

На правах рукописи



Медведев Сергей Анатольевич

**ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-
БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ
КАКАО ЛУЗГИ**

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

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Оренбург – 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Научный руководитель: **Лебедев Святослав Валерьевич**, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН

Официальные оппоненты: **Хазиев Данис Дамирович**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», кафедра пчеловодства частной зоотехнии и разведения животных, профессор

Овчинников Александр Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», кафедра кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, профессор

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук

Защита диссертации состоится 2 декабря 2022 года в 14³⁰ часов на заседании диссертационного совета 24.1.252.01 на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» по адресу: 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел. 8 (3532) 30-81-70.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» и на сайте: <http://www.fncbst.ru>, с авторефератом – на сайтах <http://www.fncbst.ru> и <http://www.vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Завьялов
Олег Александрович

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Решение проблемы использования органических отходов находится в режиме поиска методов вторичного использования как ингредиентную составляющую в кормлении животных (Вервейко Б.Н., 2013; Егоров И.А., 2014; Бачкова Р.С., 2016; Астраханцев А.А., 2018; Zhu, J., 2012; Barbosa O., 2014; Ayodele S.O., 2016; Egbunike G.N., 2019). Из многочисленного перечня нетрадиционным для российского производства являются отходы какао (лузга, какаовелла), которые образуют три вида побочных продуктов: шелуха стручков какао, скорлупа какао-бобов (Дерендяев Г.П., 2014; Кокорева Л.А., 2014; Modi A.A., 2014; Nunes L.R., 2014; Ofori-Boateng C., 2019). Мировое производство какао-бобов в 2017-2020 годах достигло почти 3,7 млн тонн. Объем производства в России к 2019 году увеличился на 3% и составил 74 тыс. тонн.

Скорлупа какао, главным образом богата важными биологически активными веществами и может стать желательным сырьем для широкого спектра функциональных, фармацевтических или косметических продуктов, а также для производства энергии или биотоплива в ближайшем будущем (Беззубцева М.М., 2009; Абашкина Е.М., 2018; Goyal A.K., 2014; Tu C., 2016; Emtenani S., 2017; Ogunsipe M.H., 2017; Ooshima T., 2019). Ценность продукта заключается в содержании пектина (10%), аминокислот, протеина (27%) (Chung B.Y., 2003), жира (1,5-8,5%) (Gajana C.S. et.al., 2011) и непереваримыми фракциями (пищевыми волокнами) (Byoung J.A., 2014).

Очевидным является поиск альтернативных методов при подготовки данного сырья к скармливанию путем использования химической и механической обработки.

Таким образом, дальнейшее совершенствование подходов к применению отходов какао должно проходить с учетом накопленной информации о методах обработки и продуктивном действии какао лузги в рационах сельскохозяйственных животных и птиц.

Степень разработанности темы. В доступной литературе, практических рекомендациях и результатах исследованиях представлена информация описывающая разнополярное действие отхода какао производства - какаовеллы на обмен веществ и продуктивность животных. Определены как положительные, так и отрицательные стороны (Околелова Т.М., 2015; Фисинин В.И., 2016). Ценность продукта заключается в содержании пектина (10%), аминокислот, протеина (27%) (Chung B.Y., 2003), жира (1,5-8,5%) (Gajana C.S. et.al., 2011) и непереваримыми фракциями (пищевыми волокнами). Для качественного использования данного продукта необходим поиск специальных методов подготовки к скармливанию с целью снижения антипитательных веществ и увеличения биодоступности (Темираев Р.Б., 2011). При этом очевидно, что выбор способа подготовки какао лузги с комплексной аттестацией является ключевым фактором для увеличения спектра использования в структуре рациона (Oloruntova et.al., 2018; Adeyeye S.A., 2018). Вышеизложенное является основой для проведения настоящей работы.

Цель и задачи исследований. Целью исследований выполняемой в соответствии с «Программой фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по развитию Агропромышленного комплекса РФ на 2013-2018 гг., ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН» (госрегистрация АААА-А18-118042090039-1, №0761-2018-0005) являлась сравнительная оценка методов подготовки и использования отхода какао производства в составе рациона на обмен веществ и продуктивность цыплят бройлеров.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Установить в исследованиях «in vitro» оптимальную дозировку щелочи при экструдировании какао лузги на переваримость и содержание энергии корма.
2. Изучить обмен веществ и продуктивность при включении в рацион цыплят-бройлеров какао лузги в различной дозировке;
3. Изучить морфологические и биохимические показатели крови при использовании в рационе цыплят бройлеров какао лузги в различной дозировке и при обработке щелочью;
4. Установить действие какао лузги при различных вариациях обработки на обмен веществ, энергии и продуктивность, и элементный состав организма цыплят-бройлеров;
5. Дать экономическое обоснование использования какао лузги в кормлении цыплят-бройлеров.

Научная новизна. Впервые, на основании проведенных комплексных исследований установлена допустимая дозировка, подобран оптимальный способ подготовки какао лузги для включения в состав рациона цыплят бройлеров при замене 5% зерновой части. Биологическое действие какао лузги после обработки щелочью в дозе 45 г/кг и последующей экструзией определяется комплексом полученных экспериментальных данных о действии субстрата на обмен веществ, гематологические показатели и содержание 25 химических элементов в организме цыплят-бройлеров.

Теоретическая значимость работы состоит в описании механизма действия какао лузги на рост, развитие и метаболизм цыплят-бройлеров в зависимости от интенсивности минерального обмена и эффективности использования химических элементов в организме.

Практическая значимость работы состоит в разработке новых решений увеличения питательной ценности отхода какао производства для включения в рацион цыплят бройлеров. Замена зерновой части (пшеницы) на какао лузгу после щелочной обработки и экструдирования позволит сохранить питательную ценность рациона, повысить обмен веществ и рентабельность производства мяса птицы на 0,6 %.

Методология и методы исследований. Для выполнения поставленных задач в ходе проведения научных исследований использовались зоотехнические, физиологические, биохимические, физико-химические методы исследований с применением современного сертифицированного оборудования. Полученный материал Статистический анализ выполняли с использованием методик ANOVA (программный пакет Statistica 10.0, «StatSoft Inc.», США) и Microsoft Excel.

Основные положения работы, выносимые на защиту:

- использование какао лузги в различных дозах и способах подготовки к скармливанию отличается избирательным действием на обмен веществ, рост и продуктивность цыплят бройлеров.

- включение какао лузги после обработки щелочью и с последующей экструзионной обработкой оказывает протекторное действие на морфо-биохимические показатели крови, синтез протеина, жира и элементный состав организма бройлеров.

- специальная подготовка какао лузги не снижает питательную ценность рациона и позволяет сохранить экономическую эффективность производства продукции птицеводства.

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».

Основные материалы диссертационной работы доложены на научно-практических конференциях «Актуальные проблемы ветеринарной медицины и зоотехнии» (Оренбург, 2012-2022 гг.), Всероссийской научно-практической конференции «Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства» (Ижевск, 2021 г.), IOP: Earth and Environmental Science (Красноярск, 2021).

Реализация результатов исследований. Основные научные результаты и положения диссертации внедрены в производство в ОАО «Птицефабрика Оренбургская», а также используются в учебном процессе при подготовке специалистов по направлениям: «Продукты питания животного происхождения» и «Зоотехния» при чтении курса лекций по кормлению сельскохозяйственных животных.

Публикация результатов исследований: по теме диссертационной работы опубликовано 10 научных работ, из них 4 – в изданиях рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, 2 – в периодических изданиях, входящих в БД Scopus и Web of Science.

Объем и структура работы: Диссертация состоит из введения, обзора литературы, результатов собственных исследований и их обсуждения, выводов, предложения производству, списка использованной литературы, приложения. Работа изложена на 142 печатных страницах, содержит 35 таблиц, 28 рисунков, 3 приложения. Список литературы включает 210 наименований, в том числе на иностранных языках – 136 источников.

2 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Материалы и методы исследований

Исследования проводили в период с 2014-2020 год в отделе кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов имени профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Всероссийский НИИ мясного скотоводства» (с 22 декабря переименован в ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН» (ФНЦ БСТ РАН) и экспериментально-биологической клиники ФГБОУ «Оренбургский государственный университет». Экспериментальная часть работы включала три эксперимента и один научно-хозяйственный. Лабораторные исследования выполнены в Центре коллективного пользования ФНЦ БСТ РАН. Производственные испытания проведены в ЗАО «Птицефабрика Оренбургская» Оренбургской области.

На первом этапе было проведено лабораторное исследование «in vitro» с целью определения влияния химической обработки различными дозами NaOH на питательную ценность какао лузги по схеме представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема первого лабораторного исследования «in vitro»

Объект исследования	Группа	Концентрация NaOH, г
Какао лузга	I	15 г лузги без химической обработки
	II	какао лузга+30 г/кг NaOH г
	III	какао лузга+45 г NaOH г
	IV	какао лузга+60 г NaOH г

Для проведения эксперимента было исследовано 4 вида продукта: I группа – 15 г лузги без химической обработки, II группа – какао лузга+30 г/кг NaOH г, III группа – какао лузга+45 г NaOH, IV – какао лузга+60 г NaOH, растворённого в дистиллированной воде.

Во втором лабораторном исследовании проводилась оценка влияния экструзии на питательность и химический состав какао лузги «in vitro».

В качестве исследуемого субстрата использовали лузга какао в нативном виде (I группа), лузга какао экструдированная (II группа); лузга какао обработанная NaOH-45 г/кг (III группа), лузга обработанная NaOH-45 г/кг и экструдированная (IV группа). Первоначально NaOH растворяли в дистиллированной воде до определенной концентрации и смешивали с отрубями до достижения влажности 30 %. Затем полученную массу выдерживали в течение 24 ч с последующей экструзией. Переваримость сухого вещества кормов «in vitro» определяли, как разность массы образца корма вместе с мешочком до и после инкубации высушенного до постоянной массы. Определение химического состава и питательную ценность какао лузги до и после химической обработки щёлочью проводилось путем оценки сырого протеина ГОСТ 13496.4-93, сырого жира ГОСТ 13496.15-97, сырой клетчатки ГОСТ 31675-2012, сырой золы ГОСТ 26226-95.

Экспериментальные исследования на цыплятах-бройлерах проводились с целью оценки различного процентного ввода какао лузги в рацион цыплят-бройлеров по следующей схеме (табл. 2).

Для проведения исследования из семисуточных цыплят-бройлеров по принципу групп-аналогов было сформировано 4 группы (n=30), после подготовительного периода, с 15-суточного возраста вся подопытная птица, была переведена на основной учетный период.

Таблица 2 – Схема первого эксперимента на цыплятах-бройлерах

Объект исследования	Группа	Период, сут	
		подготовительный	учётный
		7-14	15-42
Цыплята-бройлеры кросса «Арбор-Айкрес» (n=30)	контрольная	ОР	ОР
	I		ОР+2,5% какао лузга
	II		ОР+5% какао лузга
	III		ОР+7,5% какао лузга

Контрольная группа получала основной рацион, I, II и III опытные группы – основной рацион с заменой 2,5; 5,0 и 7,5 % зерновой части (пшеница) на нативную лузгу какао, соответственно. Рационы для кормления подопытных цыплят-бройлеров, были составлены исходя из рекомендаций ВНИТИП. Стартовый комбикорм контрольной группы состоял из пшеницы полновесной – 31,1 %; жмыха подсолнечного 35,0 % – 18,4%; ячменя не шелушенного – 1,0 %; шрота соевого 40 – 20,0 %; рыбной муки 58 – 4,0 %; кукурузы – 16,3 %; масла растительного – 6,0 %; отрубей пшеничных – 1,0 %, известняка – 1,0 %, соли поваренной – 0,2 % и премикса – 1,0 %. Содержание обменной энергии составило 13,2 МДж, сырого протеина – 222 г и сырой клетчатки – 47,8 г. В одном килограмме опытных стартовых рационов содержалось 13,0-13,1 МДж обменной энергии, 223-224 г, протеина и 52,7-62,7 г сырой клетчатки.

На основании установленного процентного ввода и положительного дозозависимого эффекта после щелочной обработки какао лузги был проведен второй эксперимент по схеме, представленной в таблице 3.

Таблица 3 – Схема второго эксперимента на птице

Объект исследования	Группа	Период, сут	
		подготовительный	учётный
		7-14	15-42
Цыплята-бройлеры кросса «Арбор-Айкрес»	контрольная	ОР	ОР
	I		ОР ₁
	II		ОР ₂
	III		ОР ₃

Примечание: ОР₁ - Какао лузга, в нативной форме, ОР₂ - какао лузга, после химической обработки NaOH 45 г/кг, ОР₃ - какао лузга, обработанная гидроксидом натрия 45 г/кг и прошедшая экструзивную обработку

Переваримость питательных веществ изучалась в ходе балансовых опытов, по методикам ВНИТИПа (В.И. Фисинин, 2010). Подготовка корма к скармливанию осуществлялась путем барогидротермической обработки на экструдере ЭТР-500/30-КО, производительностью 45 кг/ч, с частотой вращения шнека n=160 об/мин. В процессе экструдирования создается давление 10 мПа и температура не выше 120 °С при влажности готовой смеси 30% (Холодилина Т.Н., 2006; Дроздова Е.А. 2007).

Химический состав помета, кормов и тканей тела бройлеров определялся 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).

Модифицирование лигнинцеллюлозного сырья проводилось методами экструзионной и экструзионно-химической обработки на экструдере ЭТР-500/30-КО, производительностью 45 кг/ч, с частотой вращения шнека n=160 об./мин. В процессе экструдирования создаётся давление 10 мПа и температура не выше +120 °С при влажности готовой смеси 30 %.

Для оценки биохимических и морфологических показателей забор крови у птиц осуществлялся утром на 21 и 42-суточном возрасте из подкрыльцовой вены. Морфологические показатели крови определяли с помощью автоматического гематологического анализатора URIT-2900 Vet Plus, (URIT Medial Electronic Co., Китай). Биохимический анализ сыворотки крови проводили на автоматическом анализаторе CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd», Китай) с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии ДиаВетТест (Россия).

По результатам исследований была проведена апробация в условиях птицефабрики ЗАО «Птицефабрика Оренбургская». Экономический анализ эффективности наших разработок проводился в соответствии с «Методикой проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы (ВНИТИП, 2000).

Микроэлементный анализ исследовали методами атомно-эмиссионной спектроскопии (Optima 2000 V, «Per556 kin Elmer», США) и масс-спектрометрии (Elan 9000, «Perkin Elmer», США) согласно рекомендациям производителя.

Статистический анализ выполняли с использованием методик ANOVA (программный пакет Statistica 10.0, «StatSoft Inc.», США) и Microsoft Excel. Статистическая обработка включала расчет среднего значения (M) и стандартные ошибки среднего (\pm SEM). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на $p \leq 0,05$. Все сравнения проводили как отношение с результатами контрольной группы.

2.2 Результаты I лабораторного исследования «in vitro»

Содержание питательных веществ в сухом веществе лузги, обработанной различным количеством NaOH

Обработка какао лузги щелочью различной концентрации сопровождалась разрушением жесткой поверхности лузги, она становилась мягкой, исходный химический состав изменялся. В частности, в лузге обработанной щелочью в количестве 45 г/кг происходило снижение содержания клетчатки с 21,5% до 10,5%, на фоне увеличения количества протеина с 16,2 до 18,7% и безазотистого экстрактивного вещества с 38,6 до 48,5%, по сравнению с исходным продуктом. На содержание золы, сырого жира и органического вещества обработка не оказала существенного влияния (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание питательных веществ в сухом веществе лузги, обработанной различным количеством NaOH

Образец	Содержание в %						
	Сухое вещество	Сырой жир	Зола	Сырой протеин,	Сырая клетчатка	БЭВ,	Органическое вещество
I	90,5±5,7	4,30±0,5	9,84±0,7	16,2±1,2	21,5±1,8	38,6±2,7	80,6±4,3
II	90,9±7,3	3,25±,3	9,78±0,5	18,4±1,5	12,5±1,8	46,9±3,4	81,1±5,3
III	90,4±5,9	3,02±0,2	9,26±0,6	18,9±1,5	10,8±0,8	48,3±3,2	81,1±6,2
IV	90,7±3,2	3,54±0,2	9,36±0,4	18,7±1,4	10,5±0,7	48,5±4,1	81,3±4,8

Примечание: * – $p < 0,05$ при сравнении контрольной и опытных групп

Переваримость питательных веществ какао лузги «in vitro»

После обработки щелочью изменялся не только химический состав, но и переваримость какао лузги (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние химической обработки на переваримость питательных веществ лузги какао «in vitro»

Образец	Содержание в %					
	Сухое вещество	Сырой жир	Зола	Сырой протеин	Сырая клетчатка	БЭВ
I	21,3±3,4	13,9±1,5	14,4±2,3	16,6±1,7	16,1±1,8	20,6±1,8
II	41,1±5,1	25,4±3,2	17,9±2,1*	38,7±5,1	30,2±4,1	44,6±5,2
III	58,9±6,2	37,5±4,3	20,9±3,1	56,4±6,2	44,6±4,5	66,7±7,2
IV	59,7±6,0*	43,5±5,1	21,8±1,6	57,9±4,5*	44,8±4,8	67,9±7,5

Примечание: * – $p < 0,05$ при сравнении контрольной и опытных групп

По результатам «in vitro» было установлено, что переваримость сухого вещества исходного субстрата составила 21,3 %, а при обработке гидроксидом

натрия в количестве 30 г/кг изменилась до 41,1 %, 45 и 60 г/кг – до 58,9 и 59,7 % соответственно. Химическая обработка какао лузги способствовала повышению переваримости сырого жира с 13,9 % в нативной лузге до 43,5% в образце, обработанном гидроксидом натрия в количестве 60 г/кг и увеличения переваримости золы с 14,4 до 21,8 %.

Частичное разрушение жестких поверхностей лузги увеличивало доступность протеина и его переваримости с 16,6 – в исходном образце до 57,9 % – в испытуемых, при этом эффект от в водимой щелочи в количестве 45 г/кг и 60 г/кг был практически одинаковым.

При включении щелочи в субстрат содержание обменной энергии увеличилась с 10,1 МДж - в исходном продукте до 11,6 - МДж при обработке щелочью дозой 60 г/кг. А при 45 г/кг до 11,5 МДж.

Наряду с повышением обменной энергии произошло увеличение переваримого протеина: с 149 г/кг в необработанном образце до 156 г/кг – в образце, обработанном щелочью (45 г/кг).

2.3. Результаты II лабораторного исследования «in vitro»

Оценка влияния экструзии на питательность и химический состав какао лузги. Применение совместно экструзионную и химическую обработки позволило изменить соотношение трудноусвояемых углеводов, и увеличить питательную ценность какао лузги с 21,3 % до 67,81%.

Так, чистая экструзия какао лузги не оказала влияния на переваримость сырого жира, тогда как химическая обработка увеличила переваримость с 13,9% до 47,5%, а экструзия после химической обработки до 55,5% или на 8,0%.

По результатам «in vitro» было установлено, что экструзия изучаемого сырья после предварительной обработки гидроксидом натрия сопровождалась увеличением переваримости сырой золы с 14,4% до 39,4 %. Содержание обменной энергии доступной для обмена также возрастала под воздействием обработки (табл. 6).

Таблица 6 – Воздействия видов обработки на изменение содержания энергии

Образец	Содержание в 1 кг сухого вещества		
	Валовая энергия, МДж	Обменная энергия, МДж	Переваримый протеин
I (контроль)	18,40±1,2	10,07±0,9	0,129±0,01
II	18,10±1,03*	10,98±1,1	0,149±0,02
III	18,09±1,3	11,54±1,12	0,156±0,02*
IV	18,06±1,4	11,88±1,3*	0,152±0,03

Примечание: *– $p < 0,05$ при сравнении контрольной и опытных групп

Так, процесс экструзии повысил содержание обменной энергии в субстрате с 10,1 МДж до 10,9 МДж по сравнению с исходным образцом, химическая обработка щелочью дозой 45 г/кг – до 11,5 МДж, а экструзия после химической обработки – до 11,9 МДж. При этом содержание переваримого протеина увеличилось с 12,9 до 15,2 г/кг сухого вещества относительно нативных отрубей.

Таким образом экструдирование обработанной щелочью какао лузги оказывало благоприятное воздействие на доступность питательных веществ для пищеварительных ферментов рубцовой жидкости. При этом экструзия обработанного сырья гидроксидом натрия в количестве 45 г/кг в среднем повышала доступность питательных веществ на 7-12%, содержание обменной энергии до 10%, по сравнению с химической обработкой какао лузги.

2.4 Результаты I эксперимента на цыплятах-бройлерах Потребление и переваримость корма подопытными бройлерами

Оценка нормы введения какао лузги при замене зерновой части (пшеница), указывает, что фактическое потребление за весь учетный период было наибольшим в I опытной группе, превысив уровень в контроле на 41 г/гол. (1,2%).

Поедаемость корма у цыплят-бройлеров II и III опытных групп за период исследования, наоборот, была меньше, чем у контрольной птицы на 120 г/гол (3,8%) и 246 г или 7,7%, соответственно (табл. 7).

Таблица 7 – Фактическое потребление корма подопытной птицей, г/гол

Неделя учетного периода, нед	Группа			
	контрольная	II опытная	I опытная	III опытная
1	453	459	447	400
2	679	705	670	630
3	954	964	918	896
4	1090	1089	1021	1004
За весь период	3176	3217	3056	2930

Уровень переваримости органического вещества в I опытной группе был выше на 2,2% по сравнению с контролем. Показатели I и II опытной группы по сырому протеину и сырой клетчатке достоверно превосходили контрольную группу на 2,5 и 13% соответственно, что оказало влияние на ростовые характеристики цыплят бройлеров.

Рост подопытных бройлеров. В результате контрольного взвешивания цыплят-бройлеров установлено, что за период эксперимента наибольшими количественными показателями характеризовалась птица II опытной группы, которая в конце исследования превосходила контрольных на 2,7% (табл. 8).

Таблица 8 – Динамика живой массы цыплят-бройлеров, г

Неделя учетного периода	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
начало	248±4,9	245±5,3	244±4,4	247±3,4
1	466±13,39	456±9,36	440±13,28	436±14,4*
2	840±20,7	838±19,7	793±28,24	709±21,3*
3	1268±21,5	1254±25,1	1296±21,1	1117±18,9*
4	1641±17,8	1660±12,6	1685±14,2*	1557±19,9*

Примечания: * – $p < 0,05$ при сравнении контрольной и опытной групп

Таким образом, замена в комбикорме 2,5% пшеницы на лузгу какао повышала переваримость сырого жира на 1,2-4,5% и БЭВ на 2,0-5,9%, поедаемости кормов на 1,2% и среднесуточного привеса на 0,8 г/сутки. Замена 5% зерновой части рациона на лузгу какао сопровождается снижением поедаемости корма на 3,8%, увеличением живой массы на 2,7% ($p \leq 0,05$). При введении в рацион 7,5% какао лузги проявляется небольшой отрицательный эффект, который выразался снижением среднесуточного прироста на 5,8% относительно контроля.

2.5 Результаты II экспериментального исследования на птице

Потребление и переваримость корма цыплятами-бройлерами

Условия кормления и содержания были подобраны в соответствии с рекомендациями ВНИТИП (2014) по аналогии с производственными. Птица содержалась в индивидуальных клетках по 15 голов в каждой со свободным доступом к воде. Основу стартового комбикорма составляла зерновая смесь (56,9%) с содержанием обменной энергии - 13 МДж/кг, сырого протеина – 223 г/кг, сырой клетчатки – 46 г/кг. Ростовый рацион состоял из зерновой части – 62%, сырого протеина 217-226, обменной энергии 13,2-13,4 МДж/кг.

Замена пшеницы на какао лузгу в различной обработке сопровождалась увеличением в рационе уровня сырой клетчатки до 6 г/кг, сырого жира до 14 г/кг.

Введение какао лузги в нативной форме в рацион бройлерам I опытной группы за 14 суток эксперимента увеличивало переваримость сырого жира и протеина на 4,0 и 4,1% ($p \leq 0,05$) соответственно относительно контрольной птицы на фоне снижения усвоения сырой клетчатки на 2,7%. Тогда как химическая обработка какао лузги NaOH в дозе 45 г/кг (II опытная группа) какао лузги стимулировало переваримость сырого жира, протеина и клетчатки на 4,3%, 7,8% и 4,4% ($p \leq 0,05$) соответственно, на фоне снижения использования безазотистых экстрактивных веществ относительно птицы, потребляющей базовый рацион.

Дополнительная экстразивная обработка какао лузги гидроксидом натрия в дозе 45 г/кг выражалась в стимулировании переваримости сырого жира, протеина и клетчатки на 2,1%, 8,7% и 3,7% ($p \leq 0,05$) соответственно относительно показателей контрольной группы (рис. 1).

Птица III группы в ростовой период характеризовалась лучшим перевариванием БЭВ на 4,8 ($p \leq 0,05$), сырого протеина 2,7% и жира (2,4-5,3 %), чем особи I и II групп соответственно.

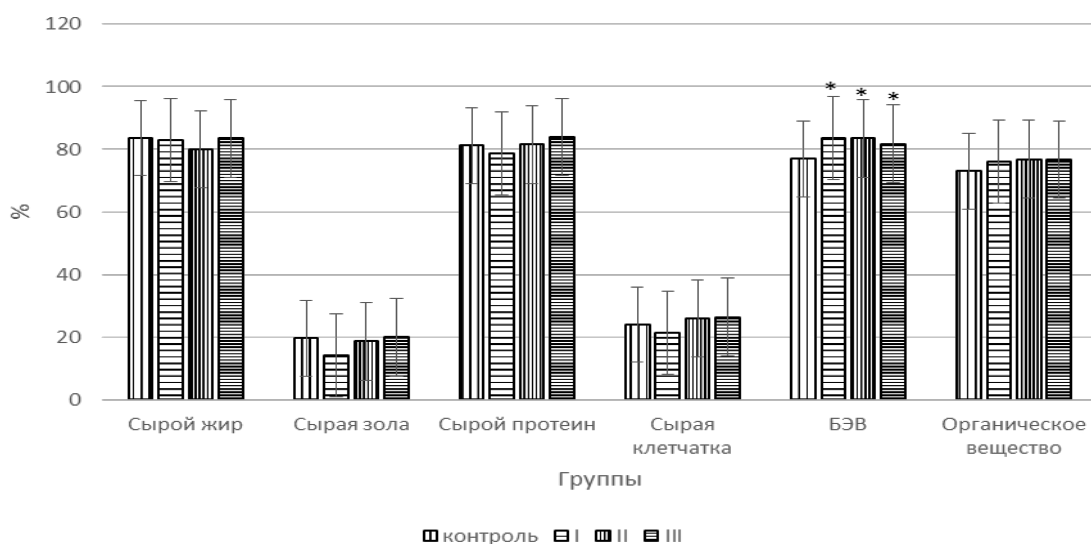


Рисунок 1 – Коэффициенты переваримости питательных веществ корма подопытной птицей рациона, %

Таким образом, замена 5 % пшеницы на какао лузгу, обработанную щелочью (45 г/кг) с последующей экструзионной обработкой оказывало положительное влияние на переваримость питательных веществ, на что указывали ростовые характеристики цыплят бройлеров.

Ростовые характеристики цыплят-бройлеров. Оценка изменения массы, согласно учетным периодам, свидетельствует, что разница между контрольной и опытными группами варьировала от 0,8 % до 3%, при максимальном превосходстве III опытной группы (рис. 2).

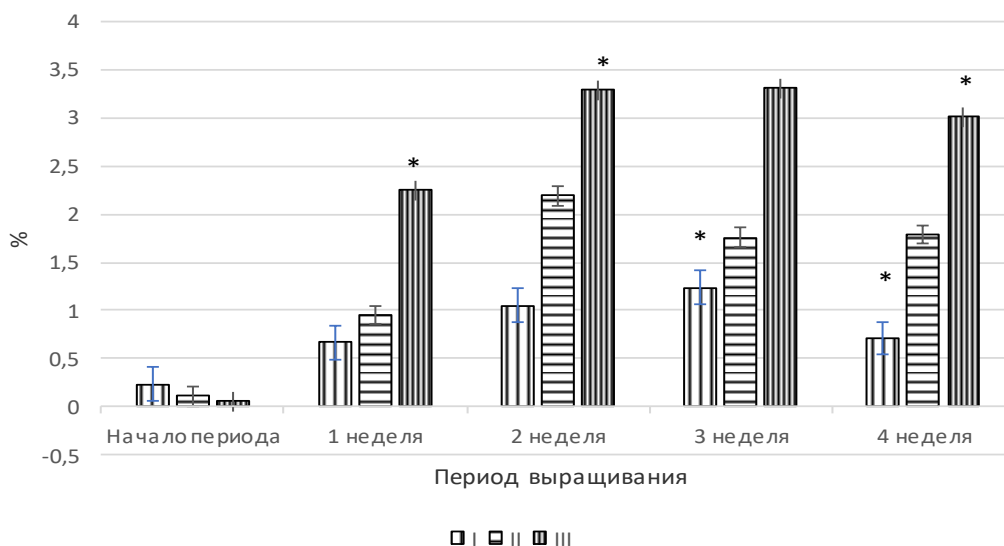


Рисунок 2 – Разница между опытными группами и контрольной по динамике роста цыплят-бройлеров, % (* - $p \leq 0,05$)

Таким образом, оценивая показатели интенсивности роста бройлеров до 5,2% при включении в рацион какао лузги, прошедшей предварительную обработку щелочью и экструзированием, установлено отсутствие отрицательного эффекта, что подтверждалось гематологическими и биохимическими показателями крови.

У экспериментальной птицы III опытной группы содержание гемоглобина в крови составило 118,4 г/л, что выше на 4,3% ($p \leq 0,05$) относительно цыплят контрольной группы. Разница в I и II опытных группах составила 0,27 и 2,93 % соответственно. Показатель эритроцитов в контрольной группе составил $3,23 \times 10^{12}/л$, при сравнении с контролем достоверное увеличение происходило во II и III опытной группе на 5,57 и 7,74 % ($p \leq 0,05$).

Замена 5% пшеницы на обработанную щелочью и экструдированную какао лузгу в рационе способствовало повышению интенсивности белкового обмена на 5,1% ($p \leq 0,05$), углеводного на 11%, на фоне снижения липидного обмена на 20,7%.

Таблица 9 – Показатели белкового обмена у цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	Контрольная	Опытная		
		I	II	III
Общий белок, г/л	56,0±2,04	57,1±2,31	58,3±1,99	59,0±0,33*
в том числе % от общего белка:				
альбумины	48,0±0,58	48,1±0,33	50,4±1,45	51,4±0,88*
α-глобулин	21,6±2,58	21,0±1,48	23,4±1,68	24,9±1,00
β-глобулин	16,3±1,85	16,2±1,13	13,6±1,58	12,1±0,44*
γ-глобулин	14,1±3,36	14,7±0,78	12,6±0,98	11,6±1,30

Примечание: * – $p < 0,05$ при сравнении контрольной и опытных групп

Содержание химических веществ в тканях тела цыплят-бройлеров.

В теле бройлеров III опытной группы сухого вещества было на 1,9% ($p \leq 0,05$), протеина – на 3,4 % ($p \leq 0,05$), жира – на 1,3 % больше, чем в контрольной группе.

Убойные качества, морфологический и химический состав тела подопытной птицы. На основании результатов контрольного убоя была произведена оценка продуктивного эффекта компонентов рациона на формирование качественного состава тушек бройлеров. Так, масса полупотрошенной тушки подопытной птицы III группы на 32,2 г, или 3%, была выше контрольных значений.

Разница в массе мышечной и костной ткани между опытной и контрольной группой была незначительная и составила от 0,8 до 1,1% соответственно. В III опытной группе значение процентного отношения внутренних органов к живой массе составило - 16,4 %, что меньше на 0,5 %, 0,3 % и 0,2 %, чем в других оцениваемых группах. У птиц II группы был выявлен минимальный уровень процентного содержания кожи к предубойной массе - 10,0 %, что ниже на 0,3 %

контрольных значений, на 0,8 % по отношению к I опытной и на 0,2 % к III опытной группе.

Дегустационная оценка бульона не обнаружила изменения вкусовых качеств съедобной части цыплят бройлеров, что соответствовало значениям 4,60 - 4,64 балла у I, II, III групп, против 4,54-4,56 в контрольной группе.

Таким образом, качественные характеристики химического состава морфологических частей цыплят бройлеров указывают на позитивное влияние замены зерновой части на какао лузгу, отсутствие негативного влияния на формирование химического состава тушек и в превосходстве убойного выхода на 1%.

Особенности обмена энергии в организме цыплят-бройлеров

При вводе какао лузги в рацион бройлеров, как альтернативной части пшеницы, был выявлен ряд изменений в обмене энергии в организме цыплят-бройлеров.

Преимуществом по поступлению валовой энергии в организм обладала группа контроля. Так, по отношению к I опытной группе разница составила - 1,22 МДж/гол, со II группой - 2,52 МДж/гол, с III группой - 1,56 МДж/гол.

В III опытной группе подопытная птица характеризовалась минимальными потерями энергии с пометом от валовой энергии - 27,8%, что на 0,34 % ниже значений I группы, на 0,36 % чем во II и на 2,45 % контрольной группе.

Уровень обменной энергии в организме птицы I и III группы был выше группы контроля и III опытной на 0,57-0,59 и 0,92-0,94 МДж/гол соответственно.

Наибольшая эффективность использования валовой энергии на рост было установлено у бройлеров III опытной группы - 21,3 %, что на 1,6 % выше значений контрольной птицы.

Содержание химических элементов в организме цыплят бройлеров.

Значимым показателем биодоступности компонентов рациона является изучение минерального состава организма. Согласно полученным данным, преимущество по совокупному потреблению ряда эссенциальных и условно эссенциальных микроэлементов между опытной и контрольной группой составила: по бору 5,59-5,74 мг/гол или 17,1-17,5 %, по никелю 1,29-1,33 мг/гол или 13,91-14,32 %, по кобальту 0,23 мг/гол или 46,1 %, по железу 52,6-54,4 мг/гол или 12,7-12,9 %, по йоду 0,08-0,09 мг/гол или 9,6-10,0 %.

На ряду увеличения вышеприведенных химических элементов произошла эскалация ряда токсичных элементов, таких как алюминия и олова на 30,9-31,4 % и 0,01 мг/гол или 166,6 % соответственно. На фоне накопления кальция и калия в организме цыплят I опытной группы на 2,9 и 3,2 %, во II опытной – 3,9 и 2,9 % и III опытных групп 7,7 и 9,3 % ($p < 0,05$) соответственно, в сравнение с показателями группы контроля (рис. 3).

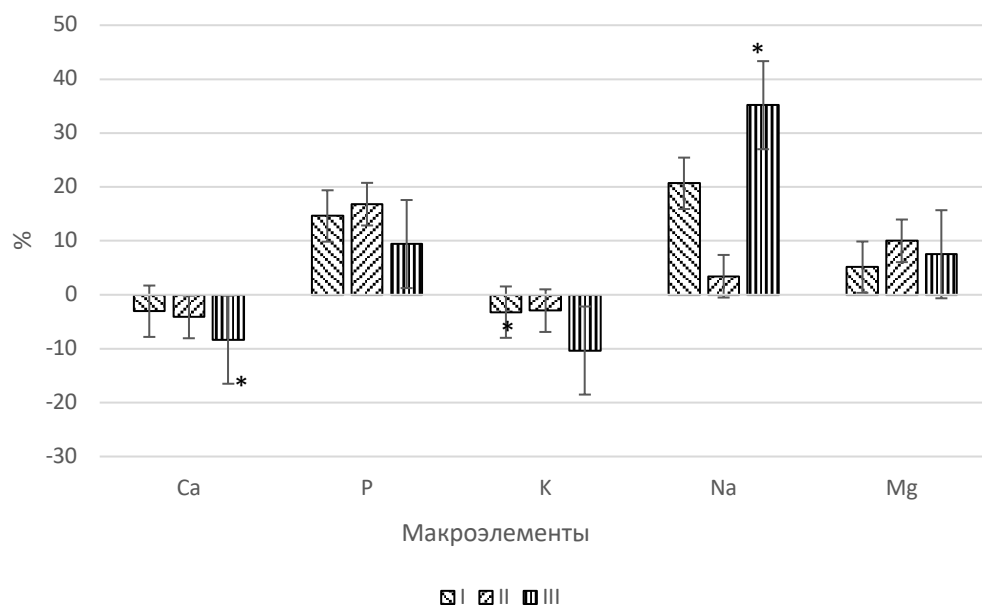


Рисунок 3 – Разница в концентрации макроэлементов между контрольной и опытными группами бройлеров, % (* - $p \leq 0,05$)

Таким образом не зависимо от способа приготовления, включение какао лузги в рацион цыплят бройлеров сопровождалось накоплением в организме Mg, Na, P, B, Ni, V, Co, Cr, Cu, Fe, Zn и снижение Ca, As, Se, J на фоне ретенции Cd и Pb, что доказывает позитивное действие какао лузги на обмен эссенциальных микроэлементов.

2.6 Результаты научно-производственного эксперимента на цыплятах-бройлерах

На основании проведенных исследований в лабораторных условиях, установлено, что какао лузга обработанная NaOH в дозе 45 г/кг с последующим экструдированием положительно влияет на физиолого-биохимические показатели и ростовые характеристики цыплят бройлеров. Установленные факты предопределили решение испытания кормового субстрата в качестве ингредиента рациона в производственных условиях птицефабрики «Оренбургская» в бройлерном цехе.

При производстве корма на комбикормовом участке птицефабрики «Оренбургская», включение модифицированной какао лузги проводилось путем частичной замены пшеницы в период приготовления базовой смеси.

Для проведения производственных испытаний было сформировано 2 группы цыплят по 600 голов в каждой группе. Рацион контрольной группы состоял из базовой смеси используемый в производственных условиях, в опытный рацион (опытный вариант) к базовому комбикорму путем 5% замены зерновой части на какао лузгу в подготовленном варианте.

В результате испытания был подтвержден продуктивный эффект, полученный в экспериментальных исследованиях (табл. 10).

Таблица 10 – Экономическая эффективность использование какао лузги в рационе цыплят бройлеров в производственных условиях ОАО «Птицефабрика Оренбургская» (в ценах 2020 года).

Показатель	Вариант	
	базовый	I опытный
Количество птицы	600	600
Среднесуточный прирост	51,2	53,4
Сохранность, %	98	98
Срок выращивания, дн	42	42
Расход корма на 1 кг прироста	1,65	1,63
Убойная масса: 1 гол, г	2203	2268
общий, кг	1295	1333
Убойный выход потрошеной тушки, %	70,3	70,5
Масса потрошеной тушки, г	1548	1598
Получено потрошеного мяса, кг	910	939
Производственные затраты всего	83646	85895
Себестоимость 1 кг мяса	91,9	90,4
Средняя реализационная цена 1 кг мяса с субпродуктами, руб.	100	100
Общая выручка от реализации, руб	91000	93900
Прибыль от реализации мяса, руб.	7354	8005
Рентабельность, %	8,7	9,3

Сравнительный анализ демонстрирует, что предложенный кормовой субстрат в составе рациона отличается положительным действием на продуктивность и себестоимость производимой продукции. В частности, снижился расход корма на 1 кг прироста на 1,3 %, вместе с тем и себестоимость продукции на 1,5 руб., и соответственно увеличение прибыли на 8,2 % при рентабельности производства на 0,6 %.

В результате проведенных производственных испытаний установлена эффективность применения какао лузги (обработка NaOH – 45 г/кг, и экструзия) при 5 % зерновой части в составе рациона цыплят бройлеров, что подтверждается экономическими расчетами и рентабельностью производства.

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Частичное разрушение лигнина-целлюлозных комплексов, возникающее в результате экспозиции какао лузги с гидроксидом натрия в дозе от 45 до 60 г/кг корма приводило к увеличению доступности химических веществ для пищеварительных ферментов, а дополнительная экструзия выразилась эскалацией биологического потенциала за счет снижения клетчатки до 8,55 %, увеличением переваримости жира до 55,5% (>8 %), протеина до 68,6% (>12 %) и энергетического пула до 11 МДж.

2. Включение оптимальной дозировки какао лузги в рацион цыплят бройлеров в дозе 50 г/кг корма, стимулирует переваримость сырого жира на 1,2-4,5% и БЭВ на 2,0-5,9%, поедаемости кормов на 1,2% и среднесуточного привеса на 0,8 г/сутки. При введении в рацион 7% какао лузги проявляется небольшой отрицательный эффект, который выражается в снижении средне среднесуточного прироста на 5,8%.

3. Подготовка какао лузги путем обработки гидроксидом натрия в дозе 45 г/кг с последующей экструзией и включением в состав рациона путем замены 5 % зерновой части (пшеница) способствует увеличению переваримости сырого жира на 3,7 % ($p \leq 0,05$), протеина на 2,3% ($p \leq 0,05$) и БЭВ на 4,8% ($p \leq 0,05$) и ростовых характеристик цыплят бройлеров на 5,2 %.

4. Метаболический потенциал какао лузги сопровождается вариабельностью морфо-биохимического статуса, выражался в увеличении интенсивности белкового обмена на 5,36 %, глюкозы на 12,5 %, холестерина на 21 % и обмена кальция, магния и железа в крови цыплят-бройлеров. Какао лузга обеспечила рост гемоглобина на 5,2 %, тромбоцитов – 9,84 % и лейкоцитов – 2,73 %.

5. Отсутствие отрицательного эффекта при включении в рацион модифицированной какао лузги подтверждалось позитивным влиянием на накопление протеина (11,8 %) и энергии (0,8 %), и убойного выхода на 1%, на фоне снижения жира на 1,9 %.

6. В зависимости от интенсивности минерального обмена и эффективности использования химических элементов, сформирован минеральный профиль $\frac{B, Li, V, Na, P, Cd \uparrow}{As, Hg, Sr \downarrow}$, который свидетельствует о участии установленных элементов в метаболических процессах происходящих в организме при внесении в рацион цыплят-бройлеров какао лузги.

7. Включение подготовленную какао лузгу в рацион бройлеров, как альтернативной части пшеницы сопровождалось повышением интенсивности межуточного обмена, на фоне минимальных потерь энергии с пометом - 27,8 %, эффективностью использования валовой энергии на 1,6 % и увеличением энергии прироста на 5,5 %.

8. Эффективность включения какао лузги (обработка NaOH – 45 г/кг, и экструзия) при 5% замене зерновой части в составе рациона цыплят бройлеров подтверждается снижением расхода корма на 1 кг прироста на 1,3 %, себестоимостью продукции на 1,5 руб, и соответственно увеличением прибыли на 8,2 % при рентабельности производства на 0,6 %.

4 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью повышения эффективности использования отходов какао промышленности в кормлении цыплят бройлеров, обеспечивающих получение 55-60 г среднесуточного прироста, рекомендуем включать в состав рациона какао лузгу при альтернативной замене 5 % пшеницы после обработки щелочью в дозе 45 г/кг и последующей экструзией, что обеспечит сохранение питательной

ценности рациона при снижении себестоимости производства птицеводческой продукции и увеличение рентабельности на 0,6 %.

5 ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Результаты полученных комплексных исследований могут быть использованы как в практическом, так и научном плане и подтверждают необходимость дальнейшего использования различных методов подготовки отходов сельскохозяйственного производства к скармливанию в частности:

- изучение способов увеличения питательной ценности отходов сельскохозяйственного производства путем снижения уровня антипитательных веществ и внедрения альтернативных методов подготовки модифицированного сырья;

- использование какао лузги как матрицы (носителя) различных пробиотических и минеральных компонентов с целью создания препаратов направленного действия;

- определение механизмов влияния отходов какао производства на микробиологический статус кишечника и механизмов адаптации внешнесекреторной функции поджелудочной железы.

6 СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Холодилина Т.Н., **Медведев С.А.** Влияние пищевых волокон, подвергнутых различным видам обработки, на обмен химических элементов в организме / Т.Н. Холодилина, С.А. Медведев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – №6 (155). – С. 24-27.

2. Шейда Е.В., **Медведев С.А.** Отходы пищевой промышленности в кормлении цыплят-бройлеров / Е.В. Шейда, С.А. Медведев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – №12 (161). – С. 191-195.

3. **Медведев С.А.**, Нестеров Д.В., Сипайлова О.Ю., Шейда Е.В. Использование лузги какао в кормлении цыплят-бройлеров / С.А. Медведев, Д.В. Нестеров, О.Ю. Сипайлова, Е.В. Шейда // Вестник мясного скотоводства. – 2014. – №5 (88). – С. 75-80.

4. Гречкина В.В., **Медведев С.А.**, Лебедев С.В., Шейда Е.В., Маркова И.В. Изменение переваримости питательных веществ при скармливании в составе рациона какаошеллы цыплятам-бройлерам / В.В. Гречкина, С.А. Медведев, С.В. Лебедев, Е.В. Шейда, И.В. Маркова // Животноводство и кормопроизводство. Оренбург. – 2021. – №3. – С. 104-113.

Статьи в изданиях, входящих в БД Scopus и Web of Science

5. Grechkina V.V., **Medvedev S.A.**, Lebedev S.V., Miroshnikova E.P., Shoshina O.V., Miroshnikov I.S. The elemental status of broiler chickens when used the cocoa husks in the diet. IOP: Earth and Environmental Science. – 2021. – №848. – P. 012055. doi:10.1088/1755-1315/848/1/012055.

6. Grechkina V.V., **Medvedev S.A.**, Lebedev S.V., Sheida E.V., Miroshnikova

E.P., Shoshina O.V., Miroshnikov I.S. Application of Cocoa Husk as a Natural Biological Feed Additive for Broiler Chickens. AIP Conference Proceedings. – 2022. – №. 2467. – P. 070003. <https://doi.org/10.1063/5.0093676>

Публикации в других научных изданиях

7. **Медведев С.А.**, Гречкина В.В., Лебедев С.В., Шейда Е.В. Переваримость и повышение питательности веществ какао лузги для цыплят-бройлеров при различной химической обработке / С.А. Медведев, В.В. Гречкина, С.В. Лебедев, Е.В. Шейда // Всероссийская научно-практическая конференция «Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства», 23 июля 2021. ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Ижевск. – С. 266-270.

8. **Медведев С.А.**, Гречкина В.В., Силин Д.А. Динамика роста цыплят-бройлеров при добавлении в рацион нетрадиционных добавок / С.А., Медведев, В.В. Гречкина, Д.А. Силин // Национальная научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы ветеринарной медицины и зоотехнии». Оренбург. – 2022. – С. 107-111.

9. **Медведев С.А.**, Гречкина В.В., Лебедев С.В. Изменение морфологических и биохимических показателей крови цыплят-бройлеров при использовании нетрадиционных кормов // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 150-летию со дня рождения академика М.Ф. Иванова «Селекционные и технологические аспекты интенсификации производства продуктов животноводства» 3-4 марта 2022. – Москва. – Ч.2. – С. 117-121.

10. **Медведев С.А.**, Гречкина В.В., Силин Д.А., Лебедев С.В. Влияние кормовых добавок на массу мышечной ткани цыплят-бройлеров/ Актуальные проблемы ветеринарной медицины и биотехнологии // Национальная научно-практическая конференция с международным участием. 10 марта 2022. – Оренбург. – С. 195-198.

Медведев Сергей Анатольевич

**ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-
БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ
КАКАО ЛУЗГИ**

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

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Подписано в печать 27.09. 2022 года. Формат 60х90/16. Усл.печ.л. 1,0 Тираж 100. Заказ №

Издательский центр ФНЦ БСТ РАН. 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29