

Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 4. С. 144-155.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2024. Vol. 107, no 4. P. 144-155.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОРМЛЕНИЯ

Научная статья
УДК 636.085:636.088.5
doi:10.33284/2658-3135-107-4-144

Влияние новой пребиотической кормовой добавки на основе крахмального полисахарида на молочную продуктивность и качественные показатели получаемой продукции

Марина Ивановна Сложенкина^{1,9}, Иван Фёдорович Горлов^{2,10}, Татьяна Алексеевна Антипова³, Ольга Владимировна Кудряшова⁴, Елена Сергеевна Воронцова⁵, Светлана Андреевна Брехова⁶, Александр Какаевич Дурдыев⁷, Александра Алексеевна Сложенкина⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград, Россия

^{9,10}Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

^{1,9}niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

^{2,10}niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>

³niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0365-4806>

⁴kudryashova-niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6634-3685>

⁵esvoronts@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0730-853X>

⁶sveta511518@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0763-4447>

⁷alex.durdyev@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9031-5463>

⁸niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5913-5303>

Аннотация. Как известно, полноценное сбалансированное кормление животных является одним из основополагающих моментов в повышении производства животноводческой продукции и её качественных показателей. Несомненная роль в этом принадлежит использованию в рационах кормления специальных кормовых добавок. В статье приводятся результаты исследований по установлению дозировки новой пребиотической кормовой добавки на основе крахмального полисахарида в рационе коров красной степной породы, её влиянию на молочную продуктивность и качество получаемого молока. По результатам исследований наиболее оптимальной выбрана дозировка добавки в количестве 80 г на голову в сутки. При скармливании данной добавки установлено повышение молочной продуктивности животных, а также качественных показателей молока (жира, белка и углеводов). Выработываемый из молока опытной группы животных кисломолочный продукт отличался лучшими органолептическими показателями и более высокими показателями пищевой ценности.

Ключевые слова: коровы, красная степная порода, рацион кормления, кормовая добавка, изомальтоолигосахарид, молочная продуктивность, показатели качества молока

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2023-2024 гг. ГНУ НИИММП (№ 1021051101432-7).

Для цитирования: Влияние новой пребиотической кормовой добавки на основе крахмального полисахарида на молочную продуктивность и качественные показатели получаемой продукции / М.И. Сложенкина, И.Ф. Горлов, Т.А. Антипова, О.В. Кудряшова, Е.С. Воронцова, С.А. Брехова, А.К. Дурдыев, А.А. Сложенкина // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 4. С. 144-155. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-144>

THEORY AND PRACTICE OF FEEDING

Original article

Effect of a new prebiotic feed additive based on starch polysaccharide on dairy productivity and quality parameters of the obtained products

Marina I Slozhenkina^{1,9}, Ivan F Gorlov^{2,10}, Tatiana A Antipova³, Olga V Kudryashova⁴, Elena S Vorontsova⁵, Svetlana A Brekhova⁶, Aleksandr K Durdyev⁷, Aleksandra A Slozhenkina⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

^{9,10}Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

^{1,9}niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

^{2,10}niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>

³niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0365-4806>

⁴kudryashova-niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6634-3685>

⁵esvoronts@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0730-853X>

⁶sveta511518@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0763-4447>

⁷alex.durdyev@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9031-5463>

⁸niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5913-5303>

Abstract. As is known, complete balanced feeding of animals is one of the fundamental moments in increasing the production of livestock products and their quality indicators. The use of special feed additives in feeding rations plays an undoubted role in this. The article presents the results of studies on establishing the dosage of a new prebiotic feed additive based on starch polysaccharide in the diet of red steppe cows, its effect on milk productivity and the quality of the obtained milk. According to the research results, the most optimal dosage of the additive was chosen in the amount of 80 g per head per day. When feeding this additive, an increase in milk productivity of animals, as well as milk quality indicators (fat, protein and carbohydrates) was established. Better organoleptic indicators and higher nutritional value indicators distinguished the fermented milk product produced from the milk of the experimental group of animals.

Keywords: cows, Red Steppe breed, diet, feed additive, isomaltooligosaccharide, milk productivity, milk quality indicators

Acknowledgments: the work was completed in accordance to the plan of research works for 2023-2024 of State Scientific Institution Research Institute of Milk and Milk Processing (No. 1021051101432-7).

For citation: Slozhenkina MI, Gorlov IF, Antipova TA, Kudryashova OV, Vorontsova ES, Brekhova SA, Durdyev AK, Slozhenkina AA. Effect of a new prebiotic feed additive based on starch polysaccharide on dairy productivity and quality parameters of the obtained products. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(4):144-155. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-144>

Введение.

Приоритетным направлением развития АПК в России является повышение объёмов производства животноводческой продукции за счёт организации кормовой базы, включающей создание полноценных сбалансированных и экологически безопасных рационов кормления, улучшающих продуктивность животных и экономическую составляющую при их применении (Попов В.В., 2021).

Интенсификация молочного животноводства основывается на постоянном поиске методов оптимизации процесса кормления животных для достижения максимального уровня реализации их генетического потенциала, а также для получения продукции, обладающей высокими показателями качества (Шарипов Д.Р. и др., 2019; Брехова С.А. и др., 2024).

Современные условия производства животноводческой продукции и используемые технологии требуют новых научно обоснованных подходов в вопросах полноценного сбалансированного кормления животных. При этом определяющим фактором, влияющим на показатели молочной

продуктивности коров, считается оценка кормового рациона по обменной энергии, составной частью которого являются углеводные ингредиенты (Гречишников В. и др., 2024).

Наиболее ярким представителем данного класса является клетчатка, от уровня которой зависят такие показатели как потребление корма, переваримость и эффективность использования питательных веществ. Также клетчатка является компонентом, влияющим на нормализацию работы желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и стимулирующим деятельность кишечника (Кузьмина Л.Н. и Карташова А.П., 2020; Маслюк А.Н. и Токарева М.А., 2018; Худякова Х.К. и др., 2023).

Наиболее полному использованию животными питательных веществ рациона, а также улучшению работы их пищеварительной системы способствуют различные пищевые вещества, входящие в состав кормовых добавок (Шаабан М., 2023).

В данном контексте наиболее эффективными являются пребиотические добавки, всё чаще используемые в последние годы в кормлении крупного рогатого скота. Состав пребиотических добавок весьма разнообразен и включает множество ингредиентов (клетчатку, янтарную кислоту, жмыхи, витаминные и минеральные премиксы, олигосахариды и др.) для достижения максимальной эффективности при их применении.

В этой связи наибольший интерес исследователей вызывают полисахариды, к числу которых относятся олигосахариды, полученные из растительного сырья и обладающие пребиотической активностью, повышающие усвоение минеральных веществ, усиливающие устойчивость к различным заболеваниям и, как следствие, повышающие иммунитет (Ардатская М.Д., 2020; García-Núñez IM et al., 2022; Gourineni V et al., 2018; Madsen LR et al., 2017).

Учитывая незначительное количество научных публикаций, подтверждающих эффективность применения полисахаридов в рационах кормления различных сельскохозяйственных животных, проведение работ в данном направлении является своевременным и актуальным.

Цель исследований.

Изучение влияния новой кормовой добавки на основе крахмального полисахарида, используемой в рационе крупного рогатого скота, на показатели продуктивности и качество молока, а также произведённого из него кисломолочного продукта.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Образцы молока, полученные от групп коров, питавшихся основным рационом и рационами, обогащёнными кормовой добавкой на основе крахмального полисахарида в различных дозировках. А также образцы кисломолочных продуктов, выработанные из молока, полученного от коров II опытной и контрольной групп.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов, протоколами Женевской конвенции и принципами 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 проводились в ПЗК им. Ленина Суrowsикинского района, Волгоградской области. На комплексе были отобраны 4 группы коров красной степной породы методом пар-аналогов – контрольная, I, II и III опытные. Каждая группа формировалась с учётом возраста, живой массы тела, уровнем продуктивности и периода лактации в количестве по 15 голов в каждой.

Содержание каждой группы проводилось в равных условиях беспривязным способом. Кормление происходило по установленным нормам с учетом физиологических, возрастных и продуктивных особенностей.

Кормление животных контрольной группы проводилось стандартным рационом, установленным на предприятии, который рассчитывался с оптимальным количеством основных и концентрированных кормов, основываясь на индивидуальных потребностях и состоянии животных. Ко-

ров I опытной группы обеспечивали таким же рационом, но дополнительно обогащённым крахмальным полисахаридом (КП) в количестве 60 г на голову в сутки. Коров II опытной группы обеспечивали таким же рационом, но дополнительно обогащённым КП в количестве 80 г на голову в сутки. Коров III опытной группы обеспечивали таким же рационом, но дополнительно обогащённым КП в количестве 100 г на голову в сутки. Время проведения исследований – 90 дней.

Применяемая пребиотическая кормовая добавка (ГНУ НИИМП, г. Волгоград, Россия) представляла собой 100 %-ный изомальтоолигосахарид, получаемый биоконверсией кукурузного крахмала. Массовая доля сухих веществ составляет 94,0 %, в том числе углеводов 93,0 %; содержание растворимых пищевых волокон – 70,0 %.

Следующей частью научно-практического эксперимента являлась выработка и оценка качества двух образцов кисломолочных продуктов. Контрольный образец изготавливали из молока коров со стандартным рационом, а опытный – из молока коров II опытной группы, рацион которых был обогащён КП в количестве 80 г.

Выработка опытных образцов кисломолочных продуктов осуществлялась при строгом соблюдении температурных и иных технологических режимов соответствии со схемой, позволяющей получить стандартные по составу продукты с гарантированной безопасностью.

Исходное молоко очищали от механических примесей, подогревали до температуры +60 °С, гомогенизировали и пастеризовали при температуре +93 °С. Далее молоко охлаждали до температуры заквашивания +40 °С, вносили закваску в количестве, рекомендованном производителем, сквашивали до достижения требуемой кислотности 75°Т, перемешивали и охлаждали.

Для выработки продукта использовали симбиотическую заквасочную культуру, содержащую *Streptococcus thermophiles* и *Lactobacillus bulgaricus*, позволяющую получать продукт, обладающий мягким сливочным вкусом и ароматом, густой однородной консистенцией. Консорциум микроорганизмов, содержащихся в заквасочной культуре, способствует получению продукта не только с лучшими органолептическими параметрами, но и обладающего функциональной направленностью. Доказанная эффективность используемых пробиотических микроорганизмов позволяет использовать кисломолочный продукт в нормализации микробной экологии кишечника животных.

Оборудование и технические средства. Изучение качественных показателей получаемого молока проводили в комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП: массовую долю жира – по ГОСТ 5867-90, массовую долю белка – по ГОСТ 25179-2014, титруемую кислотность – по ГОСТ Р 54669-2011, плотность – по ГОСТ Р 54758-2011. В полученных образцах кисломолочных продуктов определяли показатели пищевой ценности: жир – по ГОСТ 5867-90, белок – по ГОСТ 34454-2018 (метод Кьельдаля), сухие вещества – по ГОСТ 3626-73; и микробиологические показатели – по ГОСТ 32901-2014. Технические средства и оборудование использовались в соответствии с требованиями, указанными в вышеобозначенной нормативно-технической документацией.

Статистическая обработка. Результаты исследований, приведённые в статье, обработаны при помощи математических статистических методов Плохинский А.П. (1970) с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) и обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Оценка качества образцов молока. Результаты исследований молочной продуктивности лактирующих коров, показатели пищевой ценности производимого молока (жир, белок, углеводы), плотность и кислотность являются регламентирующими для производства молочных продуктов на перерабатывающих комплексах.

Результаты проведённых исследований свидетельствуют о положительном влиянии скармливаемой животным добавки на основе крахмального полисахарида на продуктивность и физико-химические показатели молока. Как видно из данных, представленных в таблице 1, по суточному удою молока животные I, II и III опытных групп превосходят своих аналогов контрольной группы на 1,0 кг или на 5,38 %, 1,6 кг или на 8,33 % ($P \geq 0,05$) и 1,8 кг или на 9,28 % ($P \geq 0,05$); массовой доли

жира – на 0,02, 0,04 и 0,06 %; массовой доли белка – на 0,02, 0,05 и 0,07 % ($P \geq 0,05$); массовой доли лактозы – на 0,06, 0,11 и 0,12 % соответственно. Расчёты показали, что молочного жира в I, II и III опытных группах было получено больше по сравнению с контрольной группой на 0,04 кг или на 5,48 %, 0,07 кг или на 9,21 % и 0,08 кг или на 10,39 %; молочного белка – на 0,03 кг или на 5,00 %, 0,06 кг, или на 9,52 % ($P \geq 0,05$) и 0,07 кг или на 10,94 % ($P \geq 0,01$) соответственно. Титруемая кислотность изменилась в опытных группах незначительно, однако, учитывая, что данный показатель является косвенным для оценки качества продукции, можно говорить в определённой степени о сбалансированности рациона кормления животных. Показатель плотности во всех опытных группах соответствовал требованиям, предъявляемым к сырью, что свидетельствует о высоком качестве молока, производимого животными (табл. 1).

Таблица 1. Физико-химические показатели молока коров опытных групп (n=5)
Table 1. Physicochemical parameters of milk from cows in experimental groups (n=5)

Наименование показателя/ <i>Indicator</i>	Значения показателей по группам животных/ <i>Values of indicators by groups of animals</i>			
	контрольная/ <i>control</i>	I опытная/ <i>I experimental</i>	II опытная/ <i>II experimental</i>	III опытная/ <i>III experimental</i>
Суточный удой, кг/ <i>Daily milk yield, kg</i>	17,60±0,42	18,60±0,40	19,20±0,36*	19,40±0,43*
Массовая доля жира, %/ <i>Mass fraction of fat, %</i>	3,93±0,02	3,95±0,02	3,97±0,03	3,99±0,02
Массовая доля белка, %/ <i>Mass fraction of protein, %</i>	3,22±0,02	3,24±0,01	3,27±0,03	3,29±0,01*
Массовая доля лактозы, %/ <i>Mass fraction of lactose, %</i>	4,64±0,17	4,70±0,20	4,75±0,16	4,76±0,18
Титруемая кислотность, °Т/ <i>Titrate acidity, °T</i>	17,5±1,21	17,5±1,26	17,2±1,32	17,3±1,14
Плотность, кг/м ³ / <i>Density, kg/m³</i>	1029,0±0,62	1029,5±0,46	1030,0±0,76	1029,5±0,41
Молочный жир, кг/ <i>Milk fat, kg</i>	0,69±0,02	0,73±0,03	0,76±0,03	0,77±0,04
Молочный белок, кг/ <i>Milk protein, kg</i>	0,57±0,01	0,60±0,01	0,63±0,02*	0,64±0,01**

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$

Note: * – $P \leq 0.05$; ** – $P \leq 0.01$

Повышение исследуемых показателей за изучаемый период является следствием нормализации обменных процессов в организме животного за счёт использования пребиотической кормовой добавки на основе крахмального полисахарида.

Наиболее высокие значения исследуемых показателей в течение проводимого опыта были отмечены в III опытной группе. Однако при сравнении показателей, достигнутых в опытных группах между собой, установлено, что наибольший процент повышения значений установлен во II опытной группе. Разница показателя суточного удоя между II и I опытными группами составила 3,13 %, а между III и II – 1,03%.

Аналогичную тенденцию можно отметить и в показателях «массовая доля белка» и «массовая доля лактозы», значения которых в III опытной группе отличались от показателей II опытной группы лишь на 0,02 % по белку и на 0,01 % – по лактозе. В соответствии с полученными результатами установлена целесообразность внесения кормовой добавки в рацион животных в количестве 80 г на голову, что также подтверждается экономическими расчетами.

Сравнительная оценка показателей качества кисломолочных продуктов. Из молока подопытных животных были выработаны кисломолочные продукты, широко используемых в питании населения различного возраста в соответствии с концепцией здорового питания. Особое

место данные продукты занимают в питании детей, как источник биологически полноценного легкоусвояемого белка, кальция и витамина В₂. Кисломолочные продукты характеризуются физиологическим эффектом в плане благоприятного влияния на кишечный микробиоценоз.

Готовые кисломолочные продукты исследованы по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Результаты представлены в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2. Показатели готовых кисломолочных продуктов
Table 2. Indicators of finished fermented milk products

Показатель / Indicator	Характеристика образцов продуктов на основе молока контрольной и II опытной групп / Characteristics of samples of milk-based products from the control and II experimental groups	
	контрольный / control	опытный / experimental
Вкус и запах / Taste and smell	Чистый кисломолочный / pure fermented milk	
Цвет / Color	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе / white with a creamy shade, uniform throughout the mass	
Консистенция и внешний вид / Consistency and appearance	Однородная, плотная, с ненарушенным сгустком / uniform, dense, with an intact clot	
Массовая доля жира, % / Mass fraction of fat, %	3,9	4,0
Массовая доля белка, % / Mass fraction of protein, %	3,2	3,4
Титруемая кислотность, °Т / Titratable acidity, °T	75,5	80,0
Количество молочнокислых мик- роорганизмов, КОЕ в 1 г продукта / Number of lactic acid microorgan- isms, Colony-forming Units in 1 g of product	1×10 ⁷	1×10 ⁷

По основным показателям выработанные образцы продуктов соответствовали требованиям ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» применительно к продукции для питания детей дошкольного и школьного возраста, согласно которому массовая доля жира в кисломолочных продуктах должна составлять 1,5-4,0 %; массовая доля белка – 2,0-5,0 %. В образцах исследуемых продуктов массовая доля жира находилась в пределах 3,9-4,0 %; массовая доля белка – 3,2-3,4 %. При этом следует отметить, что опытный образец превосходил контрольный по содержанию жира и белка соответственно на 0,1 и 0,2 %. Технологически обоснованным фактором при выработке образцов продуктов является установление наименьшего времени сквашивания опытного образца для достижения требуемой кислотности в пределах 25-30 мин, что очевидно связано с полноценностью состава белкового компонента. Содержание молочнокислых микроорганизмов в обоих образцах продукта составило не менее 1×10⁷.

Органолептические показатели выработанных образцов соответствовали требованиям, предъявляемым к кисломолочным продуктам. При оценке консистенции не отмечено такого фактора, как «отделение сыворотки», что чаще всего присутствует в продуктах такого рода. В образце продукта, выработанного из молока, полученного от коров, в рацион которых входила добавка на основе крахмального полисахарида, была отмечена наиболее полная вкусовая гамма и более плотная консистенция, которая сохранялась после перемешивания. Данный факт объясняется не только высоким содержанием белка в исходном молоке, но и возможно частичным переходом в молоко отдельных составных ингредиентов используемой добавки (рис. 1).

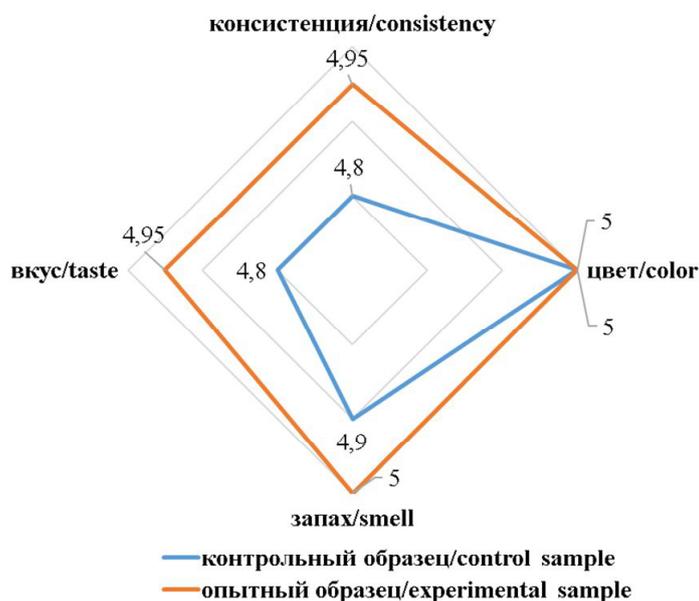


Рисунок 1. Органолептические показатели образцов кисломолочных продуктов
Figure 1. Organoleptic characteristics of fermented milk product samples

Обсуждение полученных результатов.

В российском скотоводстве молочного направления продуктивности пользуются спросом натуральные биологически активные добавки, так как совершенствование кормовой базы за счёт безопасных кормовых добавок стало обыденной практикой. Наличие в Волгоградской области предприятия ООО «НЬЮБИО», осуществляющего производства кукурузного крахмала позволяет получать из данного продукта ценное пребиотическое сырьё на пищевые и кормовые цели. Многократное повторение научно-практических опытов по оценке влияния кормовых добавок на основе крахмального полисахарида позволит создать методологию их оценки и создания новых способов обогащения кормовых рационов сельскохозяйственных животных в дальнейшей перспективе.

Полученные нами результаты исследований показывают, что введение в рацион коров новой кормовой добавки на основе крахмального полисахарида позволяет увеличить продуктивность молочных коров, что схоже с результатами аналогичных исследований других учёных по применению растительных и пребиотических кормовых добавок в рационе крупного рогатого скота (Варакин А.Т. и др., 2021; Горлов И.Ф. и др., 2023; Обрушникова Л.Ф. и др., 2023; Попова Г.М. и др., 2023; Ширнина Н.М. и др., 2022). Стоит отметить, что благотворное влияние на продуктивности не заканчивается, так как выявлен рост качественных показателей у полученного молочного сырья, а также и у кисломолочного продукта питания, изготовленного на его основе.

Заключение.

Проведённые исследования по применению в кормлении животных пребиотической кормовой добавки на основе крахмального полисахарида подтвердили эффективность её использования в количестве 80 г в сутки на голову. По результатам исследований установлено повышение молочной продуктивности в опытных группах животных в пределах 5,7-10,2 %, а улучшение показателей качества молока было следующим: по массовой доли жира – на 0,02-0,06 %, по содержанию белка – на 0,02-0,07 %.

Молоко с высокими показателями пищевой ценности, полученное от коров, в рационе кормления которых использовалась пребиотическая добавка на основе крахмального

полисахарида, целесообразно использовать при производстве детского питания, которое требует обеспечение гарантированной безопасности и качества готового продукта.

При этом проведение стандартизации готовой продукции по массовой доле жира обеспечит ее более высокий выход из единицы сырья.

Список источников

1. Ардатская М.Д. Роль пищевых волокон в коррекции нарушений микробиоты и поддержании иммунитета // Русский медицинский журнал. 2020. Т. 28, № 12. С. 24-29. [Ardatskaya MD. Role of dietary fiber in correcting microbiota disorders and maintaining immunity. RMJ. 2020;28(12):24-29. (In Russ.)].
2. Влияние новой кормовой добавки на продуктивность и физиологические показатели молочных коров / А.Т. Варакин и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1(61). С. 222-231. [Varakin AT, et al. Influence of a new feed additive on productivity and physiological indicators of dairy cows. Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp. 2021;1(61):222-231. (In Russ.)]. doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-22
3. Гречишников В., Панин А., Михальчук Е. Оптимизация усвоения НДК. Максимальное раскрытие потенциала корма // Эффективное животноводство. 2024. № 1(191) С. 60-62. [Grechishnikov V, Panin A, Mikhailchuk E. Optimizaciya usvoeniya NDK. Maksimal'noe raskrytie potenciala korma. Effektivnoe zhivotnovodstvo. 2024;191(1):60-62. (In Russ.)].
4. Кузьмина Л.Н., Карташова А.П. Качество клетчатки и эффективность ее использования в рационах голштин-холмогорских коров // Аграрный вестник Урала. 2020. № 07(198). С. 56-64. [Kuzmina LN, Kartashova AP. The quality of fiber and the effectiveness of use in rations of holstein-Kholmogor cows. Agrarian Bulletin of the Urals. 2020;07(198):56-64. (In Russ.)]. doi: 10.32417/1997-4868-2020-198-7-56-64
5. Маслюк А.Н., Токарева М.А. Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 4. С. 164-171. [Maslyuk AN, Tokareva MA. Optimization efficiency of protein and carbohydrate nutrition of highly productive cows. Animal Husbandry and Fodder Production. 2018;101(4):164-171. (In Russ.)].
6. Попов В.В. Этюды оценки качества кормов и рационов США в России // Адаптивное кормопроизводство. 2021. № 1. С. 65-80. [Popov VV. Etudes of the USA fodder and diets quality evaluation system in Russia. Adaptive Fodder Production. 2021;1:65-80. (In Russ.)]. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2021-1-65-80
7. Попова Г.М., Нуржанов Б.С., Дускаев Г.К. О возможностях использования фитобиотических добавок в рационах сельскохозяйственных животных (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 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.)]. doi: 10.33284/2658-3135-106-2-152
8. Содержание структурных углеводов и лигнина в многолетних злаковых кормовых травах в зависимости от фазы роста и цифровые инновации в анализе состава корма / Х.К. Худякова, Е.В. Худякова, М.Н. Степанцевич, О.А. Моторин, М.В. Журавлёв, М.С. Никаноров // Тимирязевский биологический журнал. 2023. № 4. С. 107-115. [Khudyakova HK, Khudyakova EV, Stepantsevich MN, Motorin OA, Jouravlev MV, Nikanorov MS. Structural carbohydrate and lignin content of perennial cereal forage grasses depending on the growth phase and digital innovations in forage composition analysis. Timiryazev Biological Journal. 2023;1(4):107-115. (In Russ.)]. doi: 10.26897/2949-4710-2023-4-107-115
9. Увеличение эффективности производства молока коров при использовании в составе рационов кавитационно обработанных концентратов / Н.М. Ширнина, Б.С. Нуржанов, И.А. Ракхимжанова, 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.*). doi: 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 additives market (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(3):76-91. (*In Russ.*). doi: 10.33284/2658-3135-106-3-76

11. Шарипов Д.Р., Якимов О.А., Галимуллин И.Ш. Влияние уровня нейтрально-детергентной клетчатки в рационе на потребление сухого вещества, молочную продуктивность и жевательную активность коров в первую фазу лактации // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана*. 2019. № 4. Т. 240. С. 201-205. [Sharipov DR, Yakimov OA, Galimullin ISh. Influence of neutral detergent fiber in the ration on dry matter consumption, milk productivity and rumination activity of cows in first phase of lactation. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2019;240(4):201-205. (*In Russ.*). doi: 10.31588/2413-4201-1883-240-4-201-205

12. 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.*). doi: 10.33284/2658-3135-106-2-63

13. Эффективность использования новой кормовой добавки в поздний сухостойный период коров / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Л.В. Хорошевская, Н.И. Мосолова, Е.С. Воронцова, Н.А. Ткаченко, В.А. Пузанкова, Н.Н. Мороз // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2023. № 1(69). С. 322-332. [Gorlov IF, Slozhenkina MI, Khoroshevskaya LV, Mosolova NI, Vorontsova ES, Tkachenkova NA, Puzankova VA, Moroz NN. Effectiveness of a new feed additive in late drying period of cows. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2023;1(69):322-332. (*In Russ.*). doi: 10.32786/2071-9485-2023-01-34

14. Эффективность применения новых лецитинсодержащих кормовых добавок в рационах коров красной степной породы / С.А. Брехова, М.И. Сложенкина, С.В. Абрамов, А.В. Балышев, Е.В. Воронцова, И.Ф. Горлов // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2024. № 3(75). С. 266-273. [Brekhova SA, Slozhenkina MI, Abramov SV, Balyshev AV, Vorontsova ES, Gorlov IF. Efficiency of using new lecithin-containing feed additives in the diets of red steppe cows. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2024;3(75):266-273. (*In Russ.*). doi: 10.32786/2071-9485-2024-03-31

15. García-Núñez IM, Santacruz A, Serna-Saldívar SO, Hernandez SLC, Amaya Guerra CA. Assessment of potential probiotic and synbiotic properties of lactic acid bacteria grown in vitro with starch-based soluble corn fiber or inulin. *Foods*. 2022;11(24):4020. doi: 10.3390/foods11244020

16. Gourineni V, Stewart ML, Icoz D, Zimmer JP. Gastrointestinal tolerance and glycemic response of isomaltooligosaccharides in healthy adults. *Nutrients*. 2018;10(3):301. doi: 10.3390/nu10030301

17. Madsen LR, Stanley S, Swann P, Oswald J. A survey of commercially available isomaltooligosaccharide-based food ingredients. *J Food Sci*. 2017;82(2):401-408. doi: 10.1111/1750-3841.13623

References

1. Ardatskaya MD. Role of dietary fiber in correcting microbiota disorders and maintaining immunity. *RMJ*. 2020;28(12):24-29.

2. Varakin AT, et al. Influence of a new feed additive on productivity and physiological indicators of dairy cows. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021;1(61):222-231. doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-22
3. Grechishnikov V, Panin A, Mikhailchuk E. Optimization of NDK assimilation. Maximum disclosure of feed potential. *Effective Animal Husbandry.* 2024;1(191):60-62.
4. Kuzmina LN, Kartashova AP. The quality of fiber and the effectiveness of use in rations of holstein-Kholmogor cows. *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2020;07(198):56-64. doi: 10.32417/1997-4868-2020-198-7-56-64
5. Maslyuk AN, Tokareva MA. Optimization efficiency of protein and carbohydrate nutrition of highly productive cows. *Animal Husbandry and Fodder Production.* 2018;101(4):164-171.
6. Popov VV. Etudes of the USA fodder and diets quality evaluation system in Russia. *Adaptive Fodder Production.* 2021;1:65-80. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2021-1-65-80
7. 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. doi: 10.33284/2658-3135-106-2-152
8. Khudyakova HK, Khudyakova EV, Stepansevich MN, Motorin OA, Jouravlev MV, Nikanorov MS. Structural carbohydrate and lignin content of perennial cereal forage grasses depending on the growth phase and digital innovations in forage composition analysis. *Timiryazev Biological Journal.* 2023;1(4):107-115. doi: 10.26897/2949-4710-2023-4-107-115
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. doi: 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. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-76
11. Sharipov DR, Yakimov OA, Galimullin ISh. Influence of neutral detergent fiber in the ration on dry matter consumption, milk productivity and rumination activity of cows in first phase of lactation. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine.* 2019;240(4):201-205. doi: 10.31588/2413-4201-1883-240-4-201-205
12. 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. doi: 10.33284/2658-3135-106-2-63
13. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Khoroshevskaya LV, Mosolova NI, Vorontsova ES, Tkachenkova NA, Puzankova VA, Moroz NN. Effectiveness of a new feed additive in late drying period of cows. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023;1(69):322-332. doi: 10.32786/2071-9485-2023-01-34
14. Brekhova SA, Slozhenkina MI, Abramov SV, Balyshev AV, Vorontsova ES, Gorlov IF. Efficiency of using new lecithin-containing feed additives in the diets of red steppe cows. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024;3(75):266-273. doi: 10.32786/2071-9485-2024-03-31
15. García-Núñez IM, Santacruz A, Serna-Saldívar SO, Hernandez SLC, Amaya Guerra CA. Assessment of potential probiotic and synbiotic properties of lactic acid bacteria grown in vitro with starch-based soluble corn fiber or inulin. *Foods.* 2022;11(24):4020. doi: 10.3390/foods11244020
16. Gourineni V, Stewart ML, Icoz D, Zimmer JP. Gastrointestinal tolerance and glycemic response of isomaltooligosaccharides in healthy adults. *Nutrients.* 2018;10(3):301. doi: 10.3390/nu10030301
17. Madsen LR, Stanley S, Swann P, Oswald J. A survey of commercially available isomaltooligosaccharide-based food ingredients. *J Food Sci.* 2017;82(2):401-408. doi: 10.1111/1750-3841.13623

Информация об авторах:

Марина Ивановна Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Волгоградская обл., г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6; профессор кафедры «Технология пищевых производств», Волгоградский государственный технический университет, 400005, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28, тел.: 8(844)239-10-48; 39-11-01; 37-38-09.

Иван Фёдорович Горлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, научный руководитель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Россия, Волгоградская обл., Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6; заведующий кафедрой «Технология пищевых производств», Волгоградский государственный технический университет, 400005, Россия, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28, тел.: (8442)39-10-48; 39-11-01; 37-38-09.

Татьяна Алексеевна Антипова, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Волгоградская обл., г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8(844)239-10-48.

Ольга Владимировна Кудряшова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Волгоградская обл., г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6.

Елена Сергеевна Воронцова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Волгоградская обл., г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8(844)239-10-48.

Светлана Андреевна Брехова, младший научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Волгоградская обл., г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8(844)239-10-48.

Александр Какаевич Дурдыев, аспирант, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Волгоградская обл., г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8(844)239-10-48.

Александра Алексеевна Сложенкина, аспирант, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400066, Волгоградская обл., г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8(844)239-10-48.

Вклад авторов: все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Marina I Slozhenkina, Dr. Sci. (Agriculture), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 street named after Marshal Rokossovsky, Volgograd region, Volgograd, 400066; Professor of the Department of Food Production Technology, Volgograd State Technical University, 28 Avenue named after V.I. Lenin, Volgograd region, Volgograd, 400005, tel.: (8442)39-10-48; 39-11-01; 37-38-09.

Ivan F Gorlov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director, Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 street named after Marshal Rokossovsky, Volgograd region, Volgograd, 400066; Head

of the Department of Food Production Technology, Volgograd State Technical University, 28 Avenue named after V.I. Lenin, Volgograd region, Volgograd, 400005, tel.: (8442)39-10-48; 39-11-01; 37-38-09.

Tatiana A Antipova, Dr. Sci. (Biology), Senior Research Fellow, Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 street named after Marshal Rokossovsky, Volgograd region, Volgograd, 400066, tel.: 8(844)239-10-48.

Olga V Kudryashova, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher of the Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 street named after Marshal Rokossovsky, Volgograd region, Volgograd, 400066.

Elena S Vorontsova, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher of the Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 street named after Marshal Rokossovsky, Volgograd region, Volgograd, 400066, tel.: 8(844)239-10-48.

Svetlana A Brekhova, Junior Researcher, Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 street named after Marshal Rokossovsky, Volgograd region, Volgograd, 400066, tel.: 8(844)239-10-48.

Aleksandr K Durdyev, graduate student, Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 street named after Marshal Rokossovsky, Volgograd region, Volgograd, 400066, tel.: 8(844)239-10-48.

Aleksandra A Slozhenkina, graduate student, Volga Region Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 street named after Marshal Rokossovsky, Volgograd region, Volgograd, 400066, tel.: 8(844)239-10-48.

Contribution of the authors: all authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 16.10.2024; одобрена после рецензирования 25.10.2024; принята к публикации 16.12.2024.

The article was submitted 16.10.2024; approved after reviewing 25.10.2024; accepted for publication 16.12.2024.