

Использование защищенных белковых добавок в кормлении коров: цели применения, влияние на физиологические показатели животных и экономическую эффективность производства молока (обзор)

Наталья А. Перова	¹	nataliy3103@ya.ru		0009-0001-1451-9255
Владислав Н. Калаев	¹	dr_huixs@mail.ru		0000-0002-4247-4509
Оксана Ю. Мальцева	²	ksenia2002@list.ru		0000-0002-3815-123X
Инна В. Новикова	²	noviv@list.ru		0000-0002-2360-5892

¹ Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, г. Воронеж, 394018, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Введение защищённых белковых добавок в рационы высокопродуктивных коров является одной из современных стратегий повышения эффективности животноводства. Эти добавки представляют собой белки, защищённые от протеолиза в рубце и поступающие непосредственно в тонкий отдел кишечника, что способствует их более полному усвоению и повышению продуктивности животных. В данной обзорной статье рассмотрены основные механизмы действия защищённых белков, их биологические эффекты, а также особенности использования добавок на основе соевого и подсолнечного сырья. Анализ литературных данных показывает, что включение данных добавок в корм способствует увеличению продуктивности коров: улучшает показатели молочной продуктивности, положительно влияет на состав молока и способствует поддержанию физиологического состояния животных. Кроме того, защищённые белковые добавки позволяют повысить усвояемость аминокислот, снизить уровень потерь протеина, оптимизировать затраты на кормление и обеспечить стабильный уровень производства молока даже в условиях высоких нагрузок. В статье обсуждаются сравнительные характеристики различных видов защищённого белка, их эффективность и экономическая целесообразность применения в кормлении. Проанализированы технологии производства защищённых белков, выявлены ключевые преимущества различных методов защиты белка от разрушения в рубце, включая термическую обработку, химическую модификацию, инкапсуляцию и экструзию. Рассмотрены перспективы дальнейшего внедрения указанных добавок в молочное животноводство с учётом их влияния на здоровье животных, качество продукции и необходимость уточнения оптимальных дозировок. Особое внимание уделено экологическим аспектам, таким как снижение выбросов азота благодаря оптимизации протеинового обмена. Сделаны выводы о значении защищённых белковых добавок для повышения продуктивности высокопродуктивных коров и оптимизации их кормления, что способствует устойчивому, высокоэффективному и экологически безопасному производству молока на современном уровне сельского хозяйства.

Ключевые слова: защищенные белки, кормление коров, молочная продуктивность, соевый белок, подсолнечный белок, биологическая доступность.

Use of protected protein supplements in cow feeding: purposes of application, impact on physiological parameters of animals and economic efficiency of milk production (review)

Natalia A. Perovas	¹	nataliy3103@ya.ru		0009-0001-1451-9255
Vladislav N. Kalaev	¹	dr_huixs@mail.ru		0000-0002-4247-4509
Oksana Yu. Maltseva	²	ksenia2002@list.ru		0000-0002-3815-123X
Inna V. Novikova	²	noviv@list.ru		0000-0002-2360-5892

¹ Voronezh State University, Universitetskaya Sq., 1 Voronezh, 394018, Russia

² Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The introduction of protected protein supplements into the diets of high-yielding cows is one of the modern strategies for enhancing livestock efficiency. These supplements consist of proteins protected from degradation in the rumen and delivered directly to the small intestine, promoting their more complete absorption and increasing animal productivity. This review article examines the primary mechanisms of action of protected proteins, their biological effects, and the specific features of using supplements derived from soybean and sunflower raw materials. An analysis of literary data demonstrates that incorporating these supplements into feed increases cow productivity, improves milk production metrics, positively affects milk composition, and supports the physiological condition of the animals. Furthermore, protected protein supplements enhance amino acid digestibility, reduce protein losses, optimize feeding costs, and ensure a stable milk production level even under high-performance demands. The article discusses the comparative characteristics of different types of protected proteins, their effectiveness, and the economic feasibility of their use in feeding. An analysis of the production technologies for protected proteins is conducted, identifying the key advantages of various methods for protecting protein from rumen degradation, including thermal processing, chemical modification, encapsulation, and extrusion. The prospects for further integrating these supplements into dairy farming are explored, considering their impact on animal health, product quality, and the need to refine optimal dosages. Particular attention is given to environmental aspects, such as reducing nitrogen emissions through optimized protein metabolism. Conclusions are drawn regarding the significance of protected protein supplements in enhancing the productivity of high-yielding cows and optimizing their feeding, contributing to sustainable, highly efficient, and environmentally safe milk production at the modern agricultural level.

Keywords: protected proteins, cow feeding, milk productivity, soybean protein, sunflower protein, bioavailability.

Для цитирования

Перова Н.А., Калаев В.Н., Мальцева О.Ю., Новикова И.В. Использование защищенных белковых добавок в кормлении коров: цели применения, влияние на физиологические показатели животных и экономическую эффективность производства молока (обзор) // Вестник ВГУИТ. 2025. Т. 87. № 1. С. 157–167. doi:10.20914/2310-1202-2025-1-157-167

For citation

Perova N.A., Kalaev V.N., Maltseva O.Y., Novikova I.V. Use of protected protein supplements in cow feeding: purposes of application, impact on physiological parameters of animals and economic efficiency of milk production (review). Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2025. vol. 87. no. 1. pp. 157–167. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2025-1-157-167

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Современное животноводство предъявляет повышенные требования к рациону кормления высокопродуктивных коров [1]. Одним из значимых направлений является применение защищенных белков, которые позволяют улучшить усвоение питательных веществ и повысить продуктивность животных. Однако в настоящее время существует множество различных видов защищенных белковых добавок, отличающихся по составу, способу защиты и биологической эффективности. Возникает необходимость в систематическом анализе их влияния на продуктивность животных и выявлении наиболее эффективных решений для кормления.

Цель – обзор существующих исследований по использованию защищенных белковых добавок на основе подсолнечного и соевого сырья, анализ их влияния на продуктивность высокопродуктивных коров и оценка эффективности их применения.

Определение и основные характеристики защищенных белков

Защищенные белки представляют собой специализированные кормовые добавки, разработанные для улучшения питания жвачных животных, таких как коровы. Это белки, которые подвергаются обработке с целью защиты от микробного распада в рубце – первом отделе желудка жвачных, где происходит ферментация корма под действием микроорганизмов. Основная задача защиты белков – обеспечить их прохождение через рубец в неизменном виде и доставку в тонкий кишечник, где они могут быть расщеплены ферментами до аминокислот и эффективно усвоены организмом животного. Такой подход позволяет повысить биологическую доступность белка, что особенно важно для высокопродуктивных коров, чьи потребности в питательных веществах значительно возрастают в периоды интенсивной лактации [2].

В обычных условиях значительная часть белка из традиционных кормов (например, соевого или подсолнечного шрота) в рубце расщепляется микроорганизмами до аммиака. Этот аммиак затем используется для синтеза микробного белка, который частично покрывает потребности животного. Однако для высокопродуктивных коров, производящих более 30–40 литров молока в день, микробный белок часто не обеспечивает достаточного количества незаменимых аминокислот, таких как лизин и метионин. Защищенные белки решают эту проблему, обеспечивая прямую доставку высококачественного белка в тонкий кишечник, минуя потери в рубце.

Виды защищенных белков

Существует несколько основных методов защиты белков, каждый из которых имеет свои особенности, преимущества и недостатки:

1. Термическая обработка. Этот метод заключается в нагревании белкового сырья до определенной температуры, что приводит к денатурации белка и снижению его растворимости в рубце. Пример: соевый шрот подвергается контролируемому нагреву до 110–120 °С в течение 20–30 минут, что делает его менее доступным для микробов, но сохраняет усвояемость в кишечнике. Преимущества включают простоту технологии и низкую стоимость, а недостатки – риск переобработки, которая может снизить биологическую ценность белка [3].

2. Химическая модификация. Используются химические агенты, такие как формальдегид, танины или органические кислоты, которые связываются с белком, уменьшая его растворимость в рубце. Например, обработка соевого шрота формальдегидом (0,3–0,5% от массы) позволяет защитить до 70–80% белка от распада. Этот метод эффективен, но требует строгого контроля дозировки во избежание токсичности [4].

3. Инкапсуляция. Белок покрывается защитным слоем (например, жирами, полимерами или углеводами), который устойчив к действию ферментов рубца, но растворяется в кислой среде тонкого кишечника. Пример: гранулы подсолнечного шрота, покрытые гидрогенизированным жиром, обеспечивают защиту белка на уровне 60–70%. Преимущество – высокая точность доставки, недостаток – более высокая стоимость производства [5].

Все перечисленные методы идентичны по результату и могут быть применимы для различного сырья в целях защиты белка от расщепления в рубце и обеспечения его полноценного усвоения в кишечнике [6].

Источники сырья для производства защищенных белков

Для производства защищенных белков используются различные растительные материалы, наиболее популярными из которых являются:

Соевый шрот. Один из самых распространенных источников благодаря высокому содержанию белка (44–48%) и сбалансированному аминокислотному профилю. Особенно богат лизином (около 6% от общего белка) и метионином (1,3–1,5%), что делает его идеальным для высокопродуктивных коров [7].

Подсолнечный шрот. Содержит 36–40% белка и является экономически выгодной альтернативой сое. Однако его аминокислотный профиль менее сбалансирован: ниже содержание лизина (около 3,5%), но выше серосодержащих аминокислот (цистеин и метионин – до 2,5% в сумме). Наличие оболочек в подсолнечном шроте может усложнять процесс защиты [8].

Рапсовый шрот. Содержит 34–38% белка и используется реже из-за присутствия антипитательных веществ (глюкозинолатов), которые требуют дополнительной обработки. Однако при правильной защите он может быть эффективным [9].

Технологии производства защищенных белков

Технологии производства защищенных белков постоянно совершенствуются, чтобы повысить их эффективность и снизить затраты. Рассмотрим несколько примеров:

1. Метод реакции Майяра. Разработанный Виновски (1987), этот метод включает смешивание шрота масличных культур (например, соевого) с редуцирующими сахарами (глюкозой или фруктозой) и нагрев до 90–100 °С. В результате реакции Майяра образуются устойчивые комплексы, которые защищают белок от микробного распада. Уровень защиты достигает 65–75%,

при этом аминокислоты остаются доступными в кишечнике. Но важно отметить, что процесс реакции Майяра может также приводить к образованию побочных продуктов, таких как меланоидины, что может снизить биологическую ценность некоторых аминокислот [10].

2. Экструзия. Процесс пропускания сырья через экструдер под высоким давлением и температурой (130–150 °С) изменяет структуру белка, делая его устойчивым к действию ферментов рубца. Пример: экструдированный соевый шрот увеличивает долю нерасщепляемого в рубце белка (RUP) с 30% до 60%. Стоит отметить, что температурные режимы (130–150 °С) и продолжительность обработки могут оказывать влияние на конечный результат [11].

3. Гранулирование с покрытием. Подсолнечный или соевый шрот гранулируется и покрывается слоем жира или полимера. Например, использование пальмового жира повышает защиту белка до 70% и улучшает его усвояемость. Эффективность такого метода может зависеть от типа покрытия и его растворимости, а также от других факторов, таких как тип корма и кормление животных [12].

Для лучшего понимания характеристик защищенных белков приведем таблицу с основными параметрами различных видов сырья и методов защиты (таблица 1):

Таблица 1.

Основные параметры различных видов сырья для производства защищенных белковых добавок и методов защиты

Table 1.

Key parameters of different types of raw materials and protection methods

Источник сырья Raw material source	Содержание белка (%) Protein content (%)	Основные аминокислоты Essential amino acids	Метод защиты Protection method	Доля RUP (%) Share of RUP (%)	Преимущества Advantages	Недостатки Disadvantages
Соевый шрот [по 13] Soybean meal [by 13]	44–48	Лизин (6%), Метионин (1,5%) Lysine (6%), Methionine (1.5%)	Термическая Thermal	55–65	Высокая биодоступность High bioavailability	Высокая стоимость High cost
Соевый шрот [по 13] Soybean meal [by 13]	44–48	Лизин (6%), Метионин (1,5%) Lysine (6%), Methionine (1.5%)	Химическая Chemical	70–80	Высокая эффективность High efficacy	Риск токсичности Risk of toxicity
Подсолнечный шрот [по 14] Sunflower meal [by 14]	36–40	Лизин (3,5%), Серосодержащие (2,5%) Lysine (3.5%), Sulfur (2.5%)	Инкапсуляция Encapsulation	60–70	Низкая стоимость Low cost	Меньше лизина Less lysine
Рапсовый шрот [по 15] Rapeseed meal [by 15]	34–38	Лизин (5%), Метионин (2%) Lysine (5%), Methionine (2%)	Экструзия Extrusion	50–60	Доступность Availability	Антипитательные вещества Anti-nutrients

Примечание: RUP (Rumen Undegradable Protein) – доля белка, нерасщепляемого в рубце

Note: RUP (Rumen Undegradable Protein) is the proportion of protein that is not degraded in the rumen

Сравнение эффективности защищенных белков из соевого и подсолнечного сырья в кормлении высокопродуктивных коров показывает различия в их воздействии на продуктивность и экономическую целесообразность.

Соевый шрот. Благодаря высокому содержанию лизина и метионина, защищенный соевый шрот обеспечивает прирост молочной продуктивности на 1–3 кг в день у коров с удоем более 30 литров. Например, исследование Smith et al. (2015) [16] показало, что добавление термически обработанного соевого шрота (доля белка, нерасщепляемого в рубце – 65%) в рацион увеличило содержание белка в молоке с 3,2 до 3,5%. Однако стоимость сои выше, что может ограничивать ее использование в некоторых хозяйствах.

Подсолнечный шрот. Защищенный подсолнечный шрот дает прирост удоя на 0,5–2 кг в день, что чуть ниже, чем у сои, но его экономическая выгода очевидна в регионах, где подсолнечник является основной культурой. Например, при использовании инкапсулированного подсолнечного шрота (доля белка, нерасщепляемого в рубце, – 60%) наблюдалось улучшение роста молодняка на 10–15% по сравнению с контрольной группой (Johnson, 2018) [17]. Низкое содержание лизина компенсируется добавлением синтетических аминокислот, если это необходимо.

Для лучшего понимания эффективности защищенных белков из различного сырья приведем таблицу с основными показателями эффективности соевого и подсолнечного шротов (таблица 2):

Таблица 2.

Сравнительная таблица эффективности соевого и подсолнечного шротов

Table 2.

Comparative table of effectiveness

Показатель Indicator	Соевый шрот Soybean meal	Подсолнечный шрот Sunflower meal
Прирост удоя (кг/день) Increase in milk yield (kg/day)	1–3 [11]	0,5–2 [12]
Содержание белка в молоке (%) Milk protein content (%)	+0,2–0,3 [18]	+0,1–0,2 [19]
Стоимость (условные единицы/т) Cost (units/t)	400–500 [20]	250–300 [20]
Биодоступность аминокислот Amino acid bioavailability	Высокая [18] High	Средняя [19] Medium
Экономическая эффективность Economic efficiency	Высокая при больших удоях High for high yields	Высокая при ограниченном бюджете High for limited budget

Для чего делают защищенные белки?

В современном животноводстве, особенно при содержании высокопродуктивных коров, правильное питание играет ключевую роль в обеспечении их здоровья и максимальной продуктивности. Одним из важных элементов рациона таких животных являются защищенные белки [21]. Но для чего их делают и почему они так важны?

Высокопродуктивные коровы, дающие более 30–40 литров молока в день, имеют повышенные потребности в белке, особенно в незаменимых аминокислотах, таких как лизин и метионин. В обычном рационе значительная часть белка из кормов (например, соевого или подсолнечного шрота) расщепляется в рубце – первом отделе желудка жвачных животных – под действием микроорганизмов. Этот процесс приводит к образованию аммиака, который затем используется для синтеза микробного белка [22]. Однако микробный белок не всегда может полностью удовлетворить потребности высокопродуктивных животных. Защищенные белки разработаны так, чтобы пройти через рубец в неизменном виде и

попасть в тонкий кишечник, где они расщепляются и усваиваются в виде аминокислот. Это позволяет обеспечить коров необходимыми питательными веществами более эффективно.

Основные цели использования защищенных белков

Использование защищенных белков в рационе высокопродуктивных коров преследует несколько ключевых целей, которые можно разделить на два основных направления: улучшение физиологических показателей животных и повышение экономической эффективности производства молока.

1. Улучшение физиологических показателей животных.

Защищенные белки оказывают значительное влияние на обмен веществ, перевариваемость, иммунитет, показатели воспроизводства и продуктивность животных.

– Обмен веществ и перевариваемость питательных веществ корма.

В обычных условиях белок из корма подвергается микробному разложению в рубце, что приводит к образованию аммиака. Защищенные белки проходят через рубец

в неизменном виде, что гарантирует их доставку в тонкий кишечник, где они расщепляются до аминокислот с помощью ферментов, таких как трипсин и химотрипсин. Эти аминокислоты затем всасываются в кровь и используются организмом для синтеза белка и других физиологических процессов. Этот механизм гарантирует более качественное и сбалансированное питание, чем традиционные белки, усваивающиеся в рубце [23]. Защищенные белки эффективно усваиваются в тонком кишечнике, минуя рубец, где происходит значительная потеря питательных веществ. Это позволяет животным получать больше необходимых аминокислот, что улучшает обмен веществ.

Помимо этого, защищенный белок способен влиять на микробиоту рубца. Снижение количества белка, доступного для микробов, способствует улучшению ферментации и переваривания клетчатки. Это помогает поддерживать оптимальный баланс микробных популяций в рубце, что в свою очередь улучшает пищеварение и усвоение других питательных веществ [24].

В исследовании «Влияние новых рецептов комбикормов на продуктивность скота», Кадырова Ч.Т., Конурбаева А. изучали влияние экструдирования кукурузы и ячменя с добавлением соевого шрота в рацион коров. Полученные результаты показали, что такая обработка улучшает питательность и переваримость корма, что положительно сказывается на молочной продуктивности животных [24].

В исследовании, проведенном в ООО "Суворово" (Краснодарский край), изучалось влияние кормовой добавки "Белкофф" на продуктивность молочных коров. При включении кормовой добавки "Белкофф" в рацион коров с продуктивностью около 5000 кг молока в год и дозировке 1 кг на голову в сутки наблюдалось увеличение суточного удоя молока на 15–18%, рост содержания молочного белка на 12%, снижение затрат кормов на 20%. Эти результаты подтверждают эффективность использования защищенных белков для повышения продуктивности и улучшения обмена веществ у молочных коров [25].

– Иммунитет и показатели воспроизводства.

Защищенные белки предотвращают дефицит аминокислот, который может спровоцировать метаболические нарушения, такие как кетоз или ацидоз. Стабильное снабжение питательными веществами поддерживает нормальный обмен веществ и уменьшает физиологический стресс, что особенно актуально для коров с высокой молочной продуктивностью.

Аминокислоты, такие как глутамин и аргинин, поступающие из защищенных белков, играют ключевую роль в работе иммунной системы [23]. Это снижает восприимчивость коров к инфекционным заболеваниям и улучшает их общее состояние здоровья, что важно для длительного поддержания продуктивности.

Достаточное поступление аминокислот также поддерживает гормональный баланс и репродуктивное здоровье коров. Это выражается в повышении оплодотворяемости и сокращении интервала между отелами, что позволяет сохранять стабильную продуктивность стада и снижать потери, связанные с задержками в воспроизводстве [26].

В исследовании Кузнецова С. отмечается, что внедрение в корма защищенных белков в долевым соотношении 35–38% от всей белковой массы существенно повышает содержание белка в молоке коров, положительно сказывается на их здоровье и продуктивности [27].

– Продуктивность.

За счет более полного усвоения аминокислот из защищенных белков коровы получают дополнительные строительные материалы для синтеза молока.

Испытания в хозяйстве «Дружба» (Краснодарский край) показали, что включение защищенного белка в рацион повышает продуктивность коров на 18%, а содержание белка в молоке – на 12%. Исследования на фермах «Красного Востока-Агро» в Татарстане показали рост удоя на корову 4 кг/сут [26].

Таким образом, перечисленные выше исследования подтверждают, что использование защищенных белковых добавок в рационе высокопродуктивных коров приводит к ряду биологических эффектов, которые положительно сказываются на их здоровье и продуктивности. Эти эффекты связаны с улучшенным усвоением аминокислот и более эффективным использованием белка в организме животных, что особенно важно в условиях интенсивной лактации. Эти биологические эффекты делают защищенные белковые добавки важным элементом рациона высокопродуктивных коров, обеспечивая не только рост продуктивности, но и устойчивое здоровье животных в течение всего периода лактации.

2. Повышение экономической эффективности производства молока.

Защищенные белки оказывают влияние на качество продукции, оптимизацию кормления и снижение затрат, а также способствуют экологической устойчивости.

– Качество молока.

Защищенные белки не только увеличивают количество молока, но и улучшают его качественный состав.

Улучшенное обеспечение животных аминокислотами способствует синтезу белков и молочного жира. Особенно заметный эффект наблюдается при применении соевых защищенных белков, которые повышают жирность молока, что важно для производства высококачественных молочных продуктов, таких как сыр или сливки. Также добавление защищенного соевого шрота может повысить содержание белка в молоке с 3,2% до 3,5%, что улучшает его технологические свойства и рыночную стоимость.

Например, было показано, что применение защищенного белка из различного сырья в кормлении коров приводит к повышению содержания белка в молоке: при использовании защищенного соевого шрота – на 0,2–0,3%, а при использовании подсолнечного шрота – на 0,1–0,2%. Такой прирост улучшает питательную ценность молока и его пригодность для переработки [28].

В исследовании, проведенном Ноттингемским университетом, 44 высокопродуктивных коровы голштино-фризской породы получали рационы с различными источниками белка: соевый шрот с дозировкой 2,5 кг на голову в день и добавку NovaPro (смесь защищенных белков) с дозировкой 3,0 кг на голову в день. Результаты показали, что кормление NovaPro способствовало увеличению суточного надоя молока на 1,7 кг на корову, повышению содержания жира и белка в молоке, увеличению потребления сухого вещества на 1,2 кг в день.

Кроме того, использование NovaPro способствовало снижению уровня мочевины в молоке, что положительно сказывается на его качестве [29].

Эти данные подтверждают, что использование защищенных белков, способствует улучшению качества молока, повышая содержание белков и жиров в молоке, снижая уровень мочевины.

– Оптимизация кормления, снижение затрат и соответствие экологической устойчивости.

Традиционные белки, расщепляясь в рубце, теряют часть азота в виде аммиака, который выводится через мочу, снижая эффективность корма и увеличивая экологическую нагрузку. Защищенные белки минимизируют эти потери, поскольку они усваиваются в тонком кишечнике. Это снижает выбросы азота в окружающую среду и делает кормление более экономичным и экологически безопасным [23].

За счет высокой усвояемости защищенных белков снижается потребность в традиционных добавках, которые теряются в рубце. Это позволяет уменьшить затраты на кормление. Например, использование защищенного белка Полиамин способствует повышению молочной продуктивности коров и сокращению затрат на концентрированные корма [30].

Использование защищенных белков снижает выбросы азота в окружающую среду, поскольку минимизирует потери белка в рубце и их превращение в аммиак. Это делает молочное производство более экологически устойчивым и помогает соответствовать современным стандартам устойчивого развития.

В исследовании, проведенном компанией Kemin, было установлено, что включение в рацион жвачных животных защищенных аминокислот, таких как метионин и лизин, приводит к снижению выбросов азота (N) и оксида азота (N₂O) в атмосферу. Это достигается за счет повышения эффективности использования кормов и снижения их избыточного потребления. Кроме того, оптимизация кормления позволяет снизить углеродный след производства молока и мяса, что делает отрасль более экологически устойчивой. [31].

Внедрение защищенных белков в рацион высокопродуктивных коров способствует не только улучшению физиологических показателей животных, но и позволяет повысить экономическую эффективность производства молока за счет улучшения качества продукции, оптимизации кормления, снижения затрат на кормление и соответствие экологической устойчивости.

Где используются защищенные белковые добавки и почему

Защищенные белковые добавки находят широкое применение в молочном животноводстве, особенно в хозяйствах, ориентированных на высокую продуктивность коров. Их использование обусловлено как практическими, так и экономическими факторами, которые помогают оптимизировать кормление и повысить рентабельность производства [32].

Первое – молочные фермы с высокопродуктивными коровами. На фермах, где коровы дают 30–40 литров молока в день и более, потребность в белке и незаменимых аминокислотах значительно возрастает. Защищенные белки компенсируют недостаток микробного белка, обеспечивая животных необходимыми питательными веществами для поддержания высоких удоев, что делает их незаменимыми в таких условиях [33].

Второе – регионы с ограниченным доступом к качественным кормам. В местностях, где соевый шрот дорог или труднодоступен, защищенные добавки из подсолнечного шрота становятся экономически выгодной альтернативой. Это особенно актуально для стран, где подсолнечник – основная масличная культура, например, в России или на Украине, что позволяет снизить затраты на кормление без потери продуктивности [34].

Третье – фермы, стремящиеся к экологической устойчивости, или фермы, использующие интенсивные технологии кормления. Защищенные белки уменьшают потери белка в рубце, снижая выделение аммиака и мочевины, а значит, и выбросы азота в окружающую среду. Это делает их привлекательными для хозяйств, которые ориентированы на устойчивое развитие и соответствие экологическим стандартам, минимизируя негативное воздействие на природу. В системах интенсивного кормления, где требуется максимальная эффективность использования кормовых ресурсов, защищенные белки сокращают общее потребление белковых добавок за счет их высокой эффективности [35].

Четвертое – хозяйства, ориентированные на улучшение качества молока. Повышение содержания белка и жира в молоке благодаря защищенным белкам важно для производителей, поставляющих молоко на переработку. Улучшенный состав молока позволяет повысить его рыночную стоимость и конкурентоспособность, что особенно

выгодно для ферм, работающих с крупными переработчиками [36].

Заключение

Проведенное исследование показало, что защищенные белковые добавки на основе соевого и подсолнечного шрота эффективно повышают продуктивность высокопродуктивных коров. Защищенные белки обеспечивают доставку аминокислот в тонкий кишечник, предотвращая его распад в рубце, что увеличивает содержание белка в молоке на 0,2–0,3% при использовании сои [16] и на 0,1–0,2% при применении подсолнечника. Прирост удоя составляет 1–3 кг/день для соевого шрота и 0,5–2 кг/день для подсолнечного, как показало исследование Johnson (2018) [17] на примере инкапсулированного шрота. Соевый шрот превосходит подсолнечный по биодоступности аминокислот, тогда как подсолнечный шрот выгоден экономически. Методы защиты повышают долю белка, не расщепляемого в рубце, до 50–80%, улучшая усвояемость. Например, Кадырова и Конурбаева (2020) [24] подтвердили рост продуктивности при экструзии.

Защищенные белки из сои и подсолнечника повышают удой и качество молока, улучшают здоровье коров и снижают затраты на кормление. Соевый шрот эффективен для высокой продуктивности, подсолнечный – для экономии, что делает их применение перспективным в животноводстве.

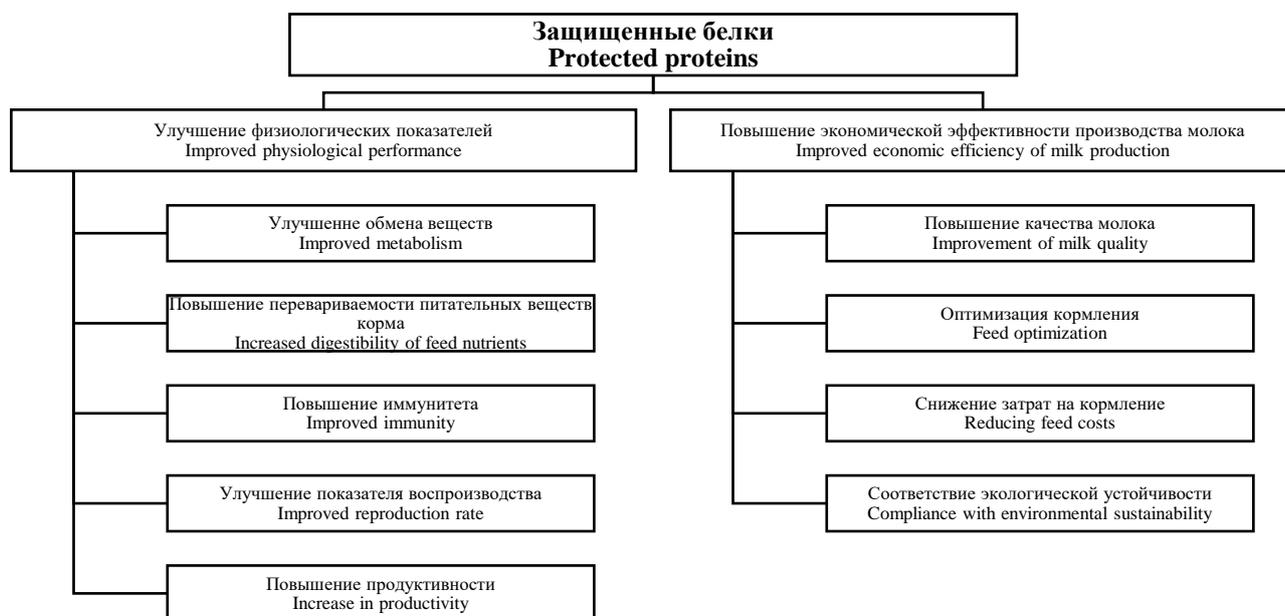


Рисунок 1. Схема влияния защищенных белков на физиологические показатели животных и экономическую эффективность производства молока

Figure 1. The influence of protected proteins on physiological parameters of animals and economic efficiency of milk production

В результате проведенного исследования было подтверждено, что использование защищенных белков из подсолнечника и сои в кормлении высокопродуктивных коров способствует улучшению молочной продуктивности и усвояемости питательных веществ. Механизмы их воздействия включают улучшение переваримости кормов и увеличение синтеза молока. Полученные данные согласуются с результатами научных исследований и подчеркивают важность выбора источников белка, учитывая

физиологические особенности животных и стадии лактации. Для дальнейшего повышения эффективности кормления необходимо продолжить исследования с целью уточнения оптимальных дозировок и режима применения этих добавок в разных условиях.

Для лучшего понимания влияния защищенных белков на животных нами разработана схема влияния защищенных белков на физиологические показатели животных и экономическую эффективность производства молока (рисунок 1).

Литература

- 1 Волгин В.И., Романенко Л.В., Прохоренко П.Н., Федорова З.Л., Корочкина Е.А. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности. Москва: АгроНаука, 2021. 256 с.
- 2 Харитонов Е.Л., Агафонов В.И., Харитонов Л.В. Организация научно-обоснованного кормления высокопродуктивного молочного скота: практические рекомендации. Боровск: АгроКонсалт, 2020. 112 с.
- 3 Sekali, M., Mlambo, V., Marume, U., & Mathuthu, M. Replacement of soybean meal with heat-treated canola meal in finishing diets of meatmaster lambs: physiological and meat quality responses // *Animals*. 2020. Vol. 10. № 10. P. 1735.
- 4 Bhatt R. S., Sahoo A. Effect of adding formaldehyde treated protein alone and with *Saccharomyces cerevisiae* in diet on plane of nutrition, growth performance, rumen fermentation and microbial protein synthesis of finisher lambs // *Small Ruminant Research*. – 2019. – Т. 171. – С. 42-48. doi: 10.1016/j.smallrumres.2018.12.005
- 5 Garba A.M., Firncioğlu S.Y. Role of Encapsulation Nutrients for Improvement of Ruminant Performance and Ruminant Derived-Products // *Eurasian Journal of Agricultural Research*. 2023. Vol. 7. № 2. P. 109–126.
- 6 Lata M., Mondal B.C. Impact of Bypass protein supplementation in ruminant animals // *Just Agriculture: Multi disciplinary newsletter*. 2021. Vol. 2. № 1.
- 7 Giallongo F., Oh J., Frederick T., Isenberg B. и др. Extruded soybean meal increased feed intake and milk production in dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. № 9. P. 6471–6485. doi: 10.3168/jds.2015-9786
- 8 Харитонов Е.Л., Девяткин В.А. Подсолнечный шрот в кормлении молочных коров: питательная ценность и особенности // *Молочное и мясное скотоводство*. 2016. № 4. С. 18–22.
- 9 Huuskonen A., Tuori M. Rapeseed meal in ruminant diets: composition and processing // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 2010. Vol. 42. № 5. P. 307–316.
- 10 Naik R.R., Wang Y., Selomulya C. Improvements of plant protein functionalities by Maillard conjugation and Maillard reaction products // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. Vol. 62. № 25. P. 7036–7061.
- 11 Berenti A.M., Yari M., Khalaji S. и др. Effect of extrusion of soybean meal on feed spectroscopic molecular structures and on performance, blood metabolites and nutrient digestibility of Holstein dairy calves // *Animal Bioscience*. 2020. Vol. 34. № 5. pp. 855.
- 12 Haro A., Gonzalez J., de Evan T. и др. Effects of feeding rumen-protected sunflower seed and meal protein on feed intake, diet digestibility, ruminal, cecal fermentation, and growth performance of lambs // *Animals*. 2019. Vol. 9. № 7. pp. 415.
- 13 ГОСТ 12220–96. Шрот соевый кормовой тостированный. Технические условия. Введ. 1997–01–01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. 9 с.
- 14 Достижение на рынке кормовых добавок // *OilWorld.ru*. 18.04.2017. URL: <https://www.oilworld.ru/news/forage/259877> (дата обращения: 11.04.2025).
- 15 Пангус. 40 распространенных кормовых ингредиентов: Исчерпывающее руководство. Рапсовый шрот: Балансирование питательных веществ // *PANGOO*. URL: <https://www.pangoo.biz/ru/40-common-feed-ingredients-a-comprehensive-guide/> (дата обращения: 11.04.2025).
- 16 Smith J., Brown R., Miller T. Effects of heat-treated soybean meal on milk protein content in high-producing dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. P. 1234–1240.
- 17 Johnson K. Impact of encapsulated sunflower meal on growth performance of dairy calves // *Animal Feed Science and Technology*. 2018. Vol. 245. P. 56–63.
- 18 Белковое кормление: золотая середина // *qazaqsut.kz*. URL: <https://qazaqsut.kz/ru/stati/belkovoe-kormlenie-zolotaya-seredina> (дата обращения: 11.04.2025).
- 19 Буряков Н.П., Бурякова М.А., Алешин Д.Е. Использование нетрадиционных кормов в кормлении высокопродуктивного молочного скота // *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2018. № 9. С. 23–30.
- 20 Морозова Т.М., Гамко Л.Н. Использование кормосмесей в рационах дойных коров // *Вестник Брянской ГСХА*. 2010. № 1. С. 25–28.
- 21 Мартынов В.А., Булгаков А.М., Новиков Н.А., Понамарев Н.М., Жуков В.М., Рагимов Г.И. Влияние балансирующих добавок на уровень молочной продуктивности коров в период раздоя // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021. № 3 (197). С. 68–72.

- 22 Смит Т. Защищённый белок для высокопродуктивных молочных коров // DairyNews.ru. 2017. URL: <https://dairynews.ru/news/zashchishchennyy-belok-dlya-vysokoproduktivnykh-mo.html> (дата обращения: 11.04.2025).
- 23 Ferguson J. D. Nutritional strategies to improve nitrogen efficiency and milk protein synthesis in dairy cows // Achieving sustainable production of milk Volume 1. Burleigh Dodds Science Publishing, 2017. С. 283-331.
- 24 Жаркынай И.К., Кадырова Ч.Т., Конурбаева А., Айтбекова Ж., Деркенбаев С.М. Влияние новых рецептов комбикормов на продуктивность скота // In The World Of Science and Education. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-povyuh-retseptov-kombikormov-na-produktivnost-skota/viewer> (дата обращения: 12.04.2025).
- 25 Белкофф. Применение защищенного соевого белка в рационах высокопродуктивных коров // Белкофф. URL: https://belkoff.biz/page_20.php (дата обращения: 04.04.2025).
- 26 Агроинвестор. Коров кормят «защищенным белком» // Агроинвестор. 2009. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/10974-korov-kormyat-zashchishchennym-belkom/> (дата обращения: 04.04.2025).
- 27 Кузнецов С.Г. Содержание белка в молоке коров: от чего зависит и как повысить этот показатель // Витасоль. 2019. URL: <https://vitasol.ru/notes/belok-v-moloke-korov> (дата обращения: 04.04.2025).
- 28 Lee C., Giallongo F., Hristov A.N. и др. Effect of dietary protein level and rumen-protected amino acid supplementation on amino acid utilization for milk protein in lactating dairy cows // Journal of Dairy Science. 2015. Vol. 98. № 3. P. 1885–1902. doi: 10.3168/jds.2014-8496
- 29 Агровестник «Меньше соевого шрота в рационе коров» // Agrovesti.net. 2019. URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/feeding-tech/menshe-soevogo-shrota-v-ratsione-korov.html> (дата обращения: 04.04.2025).
- 30 КАМП Казань. «Защищенный белок Полиамин» [б. д.] // КАМП Казань. URL: <https://kampkazan.ru/catalog/kormlenie/zashhishchennyj-belok/poliamin/> (дата обращения: 04.04.2025).
- 31 Kemin. «Экологические и экономические результаты включения в рацион аминокислот» // Kemin. 16.07.2021. URL: <https://info.kemin.com/ru/ruminants/blog/sustainable-economic-implications-amino-acids> (дата обращения: 04.04.2025).
- 32 Шляхова О.Г., Филева Н.С., Тантави А.А., Рядчиков В.Г. Использование защищенных аминокислот в питании высокопродуктивных коров // Современные проблемы в животноводстве: состояние, решения, перспективы: материалы международной научно-практической конференции. Краснодар: КубГАУ, 2019. С. 294–299.
- 33 Дмитрук С.М., Каширин Д.В. Защищённые белки. Принцип работы / С.М. Дмитрук, Д.В. Каширин // csoya.ru. URL: <https://csoya.ru/feeding/zashhishchennye-belki-princip-raboty/> (дата обращения: 11.04.2025).
- 34 Федеральный центр оценки качества зерна. Шрот – ценная пищевая добавка // fczerna.ru. URL: <https://fczerna.ru/news/?NAME=shrot-tsennaya-pishchevaya-dobavka> (дата обращения: 11.04.2025).
- 35 Влияние метионина в защищенной от разрушения в рубце форме на продуктивность и выделение азота // IBS Agro. URL: <https://www.ibsagro.ru/articles/vliyanie-metionina-v-zashchishchennoy-ot-razrusheniya-v-rubtse-forme-na-produktivnost-i-vydelenie-az/> (дата обращения: 11.04.2025).
- 36 Подрез В.Н., Красочко П.А., Карпеня М.М. Повышаем надой и качество молока // Животноводство России. 2024. № 3. С. 29–31. doi: 10.25701/ZZR.2024.03.012

References

- 1 Volgin V.I., Romanenko L.V., Prokhorenko P.N., Fedorova Z.L., Korochkina E.A. Full-scale feeding of dairy cattle – the basis for realizing genetic productivity potential. Moscow: AgroScience, 2021. 256 p. (in Russian)
- 2 Kharitonov E.L., Agafonov V.I., Kharitonov L.V. Organization of scientifically substantiated feeding of high-producing dairy cattle: practical recommendations. Borovsk: AgroConsult, 2020. 112 p. (in Russian)
- 3 Sekali M., Mlambo V., Marume U., Mathuthu M. Replacement of soybean meal with heat-treated canola meal in finishing diets of meatmaster lambs: physiological and meat quality responses. Animals. 2020. vol. 10. no. 10. p. 1735.
- 4 Bhatt R.S., Sahoo A. Effect of adding formaldehyde treated protein alone and with Saccharomyces cerevisiae in diet on plane of nutrition, growth performance, rumen fermentation and microbial protein synthesis of finisher lambs. Small Ruminant Research. 2019. vol. 171. pp. 42–48. doi: 10.1016/j.smallrumres.2018.12.005
- 5 Garba A.M., Firincioğlu S.Y. Role of Encapsulation Nutrients for Improvement of Ruminant Performance and Ruminant Derived-Products. Eurasian Journal of Agricultural Research. 2023. vol. 7. no. 2. pp. 109–126.
- 6 Lata M., Mondal B.C. Impact of Bypass protein supplementation in ruminant animals. Just Agriculture: Multi disciplinary newsletter. 2021. vol. 2. no. 1.
- 7 Giallongo F., Oh J., Frederick T., Isenberg B. et al. Extruded soybean meal increased feed intake and milk production in dairy cows. Journal of Dairy Science. 2015. vol. 98. no. 9. pp. 6471–6485. doi: 10.3168/jds.2015-9786
- 8 Kharitonov E.L., Devyatkin V.A. Sunflower cake in dairy cattle feeding: nutritional value and features. Dairy and Beef Cattle Breeding. 2016. no. 4. pp. 18–22.
- 9 Huuskonen A., Tuori M. Rapeseed meal in ruminant diets: composition and processing. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science. 2010. vol. 42. no. 5. pp. 307–316. (in Russian)
- 10 Naik R.R., Wang Y., Selomulya C. Improvements of plant protein functionalities by Maillard conjugation and Maillard reaction products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2022. vol. 62. no. 25. pp. 7036–7061.
- 11 Berenti A.M., Yari M., Khalaji S. et al. Effect of extrusion of soybean meal on feed spectroscopic molecular structures and on performance, blood metabolites and nutrient digestibility of Holstein dairy calves. Animal Bioscience. 2020. vol. 34. no. 5. pp. 855.

- 12 Haro A., Gonzalez J., de Evan T. et al. Effects of feeding rumen-protected sunflower seed and meal protein on feed intake, diet digestibility, ruminal, cecal fermentation, and growth performance of lambs. *Animals*. 2019. vol. 9. no. 7. pp. 415.
- 13 GOST 12220–96. Toasted feed soybean meal. Technical conditions. Introduced 1997–01–01. Moscow: IPK Publishing House of Standards, 1996. 9 p. (in Russian).
- 14 Achievements in the Feed Additives Market // OilWorld.ru. 18.04.2017. URL: <https://www.oilworld.ru/news/forage/259877> (accessed: 11.04.2025).
- 15 Pangus. 40 Common Feed Ingredients: A Comprehensive Guide. Rapeseed Meal: Nutrient Balancing // PANGOO. URL: <https://www.pangoo.biz/ru/40-common-feed-ingredients-a-comprehensive-guide/> (accessed: 11.04.2025).
- 16 Smith J., Brown R., Miller T. Effects of heat-treated soybean meal on milk protein content in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2015. vol. 98. pp. 1234–1240.
- 17 Johnson K. Impact of encapsulated sunflower meal on growth performance of dairy calves. *Animal Feed Science and Technology*. 2018. vol. 245. pp. 56–63.
- 18 Protein Feeding: The Golden Mean // qazaqsut.kz. URL: <https://qazaqsut.kz/ru/stati/belkovoe-kormlenie-zolotaya-seredina> (accessed: 11.04.2025). (in Russian)
- 19 Buryakov N.P., Buryakova M.A., Aleshin D.E. Use of unconventional feeds in the diet of high-producing dairy cattle. *Veterinary Science of Agricultural Animals*. 2018. no. 9. pp. 23–30. (in Russian)
- 20 Morozova T.M., Gamko L.N. Use of forage mixes in rations of milk cows. *Bulletin of Bryansk State Agricultural Academy*. 2010. no. 1. pp. 25–28. (in Russian)
- 21 Martynov V.A., Bulgakov A.M., Novikov N.A., Ponamarev N.M., Zhukov V.M., Ragimov G.I. Influence of balancing additives on milk productivity in cows during the lactation period. *Bulletin of the Altai State Agricultural University*. 2021. no. 3 (197). pp. 68–72. (in Russian)
- 22 Smith, T. Protected Protein for High-Producing Dairy Cows // DairyNews.ru. 2017. URL: <https://dairynews.ru/news/zashchishchenny-belok-dlya-vysokoproduktivnykh-mo.html> (accessed: 11.04.2025). (in Russian)
- 23 Ferguson J.D. Nutritional strategies to improve nitrogen efficiency and milk protein synthesis in dairy cows. *Achieving Sustainable Production of Milk Volume 1*. Burleigh Dodds Science Publishing, 2017. pp. 283–331.
- 24 Zharkynay, I. K., Kadyrova, Ch. T., Konurbayeva, A., Aitbekova, Zh., Derkenbaev, S. M. Influence of New Feed Formulas on Cattle Productivity // In The World Of Science and Education. — <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-novyh-retseptov-kombikormov-na-produktivnost-skota/viewer>. (accessed: 04.04.2025).
- 25 Belkoff. “Application of Protected Soy Protein in Diets of High-Producing Cows” // Belkoff. URL: https://belkoff.biz/page_20.php (accessed: 04.04.2025).
- 26 Agroinvestor. “Cows are Fed ‘Protected Protein’” // Agroinvestor. 2009. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/10974-korov-kormyat-zashchishchennym-belkom/> (accessed: 04.04.2025).
- 27 Kuznetsov, S. G. “Protein Content in Cow Milk: What it Depends On and How to Increase This Indicator” // Vitasol. 2019. URL: <https://vitasol.ru/notes/belok-v-moloke-korov> (accessed: 04.04.2025).
- 28 Lee C., Giallongo F., Hristov A.N. et al. Effect of dietary protein level and rumen-protected amino acid supplementation on amino acid utilization for milk protein in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2015. vol. 98. no. 3. pp. 1885–1902. doi: 10.3168/jds.2014-8496.
- 29 Agrovestnik “Less Soybean Meal in Cow Diets” // Agrovesti.net. 2019. URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/feeding-tech/menshe-soevogo-shrota-v-ratsione-korov.html> (accessed: 04.04.2025).
- 30 KAMP Kazan. “Protected Protein Polyamin” [No Date] // KAMP Kazan. URL: <https://kampkazan.ru/catalog/kormlenie/zashchishchennyj-belok/poliamin/> (accessed: 04.04.2025).
- 31 Kemin. “Environmental and Economic Results of Including Amino Acids in Diets” // Kemin. 16.07.2021. URL: <https://info.kemin.com/ru/ruminants/blog/sustainable-economic-implications-amino-acids> (accessed: 04.04.2025).
- 32 Shlyakhova O.G., Fileva N.S., Tantavi A.A., Ryadchikov V.G. Use of protected amino acids in feeding high-producing cows. *Modern Problems in Animal Husbandry: Status, Solutions, Prospects*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2019. pp. 294–299. (in Russian)
- 33 Dmitruk S.M., Kashirin D.V. Protected proteins. Working principle. csoya.ru. URL: <https://csoya.ru/feeding/zashchishchennye-belki-princip-raboty/> (accessed: 11.04.2025).
- 34 Federal Center for Grain Quality Assessment. Meal – a valuable food additive. fczerna.ru. URL: <https://fczerna.ru/news/?NAME=shrot-tsennaya-pishchevaya-dobavka> (accessed: 11.04.2025).
- 35 Influence of methionine in a protected form on productivity and nitrogen excretion. IBS Agro. URL: <https://www.ibsagro.ru/articles/vliyanie-metionina-v-zashchishchennyj-ot-razrusheniya-v-rubtse-forme-na-produktivnost-i-vydelenie-az/> (accessed: 11.04.2025).
- 36 Podrez V.N., Krasochko P.A., Karpenya M.M. Increasing milk yield and quality. *Animal Husbandry of Russia*. 2024. no. 3. pp. 29–31. doi: 10.25701/ZZR.2024.03.012. (in Russian)

Сведения об авторах

Наталья А. Перова аспирант, кафедра генетики, цитологии и биоинженерии, Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, г. Воронеж, 394018, Россия, nataliy3103@ya.ru

 <https://orcid.org/0009-0001-1451-9255>

Владислав Н. Калаев д.б.н., профессор, кафедра генетики, цитологии и биоинженерии, Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, г. Воронеж, 394018, Россия, dr_huixs@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4247-4509>

Оксана Ю. Мальцева к.т.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ksenia2002@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3815-123X>

Инна В. Новикова д.т.н., профессор, кафедра бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, noviv@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalia A. Perovas postgraduate student, department of genetics, cytology and bioengineering, Voronezh State University, Universitetskaya Sq., 1 Voronezh, 394018, Russia, nataliy3103@ya.ru

 <https://orcid.org/0009-0001-1451-9255>

Vladislav N. Kalaev Dr. Sci. (Bio.), professor, Department of Genetics, Cytology and Bioengineering, Voronezh State University, Universitetskaya Sq., 1 Voronezh, 394018, Russia, dr_huixs@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4247-4509>

Oksana Yu. Maltseva Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, Department of Biochemistry and Biotechnology, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ksenia2002@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3815-123X>

Inna V. Novikova Dr. Sci. (Engin.), professor, Department of Fermentation and Sugar Production, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, noviv@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/02/2025

После редакции 19/02/2025

Принята в печать 11/03/2025

Received 01/02/2025

Accepted in revised 19/02/2025

Accepted 11/03/2025
