

Научная статья

УДК 636.2:591.11

EDN ZRKYWO

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-3-101-110>**Биохимические показатели крови лактирующих коров голштинской породы при скармливании бетулина и его комбинации с «AL KARAL»****Павел Павлович Ягудин¹, Алексей Владимирович Степанов²**^{1,2} Уральский государственный аграрный университетСвердловская область, Екатеринбург, Россия, mrsaiton@mail.ru

Аннотация. Исследовано влияние бетулина и его комбинации с препаратом гуминовых и фульвовых кислот «AL KARAL» на биохимические показатели сыворотки крови лактирующих коров голштинской породы в условиях Нижнесергинского района Свердловской области. Сформированы три группы животных методом аналогов с учетом возраста, живой массы, стадии лактации и продуктивности. Контрольная группа получала базовый рацион, первая опытная – базовый рацион с добавлением бетулина в дозе 10 г на голову в сутки, вторая опытная – базовый рацион с добавлением 10 г бетулина и 150 мл «AL KARAL» на голову в сутки. Проведено двукратное биохимическое исследование сыворотки крови 15 голов (по 5 животных из каждой группы). Установлено, что к концу периода максимальных удоев в контрольной группе активность аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы не значительно вышла за пределы нормативных значений (36,74 и 110,56 Е/л соответственно), что указывает на развитие цитолитического синдрома. В опытных группах добавки обеспечили выраженный гепатопротекторный эффект: аспартатаминотрансфераза достоверно снизилась до 84,36 Е/л (1 группа) и 82,62 Е/л (2 группа), а аланинаминотрансфераза осталась в пределах физиологической нормы. Содержание глюкозы в контрольной группе достоверно снизилось (до 2,998 ммоль/л), тогда как комбинация бетулина с добавкой «AL KARAL» (2 группа) обеспечила ее стабилизацию на оптимальном уровне 3,68 ммоль/л, достоверно превышающем контрольные значения. Вместе с тем, у всех групп животных к концу опыта отмечено снижение содержания кальция и каротина ниже нормативных значений, что свидетельствует об их интенсивном выведении с молоком и необходимости дополнительной минерально-витаминной коррекции рациона. Комбинированное использование бетулина с добавкой «AL KARAL» рекомендовано для гепатопротекции и стабилизации энергетического обмена у лактирующих коров.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, лактация, биохимия крови, бетулин, гуминовые кислоты, кормовые добавки, гепатопротекция

Благодарности: исследование выполнено при поддержке администрации ПСК «Нива» и с использованием аналитических мощностей лаборатории селекционного контроля качества молока АО «Агроплем».

Для цитирования: Ягудин П. П., Степанов А. В. Биохимические показатели крови лактирующих коров голштинской породы при скармливании бетулина и его комбинации с «AL KARAL» // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 3. С. 101–110. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-3-101-110>.

Original article

Biochemical blood parameters of lactating Holstein cows fed betulin and its combination with "AL KARAL"**Pavel P. Yagudin¹, Alexey V. Stepanov²**^{1,2} Ural State Agrarian University, Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Russian Federationmrsaiton@mail.ru

Abstract. The authors present the results of studies of the effect of betulin and its combination with the preparation of humic and fulvic acids "AL KARAL" on the biochemical parameters of blood serum of lactating Holstein cows in the Sverdlovsk region. To conduct experimental studies, three groups of animals were formed using the analog method, taking into account age, body weight, lactation stage and productivity. The control group received a basic diet, the first experimental group received a basic diet with the addition of betulin at a dose of 10 g per head per day, the second experimental group received a basic diet with the addition of 10 g of betulin and 150 ml of AL KARAL per head per day. It was established that by the end of the period of maximum milk yield in the control group, the activity of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase did not significantly exceed the normative values (36,74 and 110,56 u/l, respectively), which indicates the development of cytolytic syndrome. In the experimental groups, the supplements provided a pronounced hepatoprotective effect: aspartate aminotransferase significantly decreased to 84,36 u/l (group 1) and 82,62 u/l (group 2), while alanine aminotransferase remained within the physiological norm. The glucose content in the control group significantly decreased (to 2,998 mmol/L), whereas the combination of betulin with the "AL KARAL" supplement (group 2) ensured its stabilization at an optimal level of 3,68 mmol/L, which significantly exceeded the control values. By the end of the experiment, all groups of animals showed a decrease in the content of calcium and carotene below the standard values, which indicates their intensive excretion in milk and necessitates additional mineral and vitamin correction of the diet. The combined use of betulin with the additive "AL KARAL" is recommended. This will ensure hepatoprotection and stabilization of energy metabolism in lactating cows.

Keywords: cattle, Holstein cows, lactation, blood biochemistry, betulin, humic acids, feed additives, hepatoprotection

Acknowledgments: the study was carried out with the support of the Niva PSK administration and using the analytical capabilities of the Agroplem JSC milk quality control laboratory.

For citation: Yagudin P. P., Stepanov A. V. Biochemical blood parameters of lactating Holstein cows fed betulin and its combination with "AL KARAL". *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;3:101–110. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-3-101-110>.

Введение. Биохимические показатели сыворотки крови являются объективными индикаторами функционального состояния внутренних органов и интенсивности обменных процессов у молочных коров и закономерно варьируют в зависимости от стадии лактации, уровня продуктивности, состава рациона и сезона года [1, 2]. Активность печеночных трансаминаз – аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы, концентрация общего белка, глюкозы, макроэлементов и каротина позволяют выявить субклинические нарушения белкового, углеводного, минерального и витаминного обмена на доклинической стадии, что имеет критическое значение для профилактики метаболических заболеваний высокопродуктивных животных [3, 4].

В условиях интенсивного молочного скотоводства коровы подвергаются значительной метаболической нагрузке, особенно в первую треть лактации, когда энергетические потребности организма превышают возможности потребления корма, что приводит к развитию отрица-

тельного энергетического баланса, мобилизации резервов организма и повышению риска кетоза, жирового гепатоза и других нарушений обмена веществ [5]. Повышение активности трансаминаз в сыворотке крови является маркером функциональных нарушений печени и характерно для высокопродуктивных коров в транзитный период и в раннюю лактацию [6, 7]. Гипокальциемия, гипофосфатемия и дефицит каротина также часто наблюдаются у лактирующих животных и требуют своевременной коррекции [8].

Одним из наиболее эффективных и экологически безопасных способов коррекции метаболических нарушений является использование кормовых добавок природного происхождения, обладающих комплексным действием на организм животных. В последние годы увеличивается интерес к применению биологически активных веществ растительного происхождения, таких как тритерпеноиды и гуминовые вещества, которые проявляют иммуномодулирующую, антиоксидантную, гепатопротекторную и детоксика-

ционную активность без побочных эффектов, характерных для синтетических препаратов [9].

Бетулин – пентациклический три-терпеновый спирт лупанового ряда, выделяемый из наружного слоя коры березы, составляющий до 20–30 % ее сухой массы, который является одним из наиболее доступных природных тритерпеноидов. В многочисленных исследованиях установлено, что бетулин и его производные проявляют выраженные гепатопротекторные, противовоспалительные, антиоксидантные, гиполипидемические и иммуномодулирующие свойства [10, 11]. Механизм гепатопротекторного действия бетулина связывают с его способностью модулировать сигнальные пути, снижать продукцию провоспалительных цитокинов, стабилизировать мембраны гепатоцитов, активировать антиоксидантные ферментные системы и ингибировать процессы перекисного окисления липидов [10].

Л. А. Гнездилова с соавторами (2025) в серии работ продемонстрировала, что применение бетулиносодержащей кормовой добавки в дозе 10 мг на 1 кг живой массы на протяжении 14 дней способствовало нормализации биохимических показателей крови телят и дойных коров, повышению лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки, а также нормализации уровня иммуноглобулинов [12, 13]. Мониторинг биохимических параметров сыворотки крови на фоне применения бетулина подтвердил отсутствие токсических эффектов и гепатопротекторное действие добавки [14].

Параллельно с исследованиями 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 [15]. Гуминовые кислоты представляют собой сложные полидисперсные системы с развитой ароматической структурой, содержащие карбоксильные, фенольные, хиноидные и другие функциональные группы, обуславливающие их высокую реакционную способность и хелатирующую активность. Фульвовые кислоты являются низкомолекулярной фракцией гуминовых веществ, характеризующейся более вы-

сокой растворимостью, подвижностью и биодоступностью.

Гуминовые и фульвовые кислоты обладают уникальным комплексом биологических свойств: способностью связывать и выводить из организма тяжелые металлы и токсины, 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 [16].

Н. И. Воробьев с соавторами (2023) показали, что кормовая добавка на основе гуминовых веществ из торфа положительно влияет на биохимические показатели крови дойных коров: у животных опытной группы активность аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы была ниже на 55,5 и 86,8 % соответственно по сравнению с контролем, а концентрация мочевины – ниже на 14,5 %, что указывает на нормализацию энергетического обмена и улучшение функционального состояния печени [17]. Исследованиями Х. З. Валитова с соавторами (2021) установлено, что включение в рацион лактирующих коров кормовой добавки на основе гуминовых кислот способствовало повышению содержания гемоглобина, эритроцитов и щелочного резерва крови [18].

В работе А. А. Ратцевой и М. Х. Баймишева (2025) показано влияние кормовой добавки, содержащей гуминовые и фульвовые кислоты, на морфологические показатели крови дойных коров в сухостойный период и установлена положительная динамика основных гематологических параметров [19]. Т. Б. Лашкова (2024) доказала, что использование фульвокислоты в рационе молодняка крупного рогатого скота позволяет улучшить биохимические показатели крови, повысить усвоение питательных веществ и улучшить воспроизводительные качества телок [20].

На основании литературных данных, следует отметить, что, несмотря на значительное количество исследований,

посвященных отдельному применению бетулина и гуминовых кислот, практически отсутствуют работы, изучающие их сочетанное влияние на биохимический статус крови лактирующих коров.

Между тем теоретические предположения позволяют предположить возможность синергического взаимодействия: бетулин проявляет выраженную гепатопротекторную, противовоспалительную и гиполипидемическую активность, а гуминовые и фульвовые кислоты могут усиливать его биодоступность за счет хелатирующих свойств и мембранотропного действия, потенцируя и пролонгируя его эффекты. Кроме того, гуминовые вещества способны улучшать всасывание биологически активных соединений в желудочно-кишечном тракте, нормализовать минеральный обмен и повышать переваримость питательных веществ рациона, что может повышать эффективность перорального применения бетулина.

Цель исследований – изучить влияние кормовой добавки бетулина и его комбинации с препаратом гуминовых и фульвовых кислот «AL KARAL» на биохимические показатели крови лактирующих коров голштинской породы в первую треть лактации.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в период 2025 г. в условиях сельскохозяйственного предприятия Нижнесергинского района Свердловской области на лактирующих коровах голштинской породы. Методом пар-аналогов с учетом возраста, живой массы, стадии лактации, линейной принадлежности и уровня продуктивности были сформированы три группы животных. Все группы находились в одинаковых условиях содержания (стойлово-привязное содержание) и получали один и тот же базовый рацион, сбалансированный по основным питательным и биологически активным веществам в соответствии с детализированными нормами кормления молочного скота.

Схема эксперимента включала следующие варианты:

Контрольная группа – базовый рацион без добавок.

Первая опытная группа – базовый рацион + бетулин (стандартизированный

экстракт бересты) в дозировке 10 г на голову в сутки.

Вторая опытная группа – базовый рацион + бетулин в дозе 10 г на голову в сутки + жидкая гуминово-фульвовая добавка «AL KARAL» в дозе 150 мл на голову в сутки.

Нами использованы следующие кормовые добавки:

1. *Бетулин* – стандартизированный экстракт бересты (бетулин 50 % и выше, лигнин древесный 18 %, лупеол 13 %, метиловый эфир бетулиновой кислоты 7 %), представляющий собой мелкодисперсный порошок белого или кремового цвета.

2. «AL KARAL» – жидкая гуминово-фульвовая добавка с содержанием фульвовых кислот 60–70 %, гуминовых кислот 30–40 % и экстракта люцерны.

Добавку, содержащую бетулин, задавали индивидуально каждому животному опытных групп в смеси с концентратами. Доза внесения экстракта бересты установлена на основании результатов ранее опубликованных исследований по пероральному применению бетулина в ветеринарной практике крупного рогатого скота и составила 10 г на голову в сутки [12, 13]. Согласно данным сертификата производителя, использованная добавка содержит чистого бетулина в количестве 50 %. Таким образом, 10 г экстракта обеспечивает поступление 5 г (5 000 мг) чистого бетулина на голову в сутки. При средней живой массе коров 500 кг доза чистого бетулина составляет 10 мг/кг живой массы в сутки.

Для биохимических исследований из каждой группы методом случайного отбора были выбраны по 5 коров (всего 15 голов). Взятие проб крови проводили двукратно: в начале эксперимента и по его завершении. Кровь отбирали из хвостовой вены в утренние часы до кормления животных с использованием вакуумных пробирок без антикоагулянта. Полученные пробы крови центрифугировали при скорости 3 000 оборотов в минуту в течение 15 минут для получения сыворотки.

В сыворотке крови определяли следующие биохимические показатели:

– активность аланинаминотрансферазы (АЛТ, Е/л);

– активность аспаратаминотрансферазы (АСТ, Е/л);

- активность щелочной фосфатазы (ЩФ, Е/л);
- содержание общего белка (г/л);
- содержание глюкозы (ммоль/л);
- содержание кальция (ммоль/л);
- содержание неорганического фосфора (ммоль/л);
- содержание каротина (мг/‰).

Биохимические исследования выполняли с использованием стандартных наборов реагентов производства Парма (Россия) на автоматическом биохимическом анализаторе. Определение каротина проводили фотометрическим методом.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием табличного процессора Microsoft Excel. Для каждого показателя рассчитывали среднее арифметическое (M), ошибку среднего арифметического (m) и коэффициент вариации (Cv). Для оценки достоверности различий между группами по итоговым показателям применяли независимый t -критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. В течение научно-хозяйственного опыта рационы подопытных коров по содержанию основных элементов значительно не различались. Все 15 коров, участвовавших в биохимических исследованиях, оставались клинически здоровыми на протяжении всего периода наблюдений. Круглогодичный клинический осмотр не выявил признаков заболеваний, токсических реакций или отказа от корма. Температура тела, частота дыхания и пульса находились в пределах физиологических норм. Биохимические показатели крови лактирующих коров в начале и в конце периода скармливания добавок представлены в таблице 1.

Анализ активности печеночных трансаминаз показывает, что на начало опыта у всех коров наблюдалось функциональное напряжение печени: уровень АСТ находился у верхней границы нормы (около 108–109 Е/л). Но к концу опыта в контрольной группе ситуация изменилась: активность АСТ незначительно вышла за пределы физиологической нормы и составила 110,56 Е/л, а уровень АЛТ вырос до 36,74 Е/л (при норме до 35,0 Е/л).

Это может означать, что в контрольной группе развился цитолитический синдром (клетки печени (гепатоциты) начали разрушаться из-за нехватки энергии и токсической нагрузки).

В опытных группах картина оказалась иной. Бетулин (1-я группа) и особенно его комбинация с добавкой «AL KARAL» (2-я группа) показали выраженный гепатопротекторный эффект. Активность АСТ в 1-й и 2-й опытных группах достоверно снизилась до 84,36 и 82,62 Е/л соответственно. Разница с контролем оказалась достоверной ($p \leq 0,05$, табл. 2). Уровень АЛТ не только не увеличился, но и остался стабильным (25,72 и 23,36 Е/л соответственно), что также достоверно ниже контрольных значений ($p \leq 0,05$).

Таким образом, можно сделать вывод, что добавки улучшают состояние печени коровы перерабатывать токсины, сохраняя целостность клеток.

В молочном скотоводстве очень важно предотвратить кетоз, который возникает из-за дефицита энергии. Корова не может восполнить потерянную с молоком энергию только за счет кормов и вынуждена использовать энергетические резервы своего организма. Животное теряет массу тела, а в печени нарушается углеводный обмен. В контрольной группе уровень глюкозы к концу лактации достоверно снизился с 3,594 до 2,998 ммоль/л ($p \leq 0,01$). Это означает, что шанс развития скрытого кетоза у соответствующих коров был очень высок.

Похожая картина, но с небольшим отличием, наблюдалась в 1-й опытной группе (снижение до 3,22 ммоль/л). Коровы 2-й опытной группы, получавшие комбинацию бетулина и добавки «AL KARAL», сохранили уровень глюкозы на оптимальном физиологическом уровне (3,68 ммоль/л). Разница с контрольной группой оказалась достоверной ($p \leq 0,05$, табл. 2). Эффект обусловлен совместным действием гуминовых и фульвовых кислот с бетулином: они усиливают обмен веществ и помогают организму лучше использовать энергию корма для выработки глюкозы.

С молоком высокопродуктивных коров интенсивно вымываются макроэлементы и витамины. Анализ минерального обмена (табл. 1) показывает, что к

Таблица 1 – Биохимические показатели сыворотки крови лактирующих коров

Table 1 – Biochemical parameters of blood serum in lactating cows

Показатели	Норма	Группы					
		контрольная		первая опытная		вторая опытная	
		$M\pm m$	C_v	$M\pm m$	C_v	$M\pm m$	C_v
В начале опыта							
АЛТ, Е/л	6,9–35,0	25,74±2,99	25,94	25,38±3,37	29,69	25,94±1,97	17,02
АСТ, Е/л	45,0–110,0	109,82±6,07	12,36	109,66±10,68	21,79	108,36±7,10	14,64
Общий белок, г/л	62,0–82,0	77,74±2,30	6,60	76,97±18,95	55,06	78,87±19,38	54,94
Глюкоза, ммоль/л	2,3–4,1	3,59±0,05	3,08	3,69±0,06	3,72	3,64±0,09	5,47
Кальций, ммоль/л	2,1–2,8	2,00±0,19	20,92	2,02±0,07	7,34	2,02±0,12	13,74
Фосфор, ммоль/л	1,4–2,5	1,99±0,05	5,77	1,98±0,07	7,79	2,03±0,08	8,51
Каротин, мг/%	0,4–1,0	0,43±0,02	12,52	0,43±0,02	10,78	0,44±0,03	15,09
Щелочная фосфатаза, Е/л	18,0–153,0	99,80±14,31	32,06	102,44±11,03	24,07	97,10±10,40	23,96
В конце опыта							
АЛТ, Е/л	6,9–35,0	36,74±4,06	24,72	25,72±1,66	14,41	23,36±1,31	12,59
АСТ, Е/л	45,0–110,0	110,56±7,16	14,49	84,36±6,38	16,90	82,62±6,95	18,81
Общий белок, г/л	62,0–82,0	78,14±2,16	6,19	79,44±1,04	2,92	81,80±0,74	2,02
Глюкоза, ммоль/л	2,3–4,1	2,99±0,10	7,31	3,22±0,04	2,72	3,68±0,26	15,77
Кальций, ммоль/л	2,1–2,8	1,90±0,07	8,32	2,00±0,10	11,73	2,06±0,18	19,30
Фосфор, ммоль/л	1,4–2,5	1,55±0,19	27,59	1,86±0,24	29,34	1,89±0,18	21,38
Каротин, мг/%	0,4–1,0	0,34±0,02	13,41	0,35±0,02	11,43	0,34±0,01	7,50
Щелочная фосфатаза, Е/л	18,0–153,0	106,16±8,72	18,36	113,74±6,38	12,54	93,26±3,38	8,10

концу опыта уровень кальция во всех группах опустился ниже нормативных значений (1,90–2,06 ммоль/л при норме от 2,1 ммоль/л). Несмотря на то, что добавки на всасывание кальция достоверно не повлияли (разница между группами недостоверная), во 2-й опытной группе потеря кальция была минимальной.

Аналогичная ситуация сложилась с каротином: его уровень уменьшился ниже нормы (до 0,34–0,35 мг/%) у всех животных, что говорит о его большом расходе на антиоксидантную защиту и синтез молока.

Однако по фосфору ситуация другая. В контрольной группе его уровень уменьшился до 1,552 ммоль/л, приближаясь к нижней границе, тогда как в 1-й и 2-й опытных группах фосфор удерживался на более высоком уровне, составляя 1,86 и 1,89 ммоль/л соответственно и оставаясь в пределах нормы. Это означает, что бетулин и добавка «AL KARAL» способствуют лучшему удержанию фосфора, необходимого для синтеза АТФ.

Уровень общего белка и щелочной фосфатазы во всех группах на протяжении всего опыта находился в пределах

Таблица 2 – Достоверные межгрупповые различия биохимических показателей
Table 2 – Significant between-group differences in biochemical parameters

Сравнение	Показатели	$M_1 \pm m$ (контроль)	$M_2 \pm m$ (опыт)	t-критерий	Уровень значимости p
Контроль/ 1 опытная	АЛТ, Е/л	36,74±4,06	25,72±1,66	2,51	≤0,05
Контроль/ 2 опытная	АЛТ, Е/л	36,74±4,06	23,36±1,31	3,14	≤0,05
Контроль/ 1 опытная	АСТ, Е/л	110,56±7,16	84,36±6,38	2,73	≤0,05
Контроль/ 2 опытная	АСТ, Е/л	110,56±7,16	82,62±6,95	2,80	≤0,05
Контроль/ 2 опытная	глюкоза, ммоль/л	2,998±0,10	3,68±0,26	2,45	≤0,05

физиологической нормы, хотя в опытных группах наблюдалась тенденция к стабилизации белкового синтеза и снижению разрушения костной ткани, на что указывает более низкая щелочная фосфатаза во 2-й группе по сравнению с контролем (93,26 Е/л против 106,16 Е/л), хотя разница недостоверная.

Таким образом, кормовые добавки положительно повлияли на текущее состояние обмена веществ коров. Это стало возможным благодаря быстрому восстановлению энергетического баланса и защите печени после отела. В молочном скотоводстве важное значение имеет здоровье высокопродуктивного стада, от которого зависит рентабельность производства. Применение комбинации бетулина (10 г) и кормовой добавки «AL KARAL» (150 мл) достоверно защищает печень и предотвращает энергетический дефицит.

Поскольку потери кальция и каротина с молоком оказались значительными, при использовании данных добавок в базовый рацион необходимо дополнительно вводить премиксы с повышенным содержанием биодоступного кальция и бета-каротина.

Заключение. Скармливание бетулина и его комбинации с «AL KARAL» обеспечивает выраженный гепатопротек-

торный эффект. В отличие от контрольной группы, где к концу периода максимальных удоев развился цитолитический синдром с выходом АЛТ (36,74 Е/л) и АСТ (110,56 Е/л) за пределы физиологической нормы, в опытных группах активность трансаминаз достоверно снизилась и стабилизировалась в пределах нормативных значений.

Предлагаемая комбинация бетулина с добавкой «AL KARAL» (вторая опытная группа) демонстрирует уникальный энергостабилизирующий эффект, предотвращая характерное для лактирующих коров падение уровня глюкозы и поддерживая его на оптимальном уровне 3,68 ммоль/л, что достоверно выше показателей контрольной группы и служит надежной профилактикой кетоза.

Интенсивная лактация приводит к значительному выведению кальция и каротина из организма. Ни одна из исследуемых схем добавок не смогла полностью компенсировать их потери с молоком: к концу опыта уровни кальция и каротина во всех группах опустились ниже нормативных значений.

При этом обе схемы добавок помогли лучше удержать фосфор в пределах нормы по сравнению с контролем.

Список источников

1. LeBlanc S. J. Review: Relationships between metabolism and immune function in dairy cows in the transition period // *Animal*. 2020. Vol. 14. Issue 1. P. s44–s54. doi: 10.1017/S1751731119003227.
2. Tsiamadis V., Kougioumtzis A., Siachos N. Hematology reference intervals during the prepartum period, first week after calving, and peak lactation in clinically healthy Holstein cows // *Veterinary Clinical Pathology*. 2022. Vol. 51. No. 1. P. 134–145. doi: 10.1111/vcp.13069.

3. Zhang Y., Li H., Li Q. Hematology reference intervals for Holstein cows in southern China: A study of 786 subjects // *Veterinary Sciences*. 2022. Vol. 9. No. 10. P. 565. doi: 10.3390/vetsci9100565.
4. Федосова О. А., Кулаков В. В., Карелина О. А., Уливанова Г. В. Уровень основных морфологических и биохимических показателей крови коров в зависимости от продуктивности, количества и стадии лактации // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета*. 2022. Т. 14. № 4. С. 73–82. doi: 10.36508/RSATU.2022.10.93.011. EDN AVJPVR.
5. McArt J. A. A., Nydam D. V., Oetzel G. R. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle // *Journal of Dairy Science*. 2012. Vol. 95. No. 9. P. 5056–5066. doi: 10.3168/jds.2012-5443.
6. Gerspach C., Müller K., Maćešić M. The effect of the metabolic status on the plasma lipidome and on the biomarkers of hepatic function and inflammation in dairy cows during early lactation // *Metabolites*. 2021. Vol. 11. No. 9. P. 618. doi: 10.3390/metabo11090618.
7. Xu C., Yang W., Lin W. Effect of nutritional level on hepatic gene expression of gluconeogenic enzymes in lactating dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103. No. 7. P. 6134–6144. doi: 10.3168/jds.2019-17868.
8. Rodríguez E. M., Arís A., Bach A. Mineral and trace element concentrations in serum from dairy cows during transition period // *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100. No. 1. P. 250–261. doi: 10.3168/jds.2016-11527.
9. Patra A. K. Dietary phytochemicals as feed additives in dairy farming // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021. Vol. 105. No. 6. P. 1240–1254. doi: 10.1111/jpn.13565.
10. Oliveira-Costa J. F., Meira C. S., Neves M. V. G. Anti-inflammatory activities of betulinic acid: A review // *Frontiers in Pharmacology*. 2022. Vol. 13. P. 883857. doi: 10.3389/fphar.2022.883857.
11. Yogendra Kumar M. S. Betulinic acid: A natural compound with versatile pharmacological and biological activities // *Molecules*. 2023. Vol. 28. No. 17. P. 6332. doi: 10.3390/molecules28176332.
12. Гнездилова Л. А., Мурадян Ж. Ю., Круглова Ю. С., Розинский С. М. Изучение действия бетулиносодержащей 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. EDN KYXYCY.
13. 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. EDN DSVWDH.
14. Gnezdilova L. A., Kruglova Yu. S., Muradyan Zh. Yu., Rozinsky S. M. Assessing the ecological impact of betulin-containing feed additives: Insights from biochemical parameters in breeding calves and dairy cows // *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2025. Vol. 15. No. 1. P. 103–112. doi: 10.31407/ijees15.112.
15. Васильев А. А., Корсаков К. В., Кузнецов М. Ю., Сивохина Л. А., Трибунская Н. В. Мировой опыт использования гуминовых кислот : монография. М. : Научный парк МГУ, 2020. 76 с. EDN RXDBIF.
16. Angeles M. de L., Gómez-Rosales S., Téllez-Isaías G. Mechanisms of action of humic substances as growth promoters in animals // Angeles M. de L. (Eds.). *Humus and humic substances – recent advances*. London : IntechOpen, 2022. doi: 10.5772/intechopen.105956.
17. 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. EDN UTMTMU.
18. 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. EDN DZWCWZ.

19. Ратцева А. А., Баймишев М. Х. Морфологические показатели крови коров при скормливании 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. EDN TTZIWZ.

20. 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. EDN QLLAAE.

References

1. LeBlanc S. J. Review: Relationships between metabolism and immune function in dairy cows in the transition period. *Animal*, 2020;14;1:s44–s54. doi: 10.1017/S1751731119003227.

2. Tsiamadis V., Kougioumtzis A., Siachos N. Hematology reference intervals during the prepartum period, first week after calving, and peak lactation in clinically healthy Holstein cows. *Veterinary Clinical Pathology*, 2022;51;1:134–145. doi: 10.1111/vcp.13069.

3. Zhang Y., Li H., Li Q. Hematology reference intervals for Holstein cows in southern China: A study of 786 subjects. *Veterinary Sciences*, 2022;9;10:565. doi: 10.3390/vetsci9100565.

4. Fedosova O. A., Kulakov V. V., Karelina O. A., Ulivanova G. V. The level of the main morphological and biochemical parameters of cow blood depending on productivity, number and stage of lactation. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta*, 2022;14;4:73–82. doi: 10.36508/RSATU.2022.10.93.011. EDN AVJPVR (in Russ.).

5. McArt J. A. A., Nydam D. V., Oetzel G. R. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 2012;95;9:5056–5066. doi: 10.3168/jds.2012-5443.

6. Gerspach C., Müller K., Maćešić M. The effect of the metabolic status on the plasma lipidome and on the biomarkers of hepatic function and inflammation in dairy cows during early lactation. *Metabolites*, 2021;11;9:618. doi: 10.3390/metabo11090618.

7. Xu C., Yang W., Lin W. Effect of nutritional level on hepatic gene expression of gluconeogenic enzymes in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2020;103;7:6134–6144. doi: 10.3168/jds.2019-17868.

8. Rodríguez E. M., Arís A., Bach A. Mineral and trace element concentrations in serum from dairy cows during transition period. *Journal of Dairy Science*, 2017;100;1:250–261. doi: 10.3168/jds.2016-11527.

9. Patra A. K. Dietary phytochemicals as feed additives in dairy farming. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2021;105;6:1240–1254. doi: 10.1111/jpn.13565.

10. Oliveira-Costa J. F., Meira C. S., Neves M. V. G. Anti-inflammatory activities of betulinic acid: A review. *Frontiers in Pharmacology*, 2022;13:883857. doi: 10.3389/fphar.2022.883857.

11. Yogendra Kumar M. S. Betulinic acid: A natural compound with versatile pharmacological and biological activities. *Molecules*, 2023;28;17:6332. doi: 10.3390/molecules28176332.

12. 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 of calves and dairy cows. *Agrarnaya nauka*, 2025;9:30–37 doi: 10.32634/0869-8155-2025-398-09-30-37. EDN KYXYCY (in Russ.).

13. Gnezdilova L. A., Rozinskiy S. M., Kruglova Yu. S., Muradyan Zh. Yu. Influence of betulin adaptogen on the level of blood serum immunoglobulins in breeding calves and dairy cows. *Agrarnaya nauka*, 2025;12:50–58. doi: 10.32634/0869-8155-2025-401-12-50-58. EDN DSVWDH (in Russ.).

14. Gnezdilova L. A., Kruglova Yu. S., Muradyan Zh. Yu., Rozinsky S. M. Assessing the ecological impact of betulin-containing feed additives: Insights from biochemical parameters in breeding calves and dairy cows. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*, 2025; 15;1:103–112. doi: 10.31407/ijeess15.112.

15. Vasiliev A. A., Korsakov K. V., Kuznetsov M. Yu., Sivokhina L. A., Tribunskaya N. V. *World experience in the use of humic acids: monograph*, Moscow, Nauchnyi park MGU, 2020, 76 p. EDN RXDBIF (in Russ.).
16. Angeles M. de L., Gómez-Rosales S., Téllez-Isaías G. Mechanisms of action of humic substances as growth promoters in animals. In.: Angeles M. de L. (Eds.). *Humus and humic substances – recent advances*, London, IntechOpen, 2022. doi: 10.5772/intechopen.105956.
17. Vorobyov N. I., Guselnikova A. A., Selina M. V. Features of biochemical parameters of dairy cow blood when using a feed additive based on humic substances. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023;107:309–312. doi: 10.21515/1999-1703-107-309-312. EDN UTMTMU (in Russ.).
18. Valitov Kh. Z., Frolkin A. I., Zabelina M. V., Kornilova V. A. Application of humic acid-based feed additive in dairy cattle diet. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2021;7:58–61. doi: 10.28983/asj.y2021i7pp58-61. EDN DZWCWZ (in Russ.).
19. Ratseva A. A., Baymishev M. Kh. Morphological blood parameters of cows when feeding "Reasil Gumik Heals" feed additive. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2025;10;2:81–86. doi: 10.55170/1997-3225-2025-10-2-81-86. EDN TTZIWZ (in Russ.).
20. 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 Novgorod region. *Vestnik universiteta biotekhnologii*, 2024;3(72):205–212. doi: 10.31677/2072-6724-2024-72-3-205-212. EDN QLLAAE (in Russ.).

© Ягудин П. П., Степанов А. В., 2026

Статья поступила в редакцию 04.08.2026; одобрена после рецензирования 07.09.2026; принята к публикации 08.09.2026.

The article was submitted 04.08.2026; approved after reviewing 07.09.2026; accepted for publication 08.09.2026.

Информация об авторах

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

Степанов Алексей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет, ORCID: 0000-0002-8523-5938, Author ID: 694790, alexeystepanow@mail.ru

Information about authors

Pavel P. Yagudin, Postgraduate Student, Ural State Agrarian University, ORCID: 0009-0007-5821-182X, Author ID: 1350968, mrsaiton@mail.ru;

Alexey V. Stepanov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, ORCID: 0000-0002-8523-5938, Author ID: 694790, alexeystepanow@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.