



APMDYA

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-1-37-47>

УДК 636.2.033

Поступила: 10.01.2025

Доработана: 01.03.2025

Принята: 11.03.2025

## БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ С ЯВНЫМИ ИЛИ РАЗМЫТЫМИ ПРИЗНАКАМИ ЛАМИНИТА

Рагулина Екатерина Юрьевна✉, Беляев Валерий Анатольевич,  
Гвоздецкий Николай Алексеевич, Дуденко Акси́нья Игоревна,  
Бажан Богдан Романович

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

✉ [CNUFE@yandex.ru](mailto:CNUFE@yandex.ru)

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** В условиях интенсивного откорма у крупного рогатого скота (КРС), особенно мясного направления, часто встречаются поражения, связанные с нарушением целостности структур копытного рога. Благодаря значительному весу КРС и ограниченному моциону конечности подвергаются чрезмерным нагрузкам, что ведет к разрушению глубоких слоев дермы копытец, а недочеты в рационе сказываются на усвояемости компонентов питания, приводят к недостатку микроэлементов и ухудшению продуцирования копытного рога. Комплекс всех этих факторов запущивает цепочку патологий, в совокупности называемую ламинит. Многие случаи данного заболевания у молочных коров, содержащихся в стойлах, имеют размытые признаки и не всегда фиксируются врачами, систематическое изучение и регистрация случаев заболевания, основанные на комплексном анализе анамнестических данных, клинической картине и особенно – изучении биохимических особенностей крови, проводятся не всегда.

**Цель исследования** – провести сравнительную оценку двух групп животных (здоровые и больные ламинитом), изучить и зафиксировать характерные изменения биохимии крови бычков калмыцкой породы при ламините с явными или размытыми признаками.

**Методы.** Нами была проведена сравнительная оценка биохимических показателей сыворотки крови здоровых и больных ламинитом бычков калмыцкой породы 9–11-месячного возраста. У всех животных проводились биохимические исследования сыворотки крови.

**Результаты** показали, что при ламините у КРС увеличивается концентрация общего белка в сыворотке, С-реактивного белка, общего билирубина, также возрастают значения АСТ и АЛТ, слегка повышены креатинин и мочеви́на, при этом показатели альбумина, глюкозы, кальция, фосфора снижаются.

**Выводы.** Полученные данные позволили соотнести происходящие биохимические изменения в организме 9–11-месячных бычков калмыцкой породы с патологическими изменениями, происходящими в организме.

**Ключевые слова:** ламинит, биохимия крови, бычки калмыцкой породы, мясной скот, КРС, заболевание конечностей, патологии копыт, копыта коров

**Для цитирования:** Рагулина Е.Ю., Беляев В.А., Гвоздецкий Н.А., Дуденко А.И., Бажан Б.Р. Биохимические показатели крови бычков калмыцкой породы с явными или размытыми признаками ламинита. *Аграрный вестник Северного Кавказа*. 2025;15(1):37-47. <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-1-37-47> EDN APMDYA

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-1-37-47>

EDN APMDYA

УДК 636.2.033

Received: 10.01.2025

Revised: 01.03.2025

Accepted: 11.03.2025

## BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS OF KALMYK BULL CALVES WITH OBVIOUS OR BLURRED SIGNS OF LAMINITIS

Ekaterina Yu. Ragulina✉, Valery A. Belyaev, Nikolay A. Gvozdetsky,  
Aksinya I. Dudenko, Bazhan R. Bogdan  
Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia  
✉CNUFE@yandex.ru

### ABSTRACT

**Relevance.** In conditions of intensive fattening of cattle, especially in the meat sector, lesions associated with a violation of the integrity of the hoof horn structures are often found. The heavy weight of the cattle and the limited movement result in excessive stress on the limbs, which leads to the destruction of the deep layers of the hoof dermis. Moreover, nutritional deficiencies affect the digestibility of nutritional components, the lack of trace elements and the deterioration of hoof horn production. The complex of all these factors triggers a chain of pathologies collectively known as laminitis. Many cases of this disease in dairy cows kept indoors have vague signs and are not always recorded by veterinarians. Frequently, there is a lack in a systematic study and registration of disease cases, based on a comprehensive analysis of anamnestic data, the clinical picture and, in particular, the study of the biochemical characteristics of the blood.

**The aim of the study** was to make a comparative assessment of two groups of animals (healthy and with laminitis), to study and record the characteristic changes in the blood biochemistry of Kalmyk bull calves with laminitis with obvious or vague signs.

**Methods.** We conducted a comparative assessment of the biochemical parameters of blood serum from healthy and laminitic Kalmyk bull calves aged 9–11 months. Blood serum biochemical tests were performed on all animals.

**The results** showed that laminitis in cattle increased the concentration of total serum protein, C-reactive protein, total bilirubin, as well as increased AST and ALT, slightly increased creatinine and urea, while the indicators of albumin, glucose, calcium, phosphorus decreased.

**Conclusions.** The data obtained made it possible to correlate the ongoing biochemical changes in the body of the observed Kalmyk bull calves with the pathological changes occurring in the body.

**Keywords:** laminitis, blood biochemistry, Kalmyk calves, beef cattle, limb disease, hoof pathology, cow hooves

**For citing:** Ragulina E.Y., Belyaev V.A., Gvozdetsky N.A., Dudenko A.I., Bazhan B.R. Biochemical blood parameters of Kalmyk bull calves with obvious or blurred signs of laminitis. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2025;15(1):37-47. <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-1-37-47> EDN APMDYA



## ВВЕДЕНИЕ

На территории России, а именно в засушливых степных районах Кавказа, разводят 70 % калмыцкого скота. Эта неприхотливая порода мясного типа имеет крепкую конституцию и гармоничное телосложение. А живая масса взрослых быков может достигать тонны. В связи с этим нагрузка на конечности колоссальная. Механическая перегрузка и сдавливание тканей препятствуют перфузии жидкостей и поступлению питательных веществ в глубокие структуры корытного рога. Вазоактивные факторы (серотонин или брадикинин) вызывают сужение стенок сосудов, что приводит к снижению кровообращения и усилению транскапиллярного обмена, ведя за собой повышение давления внутри капсулы рога, снижение выработки качественного рогового слоя и ухудшение его характеристик [1; 2].

Изменения иммунологического статуса, отсутствие моциона, чрезмерные нагрузки на конечности, неровный твердый пол и другие факторы приводят к значительному ослаблению роговой капсулы и развитию ламинита [3–5] – острого, подострого или хронического асептического воспаления с последующими дегенеративными изменениями, поражающими чувствительные пластинки копыта и ведущими к ослаблению роговой капсулы, что является основной причиной хромоты у крупного рогатого скота и ведет к разного рода осложнениям [6; 7].

Мы выделяем четыре теории развития ламинита, а именно:

- 1) сосудистую;
- 2) биохимическую;
- 3) механическую;
- 4) инфекционную, или теорию ЛПС (липополисахаридов).

**Первая, сосудистая теория** развития ламинита у КРС подразумевает под собой нарушения, связанные с кровоснабжением копытной капсулы. В качестве маркера воспалительного процесса у коров используется С-реактивный белок (СРБ). Фосфохолин клеточной мембраны и другие лиганды связываются с С-реактивным белком в присутствии кальция. Центр обмена комплементарными клеточными гликопротеинами и рецепторами расположен на другом участке СРБ. Проще говоря, «один конец» СРБ распознаёт чужеродные агенты, а другой ищет способы избавиться от них. Распад пентамерного С-реактивного белка во время острого воспаления приводит к высвобождению мономер-

ного С-реактивного белка, который стимулирует внутреннюю оболочку кровеносных сосудов. Причина, по которой мономерный С-реактивный белок называют «плохим», заключается в том, что он вызывает спазм сосудов, который в конечном итоге приводит к образованию микротромбов и нарушению микроциркуляции. Всё это способствует более быстрому образованию атеросклеротических бляшек и развитию сопутствующих заболеваний [8; 9].

**Вторая, биохимическая теория** включает в себя происходящие биохимические изменения, которые в базальном клеточном слое стимулируют пролиферацию клеток и тем самым ускоряют выработку рога в ответ на болевые ощущения в подошве. Если нагрузка на конечность распределяется неравномерно, то происходит несбалансированное увеличение скорости продуцирования роговых клеток. Участок с наибольшей нагрузкой будет расти быстрее и увеличится в размере, обычно в области перегруженности [10]. В зависимости от тяжести первоначального повреждения, подвижности пяточной кости внутри капсулы и давления на стопу из-за твёрдого пола и неравномерной нагрузки на конечности на коже венчика могут появиться ушибы и развиваться вторичные поражения [11; 12].

Повреждения, нанесенные с определенной силой, действуют на ткань, травмируя ее, и приводят к образованию отеков и открытию артериовенозных анастомозов, которые еще больше нарушают кровообращение в ламинарных тканях, вызывая ишемию и некроз. В таких условиях, как и в сосудистой теории, происходит ослабление пластинок, которые могут вызвать вращение или опускание третьей фаланги. Когда конечности несут вес тела и задействуют все части копыта, включая сухожилия, провоцируется сильная болевая реакция, что приводит к продуцированию низкокачественного рога, расширению белой линии, как следствие, возникает деформация копытцевого рога от венчика до подошвы, снижается амортизация – это **третья, механическая теория** возникновения ламинита [13].

**Четвертой** теорией развития ламинита выступает **инфекционная, или теория ЛПС**. Патогенезом в этом случае является размножение грамположительных бактерий (*Streptococcus bovis* и *Lactobacillus sp.*), которые, в свою очередь, вырабатывают молочную кислоту. Она вызывает воспалительные реакции (отёк и кровоизлияние), повышающие проницаемость сосудов, акти-

вирует ферменты металлопротеиназы, разрушает эндотелиальную стенку грамотрицательных условно-патогенных бактерий, высвобождая эндотоксины, присутствующие в их структурах, а именно липополисахариды (ЛПС) – компонент клеточной стенки грамотрицательных бактерий, состоящий из O-специфической боковой цепи, полисахаридного ядра и липида. Их взаимодействие с иммунной системой запускает каскад событий, приводящих к серьезным последствиям, особенно в микроциркуляции, попадая в кровоток [14].

Эндотоксины влияют на моноклеарные фагоциты, заставляя их вырабатывать провоспалительные цитокины, такие как интерлейкин 1, интерлейкин 6 и фактор некроза опухоли альфа. Эти медиаторы, высвободившись, стимулируют выработку в печени белков острой фазы, а именно сывороточного амилоида А, гаптоглобина и белка, связывающего липополисахарид, параоксоназы-1 (PON1) фибриногена. Считается, что эндотоксины играют роль в развитии хориоамнионита из-за их влияния на гемодинамику хориона, повреждения эндотелия, нарушения формирования тромбов или их действия в качестве активатора ферментов, разрушающих коллаген, вызывают эндотоксические нарушения, которые приводят к началу асептического пододерматита [14]. Однако доказано, что теория ЛПС не является ведущим фактором, запускающим патогенные процессы в копыте, так как для опорно-двигательного аппарата требуются более интенсивные периоды циркуляции эндотоксинов, чтобы отмечались значимые негативные последствия.

Таким образом, единый патогенез ламинита заключается в совокупности всех вышеперечисленных теорий, но каждая из них будет влиять на состояние животного определенным путем. Кровь, являясь главной жидкостью организма, отражает мельчайшие изменения в его состоянии. Здоровье животного может быть оценено на раннем этапе развития болезни, что поможет предотвратить дальнейшее развитие патологии или переход ее в хроническую форму. Такую диагностику можно осуществить на основе биохимических показателей сыворотки крови, которые в сочетании с клиническим обследованием будут отражать общее состояние больного животного, что в дальнейшем станет базой для сравнительной оценки эффективности применяемых схем лечения [15].

Цель статьи – провести сравнительную оценку двух групп животных (здоровые и больные ламинитом), изучить и зафиксиро-

вать характерные изменения биохимии крови бычков калмыцкой породы при ламините с явными или размытыми признаками.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе ООО «Агрофирма Уралан», Республика Калмыкия, р-н Приютненский, п. Октябрьский. Организация занимается развитием животноводства и растениеводства в процентном соотношении 60 на 40. При этом хозяйство имеет статус племенного репродуктора по разведению КРС калмыцкой породы. Нами была проведена сравнительная оценка биохимических показателей сыворотки крови здоровых и больных ламинитом бычков калмыцкой породы.

### Этические аспекты

Все исследования проводились в соответствии с Этическими нормами и Федеральным законом от 27 декабря 2018 года № 498-ФЗ «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

### Материалы

В качестве объекта исследования были подобраны бычки калмыцкой породы 9–11-месячного возраста. Животные содержались в отдельных стойлах размером 3 м<sup>2</sup>. Полы в денниках сухие, песчаные. У клинически здоровых животных в качестве подстилки использовали сено, у больных коров для снижения нагрузки на копыто – толстый слой опилок. Показатели температуры, влажности и подвижности воздуха в хозяйственных помещениях для содержания скота отвечали санитарно-гигиеническим нормам. Суточный рацион опытных и контрольных животных сбалансирован. Вода в свободном доступе.

### Методы

Для установления диагноза на ламинит был применен ряд основных методов диагностики животных, такие как осмотр, пальпация, термометрия. После предварительного обследования на наличие патологий копыт все бычки были разделены на 2 группы по 7 голов в каждой. Первая группа – контроль, к ней относились клинически здоровые животные.

Вторая группа опытная, с явными или размытыми признаками ламинита, которые были установлены следующим образом. При общем осмотре – животные лежали и практически не вставали, проявляли нежелание двигаться, опора на больную конечность вы-

зывала боль, шаткость походки и хромоту. При обследовании пораженных конечностей отмечали, что верхний край роговой капсулы копыта был покрасневший, имелась выраженная отечность в области венчика, местно – повышение температуры; пальпация подошвы вызывала болезненную реакцию.

При детальном обследовании отмечались характерные нарушения роста рога и изменения формы копыта, то есть удлинение с уплощением и расширением подошвы. Форма копытец была изменена, на дорсальной стенке были видны гребни, которые разнились на абаксиальной стенке и в области пятки. Форма дорсального края была изогнутой и вогнутой, что вызвано неравномерным ростом рога.

Для исследования использовали нож копытный петлевой, нож для копыт двусторонний, щипцы и рашпиль.

При расчистке копыта обнаруживали рог плохого качества, он был мягким, желтоватого цвета. При пальпации и перкуссии на чувствительность стенки копытец отмечалась болезненная реакция, животное отдергивало конечность. Увеличивалась напряженность пульса в пальцевых артериях.

### Процедура исследования

У всех животных проводились биохимические исследования сыворотки крови, образцы которой (по 5 мл) были взяты из яремной вены утром после 12-часового голодания. Сыворотку отделяли центрифугированием и хранили при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ . Транспортировка пробирок с биологическим материалом до лаборатории Научно-диагностического и лечебного ветеринарного центра проводилась в термоконтейнере ( $+2/+4^{\circ}\text{C}$ ), для поддержания температурного режима использовались хладоэлементы. Исследования крови выполняли общепринятыми методами на биохимическом анализаторе MNCHIP Celercare V5.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 приведены полученные нами в процессе проведенных исследований значения основных биохимических параметров крови животных с явными или размытыми признаками ламинита.

**Таблица 1** – Биохимические показатели крови бычков 9–11-месячного возраста при ламините

**Table 1** – Biochemical blood parameters of bulls aged 9–11 months with laminitis

Показатели	Референсные значения	Группа <sup>1</sup> (клинически здоровые животные)	Группа <sup>2</sup> (животные с явными или размытыми признаками ламинита)
Общий белок, г/л	60,0–89,0	79,51±1,35	94,80±1,84
Альбумин, %	35–50	41,8±0,67	32,4±2,14
С-реактивный белок (СРБ), мг/л	2–10	4,03±0,51	7,8±0,13
Глобулины, г/л	29–49	44,5±4,80	51,04±3,17
Глюкоза, ммоль/л	1,32–4,89	2,11±0,12	0,93±0,12
Общий билирубин, мкмоль/л	1,71–8,0	6,3±0,70	7,77±1,10
Аспартатаминотрансфераза, Ед/л	45–110	80±0,44	97±0,26
Аланинаминотрансфераза, Ед/л	6,9–35	22±0,08	34±0,13
Лактатдегидрогеназа, Ед/л	309–938	313,37±1,80	587,12±84,30
Мочевина, ммоль/л	3–4,5	4,31±0,48	4,40±0,51
Креатинин, мкмоль/л	88–177	123,7±3,16	122,3±3,15
Кальций, ммоль/л	2,3–3,2	2,34±0,54	2,01±0,9
Фосфор, ммоль/л	1,45–2,10	1,91±0,13	1,21±0,19

<sup>1</sup> Биохимические показатели сыворотки крови у различных видов животных / ООО «Лабораторная Диагностика». URL: <https://www.id.ru/reviews/ilist-4422.html>

<sup>2</sup> Абрамов С. С., Горидовец Е. В. Особенности обмена веществ у высокопродуктивных коров в разные физиологические периоды с биохимическими изменениями, характеризующими полиморбидную патологию // Ученые Записки УО ВГАВМ. 2011. № 47 вып 1. С. 141–143.

<sup>3</sup> Васильева С. В., Конопатов Ю. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота : учебное пособие. 2-е изд., испр. СПб. : Издательство «Лань», 2017. 188 с.: ил. (Учебники для вузов. Специальная литература).

Уровень общего белка у коров с ламинитом был значительно выше, чем у здоровых бычков. Средний уровень общего белка в первой группе составил  $79,51 \pm 1,35$  г/л (в диапазоне от 60,0 до 89,0) по сравнению с  $94,80 \pm 1,84$  г/л у больных коров [16].

Альбумин у больных ламинитом бычков ( $32,4 \pm 2,14$ ) был на 23 % ниже, чем в здоровой группе ( $41,8 \pm 0,67$ ). На наш взгляд, наиболее распространенной причиной низкого уровня альбумина являлось воспаление, так как печень снижала его выработку в пользу продуцирования С-реактивного белка для защиты организма, показатель которого у животных с патологией копыт ( $7,8 \pm 0,13$ ) превысил значение первой группы ( $4,03 \pm 0,51$ ) на 48 %.

Глобулины в группе с признаками ламинита составляли  $51,04 \pm 3,17$  г/л, что на  $6,54$  г/л превышало соответствующие показатели сыворотки крови здоровых бычков. По нашему мнению, повышение уровня глобулинов происходило за счет воспалительных процессов в организме.

Уровень глюкозы в сыворотке крови у животных с ламинитом ( $0,93 \pm 0,12$  ммоль/л) снизился по сравнению со значением здоровых животных ( $2,11 \pm 0,12$  ммоль/л) на 44 %. Это изменение, вероятно, было связано с тем, что при сильной боли у животного наблюдалась опосредованная симптоматическая пищевая депривация и, как следствие, гипогликемия [11].

Общий билирубин во второй группе составлял  $7,77 \pm 1,1$  мкмоль/л, при этом находился в диапазоне референсных границ ( $1,71$ – $8,0$  мкмоль/л), однако относительно здоровой группы был увеличен на  $1,47$  мкмоль/л, что, по нашему мнению, могло отражать распад эритроцитов в очаге повреждения листовидного слоя копытец.

Показатель ферментативной активности – аспартатаминотрансфераза отражал патологические изменения, протекаемые в печени и сердце, органах, на которые процесс воспаления оказывает первостепенное влияние. Так, АСТ у больных животных ( $97 \pm 0,26$  Ед/л) возросла на 17,5 % от значения клинически здоровых бычков ( $80 \pm 0,44$ ) [17].

Аланинаминотрансфераза у бычков с явными или размытыми признаками ламинита ( $34 \pm 0,13$ ) увеличилась на 35 % от показателя, зафиксированного в здоровой группе ( $22 \pm 0,08$ ). Повышение ее активности в сыворотке крови могло указывать на процессы, протекающие в организме и вызывающие разрушение клеток.

В случае повреждения клетки происходило активное высвобождение фермента в кро-

веносное русло. Даже при незначительной деструкции тканей любого из органов уровень ЛДГ в сыворотке крови резко увеличился. В нашем случае показатель лактатдегидрогеназы (ЛДГ), основной функцией которой является катализ окисления молочной кислоты до пирувата, у больных животных ( $587,12 \pm 84,30$  Ед/л) был выше, чем в здоровой группе ( $313,37 \pm 1,80$  Ед/л), на 48 %, однако, по нашим данным, значение ЛДГ в крови больных ламинитом бычков было недостоверным [18].

Креатинин и мочевина – показатели скорости белкового обмена в организме – находились в пределах нормы. Содержание креатинина в крови напрямую зависело от величины мышечной массы, поэтому небольшое повышение креатинина у 9–11-месячных бычков на откорме являлось физиологическим и, вероятно, было связано с активным набором веса у теленка [19; 20].

Нами было зафиксировано снижение уровня кальция у коров, больных ламинитом ( $2,01 \pm 0,9$  ммоль/л), на 12,6 % от нижней границы референсных значений, что могло свидетельствовать о запуске развития остеодистрофических заболеваний.

Уровень фосфора в крови второй группы составлял  $1,21 \pm 0,19$  ммоль/л, что на 16 % меньше нижней границы нормы и подтверждает соответствующую корреляцию со связанным с ним кальцием.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящем исследовании сравнение биохимических показателей здоровых коров и коров с ламинитом выявило значительные различия. У 9–11-месячных бычков калмыцкой породы с явными или размытыми признаками ламинита концентрация общего белка в сыворотке была выше, чем у здоровых коров, на 16 %. Анализ результатов показал, что к этому мог привести воспалительный процесс, вызванный ламинитом, что также повлияло на увеличение глобулинов в крови больных животных.

Показатель альбумина у бычков с заболеванием конечностей был на 23 % ниже, чем у здоровых, а С-реактивный белок при этом обратно пропорционально увеличился на 48 %. Проанализировав данные, мы предположили, что такие изменения связаны с воспалением в организме, так как печень снижала выработку альбумина в пользу продуцирования С-реактивного белка, который являлся одним из наиболее важных элементов врожденной защитной системы, играющей роль в реакции на патоген [21].

Глюкоза у больных животных стремилась вниз, за границу нормы. Вероятно, животные, испытывая сильную боль, отказывались от еды, что приводило к голоду и, как следствие, к гипогликемии.

Показатель общего билирубина больных бычков на 1,47 мкмоль/л превышал значения, полученные от животных в здоровой группе, отражая, по нашему мнению, процесс распада эритроцитов в очаге воспаления.

Показатели ферментативной активности указывали на процессы, протекающие в организме и вызывающие разрушение клеток, что подтверждало увеличение АСТ и АЛТ в опытной группе от значения клинически здоровых бычков ( $80 \pm 0,44$ ) на 17,5 и 35 % соответственно [22].

Креатинин и мочевина в обеих группах слегка повышены за счет роста мышечной массы телёнка

Было зафиксировано снижение уровня кальция у коров, больных ламинитом ( $2,01 \pm 0,9$  ммоль/л), на 12,6 % от нижней границы референсных значений, что в дальнейшем могло бы говорить об остеодистрофических заболеваниях.

Уровень фосфора в крови соответственно коррелировал со связанным с ним кальцием и был снижен у больных животных на 16 % от допустимой нижней границы нормы.

### Вклад авторов

**Е. Ю. Рагулина:** проведение исследования, написание оригинального черновика, создание визуализации, администрирование.

**В. А. Беляев:** концептуализация, проверка, курирование метаданных, руководство, администрирование.

**Н. А. Гвоздецкий:** предоставление ресурсов.

**А. И. Дуденко:** написание замечаний и редактирование.

**Б. Р. Бажан:** написание замечаний и редактирование.

### Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Томских О.Г., Красноперов А.С., Малков С.В., Порываева А.П., Лысова Я.Ю. Неблагоприятные параметры микроклимата как факторы, способствующие развитию заболеваний копыт у коров. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2023;(3):18-24. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2023-41-3-18-24>

Данные, полученные в результате проведенных исследований, позволили соотнести происходящие биохимические изменения в организме 9–11-месячных бычков калмыцкой породы с явными или размытыми признаками ламинита с патологическими изменениями, происходящими в организме, а также подтвердили наличие воспаления, причинами которого вполне могли стать застойные явления, активная работа вазоактивных веществ, вызывающих сужение стенок сосудов, повышение давления внутри капсулы рога, каскад нарушений в процессах, обеспечивающих физиологическое функционирование всего организма.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье нами проведена сравнительная оценка двух групп животных (здоровые и больные ламинитом), изучены и зафиксированы базовые изменения в биохимии крови бычков мясной породы, больных ламинитом. Определены показатели здоровых и больных животных. Эти сведения помогут нам в дальнейших исследованиях, направленных на составление эффективных схем лечения, и послужат вкладом в общую информационную базу.

### Contributions

**E. Y. Ragulina:** conducting research, writing the original draft, creating visualizations, administration.

**V. A. Belyaev:** conceptualization, review, metadata curation, guidance, administration.

**N. A. Gvozdeckiy:** providing resources.

**A. I. Dudenko:** writing comments and editing.

**B. R. Bazhan:** writing comments and editing.

2. Красноперов А.С., Марьин Е.М., Забродин Е.А. Заболевания копытцев у крупного рогатого скота. *БИО*. 2020;7(238):26-33.
3. Горбунов П.А., Фуфлыгина С.В., Лыкова Е.И., Буров Д.А., Бардахчиева Л.В., Клинические и субклинические показатели манифестации болезней конечностей жвачных заразной и незаразной этиологии. *Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021;1(29):64-70.
4. Юсупов С.А., Хузин Д.А., Нигматулин Г.Н., Трemasова А.М., Зиганшина Д.М., Быкова П.В. Этиология, методы диагностики, лечения и профилактики болезней пальцев и копытцев крупного рогатого скота. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021;1(195):76-83.
5. Belge F., Bildik Aysegul, Belge Ali, Kilicalp Dide. Possible association between chronic laminitis and some biochemical parameters in dairy cattle. *Australian Veterinary Journal*. 2004;82(9):556-7.
6. Ji K.J., Booth R.E., Blackie N.A. Retrospective case study into the effect of hoof lesions on the lying behaviour of holstein-friesian in a loose-housed system. *Animals*. 2021;11(4):1120. <https://doi.org/10.3390/ani11041120>
7. Freitas S.L.R., Queiroz P., Fernandes J., Nascente E. Occurrence of clinical laminitis after adaptation to confinement: effects on morphology, density, and mineral composition of the hoof of Nelore cattle after finishing. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2023;43. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7131>
8. Aktepe N., Altıntaş A. C-reactive Protein, Urea, Creatinin and Total Protein Concentrations in Canine Leishmaniasis. *MAS Journal of Applied Sciences*, 2021;6(2):470-480. <https://doi.org/10.52520/masjaps.88>
9. Mateescu A.L., Mincu N.B., Vasilca S., Apetrei R., Stan D., Zorilă B., Stan D. The influence of sugar-protein complexes on the thermostability of c-reactive protein. *Scientific reports*. 2021;1(11):1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92522-3>
10. Lorna G.B., Christoph K.W. Muelling Risk factors, pathogenesis and prevention of subclinical laminitis in dairy cows. *CanWest Veterinary Conference*. 2009;October 17–20.
11. Bergsten, C. Laminitis and Sole Lesions in Dairy Cows; Pathogenesis, Risk Factors, and Precautions. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2003;44(1):58. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-44-S1-P58>
12. Симонов Ю.И., Симонова Л.Н. Ламинит у коров и его причины. *Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии*. 2021;2:114-117.
13. Mendes A.B., Silva A.T., Castro L.L., Silva K.E., Araripe M.G. Therapeutic potential of mesenchymal stem cells in equine laminitis. *Research, Society and Development*. 2021;10. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18902>
14. Barbosa A.A., Araújo M.C., Maffi A.S., Rincón J. A. L., Raffi M. B., Schmitt E. Clinical, hematological and histopathological aspects of experimental induction of laminitis in cattle through lipopolysaccharide infusion. *Ciencia Rural*. 2020;50(8). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190722>
15. Srinivasan G., Sathiamoorthy T. Study on hematological and serum biochemical parameters of Pulikulam cattle in a nucleus herd. *Indian Journal of Animal Health* 2021;60(1):40-48. <https://doi.org/10.36062/ijah.60.1.2021.40-48>
16. Gröndahl G. Clinical relevance of Veterinary hematology parameters. *Boule Diagnostics*. 2019; Edition 4.
17. Еременко В.И., Горожанкина Г.А., Стебловская С.Ю. Активность аспаратаминотрансферазы в крови лактирующих коров с разным уровнем продуктивности. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020;(6):24-26.
18. Матвеева С.А., Матвеева И.В. Лактатдегидрогеназа и глюкоза крови: особенности взаимосвязей у мужчин с ишемической болезнью сердца и сахарным диабетом 2 типа. *Евразийский кардиологический журнал*. 2016;(3):102-103.
19. Timarán D.A., Montoya-Zuluaga J., Castillo-Vanegas V., Maldonado-Estrada J. G. Parity and season affect hematological, biochemical, and milk parameters during the early postpartum period in grazing dairy cows from high-tropics herds. *Heliyon* 2020;6(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04049>
20. Prah M.C., Müller C.B.M., Albrecht D. Hepatic urea, creatinine and uric acid metabolism in dairy cows with divergent milk urea concentrations. *Scientific Reports*. 2022;12(1):1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22536-y>

21. Денисенко В.Н., Балыков В.А., Рогов Р.В., Круглова Ю.С. Гематологические и биохимические показатели крови бычков при использовании в качестве кормовой добавки гидролизата тушек норок. *Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство*. 2022;17(3):373-381. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2022-17-3-373-381>
22. Монтаева Н., Свотина М., Ищанова А. Анализ биохимических показателей крови лактирующих коров для оценки состояния организма и функциональной активности отдельных органов. *Фылым және Білім*. 2022;1,4(69):120-131. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2022-4-1-120-131>

## REFERENCES

1. Tomskih O.G., Krasnoperov A.S., Malkov S.V., Poryvaeva A.P., Lysova Ya.Yu. Unfavorable microclimate parameters as factors contributing to the development of foot diseases in cows. *Innovations and Food Security*. 2023;(3):18-24. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2023-41-3-18-24>
2. Krasnoperov A.S., Marjin E.M., Zabrodin E.A. Diseases of hooves in cattle. *BIO*. 2020;(7):26-33.
3. Gorbunov P.A., Fuflygina S.V., Lykova E.I., Burov D.A., Bardakhchieva L.V. Clinical and sub-clinical indicators of the manifestation of diseases of the limbs of ruminants of infectious and non-infectious etiology. *Vestnik of Nizhny Novgorod state agricultural academy*. 2021;(1):64-70.
4. Yusupov S.A., Kuzin D.A., Nigmatullin G.N., Tremasova A.M., Ziganshina D.M., & Bykova P.V. The etiology, methods of diagnosis, treatment and prevention of the diseases of digits and claws in cattle. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2021;(1(195)):76-83.
5. Belge F., Bildik Aysegul, Belge Ali, Kilicalp Dide. Possible association between chronic laminitis and some biochemical parameters in dairy cattle. *Australian Veterinary Journal*. 2004;82(9):556-7.
6. Ji K.J., Booth R.E., Blackie N.A. Retrospective Case Study into the Effect of Hoof Lesions on the Lying Behaviour of Holstein-Friesian in a Loose-Housed System. *Animals*. 2021;11(4):1120. <https://doi.org/10.3390/ani11041120>
7. Freitas. S.L.R., Quiroz P., Fernandes J., Nascente E. Occurrence of clinical laminitis after adaptation to confinement: effects on morphology, density, and mineral composition of the hoof of Nellore cattle after finishing. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2023, 43. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7131>
8. Aktepe N., Altintaş A. Creactive Protein, Urea, Creatinin and Total Protein Concentrations in Canine Leishmaniasis. *MAS Journal of Applied Sciences*. 2021;6(2). 470-480. <https://doi.org/10.52520/masjaps.88>
9. Mateescu A.L., Mincu N.B., Vasilca S., Apetrei R., Stan D., Zorilă B., Stan D. The influence of sugar-protein complexes on the thermostability of c-reactive protein. *Scientific reports*. 2021;1(11).1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92522-3>
10. Lorna G.B., Christoph K.W. Muelling Risk factors, pathogenesis and prevention of subclinical laminitis in dairy cows. *CanWest Veterinary Conference*. 2009;October. 17-20.
11. Bergsten, C. Laminitis and Sole Lesions in Dairy Cows; Pathogenesis, Risk Factors, and Precautions. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2003;44(1);58. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-44-S1-P58>
12. Simonov Yu.I., Simonova L.N. Laminitis in cows and its causes. *Innovations in animal husbandry and veterinary medicine*. 2021;2.114-117.
13. Mendes, A.B., Silva, A.T., Castro, L.L., Silva K.E., Araripe, M.G. Therapeutic potential of mesenchymal stem cells in equine laminitis. *Research, Society and Development*. 2021;10. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18902>
14. Barbosa A.A., Araújo M.C., Maffi A.S., Rincón J.AL., Raffi M.B., Schmitt E., Clinical, Hematological and histopathological aspects of experimental induction of laminitis in cattle through lipopolysaccharide infusion. *Clinic and surgery Cienc. Rural*. 2020;50(8). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190722>
15. Srinivasan G., Sathiamoorthy T. Study on hematological and serum biochemical parameters of Puli-kulam cattle in a nucleus herd. *Indian Journal of Animal Health*. 2021,60(1):40-48. <https://doi.org/10.36062/ijah.60.1.2021.40-48>
16. Gröndahl G. Clinical relevance of Veterinary hematology parameters. *Boule Diagnostics*. 2019; Edition 4.

17. Eremenko V.I., Gorozhankina G.A., Steblovskaya S.Y. Aspartate aminotransferase activity in the blood of lactating cows with different levels of productivity. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*. 2020;(6)24-26.
18. Matveeva S.A., Matveeva I.V. Association between blood lipid profile and blood glucose levels in men with coronary heart disease, metabolic syndrome, and type 2 diabetes mellitus. *European Heart Journal*. 2016;(3):102-103.
19. Timarán D.A., Montoya-Zuluaga J., Castillo-Vanegas V., Maldonado-Estrada J.G. Parity and season affect hematological, biochemical, and milk parameters during the early postpartum period in grazing dairy cows from high-tropics herds. *Heliyon*. 2020;6(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04049>
20. Prah M.C., Müller C.B. M., Albrecht D. Hepatic urea, creatinine and uric acid metabolism in dairy cows with divergent milk urea concentrations. *Scientific Reports*. 2022;12(1):1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22536-y>
21. Denisenko V.N., Balykov V.A., Rogov R.V., Kruglova Y.S. Hematological and biochemical parameters of bulls' blood when using mink carcass hydrolyzate as a feed additive. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(3):373-381. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2022-17-3-373-381>
22. Монтаева Н., Svtina М., Ishcanova А. Analysis of biochemical indicators of the blood of lactating cows to assess the state of the organism and the functional activity of individual organs. *Ѓылым және bilim*. 2022;1,4(69):120-131. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2022-4-1-120-131>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### **Рагулина Екатерина Юрьевна** –

аспирант 2-го года обучения кафедры терапии и фармакологии, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия  
<https://orcid.org/0009-0009-1066-7187>  
SPIN-код: 3249-0071  
[CNUFE@yandex.ru](mailto:CNUFE@yandex.ru)

### **Беляев Валерий Анатольевич** –

доктор ветеринарных наук, профессор, кафедра терапии и фармакологии, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия  
<https://orcid.org/0000-0001-7454-8472>  
SPIN-код: 4911-6491  
[valstavvet@yandex.ru](mailto:valstavvet@yandex.ru)

### **Гвоздецкий Николай Алексеевич** –

кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры эпизоотологии и микробиологии, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-6856-4932>  
SPIN-код: 9139-8280  
[nikolay140890@mail.ru](mailto:nikolay140890@mail.ru)

## ABOUT THE AUTHORS

### **Ekaterina Y. Ragulina** –

2nd year Postgraduate Student of the Department of Therapy and Pharmacology, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia  
<https://orcid.org/0009-0009-1066-7187>  
SPIN code: 3249-0071  
[CNUFE@yandex.ru](mailto:CNUFE@yandex.ru)

### **Valery A. Belyaev** –

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Department of Therapy and Pharmacology, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia  
<https://orcid.org/0000-0001-7454-8472>  
SPIN code: 4911-6491  
[valstavvet@yandex.ru](mailto:valstavvet@yandex.ru)

### **Nikolay A. Gvozdetsky** –

PhD, Senior Lecturer, Department of Epizootology and Microbiology, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia  
<https://orcid.org/0000-0002-6856-4932>  
SPIN code: 9139-8280  
[nikolay140890@mail.ru](mailto:nikolay140890@mail.ru)

**Дуденко Аксинья Игоревна –**

студентка 1 курса Института ветеринарии  
и биотехнологий, группы ВЕТ\_БМиЭЖ-О-24/1,  
Ставропольский государственный  
аграрный университет,  
Ставрополь, Россия

<https://orcid.org/0009-0002-6883-4186>

SPIN-код: 7459-8931

[aksinya.dudenko@mail.ru](mailto:aksinya.dudenko@mail.ru)

**Aksinya I. Dudenko –**

1st year student at the Institute  
of Veterinary and Biotechnology,  
VET\_BMIEZH-O-24/1 Group,  
Stavropol State Agrarian University,  
Stavropol, Russia

<https://orcid.org/0009-0002-6883-4186>

SPIN code: 7459-8931

[aksinya.dudenko@mail.ru](mailto:aksinya.dudenko@mail.ru)

**Бажан Богдан Романович –**

студент 3 курса Института ветеринарии  
и биотехнологий, группы ВЕТ\_БМиЭЖ-О-22/1,  
Ставропольский государственный  
аграрный университет,  
Ставрополь, Россия

<https://orcid.org/0009-0002-3396-0449>

SPIN-код: 8116-7384

[bazhan.bogdan@mail.ru](mailto:bazhan.bogdan@mail.ru)

**Bogdan R. Bazhan –**

3rd year student at the Institute  
of Veterinary Medicine and Biotechnology,  
VET\_BMIEZH-O-22/1 Group,  
Stavropol State Agrarian University,  
Stavropol, Russia

<https://orcid.org/0009-0002-3396-0449>

SPIN code: 8116-7384

[bazhan.bogdan@mail.ru](mailto:bazhan.bogdan@mail.ru)