  $P \leq 0,01$

Уровень креатинкиназы был достоверно повыше во II опытной группе в 1,7 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы.

Таким образом, анализ данных гематологического исследования показал увеличение уровня лейкоцитов, лимфоцитов, гемоглобина, в ряде ферментных систем наблюдалось повышение содержания глюкозы, креатинина, связанных с транспортом в организме меди не зависимо от размера вводимых высокодисперсных частиц исследуемого металла. Однако в отношении общего билирубина, триглицеридов, АЛТ и АСТ наблюдалось противоположное действие исследуемых частиц. В тоже время отмечалась разница во временном проявлении воздействия УДЧ меди на морфологические и биохимические параметры крови подопытных цыплят-бройлеров.

### 2.3.3.5 Мясная продуктивность подопытной птицы

#### 2.3.3.5.1 Убойные качества и морфологический состав тела цыплят-бройлеров

Основной задачей исследований в рамках зоотехнических специальностей является разработка новых методов повышения продуктивности и улучшения качества продукции сельскохозяйственных животных и птиц. Как следует из полученных результатов в целом, дополнительное включение пробиотического препарата и УДЧ меди способствует изменению мясной продуктивности птицы (таблица 46).

Таблица 46 - Результаты контрольного убоя подопытной птиц

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная живая масса	1 772,7±4,13	1 929,3±96,67 <sup>a</sup>	1 902,7±167,33
Полупотрошенная тушка	1 534,7±3,74	1 731,3±90,67 <sup>a</sup>	1 641,3±164,77
Потрошенная тушка	1 250,7±3,73	1 364,7±91,36	1 294,7±111,93
Мышечная ткань	785,8±3,60	910,0±57,13 <sup>a</sup>	902,4±79,52 <sup>a</sup>
Съедобная часть	1 219,8±4,27	1 330,0±59,10 <sup>a</sup>	1 333,5±113,13 <sup>a</sup>
Несъедобная часть	494,9±1,38	552,0±39,68	538,6±55,74

Съедобная часть / несъедобная часть	2,5±0,17	2,4±0,10	2,5±0,07
Убойный выход	70,5±0,41	70,6±1,27	68,1±0,58 <sup>ab</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп

Предубойная живая масса в I опытной группе в абсолютном значении составила 1929,3 грамм, что на 8,12 % ( $p \leq 0,05$ ) превосходило контрольную группу.

По массе полупотрошенной тушки, наблюдается схожая картина, так в I опытной группе на 11,4 % ( $p \leq 0,05$ ) превышает контрольную группу.

Масса мышечной ткани в опытных группах достоверно превышала контроль на 13,7 % и на 12,9 %, соответственно. В конечном счете, убойный выход во II опытной группе достоверно снизился на 3,4 % ( $p \leq 0,05$ ) относительно контрольной группы и на 3,5 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы.

В данном экспериментальном исследовании наблюдается неоднозначное влияние как УДЧ меди, так и пробиотического препарата Ветом 1.1.

### 2.3.3.5.2 Состав и содержание химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров

Оценка результатов проведенного эксперимента показала, что изменение основного рациона и дополнительная дача пробиотического препарата Ветом 1.1. и УДЧ меди приводит к изменениям состава тела опытной птицы (таблица 47).

Таблица 47 - Химический состав тела подопытных цыплят-бройлеров, %

Группа	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола
Контроль	31,8±0,18	19,8±0,14	8,8±0,08	3,1±0,08

I опытная	32,7±0,25 <sup>a</sup>	19,6±0,06	9,8±0,34 <sup>a</sup>	3,4±0,16
II опытная	32,9±0,29 <sup>a</sup>	20,0±0,15 <sup>b</sup>	9,8±0,10 <sup>a</sup>	3,2±0,13

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;  
<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

Анализируя полученные данные, можно отметить, что дополнительное включение в рацион птице УДЧ меди совместно с пробиотическим штаммом *Bacillus subtilis*, происходит достоверное увеличение количества сухого вещества на 3,34 % ( $p \leq 0,05$ ), жира - на 12,2 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля, количество протеина достоверное повышается на 2,0 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы.

В группе получавшая только пробиотический препарат Ветом 1.1., наблюдается достоверное увеличение количества сухого вещества 2,75 % ( $p \leq 0,05$ ) и жира - на 12,2 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы.

По содержанию химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров, наблюдается достоверное повышение сухого вещества, протеина, жира и золы в опытных группах (таблица 48).

Таблица 48 - Содержание химических веществ в теле подопытных цыплят-бройлеров, г/гол

Группа	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола
Контроль	500,3±6,4	311,3±6,4	138,7±7,84	50,3±2,54
I опытная	587,4±6,8 <sup>a</sup>	350,5±7,12 <sup>a</sup>	174,9±6,22 <sup>a</sup>	61,9±5,51 <sup>a</sup>
II опытная	604,7±5,27 <sup>a</sup>	366,3±3,68 <sup>a</sup>	179,7±1,27 <sup>a</sup>	58,7±2,32 <sup>a</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;  
<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

В первой опытной группе на фоне достоверного увеличения количества протеина на 11,2 % ( $p \leq 0,05$ ), происходит увеличение количества сухого вещества на 14,8 % ( $p \leq 0,05$ ), жира - на 20,7 % ( $p \leq 0,05$ ) и количества минеральных веществ - на 18,7 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Во второй

группе наблюдается аналогичная картина, на фоне достоверного повышения содержания протеина на 15,0 % ( $p \leq 0,05$ ), происходит увеличение количества сухого вещества, жира и золы - на 17,3 %; 22,8 и на 14,3 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы.

При рассмотрении химического состава отдельных тканей и органов подопытной птицы было видно, что содержание показателей химического состава II опытной группы достоверно повышалось относительно контрольной группы, за исключением химического состава филе (таблица 49).

Таблица 49 – Химический состав отдельных тканей и органов подопытной птицы, г

Группа	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола
	Мышечная ткань			
Контроль	113,6±16,48	88,9±12,89	20,2±2,93	4,6±0,66
I опытная	147,4±13,28 <sup>a</sup>	109,3±9,84 <sup>a</sup>	32,5±2,93 <sup>a</sup>	5,7±0,51 <sup>a</sup>
II опытная	174,8±10,95 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	129,2±8,09 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	39,3±2,46 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	6,3±0,39 <sup>a</sup>
	Филе			
Контроль	73,2±9,29	66,8±8,48	3,3±0,42	3,1±0,39
I опытная	74,0±1,15	65,9±1,02	5,1±0,08	3,1±0,05
II опытная	55,3±2,50 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	50,1±2,27 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	2,7±0,12 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	2,5±0,11 <sup>a</sup> <sub>b</sub>
	Кожа			
Контроль	108,3±6,67	35,1±2,16	71,6±4,41	1,6±0,10
I опытная	129,2±10,59 <sup>a</sup>	41,4±3,39 <sup>a</sup>	86,1±7,05 <sup>a</sup>	1,8±0,14
II опытная	125,9±1,40 <sup>a</sup>	40,2±0,45 <sup>a</sup>	84,0±0,93 <sup>a</sup>	1,7±0,02 <sup>a</sup>
	Внутренние органы			
Контроль	28,4±0,85	18,7±0,56	8,7±0,26	1,0±0,03
I опытная	35,2±0,58 <sup>a</sup>	24,1±0,40 <sup>a</sup>	9,9±0,16 <sup>a</sup>	1,2±0,02
II опытная	34,8±1,65 <sup>a</sup>	24,1±1,14 <sup>a</sup>	9,4±0,45 <sup>a</sup>	1,3±0,06

	Перо			
Контроль	30,3±1,80	29,4±1,75	0,3±0,02	0,5±0,03
I опытная	36,3±1,25 <sup>a</sup>	35,3±1,22 <sup>a</sup>	0,4±0,01 <sup>a</sup>	0,6±0,02 <sup>a</sup>
II опытная	37,3±4,62	36,2±4,49	0,4±0,05 <sup>a</sup>	0,6±0,08 <sup>a</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

По содержанию сухого вещества во II опытной группе наблюдается достоверное его повышение в мышечной ткани на 35,0 % ( $p \leq 0,05$ ), протеина - на 31,2 % ( $p \leq 0,05$ ), жира - на 48,6 % ( $p \leq 0,05$ ), органических веществ - на 26,9 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы. Аналогичная картина наблюдается в I группе, так количество сухого вещества выше на 22,9 % ( $p \leq 0,05$ ), протеина - на 18,7 % ( $p \leq 0,05$ ), жира - на 37,9 % ( $p \leq 0,05$ ), золы - на 19,3 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля.

Количество сухого вещества, протеина, жира и минеральных веществ в филе II опытной группы достоверно ниже на 24,5 %; 25,0 %; 18,2 % и на 19,4 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контроля и на 25,3 %; 23,9; 47,1 и на 19,4 % ( $p \leq 0,05$ ), относительно I опытной группы.

Интенсивность роста была сопряжена с концентрацией энергии в тканях тела подопытных бройлеров (таблица 50).

Таблица 50 – Концентрация энергии в теле подопытных цыплят-бройлеров, МДж/кг СВ

Период опыта	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
Начало	24,8±0,04		
Окончание	25,9±0,09	26,1±0,26	26,3±0,08 <sup>a</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

В конце эксперимента удельное содержание энергии в теле птиц Попытной группы было выше контрольной на 1,52 % ( $p \leq 0,05$ ) и составляло 26,3 МДж/кг СВ.

### 2.3.3.5.3 Конверсия протеина и энергии корма в продукцию

Согласно результатам химического состава тела подопытной птицы было выявлено достоверное увеличение отложения протеина и энергии в результате дополнительного включения в рацион пробиотического штамма *Bacillus subtilis* на 12,01 % ( $p \leq 0,05$ ) и 16,3 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контроля (таблица 51). Коэффициент конверсии по протеину и энергии был выше контроля на 7,48 % ( $p \leq 0,05$ ) и на 9,8 % ( $p \leq 0,05$ ), соответственно.

Таблица 51 – Трансформация энергии и протеина корма в тело подопытных бройлеров за учетный период

Показатель	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
Отложилось			
Протеин, г	291,7±16,8	331,5±17,2 <sup>a</sup>	345,8±4,02 <sup>a</sup>
Энергия, МДж	12,3±0,72	14,7±0,62 <sup>a</sup>	15,2±0,10 <sup>a</sup>
Коэффициент конверсии, %			
Протеин	44,5±2,57	48,1±2,50 <sup>a</sup>	50,2±0,58 <sup>a</sup>
Энергия	32,2±1,87	35,7±1,51 <sup>a</sup>	36,9±0,24 <sup>a</sup>

Примечание: <sup>a</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении контрольной и опытных групп;

<sup>b</sup> -  $p \leq 0,05$  при сравнении опытных групп

Аналогичные изменения отмечались при внесении УДЧ меди и пробиотического штамма *Bacillus subtilis* в корм, достоверное увеличение отложения протеина на 15,7 % ( $p \leq 0,05$ ) и энергии - на 19,1 % ( $p \leq 0,05$ ),

относительно контрольной группы. Коэффициент конверсии был выше контрольных значений по протеину и энергии на 11,4 % и 12,7 %.

Таким образом, сочетание УДЧ меди и пробиотического штамма *Bacillus subtilis* определило повышение эффективности конверсии отдельных компонентов корма в продукцию.

### **2.3.3.6 Результаты исследований, определяющие качество мяса молодняка цыплят-бройлеров**

По завершении эксперимента нами была проведена оценка качества мяса и бульона, приготовленного из мяса цыплят-бройлеров контрольной и опытных групп.

При наружном осмотре тушки имели упругую консистенцию и более интенсивный желтоватый оттенок. Поверхность кожи сухая, подкожный и внутренний жир желтого цвета. Запах тушек и внутренних органов был специфическим для мяса цыпленка. На разрезе мясо плотное, грудные мышцы белые, с розоватым оттенком, эластичные, сухожилия блестящие, белые, упругие. Помимо внешнего осмотра, были проведены и биохимические исследования, для того, чтобы детально изучить качество мяса исследуемой птицы (таблица 52).

Таблица 52 - Биохимические показатели мяса цыплят-бройлеров при применении пробиотического препарата Ветом 1.1. и УДЧ Су

	Группа
--	--------

Показатель	контроль	I опытная	II опытная
Реакция на пероксидазу	положительно	положительно	положительно
pH мясной ткани	5,7±0,11	5,87±0,15	5,85±0,16
Амино-аммиачный азот, мг	0,8±0,05	0,87±0,07	0,86±0,06
Реакция с сернокислой медью	отрицательно	отрицательно	отрицательно
Формольная реакция	отрицательно	отрицательно	отрицательно

В результате биохимических исследований мяса птицы, были получены следующие результаты: наличие фермента пероксидазы, указывает на то, что мясо доброкачественное. По содержанию аминокислотного азота - в контрольной группе он составил 0,8 мг, в опытных группах, в абсолютном значении 0,87 мг и 0,86 мг, соответственно, полученные данные указывают на то, что мясо свежее.

Отрицательные реакции с сернокислой медью, формольная реакция и pH 5,7 - 5,87 подтверждают об отсутствии в бульоне продуктов первичного распада белков и его доброкачественности. Таким образом, органолептические и биохимические параметры исследуемого мяса соответствуют требованиям ГОСТа 7702.1-74 и 7702.04 и дополнительное введение Ветом 1.1. и УДЧ меди, способны сохранить исследуемые параметры в пределах нормы.

Дегустационная оценка вкусовых качеств мяса филе цыплят-бройлеров была проведена, в соответствии с методикой ВНИТИП (Сергиев Посад, 2004) (таблица 53).

Таблица 53 - Дегустационная оценка бульона, балл (M±m)

Показатель	Группа		
	контроль	I опытная	II опытная

Прозрачность	3,9±0,14	3,95±0,09	4,00±0,11
Наваристость	4,01±0,13	4,03±0,05	4,06±0,09
Цвет	4,00±0,05	4,01±0,04	4,02±0,08
Аромат (запах)	3,81±0,09	3,84±0,16	4,00±0,15
Вкус	3,82±0,08	3,83±0,11	3,99±0,11
Общий балл	3,9	3,93	4,01

В опытных группах в сравнении с контролем не выявлено достоверных изменений по дегустационной оценке бульона из мяса цыплят-бройлеров. В среднем максимальный балл был в группе, в рацион которым включали Ветом 1.1. и УДЧ меди - 4,01 балл, что на 2,7 % и на 2,0 % выше, чем в контроле и в I опытной группе.

Одним из определяющих показателей качества мяса птицы является – влагоемкость (удерживание влаги). В результате исследований было получено, что во II опытной группе влагоемкость составила в абсолютном значении 49,8 %, что на 0,48 % ниже, чем в контрольной группе. В I опытной группе процент влагоемкости не изменился. Влагоемкость указывает на количество белкового вещества, а также само состояние последнего, в связи с этим, можно сделать вывод о том, что чем больше содержание жира, тем меньше удерживание влаги.

Нежность или жесткость мяса определяет его выбор потребителем. Этот показатель зависит от содержания соединительной ткани (чем меньше ее, тем мясо нежнее), диаметра мышечных волокон (чем больше диаметр мышечных волокон, тем мясо грубее). Мясо в большей степени изменяется под воздействием созревания и варки, однако нежность главным образом определяется качеством исходного сырья.

В связи с этим было проведено исследование по выяснению степени нежности мяса птицы, получавшие УДЧ меди и *Bacillus subtilis*. Было установлено, что образцы мяса птицы II опытной группы характеризовались

наименьшим усилием при разрезании филе птицы (16,9 %), в I опытной группе - 16,4 %.

Таким образом, использование в составе рациона цыплят-бройлеров пробиотического препарата Ветом 1.1. и УДЧ меди не оказало отрицательного действия на органолептические и биохимические показатели мяса.

### **2.3.3.7 Обмен химических элементов в организме подопытных бройлеров**

Дополнительное введение в рацион пробиотического препарата Ветом 1.1. и УДЧ меди повлияло на количество химических элементов откладываемых в теле цыплят-бройлеров.

Так, в опытных группах наблюдалось снижение уровня хрома в 18,9 раза ( $p \leq 0,05$ ), по отношению к контрольной группе. Содержание Cu и Li во II опытной группе было достоверно выше в 1,3 раза и в 3,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контроля и в 1,7 раза и в 3,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, по отношению к I опытной группе. Наблюдалось достоверное повышение кремния в опытных группах в 2,1 раза и в 1,7 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля.

Введение препаратов привело к достоверному снижению содержания железа и марганца в опытных группах по отношению к контрольной группе в 2,2 и в 1,9 раза; в 1,4 и 1,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно.

Уровень кальция был достоверно понижен в опытных группах в абсолютном значении от 23,0 г/гол до 16,3 г/гол ( $p \leq 0,05$ ).

Содержание алюминия достоверно снижалось в опытных группах в 2,9 раза и в 1,4 раза, соответственно ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля, однако наблюдался факт достоверного повышения последнего, по отношению к I опытной группе в 2,1 раза ( $p \leq 0,05$ ). Уровень ртути достоверно был снижен в 10 раз в опытных группах относительно контроля, аналогичная картина по олову во II опытной группе в 1,7 раза ( $p \leq 0,05$ ), и в I опытной группе в 1,2 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля.

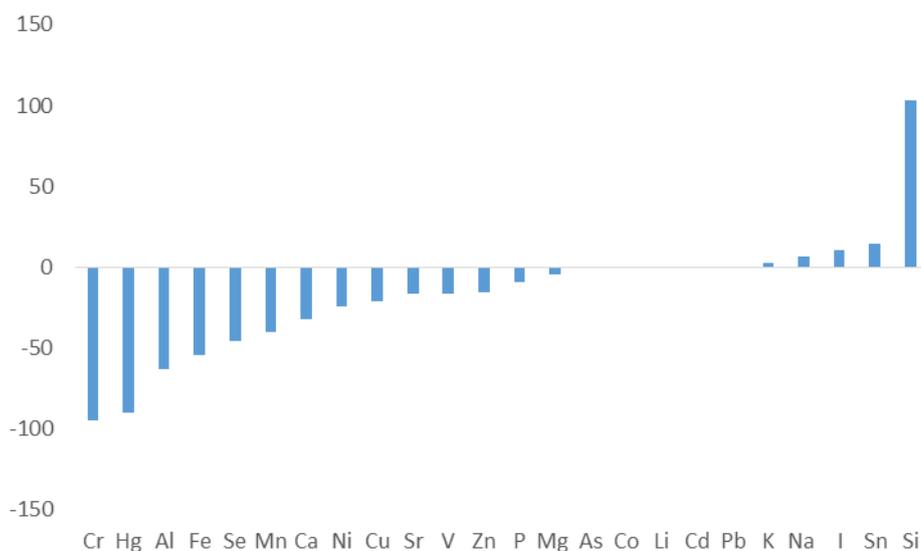


Рисунок 13 – Разница по величине пулов макро- и микроэлементов в тканях тела подопытных бройлеров I опытной группы относительно контроля

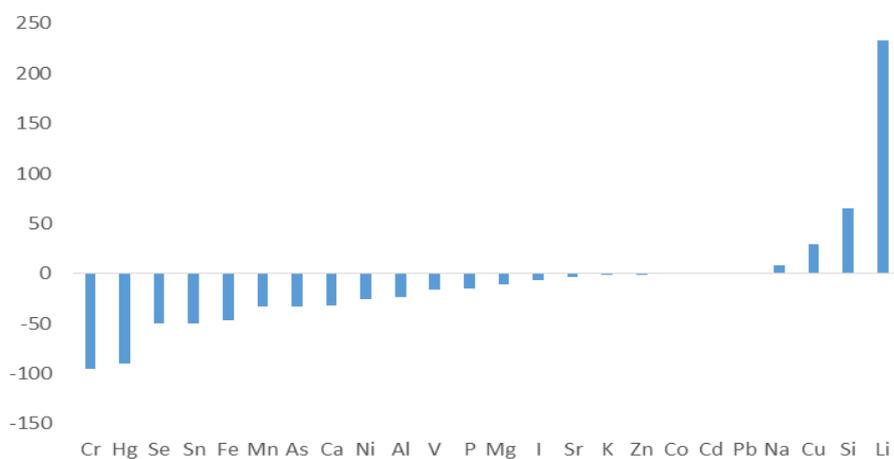


Рисунок 14 – Разница по величине пулов макро- и микроэлементов в тканях тела подопытных бройлеров II опытной группы относительно контроля

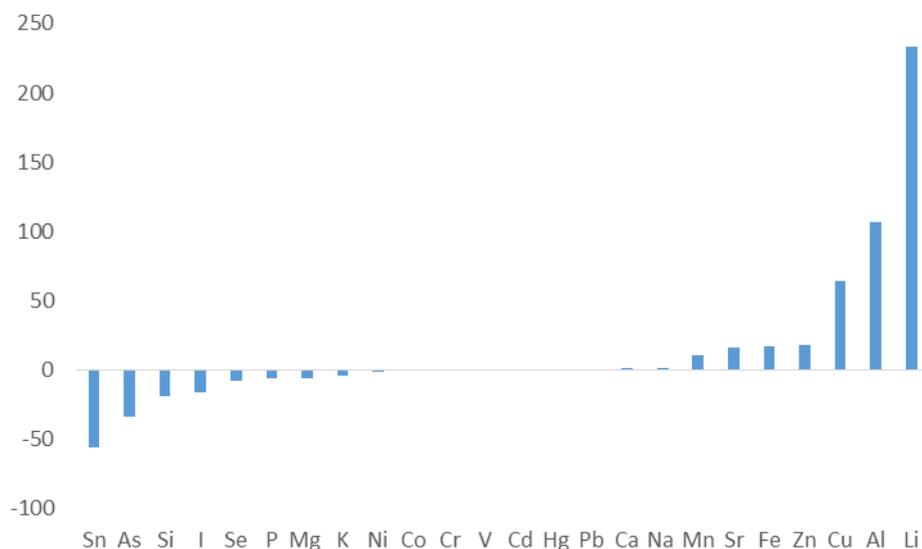


Рисунок 15 – Разница по величине пулов макро- и микроэлементов в тканях тела подопытных бройлеров I опытной группы относительно II опытной группы

Таким образом совместное введение в рацион подопытной птице пробиотического препарата Ветом 1.1 и УДЧ меди приводит к неоднозначному их влиянию на обмен химических элементов в организме цыплят-бройлеров.

### 2.3.3.8 Резюме по итогам III эксперимента

1. Анализ данных гематологического исследования показал увеличение уровня лейкоцитов, лимфоцитов, гемоглобина, в ряде ферментных систем наблюдалось повышение содержания глюкозы, креатинина, связанных с

транспортом в организме меди при введении высокодисперсных частиц этого металла.

2. В III экспериментальном исследовании выявлено неоднозначное влияние УДЧ меди и пробиотического препарата Ветом 1.1 на качество продукции птицы. Масса потрошенной тушки в I опытной группе на 8,35 % превышает контроль, во II опытной группе - на 3,4 %, соответственно, но без достоверных изменений. Убойный выход в первой группе составил 70,6 %, во второй снизился до 68,1 % ( $p < 0,05$ ).

3. Использование в составе рациона цыплят-бройлеров пробиотического препарата Ветом 1.1 и УДЧ меди не оказало отрицательного действия на органолептические и биохимические показатели мяса.

4. Дополнительное введение в рацион пробиотического препарата Ветом 1.1 и УДЧ меди привело к достоверному повышению Cu и Li в организме птицы III опытной группы в 1,3 раза и в 3,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контроля и в 1,7 раза и в 3,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, по отношению к I опытной группе. Наблюдалось достоверное повышение кремния в опытных группах в 2,1 раза и в 1,7 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Уровень кальция был достоверно понижен в опытных группах в абсолютном значении от 23,0 г/гол до 16,3 г/гол ( $p \leq 0,05$ ).

## **2.4 Результаты производственной проверки**

Научно-хозяйственный опыт с применением в составе комбикорма пробиотического штамма *Vifidobacterium longum* и УДЧ меди был проведен в условиях ЗАО «Птицефабрика «Оренбургская» на 2000 цыплятах-бройлерах

кросса «Смена 8». В недельном возрасте цыплята-бройлеры были разделены на 2 группы по 1000 голов в каждой. Согласно схеме эксперимента начиная с 15 суточного возраста подопытная птица I группы (контроль) получала основной рацион (ОР), II группы – ОР с добавлением пробиотического препарат Соя-бифидум и УДЧ меди (1,7 мг/кг корма). Кормление птицы осуществлялось в соответствии с рекомендациями ВНИТИПа (Фисинин В. И., и др., 2009). С 8 до 15 суточного возраста бройлеры получали стартовый рацион, в следующие 4 недели учетного периода ростовой рацион.

Проведенная производственная проверка показала экономическую эффективность и целесообразность включения в рацион пробиотического препарата Соя-бифидум и УДЧ меди (таблица 54).

Таблица 54 – Экономическая эффективность производства бройлеров

Показатель	Ед. изм.	Вариант	
		базовый	новый
Среднесуточный прирост	г	55,6	57,8
Живая масса 1 головы	г	1984±29,4	2061±31,2
Получено мяса	кг	1265,6	1344,7
Производственные затраты, всего	руб.	116523,2	121762,8
Общая выручка от реализации	руб.	129155,6	137228,7
Рентабельность	%	11,2	12,7
Экономический эффект на 1000 голов цыплят	руб.	-	8073

Как следует из полученных данных совместное скармливание пробиотика и УДЧ меди сопровождалось повышением интенсивности роста с 55,6 до 57,8 г в сутки. При этом в новом варианте было получено больше мяса птицы на 79,1 кг или 6,3 %. Относительно большие производственные затраты в новом варианте 121762,8 рубля против 116523,2 рублей в контроле обеспечили повышение стоимости реализации полученной продукции. В результате

рентабельность производства в базовом варианте оказалась ниже нового на 1,5%.

Использование предложенной разработки на производстве позволяет увеличить прибыль до 8073 рублей на 1000 цыплят.

### **3 Обсуждение полученных результатов**

Последние десять лет ознаменовались беспрецедентным развитием нанотехнологий, что предопределило создание к 2020 году отраслей промышленности и сельского хозяйства с их использованием и оборотом до 3,4 трлн. \$ (<http://www.bccresearch.com/marketresearch/nanotechnology/2011nanotechnologyreview-nan047c.html>).

Для сравнения рынок пробиотиков к 2020 году составит не менее 46 млрд. Долларов со среднегодовым темпом роста около 7,0 % (Park Y. H., Hamidon F., Rajangan C., Soh K. P., Gan C. Y., Lim T. S., Abdullah W. N., Liong M. T., 2016).

Впечатляющий рост нанотехнологического сектора во многом определяется значительными инвестициями. Так, только в США в рамках Национальной Нанотехнологической инициативы ежегодно в отрасль инвестируется около 0,9 млрд. долларов (Hirsh S., Schiefer J., Gschwandtner A., Hartmann M., 2014; Banterle A., Cavaliere A., Carraresi L., Stranieri S., 2014). В Японии и Европейском Союзе эта сумма составляет в год 0,75 и 1,2 млрд. \$, соответственно (Sodano V., Verneau F. 2014). Уже сейчас фактическое производство наноматериалов превышает 100 тыс. тонн в год Nanogoad SME. К сожалению, объем производства наноматериалов в нашей стране крайне небольшой и по некоторым оценкам не превышает 5-9 тонн (Макаров Д. В., 2014).

Идентифицируя понятие наноматериал следует отметить, что таким материалом принято называть естественный, случайный или произведенный материал, содержащий частицы в несвязанном состоянии, либо как совокупность, либо как агломерат и где, на 50 % или более частиц в ряду распределения по размеру, один или несколько наружных размеров в диапазоне размеров 1-100 нм (European Commission, 2013). Использованное нами определение ультрадисперсных частиц (УДЧ) является синонимом и имеет такое же определение— нано масштабные частицы, размеры которых менее 100 нанометров (Iijima S., 1985).

Ультрадисперсные частицы все более широкое применение находят в биологии и медицине. В значительной степени это обстоятельство способствовало широкому использованию ультрадисперсных веществ в животноводстве. Это красноречиво показывают последние обзоры по проблеме (Emily K., Hill Julang Li., 2017; Prasad Ram, Bhattacharyya Atanu, Quang D. Nguyen, 2017).

Ультрадисперсные материалы получили применение при создании биосенсоров (Sagadevan S., Periasamy M., 2014), ОВО добавок (Sawosz F, Pineda L, Hotowy A, Hyttel P, Sawosz E, Szmidt M, Niemiec T, Chwalibog A., 2012 ), в качестве иммуностимуляторов ( Wang, C. Wang M. Q., Ye S. S., Tao W. J., Du Y. J., 2011; Shirsat S, Kadam A, Mane R. S., Jadhav V. V., Zate M.K., Naushad M., Kim K.H., 2016) и ростостимулирующих препаратов (Yausheva E., Miroshnikov S. A., Sizova E. A., Miroshnikova E. P., Levahin V.I., 2015), в целях стимулирования репродукции (Safa S, Moghaddam G., Jozani R.J., Daghigh Kia H., Janmohammadi H., 2016), для детоксикации митотоксинов ( Kim H. J., Kim S. H., Lee J. K., e tal. 2012).

Следует отметить, что приготовление наноформ рассматривается как один из путей повышения биодоступности компонентов пищи (Mishra B., Patel B. B., Tiwari S., 2010; Maarit J. Rein, Mathieu Renouf, Cristina Cruz-Hernandez, Lucas Actis-Goretta, Sagar K., 2013). Это в полной мере относится к

препаратам УДЧ жизненно необходимых металлов (Raspopov R.V., Trushina É. N, Gmoshinski I. V., Khotimchenko S. A., 2011; Miroshnikova E., Arinzhanov A., Kilyakova Y., Sizova E., Miroshnikov S., 2015).

Перспективность использования УДЧ металлов-микроэлементов определяется и меньшей их токсичностью в сравнении с традиционными источниками микроэлементов (Богословская О. А. и др., 2009. Sizova E., Miroshnikov S., Skalny A., Glushchenko N., 2011). Это послужило основанием к созданию новых препаратов микроэлементов на основе УДЧ для человека. Так препарат Ferumoxytol (Feraheme®, AMAG Pharmaceuticals Inc., Cambridge, MA, USA), anultrasmallsuperparamagneticironoxide (USPIO) nanoparticle, одобренный US Food and Drug Administration (FDA) для железа-заместительной терапии, прежде всего у пациентов с хронической болезнью почек (Kowalczyk M, Vanach M, Rysz J., 2011).

Понимание этого определило и целесообразность наших исследований. При разработке рабочей гипотезы мы исходили из уникальных перспектив УДЧ металлов в качестве специфических корректоров микробиома кишечника животных, что с одной стороны определяется селективным действием частиц на отдельные таксоны и их перспектив в качестве пребиотиков (Fondevila M., Herrer R., Casallas M. C., Abecia L., Duchá J. J., 2009; Pineda L., Sawosz E., Lauridsen C., et al., 2012), с другой возможным использованием УДЧ в качестве источников микроэлементов. Последнее определялось меньшей биотоксичностью УДЧ и более высокую их биодоступность для организма животного (Gao X. Y., Zhang L. D., Bao Y. P., 2001; Zhang J. S., Zhang J., Wang X., Xu T., 2008; Zhang J., 2009; Zhang J., Spallholz J., 2011).

Планируя исследования нами была выбрана медь как перспективный микроэлемент для введения в организм птицы в составе УДЧ. Хорошо известно, что в результате уменьшения размера частиц наноразмерных, их поверхностные характеристики изменяются и становятся более значимыми при

проявлении физических свойств материала (Albanese A., Tang P. S., Chan W. C., 2012).

В этой связи, медь известная своей тягучестью при уменьшении до наноформы, теряет пластичность (Sharma H. S., Sharma A., 2012). Увеличение соотношения площади поверхности к объему наночастиц сопряжено с ростом реакционной способности (Emily K. Hill Julang Li., 2017).

По окончанию исследований можно констатировать, что необходимые требования по точности измерения действующего фактора и чистоте исследований, на наш взгляд, были соблюдены.

Так, во-первых, нами проведена детальная материаловедческая аттестация препаратов УДЧ (размер частиц, поли-дисперсность, объёмность, количественное содержание фракций, площадь поверхности), что стало возможным с использованием электронной сканирующей, просвечивающей и атомно-силовой микроскопии с использованием LEX T OLS4100, JSM 7401F, JEM-2000FX («JEOL», Япония).

Во-вторых, введение препаратов УДЧ в рацион животных производилось после ультразвуковой обработки водных взвесей, что позволило нам избежать формирования агломератов и максимально равномерно, на сколько это возможно, распределить УДЧ по всему объему комбикорма. В-третьих, проверка рабочей гипотезы осуществлялось при использовании результатов комплекса исследований.

Отдельно останавливаясь на результатах наших исследований, следует отметить, что использованные препараты УДЧ меди и её оксида в целом отличались незначительной биотоксичностью в отношении представителей родов *Lactobacillus* (в концентрации от 30 до 15 мкг/мл) и *Bifidobacterium* (в концентрации 30 мкг/мл), при этом наиболее чувствительными оказались бактерии рода *Lactobacillus* в отношении которых концентрация 7,5 мкг/мл являлась субингибиторной. Это в целом позволило нам рассматривать

комбинацию УДЧ и пробиотиков (*Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium* и *Enterobacterium*), как перспективную.

Между тем, прежде чем перейти к исследованиям по оценке совместимости и перспективности предложенного решения на модели птицы, нами выполнен эксперимент, по сравнительной оценке, двух медь содержащих препаратов УДЧ.

В ходе планирования эксперимента мы опирались на результаты ранее выполненных исследований, в которых обосновано введение относительно небольшого, в сравнении с существующими нормами, количества УДЧ меди в количества 1,7 мг/кг корма или 68 % от нормы. Это становится возможным благодаря более высокой биодоступности меди из состава препарата УДЧ в сравнении с минеральными солями.

Как следует из полученных результатов использованные нами препараты УДЧ неоднозначно повлияли на рост и развитие подопытной птицы. В частности, на фоне стимулирования интенсивности роста УДЧ на начальном этапе применения в целом за весь период наблюдения (28 суток) мы отмечали снижение интенсивности роста птицы, получавшей УДЧ оксида меди. В результате за период опыта в этой группе был получен относительно меньший в сравнении с контролем прирост живой массы на 20,1 % ( $p \leq 0,01$ ). Тогда как использование УДЧ меди напротив сопровождалось увеличением интенсивности роста на 9,2 % ( $p \leq 0,05$ ).

Хорошо выраженное продуктивное действие УДЧ меди определялось повышением переваримости корма. Причем наиболее значительно по биодоступности жира и углеводов (Pan T.L., Wang P. W., Al-Suwayeh S. A., Huang Y. J., Fang J. Y., 2012).

Важную информацию мы получили при оценке действия УДЧ на элементный статус птицы. В частности, использование препарата меди привело к достоверному снижению пула в организме цыплят Al в 3,9 раза ( $p \leq 0,05$ ), Hg в

10 раз ( $p \leq 0,05$ ) и Sr в 1,5 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Во II опытной группе наблюдается достоверное увеличение пула Sr и Sn.

Обобщая полученный материал, мы разработали рабочую гипотезу, в соответствии с которой целесообразно при производстве мяса бройлеров и улучшения их качества в рацион последним вводить УДЧ меди.

Анализируя полученные данные можно отметить, что различия в действии УДЧ металлосодержащих веществ не являются новыми для науки. Ранее описано аналогичные различия даже для препаратов УДЧ одноименных металлов, но произведенных по различным технологиям или имеющих различный размер, различную поверхность и т.д. В то же время, в какой-то степени неожиданным является, то что УДЧ оксида меди оказались более токсическими, в сравнении с УДЧ элементарной меди. Так как элементарная медь внутри организма способна стать источником электронов и запустить каскад образования супероксиданиона, потенциально возникающего при переносе электрона через электропроводящую наночастицу меди на молекулярный кислород и в дальнейшем спонтанно дисмутирующего в перекись водорода. Можно предположить, что описанное нами действие препарата УДЧ оксид меди на птицу аналогично хорошо известному токсическому эффекту выбросов медеплавильных заводов на организм человека.

Опираясь на результаты пилотных исследований, мы приступили к экспериментам по оценке перспективности совместного скармливания УДЧ меди и пробиотических препаратов. Следует отметить, что сочетанный подход к использованию препаратов нормофлоры и других веществ для повышения эффективности пробиотиков далеко не новый. Известны исследования по комплексному применению пробиотиков с антибиотиками (Захаренко С. М., 2013), с наночастицами, в том числе при лечении кандидозной инфекции (Bandara Н. М., Matsubara V. Н., Samaranyake L. Р., 2017) и др. Эффективность пробиотических препаратов в питании животных

повышается при коррекции рационов по химическим элементам (Кван О.В., 2007). Безусловно аналогичного эффекта можно достичь через использование УДЧ металлов-микроэлементов.

В связи с этим, целью нашего следующего исследования являлось изучение продуктивности и метаболизма цыплят-бройлеров при использовании в кормлении культуры *Bifidobacterium longum* и УДЧ меди.

Как следует из полученных результатов, скормливание наночастиц меди сопровождалось достоверными изменениями содержания в крови лейкоцитов и лимфоцитов, что согласуется с ранее полученными результатами (Яушева Е. В., Мирошников С. А., Кван О. В., 2013). Между тем в исследованиях мы зафиксировали повышение концентрации гамма- глутамилтрансферазы под действием наночастиц меди после 28 суток скормливания. Ранее в аналогичных исследованиях по оценке действия наночастиц на организм выявлены сходные эффекты по повышению концентрации гамма-глутамилтрансфераза (Pan T. L., Wang P. W., Al-Suwayeh S. A., Huang Y. J., Fang J. Y., 2012).

Следует отметить, что в отличие от ранее проведённых исследований (Choi S. B. et al 2015; Choi S. B. Lew L. C., et al. 2015) в нашем эксперименте не отмечалось изменение содержания холестерина в крови цыплят-бройлеров. Совместное использование наночастиц и пробиотического препарата сопровождалось достоверным снижением содержания триглицеридов в крови. Данный факт трудно объяснить и может быть обусловлен метаболической перестройкой при активном использовании триглицеридов в тканях. Это не соответствует ранее полученным фактам. Действие наночастиц на организм животного сопровождается повышением концентрации триглицеридов в крови (Miroshnikov S. A. Yausheva E. V., Sizova E. A., Miroshnikova E. P., Levahin V. I., 2015).

Продуктивное действие пробиотического препарата выразилось повышением интенсивности роста цыплят на 5,7 % за опыт в сравнении с контролем. Выраженное продуктивное действие пробиотиков ранее описано в

литературе (Crittenden R., 2005, Пышманцева Н. А., Ковехова Н. П., Савосько В. А., 2011; Котова Е. А. и др., 2012), что определяется, как нормализацией работы желудочно-кишечного тракта животных (Малик Е., 2007), детоксикацией токсинов (Гамко Л. Н., и др., 2011), так и повышением переваримости кормов. В наших исследованиях установлен факт повышения переваримости корма в опытной группе, получавшей препарат Соя-бифидум по сумме углеводов на 1,3-1,6 %, сырому жиру на 2,3-12, 8 %.

Между тем сочетание пробиотического препарата и УДЧ меди привело к более впечатляющему эффекту, оцениваемому по факту повышения интенсивности роста на 13,5 % в сравнении с контролем. Объяснить данную закономерность можно влиянием микрофлоры на обмен химических элементов в организме животных (Мирошников С. А., Кван О. В., Нуржанов Б. С., 2010), в том числе через изменение эндогенных потерь (Мирошников С. А., Кван О. В., Дерябин Д. Г., Нотова С. В., 2005). Таким образом, использование пробиотических препаратов сопровождается изменением обмена целого ряда химических элементов в силу использования их для жизнедеятельности бактерий (Шевченко А. И., Ноздрин Г. А., Иванова А. Б., Лемяк А. И., 2010). Понимание этого побудило отдельных исследователей к совместному применению пробиотиков и минеральных веществ (Кван О. В., 2007).

В наших исследованиях мы так же констатировали влияние пробиотиков на минеральный обмен в организме подопытной птицы. Причем как оказалось, это влияние оказалось различным. Так, введение пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* в рацион подопытной птице привело к достоверному снижению уровня ртути в 10 раз ( $p \leq 0,05$ ) и стронция в 1,8 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контрольной группы. Тогда как дополнительное введение в рацион культуры *Bacillus subtilis* в составе пробиотического препарата Ветом 1.1. оказало выраженное депрессирующее действие на величины пулов целого ряда химических элементов, в том числе железа, хрома, меди, кальция и др. Столь различное действие этих двух культур во многом определяется

различными свойствами этих микроорганизмов по отношению к организму. *Bacillus subtilis* относится к так называемой транзиторной (аллохтонной, случайной) микрофлоре - факультативная часть, не патогенная. Это микроорганизмы, занесенные из других биотопов или внешней среды. Средой обитания *Bacillus subtilis* или сенной палочки является почва и при попадании в организм бациллы палочки прорастают, но длительное время находится в желудочно-кишечном тракте не могут. В это время они инкорпорируют большое количество макро и микроэлементов и выносят их в окружающую среду. Активность бацилл проявляется в отношении широкого спектра патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Благодаря синтезу разнообразных ферментов и других веществ они регулируют и стимулируют пищеварение, оказывают противоаллергенное и антитоксическое действие.

В свою очередь *Bifidobacterium longum* относится к эндогенной (аутохтонной, резидентной, облигатной) микрофлоре - постоянной части, нормофлоры, играющей важную роль в метаболизме хозяина, защите организма от инфекции. Для этой группы микроорганизмов, характерно связующая и инактивирующая действие в отношении токсических элементов и способность к усвоению эссенциальных.

Различная природа сравниваемых видов микроорганизмов во многом определила и эффекты совместного скормливания пробиотика и УДЧ меди. Как мы показали выше сочетание УДЧ и *Bifidobacterium longum* сопровождалось повышением интенсивности роста птицы. Тогда как скормливание сенной палочки совместно с препаратом меди привело к повышению интенсивности роста птицы только на 16 г/период или всего на 0,9%, что оказалось не достоверным.

Анализ данных гематологического исследования на фоне скормливания *Bacillus subtilis* показал увеличение уровня лейкоцитов, лимфоцитов, гемоглобина, в ряде ферментных систем наблюдалось повышение содержания глюкозы, креатинина, связанных с транспортом в организме меди не зависимо

от размера вводимых высокодисперсных частиц исследуемого металла. Однако в отношении общего билирубина, триглицеридов, АЛТ и АСТ наблюдалось противоположное действие исследуемых частиц. В тоже время отмечалась разница во временном проявлении воздействия УДЧ меди на морфологические и биохимические параметры крови подопытных цыплят-бройлеров.

Совместное включение в рацион *Bacillus subtilis* и УДЧ меди привело к достоверному повышению общего пула Cu и Liв организме в 1,3 раза и в 3,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, относительно контроля и в 1,7 раза и в 3,3 раза ( $p \leq 0,05$ ), соответственно, по отношению к I опытной группе. Наблюдалось достоверное повышение кремния в опытных группах в 2,1 раза и в 1,7 раза ( $p \leq 0,05$ ), относительно контроля. Уровень кальция был достоверно понижен в опытных группах в абсолютном значении от 23,0 г/гол до 16,3 г/гол ( $p \leq 0,05$ ).

В то же время совместное использование штамма *Bifidobacterium longum* и УДЧ меди в рационе цыплят-бройлеров привел к достоверному снижению Hg в 10 раз ( $p \leq 0,05$ ), Sn в 1,3 раза ( $p \leq 0,05$ ) и Sr в 2,3 раза ( $p \leq 0,05$ ).

Подводя итог проведенных нами исследований можно отметить, что ранее различными авторами показана перспективность использования микро- и наночастиц различных металлов в птицеводстве (Ле Вьет Фьонг, 2006; Скрябин В. А. и др., 2010; Мачихина Л. И., и др., 2009), позволившие разработать способы выращивания цыплят-бройлеров при включении данных комплексов в состав рационов. Установлено, что это приводит к повышению продуктивности птицы и снижению затрат корма на единицу прироста живой массы цыплят-бройлеров (Холодилина Т. Н., Мирошников С. А., 2010; Гарипова Н. В., Мирошников С. А., Холодилина Т. Н. и др., 2012; Сизова Е. А., и др., 2016). Мы в своих исследованиях показали, что данные эффекты могут быть более выраженными при совместном скармливании птице УДЧ металлов-микроэлементов, в частности меди, и пробиотического препарата *Bifidobacterium longum*. На основании детального анализа полученных результатов нами сформулированы следующие выводы.

## 4 Выводы

1. Включение пробиотических препаратов Соя-бифидум (*Bifidobacterium longum*) и Ветом 1.1 (*Bacillus subtilis*) в рацион цыплят-бройлеров сопровождается повышением интенсивности роста на 5,7 и 9,3 %, соответственно. Продуктивное действие препарата соя-бифидум может быть повышено дополнительно на 7-8 % через скормливание ультрадисперсных частиц (УДЧ) меди. В то время как совместное скормливание Ветом 1.1 и УДЧ меди сопряжено с некоторым снижением интенсивности роста на 0,9-1,1 %.

2. Одним из факторов повышения эффективности соя-бифидум при совместном использовании с УДЧ Cu является увеличение переваримости корма по органическому веществу на 2,0-5,2 %, углеводам на 2,5-6,2 %. В то время как сочетанное применение препарата Ветом 1.1 и УДЧ Cu не сопровождается столь выраженным увеличением переваримости.

3. Сравнительная оценка УДЧ Cu ( $d=55\pm 15$  нм;  $S_{пов} = 9$  м<sup>2</sup>/г) и УДЧ CuO ( $d=90\pm 10$  нм;  $S_{пов} = 14$  м<sup>2</sup>/г) выявило незначительное биотоксическое действие первого на *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. Вместе с тем при скормливании этих препаратов цыплятам-бройлерам установлено хорошо выраженное токсическое действие УДЧ CuO, применение которого сопряжено со снижением интенсивности роста птиц на величину до 17,1 %. В свою очередь использование УДЧ Cu позволяет повысить интенсивность роста птицы на 7-9 %.

4. Биодоступность меди из рациона при введении УДЧ Cu повышается на 10-12 %, тогда как включение в рацион УДЧ CuO напротив сопряжено со снижением биодоступности этого элемента на 20-25 %.

5. Использование в питании цыплят-бройлеров пробиотических препаратов Соя-бифидум позволяет повысить переваримость питательных веществ корма на протяжении не менее 4 недель, как сырого жира на 2,3-12 %, углеводов на 1,3-1,6 %. Скармливание препарата Ветом 1.1 сопровождается повышением переваримости корма на протяжении первых двух недель на 8,4 % по органическому веществу, 6 % сырому жиру и на 4,0 % по сырому протеину. В последующем, напротив, использование Ветом 1.1 приводит к достоверному снижению переваримости органического вещества на 3-5 %, сырого протеина до 4,6 %.

6. Скармливание цыплятам-бройлерам пробиотического препарата Ветом 1.1 позволяет значительно снизить уровень токсических элементов в организме птицы, в т.ч. стронция на 20,2%, алюминия в 2,7 раза, ртути до 10 раз. Аналогичное действие пробиотического препарата *Bifidobacterium longum* составляет 82 % для стронция, 11,9 % алюминия, до 10 раз для ртути. При этом дополнительное скармливание УДЧ Cu совместно с последним позволяет снизить уровень токсичных элементов на 25 % по стронцию, 31,3% по алюминию.

7. Использование в кормлении цыплят-бройлеров пробиотического препарата на основе *Bifidobacterium longum* совместно с УДЧ Cu экономически выгодно, что позволяет получать дополнительную прибыль до 8073 рублей на 1000 цыплят, при уровне рентабельности 12,7%

## **5 Предложения производству**

Включение в рацион цыплят-бройлеров пробиотического препарата Соя-бифидум в дозировке 0,7 мл/кг корма и ультрадисперстных частиц меди в дозировке 1,7 мг/кг корма позволяет снизить содержание токсических элементов в продукции, повысить интенсивность роста птицы на 4-5 %, снизить расход кормов, увеличить убойный выход, что обеспечивает повышение рентабельности производства мяса птицы на 1,5 %.

## **6 Перспективы дальнейшей разработки темы**

Тема диссертационного исследования перспективна к дальнейшей разработке в части:

- разработки новых подходов к управлению метаболизма в организме сельскохозяйственных животных и птицы на основе новых знаний о влиянии совместного использования УДЧ и пробиотических препаратов;

- дальнейших исследований иммуностимулирующего действия УДЧ и пробиотических препаратов на организм птицы.

## 7 Список используемой литературы

1. Абрамкова, Н.В. Сравнительная эффективность применения спорообразующих пробиотиков в технологии выращивания поросят / Н.В. Абрамкова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 8. – С. 173-176.

2. Аказеева, О.И. Физиологическое состояние и продуктивность птицы при использовании пробиотика коредон в условиях промышленного содержания: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.13; 06.02.04 / О.И. Аказеева. - Чебоксары, 2007 г. - 23 с.

3. Александров, В.Н. Уровень энергетического питания молодняка кроликов / В.Н. Александров, В.С. Александрова, К.Н. Морозова, Т.Л. Чичкова // Кролиководство и звероводство. – 2004. – №3. – С. 9-11.

4. Александров, С.Н. Кролики: Разведение, выращивание, кормление / С.Н. Александров, Т.И. Косова. – М.: АСТ, Донецк: Сталкер, 2007. – 157 с.

5. Александрова, В.С. Нормы и рационы кормления кроликов и нутрий / В.С. Александрова // Сборник научных трудов РАСХН, ГНУ НИИ пушного звероводства кролиководства им. В.А. Афанасьева, Московская область. – 2001. – С. 4-29.

6. Александрова, В.С. Эффективность введения «Ропадияра» в комбикорма для кроликов / В.С. Александрова, М.Ю. Самков, Н.В. Михо // Кролиководство и звероводство. – 2005. – №1. – С. 10-11.

7. Алексеев, И.А. Опыт выращивания телят с применением пробиотика Споробактерина / И.А. Алексеев, А.М. Волков, Р.Н. Иванова, И.О. Ефимова // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 2 (132). – С. 12-15.

8. Алексеева Е.А. Продуктивно-биологические особенности кроликов, выращиваемых по акселерационному способу в Краснодарском крае: дис. канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Алексеева Елена Александровна. – Красноярск, 2007. 93 с.

9. Алямкин, Ю. Пробиотики вместо антибиотиков – это реально / Ю. Алямкин // Птицеводство. – 2005. – № 2. – С. 17-18.

10. Амплеева, Л.Е. Физиологическое состояние кроликов при введении в рацион вики, выращенной с использованием ультрадисперсных порошков железа и кобальта: дисс.... канд. биол. наук. Рязань. 2006. 142 с.

11. Аринжанов, А.Е. Воздействие наночастиц комплекса металлов на организм карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (40). С. 113-116.

12. Аринжанов, А.Е. Использование биодобавок и наночастиц железа в кормлении карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Вестник ОГУ, 2015. - №6.(181). - С. 44-48.

13. Аринжанов, А.Е. Использование экструдированных кормов с добавлением наночастиц металлов в кормлении рыб / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, А.М. Мирошников, А.В. Кудашева // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 10. С. 138-142.

14. Арсентьева, И.П. Использование биологически активных нанопорошков на основе магния и железа в сельском хозяйстве и медицине / И.П. Арсентьева, А.А. Зотова, Е.С. Арсентьев, Н.Н. Глущенко и др. // Материалы VIII Всероссийской конференции «Физикохимия ультрадисперсных (нано) систем». 2008. С. 258-260.

15. Бабичева, И.А. Эффективность применения пробиотического препарата в повышении продуктивности бычков симментальской породы / И.А. Бабичева, В.Н. Никулин, Е.А. Ажмулдинов // Известия Оренбургского государственного университета. – 2012. – Т. 33. - № 1-1. – С. 249-252.

16. Байтукалов, Т.А. Изучение воздействия наночастиц железа на содержание гидропироксидов в липидах печени в процессе регенерации кожи после нанесения экспериментальных полнослойных ран / Т.А. Байтукалов, Н.Н. Глущенко, О.А. Богословская, И.П. Ольховская // Сборник научных трудов II

Всероссийской научной конференции «Физико-химические и прикладные проблемы магнитных дисперсных наносистем». Ставрополь. 2009. С. 276.

17. Балакирев, Н.А. Роль Российских ученых и практиков в развитии отечественного кролиководства /Н.А. Балакирев, Р.М. Нигматуллин // Кролиководство и звероводство. – 2012. – № 4. – С. 25-27.

18. 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 государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 8. – С. 61-63.

19. Белова, Н.Ф. Пробиотики в кормлении бройлеров / Н.Ф. Белова, О.Ю. Ежова, А.Я. Сенько, В.А. Корнилова // Известия Оренбургского государственного университета. – 2009. – Т. 1. – № 22-2. – С. 117-119.

20. Берсенева, Е.В. Морфофункциональные изменения в организме цыплят-бройлеров при применении пробиотика «Биоспорин»: автореф. дисс. ... канд. вет. наук: 16.00.02 / Е.В.Берсенева. – Екатеринбург, 2004 г. - 19 с.

21. Бирюкова, С.В. Влияние тяжёлых металлов и детоксикантов на продуктивные показатели цыплят-бройлеров: автореф. дисс. ... канд. с-х. наук. Новосибирск: НГАУ, 2012. 16 с.

22. Блажитко, Е. М. О целесообразности введения нанопрепаратов серебра как антибактериальных и противовирусных средств в медицинскую практику в РФ / Е.М. Блажитко // Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины : сб. материалов науч.-практ. конф. с междунар. участ. - Новосибирск, 2007. - С. 37-39.

23. Богданов, Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных: учебное пособие / Г.А. Богданов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.

24. Богословская, О.А. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физикохимическими характеристиками в организм

животных / О.А. Боголовская, Е.А. Сизова, В.С. Полякова и др. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. №2. С. 124-128.

25. Бондаренко, В.М. Пробиотики, пребиотики, симбиотики в терапии и профилактике кишечных дисбактериозов / В.М. Бондаренко, Н.М. Грачева // Фарматека. – 2003. – № 7. – С. 56-63.

26. Бондаренко, С.П. Содержание кроликов мясных пород / С.П. Бондаренко. – АСТ: Сталкер, 2003. – 240 с.

27. Булгаков, В.Д. Современная энциклопедия животноводства / В.Д. Булгаков. – Донецк, ООО ПКФ «БАО», 2004. – 384 с.

28. Бурнышева, Н.В. Эффективность применения пробиотиков при выращивании телят в молочный период в условиях Пермского края / Н.В. Бурнышева: автореф. канд. с.-х. наук. – Киров, 2007. – 22 с.

29. Буряков, Н. Эффективность Иммунофлора при выращивании телят / Н. Буряков, А. Зуев, А. Трошкин // Животноводство России. – 2013. – №3. – С. 5657.

30. Васильева, Л.А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве / Л.А. Васильева. – Новосибирск, НГУ, 2007. – 127 с. 24.

31. Волкова, Е. Влияние Веткора и Витанеля на рост индюшат. / Е. Волкова, А. Сенько // Птицеводство. – 2010 г. - №6. – с. 18 - 19.

32. Ворошилова, Л.Н. Влияние пробиотической добавки к корму «Бацелл» на рост и развитие бычков / Л.Н. Ворошилова, Ю.Ю. Петрунина, В.И. Левахин // Вестник мясного скотоводства. – 2013. – Т. 2. – № 80. – С. 71-75.

33. Габисония, Т. Чувствительность к антимикробным препаратам штаммов энтерококков и стафилококков / Т. Габисония, Г. Мелашвили, К. Дидебулидзе // Птицеводство. - 2009. - № 2. - С. 45-46.

34. Гаджиев, З.К. Возрастная динамика роста мышц и костей у баранчиков грубошёрстных пород Северного Кавказа / З.К. Гаджиев, И.И. Селькин // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2009. – № 4. – С. 70–74.

35. Гайдук, А.Г. Пробиотик Витафорт в рационах утят / А.Г. Гайдук, Ф.С. Хазиахметов // Птицеводство. – 2011. – № 12. – С. 27.
36. Гайнуллина, М.К. Эффективность использования ферментного препарата Биоксил в кормлении молодняка кроликов / М.К. Гайнуллина, Р.Ф. Галимзянов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2014. – Т. 220. – № 4. – С. 68-71.
37. Гамко Л.Н., Сидоров И.И., Лумисте И.О., Дутова О.В. Пробиотики в борьбе с радионуклидами // Свиноводство. 2011. № 7. С. 44-47
38. Гарипова Н.В., Мирошников С.А., Холодилина Т.Н. и др. Питательность и продуктивное действие отрубей, модифицированных в присутствии микрочастиц железа // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 10 (146). С. 117–121
39. Глущенко Н.Н. Физико-химические закономерности биологического действия высокодисперсных порошков металлов / Н.Н. Глущенко, О.А. Богословская, И.П. Ольховская // Химическая физика. 2002. Т.21(4). С. 79-85.
40. Глущенко, Н.Н. Наночастицы металлов в биоэлементологии / Н.Н. Глущенко, О.А. Богословская, Т.А. Байтукалов, И.П. Ольховская // Микроэлементы в медицине. – 2008. – Т. 9. – №1-2. – С. 52.
41. Глущенко, Н.Н. Физико-химические закономерности биологического действия высокодисперсных порошков металлов. / Н.Н. Глущенко, О.А. Богословская, И.П. Ольховская // Химическая физика. – 2002. – Т. 21(4). – С. 79-85.
42. Годымчук, А. Ю. Экология наноматериалов: учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 272 с.
43. Горлов, И.Ф. Интенсивность роста и развитие бычков калмыцкой породы разных типов телосложения / И.Ф. Горлов, У.Э. Гаряев, Б.К. Болаев, А.К. Натыров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса:

Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2 (38). – С. 156-159.

44. Горлов, И.Ф. Теоретические и практические основы адаптивных ресурсосберегающих технологий содержания крупного рогатого скота в условиях Нижнего Поволжья: дис...д-ра с.-х. наук в виде научного доклада: 06.02.04 / Горлов Иван Федорович. – Оренбург, 1996. – 54 с.

45. ГОСТ 23041-78 Мясо и продукты мясные – М.: Стандартиформ. – 2010. – 6 с.

46. Григорьев, Н.Г. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости / Н.Г. Григорьев, Е.С. Воробьев. – М., 1989. – 44 с.

47. Грязнева, Т.Н. Применение пробиотика Биод-5 в рационах кормления поросят-отъемышей / Т.Н. Грязнева // Зоотехния. – 2005. – № 8. – С. 15.

48. Грязнева, Т.Н. Технология производства пробиотика Биод-5 и его лечебно-профилактическая эффективность для разных видов животных: автореф. дисс....докт. биолог. наук / Т.Н. Грязнева. – Москва, 2005. – 43 с.

49. Гулюшин, С. Эффективность применения пробиотика Агримос в комбикормах для бройлеров. / С. Гулюшин, Н. Садовников, И. Рябчик // Птицеводство. – 2010 г. - №5. – с. 11 - 12.

50. Гулюшин, С.Ю. Использование микроорганизмов *Bacillus Subtilis* для профилактики микотоксикозов / С.Ю. Гулюшин, И.В. Елизаров // Птицеводство. – 2012. – № 12. – С. 41-43.

51. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев // М.: Физматлит, 2007. 416 с.

52. Гуткин, С.С. Пути повышения мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота / С.С. Гуткин // Тр. ВНИИ мясного скотоводства. – Оренбург. – 1988. – С. 17-20.

53. Данилевская, Н.В. Пробиотики в ветеринарии / Н.В. Данилевская, М.А. Сидоров, В.В. Субботин // Ветеринария. – 2002. – №11.

54. Данилевская, Н.В. Фармакостимуляция продуктивности дойных коров пробиотическим препаратом Лактобифадол / Н.В. Данилевская, В.В. Субботин, О.А. Вашурин, Ю.В. Пятышева // Ветеринария. – 2003. – № 2.
55. Данилов, И. Пробиотик Субтилис в промышленном птицеводстве / И. Данилов, О. Сорокин, М. Сафанов // Птицеводство. – 2010 г. - №5. – с. 23.
56. Дзагуров, Б. Биоценоз кишечника цыплят при подкормке бентонитовой глиной / Б. Дзагуров, Б. Цугкиев, З. Псахчиева // Птицеводство. - 2010. - № 3. - С. 34-36.
57. Дорофеева, Т.А. Изменение показателей эритроцитов и гемоглобина радужной форели при использовании ферментного комплекса BIO-FEED-WHEAT и антиоксидантной смеси ОКСИ-НИЛ-DRY / Т.А. Дорофеева, Т.И. Агаева, А.А. Уртаева // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т.51. – №1. – С.63-67.
58. Дудакова, Ю.С. Антибактериальное действие наночастиц железа и меди на клинические штаммы *Pseudomonas aeruginosa* и *Mycobacterium tuberculosis* /Ю.С. Дудакова, И.В. Бабушкина, В.Б. Бородулин и др. // Нанотехника. 2009. №3. С. 69-72.
59. Дыкман, Л.А., Богатырев В.А., Щеглов С.Ю., Хлебцов Н.Г. Золотые наночастицы: синтез, свойства, биомедицинское применение / Л.А. Дыкман, В.А. Богатырев, С.Ю. Щеглов и др. М.: Наука, 2008. 319 с.
60. Егоров И., Андрианова Е., Присяжная Л., Блажинская Д., Бутейкис Г. Применение мультиэнзимной композиции Вильзим при выращивании цыплят-бройлеров // Птицеводство. – 2011. - №8. - С. 21-23.
61. Егоров, И. Пробиотик лактоамиловарин стимулирует рост цыплят / И. Егоров, П. Паньков, Б. Розанов и др. // Птицеводство. – 2004. – № 8. – С. 32-33.
62. Егоров, И. Эффективность пробиотика терацид С / И. Егоров, Ш. Имангулов, К. Харламов и др. // Птицеводство. – 2007. – № 6. – С. 56.

63. Егоров, И. Эффективность пробиотика терацид С / И. Егоров, Ш. Имангулов, К. Харламов и др. // Птицеводство. – 2007 г. – № 6. – С. 56.
64. Егоров, И.А. Высокодисперсные порошки металлов – источники микроэлементов для сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.П. Куренева, Н.Н. Глущенко и др. // Сборник научных трудов. Боровск. 1985. Т. 31. С. 80-88.
65. Егорова Е.М., Ревина А.А., Ростовщикова Т.Н. и др. Бактерицидные и каталитические свойства стабильных металлических наночастиц в обратных мицеллах. // Вестник МГУ. Сер.2. Химия. 2014. Т.42. №5. С.332.
66. Есенбаева, К.С. Физиологические особенности кроликов: учебное пособие / К.С. Есенбаева, К.А. Сидорова. – Тюмень, 2005 г. – 74 с.
67. Жолдакова, З.И. Некоторые сходства и различия в токсических свойствах наночастиц и других химических веществ / З.И. Жолдакова, О.О. Сеницына // «Методологические проблемы изучения и оценки био- и нанотехнологий (нановолны, частицы, структуры, процессы, биообъекты) в экологии человека и гигиене окружающей среды». Материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и Минздравсоцразвития Российской Федерации / Под ред. акад. РАМН Ю.А. Рахманина. Москва. 2007. С. 52-57.
68. Захаренко С.М. Антибиотики и пробиотики: конкуренты или синергисты? // РМЖ. 2013. Т. 21. № 13. С. 705-708.
69. Зинина, Е.Н. Местная защита слизистых оболочек и состояние резистентности у кур после применения серебросодержащего препарата «Silvescoll»: автореф. дисс. ...канд. вет. наук. Саранск: Мордовский ГУ им. Н.П. Огарева, 2013. 17 с.
70. Зотова, Т.В. Влияние комплексного применения пробиотика «Иммуно-бак» на некоторые зоотехнические, гематологические, микробиологические показатели молодняки птицы / Т.В. Зотова // Второй международный кон-гресс по птицеводству. МСХ РФ. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору. – М., 2006. - С.112-114

71. Иванов, А.В. Опыт применения пробиотика Энтероспорин / А.В. Иванов, Л.Е. Матросова, Л.Г. Бурдов, С.О. Белецкий, М.Я. Тремасов // Птицеводство. – 2011 г. - №12. – с. 15 - 16.

72. Иванова, А.Б. Влияние пробиотиков на основе *Vac. subtilis* на микробиоценозы кишечника животных в норме и при патологии / А.Б. Иванова, А.Г. Ноздрин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2006. – № 11. – С. 141-143.

73. Каграманова, К.А. Сравнительная характеристика методов определения активности лизоцима / К.А. Каграманова, З.В. Ермольева // Антибиотики. – 1966. – Т.11, №10. – С. 9117-9119.

74. Калашников, А.П. Новая концепция о балансе энергии в организме животного / А.П. Калашников, В.В. Щеглов, Н.В. Груздев // Зоотехния. – 1997. – №12. – С .10-14.

75. Калугин, Ю.А. Кормление кроликов / Ю.А. Калугин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 112 с.

76. Камильянов, А.А. Пробиотик Витафорт в рационах ягнят / А.А. Камильянов, Ф.С. Хазиахметов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 222 (2). – С. 128-131.

77. Карпова, Е.А. К вопросу о токсичности препаратов на основе наноселена /Е.А. Карпова, О.К. Демиденко, О.П. Ильина // Вестник КрасГАУ. 2014. №4 С. 207-210

78. Картамышева, Н.В. Биопрепараты нового поколения с использованием наножелеза / Н.В. Картамышева, В.В. Коровина // Материалы XV междунар. науч-прак. конф. «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения». – Белгород: Изд-во Белгородской ГСХА, 2011. – 74 с.

79. Кван О.В. Действие пробиотических препаратов на основе культур *Bacillus subtilis* и *Bifidobacterium longum* на продуктивность, обмен веществ и

минеральный статус организма кур-несушек: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2007. 23 с.

80. Кван О.В., Дерябин Д.Г., Мирошников С.А. К пониманию неоднозначности действия пробиотиков на величину эндогенных потерь минеральных веществ. //Микроэлементы в медицине. 2004. Т. 5. № 4. С. 68

81. Кван О.В., Мирошников С.А., Дерябин Д.Г., Беседин В.Н. Неоднозначность влияния пробиотиков на обмен токсических элементов в организме кур-несушек. //Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № S2. С. 28-30

82. Кебец, Н. Влияние комплексных соединений биометаллов на продуктивность бройлеров / А. Кебец, Н. Кебец // Птицеводство. - 2009. - № 6. - С. 32-33.

83. Коваленко, Л.В., Фолманис, Г.Э. Биологически активные нанопорошки железа. М.: «Наука», 2006. 128 с.

84. Кононенко, С.И. Способ улучшения конверсии корма / С.И. Кононенко // Известия Горского государственного аграрного университета. – Владикавказ. – 2012. – № 49. – Ч. 1-2. – С. 134-136.

85. Корнилова, В. Пробиотик спорономина для роста бройлеров / В. Корнилова, М. Маслов, М. Белова // Птицеводство. – 2007. - № 3. – С. 28

86. Коровин, А.С. Влияние кормового пробиотика на характеристику рубцового пищеварения у бычков / А.С. Коровин, В.И. Левахин, В.И. Швиндт и др. // Вестник мясного скотоводства. Оренбург. – 2005. Вып. 58. – Т.2. – С. 199-201.

87. Коростелева Л. А. Основы экологии микроорганизмов // Л. А. Коростелева, А. Г. Кощаев. СПб.: Лань, 2013. – 240 с. 12. Коростелева Л. А. Экология микроорганизмов с основами биотехнологии // Л. А. Коростелева, А. Г. Кощаев. Краснодар: ФГОУ ВПО «Кубанский ГАУ», 2010. – 274 с.

88. Коршунов, В.М. Характеристика биологических препаратов и пищевых добавок для функционального питания и коррекции микрофлоры

кишечника / В.М. Коршунов, Н.Н. Володин, Б.А. Ефимов и др. // Микробиология. – 2000. – № 3. – С. 86-91.

89. Котова Е.А., Пышманцева Н.А., Осепчук Д.В., Пышманцева А.А., Тхакушинова Л.Н. Пробиотики в аквакультуре // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. Ставрополь, 2012. Т. 3. № 1-1. С. 100-103

90. Кощаев, А.Г. Биологическое обоснование использования кормовой добавки Микоцел / А. Г. Кощаев, Г. В. Фисенко, С. А. Калюжный, Г. В. Кобыляцкая // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – Т. 3. – № 6. – С. 132–135.

91. Кощаев А.Г., Лысенко Ю.А., Радченко В.В., Мищенко В.А., Лунева А.В. Эффективность использования пробиотической добавки трилактокор в рационе перепелов. // Аграрный вестник Урала. 2017. № 8 (162). С. 4.

92. Крисс, Е.Е., Волченкова, И.И., Григорьева, А.С. Координационные соединения металлов в медицине. Киев: Наук думка, 1986. 216 с.

93. Крылов, Д. А. Конструирование рынка нанотехнологий в России: благодаря и вопреки государству [Электронный ресурс] / Д. А. Крылов // Экономическая социология. – 2009. – Т. 10. – №3. – С. 58-81. – Режим доступа: <https://ecsoc.hse.ru/2009-10-3/26595605.html>.

94. Кузнецова, В.Ф. Использование пробиотиков, пребиотиков и симбиотиков в птицеводстве. / В.Ф. Кузнецова. – Сергиев Посад, 2007 г. - 27 с.

95. Курилкина М.Я., Мирошников С.А., Холодилина Т.Н. Эффективность использования микропорошков металлов в составе экструдата при кормлении цыплят-бройлеров. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 4. № 32-1. С. 169-171

96. Ле Вьет Фыонг. Использование высокодисперсных порошков железа, меди, марганца, цинка в премиксах цыплят-бройлеров: дисс.... канд. с.-х. наук. М.: 2005. 114 с.

97. Лебедева, И.А. Пробиотик Моноспорин – стимул для синтеза белка в клетках / И. Лебедева // Птицеводство. – 2011 г. - №9. – с. 44.

98. Лебедева, И.А. Влияние пробиотических препаратов на печень сельскохозяйственной птицы / И.А. Лебедева, М.В. Новикова // Всероссийская науч.-практ. конфер. «Вклад молодых ученых в отраслевую науку с учетом современных тенденций развития АПК». – М.: Гос. Университет по землеустройству. – 2008. – С. 78-79.

99. Левахин В.И., Левахин Г.И., Мирошников С.А. Коррекция методики расчета конверсии энергии корма // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 1999. № 1. С. 65.

100. Левахин, В.И. Использование пробиотиков в животноводстве / В.И. Левахин, И.А. Бабичева, М.М. Поберухин, Р.Г. Исхаков, Ю.Ю. Петрунина // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – №8. – С. 13-14.

101. Левахин, В.И. Основные направления и способы повышения эффективности производства говядины и улучшения ее качества / В.И. Левахин, И.Ф. Горлов, В.В. Калашников // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – С. 369.

102. Левахин, В.И. Пробиотик лактобифадол в кормлении молодняка / В.И. Левахин, В.И. Швиндт, Т.И. Тимофеева // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – №7. – С. 23-25.

103. Левахин, В.И. Эффективность использования БАВ при выращивании мясных бычков / В.И. Левахин, И.А. Бабичева, Ю.Ю. Петрунина // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – №7. – С. 22-24.

104. Левахин, Ю.И. Эффективность использования ростостимулирующего препарата «ОРЕГО-СТИМ» при выращивании на мясо / Ю.И. Левахин, Б.Х. Галиев, Г.В. Павленко // Вестник мясного скотоводства. – Оренбург, 2010. – Вып. 63. – Т.2. – С. 94-98.

105. Литвинец, С.Г. Эффективность применения пробиотика «Лактоамиловорина» в рационах свиней в условиях интенсивной технологии

производства: автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. вет. наук: 11.11.11 / С.Г. Литвинец – Киров, 2001. – 26 с.

106. Литусов, Н.В. Сравнительное изучение антагонистической активности споровых пробиотиков / Н.В. Литусов, И.Н. Семухина // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 11. – С. 54–55.

107. Лукьянов, А.В. Моделирование острого пиелонефрита у животных различного вида / А.В. Лукьянов, В.Т. Долгих, Э.Г. Потиевский, Б.А. Рейс, Т.Ф. Соколова, В.М. Никонов // Бюллетень сибирской медицины. 2006. – №4. – С. 37-43.

108. Майорова, А.Н. Влияние пробиотиков с антитоксической активностью на продуктивность кроликов: дис. канд. биолог. наук: 06.02.03 / Майорова Анна Сергеевна. – п. Родники. Московской обл., 2007. – 122 с.

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

110. Малик, Н.И. Ветеринарные пробиотические препараты / Н.И. Малик, А.Н. Панин // Ветеринария. – 2001. – № 1. – С. 46.

111. Малик, Н.И. Новые пробиотические препараты ветеринарного назначения: автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. вет. наук: 11.11.11 / Н.И. Малик – М., 2002. – 56 с.

112. Малик Е. Пробиотики в профилактике желудочно-кишечных болезней свиней // Главный зоотехник. 2007. № 11. С. 49-51

113. Марголин, В.И., Жабреев, В.А., Лукьянов, Г.Н., Тупик, В.А. Введение в нанотехнологию: Учебник. СПб.: Издательство «Лань», 2012. 464 с.

114. Мартынеско, Е.А. Пробиотик в рационе цыплят-бройлеров / Е.А. Мартынеско, С.И. Кононенко, Н.А. Пышманцева // Сборник научных трудов ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2012. – Т. 3. – № 1-1. – С. 115-117.

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

116. Мачихина Л.И., Скрябин В.А., Михайлов Ю.И., Болдырев В.В. Серебряные нанобиокомпозиты в кормовых добавках для сельскохозяйственных животных и птицы //Иновационные нанотехнологии для АПК России /Сборник тезисов докладов участников II Международного форума по нанотехнологиям 6-8 октября 2009. г. Новосибирск. – С.390-392

117. Мильто, И.В. Структура печени, легкого и почек крыс при внутривенном введении магнитолипосом / И.В. Мильто, А.Н. Дзюман // Морфология. 2009. т. 135. №3. С. 63-66.

118. Миронова, И.В. Влияние препарата «Ветоспорин суспензия» на гематологические показатели бычков симментальской породы / И.В. Миронова, А.И. Семерикова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5 (43). – С. 128-131.

119. Мирошников С.А., Кван О.В., Дерябин Д.Г., Нотова С.В. Влияние перорального приема препарата *bifidobacterium longum* на величину эндогенных потерь ионов тяжелых металлов. //Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № S2-2. С. 44-46.

120. Мирошников С.А., Кван О.В., Нуржанов Б.С. Роль нормальной микрофлоры в минеральном обмене животных// Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 6 (112). С. 81-83.

121. Мирошников С.А., Муслюмова Д.М., Быков А.В., Рахматуллин Ш.Г., Быкова Л.А. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительно-минеральных смесей, подвергнутых кавитационной обработке. //Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3 (77). С. 7-11.

122. Мирошникова, Е.П. Обмен химических элементов в организме карпа при использовании наночастиц кобальта и железа в корме /

Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Г.Г. Глущенко, С.П. Василевская // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 6. С. 170-175.

123. Мирошникова, Е.П., Изменение гематологических показателей параметров карпа под влиянием наночастиц металлов / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова // Достижения науки и техники АПК. 2013. №5. С.55-57.

124. Мухина, Н.В. Биологически активные кормовые добавки нового поколения / Н.В. Мухина, Ф.Н.Зайцев, И.А. Мартынова, А.В. Коротков // VI-й Международный конгресс по птицеводству. Москва. 2010. С.195-200.

125. Наливайская, Н.Н. Сравнительная оценка влияния Лактоамиловорина и Споробактерина на организм коз / Н.Н. Наливайская // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2013. – Т. 49. – № 2-1. – С. 116-120.

126. Невская, А.А. Качество субпродуктов и биохимический состав мышечной ткани цыплят-бройлеров при использовании пробиотического препарата «Моноспорин» / А.А. Невская // Молодежь и наука. – 2013. – № 1. – С. 18.

127. Невская, А.А. Качество субпродуктов и биохимический состав мышечной ткани цыплят-бройлеров при использовании пробиотического препарата «Моноспорин» / А.А. Невская // Молодежь и наука. – 2013 г. – № 1. – С. 18.

128. Невская, А.А. Товароведческая оценка безопасности печени цыплят-бройлеров, при использовании пробиотических препаратов *Bacillus Subtilis* / А.А. Невская, И.А. Лебедева // Междунар. науч.-практ. конфер. посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. – 2013. – № 1. – С. 199-202.

129. Нестеров, Д.В. Эффективность ферментсодержащих комбикормов в сочетании различными формами цинка в рационах жвачных / Д.В. Нестеров,

О.Ю. Сипайлова, В.В. Ваншин, С.А. Мирошников // Вестник мясного скотоводства. – 2012. – Т.4. – №78. – С. 74-78.

130. Новик, Г.И., Самарцев, А.А., Астапович, Н.И. и др. // Прикладная биохимия и микробиология. - 2006. - 42, №2. - С. 194.

131. Ноздрин, Г.А. Влияние пробиотика на основе *Bac. Subtilis* в сочетании с гуматовыми кислотами на гематологические показатели крови новорожденных телят / Г.А. Ноздрин, И.Н. Бочкарникова, А.И. Леляк // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2010 г. – № 13. – с. 38 - 41.

132. Ноздрин, Г.А. Влияние пробиотиков на количественные и качественные показатели мясной продуктивности животных / Г.А. Ноздрин // Мат. 2-го международного конгресса по пробиотикам. – 2009. – С. 45-49.

133. Ноздрин, Г.А. Действие пробиотиков Ветом 1.1 и Ветом 13.1 на некоторые показатели морфологии крови и естественной резистентности гусей / Г.А. Ноздрин, А.И. Леляк, А.И. Шевченко // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2008. – №8. – С. 24-26.

134. Ноздрин, Г.А. Мясная продуктивность индеек-бройлеров при введении в рацион пробиотика Ветом 1.1, препарата «Сел-Плекс» и их сочетания / Г.А. Ноздрин, А.И. Шевченко, А.И. Диганов // Международный вестник ветеринарии. – 2009. – № 1. – С. 32-36.

135. Ноздрин, Г.А. Научные основы применения пробиотиков в птицеводстве / Г.А. Ноздрин, А.Б. Иванова, А.И. Шевченко, А.Г. Ноздрин. – Новосибирск. – 2005. – 224 с.

136. Ноздрин, Г.А. Прирост живой массы мясных гусей, бройлерных индеек и цыплят при скармливании пробиотика Ветом 1.1 / Г.А. Ноздрин, А.И. Шевченко // Достижения науки и техники АПК. – 2009 г. – № 4. – с. 44 - 45.

137. Ноздрин, Г.А. Пробиотики на основе *Bacillus Subtilis* и их роль в поддержании здоровья животных разных видов // Г.А. Ноздрин, А.Б. Иванова,

А.Г. Ноздрин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2006. – № 7. – С. 64-68.

138. Нуржанов, Б.С. Влияние комплексного пробиотического препарата на переваримость питательных веществ и морфо-биохимические показатели крови бычков казахской белоголовой породы / Б.С. Нуржанов, А.Г. Мещеряков, Ю.И. Левахин, М.А. Сулова, Н.Н. Сутягин // Вестник мясного скотоводства. – 2011. – Вып. 64. – Т.1. – С.118-123.

139. Ньют, Д. Рост и развитие животных / Д. Ньют. – М.: Мир, 1973. – 86 с.

140. Овод, А.С. Направленное формирование бактериоценоза кишечника / А.С. Овод // Ветеринария. - 2013. - № 10. - С. 23-25

141. Павлов, Г.В. Мультидисциплинарный подход к изучению биологической активности наночастиц металлов // Г.В. Павлов, Р.В. Желанкин, И.П. Арсентьева, А.А. Арсентьев // Конструкции из композиционных материалов, 2007.№3., С. 20-24

142. Павлов, Г.В., Фолманис, Г.Э. Биологическая активность ультрадисперсных порошков: монография. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1999. 76 с.

143. Павлов, Д.С. Использование биологически активных кормовых добавок для повышения питательных свойств комбикормов и увеличения норм ввода в комбикорма шротов и жмыхов / Д.С. Павлов, И.А. Егоров, Р.В. Некрасов, К.С. Лактионов, Л.З. Кравцова, В.Г. Правдин, Н.А. Ушакова // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – №1. – С. 89-92.

144. Панин, А.Н. Повышение эффективности пробиотикотерапии у поросят / А.Н. Панин, Н.И. Серых, Е.В. Малик // Ветеринария. – 1996. – №3. – С. 17-22.

145. Панин, А.Н., Малик, Н.И // Ветеринария. - 2006. - №7. - С. 3-6.

146. Первова, А.М. Целлобактерин в комбикормах для цыплят-бройлеров: дис. ... канд. с.-х. н: 06.02.02 / Первова Анастасия Михайловна. – Сергиев Посад, 2008. – 154 с.

147. Петенко, А.И. Биотехнология кормов и кормовых добавок / А. И. Петенко, А. Г. Кощаев, И. С. Жолобова, Н. В. Сазонова // Краснодар: ФГОУ ВПО «Кубанский ГАУ», 2011. – 454 с.

148. Петрунина, Ю.Ю. Морфологический состав и метаболиты крови бычков при скармливании им пробиотика / Ю.Ю. Петрунина // Вестник мясного скотоводства.– 2012 - №3 (77).. – С. 76-79.

149. Петрунина, Ю.Ю. Мясная продуктивность и качество продукции бычков при скармливании пробиотиков / Ю.Ю. Петрунина, И.А. Бабичева, Л.Н. Ворошилова // Вестник мясного скотоводства.– 2013. - №1(79). – С. 113-116.

150. Плутахин, Г.А. Биотехнология получения хлореллы и ее применение в птицеводстве как функциональной кормовой добавки / Г. А. Плутахин, Н. Л. Мачнева, А. Г. Кощаев, И. В. Пятиконов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 1. – № 31. – С. 101–104.

151. Подчалимов, М.И. Влияние кормовых добавок на продуктивность молодняка свиней / М.И. Подчалимов, Е.М. Грибанова, С.В. Злобин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – Т. 3. – № 3. – С. 63-67.

152. Полякова, О.П. Предпосадочная обработка клубней картофеля нанокристаллическими микроэлементами / О.П. Полякова, В.Н. Селиванов, Е.В. Зорин // Достижения науки и техники АПК. 2000. №8. С.18-20.

153. Помытко, В.Н. Зоотехнические основы промышленного кролиководства / В.Н. Помытко. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 159 с. 134 Помытко, В.Н. Учебная книга кроликовода / В.Н. Помытко, В.Н. Александров. – М.: Агропромиздат, – 1985. – С. 3-255.

154. Пресняк, А. Р. Использование наночастиц микроэлементов – перспективное направление при производстве мяса цыплят-бройлеров / А.Р. Пресняк // Молодой ученый. — 2015. — №5.2. — С. 40-42.

155. Пронина, Р.В. Эффективность использования пробиотиков в бройлерном птицеводстве / Р.В. Пронина // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2014 – №5. – с. 253 - 256.

156. Пышманцева, Н. Эффективность пробиотиков Пролам и Бацелл / Н. Пышманцева, Н. Ковехова, И. Лебедева // Птицеводство. – 2010 . - №3. – с. 29 - 30.

157. Пышманцева Н.А., Ковехова Н.П, Савосько В.А. Пробиотики повышают рентабельность птицеводства // Птицеводство. 2011. № 2. С. 36-38

158. Рахманов, А.И. Домашняя звероферма. Содержание и разведение кроликов и пушных зверей на приусадебном участке / А.И. Рахманов. – М.: Аквариум ЛТД, 2001 г. – 160 с.

159. Салеева, И. Применение пробиотика Бифидум СХЖ при выращивании ремонтного молодняка яичных кур. / И. Салеева, Е. Лебедева // Птицеводство. – 2010 г. - №6. – с. 13 - 14.

160. Салимов, Д.Д. Эффективность применения пробиотиков при содержании мясных кур / Д.Д. Салимов // Известия Оренбургского государственного университета. – 2013 г. – № 4 (42). – с. 145 - 148.

161. Свечин, К.Б. Индивидуальное развитие сельскохозяйственных животных / К.Б. Свечин. – Киев: Урожай, 1976 г. – 288 с.

162. Сизова Е.А. Минеральный состав и морфофункциональные аспекты реорганизации печени при энтеральном способе введения наночастиц меди типа CU10X / Е.А. Сизова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. №6 (112). С.92-94.

163. Сизова, Е.А. Элементный состав печени при многократном введении наночастиц меди / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, Н.Н. Глущенко // Микроэлементы в медицине. 2011. Т. 12, № 1-2. С. 67-69.

164. Сизова Е.А., Королев В.Л., Макаев Ш.А., Мирошникова Е.П., Шахов В.А. Морфо-биохимические показатели крови у бройлеров при коррекции рациона солями и наночастицами Cu. Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 6. С. 903-911

165. Скрябин В.А., Михайлов Ю.И., Реймер В.А., Носенко Н.А. Серебряные нанобиокомпозиты в кормовых добавках для сельскохозяйственных животных и птицы // Пища. Экология. Качество: труды VII Междунар. науч. - практ. Конф. (Краснообск, 21-22 сент. 2010 г.). – Новосибирск: Рос. акад. с.-х. наук. – 2010. – С.222-223

166. Скрябин, С.О. Влияние пробиотиков ветома 1.1 и энтероцина на продуктивные показатели кроликов / С.О. Скрябин // Кролиководство и звероводство. – 2010. – № 5. – С. 16-17.

167. Скрябин, С.О. Использование пробиотика оралин 35G с целью профилактики эймериоза кроликов / С.О. Скрябин // Кролиководство и звероводство. – 2011. – № 4. – С. 27-28.

168. 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.

169. Соколенко, Г.Г. Пробиотики в рациональном кормлении животных / Г.Г. Соколенко, Б.П. Лазарев, С.В. Миньченко // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – № 1 (5). – С. 72-78

170. Стегний, Б.Т. Перспективы использования пробиотиков в животноводстве / Б.Т. Стегний, С.А. Гужвинская // Ветеринария. – 2005. – №11. – С. 10-11.

171. Струк, А.Н. Научно-практическое обоснование использования новых биологически активных добавок на основе лактулозы и стимулирующих средств при производстве мяса сельскохозяйственных животных и птицы:

автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.10; 06.02.08 / Струк Александр Николаевич. – Волгоград, 2010 – 52 с.

172. Субботин, В.В. Применение пробиотического препарата в птицеводстве и промышленном животноводстве / В.В. Субботин, Н.В. Данилевская // Матер. междунар. науч.-практ. конф.. М.: ГНУ ВНИИЭВ, – 2006 – с. 71 - 72.

173. Суздалев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006. 592 с.

174. Сулейманова, Л.В. Морфологические изменения в органах и тканях экспериментальных животных при воздействии наночастиц золота: автореф. дисс.... канд. мед. наук. Саратов: 2009. 26 с.

175. Суханова, С.Ф. Применение пробиотиков для гусят-бройлеров / С.Ф. Суханова, С.В. Кожевников, С.В. Шульгин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011 – Т. 79. – №5. – с. 73 - 76.

176. Тарабанова, Е. В. Перспективы использования серебряного нанобиокомпозита в птицеводстве / Е. В. Тарабанова, В. А. Реймер, З. Н. Алексеева / Материалы VI междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука - сельскому хозяйству» (Барнаул, 3-4 февраля 2011 г.). - Барнаул, 2011. - С. 303-306.

177. Тараканов, Б.В. Использование пробиотиков в животноводстве / Б.В. Тараканов. – Калуга. – 1998. – 53 с.

178. Тараканов, Б.В. Пробиотический потенциал *Lactobacillus casei* subsp. *pseudoplantarum* при выращивании телят / Б.В. Тараканов, Т.А. Николичева // Ветеринария. – 2001. – №3. – С. 46-49.

179. Тедтова, В.В. Действие пробиотического препарата на хозяйственно-полезные признаки поросят-отъемышей / В.В. Тедтова // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: материалы 4 Междунар. конфер. посвященной 100летию со дня рождения академика РАСХН Н.А. Шманенкова. – Боровск. – 2006. – С. 337-338.

180. Тихонович, И.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / И.А. Тихонович, А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь и др. – М. Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.

181. Тобоев, А.С. Пробиотик споробактерин и его влияние на физиологический, морфологический и биохимический статус поросят / А.С. Тобоев, В.Г. Софронов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2014. – Т. 217. – С. 260-266.

182. Токарев, И.Н. Применение пробиотиков в промышленном свиноводстве / И.Н. Токарев, А.В. Блинецов, С.Р. Ганиева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 3. – С. 275-281.

183. Топурия, Г.М. Функциональное состояние организма и продуктивность цыплят-бройлеров при применении хитозана / Г.М. Топурия, А.Г. Богачев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 12. – С. 263.

184. Топурия, Л.Ю. Влияние пробиотиков на продуктивность цыплят-бройлеров / Л.Ю. Топурия, Г.М. Топурия, Е.В. Григорьева, М.Б. Ребезов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014 г. – № 2. – с. 143 - 145.

185. Топурия, Л.Ю. Иммунобиохимические показатели цыплят-бройлеров при применении рибавина / Л.Ю. Топурия, Г.М. Топурия // БИО. – 2009 г. – № 10. – с. 7.

186. Универсальный фермент Vilzim в кукурузнопшеничном рационе бройлеров / И. Егоров, Е. Андрианова, Л.Присяжная и др. // Птицеводство. – 2011. - №8. - С. 25-27.

187. Федоренко, В.Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 148 с.

188. Фельдблюм, В. «Нано» на стыке наук: нанообъекты, нанотехнологии, нанобудущее [Электронный ресурс] / В. Фельдблюм // Электронная библиотека Северного (Арктического) федерального университета им. М. В. Ломоносова. – Ярославль, 2013. – Режим доступа: <http://narfu.ru/university/library/books/0706.pdf>.

189. Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер. – М.: Техносфера. – 2008. – 352 с.

190. Холодилина Т.Н., Мирошников С.А. Исследование процессов создания и испытание новых препаратов эссенциальных элементов на основе микро- и макрочастиц металлов // Ориентированные фундаментальные исследования и их реализация в агропромышленном комплексе России: матер. Всерос. науч. конф. М.: ООО «Полиграф» 2010, С. 193–196

191. Чурилов, Г.И. Эколого-биологические эффекты нанокристаллических металлов: автореф. дисс.... д. б. н. Балашиха: 2010. 42 с.

192. Швыдков, А.Н. Пробиотическая молочнокислая кормовая добавка при выращивании цыплят-бройлеров. / А. Н. Швыдков, Н. Н. Ланцева, Р. Ю. Килин, О. С. Котлярова, В. П. Чебаков // Птицеводство. – 2012 г. - №10. – с. 27 - 30.

193. Шевченко, А.И. Влияние пробиотиков Ветом 1.1, Ветом 13.1, селена и симбиотических препаратов на их основе на мясную продуктивность гусей / А.И. Шевченко, Г.А. Ноздрин, О.В. Смолковская, А.И. Леляк // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 4. – С. 48-49.

194. Шевченко А.И., Ноздрин Г.А., Иванова А.Б., Леляк А.И. Пробиотики на основе *Bacillus subtilis* и неорганическая форма селена как стимуляторы роста мясных гусей // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2010. № 15. С. 105-108

195. Шендеров, Б.А. Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома / Б.А. Шендеров. – М.: Дели принт, 2008. – 320 с.

196. Широков, В.Е. Кормовая добавка для свиней и способ кормления свиней / В.Е. Широков, В.Н. Бондаренко, А.А. Овчинников // Патент № 2319391 РФ., 2008 г.

197. Шиян, А.А. Влияние нанопорошков оксидов металлов на успех прохождения личиночных стадий развития озерной лягушкой (*RANA RIDIBUNDA PALL*) / А.А. Шиян // Научный журнал КубГАУ. 2011. №66(02). С.1-11.

198. Эйдригевич, Е.В. Кормление коров по сбалансированным рационам / Е.В. Эйдригевич, В.В. Раевская. М.: Колос, 1978. – 255 с.

199. Юсупов, Р. Влияние пробиотической кормовой добавки «Биогумитель» на откормочные качества бычков / Р. Юсупов, Х. Тагиров, Ф. Вагапов // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – № 7. – С. 11-13.

200. Юсупов, Р.С. Продуктивные и воспроизводительные качества мясных кур при использовании кормового пробиотика Ветоспорин-актив / Р.С. Юсупов, Д.Д. Салимов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (41). – С. 154-157.

201. Якубенко, Е.В. Эффективность применения пробиотиков Бацелл и Моноспорин разных технологий получения в составе комбикормов для цыплят-бройлеров / Е.В. Якубенко, А.Г. Кошцаев, А.И. Петенко // Ветеринария Кубани. – 2009 г. – № 4. – с. 2-5.

202. 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.

203. Adams, M.R. Safety of industrial lactic acid bacteria / M.R. Adams // J. Biotechnol. – 1999. – Feb. 19; 68(2-3): – P. 171-178.

204. Albanese A, Tang PS, Chan WCW. The effect of nanoparticle size, shape, and surface chemistry on biological systems. *Annu Rev Biomed Eng.* 2012;14:1–16. doi: 10.1146/annurev-bioeng-071811-150124

205. Alfaig, E. Effect of probiotics and thyme essential oil on the essential amino acid content of the broiler chicken meat /E. Alfaig, M. Angelovicova, M. Kral, O. Bucko // *Acta Sci Pol Technol Aliment.* 2014 Oct-Dec;13(4):425-432. doi: 10.17306/J.AFS.2014.4.9.

206. All About Feed.net [webpage on the Internet] Nano technology in animal feed. Doetinchem: The Netherlands: Reed Business; 2013. [Accessed April 19, 2014]. Available from:<http://www.allaboutfeed.net/Nutrition/Feed-Additives/2013/3/Nano-technology-in-animal-feed-1194836W/>.

207. Anadón, A. Probiotics for animal nutrition in the European Union / A. Anadón, M.R. Martinez-Larrañaga, M.A. Martinez // *Regulation and safety assessment. Regulatory. Toxicology and Pharmacology.* – 2006. – Vol. 45. – P. 91-95.

208. 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. FoodAgric.* – 2008. – №88. – P. 1253-1258.

209. Bandara H.M., Matsubara V.H., Samaranayake L.P. Future therapies targeted towards elimi-nating *Candida* biofilms and associated infections // *Expert Review of Anti-infective Therapy.* 2017. Mar;15(3):299-318. doi: 10.1080/14787210.2017.1268530. Epub 2016 Dec 16

210. Banterle A., Cavaliere A., Carraresi L., Stranieri S. Food SMEs face increasing competition in the EU market: marketing management capability is a tool for becoming a price maker. *Agribusiness.* 2014;30:113–131

211. Bian LQ, Wang RN, Zhang YG, Liu XJ, Chen J, Zhang F (2010) Effects of different selenium sources on pork quality and muscle antioxidant capacity of growing-finishing pigs. *J Shenyang Agric Univ* 6:690–694.

212. Binupriya, A.R. Bioreduction of trivalent aurum to nano-crystalline gold particles by active and inactive cells and cell-free extract of *Aspergillus oryzae* var. *viridis* / A.R. Binupriya, M. Sathishkumar, K. Vijayaraghavan, S.I. Yun // *J Hazard Mater.* 2010 May 15;177(1-3):539-45. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.12.066.

213. Biobaku, W.O. Growth response of rabbits fed graded levels of processed and undulled sunflower seed / W.O. Biobaku, E.O. Dosumu // Nigerian Journal of Animal production. – 2003. – № 30(2). – P. 179-184.

214. Boullata, Joseph I. Handbook of Drug–Nutrient Interactions, edited by Joseph I. Boullata and Vincent T. Armenti, 2004, 521p.

215. Brisbin, J.T. Characterization of the effects of three *Lactobacillus* species on the function of chicken macrophages / J.T. brisbin, L. Davidge, A. Roshdieh, S. Sharif // Res Vet Sci. 2015 Jun;100:39-44. doi: 10.1016/j.rvsc.2015.03.003.

216. Buzea, C. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity / C. Buzea, I. Pacheco, K. Robbie // Biointerphases. – 2007. – № 2(4). – P. 17-71.

217. Cai C, Qu XY, Wei YH, Yang AQ (2013) Nano-selenium: nutritional characteristics and application in chickens. Chin J Anim Nutr 12:2818–2823. doi:10.3969/j.issn.1006-267x.2013.12.00

218. Cetin, N. The effects of probiotic and mannanoligosaccharide on some haematological parameters in turkeys / N. Cetin, B.K. Guclu, E.J. Cetin // Vet. Med. Physio. Pathol. Clin. Med. – 2005. – № 52(6). – P. 263-267.

219. Cho, J.H. Effects of single or combined dietary supplementation of  $\beta$ -glucan and kefir on growth performance, blood characteristics and meat quality in broilers / J.H. Cho, Z.F. Zhang, I.H. Kim // Br Poult Sci. 2013;54(2):216-21. doi: 10.1080/00071668.2013.777691.

220. Cinco M, Banfi E, Ruaro E, Crevatin D and Crotti D (1984). Evidence for L-fucose (6-deoxyLgalactopyranose)- mediated adherence of *Campylobacter* spp. to epithelial cells. FEMS Microbiology Letters, 21: 347-351.

221. Corpet, D.E. Red meat and colon cancer: Should we become vegetarians, or can we make meat safer? / D.E. Corpet // Meat Sci. – 2011. – Vol. – 89. – P. 310-316.

222. Choi S.B. Probiotics and the BSH-related cholesterol lowering mechanism: a Jekyll and Hyde scenario / S.B. Choi, L.C. Lew, S.K. Yeo, S.

NairParvathy M.T. Liong // *CriticalReviews in Biotechnology*. 2015. V. 35(3). P. 392-401.

223. Choi S.B. Probiotics and the BSH-related cholesterol lowering mechanism: a Jekyll and Hyde scenario / S.B. Choi, L.C. Lew, S.K. Yeo, S. Nair Parvathy M.T. Liong // *Critical Reviews in Biotechnology*. 2015. V. 35(3). P. 392-401

224. Crittenden R. Probiotic research in Australia, New Zealand and the Asia-Pacific region / R. Crittenden, A.R. Bird, P. Gopal, A. Henriksson, Y.K. Lee, M.J. Playne // *CurrentPharmaceuticalDesign*. 2005. V. 11(1). P. 37-53

225. Da Silva, L. C. Responses of resting plant species for pollution from an iron polletization factory / L. C. Da Silva, M. A. Oliva, A. A. Azevedo, J. M. De Araujo // *Water, air and soil pollution*. – 2006. – № 175. – P. 241-256.

226. Dairo, F.A.S. Assessment of loofah gourd seeds *luffa cylindrica* roem on performance and some haematological indices of rabbit weanersIn / F.A.S. Dairo // *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress Verona*. – 2008. – P. 198.

227. 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.

228. El-Temsah, Y. S. Impact of Fe and Ag nanoparticles on seed germination and differences in bioavailability during exposure in aqueous suspension and soil [Электронныйресурс] / Y. S. El-Temsah, E. J. Joner // *Environmental Toxicity*. – 2010. – № 10. – Режим доступа: doi: 10.1002/tox.20610.

229. Emily K. Hill Julang Li. Current and future prospects for nanotechnology in animal production. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 2017 8:26 <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0157-5>

230. European Commission (2013) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social

Committee. Second regulatory review on nano materials. Brussels, 3.10.2012, COM (2012) 572 final

231. Ignatova M, Sredkova V, Marasheva V. Effect of dietary inclusion of probiotic on chicken performance and some blood indices. *Biotechnol Anim Husband.* 2009;25:1079–1085.

232. Iijima S. Electron Microscopy of Small Particles. *Journal of Electron Microscopy* 1985 34 (4)

233. Fondevila M, Herrer R, Casallas MC, Abecia L, Duchá JJ. Silver nanoparticles as a potential antimicrobial additive for weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology.* 2009;150:3–4. 259–269.

234. Fondevila M. Potential use of silver nanoparticles as an additive in animal feeding. In: Peres DP, editor. *Silver Nanoparticles Rijeka, Croatia: InTech;* 2010. pp. 325–334.

235. Fuller, R. (Ed.) *Probiotics. The scientific basis.* / R. Fuller. – Chapman & Hall. – London. N.Y. Tokyo, 1992. – 397 p.

236. Fuller, R. Probiotics in man and animals / R. Fuller // *J. Appl. Bacteriol.* – 1989. – № 66. – P. 365-378.

237. 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.

238. Gibson, G.R. Regulatory effect of bifidobacteria on the growth of other colonic bacteria / G.R. Gibson, X. Wang // *J. Appl. Bacteriol.* - 1994. - Vol. 77. - № 4. - P. 829-

239. Gleiter, H. Nanostructured materials: basic concepts and microstructure / H. Gleiter // *Acta mater.* – 2000. – V. 48. – P.1-29.

240. Haghghi, H.R. Probiotics stimulate production of natural antibodies in chickens / H.R. Haghghi, J. Gong, C.L. Gyles, M.A. Hayes, H. Zhou, B. Sanei, J.R. Chambers, S. Sharif // *Clin Vaccine Immunol.* – 2006. – №13. – P. 975-980.

241. Hartini, S., Choct, M., Hinch, G., Nolan, J.V. The relationship between physicochemical properties of fibre and their effects on the gut weight of chickens. / Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium, 2003, vol. 15. - P. 135-139. // University of Sydney, NSW 2006, Australia

242. He, Z. Scalable fabrication of size-controlled chitosan nanoparticles for oral delivery of insulin / Z. He, J.L. Santos et al. // Biomaterials. 2017 Mar 22;130:28-41. doi: 10.1016/j.biomaterials.2017.03.028.

243. Heinlaan, M. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO<sub>2</sub> to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus* / M. Heinlaan, A. Ivask, I. Blinov, H. Ch. Dubourguier, A. Kahru // Chemosphere, 2008. Vol. 71. Iss. 7. PP. 1308-1316.

244. Hermida, M. Mineral analysis in rabbit meat from Galicia / M. Hermida, M. Gozalez, M. Miranda, J.L. Rodríguez-Otero // In Meat Science. – 2006. – Vol. 73. – P. 635-639.

245. Hermsen, S. A. Relative embryotoxicity of two classes of chemicals in a modified zebrafish embryotoxicity test and comparison with their in vivo potencies / S. A. Hermsen, E.-J. van den Brandhof, L. T. van der Ven, A. H. Piersma// Toxicology in Vitro. – 2011. – V. 25 №3. – P. 745–753

246. Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G. R., Merenstein D. J., Pot B., et al. Expert consensus document: the international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol. 2014, 11, 506–514. 10.1038/nrgastro.2014.66

247. Hirsh S., Schiefer J., Gschwandtner A., Hartmann M. Thedeterminantsoffirmprofitabilitydifferences in EU foodprocessing. J. Agric. Econ. 2014;65:703–721.

248. Hooley G., Piercy N.F., Nicoulaud B. Prentice Hall/Financial Times; London: 2012. Marketing Strategy and Competitive Positioning. (ISBN 9780273740933

249. Hong, S. Interaction of Poly(amidomine) dendrimers with supported lipid bilayers and cells: hole formation and the relation to transport / S. Hong, A. U. Bielinska, A. Mecke, B. Keszler, J. L. Beals et al. // *Bioconjugate Chemistry*. – 2004. – 15(4). – P. 774-782.

250. Hossain EM, Kim GM, Lee SK, Yang CJ. Growth performance: meat yield, oxidative stability and fatty acid composition of meat from broilers fed diet supplemented with a medicinal plant and probiotics. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2012;25:1159–1168. doi: 10.5713/ajas.2012.12090.

251. Janik, A. Probiotyki w Iywieniu prosiąt / A. Janik, M. Kaska, U. Paluch, M. Pieszka, T. Borowicz // *Wiadomości Zootechniczne*. – 2006. – Vol. R.XLIV. – P. 139.

252. Jayesh, P. Ruparelia Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles / P. Jayesh // *Acta Biomaterialia*. 2008. V. 4. Issue 3. P. 707-716

253. Kabir S. M. The role of probiotics in the poultry industry. *Int. J. Mol. Sci*. 2009;10, 3531–3546. 10.3390/ijms10083531

254. Khlebtsov, B. Optical amplification of photothermal therapy with gold nanoparticles and nanoclusters / B. Khlebtsov, V. Zharov, A. Melnikov, V. Tuchin, N. Khlebtsov // *Nanotechnology*. – 2016. – V. 17№20. – P. 5167– 5179.

255. Kim HJ, Kim SH, Lee JK, et al. A novel mycotoxin purification system using magnetic nanoparticles for the recovery of aflatoxin B1 and zearalenone from feed. *J Vet Sci*. 2012;13(4):363–369.

256. Kim HB, et al. Microbial shifts in the swine distal gut in response to the treatment with antimicrobial growth promoter, tylosin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2012;109:15484–15490.

257. Kittler, S. Toxicity of silver nanoparticles increases during storage because of slow dissolution under release of silver ions / S. Kittler, C. Greulich, J. Diendorf, M. Köller, M. Epple // *Chemistry of Materials*. – 2010. – V. 22№16. – P. 4548–4554.

258. Kowalczyk M, Banach M, Rysz J. Ferumoxytol: a new era of iron deficiency anemia treatment for patients with chronic kidney disease. *J Nephrol*. 2011 Nov-Dec;24(6):717-22. doi: 10.5301/jn.5000025

259. Kuzma J. Nanotechnology in animal production – upstream assessment of applications. *Livest Sci*. 2010;130:1–3. 14–24.

260. Lauková A. Use of bacteriocin-producing, probiotic strain *Enterococcus faecium* AL41 to control intestinal microbiota in farm ostriches / A. Lauková, A. Kandričáková, J. Ščerbová // *Lett Appl Microbiol*. 2015 Jun;60(6):531-5. doi: 10.1111/lam.12409.

261. Lauková, A. Bacteriocin-producing strain of *Enterococcus faecium* EK13 with probiotic character and its application in the digestive tract of rabbits / A. Lauková, V. Stropfová, V. Skřivanová, Z. Volek, E. Jindřichová, M. Marounek // *In Biologia, Bratislava*. – 2006. – Vol. 61(6). – P. 779-782.

262. Leroith, D. *Bacillus subtilis* contains multiple forms of somatostatin-like material / D. Leroith, W. Pickens, A.I. Vinik, J. Shiloach // *Biochem. and Biophys. Res. Commun.* – 1985. – Vol. 127, Iss. 3. – P. 713–771

263. Limbach, L.K. Exposure of engineered nanoparticles to human lung epithelial cells: influence of chemical composition and catalytic activity on oxidative stress / L.K. Limbach, P. Wick, P. Manser, R.N. Grass, A. Bruinink, W.J. Stark. // *Environ. Sci. Technol*, 2007. V. 41. №11. P. 4158-4163.

264. Lin, B. S. Effect of TMS (nanostructured silicon dioxide) on growth of Changbai larch seedlings / B. S. Lin, S. Q. Diao, C. H. Li, L. J. Fang, S. C. Qiao, M. Yu // *J. For Res-CHN*. – 2004. – № 15. – P. 138-140.

265. Lin, D. Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth / D. Lin // *Environmental Pollutants*, 2007. Vol. 150. Iss. 2. PP. 243-250.

266. Liu, Y. Nanoparticles in waste waters: hazards, fate and remediation / Y. Liu, M. Tourbin, S. Lachaize, P. Guiraud // *Powder Technol.* – 2014. – № 255. –P. 149-156.

267. 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.

268. Lu, C. M. Research of the effect of nanometer materials on germinations and growth enhancement of *Glycine max* and its mechanism / C. M. Lu, C. Y. Zhang, J. Q. Wen, G. R. Wu, M. X. Tao // *Soybean Sci.* – 2002. – № 21. –P. 168-172.

269. Łukasiewicz, M. In ovo administration of copper nanoparticles and copper sulfate positively influences chicken performance / M. Łukasiewicz, AC. Wnuk, E. Sawosz et al. // *J Sci Food Agric.* 2016 Jul;96(9):3058-62. doi: 10.1002/jsfa.7477.

270. Maarit J. Rein, Mathieu Renouf, Cristina Cruz-Hernandez, Lucas Actis-Goretta, Sagar K. Thakkar, and Marcia da Silva Pinto Bioavailability of bioactive food compounds: a challenging journey to bioefficacy. *Br J Clin Pharmacol.* 2013 Mar; 75(3): 588–602. Published online 2013 Feb 5. doi: 10.1111/j.1365-2125.2012.04425.x PMID: PMC3575927

271. Manuel J. Saint-Cyr, Muriel Guyard-Nicodème, Soumaya Messaoudi, Marianne Chemaly, Jean-Michel Cappelier, Xavier Dousset, Nabila Haddad Recent Advances in Screening of Anti-Campylobacter Activity in Probiotics for Use in Poultry. *Front Microbiol.* 2016; 7: 553. Published online 2016 May 31. doi: 10.3389/fmicb.2016.00553).

272. Markovic, Z. The mechanism of cell-damaging reactive oxygen generation by colloidal fullerenes / Z. Markovic, B. Todorovic-Markovic, D. Kleut et al. // *Biomaterials*, 2007. Vol. 28. Iss. 36. PP. 5437-5448.

273. Miroshnikov S.A. Comparative assessment of effect of copper nano- and microparticles in chicken. / S.A. Miroshnikov, E.V. Yausheva, E.A. Sizova, E.P. Miroshnikova, V.I. Levahin // *Oriental Journal of Chemistry.* 2015. T. 31. № 4. P. 2327-2336

274. Mirosnikova E., Arinzhanov A., Kilyakova Y., Sizova E., Mirosnikov S. Antagonist metal alloy nanoparticles of iron and cobalt: impact on trace element metabolism in carp and chicken. *Uman & Veterinary Medicine. International Journal of the Bioflux Society*, 2015. - Vol. 7, Iss. 4. - P. 253-259

275. Mishra B, Patel BB, Tiwari S. Colloidal nanocarriers: a review on formulation technology, types and applications toward targeted drug delivery. *Nanomed-Nanotechnol.* 2010; 6:9–24

276. Moller P. Role of oxidative damage in toxicity of particulates / P. Moller, N. R. Jacobsen, Janne K. Folkmann [et al.] // *Free Radical Research.* – 2010. – Vol. 44, iss. 1. – P. 1–46.

277. Mroczek-Sosnowska, N Effect of copper nanoparticles administered in ovo on the activity of proliferating cells and on the resistance of femoral bones in broiler chickens // N. Mroczek-Sosnowska, D. Adamek, M. Kamaszewski et al. // *Arch Anim Nutr.* 2017 Aug;71(4):327-332. doi: 10.1080/1745039X.2017.1331619.

278. Nanda RK, Edao BM, Hajam IA, Sekar SC, Ganesh K, Bhanuprakash V, Kishor S (2012) An effective mannosylated chitosan nanoparticle DNA vaccine for FMD virus. *Virologica Sinica* 6:373–376. doi:10.1007/s12250-012-3269-2

279. Norman, S. Photothermal Destruction of the Bacterium *Pseudomonas Ariginosa* by Gold Nanorods / S. Norman, J.W. Stone, A. Gole // *Nano Letters.* 2008. V.8(1). P.302.

280. Ohimain EI, Ofongo RTS. The effect of probiotic and Prebiotic feed supplementation on chicken health and gut microflora: A review. *International Journal of Animal and Veterinary Advances.* 2012;4(2):135–143.

281. Pan BH, Zhang DQ, Li DJ, Li XJ (2005) Application of Nano-zinc oxide in livestock breeding. *China feed* 16:13–15.

282. PanTL, WangPW, Al-SuwayehSA, HuangYJ, FangJY Toxicological effect of cationic nanobubbles on the liver and kidneys: biomarkers for predicting the risk. *FoodChemToxicol.* 2012 Nov;50(11):3892-901. doi: 10.1016/j.fct.2012.07.005. Epub 2012 Jul 15

283. Park, J.H. The effects of the supplementation of *Bacillus subtilis* RX7 and B2A strains on the performance, blood profiles, intestinal *Salmonella* concentration, noxious gas emission, organ weight and breast meat quality of broiler challenged with *Salmonella typhimurium* / J.H. Park, I.H. Kim // *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2015 Apr;99(2):326-34. doi: 10.1111/jpn.12248.

284. Park Y.H., Hamidon F., Rajangan C., Soh K.P., Gan C.Y., Lim T.S., Abdullah W.N., Liong M.T. Application of Probiotics for the Production of Safe and High-quality Poultry Meat // *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2016. V. 36(5). P. 567-576

285. Pascual M, et al. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. *J Appl Poul Res*. 2001;10:236–244. doi: 10.1093/japr/10.3.236.

286. 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.

287. Peric L, et al. Effects of probiotic and phytogenic products on performance, gut morphology and cecal microflora of broiler chickens. *Archiv Tierzucht*. 2010;53:350–359.

288. Pineda L, Sawosz E, Lauridsen C, et al. Influence of in ovo injection and subsequent provision of silver nanoparticles on growth performance, microbial profile, and immune status of broiler chickens. *Open Access Anim Physiol*. 2012;2012(4):1–8.

289. Prasad Ram, Bhattacharyya Atanu, and Quang D. Nguyen Nanotechnology in Sustainable Agriculture: Recent Developments, Challenges, and Perspectives. *Front Microbiol*. 2017; 8: 1014. Published online 2017 Jun 20. doi: 10.3389/fmicb.2017.01014

290. 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

291. Raspopov RV, Trushina ÉN, Gmoshinski IV, Khotimchenko SA. Bioavailability of nanoparticles of ferric oxide when used in nutrition. Experimental results in rats. *VoprPitan.* 2011;80(3):25-30

292. Reid G. The importance of guidelines in the development and application of probiotics. *Curr. Pharm. Des.* 2005, 11, 11–16. 10.2174/1381612053382395

293. Ross, G.R. Effects of probiotic administration in swine / G.R. Ross, C. Gusils, R. Oliszewski, S.C. de Holgado, S.N. González // *Journal of Bioscience and Bioengineering.* – 2010. – Vol. 109. – № 6. – P. 545-549.

294. Sadeghi, A.A. Bone Mineralization of Broiler Chicks Challenged with Salmonella enteritidis Fed Diet Containing Probiotic (Bacillus subtilis) / A.A. Sadeghi // *Probiotics Antimicrob Proteins.* 2014 Dec;6(3-4):136-40. doi: 10.1007/s12602-014-9170-6.

295. SagadevanS., PeriasamyM. Recent trends in nanobiosensors and their applications - a review. *Rev. Adv. Mater. Sci.* 2014;36 62–69.

296. Saeed, Ziaei-Nejad. In vitro antagonistic properties of copper nanoparticles and probiotic Bacillus subtilis against pathogenic luminescent Vibrio harveyi / Ziaei-Nejad Saeed, M.S. Laleh, G. Babak et al. // *AAACL Bioflux*, 2015, Volume 8, Issue 3. P/ 445-451.

297. Safa S, Moghaddam G, Jozani RJ, Daghigh Kia H, Janmohammadi H. Effect of vitamin E and selenium nanoparticles on post-thaw variables and oxidative status of rooster semen. *AnimReprod Sci.* 2016 Nov; 174:100-106. doi: 10.1016/j.anireprosci.2016.09.011. Epub 2016 Sep 15

298. Saleh AA. Effect of feeding mixture of Aspergillus probiotic and selenium nano-particles on growth, nutrient digestibilities, selected blood parameters and muscle fatty acid profile in broiler chickens. *Anim Sci Pap Rep.* 2014;32:65–79

299. Sarangi NR, et al. Effect of dietary supplementation of prebiotic, probiotic, and symbiotic on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Vet World.* 2016;9:313–319. doi: 10.14202/vetworld.2016.313-319.

300. Sawosz F, Pineda L, Hotowy A, Hyttel P, Sawosz E, Szmidt M, Niemiec T, Chwalibog A. Nano-nutrition of chicken embryos. Effect of silver nanoparticles and glutamine on molecular responses and morphology of pectoral muscle. *Balt. J. Comp. Clin. Syst. Bio.* 2012; 2:29–45
301. Sharma HS, Sharma A. Neurotoxicity of engineered nanoparticles from metals. *CNS Neurol Disord Drug Targets.* 2012;11:65–80. doi: 10.2174/187152712799960817
302. Shi L. G., Xun W., Yue W., Zhang C., Ren Y., Liu Q., Wang Q., Shi L. (2011). Effect of elemental nano-selenium on feed digestibility, rumen fermentation, and purine derivatives in sheep. *Animal Feed Science and Technology* 163: 136-142.
303. Shi YH, Xu ZR, Feng JL, Wang CZ. Efficacy of modified montmorillonite nanocomposite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology.* 2006;129:1–2. 138–148.
304. Shirsat S, Kadam A, Mane RS, Jadhav VV, Zate MK, Naushad M, Kim KH. Protective role of biogenic selenium nanoparticles in immunological and oxidative stress generated by enrofloxacin in broiler chicken. *Dalton Trans.* 2016 Jun 7;45(21):8845-53. doi: 10.1039/c6dt00120c. Epub 2016 May 5
305. Sizova E., Miroshnikov S., Skalny A., Glushchenko N. Influence of Cu10x copper nanoparticles intramuscular injection on mineral composition of rat spleen // *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* 2011. V. 25 (Suppl 1). S. 84-89
306. Smith D. P. New tools for the measurement of poultry meat quality. *Egg Meat Symposia 2013 Bergamo* 15-19 September 2013
307. Sodano V., Verneau F. Competition policy and food sector in the European Union. *J. Int. Food Agribusiness Mark.* 2014;26:155–172
308. Soloviev, A. Plasmonic gold nanoparticles possess the ability to open potassium channels in rat thoracic aorta smooth muscles in a remote control manner / A. Soloviev, A. Zholos, I. Ivanova et al. // *Vascul Pharmacol.* 2015 Sep;72:190-6. doi: 10.1016/j.vph.2015.05.016.

309. Soomro, A.H., Application of probiotics culture / A.H. Soomro, , T. Masud, H.A. Rathore // *J Am. Vet. Adv.*, 2002, vol. 1. - P. :40-42.
310. Spivey, M.A. Epithelial cell adhesion and gastrointestinal colonization of *Lactobacillus* in poultry / M.A. Spivey, S.L. Dunn-Horrocks, T. Duong // *Poult Sci.* 2014 Nov;93(11):2910-9. doi: 10.3382/ps.2014-04076.
311. Stanley SL and Doris LL (2000). Glyconutritionals: Implications in Antimicrobial Activity. *GlycoScience*, 1(22): 1-4.
312. Subramanian K.S., Tarafdar J.C. (2011). Prospects of nanotechnology in Indian farming. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 81: 887-893.
313. Suo, D. Effects of ZnO nanoparticle-coated packaging film on pork meat quality during cold storage / D. Suo // *J Sci Food Agric.* 2016 Aug 24. doi: 10.1002/jsfa.8003.
314. Sutovsky P, Kennedy CE. Biomarker-based nanotechnology for the improvement of reproductive performance in beef and dairy cattle. *Industrial Biotechnology*. 2013;9(1):24–30.
315. Świątkiewicz, S. Dodatki paszowe o działaniu immunomodulacyjnym w żywieniu drobiu / S. Świątkiewicz, J. Koreleski // *Medycyna Weterynaryjna.* – 2007. – № 63 (11). – P. 1291-1295.
316. Taylor S, Qu L, Kitaygorodskiy A, Teske J, Latour RA and Sun YP (2004). Synthesis and characterization of peptide-functionalized polymeric nanoparticles. *Biomacromolecules*, 5: 245-248.
317. Thacker PA. Alternatives to antibiotics as growth promoters for use in swine production: a review. *J Anim Sci Biotechnol.* 2013;4:35. doi: 10.1186/2049-1891-4-35.
318. Veerapandian, M., S. Glucosamine functionalized copper nanoparticles: Preparation, characterization and enhancement of anti-bacterial activity by ultraviolet irradiation / M. Veerapandian, S. Sadhasivam, J. Choi, K. Yun // *Chemical Engineering Journal.* 2012. V. 209. P .558-567

319. VERA José Manuel DOMÍNGUEZ, 2014 Probiotic bacteria comprising metals, metal nanoparticles and uses thereof WO 2014206969 A1.

320. Vitaflora [webpage on the Internet] Benefits with our products. Vitaflora; 2012. [Accessed April 19, 2014]. Ulica Braće Radić 32 33514, Čačinci Croatia. Available from: [vitaflora.hr/benefits-with-our-products](http://vitaflora.hr/benefits-with-our-products).

321. 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

322. Wang MQ, Ye SS, Du YJ, Tao WJ, Xie X (2011) Chitosan nanoparticles loaded copper ions affect growth performance, immunity and antioxidant indices of weaned piglets. *Chin J Anim Nutr* 10:1806–1811. doi:10.3969/j.issn.1006-267x.2011.10.022

323. 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.

324. Wilcock, P. Piglets performing better with yeast during lactation / P. Wilcock // *Pig Progress*. – 2011. – Vol. 27. – № 3. – P. 22-23.

325. Wörle-Knirsch, J.M. Nanoparticulate Vanadium Oxide Potentiated Vanadium Toxicity in Human Lung Cells / J.M. Wörle-Knirsch, K. Kern, Ch. Schleh, C. Adelhelm, C. Feldmann, H.F. Krug // *Environmental Science of Technologies*, 2007. Vol. 41. Iss. 1. PP. 331–336.

326. Xia MS, Hu CH, Wang XH, Zhang SJ, Xin HP (2016) Effect of nano-selenium on piglets growth performance and antioxidative. *Nonrumin Nutr* 3:28–30.

327. Xia MS, Zhang HM, Hu CH (2005) Effect of nano-selenium on meat quality of pigs. *J Zhejiang Univ (Agric Life Sci)* 3:263–268.

328. 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.

329. Yang T, Gan YN, Song ZF, Zhao TT, Gong YS (2014) Effects of different sources and levels of Vitamin D3 on performance, eggshell quality and tibial quality of laying hens. *Chin J Anim Nutr* 2014(3):659–666. doi:10.3969/j.issn.1006-267x.2014.03.015.

330. Yang, J. Effects of chromium-enriched bacillus subtilis KT260179 supplementation on chicken growth performance, plasma lipid parameters, tissue chromium levels, cecal bacterial composition and breast meat quality / J. Yang, K. Qian, W. Zhang, Y. Xu, Y. Wu // *Lipids Health Dis.* 2016 Nov 8;15(1):188.

331. Yang, Y. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics / Y. Yang, M. Choct // *World's Polutry Science Journal.* – 2009. – № 65. – P. 97-103.

332. Yausheva E., Miroshnikov S. Sizova E., Miroshnikova E., Levahin V.I. Comparative assessment of effect of cooper nano and microparticles in chicken. *Oriental Journal of Chemistry* - 2015, Vol. 31, No. (4): Pg. 2327-2336 <http://dx.doi.org/10.13005/ojc/310461>

333. You ZT, Hu CH, Song J, Luan ZS (2012) Effects of nano zinc oxide on performance, diarrhea, intestinal microflora and permeability of weanling pigs. *Chin J Anim Sci (Nutr feedstuffs)* 21:43–46.

334. Zha L., Zeng J., Sun S., Deng H., Luo H., Li W. (2009). Chromium(III) nanoparticles affect hormone and immune responses in heat-stressed rats. *Biological Trace Element Research* 129: 157-169.

335. Zhang, G. The Application of Nanomaterials in Stem Cell Therapy for some Neurological Diseases / G. Zhang, A.A. Khan et al. // *Curr Drug Targets.* 2017 Mar 28. doi: 10.2174/1389450118666170328115801.

336. Zheng, A. Proteome changes underpin improved meat quality and yield of chickens (*Gallus gallus*) fed the probiotic *Enterococcus faecium* / A. Zheng, J. Luo, K. Meng, J. Li, S. Zhang, G. Liu, H. Cai, W.L. Bryden, B. Yao // *BMC Genomics.* 2014 Dec 23;15:1167. doi: 10.1186/1471-2164-15-1167.

337. 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.

338. Zhu, M.T. Comparative study of pulmonary responses to nano- and submicron-sized ferric oxide in rats / M.T. Zhu, W.YFeng, BWang, T.Ch. Wang // *Toxicology*, 2008. Vol. 247. Iss. 2-3. – PP. 102-111.

339. Zhua, S.Toxicity of an engineered nanoparticle (fullerene, C60) in two aquatic species, Daphnia and fathead minnow / S. Zhua, E. Oberdörsterb, M.L. Haascha // *Marine Environmental Research*, 2006. Vol. 62. PP. 5-9.

340. Zhang J. Biological properties of red elemental selenium at nano size (Nano-Se) in vitro and in vivo. In: Sahu SC, Casciano D, editors. *Nanotoxicity: From In Vivo and In Vitro Model To Health Risks*. West Sussex, UK: John Wiley and Sons; 2009.

341. Zhang JS, Gao XY, Zhang LD, Bao YP. Biological effects of a nano red elemental selenium. *Biofactors*. 2001; 15:27–38.

342. Zhang J, Spallholz J. Toxicity of selenium compounds and nano-selenium particles. In: Casciano D, Sahu SC, editors. *Handbook of Systems Toxicology*. West Sussex, UK: John Wiley and Sons; 2011.

343. Zhang J, Wang X, Xu T. Elemental selenium at nano size (Nano-Se) as a potential chemopreventive agent with reduced risk of selenium toxicity: comparison with se-methylselenocysteine in mice. *ToxicolSci.* 2008; 101:22–31