

Морфологические показатели крови лактирующих коров при скормливании бетулина и его комбинации с добавкой AL KARAL

П. П. Ягудин, А. В. Степанов✉, О. А. Быкова

Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉E-mail: alexeystepanow@mail.ru

Аннотация. В условиях интенсивного молочного скотоводства высокопродуктивные коровы подвергаются хроническому метаболическому стрессу, что сопровождается снижением иммунной резистентности, развитием субклинических нарушений обмена веществ и сокращением продуктивного долголетия. В связи с этим актуальной задачей является поиск безопасных и эффективных кормовых добавок природного происхождения, способных оптимизировать физиологический статус животных. **Научная новизна.** Впервые проводится сравнительное изучение влияния бетулина и его сочетания с добавкой AL KARAL на показатели крови дойных коров. **Цель работы** – изучении влияния бетулина и его комбинации с добавкой AL KARAL (комплексом гуминовых кислот) на гематологические показатели и лейкограмму лактирующих коров. **Методы исследований.** В пробах крови определяли гемоглобин (г/л), эритроциты ($\times 10^{12}/л$), лейкоциты ($\times 10^9/л$), СОЭ (мм/ч) и лейкоцитарную формулу. Экспериментальные данные были проанализированы с помощью вариационной статистики для определения достоверности различий между сравниваемыми показателями при использовании критерия Стьюдента. **Результаты.** Наиболее выраженный эффект использования кормовых добавок наблюдается во 2-й группе, получавшей комбинацию добавок: повышение гемоглобина на 22,2 % (с 108,0 до 132,0 г/л) и эритроцитов на 31,7 % (с 5,56 до $7,32 \times 10^{12}/л$) при одновременном снижении лейкоцитов на 23,7 % свидетельствует о стимуляции эритропоэза и уменьшении воспалительных процессов. Применение бетулина и добавки AL KARAL не сопровождается признаками напряжения костномозгового кроветворения, что указывает на безопасность данных добавок при использовании в рекомендованных дозировках.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, бетулин, гуминовые кислоты, кормовая добавка, показатели крови, гематология, лейкоцитарная формула

Для цитирования: Ягудин П. П., Степанов А. В., Быкова О. А. Морфологические показатели крови лактирующих коров при скормливании бетулина и его комбинации с добавкой AL KARAL // Аграрный вестник Урала. 2026. Т. 26, № 07. С. 1304–1314. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-07-1304-1314>.

Дата поступления статьи: 29.05.2026, **дата рецензирования:** 18.06.2026, **дата принятия:** 20.06.2026.

Morphological parameters of the blood of lactating cows fed with betulin and its combination with the supplement “AL KARAL”

P. P. Yagudin, A. V. Stepanov[✉], O. A. Bykova

Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

[✉]E-mail: alexeystepanow@mail.ru

Abstract. In intensive dairy farming, high-yielding cows are exposed to chronic metabolic stress, which is accompanied by a decrease in immune resistance, the development of subclinical metabolic disorders, and a reduction in productive longevity. In this regard, the search for safe and effective feed additives of natural origin that can optimize the physiological status of animals is a pressing issue. **Scientific novelty.** For the first time, a comparative study is being conducted on the effect of betulin and its combination with the supplement “AL KARAL” on the blood parameters of dairy cows. The aim of the work is to study the effect of betulin and its combination with the supplement “AL KARAL” (a complex of humic acids) on hematological parameters and leukogram of lactating cows. **Research methods.** Hemoglobin (g/L), erythrocytes ($\times 10^{12}/L$), leukocytes ($\times 10^9/L$), ESR (mm/h), and the leukocyte count were determined in blood samples. The experimental data were analyzed using variation statistics to determine the significance of differences between the compared parameters, using the Student’s t-test. **Results.** The most pronounced effect of feed additives was observed in Group 2, which received a combination of additives: a 22.2 % increase in hemoglobin (from 108.0 to 132.0 g/L) and a 31.7 % increase in red blood cells (from 5.56 to $7.32 \times 10^{12}/L$), while a 23.7 % decrease in white blood cells was observed, indicating stimulation of erythropoiesis and a reduction in inflammatory processes. The use of betulin and the “AL KARAL” supplement is not accompanied by signs of bone marrow hematopoiesis stress, which indicates the safety of these supplements when used in recommended dosages.

Keywords: cattle, betulin, humic acids, feed additive, blood parameters, hematology, leukocyte count

For citation: Yagudin P. P., Stepanov A. V., Bykova O. A. Morphological parameters of the blood of lactating cows fed with betulin and its combination with the supplement “AL KARAL”. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2026; 26 (07): 1304–1314. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-07-1304-1314>.

Date of paper submission: 29.05.2026, **date of review:** 18.06.2026, **date of acceptance:** 20.06.2026.

Постановка проблемы (Introduction)

Современное молочное скотоводство характеризуется возрастающей интенсификацией производства, что сопровождается значительным увеличением метаболической нагрузки на организм высокопродуктивных животных. В условиях промышленных комплексов дойные коровы подвергаются воздействию комплекса стресс-факторов, включая несбалансированность рационов, высокую концентрацию поголовья, технологические перегруппировки и нарушения режимов кормления и содержания. Все это приводит к развитию субклинических нарушений обмена веществ, снижению иммунной резистентности, ухудшению воспроизводительных качеств и, как следствие, к сокращению продуктивного долголетия и снижению рентабельности производства молока [1].

Одним из наиболее эффективных и технологически доступных способов коррекции метаболических нарушений и повышения естественной резистентности организма является использование кормовых добавок. В условиях современного

скотоводства кормовые добавки становятся неотъемлемым элементом системы полноценного питания, позволяющим не только восполнить дефицит эссенциальных нутриентов, но и целенаправленно регулировать обменные процессы, улучшать переваримость и усвояемость питательных веществ рациона, повышать продуктивность и сохранность поголовья. Применение кормовых добавок способствует оптимизации рубцового пищеварения, нормализации кислотно-щелочного баланса, стимуляции роста и развития животных, а также укреплению иммунной защиты, что особенно актуально в периоды повышенных физиологических нагрузок: раздоя, сухостоя, стрессовых воздействий [2]. В структуре используемых кормовых добавок значительную долю составляют витаминно-минеральные комплексы, пробиотики, пребиотики, ферментные препараты, сорбенты и иммуномодуляторы, однако поиск новых эффективных и безопасных биологически активных веществ природного происхождения остаётся одной из приоритетных задач зоотехнической науки [3].

© Yagudin P. P., Stepanov A. V., Bykova O. A., 2026

В последние годы наблюдается устойчивый тренд на использование кормовых добавок природного происхождения, что обусловлено их высокой биологической активностью, низкой токсичностью, экологической безопасностью и отсутствием негативных побочных эффектов, характерных для синтетических препаратов и антибиотиков. Природные кормовые добавки обладают комплексным действием на организм животных, сочетая питательную, регуляторную, детоксикационную и иммуномодулирующую функции. Среди таких добавок особый интерес представляют соединения, выделяемые из растительного сырья: терпеноиды, флавоноиды, полифенолы и другие биологически активные вещества, способные оказывать многогранное положительное влияние на физиологический статус продуктивных животных [4].

Одним из перспективных природных соединений, привлекающих внимание отечественных и зарубежных исследователей, является бетулин – пентациклический тритерпеновый спирт лупанового ряда, содержащийся в значительных количествах в наружном слое коры березы (*Betula* spp.) и составляющий до 20–30 % ее сухой массы. По химической структуре бетулин представляет собой тритерпеноид, обладающий уникальным сочетанием физико-химических свойств, обеспечивающих его высокую биологическую активность [5]. В многочисленных исследованиях установлено, что бетулин и его производные проявляют выраженные противовоспалительные, антиоксидантные, гепатопротекторные, иммуномодулирующие, антибактериальные, противовирусные и антиопухолевые свойства [4]. Механизм действия бетулина связывают с его способностью модулировать активность ядерного фактора NF-κB, снижать продукцию провоспалительных цитокинов (TNF-α, IL-1β, IL-6), активировать антиоксидантные ферментные системы и ингибировать процессы перекисного окисления липидов. Важно отметить, что бетулин практически нетоксичен, хорошо переносится животными и не оказывает отрицательного влияния на органолептические показатели продуктов животноводства, что подтверждено результатами токсикологических исследований.

Иммуномодулирующий потенциал бетулина проявляется в его способности стимулировать как клеточное, так и гуморальное звено иммунитета. Установлено, что бетулин способствует активации фагоцитарной активности макрофагов, повышению уровня лизоцима и бактерицидной активности сыворотки крови, а также индукции выработки эндогенного интерферона и иммуноглобулинов [6]. Исследования, выполненные на базе Российского университета дружбы народов Л. А. Гнездиловой с соавторами показали, что пероральное введение бетулиносодержащей кормовой добавки в дозе 10 мг/кг живой массы на протяжении 14 дней достоверно повышало лизоцимную и бактерицидную актив-

ность сыворотки крови как у телят, так и у дойных коров. Кроме того, применение бетулиносодержащей добавки способствовало нормализации уровня иммуноглобулинов у животных с исходно пониженными показателями, тогда как в контрольной группе аналогичные изменения отсутствовали, также подтвержден противовоспалительный, кардио- и гепатопротекторный эффект бетулиносодержащей кормовой добавки у племенных телят и высокопродуктивных молочных коров [7].

Параллельно с исследованием бетулина значительный интерес представляют гуминовые и фульвовые кислоты – группа природных высокомолекулярных органических соединений, образующихся в процессе гумификации растительных остатков и широко распространенных в почвах, торфах, сапропелях и бурых углях. Гуминовые кислоты представляют собой сложные полидисперсные системы с развитой ароматической структурой, содержащие карбоксильные, фенольные, хиноидные и другие функциональные группы, обуславливающие их высокую реакционную способность. Фульвовые кислоты являются низкомолекулярной фракцией гуминовых веществ, характеризующейся более высокой растворимостью и подвижностью [9, 10]. Гуминовые и фульвовые кислоты обладают уникальным комплексом биологических свойств: они способны связывать и выводить из организма тяжелые металлы и токсины (хелатообразующая и детоксикационная функция), стимулировать ферментативную активность, улучшать усвоение минеральных элементов, нормализовать микрофлору желудочно-кишечного тракта, оказывать противовоспалительное и иммуномодулирующее действие. Молекулярный механизм действия гуминовых веществ связывают с их способностью взаимодействовать с клеточными рецепторами, модулировать активность факторов транскрипции и влиять на экспрессию генов, участвующих в регуляции иммунного ответа и метаболических процессов. Благодаря этим свойствам гуминовые и фульвовые кислоты рассматриваются как перспективные компоненты кормовых добавок, способные повышать продуктивность и укреплять здоровье сельскохозяйственных животных без использования антибиотиков и синтетических стимуляторов роста [11].

Опыт применения гуминовых кислот в кормлении крупного рогатого скота активно накапливается как в отечественной, так и в зарубежной практике. Х. З. Валитов с коллегами в ходе научно-хозяйственного опыта на лактирующих коровах установили, что включение в рацион кормовой добавки на основе гуминовых кислот Reasil® Humic Vet способствовало повышению содержания гемоглобина на 5,5 %, эритроцитов – на 6,6 %, щелочного резерва – на 5,2 % ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. Коэффициент постоянства лактации у коров опытной группы достиг 85,4, что на 3,6 пункта превыша-

ло контрольные значения, что свидетельствует о более стабильной лактационной деятельности. Кроме того, авторами отмечено положительное влияние добавки на профилактику воспалительных процессов вымени: в опытной группе из четырех коров, больных субклиническим маститом, осталась лишь одна, тогда как в контрольной группе положительной динамики не наблюдалось [12].

В исследовании, выполненном на базе Кубанского государственного аграрного университета, изучалось влияние прототипа кормовой добавки на основе гуминовых веществ из торфа Рязанской области на биохимические показатели крови дойных коров. Установлено, что добавка, содержащая жиры, азот, органический и неорганический углерод, аскорбиновую кислоту, лизин, железо, цинк и кальций, положительно влияла на обменные процессы. У коров опытной группы активность АСТ и АЛТ была ниже на 55,5 % ($p < 0,05$) и 86,8 % ($p < 0,001$) соответственно по сравнению с контролем, а концентрация мочевины – ниже на 14,5 % ($p < 0,05$), что указывает на нормализацию энергетического обмена и улучшение функционального состояния печени [11].

В зарубежной литературе также имеются многочисленные подтверждения эффективности гуминовых кислот в кормлении молочного скота. Ряд исследований демонстрирует, что включение гуминовых веществ в рацион жвачных животных способствует увеличению среднесуточного прироста, повышению удоя и эффективности использования кормов, при этом не оказывая существенного влияния на состав молока. Гуминовые кислоты характеризуются хелатирующими свойствами, благодаря которым они способны влиять на минеральный обмен в организме животных, улучшая усвоение кальция, фосфора, магния и других эссенциальных микроэлементов. Кроме того, установлено, что гуминовые кислоты могут повышать переваримость кормов, снижать уровень холестерина в крови и проявлять антимикробную активность, что делает их перспективной альтернативой кормовым антибиотикам [13].

Исследования комбинированного применения гуминовых и фульвовых кислот также подтверждают их высокую эффективность. А. А. Рацева и М. Х. Баймишев изучили влияние кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс», содержащей гуминовые и фульвовые кислоты, на морфологические показатели крови дойных коров в сухостойный период. Установлено, что включение добавки в дозировке 80,0 г на голову в сутки улучшало показатели крови по среднему объему эритроцитов, концентрации гемоглобина, содержанию лейкоцитов, нейтрофилов и лимфоцитов. В другом исследовании, проведенном на базе Самарского ГАУ, доказано, что применение добавки «Реасил Гумик Хеалс» в количестве 80,0 г на голову в сутки в сухостойный период и 100,0 г в период раздоя достоверно снижает степень проявления субклинического мастита и способ-

ствует восстановлению репродуктивной функции высокопродуктивных коров после отела [10, 14]. Е. А. Лашкова установила, что использование фульвокислоты в рационе молодняка крупного рогатого скота позволяет повысить усвоение питательных веществ из рациона, улучшить биохимические показатели крови и повысить воспроизводительные качества телок на 15,5–20,2 %. Фульвокислота через рецепторы, расположенные в стенке кишечника, активизирует иммунную систему животных, усиливает фагоцитарную функцию лейкоцитов, что изменяет их иммунный статус и повышает естественную резистентность [15–17].

Обобщая анализ литературных данных, следует отметить, что, несмотря на значительное количество исследований, посвященных раздельному применению бетулина, гуминовых и фульвовых кислот в кормлении крупного рогатого скота, практически отсутствуют работы, изучающие сочетанное действие этих соединений. Между тем теоретические предпосылки позволяют предположить возможность синергического взаимодействия тритерпеноидов и гуминовых веществ: бетулин проявляет выраженную противовоспалительную и иммуномодулирующую активность, а гуминовые и фульвовые кислоты усиливают его биодоступность за счет хелатирующих свойств и мембранотропного действия, потенцируя и пролонгируя его эффекты [18]. Кроме того, гуминовые вещества способны улучшать всасывание биологически активных соединений в желудочно-кишечном тракте, что может повышать эффективность применения бетулина при пероральном введении.

Таким образом, проблема сочетанного применения бетулина с гуминовыми и фульвовыми кислотами в кормлении дойных коров остается недостаточно изученной, что определяет актуальность настоящего исследования. Необходимо установить, каким образом комбинированное использование данных добавок влияет на гематологические показатели, иммунный статус, молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров, а также определить оптимальные дозировки и продолжительность применения. Решение этих задач позволит разработать научно обоснованные рекомендации по использованию природных кормовых добавок для повышения продуктивного долголетия и рентабельности молочного скотоводства в условиях промышленных комплексов.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследование проведено в хозяйстве Нижнесергинского района Свердловской области. С целью проведения исследования влияния кормовых добавок на хозяйственно-биологические показатели молочных коров были сформированы методом параналогов 3 группы животных голштинской породы (первая треть лактации) с учетом возраста, веса, стадии лактации, породы, линейной принадлеж-

ности. Все группы животных в ходе эксперимента находились в одинаковых зоотехнических условиях содержания. Содержание животных в хозяйстве стойлово-привязное.

Схема опыта: контрольная – базовый рацион; 1-я опытная – базовый рацион + бетулин 10 г/гол/сут; 2-я опытная – базовый рацион + бетулин 10 г/гол/сут + AL KARAL 150 мл/гол/сут. Бетулин – экстракт бересты (бетулин $\geq 50\%$); AL KARAL – жидкая добавка (фульвовые кислоты 60–70 %, гуминовые кислоты 30–40 %).

Материалом для исследований послужили пробы биологического материала – кровь животных. Всего исследовано 15 голов лактирующих коров голштинской породы. Из каждой группы отобрано по 5 коров ($n = 15$); кровь брали из хвостовой вены с помощью вакуумных пробирок для взятия венозной крови, в утренние часы, до кормления, первый раз – перед началом скармливания добавок, второй раз – после окончания. Определяли гемоглобин (г/л), эритроциты ($\times 10^{12}/л$), лейкоциты ($\times 10^9/л$), СОЭ (мм/ч) и лейкоцитарную формулу. Экспериментальные данные были проанализированы с помощью вариационной статистики для определения достоверности различий между сравниваемыми показателями применялся критерий достоверности Стьюдента, с применением программного комплекса Microsoft Excel. Различия считались достоверными при следующих уровнях значимости: $*P \leq 0,05$; $**P \leq 0,01$; $***P \leq 0,001$.

Результаты (Results)

Кровь животных является одной из важнейших составляющих внутренней среды организма и в норме отличается относительным постоянством своего состава. Однако под воздействием повышенной нагрузки, связанной с нарушением обмена веществ, развитием заболеваний или погрешностями в кормлении, ее химический состав может изменяться. В связи с этим показатели крови широко используют в качестве информативного критерия при оценке физиологического состояния животных. Показатели морфологического состава крови животных исследуемых групп представлены в таблице 1.

В начале эксперимента все три группы характеризовались близкими значениями гематологических параметров, что свидетельствует о корректном распределении животных и отсутствии систематических различий, способных исказить последующие результаты.

Концентрация гемоглобина в крови контрольных животных составляла 108,4 г/л, что находится в пределах физиологической нормы (99–129 г/л), хотя и ближе к ее нижней границе. В 1-й опытной группе этот показатель был несколько выше – 110,4 г/л, а во 2-й группе составлял 108,0 г/л. Низкие коэффициенты вариации (5,34–7,43 %) указывают на однородность животных внутри каждой группы по данному признаку.

Количество эритроцитов в контрольной группе составило $5,20 \pm 0,17 \times 10^{12}/л$, что также соответствует норме ($5,0–7,5 \times 10^{12}/л$). В опытных группах этот показатель был несколько выше: $5,54 \times 10^{12}/л$ и $5,56 \times 10^{12}/л$ соответственно. Коэффициенты вариации (7,20–11,13 %) отражают умеренную индивидуальную изменчивость.

Уровень лейкоцитов во всех группах находился в пределах нормативных значений ($4,5–12,0 \times 10^9/л$), однако в контрольной группе ($7,54 \times 10^9/л$) он был несколько выше, чем в опытных (7,22 и $7,18 \times 10^9/л$ соответственно).

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у всех групп находилась на нижней границе нормы (0,5–1,5 мм/ч), составляя 0,90–1,00 мм/ч. При этом в контрольной группе наблюдался высокий коэффициент вариации – 61,24 %, что говорит о значительных индивидуальных колебаниях этого чувствительного к воспалительным процессам показателя.

По окончании периода скармливания добавок зафиксирована разнонаправленная динамика гематологических параметров, позволяющая оценить эффективность изучаемых добавок.

Концентрация гемоглобина в контрольной группе повысилась незначительно – до 113,0 г/л, что, вероятно, связано с естественными адаптационными процессами и не выходит за пределы физиологической нормы. В 1-й опытной группе отмечено более выраженное увеличение до 127,0 г/л – этот показатель находится на верхней границе референсного интервала. Наиболее значительный прирост зафиксирован во 2-й группе (бетулин + AL KARAL), где концентрация гемоглобина достигла 132,0 г/л, что на 9,0 г/л ($p \leq 0,01$) и 5,0 г/л выше, чем в контрольной и 1-й опытной группах.

Содержание эритроцитов после эксперимента повысилось во всех группах, однако в опытных прирост был более выраженным: в 1-й группе – с $5,54$ до $6,70 \times 10^{12}/л$ (прирост 20,9 %), во 2-й – с $5,56$ до $7,32 \times 10^{12}/л$ ($p \leq 0,01$) (прирост 31,7 %), тогда как в контрольной группе рост составил лишь 16,2 %. Показатели опытных групп остаются в пределах физиологической нормы, а их более значительное увеличение согласуется с ростом уровня гемоглобина и может свидетельствовать об активации эритропоэза под влиянием добавок.

Количество лейкоцитов после эксперимента снизилось во всех группах, что является благоприятным признаком, указывающим на уменьшение напряжения иммунной системы. В контрольной группе снижение было минимальным – с $7,54$ до $6,92 \times 10^9/л$. В 1-й опытной группе лейкоциты снизились с $7,22$ до $5,70 \times 10^9/л$ (на 21,1 %), а во 2-й – с $7,18$ до $5,48 \times 10^9/л$ (на 23,7 %). Наибольшее снижение во 2-й группе может указывать на более выраженное противовоспалительное действие комбинации бетулина с добавкой AL KARAL.

Таблица 1

Морфологический состав крови лактирующих коров

Показатель	Референсные значения	Контрольная группа		1-я опытная группа		2-я опытная группа	
		$M \pm m$	C_v	$M \pm m$	C_v	$M \pm m$	C_v
Перед скармливанием добавок							
Гемоглобин, г/л	99–129	108,4 ±3,6	7,43	110,4 ±2,64	5,34	108,0 ±3,03	6,28
Эритроциты, ×10 ¹² /л	5,0–7,5	5,20 ±0,17	7,20	5,54 ±0,26	10,49	5,56 ±0,28	11,13
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	4,5–12,0	7,54 ±0,32	9,59	7,22 ±0,42	12,93	7,180,56 ±	17,52
СОЭ, мм/ч	0,5–1,5	1,00 ±0,27	61,24	0,90 ±0,10	24,85	0,92 ±0,11	25,95
После скармливания добавок							
Показатель	Референсные значения	Контрольная группа		1-я опытная группа		2-я опытная группа	
		$M \pm m$	C_v	$M \pm m$	C_v	$M \pm m$	C_v
Гемоглобин, г/л	99–129	113,0 ±3,74	7,40	127,0 ±5,83	10,27	132,0 ±3,74**	6,34
Эритроциты, ×10 ¹² /л	5,0–7,5	6,04 ±0,22	8,33	6,7 ±0,34	11,32	7,32 ±0,26**	7,93
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	4,5–12,0	6,92 ±0,53	17,05	5,7 ±0,46	17,98	5,48 ±0,39	15,88
СОЭ, мм/ч	0,5–1,5	0,74 ±0,11	33,92	0,76 ±0,08	23,90	0,86 ±0,06	15,60

Примечание. Здесь и далее ** при $p \leq 0,01$.

Table 1

Morphological composition of lactating cow blood

Indicator	Reference values	Control group		1 st experimental group		2 nd experimental group	
		M ±m	Cv	M ±m	Cv	M ±m	Cv
Before feeding supplements							
Hemoglobin, g/l	99–129	108.4 ±3.6	7.43	110.4 ±2.64	5.34	108.0 ±3.03	6.28
Erythrocytes, 10 ¹² /l	5,0–7,5	5.20 ±0.17	7.20	5.54 ±0.26	10.49	5.56 ±0.28	11.13
Leukocytes, 10 ⁹ /l	4.5–12.0	7.54 ±0.32	9.59	7.22 ±0.42	12.93	7.180.56 ±	17.52
ESR, mm/hour	0.5–1.5	1.00 ±0.27	61.24	0.90 ±0.10	24.85	0.92 ±0.11	25.95
After feeding supplements							
Indicator	Reference values	Control group		1 st experimental group		2 nd experimental group	
		M ±m	Cv	M ±m	Cv	M ±m	Cv
Hemoglobin, g/l	99–129	113.0 ±3.74	7.40	127.0 ±5.83	10.27	132.0 ±3.74	6.34
Erythrocytes, 10 ¹² /l	5.0–7.5	6.04 ±0.22	8.33	6.7 ±0.34	11.32	7.32 ±0.26	7.93
Leukocytes, 10 ⁹ /l	4.5–12.0	6.92 ±0.53	17.05	5.7 ±0.46	17.98	5.48 ±0.39	15.88
ESR, mm/hour	0.5–1.5	0.74 ±0.11	33.92	0.76 ±0.08	23.90	0.86 ±0.06	15.60

Note. Hereinafter ** at $p \leq 0.01$.

СОЭ после скармливания добавок осталась в пределах нормы во всех группах. В контрольной группе отмечено снижение с 1,00 до 0,74 мм/ч, в 1-й опытной – с 0,90 до 0,76 мм/ч, во 2-й – с 0,92 до 0,86 мм/ч. Снижение коэффициента вариации во всех группах (особенно во 2-й, с 25,95 до 15,60 %) указывает на стабилизацию этого показателя и уменьшение индивидуальных различий.

Лейкоцитарная формула (лейкограмма) является важным диагностическим критерием, отражающим функциональное состояние иммунной системы, наличие воспалительных процессов и уровень адаптационных реакций организма. В отличие от абсолютного количества лейкоцитов лейкограмма позволяет дифференцированно оценить функциональную активность отдельных звеньев иммунной системы, выявить скрытые воспалительные процессы и охарактеризовать уровень адаптационного напряжения у высокопродуктивных животных.

Лейкоцитарная формула крови исследуемых животных перед скармливанием кормовых добавок и по окончании эксперимента представлена в таблице 2.

Согласно данным таблицы 2, на начальном этапе эксперимента все три группы демонстрировали сопоставимые значения лейкограммы, что подтверждает правильность подбора животных и исключает влияние систематических факторов на последующую динамику. Большинство параметров соответствовало физиологическим нормативам.

Относительное содержание лимфоцитов в контрольной группе составляло 46,0 %, тогда как в первой опытной группе – 49,6 %, а во второй – 47,6 %, что соответствует норме (40–65 %). Коэффициент вариации в контрольной группе был несколько выше и составлял 26,18 % против 16,84 % и 23,09 % в опытных группах соответственно, что указывает на большую вариабельность этого показателя у контрольных животных.

Доля сегментоядерных нейтрофилов во всех группах не выходила за пределы нормативных значений (20–35 %), составляя 27,0 % в контрольной группе, 26,8 % в 1-й опытной и 28,6 % во 2-й опытной. Коэффициенты вариации были умеренными (18–23 %), что свидетельствует о стабильности показателя.

Таблица 2

Лейкоцитарная формула крови лактирующих коров

Показатель	Референсные значения	Контрольная группа		1-я опытная группа		2-я опытная группа	
		$M \pm m$	Cv	$M \pm m$	Cv	$M \pm m$	Cv
Перед скармливанием добавок							
Лимфоциты	40,0–65,0	46,0 $\pm$ 5,39	26,18	49,6 $\pm$ 3,74	16,84	47,6 $\pm$ 4,92	23,09
Сегментоядерные нейтрофилы	20,0–35,0	27,0 $\pm$ 2,19	18,14	26,8 $\pm$ 2,42	20,16	28,6 $\pm$ 2,89	22,61
Палочкоядерные нейтрофилы	2,0–5,0	2,6 $\pm$ 0,51	43,85	2,8 $\pm$ 0,37	29,88	2,8 $\pm$ 0,58	46,57
Эозинофилы	3,0–8,0	2,6 $\pm$ 0,51	43,85	2,6 $\pm$ 0,51	43,85	2,7 $\pm$ 0,54	44,60
Моноциты	2,0–7,0	4,8 $\pm$ 0,37	17,43	4,4 $\pm$ 0,75	38,03	4,44 $\pm$ 0,76	38,14
Базофилы	0–2,0	0,6 $\pm$ 0,13	47,14	0,58 $\pm$ 0,12	44,63	0,64 $\pm$ 0,12	40,75
Юные нейтрофилы	0–1,0	0,8 $\pm$ 0,12	34,23	0,8 $\pm$ 0,12	34,23	0,92 $\pm$ 0,08	19,44
После скармливания добавок							
Показатель	Референсные значения	Контрольная группа		1-я опытная группа		2-я опытная группа	
		$M \pm m$	Cv	$M \pm m$	Cv	$M \pm m$	Cv
Лимфоциты	40,0–65,0	47,4 $\pm$ 7,15	33,71	50,0 $\pm$ 4,34	19,39	54,6 $\pm$ 3,54	14,51
Сегментоядерные нейтрофилы	20,0–35,0	28,0 $\pm$ 2,30	18,39	25,4 $\pm$ 2,54	22,38	23,6 $\pm$ 1,83	17,37
Палочкоядерные нейтрофилы	2,0–5,0	2,6 $\pm$ 0,51	43,85	2,4 $\pm$ 0,51	47,51	2,4 $\pm$ 0,24	22,82
Эозинофилы	3,0–8,0	3,4 $\pm$ 1,25	82,14	4,4 $\pm$ 0,51	25,91	4,6 $\pm$ 0,40	19,44
Моноциты	2,0–7,0	3,4 $\pm$ 0,40	26,31	3,0 $\pm$ 0,63	47,14	3,0 $\pm$ 0,55	40,82
Базофилы	0–2,0	1,26 $\pm$ 0,31	55,44	1,1 $\pm$ 0,29	1	1,2 $\pm$ 0,20	37,27
Юные нейтрофилы	0–1,0	0,54 $\pm$ 0,13	54,93	0,8 $\pm$ 0,12	34,23	0,7 $\pm$ 0,12	39,12

Table 2

Leukocyte count of lactating cows

Indicator	Reference values	Control group		1 st experimental group		2 nd experimental group	
		M ±m	Cv	M ±m	Cv	M ±m	Cv
Before feeding supplements							
Lymphocytes	40.0–65.0	46.0 ±5.39	26.18	49.6 ±3.74	16.84	47.6 ±4.92	23.09
Segmentednuclear neutrophils	20.0–35.0	27.0 ±2.19	18.14	26.8 ±2.42	20.16	28.6 ±2.89	22.61
Rodshaped nuclear neutrophils	2.0–5.0	2.6 ±0.51	43.85	2.8 ±0.37	29.88	2.8 ±0.58	46.57
Eosinophils	3.0–8.0	2.6 ±0.51	43.85	2.6 ±0.51	43.85	2.7 ±0.54	44.60
Monocytes	2.0–7.0	4.8 ±0.37	17.43	4.4 ±0.75	38.03	4.44 ±0.76	38.14
Basophils	0–2.0	0.6 ±0.13	47.14	0.58 ±0.12	44.63	0.64 ±0.12	40.75
Young neutrophils	0–1.0	0.8 ±0.12	34.23	0.8 ±0.12	34.23	0.92 ±0.08	19.44
After feeding supplements							
Indicator	Reference values	Control group		1 st experimental group		2 nd experimental group	
		M ±m	Cv	M ±m	Cv	M ±m	Cv
Lymphocytes	40.0–65.0	47.4 ±7.15	33.71	50.0 ±4.34	19.39	54.6 ±3.54	14.51
Segmentednuclear neutrophils	20.0–35.0	28.0 ±2.30	18.39	25.4 ±2.54	22.38	23.6 ±1.83	17.37
Rodshaped nuclear neutrophils	2.0–5.0	2.6 ±0.51	43.85	2.4 ±0.51	47.51	2.4 ±0.24	22.82
Eosinophils	3.0–8.0	3.4 ±1.25	82.14	4.4 ±0.51	25.91	4.6 ±0.40	19.44
Monocytes	2.0–7.0	3.4 ±0.40	26.31	3.0 ±0.63	47.14	3.0 ±0.55	40.82
Basophils	0–2.0	1.26 ±0.31	55.44	1.1 ±0.29	1	1.2 ±0.20	37.27
Young neutrophils	0–1.0	0.54 ±0.13	54.93	0.8 ±0.12	34.23	0.7 ±0.12	39.12

Палочкоядерные нейтрофилы, являющиеся маркером напряженности гранулоцитопоза, присутствовали в количестве 2,6–2,8 % (норма 2–5 %). Высокие значения коэффициентов вариации (от 29,88 до 46,57 %) свидетельствуют о значительных колебаниях этого показателя у отдельных особей, что характерно для популяции молодых нейтрофилов,

подверженных влиянию множества эндогенных и экзогенных факторов.

Содержание эозинофилов во всех группах находилось несколько ниже нижней границы нормы (3–8 %), составляя 2,6–2,7 %. Данный факт может указывать на наличие скрытого стресс-фактора, поскольку эозинопения является классическим при-

знаком активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Коэффициенты вариации по эозинофилам были высокими (43,85–44,60 %), что отражает значительный индивидуальный разброс этого чувствительного к стрессу показателя.

Моноциты (4,4–4,8 %) и базофилы (0,58–0,64 %) соответствовали нормативным значениям. Юные нейтрофилы, характеризующие степень регенераторной активности костного мозга, находились в пределах 0,8–0,92 % (при норме 0–1 %), что указывает на стабильный уровень кроветворения.

По окончании эксперимента зафиксированы существенные изменения в лейкоцитарной формуле. Наиболее выраженные сдвиги отмечены во 2-й опытной группе, получавшей комбинированную добавку (бетулин + AL KARAL).

Концентрация лимфоцитов в контрольной группе практически на исходном уровне 47,4 %. В 1-й опытной группе наблюдался незначительный рост до 50,0 %. Наиболее выраженное увеличение лимфоцитов зафиксировано во 2-й группе – до 54,6 %, что на 14,7% превышает исходный уровень и на 15,2% выше контрольных значений. Данная динамика свидетельствует об активации клеточного звена иммунитета, что особенно выражено при комбинированном применении добавок. Снижение коэффициента вариации во второй группе с 23,09 до 14,51 %, подтверждает стабилизирующий эффект и однородность иммунологического ответа.

Уровень сегментоядерных нейтрофилов демонстрировал разнонаправленную динамику. В контрольной группе их содержание практически не изменилось – 28,0 %. В 1-й опытной группе отмечено умеренное снижение до 25,4 %, во 2-й группе – до 23,6 %. Данный тренд, сочетающийся с ростом лимфоцитов, свидетельствует о перераспределении лейкоцитарного соотношения в пользу специфического иммунитета и уменьшении интенсивности неспецифических воспалительных реакций. Снижение нейтрофилов в условиях отсутствия инфекционной патологии является благоприятным признаком, указывающим на снижение воспалительного фона.

Палочкоядерные нейтрофилы в контрольной группе остались без изменений на уровне 2,6 %. В опытных группах отмечено незначительное снижение до 2,4 %. Отсутствие увеличения молодых форм нейтрофилов свидетельствует об отсутствии острого воспалительного процесса как в контрольной, так и в опытных группах. Важно отметить существенное снижение коэффициента вариации во второй группе с 46,57 до 22,82 %, что говорит о выравнивании этого показателя у всех животных, получавших комбинированную добавку.

Эозинофилы продемонстрировали наиболее выраженную положительную динамику. В контрольной группе их содержание повысилось с 2,6 до $3,4 \pm 1,25$ % (вошло в норму). В 1-й опытной группе отмечен рост до 4,4 %, во 2-й – до 4,6 %. Прирост в опытных группах составил 69,2 % и 70,4 % соответ-

ственно. Одновременное снижение коэффициентов вариации с 43,85 до 25,91 % в 1-й группе и с 44,60 до 19,44 % во 2-й группе указывает на нормализующее влияние бетулина и его комбинации с добавкой AL KARAL на этот чувствительный показатель. Повышение эозинофилов до нормальных значений рассматривается как признак снижения стрессовой нагрузки и восстановления иммунологической реактивности.

Моноциты после окончания скормливания добавок снизились во всех группах: с 4,8 до 3,4 % в контрольной, с 4,4 до 3,0 % в опытных. Это изменение укладывается в нормативный коридор и может отражать уменьшение фагоцитарной активности в условиях отсутствия антигенной нагрузки. Базофилы остались в пределах нормы во всех группах, хотя в контроле отмечено их повышение до 1,26 %, что превышает показатели 1-й и 2-й опытных групп. Юные нейтрофилы в контрольной группе снизились с 0,8 до 0,54 %, тогда как в опытных группах сохранились на уровне 0,7–0,8 %, что свидетельствует о стабильности костномозгового резерва.

Проведенный анализ лейкограммы позволяет заключить, что включение бетулина и его комбинации с добавкой AL KARAL в рацион лактирующих коров оказывает выраженное положительное влияние на иммунологический статус животных. Наиболее значимые изменения зафиксированы во 2-й опытной группе, получавшей комбинированную добавку.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Анализ полученных данных позволяет сформулировать несколько ключевых заключений относительно влияния исследуемых добавок на иммунный статус дойных коров.

Включение бетулина и его комбинации с добавкой AL KARAL в рацион дойных коров оказывает положительное влияние на гематологический статус животных. Наиболее выраженный эффект наблюдается во 2-й группе, получавшей комбинацию добавок: повышение гемоглобина на 22,2 % (с 108,0 до 132,0 г/л) и эритроцитов на 31,7 % (с $5,56$ до $7,32 \times 10^{12}/л$) при одновременном снижении лейкоцитов на 23,7 % свидетельствует о стимуляции эритропоэза и уменьшении воспалительных процессов. Снижение коэффициентов вариации по большинству показателей в опытных группах указывает на стабилизирующее действие добавок и более однородную реакцию животных. При этом все показатели остаются в пределах физиологических норм (за исключением незначительного превышения гемоглобина во 2-й группе), что подтверждает безопасность применения данных добавок. Наибольший положительный эффект комбинированного применения бетулина и добавки AL KARAL по сравнению только с бетулином позволяет предположить синергическое взаимодействие этих компонентов, что открывает перспективы для их совместного использования в кормлении высокопродуктивных молочных коров.

Положительная динамика эозинофилов является наиболее чувствительным маркером эффективности применяемых добавок. Исходная эозинопения, отмеченная у всех животных, могла быть обусловлена технологическим стрессом, характерным для высокопродуктивных молочных комплексов. Восстановление эозинофилов до нормативных значений в опытных группах свидетельствует о снижении уровня кортизолемии и нормализации функции коры надпочечников. Более выраженный эффект во второй группе указывает на дополнительный адаптогенный вклад добавки AL KARAL.

Рост лимфоцитов при одновременном снижении нейтрофилов отражает перестройку иммунного ответа от неспецифического воспалительного к специфическому, иммунокомпетентному. Такая динамика может свидетельствовать о повышении резистентности организма к инфекционным агентам и улучшении иммунного надзора. Особую ценность представляет стабилизация этих показателей, подтвержденная снижением коэффициентов вариации во второй группе.

Отсутствие патологического сдвига лейкограммы влево (неизменный уровень палочкоядерных и юных нейтрофилов в пределах нормы) исключает наличие острых воспалительных процессов и подтверждает физиологический, адаптивный характер наблюдаемых изменений. Применение бетулина и AL KARAL не сопровождается признаками напряжения костномозгового кроветворения, что указывает на безопасность данных добавок при использовании в рекомендованных дозировках.

Комбинированное применение бетулина с добавкой AL KARAL демонстрирует более выраженный и стабильный эффект по сравнению с изолированным бетулином. Снижение коэффициентов вариации во второй группе по основным показателям (лимфоциты, эозинофилы, палочкоядерные нейтрофилы) указывает на более однородную реакцию всех животных на

комбинированную добавку, что особенно важно в производственных условиях с разнородным поголовьем.

Таким образом, комбинированное применение бетулина с добавкой AL KARAL (вторая опытная группа) обеспечивает более выраженный и стабильный эффект по сравнению с использованием только бетулина (первая опытная группа). Это проявляется в более значительном приросте гемоглобина и эритроцитов, более выраженном снижении лейкоцитов, более высоком уровне лимфоцитов и эозинофилов, а также в более существенном снижении коэффициентов вариации по большинству показателей. Полученные данные позволяют предположить, что AL KARAL (гуминовые кислоты), обладая мембраностабилизирующими свойствами и способностью улучшать всасывание биологически активных соединений в желудочно-кишечном тракте, потенцирует и пролонгирует действие бетулина, обеспечивая синергический эффект.

Все изученные гематологические показатели и показатели лейкограммы после применения добавок находились в пределах физиологических норм, что подтверждает безопасность использования бетулина и AL KARAL в качестве кормовых добавок в молочном скотоводстве. Положительная динамика гематологического профиля и лейкограммы свидетельствует об улучшении кислородтранспортной функции крови, активации клеточного иммунитета, нормализации эозинофилов, снижении неспецифических воспалительных реакций и уменьшении стрессовой нагрузки. Данные изменения носят физиологический характер и создают предпосылки для повышения продуктивного долголетия и резистентности высокопродуктивных коров, что определяет целесообразность дальнейшего изучения влияния бетулина и добавки AL KARAL на молочную продуктивность, качественные показатели молока и воспроизводительные качества животных в условиях промышленных молочных комплексов.

Библиографический список

1. Любых Ю. Е., Бойко Т. В. Современный ассортимент кормовых добавок, применяемых в ветеринарии для повышения молочной продуктивности коров [Электронный ресурс] // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2023. № 4 (35). URL: <https://e-journal.omgau.ru/images/issues/2023/4/01106.pdf> (дата обращения: 20.05.2026).
2. Ермолов С. М., Косилов В. И., Ермолова Е. М. Эффективность использования кормовой добавки в рационе дойных коров // Вестник Омского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния. 2023. № 4. С. 171–179. DOI: 10.52754/16948696_2023_4_25.
3. Воробьев Н. И., Гусельникова А. А., Селина М. В. Особенности биохимических показателей крови коров дойного стада при применении кормовой добавки на основе гуминовых веществ // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 107. С. 309–312. DOI: 10.21515/1999-1703-107-309-312.
4. Гнездилова Л. А., Мурадян Ж. Ю., Круглова Ю. С., Розинский С. М. Изучение действия бетулинодержательной кормовой добавки на лизоцимную и бактерицидную активность сыворотки крови телят и коров дойного стада // Аграрная наука. 2025. № 9. С. 30–37. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-398-09-30-37.
5. Гнездилова Л. А., Розинский С. М., Круглова Ю. С., Мурадян Ж. Ю. Влияние адаптогена бетулина на уровень иммуноглобулинов сыворотки крови племенных телят и коров дойного стада // Аграрная наука. 2025. № 12. С. 50–58. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-401-12-50-58.

6. Задорожная М. В., Лыско С. Б. Иммунодефициты и бетулин в птицеводстве // Состояние и перспективы научного обеспечения АПК Сибири: материалы научно-практической конференции, посвященной 190-летию опытного дела в Сибири, 100-летию сельскохозяйственной науки в Омском Прииртышье и 85-летию образования Сибирского НИИ сельского хозяйства. Омск, 2018. С. 291–295.

7. Гнездилова Л.А., Мурадян Ж.Ю., Круглова Ю.С., Розинский С.М. Мониторинг биохимических показателей сыворотки крови телят на фоне применения бетулиносодержащей кормовой добавки // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2025. Т. 20, № 1. С. 12–26. DOI: 10.22363/2312-797X-2025-20-1-12-26.

8. Васильев А. А., Корсаков К. В., Кузнецов М. Ю. Мировой опыт использования гуминовых кислот. Москва: Научный парк МГУ, 2020. 76 с.

9. Валитов Х. З., Фролкин А. И., Забелина М. В., Корнилова В. А. Применение в рационе молочного скота кормовой добавки на основе гуминовых кислот // Аграрный научный журнал. 2021. № 7. С. 58–61. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp58-61.

10. Аминова А. Л. Научно-практическое обоснование применения биорегуляторов для повышения воспроизводительных и продуктивных качеств крупного рогатого скота: дис. ... д-ра биол. наук. Уфа, 2023. 285 с.

11. Ратцева А. А., Баймишев М. Х. Морфологические показатели крови коров при скормливания кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс» // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 2. С. 81–86. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-2-81-86.

12. Лабутина Н. Д., Юрина Н. А., Скворцова Л. Н. и др. Природный источник гуминовых и фульвовых кислот в кормлении птицы // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2019. Т. 8, № 2. С. 78–83. DOI: 10.34617/4с6е-ve81.

13. Лашкова Т. Б., Петрова Г. В. Изменение биохимического статуса телок до года при использовании в рационе фульвокислоты // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3 (63). С. 145–149. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-3-145-149.

14. Лашкова Т. Б., Петрова Г. В., Жукова М. Ю., Митюков А. С. Роль фульвокислоты в кормлении телок репродуктивного возраста в условиях Новгородской области // Вестник университета биотехнологий. 2024. № 3 (72). С. 205–212. DOI: 10.31677/2072-6724-2024-72-3-205-212.

15. Ратцева А. А., Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Влияние гуминовых кислот на физиологическое состояние и продуктивность молочного скота // Прикаспийский вестник ветеринарии. 2025. № 1 (10). С. 80–86. DOI: 10.33580/2949-0898-2025-10-1-80-86.

16. Bannai J. A. Z., Al-Galbi H. A. J., Khalaf A. N. The use of humic acid in improving roughages and to enhance the performance of Iraqi local black goats // Journal of Animal Health and Production. 2025. Vol. 13, Suppl. 1. Pp. 820–828.

17. Teter A., Kędzierska-Matysek M., Barłowska J., et al. The effect of humic mineral substances from oxyhumolite on the coagulation properties and mineral content of the milk of Holstein-friesian cows // Animals. 2021. Vol. 11, No. 7. Article number 1970. DOI: 10.3390/ani11071970.

18. Васильев А. А., Веденцова Л. В., Сивохина Л. А., Кузнецов М. Ю. Передовой опыт использования кормовой добавки на основе гуминовых кислот для оптимизации рационов и повышения молочной продуктивности коров // Зоотехния. 2023. № 11. С. 13–14. DOI: 10.25708/ZT.2023.42.64.004.

Об авторах:

Павел Павлович Ягудин, аспирант, Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия; ORCID 0009-0007-5821-182X, AuthorID 1350968. E-mail: mrsaiton@mail.ru

Алексей Владимирович Степанов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия; ORCID 0000-0002-8523-5938, AuthorID 694790. E-mail: alexeystepanow@mail.ru

Ольга Александровна Быкова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия; ORCID 0000-0002-0753-1539, AuthorID 663503. E-mail: olbyk75@mail.ru

References

1. Lyubykh Yu. E., Boyko T. V. The modern range of feed additives used in veterinary medicine to increase milk productivity in cows. Electronic Scientific and Methodological Journal of the Omsk State Agrarian University [Internet] [cited 2026 May 20]. 2023; 4 (35). Available from: <https://e-journal.omgau.ru/images/issues/2023/4/01106.pdf>. (In Russ.)

2. Ermolov S. M., Kosilov V. I., Ermolova E. M. Effectiveness of use of feed additive in the diets of dairy cows. Journal of Osh State University. Agriculture: Agronomy, Veterinary and Zootechnics. 2023; 4: 171–179. DOI: 10.52754/16948696_2023_4_25. (In Russ.)

3. Vorob'ev N. I., Gusel'nikova A. A., Selina M. V. Features of biochemical indicators of the blood of dairy cows when using a feed additive based on humic substances. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2023; 107: 309–312. DOI: 10.21515/1999-1703-107-309-312. (In Russ.)
4. Gnezdilova L. A., Muradyan Zh. Yu., Kruglova Yu. S., Rozinskiy S. M. Study of the effect of betulin-containing feed additive on lysozyme and bactericidal activity of blood serum in calves and dairy cows. *Agrarian Science*. 2025; 9: 30–37. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-398-09-30-37. (In Russ.)
5. Gnezdilova L. A., Rozinskiy S. M., Kruglova Yu. S., Muradyan Zh. Yu. The effect of the adaptogen betulin on the level of immunoglobulins in the blood serum of breeding calves and dairy cows. *Agrarian Science*. 2025; 12: 50–58. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-401-12-50-58. (In Russ.)
6. Zadorozhnaya M. V., Lysko S. B. Immunodeficiencies and betulin in poultry farming. *The state and prospects of scientific support for the agro-industrial complex of Siberia: Proceedings of the scientific-practical conference dedicated to the 190th anniversary of experimental work in Siberia, the 100th anniversary of agricultural science in the Omsk Irtysh region and the 85th anniversary of the founding of the Siberian Research Institute of Agriculture*. Omsk, 2018. Pp. 291–295. (In Russ.)
7. Gnezdilova L. A., Muradyan Zh. Yu., Kruglova Yu. S., Rozinskii S. M. Monitoring in biochemical parameters of blood serum of calves against the background of the use of betulin-containing feed additive. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2025; 20 (1): 12–26. DOI: 10.22363/2312-797X-2025-20-1-12-26. (In Russ.)
8. Vasil'ev A. A., Korsakov K. V., Kuznetsov M. Yu. *World experience in the use of humic acids*. Moscow: Nauchnyi park MGU, 2020. 76 p. (In Russ.)
9. Valitov Kh. Z., Frolkin A. I., Zabelina M. V., Kornilova V. A. Application of a feed additive based on humic acids in the diet of dairy cattle. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021; 7: 58–61. DOI: 10.28983/asj.y2021i7pp58-61. (In Russ.)
10. Aminova A. L. *Scientific and practical substantiation of the use of bioregulators to improve reproductive and productive qualities of cattle*: diss. ... dor of biological sciences. Ufa, 2023. 285 p. (In Russ.)
11. Rattseva A. A., Baymishev M. Kh. Morphological parameters of cows blood when feeding the feed additive “Reasil Gumic Heals”. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2025; 10 (2): 81–86. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-2-81-86. (In Russ.)
12. Labutina N. D., Yurina N. A., Skvortsova L. N., et al. A natural source of humic and fulvic acids in poultry feeding. *Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine*. 2019; 8 (2): 78–83. DOI: 10.34617/4c6e-ve81. (In Russ.)
13. Lashkova T. B., Petrova G. V. Changes in biochemical status of heifers below one year old when using fulvic acid in their ration. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2023; 3 (63): 145–149. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-3-145-149. (In Russ.)
14. Lashkova T. B., Petrova G. V., Zhukova M. Yu., Mityukov A. S. The role of fulvic acid in feeding heifers of reproductive age in the conditions of the Novgorod region. *Vestnik University of Biotechnology*. 2024; 3 (72): 205–212. DOI: 10.31677/2072-6724-2024-72-3-205-212. (In Russ.)
15. Rattseva A. A., Baimishev M. Kh., Baimishev Kh. B. The influence of humic acids on the physiological state and productivity of dairy cattle. *Prikaspiiskiy Vestnik Veterinari*. 2025; 1 (10): 80–86. DOI: 10.33580/2949-0898-2025-10-1-80-86. (In Russ.)
16. Bannai J. A. Z., Al-Galbi H. A. J., Khalaf A. N. The use of humic acid in improving roughages and enhancing the performance of Iraqi local black goats. *Journal of Animal Health and Production*. 2025; 13 (1): 820–828.
17. Teter A., Kędzierska-Matysek M., Barłowska J., et al. The effect of humic mineral substances from oxyhumolite on the coagulation properties and mineral content of the milk of Holstein-friesian cows. *Animals*. 2021; 11 (7): 1970. DOI: 10.3390/ani11071970.
18. Vasil'ev A. A., Vedentcova L. V., Sivokhina L. A., Kuznetsov M. Yu. Advanced experience in using a humic acid-based feed additive to optimize diets and increase milk productivity in cows. *Zootechniya*. 2023; 11: 13–14. DOI: 10.25708/ZT.2023.42.64.004. (In Russ.)

Authors' information:

Pavel P. Yagudin, postgraduate, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0009-0007-5821-182X, AuthorID 1350968. E-mail: mrsaiton@mail.ru

Aleksey V. Stepanov, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of biotechnology and food products, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0000-0002-8523-5938, AuthorID 694790. E-mail: alexeystepanow@mail.ru

Olga A. Bykova, doctor of agricultural sciences, professor of the department of biotechnology and food products, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0000-0002-0753-1539, AuthorID 663503. E-mail: olbyk75@mail.ru