

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 2. С. 210-219.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 2. P. 210-219.

Научная статья
УДК 636.084:1
doi: 10.33284/2658-3135-109-2-210

Эффективность использования жира-протеиновой добавки совместно с пробиотиком на обмен веществ и продуктивность бычков казахской белоголовой породы

**Константин Сергеевич Денисенко¹, Галимжан Калиханович Дускаев²,
Баер Серекпаевич Нуржанов³**

^{1,2,3}Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹denisenko_99@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9191-9132>

²gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

³baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>

Аннотация. Вопрос применения натуральных растительных компонентов питания занимает центральное место в сфере сельского хозяйства. Научные учреждения совместно с производителями говядины исследуют инновационные подходы, гармонирующие с принципами устойчивого ведения скотоводства. Конопля (*Cannabis sativa* L.) представляет собой жизнеспособную альтернативу как с точки зрения питательной ценности, так и с точки зрения низкого воздействия на окружающую среду. В связи с этим целью наших исследований было изучить влияние конопляного жмыха совместно с пробиотическим препаратом Целлобактерин+ на обмен веществ, энергию и продуктивность бычков казахской белоголовой породы. Скармливание с основным рационом жмыха конопляного с пробиотиком способствовало большему потреблению питательных веществ: сухого вещества – на 3,47 %, органического вещества – на 5,87 %, сырого жира – на 19,61 %, сырой клетчатки – на 15,83 % и безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) – на 3,72 % относительно контроля. Также опытные бычки лучше переваривали сухое вещество – на 2,53 %, сырой протеин – 0,92 %, сырой жир – 0,44 %, сырую клетчатку – 1,2 %, безазотистые вещества – на 2,93 % относительно аналогов из контрольной группы. Установлено, что эффективность использования энергии на прирост у опытных бычков был выше, чем у сверстников из контроля на 15,19 %. Так, в конце эксперимента бычки из I группы на 17,9 кг (4,97 %, $P \leq 0,05$) превосходили контрольных сверстников. В среднем за возрастной период 12-15 месяцев молодняк из опытной группы имел превосходство над бычками из контрольной по абсолютному приросту живой массы на 16,1 кг или 19,23 %, по среднесуточному приросту – на 180 г или 19,35 %. Таким образом, введение в рацион бычков жмыха конопляного в количестве 0,6 кг совместно с пробиотиком Целлобактерин+ в дозе 20 г/гол. в сутки способствовало усилению обмена веществ и повышению продуктивности.

Ключевые слова: бычки, кормление, жмых конопляный, Целлобактерин+, переваримость, энергия, живая масса

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2024-2026 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ-2024-0002).

Для цитирования: Денисенко К.С., Дускаев Г.К., Нуржанов Б.С. Эффективность использования жира-протеиновой добавки совместно с пробиотиком на обмен веществ и продуктивность бычков казахской белоголовой породы // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 2. С. 210-219. [Denisenko KS, Duskaev GK, Nurzhanov BS. Efficiency of using a fat-protein supplement in combination with a probiotic on the metabolism and productivity of Kazakh White-Headed bulls. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(2):210-219. (In Russ.).] <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-2-210>

Original article

Effectiveness of using a fat-protein supplement in combination with a probiotic on metabolism and productivity in Kazakh White-Headed bulls

Konstantin S Denisenko¹, Galimzhan K Duskaev², Baer S Nurzhanov³

^{1,2,3}Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹denisenko_99@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9191-9132>

²gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

³baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>

Abstract. The use of natural plant-based nutritional components is a central issue in agriculture. Research institutions are collaborating with beef producers to explore innovative approaches that align with sustainable livestock farming principles. Hemp (*Cannabis sativa* L.) represents a viable alternative both in terms of nutritional value and low environmental impact. Therefore, the aim of our research was to examine the effects of hemp cake combined with a probiotic preparation Coelobacterin+ on the metabolism, energy, and productivity of Kazakh White-Head bulls. Feeding hemp cake with a probiotic supplement to the basal diet resulted in increased nutrient intake: dry matter by 3.47%, organic matter by 5.87%, crude fat by 19.61%, crude fiber by 15.83%, and Nitrogen-free extractive substances (NFE) by 3.72% compared to the control. Also, the experimental bulls digested dry matter by 2.53%, crude protein by 0.92%, crude fat by 0.44%, crude fiber by 1.2%, and non-nitrogenous substances by 2.93% better than their counterparts in the control group. It was found that the efficiency of energy use for growth in the experimental bulls was higher than that of their peers in the control group by 15.19%. Thus, at the end of the experiment, the bulls from Group 1 exceeded their control peers by 17.9 kg (4.97%, $P \leq 0.05$). On average, over the age period of 12-15 months, young animals from the experimental group had an advantage over the control bulls in absolute live weight gain by 16.1 kg or 19.23% in average daily gain - by 180 g or 19.35%. Thus, introducing 0.6 kg of hempseed meal into the diet of young bulls, along with the probiotic Coelobacterin+ at a dose of 20 g/head, enhanced metabolism and increased productivity.

Keywords: bulls, feeding, hemp cake, Coelobacterin+, digestibility, energy, live weight

Acknowledgments: the work was supported in accordance to the plan of research works for 2024-2026 FSBRI FRC BST RAS (No. FNWZ-2024-0002).

For citation: Denisenko KS, Duskaev GK, Nurzhanov BS. Efficiency of using a fat-protein supplement in combination with a probiotic on the metabolism and productivity of Kazakh White-Headed bulls. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2026;109(2):210-219. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-2-210>

Введение.

Во всем мире производство конопли (*Cannabis sativa* L.) растет благодаря легализации ее выращивания и возобновлению использования в качестве источника волокна, а также в пищевой и медицинской промышленности (Siano F et al., 2019; Horne MRL, 2020; Leonard W et al., 2020). Ежегодно в мире производится около 143 тонн конопляного семени, из которого получают около 50 тонн масла и 93 тонн жмыха (Semwogerere F et al., 2024). Отходы производства из семян конопляного сырья – жмых и шелуху возможно использовать в сфере сельского хозяйства, включая их введение в рацион кормления, а также в производстве продуктов питания и напитков для человека через добавление их в состав (Aloo SO et al., 2024). Возможность применения отходов обработки конопляного сырья в рационе скотины представляет собой перспективную замену традиционным концентрированным кормам для оптимизации прибыли молочного хозяйства, что повысит вовлеченность побочных продуктов переработки конопли в рамках циркулярной биоэкономики (Moscariello C et al., 2021; Winders TM et al., 2023; Ширнина Н.М. и др., 2022).

Конопляный жмых обладает наибольшим потенциалом среди побочных продуктов из конопли для использования в качестве корма для животных благодаря высокому содержанию сырого про-

теина, жира, а также соединений, обладающих биологическим действием, включая каннабиноиды, витамины и сложные ненасыщенные жиры (Sainz Martinez A et al., 2023; Semwogerere F et al., 2023).

Недостаток информации имеется относительно использования отходов производства конопляного сырья в кормлении крупного рогатого скота (Semwogerere F et al., 2020). В европейских странах на долю конопляной муки в корме для жвачных отводится не выше 5 % от общего веса сухого компонента. В таких странах, как США, добавление отходов производства каннабиса в корм животным требует предварительного разрешения и осуществляется индивидуально по каждому продукту (Salami SA et al., 2019). Частично причина заключается в недостаточном количестве информации об усвоении ключевых компонентов конопли, включая канабиноиды, у жвачных, наряду с известными психотропными эффектами на человеческий организм (Денисенко К.С. и др., 2022; Ujváry I and Hanuš L, 2016). Кроме того, недостаточно изучены биологические свойства этих и других биологически активных веществ в мясной матрице (Шаабан М., 2023).

Цель исследования.

Изучить влияние конопляного жмыха совместно с пробиотическим препаратом на обмен веществ, энергии и продуктивность бычков казахской белоголовой породы

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки казахской белоголовой породы (n=10).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств "Об обращении с животными", ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.), протоколы Женевской конвенции и принципы надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009), Руководство по работе с лабораторными животными (http://fncbst.ru/?page_id=3553). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов. Все процедуры над животными были выполнены в соответствии с правилами Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН.

Схема эксперимента. Исследования выполнялись в «СПК Гринцова С.Ф.» с. Пруды Оренбургского района на бычках казахской белоголовой породы (n=10) в возрасте 11-12 месяцев и живой массой 275-277 кг. Индивидуальный учет съеденного корма фиксировался каждый день на протяжении 90 суток путем подсчета разности между скармливаемым и оставшимся после приема. В контрольной группе использовали рацион, применяемый в хозяйстве, основной рацион (ОР), состоящий из следующих компонентов: сено разнотравного – 3,5 кг, кукурузы в виде силоса – 8 кг, дробленого зерна (ячмень, овес, пшеница) – 2 кг, подсолнечного жмыха – 0,6 кг, мелассы – 0,5 кг, поваренной соли – 40 г, витаминно-минерального комплекса – 22 г, I опытная – ОР с полной заменой жмыха подсолнечного на жмых конопляный в количестве 0,6 кг+пробиотик Целобактерин+ в дозе 20 г/гол. в сутки (ООО «БИОТРОФ», Россия).

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены с использованием приборной базы ЦКП БСТ РАН (г. Оренбург) (<http://цкп-бст.рф>).

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 (M) и стандартные ошибки среднего ($\pm$ SEM). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

В ходе анализа результатов физиологических экспериментов определялось реальное потребление, выделение через фекалии и усвоение ключевых компонентов рациона испытуемыми животными (табл. 1).

Таблица 1. Переваримость основных питательных веществ у 13-месячных подопытных бычков, г
 Table 1. Digestibility of essential nutrients in 13-month experimental bulls, g

Питательное вещество / Nutrient	Принято / Accepted	Выделено с калом / Excreted in feces	Переварено / Digested
Контрольная группа / Control group			
Сухое вещество/ Dry matter	7420,95	2273,47	5147,48
Органическое / Organic	7203,11	2152,62	5050,48
Сырой протеин / Crude Protein	1216,42	379,95	836,46
Сырой жир / Crude Fat	232,03	68,38	163,64
Сырая клетчатка / Crude Fiber	1578,50	600,73	977,76
Безазотистые экстрактивные вещества / Nitrogen-free extractive substances	4176,15	1103,54	3072,61
I опытная группа / Ist experimental group			
Сухое вещество/ Dry matter	7678,87	2157,79	5521,07
Органическое / Organic	7625,94	2132,46	5493,48
Сырой протеин / Crude Protein	1188,18	360,21	827,96
Сырой жир / Crude Fat	277,55	80,59	196,95
Сырая клетчатка / Crude Fiber	1828,53	673,81	1154,71
Безазотистые экстрактивные вещества / Nitrogen-free extractive substances	4331,68	1017,83	3313,84

Скармливание с основным рационом жмыха конопляного с пробиотиком Целобактерин+ содействовало увеличению усвоения полезных элементов: органических и сухих веществ на 5,9 и 3,5 %, сырых жиров – на 19,6 %, клетчатки – на 15,8 % и безазотистых веществ – на 3,7 % при сравнении с контрольными бычками. В связи с тем, что животные из контроля несколько больше выделяли с пометом питательных веществ, то бычки опытных групп имели преимущество над ними по количеству осевшего в организме сухого вещества – на 373,59 г (7,25 %), органического вещества – на 443,0 г (8,77 %), жира – на 33,31 г (20,35 %), клетчатки – 176,95 г (18,09 %) и безазотистых экстрактивных веществ – на 241,23 г (7,85 %).

Добавление в основной рацион молодняка побочных продуктов переработки семян конопли совместно с пробиотиками оказало воздействие на усвоение ключевых компонентов питания (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов у подопытных бычков, %
 Table 2. Digestibility coefficients of dietary nutrients in experimental bulls, %

Показатель / Indicator	Контрольная группа / Control group	I опытная группа / I experimental group
Сухое вещество / Dry matter	69,36±1,12	71,89±1,24*
Органическое вещество / Organic matter	70,12±1,15	72,03±1,10
Сырой протеин / Crude protein	68,76±0,91	69,68±0,98
Сырой жир / Crude fat	70,52±1,31	70,96±1,07
Сырая клетчатка / Crude fiber	61,94±1,10	63,14±0,88
Безазотистые экстрактивные вещества / Nitrogen-free extractive substances	73,57±1,27	76,50±0,94**

Примечание: * – P≤0,05; ** – P≤0,01 при сравнении с контрольной группой

Note: * – P≤0.05; ** – P≤0.01 when compared with the control group

В экспериментальной группе особи демонстрировали наибольшие показатели усвоения питательных элементов. У опытных самцов наблюдался повышенный уровень усвоения сухого вещества на 2,5 %, протеина на 0,9 % %, сырой жир – 0,44 %, сырую клетчатку – 1,2 %, безазотистые вещества – на 2,93 % относительно аналогов из контрольной группы.

Исследования показали, что представители экспериментальной группы благодаря более высокой эффективности потребления кормов получали на 6,2 % ($P \leq 0,05$) больше общей энергии, нежели их аналоги из контрольной группы (табл. 3).

Таблица 3. Потребление и характер использования энергии рационов подопытными бычками, МДж

Table 3. Energy consumption and utilization patterns of diets by experimental bulls, MJ

Показатель / Indicator	Контрольная группа / Control group	I опытная группа / I experimental group
Энергия: валовая / Energy: gross	142,92±1,63	151,78±0,84*
переваримая / digestible	96,19±0,75	104,49±1,26**
обменная / metabolizable	78,47±0,55	85,34±0,97**
в т. ч. на поддержание жизни / including life support	24,09	24,39
энергия сверхподдержания / super-maintenance energy	54,38	60,95
энергия прироста / energy of growth	8,16	9,40
Концентрация обменной энергии, МДж/кг СВ / Concentration of metabolizable energy, MJ/kg DM	10,57	11,11
Коэффициент обменности от валовой, % / Exchange rate of gross, %	54,90	56,22

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ при сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ when compared with the control group

У особей экспериментальной группы наблюдался более высокий уровень усвоения питательными веществами, что привело к статистически значимому превышению потребления усвояемой и обменной энергии по сравнению с контрольной группой на 8,6 % ($P \leq 0,01$) и 8,8 % ($P \leq 0,01$) соответственно. У опытной группы бычков коэффициент эффективности энергопотребления на рост превышал аналогичный показатель контрольной группы на 15,2 %. Также отмечалась подобная динамика в изменении коэффициента энергообмена относительно валовой величины. При этом разница в пользу опытной группы составила 1,32 %.

В процессе роста молодняк анализируемых групп различался как по весовым параметрам, так и по приросту. На старте эксперимента живые веса особей во всех группах были уравнены, однако особи, питающиеся основным рационом с добавлением испытуемых добавок, позже демонстрировали высокие весовые показатели по сравнению с контрольными сверстниками. Так, в конце эксперимента бычки из I группы на 17,9 кг (4,97 %, $P \leq 0,05$) превосходили контрольных сверстников по массе. В среднем за возрастной период 12-15 месяцев молодняк из экспериментальной группы имел прирост живой массы на 16,1 кг больше, чем у животных контрольной группы, что эквивалентно увеличению на 19,2 %, по среднесуточному приросту – на 180 г или 19,35 % (табл. 4).

Таблица 4. Изменение ростовых показателей бычков
 Table 4. Changes in growth performance of bulls

Возраст, мес. / Age, months	Контрольная группа / Control group	I опытная группа / I experimental group
Живая масса, кг / Live weight, kg		
12	276±3,78	277,7±3,25
13	302,2±3,61	307,4±3,94
14	330,3±3,43	340,6±3,77
15	359,7±3,50	377,6±3,72*
Абсолютный прирост, кг / Absolute increase, kg		
12-15	83,7±1,17	99,8±1,04***
Среднесуточный прирост, г / Average daily gain, g		
12-15	930±11,27	1110±12,18***

Примечание: * – $P \leq 0,05$; *** – $P \leq 0,001$ при сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0,05$; *** – $P \leq 0,001$ when compared with the control group

Обсуждение полученных результатов.

Конопля содержит в общей сложности 538 идентифицированных биологически активных соединений, среди которых преобладают терпеноиды (>120), каннабиноиды (>70) и полифенолы. Семена конопли и продукты их переработки являются отличным источником незаменимых жирных кислот с соотношением омега-6 и омега-3 жирных кислот ~ 3,3:1. Все это позволяет включать их в рацион жвачных животных в качестве источника белка, антиоксидантов и противомикробных веществ (Semwogerere F et al., 2020).

Ранее проведенное исследование Rapetti L et al. (2021) показало, что кормление молочных коз цельным конопляным жмыхом не влияло на потребление сырой клетчатки, но увеличивало потребление сырого жира, в том числе этерифицированных жирных кислот.

Нами выявлено улучшение энергетического обмена и увеличение переваримости основных питательных веществ при введении в рацион бычков конопляного жмыха с пробиотиком Целобактерин+, что согласуется с другими исследованиями (Soltan YA and Patra AK, 2021). Они отмечали что данное явление скорее всего связано с усилением выработки летучих жирных кислот и роста полезных микроорганизмов в рубце.

Иностранные ученые заметили, что дубильные вещества в побочных продуктах переработки семян конопли способны подавлять развитие нежелательной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте, а также повышать усвояемость питательных веществ организмом животного, тем самым улучшая здоровье кишечника и предотвращать нарушения обмена веществ у жвачных животных (Naumann HD et al., 2017). В нашем эксперименте благодаря более высокой эффективности потребления кормов опытные бычки получали на 6,2 % ($P \leq 0,05$) больше общей энергии, нежели их аналоги из контрольной группы.

Нами зафиксирован ростостимулирующий эффект от использования жмыха конопляного в дозе 0,6 кг и пробиотика Целобактерин+ в дозе 20 г на животное. Так, опытный молодняк имел преимущество по среднесуточному приросту на 19,35 % относительно контроля. Наши данные согласуются с работой Irawan A с коллегами (2025), где они в своих экспериментах заметили повышение привеса у ягнят при замене соевого шрота на жмых из семян конопли, что связано с тем, что конопляный жмых увеличивает время пребывания корма в рубце и улучшает условия для его разложения микроорганизмами.

Заключение.

Полученные нами в ходе эксперимента данные свидетельствуют о том, что жмых конопляный не оказывает пагубного влияния на продуктивность и может применяться в качестве кормово-

го ингредиента для жвачных животных. Так, введение в концентраты жмыха из семян конопли по 0,6 кг вместе с пробиотиком Целобактерин+ в пропорции 20 г на голову стимулировало улучшение усвоения сухих компонентов на 2,53 %, увеличение эффективности использования энергии на прирост – на 15,2 % и прибавку общей массы тела у животных – на 4,97 %.

Список источников

1. Денисенко К.С., Дускаев Г.К., Аринжанова М.С. Использование продуктов переработки технической конопли в кормлении животных и птиц (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 3. С. 95-114. [Denisenko KS, Duskaev GK, Arinzhanova MS. The use of technical hemp processing products in animals and poultry feeding (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2022;105(3):95-114. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-95>
2. 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>
3. 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 additives market (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(3):76-91. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-76>
4. Aloo SO, Mwiti G, Ngugi LW, Oh DH. Uncovering the secrets of industrial hemp in food and nutrition: The trends, challenges, and new-age perspectives. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2024;64(15): 5093-5112. doi: 10.1080/10408398.2022.2149468
5. Horne MRL. Bast fibres: hemp cultivation and production. In: Kozłowski RM, Mackiewicz-Talarczyk M, editors. Handbook of Natural Fibres (Second Edition). Woodhead Publishing; 2020:163-196. doi: 10.1016/B978-0-12-818398-4.00007-4
6. Irawan A, Buffington H, Ates S, Bionaz MJ. Use of industrial hemp byproducts in ruminants: a review of the nutritional profile, animal response, constraints, and global regulatory environment. Cannabis Res. 2025;7(1):25. doi: 10.1186/s42238-025-00279-7
7. Leonard W, Zhang P, Ying D and Fang Z. Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2020;19:282-308. doi: 10.1111/1541-4337.12517
8. Moscariello C, Matassa S, Esposito G, Papirio S. From residue to resource: The multifaceted environmental and bioeconomy potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). Resources, Conservation and Recycling. 2021;175(5):105864. doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105864
9. Naumann HD, Tedeschi LO, Zeller WE, Huntley NF. The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. Rev. Bras Zootec. 2017;46(12):929-949. doi:10.1590/s1806-92902017001200009
10. Rapetti L, Colombini S, Battelli G, Castiglioni B, Turri F, Galassi G, Battelli M and Crovetto GM. Effect of linseeds and hemp seeds on milk production, energy and nitrogen balance, and methane emissions in the dairy goat. Animals. 2021;11(9):2717. doi:10.3390/ani11092717
11. Sainz Martinez A, Lanaridi O, Stägel K, Halbwirth H, Schnürch M, Bica-Schröder K. Extraction techniques for bioactive compounds of cannabis. Natural Product Reports. 2023;40:676-717. doi: 10.1039/d2np00059h
12. Salami SA, Luciano GO, Grady MN, Biondi L, Newbold CJ, Kerry JP, et al. Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. Anim Feed Sci Technol. 2019;251:37-55. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2019.02.006

13. Semwogerere F, Chikwanha OC, Katiyatiya CL, Marufu MC, Mapiye C. Bioavailability of bio-active phytochemicals in selected tissues and excreta from goats fed hempseed cake (*Cannabis sativa* L.) finisher diets. *Tropical Animal Health and Production*. 2023;55(4):262. doi: 10.1007/s11250-023-03676-3
14. Semwogerere F, Chikwanha OC, Katiyatiya CLF, Marufu MC, Mapiye C. Nutrient intake, digestibility, and utilization in goats fed graded levels of hempseed cake finisher diets. *Trop Anim Health Prod*. 2024;56(1):21. doi: 10.1007/s11250-023-03864-1
15. Semwogerere F, Katiyatiya CLF, Chikwanha OC, Marufu MC, Mapiye C. Bioavailability and bioefficacy of hemp by-products in ruminant meat production and preservation: A review. *Front Vet Sci*. 2020;7:572906. doi: 10.3389/fvets.2020.572906
16. Siano F, Moccia S, Picariello G, Russo GL, Sorrentino G, Di Stasio M, La Cara F, Volpe MG. Comparative study of chemical, biochemical characteristic and ATR-FTIR analysis of seeds, oil and flour of the edible Fedora cultivar hemp (*Cannabis sativa* L.). *Molecules*. 2019;24(1):83. doi: 10.3390/molecules24010083
17. Soltan YA, Patra AK. Ruminal microbiome manipulation to improve fermentation efficiency in ruminants. In: Patra AK, editor. *Animal Feed Science and Nutrition - Production, Health and Environment*. UK, London: InTechOpen; 2021. doi: 10.5772/intechopen.101582
18. Ujváry I, Hanuš L. Human metabolites of cannabidiol: a review on their formation, biological activity, and relevance in therapy. *Cannabis Cannabinoid Res*. 2016;1(1):90-101. doi: 10.1089/can.2015.0012
19. Winders TM, Holman DB, Schmidt KN, Luecke SM, Smith DJ, Neville BW, Dahlen CR, Swanson KC, Amat S. Feeding hempseed cake alters the bovine gut, respiratory and reproductive microbiota. *Scientific Reports*. 2023;13(1):8121. doi: 10.1038/s41598-023-35241-1

References

1. Denisenko KS, Duskaev GK, Arinzhanova MS. The use of technical hemp processing products in animals and poultry feeding (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(3):95-114. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-95>
2. 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>
3. 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>
4. Aloo SO, Mwit G, Ngugi LW, Oh DH. Uncovering the secrets of industrial hemp in food and nutrition: The trends, challenges, and new-age perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2024;64(15): 5093-5112. doi: 10.1080/10408398.2022.2149468
5. Horne MRL. Bast fibres: hemp cultivation and production. In: Kozłowski RM, Mackiewicz-Talareczyk M, editors. *Handbook of Natural Fibres (Second Edition)*. Woodhead Publishing; 2020:163-196. doi: 10.1016/B978-0-12-818398-4.00007-4
6. Irawan A, Buffington H, Ates S, Bionaz MJ. Use of industrial hemp byproducts in ruminants: a review of the nutritional profile, animal response, constraints, and global regulatory environment. *Cannabis Res*. 2025;7(1):25. doi: 10.1186/s42238-025-00279-7
7. Leonard W, Zhang P, Ying D and Fang Z. Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020;19:282-308. doi: 10.1111/1541-4337.12517
8. Moscariello C, Matassa S, Esposito G, Papirio S. From residue to resource: The multifaceted environmental and bioeconomy potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Resources, Conservation and Recycling*. 2021;175(5):105864. doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105864
9. Naumann HD, Tedeschi LO, Zeller WE, Huntley NF. The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions. *Rev. Bras Zootec*. 2017;46(12):929-949. doi: 10.1590/s1806-92902017001200009

10. Rapetti L, Colombini S, Battelli G, Castiglioni B, Turri F, Galassi G, Battelli M and Crovetto GM. Effect of linseeds and hemp seeds on milk production, energy and nitrogen balance, and methane emissions in the dairy goat. *Animals*. 2021;11(9):2717. doi:10.3390/ani11092717
11. Sainz Martinez A, Lanaridi O, Stigel K, Halbwirth H, Schnürch M, Bica-Schröder K. Extraction techniques for bioactive compounds of cannabis. *Natural Product Reports*. 2023;40:676-717. doi: 10.1039/d2np00059h
12. Salami SA, Luciano GO, 'Grady MN, Biondi L, Newbold CJ, Kerry JP, et al. Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. *Anim Feed Sci Technol*. 2019;251:37-55. doi:10.1016/j.anifeedsci.2019.02.006
13. Semwogerere F, Chikwanha OC, Katiyatiya CL, Marufu MC, Mapiye C. Bioavailability of bioactive phytochemicals in selected tissues and excreta from goats fed hempseed cake (*Cannabis sativa* L.) finisher diets. *Tropical Animal Health and Production*. 2023;55(4):262. doi: 10.1007/s11250-023-03676-3
14. Semwogerere F, Chikwanha OC, Katiyatiya CLF, Marufu MC, Mapiye C. Nutrient intake, digestibility, and utilization in goats fed graded levels of hempseed cake finisher diets. *Trop Anim Health Prod*. 2024;56(1):21. doi: 10.1007/s11250-023-03864-1
15. Semwogerere F, Katiyatiya CLF, Chikwanha OC, Marufu MC, Mapiye C. Bioavailability and bioefficacy of hemp by-products in ruminant meat production and preservation: A review. *Front Vet Sci*. 2020;7:572906. doi: 10.3389/fvets.2020.572906
16. Siano F, Moccia S, Picariello G, Russo GL, Sorrentino G, Di Stasio M, La Cara F, Volpe MG. Comparative study of chemical, biochemical characteristic and ATR-FTIR analysis of seeds, oil and flour of the edible Fedora cultivar hemp (*Cannabis sativa* L.). *Molecules*. 2019;24(1):83. doi: 10.3390/molecules24010083
17. Soltan YA, Patra AK. Ruminant microbiome manipulation to improve fermentation efficiency in ruminants. In: Patra AK, editor. *Animal Feed Science and Nutrition - Production, Health and Environment*. UK, London: InTechOpen; 2021. doi: 10.5772/intechopen.101582
18. Ujváry I, Hanuš L. Human metabolites of cannabidiol: a review on their formation, biological activity, and relevance in therapy. *Cannabis Cannabinoid Res*. 2016;1(1):90-101. doi: 10.1089/can.2015.0012
19. Winders TM, Holman DB, Schmidt KN, Luecke SM, Smith DJ, Neville BW, Dahlen CR, Swanson KC, Amat S. Feeding hempseed cake alters the bovine gut, respiratory and reproductive microbiota. *Scientific Reports*. 2023;13(1):8121. doi: 10.1038/s41598-023-35241-1

Информация об авторах:

Константин Сергеевич Денисенко, лаборант-исследователь, аспирант отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 8(3532) 30-81-79.

Галимжан Калиханович Дускаев, доктор биологических наук, профессор РАН, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 8(3532) 30-81-79.

Баер Серекпаевич Нуржанов, доктор сельскохозяйственных наук ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29, тел.: 8(3532) 30-81-79.

Information about the author:

Konstantin S Denisenko, laboratory research assistant, postgraduate student in the Department of Feeding of Farm Animals and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvary St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)30-81-79.

Galimzhan K Duskaev, Dr. Sci. (Biology), Professor of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Department of Feeding of Farm Animals and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)30-81-79.

Baer S Nurzhanov, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Feeding of Farm Animals and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532) 30-81-79.

Статья поступила в редакцию 26.03.2026; одобрена после рецензирования 28.04.2026; принята к публикации 15.06.2026.

The article was submitted 26.03.2026; approved after reviewing 28.04.2026; accepted for publication 15.06.2026.