

Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 109. № 2. С. 159-168.

Animal Husbandry and Fodder Production. 2024. Vol. 109. No. 2. P. 159-168.

Научная статья

УДК 636.22/.28.086.7:636.088.5(571.15)

doi: 10.33284/2658-3135-109-2-159

**Влияние инновационных технологий переработки кормов на молочную продуктивность
и физиологическое состояние дойных коров**

Виталий Викторович Горшков¹

¹Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

¹vita-gorshkov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3407-0552>

Аннотация. Одной из актуальных задач является формирование кормовых рационов, позволяющих повысить продуктивность животных и обеспечить их полноценное использование. В Алтайском крае имеются эндемические растительные ресурсы, такие как облепиха, переработка которых позволяет получить корма с высоким содержанием дефицитных элементов питания – протеина, витаминов, минеральных веществ. Современные технологии обработки кормового сырья, в частности при использовании гидродинамического диспергирования, при совместном использовании с продуктами переработки местного ягодного сырья, позволяют уникально обогащать рационы, тем самым позволяя не только повысить молочную продуктивность, но и улучшить качество молока и физиологическое состояние животных. В результате обработки смеси зерновых в диспергаторе количество моно- и олигосахаров в рационах дойных коров увеличивается в 2,5-3 раза, что позволило повысить молочную продуктивность на 17,1 %, а при скармливании в рационе молочных коров дополнительно к получаемой зерновой каше шрота из облепихи увеличивает удой на 21,3 %. Использование указанных переработанных растительных ресурсов положительно сказывается на продуктивности и физиологии молочных коров.

Ключевые слова: растительные ресурсы, комбикорм, зерно, шрот, облепиха, региональное сырье, кормление, молочный скот

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-510-44011.

Для цитирования: Горшков В.В. Влияние инновационных технологий переработки кормов на молочную продуктивность и физиологическое состояние дойных коров // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 2. С. 159-168. [Gorshkov VV. The impact of innovative feed processing technologies on milk productivity and physiological state of dairy cows. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(2):159-168. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-2-159>

Original article

**The impact of innovative feed processing technologies on milk productivity and physiological state
of dairy cows**

Vitaly V Gorshkov¹

¹Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia

¹vita-gorshkov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3407-0552>

Abstract. One of the pressing challenges is the development of feed rations that enhance animal productivity and ensure their full utilization. The Altai Krai region boasts endemic plant resources, such as

sea buckthorn, whose processing yields feed rich in deficient nutrients such as protein, vitamins, and minerals. Modern feed processing technologies, particularly those using hydrodynamic dispersion and combined with processed local berry products, enable uniquely enriched rations, thereby not only increasing milk production but also improving milk quality and animal well-being. Processing a grain mixture in a dispersant increases the amount of mono- and oligosaccharides in dairy cow diets by 2.5-3 times, increasing milk productivity by 17.1%. Feeding sea buckthorn meal to dairy cows in addition to the grain porridge increases milk yield by 21.3%. The use of these processed plant resources has a positive effect on the productivity and physiology of dairy cows.

Keywords: plant resources, compound feed, grain, meal, sea buckthorn, regional raw materials, feeding, dairy cattle

Acknowledgments: the work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, Project No. 19-510-44011.

For citation: Gorshkov VV. The impact of innovative feed processing technologies on milk productivity and physiological state of dairy cows. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2026;109(2):159-168. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-2-159>

Введение.

В современных экономических условиях одним из ключевых условий эффективного молочного скотоводства является организация физиологически обоснованного кормления на основе инновационных технологий производства и переработки кормов (Быков А.В. и др., 2011; Обрушникова Л.Ф. и др., 2023; Горшков В.В. и Дерябина М.В., 2023). Поэтому для поддержания хорошего состояния здоровья (Агафонова Е.А. и др., 2023), иммунитета и высокой продуктивности в животноводстве широко используют разнообразные нетрадиционные корма и кормовые добавки (Попова Г.М. и др., 2023; Шаабан М., 2023).

Одним из перспективных направлений кормопроизводства в Алтайском крае является использование продуктов переработки местного эндемичного растительного сырья – ягод, например, облепихи (Горшков В.В. и Кундиус В.А., 2020). Уникальные продукты из этой ягоды содержат в своём составе целый спектр разнообразных питательных и биоактивных компонентов, включая такие важные нутриенты, как каротиноиды, биофлавоноиды, комплекс водо- и жирорастворимых витаминов (В, Е, С, К, Р), а также минеральную группу, состоящую из разнообразных макро- и микроэлементов и органических кислот. Плоды облепихи и продукты от ее переработки улучшают устойчивость организма к разным инфекциям, повышают иммунный статус организма, а листья облепихи, богатые бактерицидными веществами растительного происхождения (фитонцидами), обладающими бактериостатическим эффектом и дубильными веществами (Щетинин М.П. и др., 2011).

Еще одним перспективным направлением кормопроизводства является использование инновационных технологий переработки имеющегося сырья, в частности зерновых концентрированных кормов. В настоящее время уже используются такие физические способы обработки концентрированных кормов, как измельчение, экструдирование, пропаривание и кавитация (Быков А.В. и др., 2011; Галиев Б.Х. и др., 2017; Ширнина Н.М. и др., 2022). Поэтому поиск новых прогрессивных способов обработки кормов, способных повысить их питательность является актуальной задачей современного кормопроизводства.

Цель исследования.

Оценка молочной продуктивности и качества молока дойных коров при использовании зерновых кормосмесей, обработанных с помощью гидродинамического диспергирования с добавлением в их состав облепихового шрота.

Материалы и методы исследования

Объект исследования. Количественные и качественные показатели молочной продуктивности коров симментальской породы.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: протоколы Женевской конвенции и принципы надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Исследования по эффективности скармливания дойным коровам продуктов переработки растительных ресурсов – облепихового шрота и зерновой каши и влияние их на молочную продуктивность проводили на базе СПК «Заря» Тогульского района Алтайского края. Теоретическое обоснование и разработка эксперимента в ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» (Российская Федерация, г. Барнаул), Монгольский государственный сельскохозяйственный университет (Монголия, Улан-Батор).

По принципу аналогов предварительно было отобрано три группы дойных коров симментальской породы (помесь с красно-пестрыми голштинами), второй лактации по 10 голов в группе с учетом их породной принадлежности и кровности, возраста лактации, живой массы и продуктивности за предыдущую лактацию. Содержание животных привязное с трёхкратным доением.

Коровы контрольной группы получали основной рацион, в котором концентрированные корма раздавали в привычном сухом виде, и который включал (на голову в сутки): силос кукурузный в количестве 9 кг, сенаж эспарцетовый с добавлением разнотравья – 20 кг, солому пшеничную – 2 кг, жмых подсолнечника – 1 кг, патоку – 1 кг, общая питательность рациона: 19 ЭКЕ, 19,1 кг сухого вещества, 190 МДЖ обменной энергии, 2630 г сырого протеина, 1797 переваримого протеина, сырая клетчатка – 4,23 кг. Растительные корма предварительно помещали в кормосмеситель, получая монокорм.

Животным 1 опытной группы скармливали полужидкую зерновую смесь в виде каши, полученную в результате обработки нормы смеси зерновых на аппарате УПК-50, а коровам 2 опытной группы включали в составе рациона к зерновой кашеобразной смеси дополнительно шрот облепиховый, в количестве 600 г на голову в сутки ступенчатым перемешиванием, т. е. по 200 г при каждом кормлении. Обработку концентратов проводили непосредственно перед кормлением. Концентраты давали во время дойки.

Оборудование и технические средства. Универсальный кормоприготовитель УПК-50 разработан и предоставлен для исследования ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (г. Барнаул, Россия). Облепиховый шрот произведен в ЗАО «Алтайвитамины» (г. Бийск, Россия). Химический анализ кормов, зерновой каши, получаемой после обработки концентратов на УПК-50 и шрота облепихи проводили в лаборатории ФГБНУ «Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий» (ФАНЦА). Качественные показатели молока (массовую долю жира, массовую долю белка, СОМО, плотность) определяли в лаборатории кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства биолого-технологического факультета Алтайского государственного аграрного университета на аппарате «Лактан 1-4» (ООО ВПК «СибагроПРИБОР», Россия). Исследование крови проводили в АКГБУ «Алтайский краевой ветеринарный центр по предупреждению и диагностике болезней животных» по стандартным методикам.

Статистическая обработка. Статистический анализ выполняли с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) и обработкой данных в «Statistica 10.0» («StatSoft Inc.», США). Статистическая обработка включала расчет среднего значения (М) и стандартные ошибки среднего ($\pm$ SEM). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

Эффективность развития биоинтенсивных технологий производства органической продукции животноводства во многом обусловлена спецификой сельскохозяйственного производства, в

том числе условиями, сложившимися в регионе и интенсивностью использования животноводческого потенциала Алтайского края.

Анализ облепихового шрота показал, что он содержит в среднем в 1 кг достаточно много переваримого протеина – 226 г (26,7 % сырого протеина), сырой клетчатки – 16,9 %, жира – 7,98 %, БЭВ – 44,2 и 2,6 % золы, а также количество каротина на уровне зеленой травы или бобового сена – более 32 мг/кг и витамин Е – 106,5 мг/кг. Энергетическая ценность одного килограмма шрота облепихи составил 11,8 МДж при общей питательности 1,13 кормовых единиц. Несомненным преимуществом являлось содержание в облепиховом шроте незаменимых аминокислот (%): лизина – 0,55, метионин – 0,10 и триптофан – 0,31, а также макро-и микроэлементы: большое количество железа – 200 мг/кг, марганца – 22 мг/кг, меди – 11 мг/кг и цинка – 32 мг/кг, а также фосфор – 0,39 %, калий – 0,64 %, магний – 0,1 % и фосфор – 0,39 %.

Как показали исследования, обработка смеси зерновых компонентов комбикорма универсальным кормоприготовителем УПК-50, уникальность обработки сырья которого обусловлена использованием эффекта гидродинамического диспергирования, произошло нарушение клеточной оболочки зерна и эндосперма, и как следствие, высвобождение сахаров.

В соответствии с планом исследования, опытные дойные животные получали не отличающийся по составу монорацион – основной рацион, включающий распространенные в хозяйстве корма кукурузный силос, сенаж эспарцетовый (75 %) с добавлением разнотравья (25 %), пшеничную солому и жмых подсолнечниковый, а также зерновую смесь концентратов (пшеница, ячмень и овес в соотношении 2:2:1) в виде комбикорма.

Скармливание животным в составе рациона кашеобразной зерновой концентрированной смеси, полученной после обработки концентратов на УПК-50, и дополнительное включение в состав рациона шрота из облепихи оказало заметное влияние на характер формирования продуктивных качеств и распределения суточной молочной продуктивности дойного опытного поголовья (рис. 1), отраженное на лактационных кривых по группам.

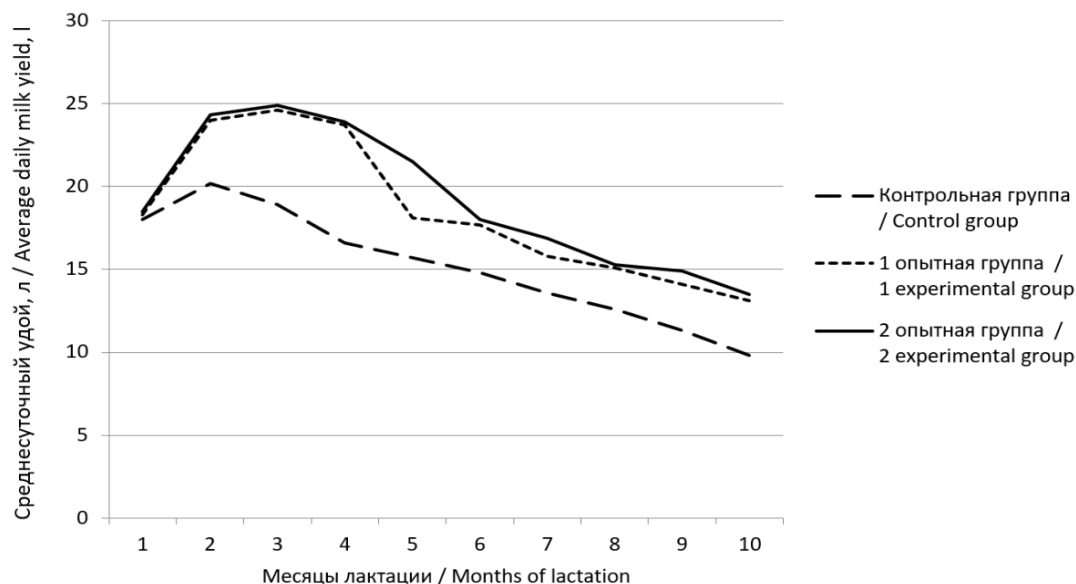


Рисунок 1. Лактационные кривые среднесуточных удоев коров за период исследований
Figure 1. Lactation curves of average daily milk yield of cows during the research period

На приведенной на рисунке 1 динамике распределения суточных удоев по результатам контрольного доения можно отметить, что максимальный уровень молочной продуктивности на разное в опытных группах с новой технологией обработки зерновых кормов отмечается на третий месяц лактации, после чего наблюдается плавное снижение лактационной кривой, тогда как кон-

трольные животные имели максимальный уровень суточного удоя ко второму месяцу доения, после чего практически сразу отмечалось снижение удоев животных, и как следствие более низкому уровню общей молочной продуктивности.

Процесс снижения лактации с третьего месяца в опытных группах физиологически обосновано и обусловлено плодотворным осеменением, и, как следствие, наступившей стельностью дойных коров. Следует отметить, что балансирование рационов молочных коров по сахаропротеиновому отношению использованием обработанных на универсальном кормориготовителе концентратов с добавлением облепихового шрота, положительно отразилось на плавности снижения лактации, способствовало более стабильным показателям среднесуточных удоев по опытному стаду на протяжении всей контролируемой лактации.

В итоге можно сделать вывод, что при скармливании дойным коровам опытных групп смеси зерновых компонентов рациона, обработанных с использованием роторного механизма, обеспечивающего процесс гидродинамического диспергирования зерна в водной среде, и особенно при обогащении каши, полученной на универсальном приготовителе кормов облепиховым шротом, показывает выраженную положительную динамику количественных и качественных показателей молочной продуктивности (рис. 2, табл. 1).

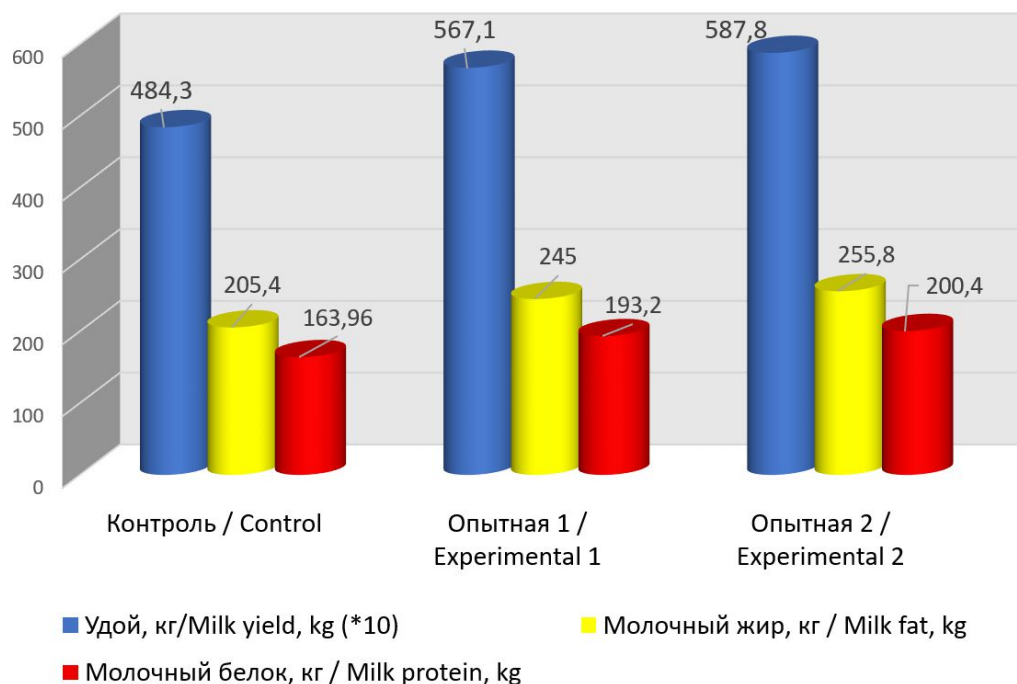


Рисунок 2. Уровень молочной продуктивности экспериментальных животных (за 305 дней лактации)

Figure 2. The level of milk productivity of experimental animals (for 305 days of lactation)

Как следует из данных, приведенных на рис. 2, наибольшее количество молока за стандартную лактацию получили в опытной группе дойных коров, которым скармливали в составе рациона смесь зерновых в концентратах, обработанных в кормоприготовителе с одновременным добавлением облепихового шрота – 5878 кг, что на 1035 кг или 21,4 % было больше, чем получено от контрольной группы коров за тот же лактационный период ($P \leq 0,001$), а разница с преимуществом по сравнению с 1 опытной группой, животные которой получали только диспергированную зерновую смесь, составила 207 кг или на 3,7 %.

Таблица 1. Качество молока в зависимости от обработки зернового корма
Table 1. Milk quality depending on grain feed processing

Показатель / Indicator	Группы / Groups					
	контрольная / control		опытная 1 / experimental 1		опытная 2 / experimental 2	
	$\bar{X} \pm m_x$	Cv, %	$\bar{X} \pm m_x$	Cv, %	$\bar{X} \pm m_x$	Cv, %
МД* жира, % / MF of fat, %	4,24±0,021	1,5	4,32±0,029	2,1	4,35±0,032	2,4
МД* белка, % / MF of protein, %	3,39±0,005	0,4	3,41±0,006	0,6	3,41±0,006	0,6

Примечание: МД* – массовая доля

Note: MF* – mass fraction

Группа опытных коров, получавших зерновую кашу с рационом без добавления шрота, превосходили контрольных животных по удою на 17,1 % (или на 828 кг, $P \leq 0,001$).

Использование в рационах дойных коров зерновых кормов, обработанных гидродинамическим диспергированием на кормоприготовителе УПК, оказало положительное влияние на жирномолочность, показатель которой во 2 опытной группе на 0,03 % превосходил 1 опытную и на 0,11 % – контрольную группу, составив в среднем по стаду 4,35±0,032 %.

В соответствии с изменением жирномолочности адекватно изменяется содержание молочного жира, по содержанию которого 2 опытная группа с высокой степенью достоверности превосходила контроль на 24,5% (или 50,4 кг, $P \leq 0,001$). Контрольные животные по количеству молочного жира также достоверно уступали 1 опытной на 19,3 % (или на 39,6 кг, $P \leq 0,001$).

Скармливание дойным коровам в опытных группах зерновых обработанных на диспергаторе кормов повлияло на изменение белкомолочности, показатель которого вырос до 3,41 %, что превысил показатель в контрольной группе на 0,02 %. Это также отразилось и на показателе молочного белка, который во 2 опытной группе был наибольшим и составил 200,4 кг, что на 22,2 % (или на 36,44 кг, $P \leq 0,001$) превысило контрольные показатели и на 7,2 кг – 1 опытную группу, которая превосходила контроль по белкомолочности на 17,8 % (или на 29,2 кг, $P \leq 0,001$).

Очень важным критерием оценки эффективности кормления является хорошее состояние здоровья животных, работа адаптационных механизмов по использованию кормов и их положительное состояние на физиологическое состояние животных.

Уровень адаптации молочных коров к новым условиям кормления и содержания нами был изучен по гематологическим показателям, отражающих актуальный физиологический статус животных в меняющихся гигиенических условиях.

Морфологический анализ крови показал, что в начале эксперимента количество форменных элементов крови находилось в пределах нижней границы физиологической нормы, в том числе, эритроцитов – $5,49 \dots 5,73 \times 10^{12}/л$, лейкоцитов – $8,1-9,7 \times 10^9/л$, количество гемоглобина в контрольной группе было несколько выше – 89,7 г/л по сравнению с опытными группами – 86,4-9,3 г/л.

Повторный анализ крови, проведенный по окончании исследований, показал, что по содержанию гемоглобина и эритроцитов в крови опытные молочные коровы превосходили контрольных, что, вероятно, может свидетельствовать о улучшении физиологических процессов окисления-восстановления в тканях организма, и возможном увеличении трансферта кислорода, питательных и пластических веществ.

Увеличение содержания гемоглобина в крови опытных групп коров с заметным преобладанием во 2 опытной и величиной показателя до 95,2±4,73 г/л, вероятно, свидетельствует о возрастании величины интенсивности протекания восстановительно-окислительных процессов в организме подопытных животных, в рационах которых концентрированные корма были представлены обра-

ботанной зерновой смесью в кашеобразном виде, полученной в кормоприготовителе с включением облепихового шрота.

По содержанию белых клеток крови, лейкоцитов, опытные и контрольная группы не выходили за границы физиологической нормы в начале и конце эксперимента, что свидетельствует об отсутствии воспалительных процессов в организме дойных коров. Следует отметить, что животные контрольной группы в конце эксперимента имели большее количество лейкоцитов (в пределах верхней границы физиологической нормы), а наименьшее их количество в крови было отмечено во 2 опытной группе. Возможно положительное влияние на клеточный иммунный статус организма дойных коров и снижение возможных воспалительных реакций, вызванных технологическими факторами (например, во время доения), оказал вводимый фитопродукт – облепиховый шрот, обладающий хорошими антиоксидантными свойствами.

Обсуждение полученных результатов

Зерновые концентрированные корма являются источником энергии. Поэтому перспективным трендом возмещения недостатка легкоусваиваемых животными углеводов в рационах является использование разных способов обработки высокоэнергетических крахмалсодержащих зерносмесей. Кроме того, эффективное переваривание клетчатки корма и молокообразование возможны при оптимальном сахаропротеиновом отношении (Ширнина Н.М. и др., 2022).

Поэтому разрабатываются и внедряются инновационные технологии переработки и рационального использования концентрированных кормов (Ширнина Н.М. и др., 2018). Однако, современные способы обработки кормов – экономически затратные, трудоемкие, или в процессе обработки происходит заметное разрушение размалывающих поверхностей рабочих органов.

Инновационным способом обработки крахмалсодержащих растительных кормовых ресурсов является воздействие дисмембратором кормоприготовителя, действующего с использованием физического эффекта диспергирования, при котором за счёт таких физических гидродинамических явлений, как пульсация давления, турбулентности и кавитации, в потоке движущей жидкости происходит разрушение структур клеточной стенки и крахмала из эндосперма зерновки, что позволяет высвободить простые сахара (Камышов Ю.Н., 2012). Анализ молочной продуктивности коров свидетельствует об эффективности обработки, а полученные данные являются уникальными.

Дополнительное обогащение рационов дойных коров вторичными фитопродуктами на основе облепихового шрота, вследствие обогащения рациона, способствует улучшению физиологии животных, усвояемости кормов, что, в конечном итоге, оказывает положительное влияние на молочную продуктивность скота.

Использование в рационах молочного крупного рогатого скота обработанных кормоприготовителем растительных зерновых ресурсов позволило, по сравнению с контрольными животными, повысить молочную продуктивность на 17 %, содержание жира в молоке – на 0,08 и белка – на 0,02 %. Животные, которым включали в состав рациона обогащенную сахарами зерновую кашу, за счет дополнительной обработки комбикорма с включением в рацион шрота из облепихи, превосходили контрольных однолотов по удою – на 21,4 % или 1035 кг валовой продуктивности за 305 дней, жирно- и белкомолочности, соответственно, на 0,11 % и 0,02 %.

Использование обработанного зерна и облепихового шрота не оказало отрицательного влияния на здоровье животных и поедаемость корма, все гематологические показатели были в норме.

Заключение.

Обработка концентрированных кормов на УПК-50 с дополнительным обогащением рационов шротом от переработки облепихи позволяет повысить удои на 17,1-21,4 %, а также увеличивает количество молочного жира на 19,3-24,5 %, молочного белка – на 17,8-22,2 %. Полученные результаты являются уникальными и аналогичных исследований обработки зерновых кормов с использованием подобного оборудования (диспергатора) и облепихового шрота не обнаружено.

Список источников

1. Агафонова Е.А., Шейда Е.В., Кван О.В. Использование ферментов в кормлении крупного рогатого скота, последствия для здоровья и продуктивности (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 1. С. 132-143. [Agafonova EA, Sheida EV, Kvan OV. Enzyme use in cattle nutrition, implications for health and productivity (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(1):132-143. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-132>
2. Биотехнологическая подготовка кормовых средств к скармливанию в рационах сельскохозяйственных животных (обзор) / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, К.Ш. Картекинов и др. // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 127-132. [Shirmina NM, Galiev BKh, Kartekenov KSh, et al. Biotechnological preparation of feed materials in diets of agricultural animals (review). Herald of Beef Cattle Breeding. 2017;2(98):127-132. (In Russ.)].
3. Влияние кавитационной обработки на химический состав, питательность и переваримость сухого вещества концентрированных кормов / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, А.С. Байков и др. // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 190-196. [Galiyev BKh, Shirmina NM, Baykov AS, et al. Effect of cavitation treatment on chemical composition, nutritional value and digestibility of dry matter in concentrated feeds. Herald of Beef Cattle Breeding. 2017;4(100):190-196. (In Russ.)].
4. Горшков В.В., Дерябина М.В. Оценка потенциала развития органического животноводства в Алтайском крае // Grand Altai Research & Education. 2023. № 1(19). С. 3-13. [Gorshkov VV, Deryabina MV. Assessment of the potential for the development of organic animal husbandry in the Altai Territory. Grand Altai Research & Education. 2023;1(19):3-13. (In Russ.)]. doi: 10.25712/ASTU.2410-485X.2023.01
5. Горшков В.В., Кундиус В.А. Перспективы развития органического животноводства стран Большого Алтая на основе биотехнологий // Grand Altai Research & Education. 2020. № 1(12). С. 44-53. [Gorshkov VV, Kundius VA. Perspektivy razvitiya organicheskogo zhivotnovodstva stran Bol'shogo Altaia na osnove biotekhnologii. Grand Altai Research & Education. 2020;1(12):44-53. (In Russ.)]. doi: 10.25712/ASTU.2410-485X.2020.01.005
6. Камышов Ю.Н. Обоснование конструктивных параметров рабочих органов дисмембраторов для получения жидких кормовых смесей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Барнаул, 2012. 19 с. [Kamyshov YUN. Obosnovanie konstruktivnykh parametrov rabochih organov dismembratorov dlya polucheniya zhidkih kormovykh smesey: avtoref. dis. ... kand. tekhnich. nauk. Barnaul; 2012:19 p. (In Russ.)].
7. Перспективы использования кавитационного гидролиза некрахмальных полисахаридов / А.В. Быков, Л.В. Межуева, С.А. Мирошников и др. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 4(123). С. 123-127. [Bykov AV, Mezhueva LV, Miroshnikov SA, et al. Prospects of use of cavitation hydrolysis of non-starch polysaccharides. Vestnik Orenburg State University. 2011;4(123):123-127. (In Russ.)].
8. Попова Г.М., Нуржанов Б.С., Дускаев Г.К. О возможностях использования фитобиотических добавок в рационах сельскохозяйственных животных (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2023. № 106. № 2. С. 152-175. [Popova GM, Nurzhanov BS, Duskaev GK. About the possibilities of using phytobiotic additives in the diets of farm animals (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(2):152-175. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-152>
9. 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. [Shirmina NM, Nurzhanov BS, Rakhimzhanova IA, Kononets VV. Increasing the efficiency of cow milk production when using cavitation-treated concentrates as part of diets. Animal Husbandry and Fodder Production. 2022;105(2):49-59. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-2-49>
10. Шаабан М. Анализ российского рынка кормовых добавок (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 3. С. 76-91. [Shaaban M. Analysis of the Russian feed addi-

tives market (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(3):76-91. (*In Russ.*)]
<https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-76>

11. Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Быков А.В. О восполнении дефицита легкоусвояемых углеводов в рационе жвачных животных с применением биотехнологий (обзор) // *Животноводство и кормопроизводство*. 2018. Т. 101. № 1. С. 123-131. [Shirнина NM, Galiev BKh, Bykov AV. On deficit supplementation of digestible carbohydrates in the diet of ruminants using biotechnology (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018;101(1):123-131. (*In Russ.*)].

12. Щетинин М.П., Кольтюгина О.В., Лоскутова Г.А. Облепиха и безотходные технологии производства продуктов питания с ее использованием: монография М.: КолосС, 2011. 176 с. [Shchetinin MP, Kol'tyugina OV, Loskutova GA. Oblepikha i bezotходnye tekhnologii proizvodstva produktov pitaniya s ee ispol'zovaniem: monografiya. Moscow: KolosS; 2011:176 p. (*In Russ.*)].

13. Экстерьерные особенности, молочная продуктивность и качество молока коров красной степной породы при использовании в рационах новых пребиотических кормовых добавок / Л.Ф. Обрушникова, М.И. Сложенкина, И.Ф. Горлов, Д.В. Николаев, С.А. Суркова, С.А. Брехова // *Животноводство и кормопроизводство*. 2023. Т. 106. № 2. С. 63-74. [Obrushnikova LF, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Nikolaev DV, Surkova SA, Brekhova SA. Exterior peculiarities, milk productivity and quality of the Red steppe cows after feeding with new prebiotic feed additives. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(2):63-74. (*In Russ.*)]
<https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-63>

References

1. Agafonova EA, Sheida EV, Kvan OV. Enzyme use in cattle nutrition, implications for health and productivity (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(1):132-143.
<https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-132>

2. Shirnina NM, Galiev BKh, Kartekenov KSh, et al. Biotechnological preparation of feed materials in diets of agricultural animals (review). *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2017;2(98):127-132.

3. Galiyev BKh, Shirnina NM, Baykov AS, et al. Effect of cavitation treatment on chemical composition, nutritional value and digestibility of dry matter in concentrated feeds. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2017;4(100):190-196.

4. Gorshkov VV, Deryabina MV. Assessment of the potential for the development of organic animal husbandry in the Altai Territory. *Grand Altai Research & Education*. 2023;1(19):3-13.
doi: 10.25712/ASTU.2410-485X.2023.01

5. Gorshkov VV, Kundius VA. Prospects for the development of organic livestock farming in the Greater Altai countries based on biotechnology. *Grand Altai Research & Education*. 2020;1(12):44-53. doi: 10.25712/ASTU.2410-485X.2020.01.005

6. Kamyshev YUN. Justification of the design parameters of the working bodies of dismembrators for obtaining liquid feed mixtures: Abstract of a PhD thesis. Barnaul; 2012:19 p.

7. Bykov AV, Mezhuva LV, Miroshnikov SA, et al. Prospects of use of cavitation hydrolysis of non-starch polysaccharides. *Herald of Orenburg State University*. 2011;4(123):123-127.

8. Popova GM, Nurzhanov BS, Duskaev GK. About the possibilities of using phytobiotic additives in the diets of farm animals (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(2):152-175. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-152>

9. Shirnina NM, Nurzhanov BS, Rakhimzhanova IA, Kononets VV. Increasing the efficiency of cow milk production when using cavitation-treated concentrates as part of diets. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(2):49-59. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-2-49>

10. Shaaban M. Analysis of the Russian feed additives market (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(3):76-91. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-76>

11. Shirnina NM, Galiev BKh, Bykov AV. On deficit supplementation of digestible carbohydrates in the diet of ruminants using biotechnology (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018;101(1):123-131.

12. Shchetinin MP, Kol'tyugina OV, Loskutova GA. Sea buckthorn and waste-free technologies of food production using it: monograph. Moscow: KolosS; 2011:176 p.

13. Obrushnikova LF, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Nikolaev DV, Surkova SA, Brekhova SA. Exterior peculiarities, milk productivity and quality of the Red steppe cows after feeding with new prebiotic feed additives. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(2):63-74. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-63>

Информация об авторах:

Виталий Викторович Горшков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки продукции животноводства биолого-технологического факультета, Алтайский государственный аграрный университет, 656049, Алтайский край, г. Барнаул, пр-т. Красноармейский, д. 98, тел.: +7-903-957-5424.

Information about the authors:

Vitaly V Gorshkov, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of the Department of Production Technology and Processing of Livestock Products, Faculty of Biology and Technology, Altai State Agrarian University, 98 Krasnoarmeysky Ave., Barnaul, Altai Territory, 656049, tel.: +7-903-957-5424.

Статья поступила в редакцию 02.03.2026; одобрена после рецензирования 17.03.2026; принята к публикации 15.06.2026.

The article was submitted 02.03.2026; approved after reviewing 17.03.2026; accepted for publication 15.06.2026.