

*На правах рукописи*

*Ulef*

**Шошина Оксана Вячеславовна**

**Обмен веществ и мясная продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращиваемого на мясо при различном уровне хрома в рационе**

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

**Автореферат**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук

Оренбург – 2024

Работа выполнена в ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

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

Официальные оппоненты: **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

**Некрасов Роман Владимирович**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН,  
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», отдел кормления сельскохозяйственных животных, заведующий

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

Защита диссертации состоится 20 сентября 2024 года в 12<sup>30</sup> 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 «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета

Завьялов  
Олег Александрович

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** При выращивании мясного скота основополагающую роль для обеспечения генетического потенциала имеет правильный набор кормов и разнообразный состав рациона по количеству и качеству составляющих ингредиентов. Недостаток или избыток нутриентов в рационе может отрицательно повлиять на состояние пищеварительной системы, переваримость и биодоступность питательных компонентов корма и в целом привести к снижению продуктивности. Для решения проблемы в качестве модуляторов процессов обмена веществ используют химические элементы-катализаторы. Одним из химических элементов участвующих в биохимических реакциях организма является хром, который занимает ведущее место в метаболизме углеводов, белков и липидов, способствует повышению пищеварения и иммунитета. Хром в органической форме в большей степени биодоступен, чем его неорганический аналог (Amata I.A. 2013; Senosi Y.A. 2018), что доказано в исследованиях (Кокорев В.А. и др., 2017; Лобков В.Ю. и др., 2019; Шейда Е.В. и др., 2018; Муратова А.Р. 2019; Фабер В. и др., 2020; Лебедев С.В. и др., 2020; Horst E.A. et al., 2018; Vompadre F.V. et al., 2020). Дополнение рациона хромом смягчает отрицательное влияние стресса, поддерживает в пределах физиологической нормы глюкозу в крови, повышает потребление корма, нормализует кишечное пищеварение.

В этом плане актуальным является поиск оптимальных источников хрома, его комплексное изучение в плоскости проявления биологического действия на физиолого-биохимические функции организма.

**Степень разработанности темы.** В настоящее время проводятся научные исследования, направленные на совершенствование норм кормления по значимым микроэлементам (Калашников, А.П. и др., 2003; Кокорев В.А. и др., 2015), таких как хром. Биологическая роль хрома состоит в его эссенциальности, участии в метаболизме веществ у жвачных животных и важной позиции в углеводном, белковом, жировом и ферментативном обменах (Фабер В. и др., 2020; Vompadre F.V. et al., 2020).

Пиколинат хрома является перспективной и популярной пищевой добавкой в питании человека и животных (Liu W. et al., 2016). Имеются подтверждения значительной биодоступности органического хрома в противовес неорганическому, в связи с уникальным хелатированием элемента карбоновыми кислотами, включая метионин (Lukaski H.C. et al., 2007).

Ввиду недостаточности информации о влиянии хрома на обменные процессы организма полигастричных животных и продуктивные качества, представленные исследования внесут определенный вклад по расширению спектра минеральных веществ в рационе жвачных животных.

**Цель и задачи исследований.** Целью исследования, выполняемого в соответствии с «Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук (2020-2023 годы) (№АААА-А19-119040290046-2) и грантом на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технического развития (№ 075-15-2024-550) являлось изучение обмена веществ и продуктивных качеств бычков казахской

белоголовой породы при включении в рацион различных доз и источников хрома. А также подтвердить гипотезу о стимулирующем действии хрома на рубцовое пищеварение, обмен веществ и продуктивность с целью разработки мероприятий по совершенствованию норм кормления крупного рогатого скота.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Изучить переваримость питательных веществ «in vitro» при использовании различных источников хрома;

2. Определить влияние хрома на степень использования азота, энергии, обмен макро- и микроэлементов в организме бычков;

3. Установить влияние различных доз хрома на гематологические показатели и вариабельность усвоения питательных веществ в организме бычков казахской белоголовой породы;

4. Изучить влияние пиколината хрома в составе рациона на интенсивность роста, химический состав мякоти и длиннейшей мышцы спины бычков казахской белоголовой породы;

5. Дать экономическую оценку использования рационов с различным уровнем пиколината хрома при выращивании бычков казахской белоголовой породы.

**Научная новизна.** Впервые в исследованиях «in vitro» определена эффективная форма хрома и установлена оптимальная дозировка для крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. На основании исследования «in vivo» доказано положительное влияние пиколината хрома на обмен веществ, морфологические и биохимические значения крови, усвоение химических элементов и мясную продуктивность. Научная новизна подтверждена патентом на изобретение РФ № 2751961 С1 от 21.07.2021 «Способ повышения переваримости питательных компонентов корма при включении в рацион крупного рогатого скота хрома».

**Теоретическая значимость работы** заключается в фактическом обосновании продуктивных эффектов связанных с применением органических источников хрома в рационе крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. Подтверждена гипотеза стимулирующего действия хрома в органической форме на рубцовое пищеварение, обмен веществ и качество животноводческой продукции.

**Практическая значимость работы** складывается из современных идей использования различных источников и дозировок хрома в качестве модуляторов обмена веществ, продуктивных качеств полигастричных животных. Использование пиколината хрома в дозе 8 мг/кг СВ в рационе молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо обеспечивает увеличение живой массы на 4 % при откорме до 18 месячного возраста и повышения рентабельности производства говядины на 1,3 %.

**Методология и методы исследования.** В эксперименте использовались стандартизированные техники зоотехнического, биохимического, физико-химического анализа с использованием современного аналитического оборудования. Собранные цифровые значения обрабатывались через программный комплекс «Statistica 10.0».

### **Основные положения, выносимые на защиту.**

- Переваримость сухого вещества и степень выраженности процессов метаболизма пищеварения в рубце зависит от различных форм хрома;
- Выбор пиколината хрома связан с высокой биологической активностью в отличие от других форм этого микроэлемента;
- Применение пиколината хрома в качестве добавки к рациону бычков оказывает благоприятный эффект на процессы пищеварения, положительным балансом азота, энергией прироста и лучшим усвоением химических элементов;
- Оптимальная дозировка пиколината хрома в рационе бычков мясной породы улучшает морфологические и биохимические показатели крови, усиливает обмен нутриентов;
- Включение в рацион пиколината хрома позволяет повысить эффективность использования питательных веществ корма, увеличить продуктивность крупного рогатого скота и рентабельность производства говядины.

**Степень достоверности и апробация работы.** Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, основаны на фактических данных. Подготовка, биометрический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и статистического анализа. Основные положения работы доложены и обсуждены на 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» (Оренбург, 2020, 2021, 2022, 2023). Результаты исследования были представлены на научно-практических конференциях: «Молекулярно-генетические технологии анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных» (Москва, 2021), «Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития животноводства» (Ижевск, 2021), «От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК» (Екатеринбург, 2022), «Проблема адаптации организма человека и животных под влиянием различных экологических факторов» (Душанбе, 2022), «Актуальные проблемы ветеринарной медицины и биотехнологии» (Оренбург, 2022), «Наука будущего – наука молодых» (Оренбург, 2023), «Перспективы устойчивого развития аграрно-пищевых систем на основе рационального использования региональных генетических и сырьевых ресурсов» (Волгоград, 2023).

**Публикация материалов исследования.** По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 3 в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus, 4 в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 патент на изобретение.

**Реализация результатов исследований.** Результаты исследований внедрены на базе КФХ Пфейфер А.Г. с. Фёдоровка Акбулакского р-на Оренбургской области.

**Объем и структура работы.** Диссертация изложена на 127 страницах компьютерной верстки, состоит из введения, обзора литературы, главы с

описанием материалов и методов исследований, результатов собственных исследований, обсуждения полученных результатов, заключения, предложений производству, содержит 27 таблиц, 14 рисунков. Список использованной литературы включает 198 источников, в том числе 111 зарубежных авторов.

## 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования были выполнены в период с 2020 по 2023 год в отделе кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов имени профессора С.Г. Леушина и лаборатории биологических испытаний и экспертиз с использованием материально-технической и методической базы Центра нанотехнологий в сельском хозяйстве и Центра коллективного пользования ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФНЦ БСТ РАН). Научно-хозяйственный эксперимент проводился на базе КФХ Пфейфер А.Г. с. Фёдоровка Акбулакского района Оренбургской области.

Для решения поставленных задач было проведено 3 экспериментальных исследования (рисунок 1).

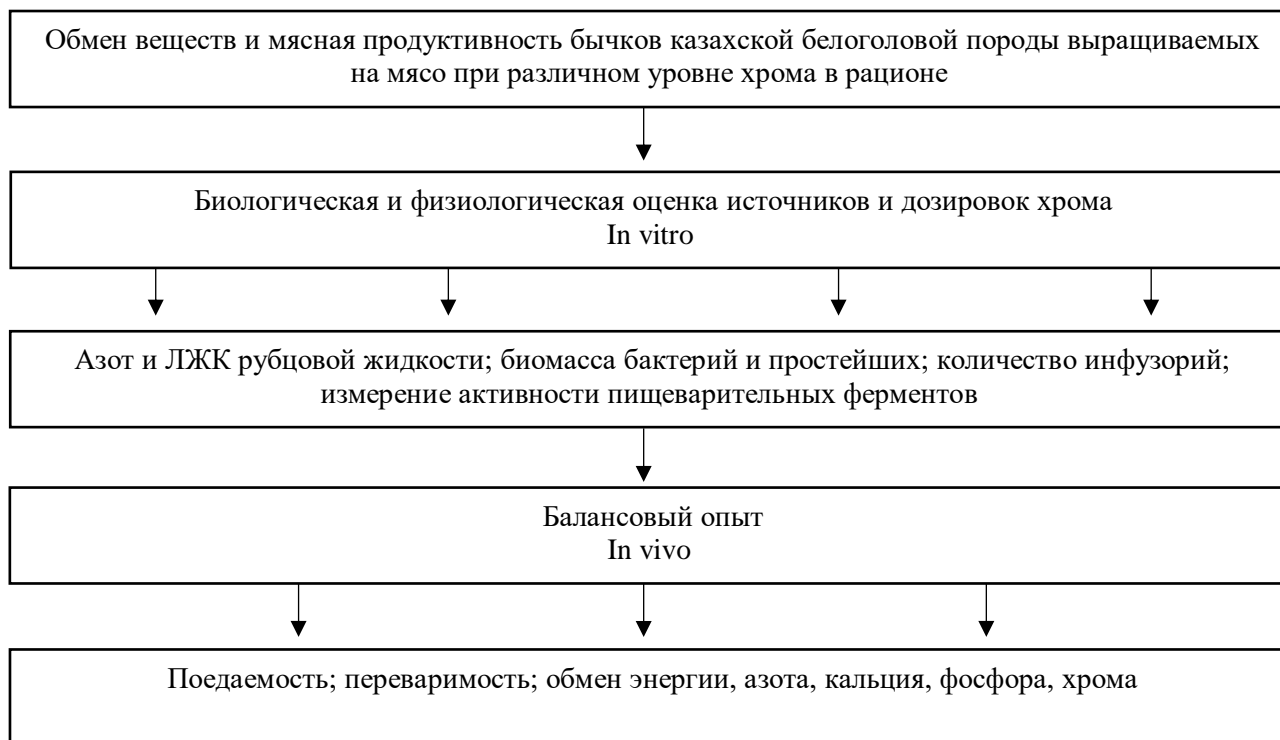


Рисунок 1 – Схема проведения экспериментальных

Целью первого эксперимента было изучить влияние различных вариаций хрома на рубцовое пищеварение «in vitro» на модели «искусственного рубца» с использованием установки - инкубатора «ANKOM Daisy II» (модификации D200 и D200I).

В качестве источника хрома были использованы ультрадисперсные частицы  $Cr_2O_3$  ( $d=96$  нм, Z-потенциал  $90 \pm 0,5$  мВ, содержание хрома 99,3% полученные методом химического осаждения в Лаборатории синтеза наноструктур ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,

неорганическая форма -  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (ГОСТ 4473–78) и органическая в виде пиколината хрома (ЗАО «Эвалар», Россия).

При изучении «in vitro» рубцового пищеварения проводили отбор рубцовой жидкости у бычков через хроническую фистулу рубца, фильтровали и определяли концентрацию водородных ионов (pH) иономером pH-150 МИ.

При тестировании различных форм хрома использовали в качестве контрольного образца пшеничные отруби (ПО), I группа – ПО+УДЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в дозировке 1,5 мг/кг СВ, II группа – ПО+пиколинат хрома в дозировке 8 мг/кг СВ, III группа – ПО+ $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в дозировке 5,1 мг/кг СВ. Для тестирования различных доз пиколината хрома были сформированы 4 образца: Контроль – пшеничные отруби (ПО), I группа – ПО+пиколинат хрома в дозе 6,4 мг/кг СВ, II группа – ПО+пиколинат хрома в дозе 7,2 мг/кг СВ, III группа – ПО+пиколинат хрома в дозе 8 мг/кг СВ.

В рубцовом содержимом устанавливали - небелковый азот и общий методом Къельдаля по методике К.К. Ахажанова (2016); аммиачный азот - микродиффузным методом по Конвею. Летучие жирные кислоты определяли на хроматографе Кристалл ЛЮКС 4000.

Измерение активности амилазы – по гидролизу крахмала (Ц.Ж. Батоев, 2001) с использованием КФК-3 (длина волны 670 нм), протеаз – по расщеплению казеина по Гаммерстену (США) при колориметрическом контроле на КФК-3 (длина волны 450 нм) (Ц.Ж. Батоев, 2001).

Для количественного определения бактерий и простейших пробы центрифугировали. Подсчёт инфузорий проводили при помощи счётной камеры Горяева.

На втором этапе исследования изучалось влияние различных дозировок хрома на физиолого-биохимические параметры, обмен веществ и продуктивность бычков.

Был проведён балансовый эксперимент на 9 бычках, подобранных методом групп-аналогов и разделенных на группы: контрольная – получала стандартный рацион (ОР) сформированный по рекомендациям ВНИИМС, I группа – дополнительно к ОР получала пиколинат хрома в дозе 7,2 мг/кг СВ рациона, II группа – дополнительно к ОР получала пиколинат хрома в дозе 8 мг/кг СВ рациона (таблица 1).

В учётный период балансового опыта определяли количество съеденных кормов и их остатков (Овсянников А.И. 1976). Зоотехнический анализ кормов и их остатков по методике Лукашика А.А., Тащилина В.А. (1965).

В пробах кала определяли массовую долю сухого вещества (ГОСТ 31640-2012), сырого протеина (ГОСТ 13496.4-2019), сырого жира (ГОСТ 13496.15-2016), сырой клетчатки (ГОСТ 31675-2012), сырой золы (ГОСТ 26226-95), кальция (ГОСТ 26570-95), фосфора (ГОСТ 26657-97), хрома (ГОСТ 30692-2000; ГОСТ 32343-2013), в корме определяли массовую долю сахара и крахмала (ГОСТ 26176-2019), массовую долю железа, кобальта, меди, цинка и марганца (ГОСТ 30692-2000; ГОСТ 32343-2013).

Таблица 1 – Схема балансового опыта

Варианты групп	Возраст при постановке, мес	Кол-во животных, гол	Периоды (сутки)		Структура рациона
			подготовительный	учётный	
Контрольная	12	3	10	8	Основной рацион (ОР)
I	12	3	10	8	ОР+10 % пиколината хрома СВ
II	12	3	10	8	ОР+20 % пиколината хрома СВ

В пробах мочи (3% от общего количества) определяли удельный вес, минеральные вещества, содержание азота по методике П.Т. Лебедева, А.Т. Усовича (1976). На основании химического состава образцов рассчитывали коэффициенты переваримости питательных веществ рационов по методике В.И. Левахина (2016).

Морфологический анализ осуществляли на автоматическом гематологическом анализаторе URIT-2900 VetPlus, биохимический анализ – на автоматическом анализаторе CS-T240 («DIRUI Industrial Co., Ltd», Китай) с использованием коммерческих наборов для ветеринарии (ЗАО «ДИАКОН-ДС», Россия).

Элементный состав биосубстратов был проведен с помощью метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП) на приборе «квадрупольный масс-спектрометр Nexion 300D (Perkin Elmer, США)» в клинко-диагностической лаборатории г. Москва.

На третьем этапе проведен научно-хозяйственный эксперимент, направленный на тестирование полученных результатов (таблица 2).

Для научно-хозяйственного эксперимента сформировали три группы 9-месячных бычков казахской белоголовой породы (n=30). После подготовительного периода (30 суток), животные в течение 273 суток находились на режиме основного учетного периода. Животные контрольной группы получали основной рацион (ОР), который включал сено злаковое 1 кг, сено бобовое 1,5 кг, силос кукурузный 8 кг, зерносмесь 1,5 кг, жмых подсолнечный 0,1 кг, патока кормовая 0,5 кг. Бычки I опытной группы - (ОР+пиколинат хрома в дозе 7,2 мг/кг СВ рациона), а бычки II опытной группы (ОР+пиколинат хрома в дозе 8 мг/кг СВ рациона). Дозировки определялись, на основании содержания хрома в 1 кг корма 10-12 мес. – 5,9 мг, 13-14 мес. – 7,3 мг, 15-16 мес. – 8,1 мг, а 17-18 мес. – 9,3 мг и были увеличены на 10 % и 20 % в пересчёте на чистый хром, на основании определения оптимальной формы в искусственном рубце «in vitro».

Рационы для животных составлялись на основе разработанных норм кормления (Калашников А.П. и др., 2003) и рассчитывались на получение среднесуточного прироста 900-1000 г (10-14 месяцев) и 1000-1100 г (15-18 месяцев) на основании химического состава кормов.



Таблица 2 – Схема научно-хозяйственного опыта

Варианты групп	Кол-во животных, гол	Периоды (сутки)		Структура рациона
		подготовительный	основной	
Контрольная	10	30	273	Основной рацион (ОР)
I	10	30	273	ОР+10 % пиколината хрома СВ
II	10	30	273	ОР+20 % пиколината хрома СВ

В ходе исследования фактическое потребление кормов рассчитывали по методике Овсянникова А.И. (1976). Рост и развитие подопытных бычков изучали на основании данных ежемесячного взвешивания, производили расчет относительного и абсолютного приростов. Для изучения мясной продуктивности в возрасте 18 месяцев был проведён контрольный убой трёх бычков из каждой группы по методике ВАСХНИЛ (1990). В мясе-фарше определялось содержание влаги (ГОСТ 25011-2017), белка (М04-89-2019), жира (ГОСТ 23042-2015), золы, а в длиннейшей мышце спины триптофан и оксипролин (ВНИИМС, 1991). Экономическую эффективность рассчитывали по методике Левахина В.И. и др., (2016).

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

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Результаты лабораторных исследований «in vitro»

*Оценка переваримости.* При аттестации «in vitro» различных вариаций хрома в дозировках 1,5 мг/кг СВ, 8 мг/кг СВ и 5,1 мг/кг СВ (в пересчёте на чистый хром 1 мг/кг СВ) установлено, что переваримость сухого вещества контрольного образца составило 72,2 %, тогда как введение  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  сопровождалось улучшением переваримости на 4,9 % ( $p \leq 0,001$ ), а при добавлении наночастиц  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  на 5,9 % ( $p \leq 0,01$ ), и пиколината хрома на 6,6 % ( $p \leq 0,001$ ).

*Определение концентрации метаболитов азота и летучих жирных кислот в рубцовой жидкости.* Добавление в рацион НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  сопровождалось снижением уксусной (0,5 % и 22,1 %), пропионовой (2,6 % и 13,4 %), на фоне увеличения на 0,9 % уксусной и на 8,7 % пропионовой в образце с пиколинатом хрома. Уровень масляной кислоты увеличился на 5,4 % и 14,6 % ( $p \leq 0,001$ ) при добавлении НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и пиколината хрома. Уровень валериановой и капроновой кислот с НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и пиколинатом хрома возрастал, но снижались добавлением  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Уровень общего азота в опытных образцах был выше контрольных значений на 26,2 % ( $p \leq 0,001$ ), 21,5 % ( $p \leq 0,001$ ) и 13,01 % ( $p \leq 0,01$ ), белкового азота на 82,6 % ( $p \leq 0,001$ ), 64,7 % ( $p \leq 0,001$ ) и 48,5 % ( $p \leq 0,001$ ), мочевинового азота на 14,7 % ( $p \leq 0,01$ ), 19,7 % ( $p \leq 0,001$ ), 7,2 % соответственно. Аммиачный азот снижался на 17,02 % и 14,8 % с НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , а с добавлением пиколината хрома повышался на 2,1 %. Уровень небелкового азота при добавлении различных форм хрома снижался на 34,7 %, 25,1 % и 25,4 %.

*Ферментативная активность рубцовой жидкости.* В рубцовой жидкости при добавлении НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  усиливалась активность протеазы на 32,1 % ( $p \leq 0,01$ ), с пиколином хрома на 122 % ( $p \leq 0,001$ ), а с  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  на 35,6 % ( $p \leq 0,01$ ), а активность амилазы с внесением пиколината хрома на 16,2 % ( $p \leq 0,001$ ), но снижалась при введении НЧ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  на 21,6 % и 13,5 %.

На основании установленного положительного эффекта по комплексу показателей для дальнейших исследований был выбран пиколилат хрома.

### **3.1.2 Оценка активности рубцовой микробиоты и процессов метаболизма в рубце при дополнительном включении различных дозировок пиколината хрома**

*Определение биомассы бактерий и простейших в рубцовом содержимом* показывает, что пиколилат хрома в дозировке 6,4 мг/кг СВ стимулировал рост количества инфузорий на 0,2 %, в дозировке 7,2 мг/кг СВ на 1,2 %, в дозе 8 мг/кг СВ на 1,8 % ( $p \leq 0,05$ ). Дозозависимый эффект выражался в увеличении биомассы простейших на 0,4 %, а бактерий на 2,9 % – 6,4 мг/кг СВ рациона. При дозе 7,2 мг/кг СВ на 0,8 % – простейших и на 5,8 % – бактерий. В дозе 8 мг/кг СВ на 1,34 % ( $p \leq 0,05$ ), а бактерий на 8,8 %. Количество инфузорий от 353-391 тыс./мл несущественно превосходило критерии нормы – 250-350 тыс./мл.

*Оценка уровня метаболитов азота и летучих жирных кислот в рубцовой жидкости.* Дозозависимый эффект проявлялся увеличением уксусной кислоты от 37,7 % ( $p \leq 0,001$ ) до 106 % ( $p \leq 0,001$ ), пропионовой кислоты от 45,7 % ( $p \leq 0,001$ ) до 93,9 % ( $p \leq 0,001$ ), капроновой кислоты от 1,3 % до 12 % ( $p \leq 0,01$ ) и масляной кислоты от 6,9 % до 54,4 % ( $p \leq 0,001$ ). При этом уровень валериановой кислоты с добавлением в отруби пиколината хрома в дозе 6,4 мг/кг СВ снижался на 7,6 %, а при дозировке 7,2 мг/кг СВ и 8 мг/кг СВ повышался на 25,5 % ( $p \leq 0,001$ ) и 30,9 % ( $p \leq 0,001$ ).

На фоне оптимальной величины водородного показателя (рН) уровень общего азота при добавлении в рацион пиколината хрома в различных дозировках увеличивался от 7 до 18,1 %, белкового от 25,3 до 35 %, мочевинового от 7,7 % до 17,7 % ( $p \leq 0,001$ ).

В результате пиколилат хрома снижал уровень небелкового азота на 13,4 %, 1,1 % и 0,7 % во всех группах. С дозировками 6,4 мг/кг и 7,2 мг/кг снижался уровень аммиачного азота на 0,4 % и 14,2 %, при увеличении с дозировкой 8 мг/кг СВ на 2,1 %.

*Переваримость сухого вещества* в контрольном образце составила 72,2 %. При включение хрома в дозировках 6,4 и 7,2 мг/кг СВ корма данный показатель увеличился на 3,1 % ( $p \leq 0,05$ ) и 3,4 % ( $p \leq 0,05$ ). Наилучшая переваримость

(разница с контролем 5,9 %,  $p \leq 0,01$ ) была отмечена при добавлении пиколината хрома в дозе 8 мг/кг СВ корма.

Следовательно, дополнительное включение пиколината хрома в дозировке 8 мг/кг СВ увеличивало интенсивность метаболических процессов в рубце, что подтверждалось увеличением биомассы бактерий на 8,8 %, простейших на 1,34 % ( $p \leq 0,05$ ), количества инфузорий на 1,8 % ( $p \leq 0,05$ ), повышением переваримости сухого вещества на 5,9 % ( $p \leq 0,01$ ), уровня летучих жирных кислот на 80,3 % и общего азота на 18,3 %.

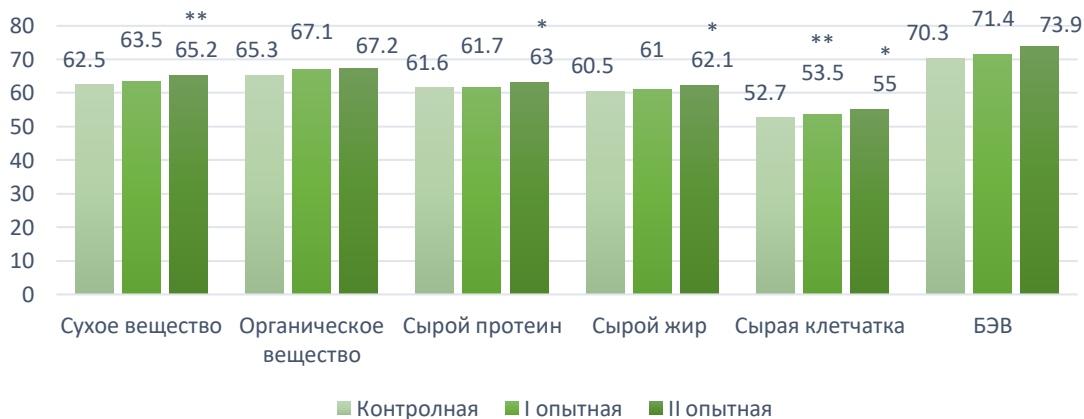
### 3.2 Результаты оценки использования в рационе бычков различных доз пиколината хрома.

#### 3.2.1 Корма и рационы кормления

Рацион состоял из 10 % сена злакового, 20 % сена бобового, 35 % силоса кукурузного, 35 % концентрированных кормов и соответствовал силосно-концентратному типу кормления.

#### 3.2.2 Оценка переваримости питательных компонентов рациона

Установлено, что бычки I и II опытных групп превосходили группу контроля по переваримости сухого вещества на 0,96 % и 2,66 % ( $p \leq 0,01$ ), по сырому жиру на 0,55 % и 1,6 % ( $p \leq 0,05$ ), по сырой клетчатке на 0,76 % ( $p \leq 0,001$ ) и 2,32 % ( $p \leq 0,05$ ), по сырому протеину на 0,15 % и 1,47 % ( $p \leq 0,05$ ) (рисунок 2).



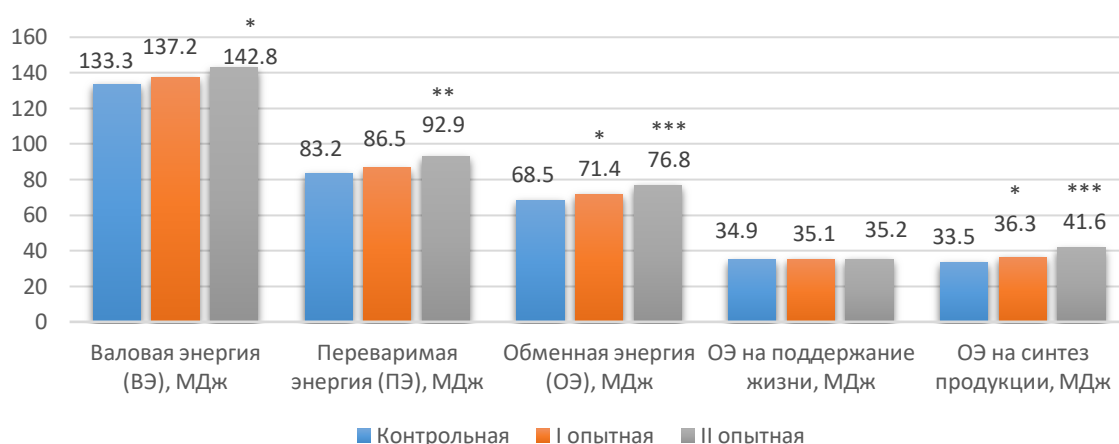
Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ , при сравнении с контролем.

Рисунок 2 – Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов экспериментальных бычков, %

#### 3.2.3 Обмен энергии и азота в организме подопытных животных

Экспериментально установлено, что бычки I и II групп с потребленными кормами получили валовой энергии больше контрольной на 2,9 % и 7,1 % ( $p \leq 0,05$ ), переваримой энергии на 3,9 % и 11,7 % ( $p \leq 0,01$ ), обменной на 4,2 % ( $p \leq 0,05$ ) и 12,2 % ( $p \leq 0,001$ ) больше контрольной группы. В итоге поступление этих веществ в организм бычков II группы оказалось выше, чем в I группе на 4,12 %, 7,49 % и 7,62 %.

Энергию для синтеза продукции бычки I группы на 8,3 % ( $p \leq 0,05$ ), а II группы на 24,1 % ( $p \leq 0,001$ ) использовали лучше контрольных. Энергия прироста в I группе увеличилась на 8,2 % ( $p \leq 0,05$ ), во II на 23,5 % ( $p \leq 0,01$ ) (рисунок 3).



Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,001$ , при сравнении с контролем.

Рисунок 3 – Обмен энергии в организме подопытных животных, МДж/гол/сутки

В I группе потребление азота было выше, чем в контроле на 1,2 %, а во II группе на 3,1 % ( $p \leq 0,05$ ) при соответственном выделении с калом больше контрольных на 4,6 % ( $p \leq 0,05$ ) и на 3,2 % при дозе 8 мг/кг СВ. Выведение азота с мочой в I и II опытных группах было ниже контрольных значений на 2,7 % и 2,8 % соответственно. В итоге с добавлением в рацион пиколината хрома было отложено азота в I группе на 4,7 %, а во II группе на 21,4 % ( $p \leq 0,01$ ) больше, чем в контроле (таблица 3).

Таблица 3 – Среднесуточный баланс азота, г

Группа	Показатель				
	Принято	Выделено в кале	Переварено	Выделено в моче	Отложено на 1 голову
К	147±1,26	54,6±0,76	93,1±1,85	70,2±0,24	22,2±0,52
I	149±1,03	57,2±0,48*	92,3±1,49	68,3±0,04	23,5±0,29
II	152±1,02*	56,3±1,27	96,0±2,29	68,2±0,2	27,5±0,63**

Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ , при сравнении с контролем.

Экспериментальные бычки I и II групп лучше использовали азот от принятого на 0,5 % и 2,7 % ( $p \leq 0,001$ ), а также от переваренного на 1,4 % ( $p \leq 0,001$ ) и 4,4 % ( $p \leq 0,001$ ) больше соответственно (рисунок 4).



Примечание: \*\*\* -  $p \leq 0,001$  при сравнении с контролем.

Рисунок 4 – Кoeffициенты использования азота, %

Из вышеизложенного заключается, что оптимальная концентрация хрома способствует лучшему использованию азота, повышая продуктивные качества животных. Кроме того, дозировка пиколината хрома для II опытной группы проявила положительное действие на механизмы обмена азота в организме, что в итоге повысило коэффициент полезного действия этих кормов.

### 3.2.4 Обмен кальция, фосфора и хрома в организме подопытных животных

На основании результатов, уровень отложения кальция в расчёте на одну голову в I и II группах был выше контрольных значений на 10,4 % ( $p \leq 0,01$ ) и 21,3 % ( $p \leq 0,001$ ), фосфора на 0,5 % и на 4,9 %, хрома на 0,04 мг (11,1 %) и 0,14 мг (38,9 %) (таблица 5).

Таблица 4 – Среднесуточный баланс хрома, мг

Группа	Показатель				
	Принято	Выделено с калом	Выделено с мочой	Отложено на 1 голову	Кoeffициент использования, %
К	5,94±0,03	5,44±0,21	0,14±0,01	0,36±0,02	5,72±0,23
I	6,63±0,21 *	6,09±0,51	0,14±0,03	0,40±0,07	6,03±0,36
II	7,41±0,05 ***	6,75±0,27 **	0,16±0,05	0,50±0,06	6,75±0,08 *

Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $p \leq 0,001$  при сравнении с контролем

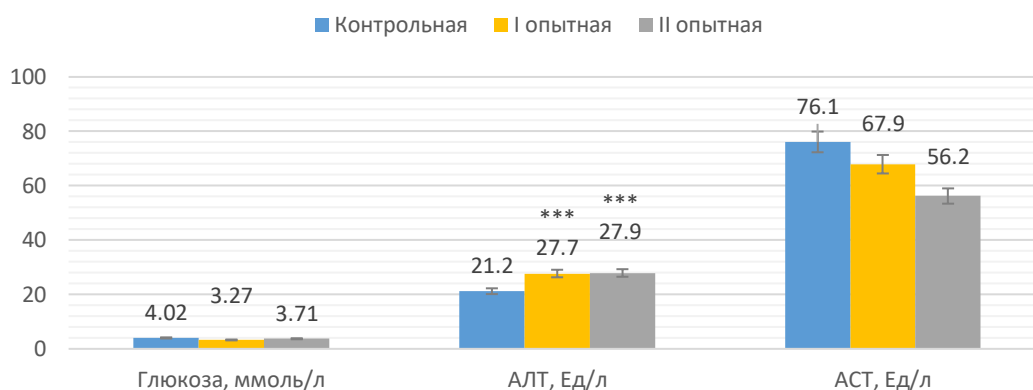
### 3.2.5 Гематологические показатели подопытных животных

Изучение морфологических параметров крови у бычков показало, что добавление пиколината хрома в рацион приводит к повышению уровня лейкоцитов в I группе (7,2 мг/кг СВ) на 6,1 %, а во II группе (8 мг/кг СВ) на 1,1 % ( $p \leq 0,05$ ), что не выходило за пределы нормы – 4,5-12  $10^9/1$ . Гемоглобин увеличивался в обеих группах на 11,3 % ( $p \leq 0,05$ ) и 10,6 % ( $p \leq 0,05$ ), не превышая

нормы – 90-120 г/л, содержание эритроцитов также не выходило за пределы нормы ( $5-7,5 \cdot 10^{12}/л$ ), но было выше контрольных значений на 5,6 % и 5 %.

Индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ) возрастал у бычков первой группы на 49,6 %, а у второй группы на 47,4 %, что свидетельствовало об участии хрома в механизмах регуляции иммунного ответа.

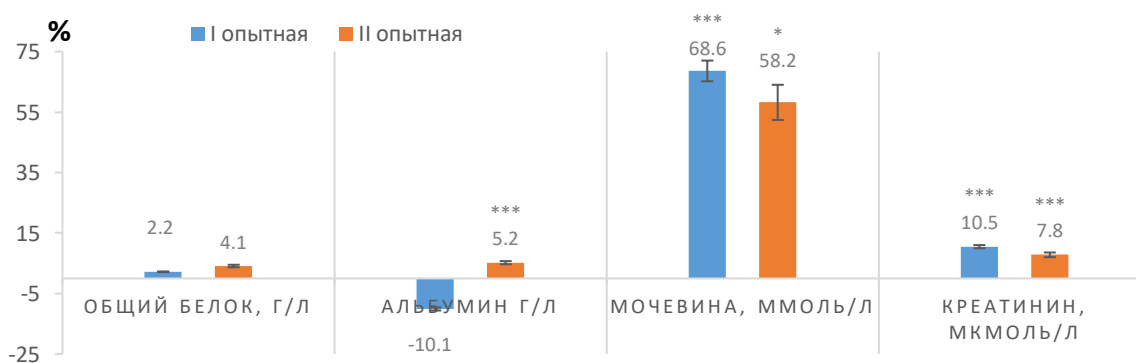
На основании биохимического анализа, уровень глюкозы снизился на 18,6 % в I группе и на 7,7 % во II группе. Уровень АЛТ повысился на 30,7 % ( $p \leq 0,001$ ) и 31,6 % ( $p \leq 0,001$ ), а АСТ снизился на 10,7 % и 26,1 % в опытных группах (рисунок 5).



Примечание: \*\*\* –  $p \leq 0,001$  при сравнении с контрольной группой

Рисунок 5 – Биохимические показатели крови у подопытных бычков

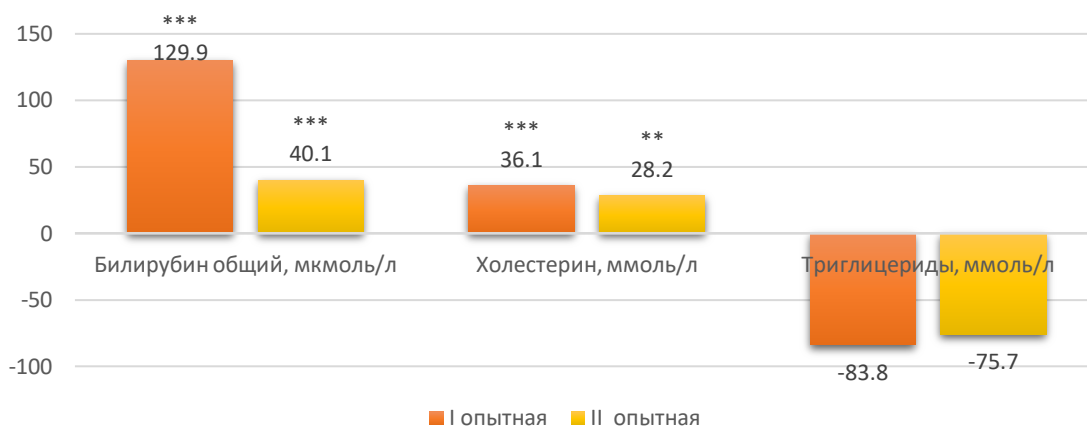
Добавка с хромом усиливала обмен белков, что подтверждается эскалацией уровня мочевины на 68,6 % ( $p \leq 0,001$ ) в I группе и на 58,2 % ( $p \leq 0,05$ ) во II группе, креатинина на 10,5 % ( $p \leq 0,001$ ) и 7,8 % ( $p \leq 0,001$ ). Уровень общего белка возрастал в I группе на 2,2 %, а во II группе на 4,1 %, при снижении альбумина в I группе на 10,1 % и увеличении на 5,2 % ( $p \leq 0,001$ ) во II группе (рисунок 6).



Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,001$  при сравнении с контролем

Рисунок 6 – Биохимические параметры крови, определяющие метаболизм жиров в организме экспериментальных бычков (\*- в сравнении с контрольной группой, %).

Было зафиксировано, что пиколинат хрома корректировал интенсивность липидного обмена (рисунок 7).



Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ , \*\*\* -  $p \leq 0,001$  при сравнении с контролем

Рисунок 7 – Разница в показателях липидного обмена в организме подопытных бычков относительно контрольной группы, (\*- в сравнении с контрольной группой, %).

Это проявлялось повышением билирубина в I и II группах на 129 % ( $p \leq 0,001$ ) и 40,1 % ( $p \leq 0,001$ ), холестерина на 36,1 % ( $p \leq 0,001$ ) и 28,2 % ( $p \leq 0,001$ ). Тем не менее триглицериды снижались в I группе на 83,8 %, а во II группе на 75,7 % сравнительно с контролем.

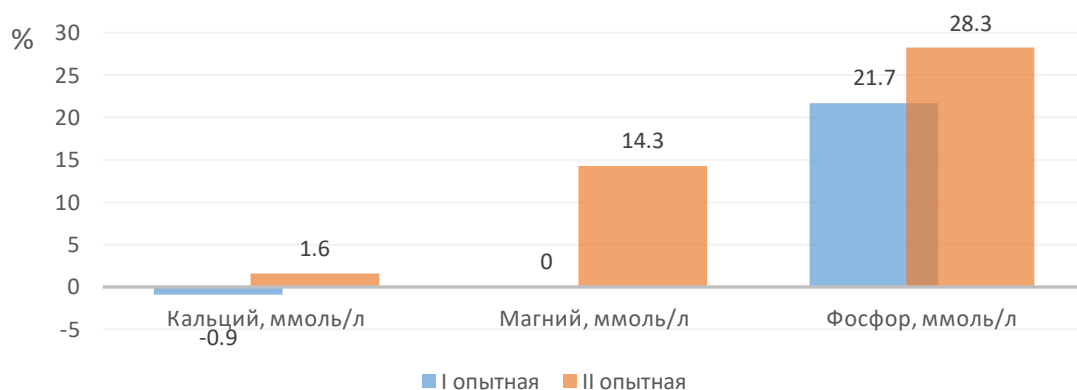


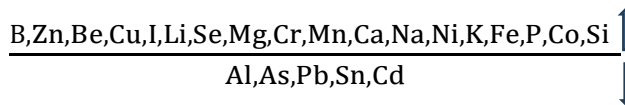
Рисунок 8 – Разница по содержанию химических элементов в сыворотке крови при введении пиколината хрома в рацион бычков (\*- в сравнении с контрольной группой, %).

Относительно минеральных веществ в крови, уровень кальция снижался на 0,9 % в I группе, но возрастал на 1,6 % во II группе. Уровень магния оставался стабильным в I группе, но повышался на 14,3 % во II группе. Фосфор повышался в I группе на 21,7 % и на 28,3 % во II группе по сравнению с контролем.

Принимая во внимание указанные выше гематологические показатели, пиколинат хрома в концентрации 8 мг/кг СВ рациона значительно модернизировал обмен веществ в противоположность концентрации 7,2 мг/кг СВ рациона.

### 3.2.6 Особенности обмена химических элементов в организме бычков казахской белоголовой породы

С увеличением дозы пиколината хрома в рационе возникают изменения разного направления по усвояемости микронутриентов:



В частности, включение в рацион пиколината хрома способствовало лучшей усвояемости эссенциальных и условно-эссенциальных элементов: Be – на 22 % ( $p \leq 0,05$ ), Co – на 46,8 % ( $p \leq 0,01$ ), Cr – на 35,2 % ( $p \leq 0,01$ ), Fe – на 16,4 %, Li – на 24,6 % ( $p \leq 0,05$ ), Mn – на 28,2 % ( $p \leq 0,05$ ), Na – на 20,4 %, Ni – на 28,4 % ( $p \leq 0,05$ ), Zn – на 16 %. Уровень токсических элементов в организме бычков снижался: As – на 121,1 ( $p \leq 0,001$ ), Pb – на 25,6 % ( $p \leq 0,05$ ), Sn – на 105 % ( $p \leq 0,001$ ).

## 3.3 Результаты научно-хозяйственного исследования на молодняке крупного рогатого скота

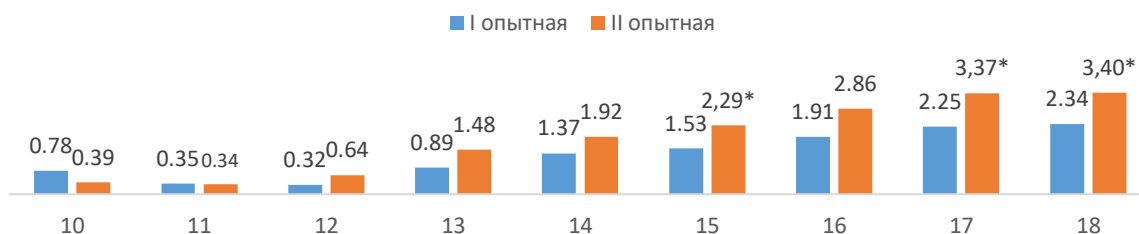
### 3.3.1 Содержание и кормление подопытных животных

В процессе проведения научно-хозяйственного исследования бычкам с 9-месячного возраста задавали основной рацион, в состав которого входило сено злаковое 1 кг (10 %), сено бобовое 1,5 кг (20 %), силос кукурузный 8 кг (35 %), зерносмесь дробленая 1,5 кг (35 %), поваренная соль 31 г.

В процессе проведения эксперимента подтверждена высокая потребляемость питательных составляющих и микронутриентов, так по обменной энергии, сырому протеину, кальцию, фосфору, хромуму составило 2,1 МДж (2,2 %), 23,4 г (2,0 %), 2,5 г (4,3 %), 0,3 г (1,4 %), 2,1 г (28,6 %) у животных второй группы.

### 3.3.2 Рост и развитие подопытных бычков

В зависимости от различных дозировок пиколината хрома развивался гибкий эффект касательно продуктивности, так в возрасте 18 месяцев бычки контрольной группы уступали опытным на 2,3 % и 3,4 % ( $p \leq 0,05$ ) соответственно (рисунок 9).



Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ , при сравнении с контролем

Рисунок 9 – Разница в живой массе подопытных бычков, %

При расчете абсолютного прироста установлено, что за период эксперимента 10-18 месяцев в I и II опытных группах показатели абсолютного прироста превышали контрольные на 12,4 кг (5,8 %) и 16,6 кг (7,8 %).



Среднесуточный прирост за весь период эксперимента в первой группе увеличивался на 50 г (5,8 %), а во второй на 67 г (7,8 %) по сравнению с контрольной группой, при разнице между опытными группами 17 г (1,9 %)

### 3.4 Мясная продуктивность и качество мяса

#### 3.4.1 Убойные качества и морфологический состав туш

По результатам убоя бычки контрольной группы уступали сверстникам из опытных групп по массе парных туш на 3,2 % ( $p \leq 0,05$ ) и 5,5 % ( $p \leq 0,01$ ). Отложение внутреннего жира было наилучшим у бычков, получавших добавку с пиколинатом хрома в I группе на 6,1 % и во II группе на 8,1 % (таблица 5).

Таблица 5 – Значения контрольного убоя экспериментальных бычков

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
Масса, кг:			
предубойная	458±4,87	468±3,92	474±3,65*
парной туши	250±2,86	258±2,50*	264±2,27**
Выход туши, %	54,6	55,2	55,7
Масса внутреннего жира, кг	14,7±1,97	15,6±1,57	15,9±1,43
Выход внутреннего жира, %	3,2	3,3	3,4
Убойная масса, кг	265±3,87	274±2,61	280±2,51**
Убойный выход, %	57,81	58,55	59,09

Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ , при сравнении с контролем

В ходе исследования морфологии туш экспериментальных бычков были установлены достоверные отличия по их мясной продуктивности (таблица 6).

По массе охлажденной туши бычки I и II групп превосходили на 7 кг (2,8 %) ( $p \leq 0,05$ ) и 12,9 кг (5,2 %) ( $p \leq 0,001$ ), мякоти на 6,6 кг (3,3 %) и 11,3 кг (5,7 %) ( $p \leq 0,01$ ), а её выход на 0,3 % и 0,4 %.

Таблица 6 – Морфология туш подопытных бычков

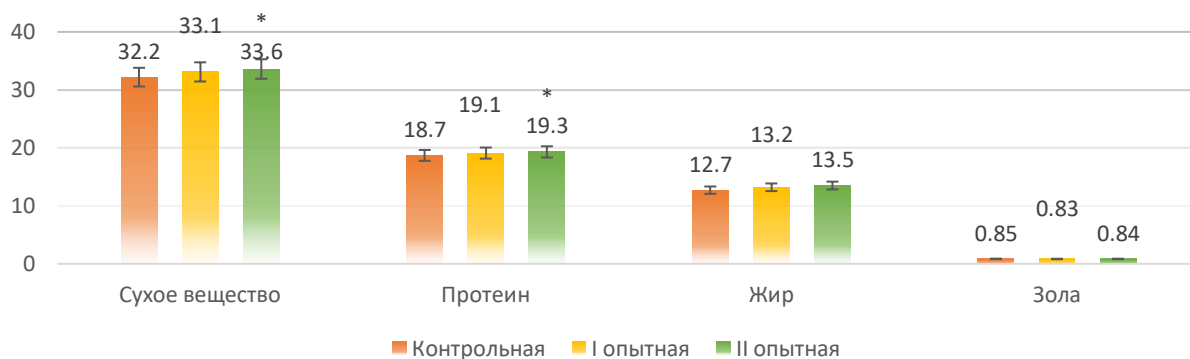
Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
Масса: охлажденной туши, кг	246±2,36	253±2,19*	259±1,85***
мякоти, кг	197±2,71	204±2,56	209±2,47**
Выход мякоти, %	80,1	80,5	80,5
Масса костей, кг	41,7±1,3	42,1±1,18	43,1±0,92
Выход костей, %	16,9	16,6	16,6
Масса сухожилий и связок, кг	7,53±0,17	7,51±0,14	7,56±0,11
Выход сухожилий и связок, %	3,05	2,96	2,91
Индекс мясности	4,74	4,85	4,86
Показатель пищевой ценности	4,02	4,11	4,13

Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ , \*\*\* -  $p \leq 0,001$ , при сравнении с контролем

Самый высокий индекс мясности был во II группе (4,86 единиц), далее в I группе (4,85 единиц), что на 2,3 % и 2,5 % выше контрольных значений.

### 3.4.2 Химический состав мяса-фарша и длиннейшей мышцы спины

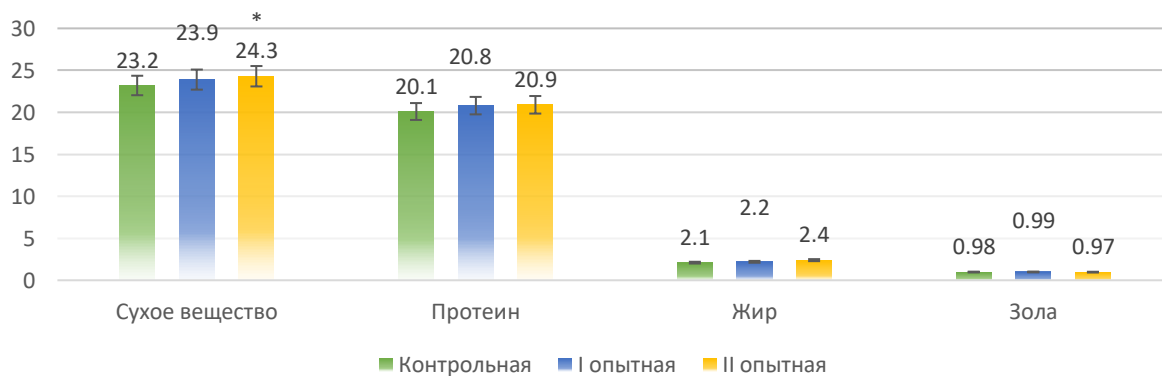
При анализе данных установлено, что мякоть бычков из групп I и II содержала больше сухого вещества на 0,9 % и 1,4 % ( $p \leq 0,05$ ), протеина на 0,4 % и 0,6 % ( $p \leq 0,05$ ) и жира на 0,5 % и 0,8 % (рисунок 10). Энергетическая ценность общей мякоти туш бычков I и II групп была выше, на 118 МДж (7,1 %) и 193 МДж (11,7 %).



Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ , при сравнении с контролем

Рисунок 10 – Химический состав мякоти бычков 18 месячного возраста

В ходе экспертизы длиннейшей мышцы спины установлено, что количество сухого вещества, сырого жира и протеина повышалось в I и II группах на 0,7 % и 1,1 % ( $p \leq 0,05$ ) (СВ), 0,4 % и 0,6 % (СП), 0,5 % и 0,8 % (СЖ) (рисунок 11). Белково-качественный показатель (БКП) в I группе снижался на 1,5 %, а во II группе повышался на 3,1 %.



Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ , при сравнении с контролем

Рисунок 11 – Химический состав длиннейшей мышцы спины бычков 18 месячного возраста

Таким образом, пиколинат хрома в рационе молодняка мясного скота в дозировке 8 мг/кг СВ рациона оказывает положительное влияние на рост, мясную продуктивность и может быть альтернативной формой для разработки эффективных способов кормления и улучшения продуктивности скота.

### 3.5 Экономическая эффективность

С использованием дозировок пиколината хрома – 7,2 и 8 мг/кг СВ рациона снижались затраты на 1 ц прироста живой массы обменной энергии на 5,1 %, а по переваримому протеину на 1,5-1,6 % (таблица 7).

Таблица 7 – Экономическая эффективность выращивания бычков

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
Абсолютный прирост, кг	213	225	230
Живая масса в конце эксперимента, кг	470	481	486
Затраты на 1 ц прироста:			
Обменной энергии, МДж	11994	11386	11379
Переваримого протеина, кг	47,19	46,42	46,46
Общие производственные затраты, руб.:	72500	73642	7419
Затраты за период опыта, руб.	34123	35265	35817
Реализационная стоимость 1 гол., руб	84744	86580	87642
Себестоимость 1 ц прироста, руб.	15983	15611	15565
Прибыль, руб	12243	12937	13448
Уровень рентабельности, %	16,8	17,5	18,1

Важными данными для точной характеристики экономической эффективности использования изучаемой добавки служат прибыль и рентабельность. На основании экономического анализа уровень рентабельности в опытных группах повышался до 17,6-18,1 %, а прибыль на 5,6-9,8 %.

## 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Исследование различных источников хрома в эксперименте «in vitro» сочеталось увеличением переваримости сухого вещества от 4,9 % ( $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) до 6,6 % (пиколинат хрома), летучих жирных кислот (0,7 % - 7,7 %), метаболитических продуктов азота: 64,7-82,6 % ( $p \leq 0,001$ ) – белкового, 25,1-34,7 % – небелкового, 24,9-28,7 % ( $p \leq 0,001$ ) общего азота. А также проявлялось усилением ферментативных процессов в рубце, повышая протеолитическую активность на 122,5 % ( $p \leq 0,001$ ), амилолитическую на 16,2 % ( $p \leq 0,001$ ).

2 Дополнительное введение пиколината хрома в дозировке 8 мг/кг СВ стимулировало интенсивность метаболитических процессов в рубце, что сопровождалось увеличением биомассы бактерий на 8,8 % и простейших на 1,3 % ( $p \leq 0,05$ ), количества инфузорий на 1,8 % ( $p \leq 0,05$ ), что привело к увеличению переваримости СВ на 5,9 % ( $p \leq 0,01$ ), уровня ЛЖК на 80,3 % и общего азота на 18,3 %.

3 Включение в рацион бычков казахской белоголовой породы пиколината хрома в дозировке 8 мг/кг СВ способствует стимулированию обменных процессов, выраженной увеличением обмена энергии на синтез продукции на

24,1 % ( $p \leq 0,001$ ) и энергии прироста на 23,5 %. Выраженный эффект проявлялся эскалацией потребления азота на 3,1 % и отложением кальция, фосфора и хрома в организме.

4 Метаболический потенциал пиколината хрома сопровождался вариабельностью гемопоэза, что выражалось снижением уровня глюкозы на 7,7 %, повышением общего белка, альбумина, мочевины и креатинина, при оптимизации липидного обмена: увеличение билирубина на 40,1 % ( $p \leq 0,001$ ), холестерина на 28,2 % ( $p \leq 0,001$ ) и снижением триглицеридов на 75,7 %, а также лабильностью кальция, магния и фосфора.

5 С увеличением дозировки пиколината хрома в 7,2 и 8 мг/кг СВ рациона наблюдалось повышение содержания протеина и жира в мякоти, что сопоставимо с увеличением энергетической ценности 1 кг мякоти туши от 8,42 МДж до 8,57 МДж, в длиннейшей мышце спины от 0,13 МДж до 0,23 МДж, на фоне увеличения белково-качественного показателя.

6 Дозозависимый эффект пиколината хрома характеризовался разнополярными изменениями в ретенции химических элементов и выражался в элементном профиле:  $\frac{B, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Se, Si, Zn}{Al, As, Pb, Sn, Cd}$  ↑ ↓

7 Применение пиколината хрома в дозе 8 мг/кг СВ рациона оказало положительное действие на ростовые показатели, основанные на увеличении среднесуточных приростов до 11,01 %, живой массы на 3,3 % и рентабельности производства на 1,3 %.

## 5 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью увеличения эффективности использования кормов, обмена веществ и снижения экономических затрат на выращивание молодняка крупного рогатого скота рекомендуем в состав рациона включать пиколинат хрома в дозировке 8 мг/кг СВ рациона, что обеспечивает повышение продуктивности и рентабельность производства говядины на 1,3 %.

## 6 ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты диссертационного исследования перспективны в направлении:

1. Разработка системы направленной регуляции деятельности желудочно-кишечного тракта и пищеварительных желез, способствующие эффективному использованию питательных компонентов кормов и повышению продуктивности.
2. Управление таксономическим составом микробиома рубца бычков мясной породы, установление взаимосвязи между активностью микробиоты и минеральной обеспеченности животных.

## 7 СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки

1 Шейда Е.В., Лебедев С.В., Мирошников С.А., Гречкина В.В., Рязанов В.А., **Шошина О.В.** Изменение активности пищеварительных ферментов панкреатического сока под влиянием ультрадисперсных частиц Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на фоне скармливания белковых рационов при выращивании крупного рогатого скота. Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 4. С. 26-36.

2 **Шошина О.В.** Роль хрома в пищеварении у полигастричных животных (обзор) / О.В. Шошина, С.В. Лебедев, М.М. Поберухин // Животноводство и кормопроизводство. 2021. – Т. 104. №3. – С. 82-93.

3 **Шошина О.В.** Сравнительный анализ влияния различных форм хрома на пищеварительные процессы в рубце телят / О.В. Шошина, С.В. Лебедев, Е.В. Шейда, В.И. Корнейченко // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 1. С. 31-38. doi:10.33284/2658-3135-105-1-31

4 Лебедев С.В. Оценка влияния пиколината хрома в рационе на биоморфологические показатели и элементный состав крови бычков / С.В. Лебедев, **О.В. Шошина**, В.В. Гречкина, Е.В. Шейда, А.М. Камирова, А.С. Ушаков // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 4. С.181-194. doi:10.33284/2658-3135-105-4-181

5 Лебедев С.В., **Шошина О.В.**, Нуржанов Б.С., Ширнина Н.М., Шейда Е.В. Влияние хрома на обмен веществ в организме и продуктивные качества молодняка крупного рогатого скота. Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23. № 9. С. 76-86. Doi: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-76-86

6 Лебедев С.В., **Шошина О.В.**, Нуржанов Б.С., Ширнина Н.М., Шейда Е.В. Переваримость питательных веществ у бычков выращиваемых на мясо в зависимости от уровня хрома в рационе. Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 154-160. doi: 10.28983/asj.y2023i11pp154-160

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

7 Lebedev S. Use of chromium nanoparticles as a protector of digestive enzymes and biochemical parameters for various sources of fat in the diet of calves / E. Sheida, I. Vershinina, V. Grechkina, I. Gubaidullina, S. Miroshnikov, **O. Shoshina** // Aims agriculture and food. 2020. –6(1). – 14-31.

8 **Shoshina O.** Changes in the taxonomic composition of the rumen of ruminants when introducing fat components into the diet / O. Shoshina, E. Sheida, E. Shajahmetova, S. Lebedev, G. Duskaev, O. Kvan // Journal of animal science. 2021. – 99(S3). – 232.

### Патенты РФ на изобретения

9 Шейда Е.В., Способ повышения переваримости питательных компонентов корма при включении в рацион крупного рогатого скота ультрадисперсных частиц оксида хрома / Е.В. Шейда, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, Г.К. Дускаев, Ш.Г. Рахматуллин, В.А. Рязанов, О.В. Кван, В.И. Колпаков, О.В. Шошина // Патент на изобретение RU № 2751961 С 1 от 21.07.2021 Заявка № 2020140350 от 07.12.2020

**Публикации в других научных изданиях и материалах научно-практических конференций**

10 **Шошина О.В.** Сравнительная характеристика действия хрома и железа на переваримость сухого вещества *in vitro* / О.В. Шошина, С.В. Лебедев, Е.В. Шейда // Материалы 3-й международной научно-практической конференции «Молекулярно-генетические технологии анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных. – Москва. – 2021. – С. 464-470.

11 **Шошина О.В.,** Лебедев С.В., Шейда Е.В. Использование наночастиц в животноводстве / Роль ветеринарной и зоотехнической науки на современном этапе развития // Материалы Всероссийской научно-практической конференции 23 июля 2021 г. – Ижевск – С. 387-391.

12 **Шошина О.В.,** Лебедев С.В., Шейда Е.В. Сравнительный анализ действия различных препаратов хрома на метаболические процессы в рубце /Актуальные проблемы ветеринарной медицины и биотехнологии // Материалы национальной научно–практической конференции с международным участием 10 марта 2022 г. / под общей редакцией М.С. Сеитов. С. 206-209.

13 **Шошина О.В.,** Лебедев С.В., Шейда Е.В. Влияние органических источников микроэлементов на метаболические процессы в рубце / Проблема адаптации организма человека и животных под влиянием различных экологических факторов // Материалы республиканской научно-практической конференции 4 мая 2022 г. – Душанбе – С.74-81.

14 Лебедев С.В., **Шошина О.В.,** Шейда Е.В. Обмен хрома в организме крупного рогатого скота мясного типа / Современные проблемы развития ветеринарной медицины и биотехнологий // Сборник национальной научно-практической конференции с международным участием 31 марта 2023 г. /под общей редакцией М.С. Сеитов – Оренбург: ФГБОУ ВО ОГАУ, 2023 – с. 376.

**Шошина Оксана Вячеславовна**

**Обмен веществ и мясная продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращиваемого на мясо при различном уровне хрома в рационе**

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

**Автореферат**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук

Подписано в печать 17 июля 2024 г.  
Формат 60x90/16. Объём -1,0 усл.печ.л.  
Тираж – 100 экз. Заказ № 25

Издательский центр ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН.  
46000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29