

Научная статья
УДК 636.084
<https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-2-142-147>

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ

Солтан Кайыржанович Баритов¹, Наталья Анатольевна Федосеева^{2✉}, Антон Мазгарович Мухтаров³, Анна Ивановна Калугина⁴

^{1,2,3}Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И.Вернадского, Балашиха, Россия

⁴Общество с ограниченной ответственностью «Бетагран-Липецк», Липецкая область, Россия

¹sbaritov@gmail.com

²nfedoseeva0208@yandex.ru

³mukhtarov.anton@yandex.ru

⁴anna-ivan@mail.ru

Аннотация. Объектом исследования являлось молочное направление продуктивности. В связи с этим для проведения эксперимента были отобраны только коровы молочных пород: голштинской, англеской и айрширской. Эти породы характеризуются выраженной молочной специализацией, сходными требованиями к уровню энергетического и протеинового обеспечения и сопоставимым физиологическим типом лактации. Было сформировано две группы коров (первая группа – контрольная, вторая – опытная с введением в рацион кормовой добавки). Кормовая добавка «Al Karal» вводилась только животным опытной группы. Дозировка добавки соответствовала рекомендациям производителя и была унифицирована для всех животных опытной группы. Суточная дозировка составляла 30 мл. на каждые 100 кг. живой массы животного. Средняя живая масса животных опытной группы составляла 610 кг. С учетом рекомендаций производителя была установлена унифицированная доза 180–185 мл на голову в сутки. Незначительные колебания массы животных не оказывали существенного влияния на метаболический эффект добавки. Введение добавки осуществлялось ежедневно путем равномерного смешивания с TMR, что обеспечивало ее поступление в организм без колебаний дозы и исключало селективное поедание. Включение кормовой добавки «Al Karal» в рацион коров обеспечило статистически достоверное повышение среднесуточного удоя, увеличение валового производства молока и стабилизацию лактационной кривой на протяжении всего 90-суточного периода. Выявленная положительная динамика имеет устойчивый характер и усиливается по мере продолжительности применения добавки.

Ключевые слова: кормовая добавка, молочный скот, среднесуточный удой, валовый удой, дополнительный удой, содержание жира, содержание белка

Для цитирования: Влияние кормовой добавки нового поколения на молочную продуктивность коров / С.К. Баритов, Н.А. Федосеева, А.М. Мухтаров, А.И. Калугина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2026. № 2(85). С. 142–147. <https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-2-142-147>.

Original article

THE EFFECT OF A NEW GENERATION FEED ADDITIVE ON MILK PRODUCTIVITY IN COWS

Soltan K. Baritov¹, Natalya A. Fedoseeva^{2✉}, Anton M. Mukhtarov³, Anna I. Kalugina⁴

^{1,2,3}Vernadsky Russian State University of National Economy, Balashikha, Russia

⁴Betagran-Lipetsk Limited Liability Company, Lipetsk Region, Russia

¹sbaritov@gmail.com

²nfedoseeva0208@yandex.ru

³mukhtarov.anton@yandex.ru

⁴anna-ivan@mail.ru

Abstract. The object of the study was the dairy productivity direction. Therefore, only dairy cows of the following breeds were selected for the experiment: Holstein, Angler, and Ayrshire. These breeds are characterized by pronounced dairy specialization, similar requirements for the level of energy and protein supply, and a comparable physiological type of lactation. Two groups of cows were formed (the first group was the control, the second was the experimental group with the introduction of the feed additive into the diet). The feed additive "Al Karal" was administered only to animals of the experimental group. The dosage of the additive complied with the manufacturer's recommendations and was standardized for all animals in the experimental group. The daily dosage was 30 ml. for every 100 kg. of live weight of the animal. The average live weight of animals in the experimental group was 610 kg. Taking into account the manufacturer's recommendations, a standardized dose of 180–185 ml per head per day was established. Minor fluctuations in animal weight did not significantly affect the metabolic effect of the additive. The supplement was administered daily by uniformly mixing it with TMR, ensuring consistent dose delivery and preventing selective feeding. Including the Al Karal feed additive in cows' diets resulted in a statistically significant increase in average daily milk yield, increased gross milk production, and stabilized the lactation curve throughout the 90-day period. The observed positive dynamics were sustainable and increased with continued supplement use.

Keywords: feed additive, dairy cattle, average daily milk yield, gross milk yield, additional milk yield, fat content, protein content

For citation: Baritov S.K., Fedoseeva N.A., Mukhtarov A.M., Kalugina A.I. The effect of a new generation feed additive on milk productivity in cows. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2026, no. 2(85), pp. 142–147. <https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-2-142-147>.

Введение. Современное молочное скотоводство развивается в условиях интенсивной технологии производства, ориентированной на получение высоких удоев при одновременном сохранении воспроизводительной способности стада. Повышение генетического потенциала молочных пород позволило существенно увеличить уровень продуктивности, однако это сопровождается ростом метаболической нагрузки на организм животных и повышением чувствительности к кормовым и технологическим факторам [2-6, 10-12].

В зоотехнической практике установлено, что уровень реализации продуктивного потенциала и показатели воспроизводства во многом определяются полноценностью и сбалансированностью кормления. Нарушения энергетического и белкового обеспечения, нестабильность рубцовой ферментации, дефицит микроэлементов приводят не только к снижению удою, но и общей экономической эффективности производства.

В этих условиях применение функциональных кормовых добавок рассматривается как инструмент зоотехнического управления стадом. Их задача заключается не в искусственном стимулировании удою, а в повышении эффективности использования кормов, стабилизации обменных процессов и создании условий для устойчивой лактации [1, 7-9].

Особый интерес представляют гуминовые кормовые добавки, содержащие природные органические кислоты и биологически активные вещества. Предполагается, что они способны влиять на микробиоценоз рубца, улучшать переваримость питательных веществ, снижать токсическую нагрузку и поддерживать функциональное состояние печени. Однако данные о влиянии конкретных препаратов, в том числе кормовой добавки «Al Karal», на продуктивные качества молочного скота в условиях промышленной технологии ограничены и требуют своего экспериментального подтверждения [13, 14].

Таким образом, исследование влияния кормовой добавки «Al Karal» на продуктивные качества молочного скота является актуальным с позиции повышения зоотехнической эффективности и экономической устойчивости молочного производства, что обусловлено:

- высокой распространенностью обменных нарушений у высокопродуктивных коров в период лактации;
- необходимостью повышения эффективности использования кормов без увеличения их стоимости;
- потребностью в научно обоснованной оценке гуминовых добавок в условиях промышленной технологии;
- дефицитом экспериментальных данных по кормовой добавке «Al Karal».

Цель исследования – установить влияние кормовой добавки «Al Karal» на продуктивные качества молочного скота в условиях промышленной технологии содержания.

Материалы и методы исследований. Базой нашего исследования является ООО «Бетагран Липецк». Кормовая база предприятия и рацион питания молочных коров характеризуются достаточным уровнем обеспеченности энергией и протеином, наличием собственных объемистых и концентрированных кормов, технологически организованной системой заготовки и хранения. Эти условия позволяют оценить влияние кормовой добавки «Al Karal» в условиях сбалансированного рациона и без искажения результатов из-за кормового дефицита или технологических нарушений.

Объектом настоящего исследования является молочное направление продуктивности. В связи с этим для проведения эксперимента были отобраны только коровы молочных пород: голштинской, англеской и айрширской. Эти породы характеризуются выраженной молочной специализацией, сходными требованиями к уровню энергетического и протеинового обеспечения и сопоставимым физиологическим типом лактации.

Породный состав отобранной выборки распределился следующим образом:

- голштинская порода – 62 % (62 головы);
- англеская порода – 23 % (23 головы);
- айрширская порода – 15 % (15 голов).

В то же время при формировании контрольной и опытной групп соблюдался принцип породного выравнивания. Доля пород в группах была максимально идентичной (таблица 1).

Таблица 1
Table 1

Породный состав коров контрольной и опытной групп
Breed composition of cows in the control and experimental groups

Порода	Контрольная группа (n=50)	%	Опытная группа (n=50)	%
Голштинская	31 голова	62	31 голова	62
Англеская	11 голов	22	12 голов	24
Айрширская	8 голов	16	7 голов	14
Итого	50 голов	100	50 голов	100

Из общей численности дойного стада (158 голов) были сформированы две группы по 50 животных в каждой:

- контрольная группа получала основной рацион без добавки;
- опытная группа получала основной рацион с включением кормовой добавки «Al Karal». Основным этапом эксперимента составлял 90 суток.

Кормовая добавка «Al Karal» вводилась только животным опытной группы. Дозировка добавки соответствовала рекомендациям производителя и была унифицирована для всех животных опытной группы. Суточная дозировка составляла 30 мл на каждые 100 кг живой массы животного. Средняя живая масса животных опытной группы составляла 610 кг. С учетом рекомендаций производителя была

установлена унифицированная доза 180-185 мл на голову в сутки. Незначительные колебания массы животных не оказывали существенного влияния на метаболический эффект добавки. Введение добавки осуществлялось ежедневно путем равномерного смешивания с TMR, что обеспечивало ее поступление в организм без колебаний дозы и исключало селективное поедание.

Результаты исследований и их обсуждение. Для исследования исходного уровня продуктивности и физиологического статуса животных были изучены среднесуточный удой до начала эксперимента, массовая доля жира и белка в молоке, живая масса коров и фактическое потребление сухого вещества рациона. Сводные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2
Table 2

Исходные показатели контрольной и опытной групп до начала эксперимента
Initial indicators of the control and experimental groups before the start of the experiment

Показатель	Контрольная группа (n=50)	Опытная группа (n=50)	t	p
Среднесуточный удой, кг	26,8 ± 0,42	27,1 ± 0,39	0,52	>0,05
Массовая доля жира, %	3,79 ± 0,05	3,82 ± 0,04	0,44	>0,05
Массовая доля белка, %	3,21 ± 0,03	3,23 ± 0,04	0,39	>0,05
Живая масса, кг	607 ± 6,8	612 ± 7,1	0,50	>0,05
Потребление сухого вещества, кг/сут	22,1 ± 0,31	22,3 ± 0,28	0,47	>0,05

Количественный анализ показывает, что среднесуточный удой в контрольной группе составлял 26,8 кг, в опытной – 27,1 кг. Абсолютная разница не превышала 0,3 кг, что эквивалентно 1,1 % и находится в пределах биологической вариабельности для коров второй-третьей лактации.

Содержание молочного жира до начала опыта составило 3,79 % в контрольной группе и 3,82 % в опытной. Различия в 0,03 процентных пункта не имеет статистической значимости. Аналогичная картина наблюдается по массовой доле белка: 3,21 % и 3,23 % соответственно, при минимальном отклонении между группами.

Живая масса животных находилась в диапазоне, установленном при формировании выборки (570-650 кг). Среднее значение в контрольной группе составило 607 кг, в опытной – 612 кг. Разница в 5 кг не превышает 0,8 % и статистически недостоверна.

В целом, анализ подтверждает, что обе группы находились в сходном физиологическом состоянии: животные

были в середине лактации, имели стабильный уровень удоя и нормализованный энергетический баланс. Содержание жира и белка соответствовало показателям высокопродуктивного стада предприятия, а уровень потребления сухого вещества обеспечивал адекватное покрытие потребности в обменной энергии и протеине. То есть можно сказать, что контрольная и опытная группы характеризовались статистической однородностью по основным продуктивным и физиологическим параметрам.

Для исследования влияния кормовой добавки «Al Karal» на уровень и устойчивость молочной продуктивности были изучены показатели среднесуточного удоя по месяцам основного этапа эксперимента (1-й, 2-й и 3-й месяцы), рассчитан средний удой за весь 90-суточный период, определены абсолютная разница между группами (ΔY), относительное изменение (%) и статистическая достоверность различий. Сводные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3
Table 3

Среднесуточный удой коров в течение 90 суток эксперимента, кг
Average daily milk yield of cows during 90 days of the experiment, kg

Период	Контрольная группа (n=50)	Опытная группа (n=50)	ΔY , кг	ΔY , %	p
1-й месяц	26,5 ± 0,40	27,8 ± 0,38	1,3	4,9	<0,05
2-й месяц	26,1 ± 0,43	28,2 ± 0,36	2,1	8,0	<0,01
3-й месяц	25,4 ± 0,45	28,0 ± 0,34	2,6	10,2	<0,01
Среднее за 90 суток	26,0 ± 0,36	28,0 ± 0,32	2,0	7,7	<0,01

Количественный анализ показывает, что уже в первый месяц применения добавки среднесуточный удой в опытной группе составил 27,8 кг против 26,5 кг в контрольной. Абсолютная разница достигала 1,3 кг, что соответствует увеличению на 4,9 % ($p < 0,05$).

Во второй месяц различия усилились: 28,2 кг в опытной группе против 26,1 кг в контрольной. Разница составила 2,1 кг, или 8,0 %, при высокой степени достоверности ($p < 0,01$).

На третьем месяце наблюдалось дальнейшее расхождение показателей. Контрольная группа демонстрировала

закономерное снижение удоя до 25,4 кг, тогда как в опытной группе продуктивность сохранялась на уровне 28,0 кг. Абсолютная разница достигала 2,6 кг, что эквивалентно 10,2 % ($p < 0,01$).

Средний удой за весь 90-суточный период составил 26,0 кг в контрольной группе и 28,0 кг в опытной. Таким образом, добавка обеспечила дополнительный прирост 2,0 кг молока в сутки, или 7,7 % относительно контроля.

Изменение показателей продуктивности коров двух групп можно представить на рисунке 1.

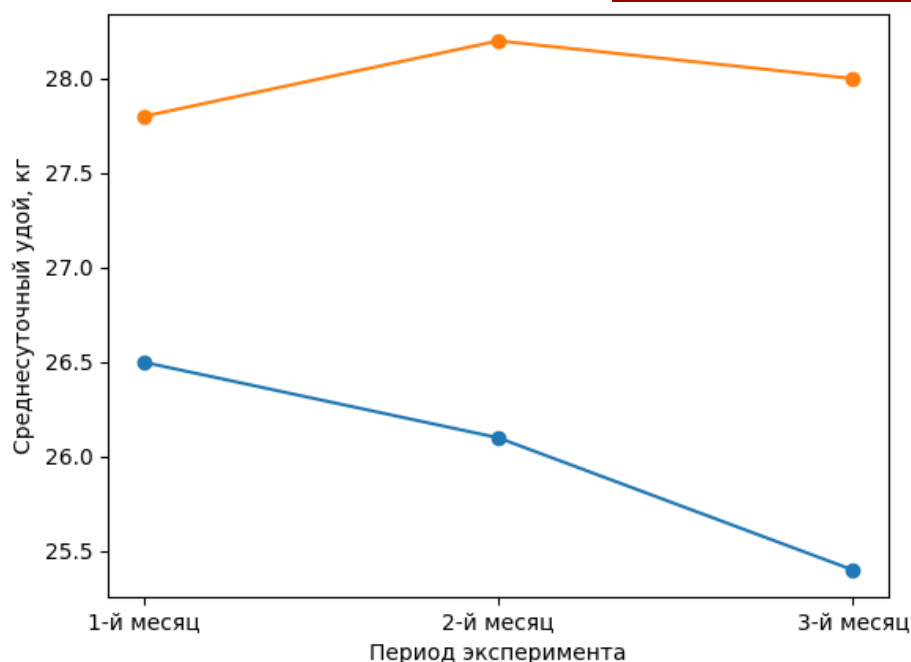


Рисунок 1. Показатели изменения среднесуточного удоя коров за 90 суток эксперимента (кг)

Figure 1. Changes in the average daily milk yield of cows over 90 days of the experiment (kg)

По данным графика видно, что характер изменения лактационной кривой в контрольной и опытной группах различался. У коров контрольной группы удой постепенно снижался, что в целом соответствует обычному течению середины лактации. В опытной группе такой выраженной

тенденции к снижению не наблюдалось – продуктивность оставалась достаточно ровной, а в течение первых двух месяцев опыта даже имела небольшой рост.

Для более полной оценки был также определен валовой удой за весь период наблюдения (таблица 4).

Таблица 4

Table 4

Валовой удой за 90 суток эксперимента
Gross yield for 90 days of the experiment

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Среднесуточный удой, кг	26,0	28,0
Продолжительность, сут.	90	90
Валовой удой на 1 корову, кг	2340	2520
Дополнительный удой на 1 корову, кг	–	180
Дополнительный удой по всей группе (50 коров), кг	–	9 000

За 90 суток каждая корова опытной группы дала в среднем на 180 кг молока больше, чем животные контрольной группы. В пересчете на все поголовье опытной группы дополнительный объем продукции составил 9 000 кг.

Полученные данные показывают, что действие кормовой добавки проявлялось не кратковременно. Эффект не ограничился начальным этапом после ее введения в рацион. Наоборот, по мере продолжения опыта различия между группами становились более заметными, что позволяет говорить о достаточно устойчивом влиянии добавки на молочную продуктивность.

Отдельно следует отметить ее влияние на сохранение лактационной кривой. В условиях промышленного содержания в середине лактации у коров обычно происходит естественное снижение удоя. В контрольной группе этот процесс был выражен достаточно четко. У животных опытной группы спад продуктивности оказался менее замет-

ным, а это может указывать на более благоприятное состояние энергетического обмена и стабильную работу обменных процессов.

Расчет коэффициента вариации также подтвердил различия между группами. В опытной группе вариабельность удоя была ниже и составила 6,8 %, тогда как в контрольной группе этот показатель был 8,9 %. Это говорит о том, что при использовании добавки продуктивная реакция животных была более выровненной, а колебания удоя между отдельными коровами выражались слабее.

Заключение. Введение кормовой добавки «Al Karal» в рацион коров способствовало достоверному повышению среднесуточного удоя, увеличению общего объема произведенного молока и более стабильному сохранению лактационной кривой в течение всего 90-суточного периода наблюдения. Положительный эффект добавки проявлялся постепенно и становился более выраженным по мере продолжительности ее применения.

Список источников

1. Инновационные подходы использования кормовых дрожжей в животноводстве / М.В. Базылев, В.В. Букас, Е.А. Левкин, В.В. Линьков, А.Р. Ханчина // Молочно-хозяйственный вестник. 2023. № 2(50). С. 25-44.
2. Ермаков И.Ю., Зеленков А.П. Действие углеводно-ферментного комплекса в сочетании с энергетическим кормом на продуктивность и жирнокислотный состав молочного жира коров // Эффективное животноводство. 2025. № 3 (200). С. 40-43.
3. Молочная продуктивность коров при использовании природной кормовой добавки / О.В. Горелик, Н.А. Федосеева, И.Х. Берлад, В.В. Тетдоев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2024. № 4 (79). С. 62-65.
4. Кормовая добавка Al Karal для крупного рогатого скота результат применения в ТОО «Каликанулы» / С.К. Кайрбеков, А.С. Койгельдинова, С.Д. Тусупов, Л.М. Усенова // Наука и образование. 2024. № 2-2 (75). С. 218-229.
5. Кердяшов Н.Н. Биологические основы полноценного кормления высокопродуктивного молочного скота: монография. Пенза, 2009. 192 с.
6. Кукса А.Д., Потапова И.А. Гуминовые кислоты: инновации и перспективы использования // Молодой ученый. 2025. № 15 (566). С. 39-42.
7. Перспективы применения кормовой добавки на основе метаболитов *Bacillus subtilis* в молочном животноводстве / С.В. Малков, А.С. Красноперов, А.П. Порываева, О.Ю. Опарина, А.И. Белоусов, А.Н. Бриллиант // Ветеринария сегодня. 2021. № 10 (4). С. 342-348.
8. Рост и развитие телок голштинской породы в молочный период выращивания при включении в рацион органической кормовой добавки / Н.В. Папуша, Н.Н. Бермагамбетова, Б.Ж. Кубекова, М. Смаилова // Агропанорама. 2022. № 6 (154). С. 12-17.
9. Суфьянова Л.М. Изучение влияния различных видов кормовых добавок на продуктивность коров и качество молока // Инновационные технологии в АПК: теория и практика. Сборник статей X Международной научно-практической конференции / под науч. ред. А.А. Галиуллина, В.А. Кошеляева, О.А. Тимошкина. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 191-194.
10. Особенности рубцового пищеварения коров при включении в основной рацион ферментной кормовой добавки / В.И. Трухачев, Н.П. Буряков, М.А. Бурякова, Г.Ю. Лаптев, О.Е. Комарова, А.А. Нарезная // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 1 (210). С. 26-36.
11. Хромова Л.Г. Качество белкового компонента молока высокопродуктивных коров голштинской породы различного экогенеза // Молочно-хозяйственный вестник. 2024. № 2 (54). С. 113-127.
12. Шарипов Ш.М., Чавтараев Р.М., Алилов М.М. Динамика молочной продуктивности коров в течение лактации // Высокоэффективные научно-технологические разработки в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции (в рамках реализации программы «Приоритет-2030»). Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Махачкала: ДГАУ им. М.М. Джембулатова, 2022. С. 223-230.
13. Роль кормовых добавок в формировании продуктивности жвачных (обзор) / О.В. Шошина, Н.В. Соболева, Г.К. Дускаев, Е.В. Шейда, О.В. Кван // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025. Т. 26. № 5. С. 975-997.
14. Fedoseeva N.A., Tetdov V.V., Gorelik O.V. Productive qualities of cows and their relationship depending on the kappa-casein genotype. В сборнике: International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024). Les Ulis, 2024. Pp. 01026.

References

1. Bazylev M.V., Bukas V.V., Levkin E.A., Linkov V.V., Khanchina A.R. Innovative approaches to the use of fodder yeast in animal husbandry. Dairy and Economic Bulletin, 2023, no. 2 (50), pp. 25-44.
2. Ermakov I.Yu., Zelenkov A.P. Effect of a carbohydrate-enzyme complex in combination with energy feed on the productivity and fatty acid composition of milk fat in cows. Effective Animal Husbandry, 2025, no. 3 (200), pp. 40-43.
3. Gorelik O.V., Fedoseeva N.A., Berlad I.Kh., Tetdov V.V. Milk productivity of cows using a natural feed additive. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2024, no. 4 (79), pp. 62-65.
4. Kairbekov S.K., Koigeldinova A.S., Tusupov S.D., Usenova L.M. Feed additive Al Karal for cattle: the result of application in TOO "Kalikanuly". Science and education, 2024, no. 2-2 (75), pp. 218-229.
5. Kerdyashov N.N. Biological foundations of complete feeding of highly productive dairy cattle: monograph. Penza, 2009. 192 p.
6. Kuksa A.D., Potapova I.A. Humic acids: innovations and prospects of use. Young scientist, 2025, no. 15 (566), pp. 39-42.
7. Malkov S.V., Krasnoperov A.S., Poryvaeva A.P., Oparina O.Yu., Belousov A.I., Brilliant A.N. Prospects for the use of a feed additive based on *Bacillus subtilis* metabolites in dairy farming. Veterinary science today, 2021, no. 10 (4), pp. 342-348.
8. Papusha N.V., Bermagambetova N.N., Kubekova B.Zh., Smailova M. Growth and development of Holstein heifers during the dairy period when including an organic feed additive in the diet. Agropanorama, 2022, no. 6 (154), pp. 12-17.
9. Sufyanova L.M. Study of the influence of various types of feed additives on cow productivity and milk quality. Innovative technologies in the agro-industrial complex: theory and practice. Collection of articles from the X International scientific and practical conference; under the scientific editorship of A.A. Galiullin, V.A. Koshelyaev, O.A. Timoshkina. Penza: Penza State Agrarian University, 2022. Pp. 191-194.
10. Trukhachev V.I., Buryakov N.P., Buryakova M.A., Laptev G.Yu., Komarova O.E., Narezhnaya A.A. Features of rumen digestion of cows with the inclusion of an enzyme feed additive in the main diet. Feeding of farm animals and forage production, 2023, no. 1 (210), pp. 26-36.
11. Khromova L.G. Quality of the protein component of milk of highly productive Holstein cows of different ecogenesis. Dairy and Economic Bulletin, 2024, no. 2 (54), pp. 113-127.
12. Sharipov Sh.M., Chavtaraev R.M., Alilov M.M. Dynamics of milk productivity of cows during lactation. Highly effective scientific and technological developments in the field of production, processing and storage of agricultural products (within the framework

of the implementation of the Priority 2030 program). Collection of scientific papers based on the materials of the international scientific and practical conference. Makhachkala: DGAU named after M.M. Dzhambulatov, 2022. Pp. 223-230.

13. Shoshina O.V., Soboleva N.V., Duskaev G.K., Sheida E.V., Kvan O.V. The role of feed additives in the formation of ruminant productivity (review). Agrarian science of the Euro-North-East, 2025, vol. 26, no. 5, pp. 975-997.

14. Fedoseeva N.A., Tetdov V.V., Gorelik O.V. Productive qualities of cows and their relationship depending on the kappa-casein genotype. В сборнике: International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024). Les Ulis, 2024. Pp. 01026.

Информация об авторах

С.К. Баритов – аспирант;

Н.А. Федосеева – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, СПИН-код 2185-8055;

А.М. Мухтаров – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, СПИН-код 4140-0632;

А.И. Калугина – генеральный директор ООО «Бетагран-Липецк», кандидат биологических наук.

Information about the authors

S.K. Baritov – Graduate student;

N.A. Fedoseeva – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department, SPIN code 2185-8055;

A.M. Mukhtarov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, SPIN code 4140-0632;

A.I. Kalugina – General director of BetaGran-Lipetsk LLC, Candidate of Biological Sciences.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the Authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.05.2026; одобрена после рецензирования 06.05.2026; принята к публикации 15.06.2026.

The article was submitted 06.05.2026; approved after reviewing 06.05.2026; accepted for publication 15.06.2026.

