

На правах рукописи



Кононец Валерий Валерьевич

**Эффективность применения кавитированных концентратов
в кормлении лактирующих коров**

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

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Оренбург – 2025 г.

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

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
Нуржанов Баер Серекпаевич

Официальные оппоненты: **Сычёва Лариса Валентиновна**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-
технологический университет имени академика
Д.Н. Прянишникова», кафедра зоотехнологий,
профессор;

Зайцев Владимир Владимирович,
доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ
ВО «Самарский государственный аграрный
университет», кафедра биозкологии и физиологии
сельскохозяйственных животных, заведующий.

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

Защита диссертации состоится 25 декабря 2025 г. в 09.00 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 «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Завьялов Олег Александрович

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В связи с необходимостью значительного повышения продуктивности молочного скота возрастает роль концентрированных кормов, при этом заслуживает внимание рациональное их использование в составе рациона (Золотарёв А. и др., 2020; Гусаров И.В, Обряева О.Д., 2022; Серкова А.Н, Смирнова Л.В., 2022).

Основную массу углеводистых концентрированных кормов, составляют зерно и продукты его переработки (отруби) которые являются дополнительным кормом рационов крупного рогатого скота. Отруби особенно ценятся пшеничные, превосходят исходное зерно по содержанию: протеина, минеральных веществ, особенно фосфора. Однако из-за более высокого уровня клетчатки уступают по содержанию энергии (Радионова Г.Б. и др., 2010).

Тем не менее, определённая обработка данных кормов содействует получению высокопитательного продукта, порой превосходящего по кормовым качествам фуражное зерно (Гречушкин А.И., 2009; Красильников О.Ю., 2011; Язев С.Г., 2014; Горшков В.В., 2017).

В последние годы всё более широкое распространение получают биотехнологические процессы, основанные на влаготепловой обработке концентрированных кормов. В результате чего, имеется возможность не только улучшить биодоступность питательных веществ рациона в целом, но и восполнить без ущерба работы желудочно-кишечного тракта животного дефицит легкопереваримых углеводов (Soltani A. et al., 2009; Брылев А.А. и др., 2015; Байков А.С., 2020).

Одной, из значимых, может быть технология кавитационного воздействия на растительное сырьё, положительная особенность такой обработки заключается в том, что в результате заданного физического воздействия (ударные волны, давление, температура) происходит разрушение оболочки клетки корма, освобождая при этом её содержимое (Натынчик Т.М. и Лемешевский В.О., 2014; Леонов А.В., 2016). Данный вид обработки способствует переходу клетчатки и крахмалистых веществ в легко усвояемые – моносахариды, дисахариды, три сахараиды и клейковины, приводящие к образованию желеобразной массы. А использование из сырьевой базы предприятий продуктов переработки, может стать удешевлением подготовки такого кормового продукта (Аксёнов В.В., 2008).

В этой связи исследования, направленные на повышение питательной ценности рациона молочных коров, за счёт применения передовых технологий подготовки их концентратной части, вместе с тем, направленные и на снижение издержек производства животноводческой продукции, являются актуальными.

Степень разработанности темы. За последнее десятилетие сформированы теоретические и практические основы эффективного кормления молочных коров, определяющих фактическую реализацию их генетического потенциала, в конкретных фенотипических условиях.

Работы отечественных и зарубежных учёных (Ижболдина С.Н. и др., 2013; Василевского А.С. и др., 2017; Косолапова А.В., 2017; Китун А.В., 2020; Попова А.Н., 2020; Мотовилова К.Я. и др., 2020; Neubauer V. et al., 2020;

Bhargava N. et al., 2021; Koutsoumanis K. et al., 2022) от части посвящены решению вопроса, относящегося к рассматриваемой проблеме.

Однако недостаточно полно освещён вопрос по применению подготовки концентратной части рациона лактирующих коров, за счёт использования биотехнологических приёмов, основанных на влаготепловой обработке. При этом мало сведений о переваримости и продуктивном действии рациона, при производстве молока, влияния на его качество и биологическую ценность.

При ориентации на повышение полноценности кормления молочных коров в центре внимания должно быть и снижение себестоимости полученной продукции. Имеются и устойчиво накапливаются запасы, неэффективно используемых в животноводстве побочных продуктов мукомольных и других пищевых производств, которые в основном обладают невысокой питательной ценностью. Характерным для этих кормов является низкое содержание белка и высокая концентрация трудно гидролизующихся углеводов. Тем не менее, определённая обработка данных кормов содействует получению высокопитательного продукта, порой превосходящего по кормовым качествам фуражное зерно (Гречушкин А.И., 2009; Красильников О.Ю., 2011; Язев С.Г., 2014; Горшков В.В., 2017).

При этом необходимо было провести дополнительные исследования по установлению влияния кавитации на питательную, минеральную и энергетическую ценность, сопоставляя с традиционно подготовленными концентратами, используемыми в хозяйстве.

Учитывая важность повышения биодоступности питательных веществ, а также восполнения дефицита сахаров, в рационах дойных коров, через преобразование трудно гидролизующихся полисахаридов и крахмала концентрированных кормов (зерносмесь и пшеничные отруби) в легкодоступные сахара, нами испытана технология приготовления кормов на основе эффекта кавитации.

Степень изученности вопроса обусловило целесообразность научного и практического обоснования рационов на примере коров красной степной породы, концентратная часть которых подготовлена различными способами.

Цели и задачи исследования. Целью исследований, которые были выполнены в соответствии с тематическим планом НИР на 2021-2023 гг. (№ 0761-2019-0005) (госрегистрация: № ААА-А19-119040290046-2) явилось изучение эффективности производства молока при использовании кавитированных концентратов в составе рациона коров красной степной породы зимне-стойлового периода.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Провести сравнительный анализ испытываемых кавитированных концентратов с концентратами традиционной подготовки, по химическому составу и питательности;
2. Определить влияние концентрированных кормов в зависимости от подготовки к скармливанию на поедаемость, переваримость и усвояемость питательных веществ кормов рациона;

3. Оценить физиологическое состояние коров при кормлении рационами с различной подготовкой концентратной части;

4. Установить продуктивное действие рационов дойных коров с использованием кавитированных концентратов и их влияние на трансформацию питательных веществ и качественные характеристики молока;

5. Выяснить сравнительную эффективность двух технологий подготовки концентрированных кормов в составе рационов коров при производстве молока.

Научная новизна. На стыке наук биологии и ресурсосберегающей технологии приготовления кормов, проведено очень важное и значимое исследование с целью повышения питательной ценности зернового фуражного сырья. Одним из которых, в целях расширения кормовой базы и условий острого дефицита зерновой части рациона крупного рогатого скота, были испытаны пшеничные отруби. Впервые на основании комплексного подхода проведены исследования в концепции, которых заложено повышение продуктивного действия рационов молочных коров с использованием кавитированных концентратов. Получены новые данные позволяющие повысить полноценность питания коров (повышение содержания сахаров, доступность питательных веществ, поедаемость кормов). Выявлено действие кавитированных продуктов зернового сырья, на обмен веществ и физиологические показатели организма животных. Показана взаимосвязь между качеством молока и сбалансированностью кормления коров красной степной породы.

Дано научное обоснование процессам пищеварения и трансформации питательных веществ исследуемых рационов для синтеза продукции, и её качества. Новизна исследований подтверждена патентом на изобретение РФ № 2821593.

Теоретическая значимость работы состоит в обосновании эффективности применения кавитационной обработки зернового фуражного сырья и пшеничных отрубей, при использовании в составе рационов молочных коров. Результаты исследований расширяют теорию возможности использования местного дешёвого зернового сырья для повышения обеспечения молочного скота легкоусвояемыми углеводами. Показаны дополнительные резервы увеличения молочной продуктивности коров красной степной породы в условиях зоны Южного Урала.

Практическая значимость работы заключается в том, что введение в рацион коров кавитационно подготовленных зерносмеси или пшеничных отрубей позволило за учетный период увеличить валовый надой натурального молока на 18,6 и 20,7 %. Количество жира и белка в молоке повысилось с кавитированными зерносмесью на 18,9 и 20,5%; с отрубями – 19,8 и 20,3 %.

При этом экономический эффект (прирост чистого дохода) в результате применения в рационе кавитированных зерносмеси или пшеничных отрубей за учётный период (182 дня) на каждое животное составил 3902,7 и 4380,0 руб.

Результаты научных исследований внедрены и используются на молочно-товарной ферме Покровского сельскохозяйственного колледжа – филиал

ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ». Включены для прочтения лекций по дисциплинам «Кормление сельскохозяйственных животных» и «Скотоводство» в ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ и его отделении Покровском сельскохозяйственном колледже.

Методология и методы исследования. В исследуемой области молочного скотоводства методологической основой работы послужили научные труды отечественных и зарубежных учёных.

При выполнении квалификационной научной работы были применены стандартизированные методы исследований: зоотехнического, биохимического, физиологического и технического анализа, на сертифицированном оборудовании Центра коллективного пользования ФНЦ БСТ РАН. А также базовые методы и методики исследований ВИЖ и РАСХН.

Положения, выносимые на защиту:

- сравнительная оценка воздействия механической (дробление) и биотехнологической (кавитирование) подготовки концентрированных кормов (зерносмеси и пшеничных отрубей) на их биологические свойства;
- влияние использования кавитированных концентратов в составе рационов дойных коров на потребление кормов, переваримость основных питательных веществ, их усвоение, обмен энергии и азота;
- увеличение продуктивности коров, улучшение качества молока, показатель конверсии корма, при одновременном снижении её себестоимости;
- экономическая целесообразность использования кавитационно обработанных концентратов в составе рационов молочных коров.

Степень достоверности и апробация работы. Выводы и предложения производству основаны на научных исследованиях, проведённых с применением современных методов анализа и расчёта, и соответствуют полученным результатам, которые доложены и получили положительную оценку на заседании отдела кормления сельскохозяйственных животных им. профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН»; Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Наука будущего – наука молодых» (Оренбург, 2022); Международной научно-практической конференции «Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса» (Оренбург, 2022).

Публикация материалов исследований. Основные результаты, выводы и рекомендации диссертационного исследования опубликованы в 16 научных работах, в том числе 10 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 патент на изобретение.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований по эффективности использования кавитированных концентратов, в рационе молочных коров в условиях Оренбуржья, были внедрены в учебно-опытном хозяйстве ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ Оренбургского района Оренбургской области.

Объём и структура диссертации. Квалификационная научная работа представлена на 122 страницах машинописного текста, включающее введение, обзор литературы, обсуждение результатов, заключение, рекомендации производству, список литературы, состоящий из 225 источников, в том числе 31

зарубежных. Диссертационная работа включает 13 рисунков, 18 таблиц, 8 приложений

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для определения продуктивного действия рационов, концентратная часть которых была подготовлена с использованием технологии кавитирования и их влияния на обмен веществ, энергии в организме лактирующих коров, продуктивность и качественные показатели молока проведены исследования в условиях сельскохозяйственного предприятия Покровского сельскохозяйственного колледжа – филиал ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ» Оренбургского района, с 2020 по 2021гг.

Для проведения эксперимента по принципу аналогов подобрано 3 группы коров красной степной породы по 10 голов в каждой. Эксперимент проводился по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Схема проведения опыта

Группа	Периоды опыта		
	уравнительный (15 сут.)	переходный (15 сут.)	основной (182 сут.)
	характер кормления		
Контрольная	ОР	приучение к характеру кормления	ОР – основной рацион: сено злаковое –15,2 %; бобовое –14,7; силос кукурузный –31,9; зерносмесь –34,5; жмых подсолнечный –3,7 %
I опытная	ОР	приучение к характеру кормления	ИР – испытуемый рацион: в ОР дроблёная зерносмесь заменена на кавитированную, по питательности
II опытная	ОР	приучение к характеру кормления	ИР – в ОР зерносмесь дроблёная заменена на кавитированные пшеничные отруби, по питательности

Отбор животных осуществляли с учётом возраста, живой массы, сроков лактации (третий), происхождения и продуктивности за предыдущую лактацию. Исследования проведены в зимнее стойловое время, с ноября по декабрь подготовительный период, с декабря по апрель месяц основной, в I период лактации.

С целью выполнения программы исследования, в основном периоде опыта была сделана корректировка рационов, где при том же рационе дроблёная зерносмесь (пшеница+ячмень, по 50 %) в I и II опытных группах была полностью заменена на кавитированные зерносмесь и пшеничные отруби,

по питательности рациона. Рационы были составлены с учётом живой массы и продуктивности на основании детализированных норм кормления, разработанных А.П. Калашниковым и др., (2003) и относились к силосно-концентратному типу.

В соответствии с методикой эксперимента рационы всех групп были равноценными, как по структуре, так и по питательности. Для выявления устранения или сокращения дефицита сахаров, за счёт кавитационной обработки концентрированных кормов, в рационах всех подопытных групп животных, этот показатель не был оптимизирован.

Параметры микроклимата, режим, фронт кормления и поения для всех подопытных групп были одинаковыми.

Использование питательных веществ и физиологическое состояние организма изучалось на 3 коровах – аналогах из каждой группы по результатам балансового опыта, показателям крови, рубцового содержимого, молочной продуктивности, выходу компонентов молока.

Переваримость питательных веществ рационов, баланс энергии, азота определяли по общепринятому методу балансового опыта (А.И. Овсянников, 1976) с учётом уравнений регрессий (В.В.Цупко, 1984, 1987; А.П. Калашников и др., 2003).

Биохимический состав используемых кормов, в том числе кавитированных концентратов, остатков, биологических объектов определяли по общепринятым методикам, с использованием материально-технической базы Центра коллективного пользования (ЦКП) ФНЦ БСТ РАН (<https://ckp-rf.ru/ckp/77384/>) в Испытательном центре ФНЦ биологических систем и Агро - технологий.

Валовую, переваримую, обменную энергию корма, энергию продукции, затраты энергии на жизнедеятельность организма, эффективность использования обменной энергии на синтез продукции определяли расчётным путём.

В условиях Испытательного центра ФНЦ биологических систем и агротехнологий, в образцах рубцовой жидкости определяли формы азота и концентрацию ионов водорода (ГОСТ 26180-84), общее количество летучих жирных кислот (ЛЖК) с использованием оборудования – хроматограф газовый «Хроматэк- Кристал 5000.2».

Морфологические характеристики крови определяли на автоматическом гематологическом анализаторе с дифференциальным подсчётом лейкоцитов. Биохимические показатели рассчитаны по основанию измерений анализатора DIRUI CS-T240 (DIRUI industrial Co. Ltd., КНР) и формулам в соответствии с методикой.

Основным показателем, позволяющим судить об эффективности использования рационов с включением кавитированных концентратов, является молочная продуктивность коров. Технология содержания коров – привязная, доение двукратное, аппаратом «Майга». Основные производственные процессы – доение, уборка навоза, раздача кормов производились механизировано. В период опыта все животные обслуживались одной дояркой.

Учёт продуктивности и качественных характеристик молока проводили по данным контрольных доений и в период балансового опыта. Показатели молока в среднесуточной пробе, от каждой коровы, осуществляли на автоматизированном измерительном комплексе «Лактан 1-4 М» исполнение 700, баня водяная LOIP LB – 160. В молоке определяли СОМО, кислотность, жир, белок, плотность, сухое вещество (ГОСТ 3926-73), содержание лактозы – на рефрактометре.

По методике ВАСХНИЛ (1983) устанавливали выход белка, жира, энергии в молочной продукции. А также конверсию протеина и энергии испытываемых рационов в молочный белок и энергию молока.

С целью определения рентабельности применения кавитационно обработанных концентратов в составе рационов лактирующих коров, были изучены главные документы зоотехнического учёта (акты контрольных доек, книга учёта молочной продуктивности, отчёты по животноводству), информацию, зафиксированную в компьютерной базе «Селэкс».

Для производственной апробации эксперимента были сформированы две группы коров, по 50 голов в каждой. Первая группа коров кормилась рационом с традиционным набором кормов, в составе рациона второй группы дроблёная зерносмесь в соответствии с питательностью была заменена на кавитированную.

2.1 Процесс приготовления концентрированных кормов на установке «УЖК – 1000»

Процесс кавитационного воздействия на зерносмесь и пшеничные отруби осуществлялся на установке УЖК-1000. Основным элементом, которой является измельчитель-диспергатор РИД-2. В нём компоненты измельчаются, смешиваются и нагреваются, при этом происходит также и их стерилизация. За 10-15 минут до окончания циркуляции смеси по необходимости вносится расчетное количество балансирующих добавок.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Результат кавитационного воздействия на испытываемые концентраты

Рассматривая химический состав и питательность до и после кавитирования испытываемых концентратов, в пересчёте на сухое вещество нативного корма, следует отметить, что энергетические показатели остались практически равноценными. При этом содержание сырых протеина и жира увеличились на 11,0 г (8,5 %); 3,4 (2,5 %) и 1,8 (6,4 %); 0,4 г (1,09 %) в пользу кавитированных образцов.

Степень воздействия альтернативной технологии на содержание клетчатки и крахмала испытываемых кормов показала, что в зерновых смесях содержание клетчатки снизилось на 35,6 %, пшеничных отрубях – 19,4 %, понижение крахмала составило 3,7 и 3,9 % соответственно. Исследования по влиянию технологии кавитирования на содержание сахаров в испытываемых концентратах указывают в пользу кавитационного воздействия. Так, увеличение по количеству сахаров в сравнении с исходными концентратами в зерносмеси составило 15,2 г, отрубях этот показатель повысился на 6,2 г. Этот факт можно объяснить содержанием крахмала в зерносмеси - 350 г и отрубях -

142 г, который является легкогидролизуемым углеводом с более высоким переходом в сахара, нежели клетчатка, преимущественным содержанием которой являются отруби.

Немаловажно и то, что кавитация способствует снижению сложных органических соединений (полисахаридов) и крахмала до простых легкоусвояемых веществ, в результате получаем кормовой продукт, в сравнении с исходными концентратами, с увеличенной долей сахаров. По содержанию минеральных веществ в испытываемых кормах в результате кавитированной обработки существенных различий не выявлено.

3.2 Кормление подопытных животных

На протяжении всего времени опыта была сохранена структура рациона, что позволяет достоверно оценить влияние используемых концентратов на молочную продуктивность коров. Данные таблицы 2 показывают, что количество сухого вещества на 100 кг живой массы животных составляло в контрольной группе 2,42 кг, I опытной – 2,47 кг и II опытной – 2,62 кг.

Таблица 2. Рационы кормления коров по поедаемости (в среднем на 1 голову, за опыт)

Компоненты	Группы		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сено злаковое, кг	2,20	2,26	2,30
Сено бобовое, кг	2,65	2,70	2,73
Силос кукурузный, кг	15,85	16,42	16,80
Зерносмесь, кг (пшеница+ячмень) кг	3,9	-	-
Зерносмесь кавитированная, кг	-	10,4	-
Отруби пшеничные кавитированные, кг	-	-	13,3
Жмых подсолнечный, кг	0,446	0,446	0,446
Соль поваренная, г	73,0	73,0	73,0
Фосфат, г	55,0	55,0	-
Премикс, г	39,2	39,2	48,8
В рационе содержится:			
ЭЖЕ, МДж	11,9	12,2	12,3
обменной энергии, МДж	119,36	122,35	122,71
сухого вещества, кг	12,10	12,35	13,11
сырого протеина, г	1649,4	1772,5	1850,0
переваримого протеина, г	1187,0	1244,0	1284,0
сырого жира, г	377,0	398,0	446,0
клетчатки, г	2536,0	2538,0	2775,8
крахмала, г	1553,3	1510,5	565,4
сахаров, г	256,7	322,7	415,9
кальция, г	74,7	77,3	83,2
фосфора, г	52,85	51,51	63,63

Концентрация обменной энергии в контрольной и опытных группах составила от 11,9 до 12,3 МДж/кг. Количество переваримого протеина на 1 ЭКЕ приходилось: в контрольной группе – 99,7 г, I опытной – 102,0 и II опытной группе – 104,4 г. Отношение кальция к фосфору во всех группах было близким по значению и составило 1,5:1,3. Использование в составе рационов кавитированных зерносмеси и пшеничных отрубей в группах коров позволило повысить долю сырого протеина в рационе на 7,5 и 12,2 %, показатель сырого жира увеличить на 5,6 и 18,3 % соответственно.

На производство молочного белка в этих группах по сравнению с контролем направлено переваримого протеина больше на 4,8 и 8,2 %. Всё выше сказанное способствует повышению обменной энергии рациона и тем самым дополнительное получение молока.

3.3 Рубцовое пищеварение у коров

Исследования показали, положительное влияние на течение метаболических процессов в рубце лактирующих коров: увеличение общего азота на 5,7 и 6,0 мг %; ЛЖК на 3,9 и 6,8 %, в связи скармливанием в составе рационов кавитированных концентратов.

3.4 Переваримость питательных веществ рационов

Результативность потребления кормов рациона коровой, оценивается в первую очередь, по переваримости его питательных веществ (рис.1).

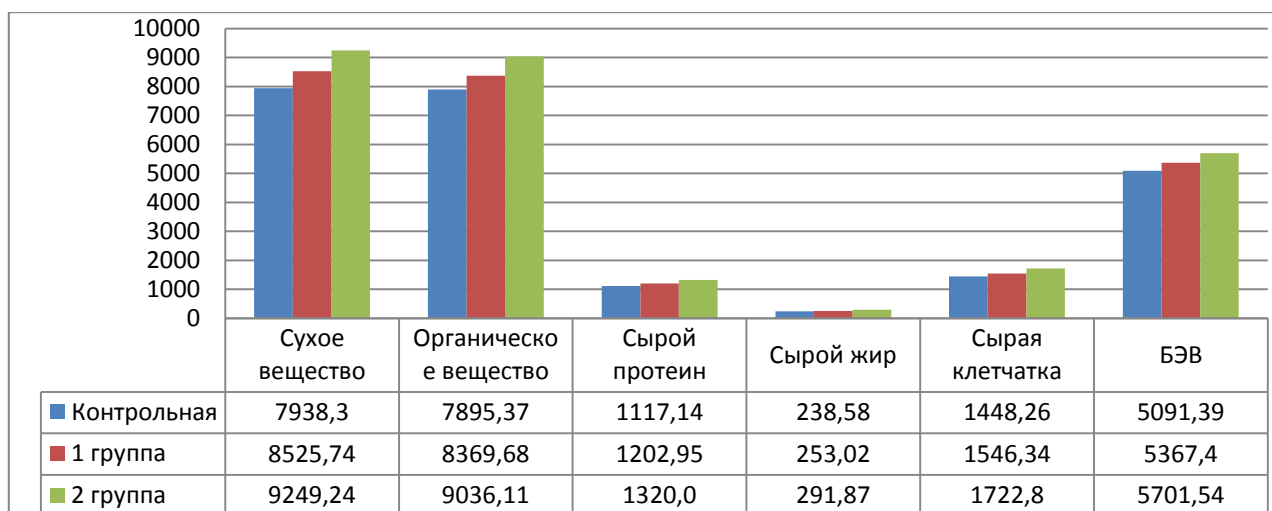


Рисунок 1. Переварено питательных веществ, г (в среднем на 1 гол. в сутки).

Сравнение между двумя группами коров (I опытной и контрольной) по переваримости, показало, что коровы I группы переваривали больше сухого и органического веществ на 6,9 %, 14,2 % и 5,7 %, 12,6 %. А с ними клетчатки, протеина, жира и БЭВ на 6,3 %, 15,9 %; 7,1 %, 15,3 %; 5,7 %, 18,3 % и БЭВ на 5,1%, 10,7 % соответственно.

Дальнейшее сопоставление II группы с двумя другими свидетельствует, что наибольшее количество питательных веществ было переварено коровами II группой. Так её преимущество по сухому веществу составило 16,5 и 8,5 %, органическому – 14,4 и 8,0 %, протеину – 18,2 и 8,9 %, жиру – 22,3 и 15,3 %, клетчатке – 16,0 и 10,2 % и БЭВ – 10,7 и 5,9 %.

3.5 Использование энергии рационов

На рисунке 2 приведены данные по превращению валовой энергии в организме лактирующих коров: пере варимую энергию, обменную, поддержания жизненных функций организма, энергию суточного удоя и затрат энергии на синтез молока.

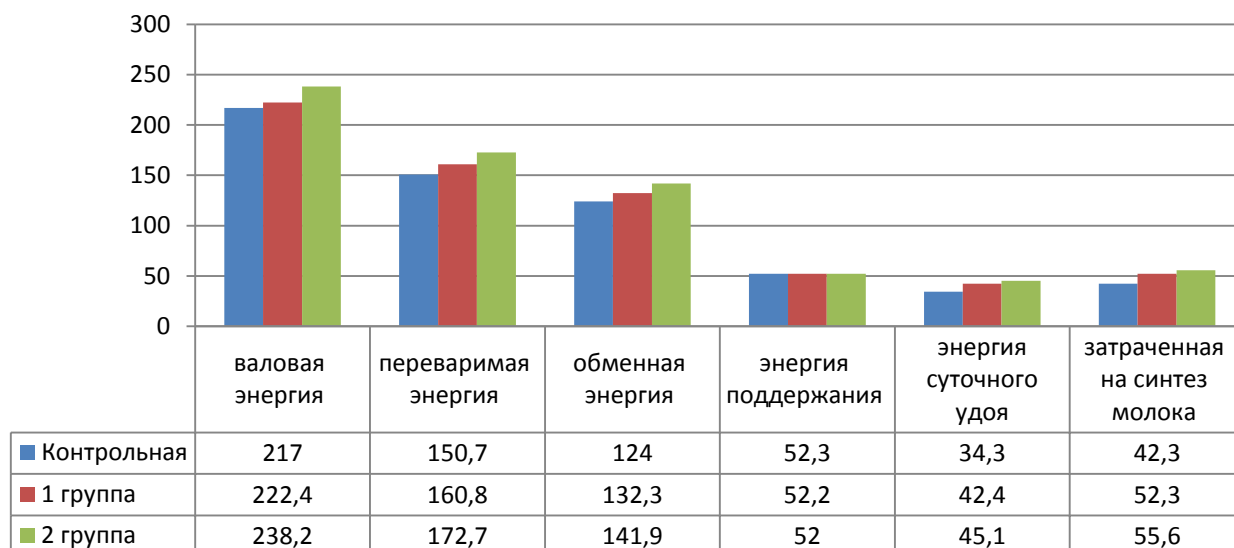


Рисунок 2. Использование энергии рационов лактирующими коровами, МДж/ сут.

Потери валовой энергии с неперевааренными питательными веществами у коров контрольной группы составили 30,6 %, I – 27,7 %, и II – 27,5 %. Уменьшение потерь на 2,9 и 3,1% в пользу опытных групп говорит о том, что скармливание коровам кавитированных концентратов в составе рациона, положительно сказалось и на биодоступность их питательных веществ. На поддержание жизненных функций (энергия поддержания) коров при нулевой продуктивности тратилось 36,7-39,6 % обменной энергии. Увеличение энергии суточного удоя коров, в основном, зависело от его количества и в меньшей степени от энергетической ценности, которая составляла в 1 кг молока в контрольной группе 2,9 МДж, I и II – 3,0 МДж.

Затраты на синтез молока в контрольной группе составили 42,3 МДж обменной энергии, где процент ОЭ от переваримой составлял 82,3 %. Коровы I и II опытных групп тратили на синтез молока 52,3 и 55,6 МДж обменной. При этом с учётом количества и энергетической ценности жира чистая энергия удоя молока за сутки составила в контрольной группе коров – 34,9 МДж, в I и II группах – 43,1и 44,3 МДж соответственно. При этом на синтез 1 кг молока в организме коров тратилось 2,93; 2,97 и 2,95 МДж чистой энергии. Энергия, затраченная на синтез молока и зависящая от величины суточного удоя и состава его компонентов изменялась в пределах от 34,1 до 39,5 % обменной.

Эффективность использования сверх поддерживающей обменной энергии на синтез молока была довольно высокой, этот показатель повысился относительно контроля на 18,1 и 24,1 %. В результате опыта выяснилось, что с увеличением продуктивности, а с ним и затраченной энергии на синтез молока, у коров, получавших в составе рационов кавитированные концентраты, энергетический обмен был более напряжённым.

3.6 Обмен азота и минеральных веществ в организме коров

Изучение использования азота рационами с различной обработкой концентрированных кормов, в организме дойных коров красной степной породы показало, что азот, принятый с кормами животных всех групп имел различие, так коровы I и II групп по сравнению с контролем потребляли его больше на 9,8 г (3,7 %) и 33,06 г (11,5 %). Переваривание, которого было также выше на 4,38 и 12,70 % выше в группах животных, получавших кавитированные концентраты. Кормление лактирующих коров рационами с кавитированными концентратами способствовало выделению азота с молоком, так её значения повысились на 11,0 и 15,3 %. Коэффициент использования азота на молоко от принятого составил в этих группах коров 30,7 и 30,4 %, что выше контрольных на 5,1 и 4,3 %, с более высоким на 12,7 и 26,5 % отложением в теле. Коэффициент использования азота, кальция от переваренного увеличился в двух опытных группах на 4,4 и 3,2 %; 1,9 и 3,92 %. В то время как коэффициент использования фосфора от принятого корма в опытных группах увеличился на 0,51 и 1,85 % по сравнению с контролем.

3.7 Метаболиты крови

В образцах крови опытных коров при более высоких показателях альбуминов, концентрация общего белка увеличилась на 7,36 ($P \leq 0,05$) и 4,09 г/л ($P \leq 0,05$), глюкозы – 0,90 и 0,97 ммоль/л относительно контрольной группы.

3.8 Молочная продуктивность дойных коров и физико-химические показатели молока

Проведённый эксперимент показал, что скармливание коровам кавитированных зерносмеси или пшеничных отрубей в составе рационов, позитивно влияли на процессы синтеза молока и его компонентов, в сравнении с традиционно подготовленными концентратами. Анализ данных учётного периода опыта свидетельствует, что наиболее высоким среднесуточный удой молока был в двух опытных группах получавших в составе рационов кавитированные концентраты (рис.3).

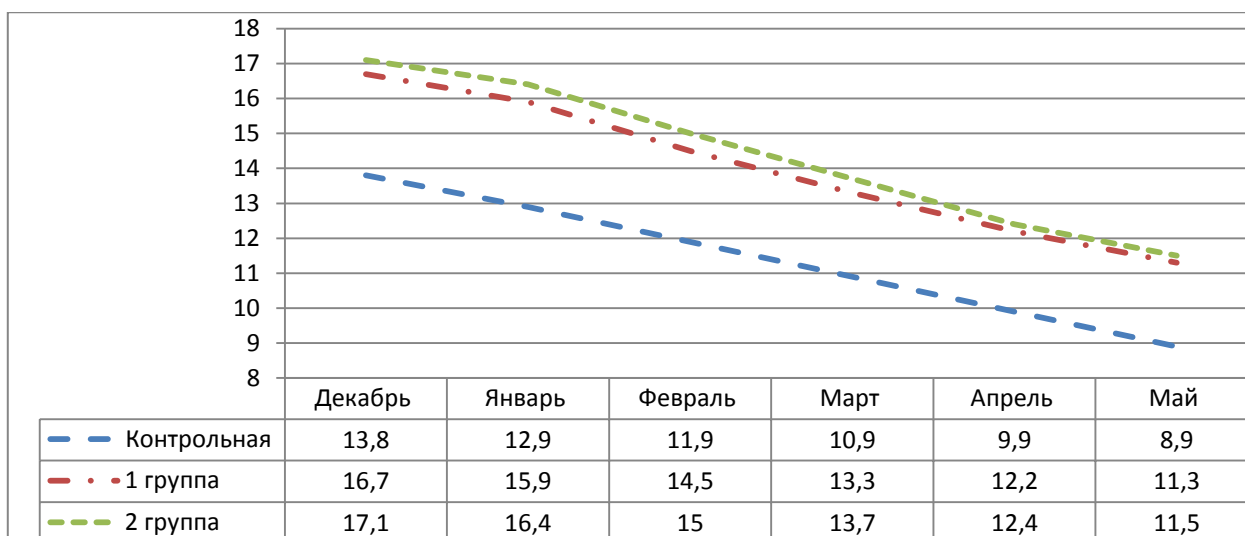


Рисунок 3. Суточный удой на корову, кг

Их усреднённые за период эксперимента значения в опытных группах составили 13,99 и 14,35 кг молока, в контрольной группе – 11,37 кг, что выше на 18,7 % и 20,8 % соответственно.

Следует отметить, что все животные, находящиеся на опыте, имели сравнительно выравненную лактацию – 76,9 - 78,1 %. Тем не менее, более равномерные удои имели животные I и II опытных групп (78,1 и 77,5 %).

Молочная продуктивность сравниваемых групп коров в целом за период опыта и качественные показатели молока показаны в таблице 3.

Таблица 3. Продуктивность и содержание отдельных компонентов молока

Показатель	Группы		
	контрольн ая	I опытная	II опытная
Удой за 182 дня лактации, кг	2070,0	2545,2	2611,7
Удой за первые 90 дней, кг	1160,0	1416,6	1458,1
Получено молока за период раздоя, %	56,0	55,7	55,8
Массовая доля жира, %	3,50	3,55	3,48
Количество молочного жира за опыт, кг	72,45	90,35	90,88
Массовая доля белка, %	3,29	3,30	3,28
Количество молочного белка за опыт, кг	68,1	84,0	85,7
Общий выход жира и белка с молоком, кг	140,6	174,5	176,6

Данные таблицы свидетельствует, что за основной период опыта фактический надой молока в среднем на одну корову составил в контроле 2070,0 кг, I и II опытных группах – 2545,2 и 2611,7 кг, что выше на 475,2 и 541,7 кг или 18,7 ($P \leq 0,01$) и 20,7 % ($P \leq 0,01$). соответственно. Наиболее высокими они были за первые три месяца лактации или в период раздоя (90 дней), где опытные группы превосходили контрольную на 256,6 и 298,1 кг или на 18,1 и 20,4 %.

При этом массовая доля жира и белка в надоенном молоке у подопытных групп коров имела незначительные различия, так их значения находились в пределах 3,48-3,55 % и 3,28-3,30 % соответственно.

Тем не менее, различная продуктивность подопытных животных сказалась на общем количестве молочного жира и белка. Так, содержание «молочного жира» и «массовой доли белков» за основной период опыта составило в контроле 72,45, в I – 90,35 и II – 90,88 кг и 68,1; 84,0; 85,7 кг, что выше на 19,8 и 20,3 % и 18,9 и 20,5 % в пользу опытных групп.

Для оценки молочной продуктивности используются не только количественные и качественные показатели, но и физико-химические. Усреднённые данные физико-химических показателей молока коров за опытный период лактации представлены в таблице 4.

Достоверных отличий показателей молока по сухому веществу и СОМО между сопоставляемыми группами особей не выявлено, их содержание находилось в пределах 12,20-12,49 % и 8,66-8,73 %. Более высокое содержание сухого вещества установлено в группе, где коровы получали кавитированные отруби.

Таблица 4. Физико-химические показатели молока

Показатель	Группы		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сухое вещество, %	12,20±0,515	12,39±0,530	12,49±0,450
СОМО, %	8,66±0,431	8,73±0,360	8,70±0,402
Жир, %	3,50±0,023	3,55±0,029*	3,48±0,024
Общий белок, %	3,29±0,002	3,30±0,001**	3,28±0,003*
Лактоза, %	4,56± 0,004	4,60±0,002*	4,65±0,003*
Зола, %	0,85± 0,013	0,94±0,009*	1,08±0,007*
Плотность, %	1027,4±2,13	1027,7±1,80	1030.6±1,92
Титруемая кислотность, °Т	18±0,24	17,5±0,20	17,5±0,23
Калорийность, ккал	62,9±2,67	63,5±1,16	63,04±2,77
Соотношение СОМО : жир	0,40	0,41	0,40
Соотношение жир : белок	0,94	0,92	0,94

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$ отношению к контрольной группе

Данные по физико-химическим показателям молока коров свидетельствуют, что более предпочтительным в пищевом значении оно было от коров опытных групп, у которых в сухом веществе молока содержание жира, белка и сахара было хотя и незначительно, но выше, что способствовало калорийности молока до 63,5 Ккал/100 г в I и 63,1 Ккал/100 г II опытных группах, тогда, как в контроле этот показатель составил 62,9 Ккал/100 г.

Плотность и кислотность молока характеризуют его натуральность и свежесть, данные этих показателей говорят, что во всех группах коров они находились в пределах нормы.

3.9 Трансформирование энергии и протеина сравниваемых рационов для синтеза молока и его компонентов

При кормлении дойных коров рационами, в состав которых включали кавитационно обработанные зерносмесь или пшеничные отруби, за период опыта дополнительно получено 15,9 и 17,6 кг молочного белка; 17,9 и 18,4 кг молочного жира; 22,7 и 27,0 кг лактозы, 1332,6 и 1429,1 МДж энергии (рис.4).

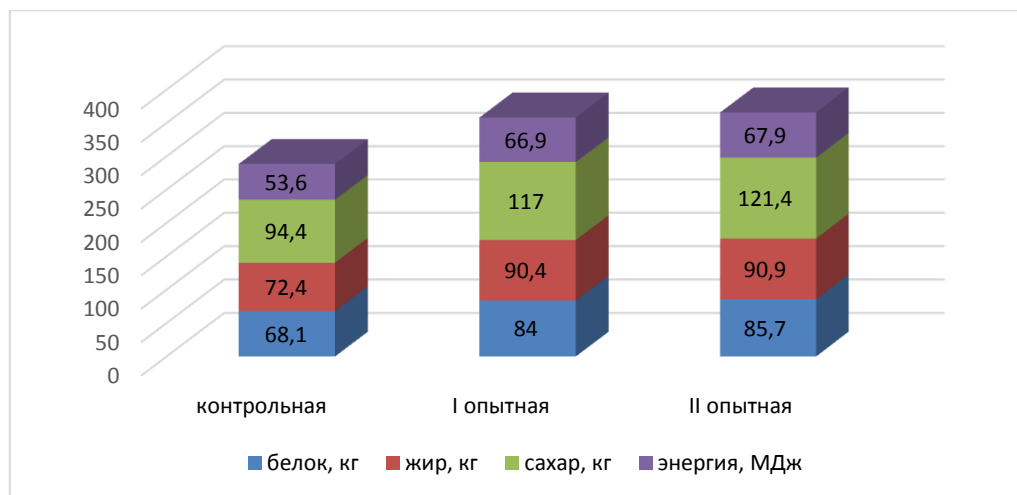


Рисунок 4. Выход питательных веществ с молоком

На основе полученных данных установлено, что затраты сырого протеина на образование 1 кг молока при суточном удое в контрольной группе 11,4 кг составили 145,0 г. Повышение суточного удоя коров I и II групп до 14,0 и 14,4 кг позволили снизить затраты данного питательного вещества на 15,4 и 9,7 %, расход энергии на 17,9 и 18,5 %.

Лучшей трансформацией протеина корма в продукцию отличались коровы I и II групп. Коэффициенты конверсии протеина кормов у этих животных по сравнению с контролем повысились на 4,2 и 2,4 %. Преобразование обменной энергии корма в энергию молока у коров I и II групп при использовании в составе рационов кавитационно обработанные концентраты протекало наиболее интенсивно, за счёт повышения синтеза жира в молоке. Увеличение коэффициентов трансформации обменной энергии составило 5, 8 и 5,6 %.

3.10 Экономическое обоснование применения кавитированных концентратов в рационе молочных коров

В результате исследований установлено, что затраты кормов на производство 1 ц молока в контрольной группе в натуральных величинах составили: сена злакового – 19,5 кг, бобового – 23,3 и силоса кукурузного – 139,4 кг. В относительных величинах в опытных группах эти показатели были меньше сена злакового на 17,4 и 17,8 %, бобового – 17,1 и 18,3 %, силоса кукурузного – 15, и 16,0 %. Что касается концентратной части рациона, то она съедалась полностью, не смотря на технологию её подготовки. При этом затраты концентрированных кормовых средств на 1 килограмм молока составили в контроле – 344,5 г, в I и II опытных группах 280,2 и 273,0 г.

Как отмечалось раньше, скармливание коровам кавитированных зерносмеси или пшеничных отрубей в составе рационов, отличающихся более высокой биологической ценностью, способствовало увеличению молочной продуктивности дойных коров. Это позволило снизить затраты питательных веществ на единицу продукции (1 ц молока) сухого вещества на 17,0 и 14,1 %, обменной энергии – 16,6 и 18,5 %, переваримого протеина – 14,4 %.

При сопоставлении данных по реализационной стоимости полученной продукции и производственными затратами определяли экономическую эффективность эксперимента (табл.5).

Из данных таблицы следует, что использование кавитированных концентратов в составе рациона по сравнению с традиционным дроблением привело к увеличению общих затрат на производство 1 ц молока, в I опытной группе на 7867,2 руб. и II на 7740,4 руб. Прибыль от реализации молока в нашем опыте изменялась по группам следующим образом от 1775,2 до 6155,2 руб. Прирост чистого дохода на каждое опытное животное групп коров, получавших в составе рациона концентраты, приготовленные по технологии кавитирования составил 3902,7 и 4380,0 руб.

**Таблица 5. Экономическая эффективность использования
кавитированных концентратов, при производстве молока**

Показатель	Группы		
	контрольная	I опытная	II опытная
Количество молока, фактической жирности, на одну корову, кг	2070,0	2545,2	2611,7
Массовая доля жира в молоке, %	3,50	3,55	3,48
Количество молока базисной жирности на одну корову, кг	2130,9	2657,5	2673,2
Реализационная стоимость, руб.	47625,615	59395,125	59746,02
Производственные затраты, руб.	45850,4	53717,2	53590,8
Прибыль от реализации, руб.	1775,2	5677,9	6155,2
Прирост прибыли относительно контроля, руб.	-	+3902,7	+4380,0
Уровень рентабельности, %	3,9	10,6	11,5

Уровень рентабельности в контрольной группе составил 3,9 % в то время, как в опытных группах, получавших в рационе испытуемые кавитированные концентраты 10,6 и 11,5 %, что выше на 6,7 и 7,6 %.

3.11 Производственная апробация

Использование кавитированной зерносмеси в рационе дойных коров красной степной породы позволило увеличить прирост чистого дохода, в среднем на голову, в опытной группе животных на 4354,7 руб. и уровень рентабельности – 7,3 % в сравнении с контролем.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Подготовка зерносмеси и пшеничных отрубей по технологии кавитационного воздействия содействует понижению содержания сырой клетчатки и крахмала на 35,6 %; 19,5 и 3,6; 3,8 %.

2. Использование в составе рациона дойных коров красной степной породы кавитированных зерносмеси или пшеничных отрубей способствует снижению дефицита сахаров, относительно нормы, по сравнению с традиционной их подготовкой в среднем на 7,5 и 18,1 %.

3. Кормление лактирующих коров рационами с кавитированными концентратами оказывает положительное влияние на потребление кормов и питательных веществ. Так, животные контрольной группы уступали аналогам из I и II опытных групп по потреблению: энергетических кормовых единиц на

2,49 и 2,80 %; сухого вещества – 2,04 и 8,28 %; обменной энергии – 2,50 и 2,79 %; переваримого протеина – 4,81 и 8,10 %.

4. Введение в рацион коров кавитированных концентратов содействует увеличению коэффициентов переваримости по сухому веществу 3,6 и 4,1 %, органическому – 2,5 и 3,5 % ($P \leq 0,05$). Также сырому протеину на 2,6 и 3,2 % ($P < 0,05$), жиру – 2,0 и 2,8 % ($P \leq 0,01$), клетчатки – 1,5 и 1,8 % и БЭВ – 3,8 и 5,3 % ($P \leq 0,05$).

5. В опытный период лактации (182 дня) лучше использовалась валовая, переваримая и обменная энергии корма на образование молока животных, получавших рационы с кавитированными концентратами. Совершенствование условий питания коров содействовало повышению продуктивного использования обменной энергии на 4,3 и 4,1 %, энергии суточного удоя на – 19,1 и 23,9 %.

6. Физиологическая оценка животных при потреблении кавитированных концентратов в составе рациона, не выявила отрицательного влияния на их состояние, при этом в сравнении с аналогами из контроля, в крови установлено повышение общего белка на 6,86 и 4,09 г/л, концентрации глюкозы 0,90 ($P \leq 0,05$) и 0,97 ммоль/л ($P \leq 0,05$),

7. Включение кавитированных концентратов при кормлении дойных коров привело к росту молочной продуктивности в I опытной группе на 18,6 и II опытной на 20,7 %. В этой связи, массовая доля белка и жира в молоке увеличилась на 18,9; 20,5 % и 19,9; 20,2 % соответственно.

8. Коэффициент конверсии протеина корма в белок молока у опытных животных повысился на 4,4 и 2,6 % ($P \leq 0,05$), по сравнению с контрольными. Преобразование обменной энергии сравниваемых рационов в продукцию увеличилось на 6,7 и 7,2 % ($P \leq 0,01$), в пользу двух опытных групп животных.

9. Использование технологии кавитирования концентратов, по сравнению с традиционным дроблением, привело к увеличению общих затрат на производство 1 ц молока на 17,2 и 16,9 %, тем не менее за счёт увеличения молочной продуктивности прирост чистого дохода на каждое животное составил 3902,7 и 4380,0 руб., уровень рентабельности повысился на 6,7 и 7,6 %.

5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В целях повышения молочной продуктивности коров красной степной породы рекомендуем с учетом качества грубых и сочных кормов в состав рациона включать кавитированные концентраты, данный приём подготовки зерносмеси или пшеничных отрубей позволит снизить себестоимость 1 ц продукции на 4,7 и 7,3 %, повысить уровень рентабельности на 6,7 и 7,6 %.

6. ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема диссертационного исследования перспективна в направлении:

– повышения пищевой ценности и биологической продуктивности рациона молочных коров, через применение передовых технологий подготовки концентрированных кормов;

– расширение исследований по формированию новых знаний о влиянии воздействия новых кормовых продуктов направленного действия на репродуктивную способность физиологического цикла маточного поголовья крупного рогатого скота, молочного направления продуктивности.

7. СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Ширнина, Н.М. Поступление и переваримость питательных веществ рациона дойными коровами при введении концентратов различных способов подготовки / Н.М., Ширнина, Н.Н. Докина, И.А. Рахимжанова, **В.В. Кононец** // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5 (91). – С. 221-226.

2. Ширнина, Н.М. Использование энергии лактирующими коровами красной степной породы при скормливание рационов с концентратами различной подготовки / Н.М. Ширнина, И.А. Рахимжанова, **В.В. Кононец** // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (93). – С. 248-254.

3. **Кононец, В.В.** Гематологические показатели лактирующих коров при использовании в рационе концентратов с различной подготовкой / В.В. Кононец, Н.М. Ширнина, И.А. Рахимжанова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 5 (97). – С. 277-282.

4. Ширнина, Н.М. Увеличение эффективности производства молока коров при использовании в составе рационов кавитационно обработанных концентратов / Н.М. Ширнина, Б.С. Нуржанов, И.А. Рахимжанова, **В.В. Кононец** // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105. – № 2. С. 49-59.

5. **Кононец, В.В.** Влияние рационов с различной подготовкой концентратов на рубцовое пищеварение и переваримость питательных веществ лактирующих коров / В.В. Кононец, Н.М. Ширнина, Б.С. Нуржанов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 104. – С. 147-152.

6. **Кононец, В.В.** Обмен азота и минеральных веществ в организме дойных коров при включении в рационы кавитированных концентратов / В.В. Кононец // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4 (102). – С. 287-292.

7. Ширнина, Н.М. Экономическое обоснование использования кавитированных концентратов в рационе молочных коров / Н.М. Ширнина, Б.С. Нуржанов, И.А. Рахимжанова, **В.В. Кононец** // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – № 1. – С. 110-121.

8. Ширнина, Н.М. Кавитированные концентраты как стимулирующий фактор продуктивности дойных коров / Н.М. Ширнина, **В.В. Кононец** // Животноводство и кормопроизводство. – 2024. – Т. 107. – № 4. С. 192-205.

9. **Кононец, В.В.** Влияние подготовки концентрированных кормов на эффективность рационов дойных коров / В.В. Кононец, Н.М. Ширнина, Б.С. Нуржанов // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 10 (211). – С. 105-112.

10. **Кононец, В.В.** Оценка использования приёмов подготовки концентрированных кормов в рационах дойных коров / В.В Кононец, Б.С Нуржанов, Н.М Ширнина // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2025. – № 10. С. 119-130.

Патент РФ на изобретение

11. Способ повышения трансформации питательных веществ рационов молочных коров в продукцию / Б.С. Нуржанов, Н.М. Ширнина, И.А. Рахимжанова, **В.В. Кононец**. Патент на изобретение RU 2821593 С1, 25.06.2024. Заявка № 2023119074 от 19.07.2023.

Публикации в других научных изданиях

12. Ширнина, Н.М. Кавитированные концентраты для дойного стада / Н.М. Ширнина, Б.С. Нуржанов, И.А. Рахимжанова, **В.В. Кононец** // Животноводство России. – 2022. – № 11. – С. 35-37.

13. **Кононец, В.В.** Влияние различного способа подготовки концентратов на их химический состав и переваримость питательных веществ рациона лактирующих коров / В.В. Кононец, И.А. Рахимжанова, Н.М. Ширнина // Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. – Оренбург. «Агентство Пресса» – 2022. – С. 521-525.

14. Рахимжанова, И.А. Перспективы применения кавитационных технологий в сельском хозяйстве / И.А. Рахимжанова, А.С Байков, А.Х. Тажбаев, **В.В Кононец**, В.В. Пугачёв, А.В. Виноходов // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет. – 2023. – С. – 128-131.

15. Рахимжанова, И.А. Эффективность применения современных способов кавитации для животноводческих комплексов / И.А. Рахимжанова, А.С Байков, А.Х. Тажбаев, **В.В Кононец** // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет. – 2023. – С. 131-136.

16. **Кононец, В.В.** Результативность применения кавитированных концентратов в рационах дойных коров / В.В Кононец // Наука в современном мире: актуальные вопросы, достижения и инновации в животноводстве и растениеводстве. Материалы II Всероссийской молодежной научно-практической конференции. "Наука будущего – наука молодых" посвященной 300-летию Российской академии наук. – Оренбург: ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН. – 2023. – С. 14-17.

**Эффективность применения кавитированных концентратов
в кормлении лактирующих коров**

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

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Подписана в печать 24.10.2025 г.
Формат 60х90/16. Объем - 1,0 усл. печ. л
Тираж 100 экз, Заказ № 17

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