

УДК 619:616-002-008.953-092

научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-377-12-53-57

Нефедов А.М.¹ ✉
 Луцай В.И.¹
 Концевая С.Ю.²
 Руденко А.А.¹

¹ Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

² Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

✉ goose322@mail.ru

Поступила в редакцию:
01.10.2023

Одобрена после рецензирования:
15.11.2023

Принята к публикации:
01.12.2023

research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-377-12-53-57

Anton M. Nefedov¹ ✉
 Vladimir I. Lutsai¹
 Svetlana Yu. Kontsevaya²
 Andrey A. Rudenko¹

¹ Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

² Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

✉ goose322@mail.ru

Received by the editorial office:
01.10.2023

Accepted in revised:
15.11.2023

Accepted for publication:
01.12.2023

Изменение клеточного состава крови у лошадей при острой форме ламинита

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Ламинит лошадей является полиорганным заболеванием, которое может затрагивать важные системы организма лошади в наиболее запущенных случаях, однако чаще всего поражаются копыта, что в свою очередь сказывается на экономической составляющей владельца больного животного.

Методы. Работа выполнена на двух группах лошадей. К первой группе относились клинически здоровые лошади, ко второй — имеющие клинические признаки ламинита. Кровь для анализов бралась с соблюдением голодной диеты и правил асептики и антисептики из яремной вены. Подсчет лейкоцитарной формулы проводился вручную. Результаты систематически оценивались и сравнивались между собой для вычисления процентного соотношения.

Результаты. Установлено, что при ламините происходит значимое изменение клеточного состава крови, у лошадей экспериментальной группы отмечается увеличение лейкоцитов (примерно на 302,5%), что может быть связано с воспалительным процессом в организме, который запускает активную выработку лимфоцитов в кровяное русло. Также отмечается увеличение сегментоядерных нейтрофилов при подсчете лейкоцитарной формулы (на 41,52%). Такое изменение, вероятнее всего, вызвано травматическим повреждением подошвы копыта. В данном случае на увеличение сегментоядерных нейтрофилов будет влиять гранулоцитарно-колониестимулирующий фактор (G-CSF) — гормон, который стимулирует производство и высвобождение нейтрофилов из костного мозга.

Ключевые слова: анатомия копыта, диагностика, болезни конечностей, симптоматика, кровь

Для цитирования: Нефедов А.М., Луцай В.И., Концевая С.Ю., Руденко А.А. Изменение клеточного состава крови у лошадей при острой форме ламинита. *Аграрная наука*. 2023; 377(12): 53–57. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-53-57>

© Нефедов А.М., Луцай В.И., Концевая С.Ю., Руденко А.А.

Changes in the cellular composition of blood in horses in acute laminitis

ABSTRACT

Relevance. Equine laminitis is a multi-organ disease that can affect important systems of the horse's body in the most neglected cases, but most often the hooves are affected, which in turn affects the economic component of the owner of the sick animal.

Methods. The work was performed on two groups of horses. The first group included clinically healthy horses, the second group had clinical signs of laminitis. Blood for tests was taken in compliance with a starvation diet and the rules of asepsis and antiseptics from the jugular. The calculation of the leukocyte formula was carried out manually. The results were systematically evaluated and compared with each other to calculate the percentage ratio.

Results. It was found that with laminitis there is a significant change in the cellular composition of the blood, in horses of the experimental group there is an increase in leukocytes (by about 302.5%), which may be associated with an inflammatory process in the body that triggers the active production of lymphocytes into the bloodstream. There is also an increase in segmented neutrophils when calculating the leukocyte formula (by 41.52%). This change is most likely caused by traumatic damage to the sole of the hoof. In this case, the increase in segmented neutrophils will be influenced by granulocyte colony stimulating factor (G-CSF), a hormone that stimulates the production and release of neutrophils from the bone marrow.

Key words: hoof anatomy, diagnosis, limb diseases, symptoms, blood

For citation: Nefedov A.M., Lutsai V.I., Kontsevaya S.Yu., Rudenko A.A. Changes in the cellular composition of blood in horses in the acute form of laminitis. *Agrarian science*. 2023; 377(12): 53–57 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-53-57>

© Nefedov A.M., Lutsai V.I., Kontsevaya S.Yu., Rudenko A.A.

Введение/Introduction

По данным Джеймса К. Белкнапа, ламинит является одной из важных проблем в жизни лошади, так как, поражая копыта, эта болезнь косвенно наносит вред всему организму лошади. В первую очередь страдает сердечно-сосудистая система [1]. Совершая шаг, копыто обеспечивает лошади активную транспортировку крови от конечностей до сердца, далее разнося по всему организму. При ламините лошадь начинает хромать, механизмом является стремительно развивающаяся гипоксия тканей в связи с нарушением микроциркуляторного русла в области копыта. На цитологическом уровне происходит разрушение прочных связей (хемодесмосом) между мембраной и копытным рогом. В дальнейшем разрушение связи между тканями приведет к ослаблению каркаса копыта и последующей ротации копытной кости [2, 3]. Ранняя диагностика позволит на начальных стадиях не допустить активного разрушения копыта, а также обеспечить лошади более легкое течение болезни [4]. Диагностика и лечение ламинита достаточно актуальна и представлена в некоторых научных публикациях [5–10].

Этиология. Причины развития ламинита довольно обширны и разнообразны, однако можно отметить, что всё сводится к одному исходу: развивающаяся гипоксия тканей начинает разрушать прочную связь между мембраной и копытным рогом, вызывая сильное воспаление и дискомфорт у животного. В дальнейшем при отсутствии крепкой стабилизации копытная кость начинает подвергаться ротации под воздействием движения и веса лошади. В наиболее тяжелых случаях отмечается увеличение угла копытной кости (до ~ 20–25°), что может повлечь за собой пробитие подошвы копытной костью [1].

Диагностика. В основном сводится к периодическим осмотрам конечностей, ежегодной диспансеризации, а также анализу рационов. При осмотре конечностей следует обращать внимание на ширину белой линии, так как структура трубчатого рога состоит из множества слоев, при ламините данные слои начинают расслаиваться посредством нарушения крепких связей в тканях. Стоит обращать внимание и на подошву копыта на наличие различных уплотнений, которые могут возникать вследствие давления деформированной копытной кости. До визуальных изменений можно диагностировать ламинит путем продавливания подошвы (рис. 1), заворотных углов (рис. 2), а также по бокам копыта с использованием копытного щупа (рис. 3) [1, 11].

При воспалении лошадь будет испытывать дискомфорт и стараться отдернуть конечность.

К ранней диагностике ламинита можно отнести пальпацию латеральной и медиальной пальцевых артерий [12]. При воспалении давление в них увеличивается, образуется пульсация (рис. 4).

Отмечается увеличение местной температуры венчика и рогового башмака (рис. 5).

Один из вариантов диагностики ламинита — взятие крови для исследований. Забор проводится из яремной вены (рис. 6).

Цель исследования — установить изменение клеток в составе крови лошадей при острой фазе ламинита для ранней экспресс-диагностики заболевания.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Работа проводилась на базе кафедры ветеринарной хирургии ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» в 2022–2023 гг. Объектом для исследования служили лошади, содержащиеся в конно-спортивном клубе Black Horse

Рис. 1. Продавливание подошвы копытным щупом. Фото автора

Fig. 1. Pushing through the sole with a hoof stylus. Photo by the author



Рис. 2. Продавливание заворотных углов копытным щупом. Фото автора

Fig. 2. Pushing through the corners with a hoof stylus. Photo by the author



Рис. 3. Продавливание боковых частей копыта копытным щупом. Фото автора

Fig. 3. Punching the lateral parts of the hoof with a hoof probe. Photo by the author

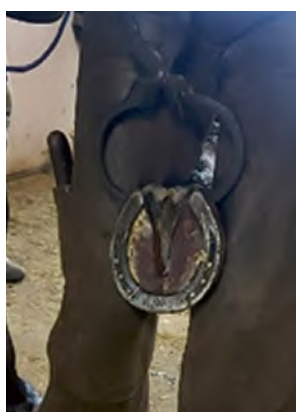


Рис. 4. Пальпация пальцевых артерий на предмет пульсации. Фото автора

Fig. 4. Palpation of finger arteries for pulsation. Photo by the author



Рис. 5. Измерение местной температуры копытного рога. Фото автора

Fig. 5. Measurement of local hoof horn temperature. Photo by the author



Рис. 6. Забор крови из яремной вены. Фото автора

Fig. 6. Blood sampling from the jugular vein. Photo by the author



(Московская обл., Раменский г. о., дер. Плетениха, Россия). Для исследования были подобраны 10 лошадей спонтанной породы без патологий конечностей и признаков иных заболеваний. Также подобраны 10 лошадей спонтанной породы с признаками патологий конечности и повышением местной температуры копытного рога, у 2 — только повышение местной температуры копытного рога, еще у 2 — неестественная вынужденная поза «качающегося маятника».

Все животные содержались в индивидуальных денниках размером 12 м². Денники располагались так, чтобы лошади могли видеть, слышать и обонять друг друга. Боковые стенки денника были частично открытыми, с решетками. Расстояние между прутьями вертикальной решетки — не меньше 5 см. Полы в денниках сухие, водонепроницаемые, нескользкие, легкие для очистки, из глинобитных материалов. Подстилка у клинически здоровых лошадей — сено, у лошадей с клиническими

Таблица 1. Характеристика лошадей контрольной и опытных групп

Table 1. Characteristics of horses in the control and experimental groups

Кличка	Порода	Возраст	Вес
Группа животных без клинических признаков ламинита			
Комета	Ахалтекинская	5 лет 9 мес.	341 кг
Глория	Донская	7 лет 4 мес.	412 кг
Райдон	Ахалтекинская	5 лет 8 мес.	311 кг
Лучик	Арабская	6 лет 1 мес.	476 кг
Захар	Арабская	8 лет 4 мес.	441 кг
Милка	Донская	5 лет 6 мес.	325 кг
Ева	Донская	6 лет 9 мес.	398 кг
Ласточка	Ахалтекинская	9 лет 3 мес.	465 кг
Бомба	Арабская	7 лет 11 мес.	411 кг
Партия	Донская	6 лет 5 мес.	403 кг
Группа животных с клиническими признаками ламинита			
Идея	Ахалтекинская	7 лет 9 мес.	321 кг
Линкор	Ахалтекинская	5 лет 2 мес.	376 кг
Кипарис	Арабская	8 лет 7 мес.	445 кг
Дредноут	Арабская	6 лет 4 мес.	416 кг
Жасмин	Донская	6 лет 10 мес.	409 кг
Зевс	Ахалтекинская	8 лет 6 мес.	378 кг
Иштар	Ахалтекинская	6 лет 9 мес.	307 кг
Иллан	Арабская	5 лет 5 мес.	466 кг
Нейрон	Донская	7 лет 2 мес.	421 кг
Озар	Арабская	6 лет 8 мес.	388 кг
Паллета	Арабская	8 лет 5 мес.	344 кг

Таблица 2. Динамика изменений общеклинических показателей крови при развитии ламинита в острой фазе

Table 2. Dynamics of changes in general clinical blood parameters in the development of laminitis in the acute phase

Показатели	Клинически здоровые животные	Острая фаза ламинита
Гематокрит, %	42 ± 10	41 ± 2
Гемоглобин, g/L	120 ± 25*	142 ± 15*
Эритроциты, 10 ¹² /L	8,45 ± 5*	6,00 ± 4,39*
Средний объем эритроцита, fL	45 ± 15*	45,0 ± 6,5*
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, pg	16 ± 3*	16 ± 2,37*
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, g/L	340 ± 30*	354 ± 14*
Тромбоциты, 10 ⁹ /L	240 ± 180*	276 ± 90*
Лейкоциты, 10 ⁹ /L	8.15 ± 4.10*	15.21 ± 7.50*
Сегментоядерные нейтрофилы, %	51 ± 10	76 ± 9
Лимфоциты, %	43 ± 15	19 ± 7
Моноциты, %	2 ± 2	1 ± 2
Эозинофилы, %	4 ± 2	4 ± 1
СОЭ	64 ± 5*	85 ± 2*

Примечание: * $p \leq 0,05-0,001$ по сравнению с показателями клинически здоровых животных.

Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. 3-е изд. М.: МЕДпресс-информ. 2009; 896.

признаками ламинита — толстый слой опилок (для уменьшения нагрузки на копыто).

В денниках естественное и искусственное освещение, температура помещения — 3–7 °С, относительная влажность воздуха — 60–75%, подвижность воздуха — 0,1–0,5 м/с.

Клинически здоровым лошадям давали гранулированный концентрированный корм, лошадям с клиническими признаками ламинита — грубый корм (сено). Вода у всех лошадей находилась в свободном доступе (табл. 1).

Все лошади были планово привиты вакциной «Эквилис Преквенза Те» (Intervet Schering-Plough Animal Health, Нидерланды) и вакциной против сибирской язвы животных из штамма 55-ВНИИВВиМ («Агровет», Россия).

Диагноз «ламинит» ставился на основании анамнестических данных, физикальных исследований, функциональной диагностики, а также морфологического исследования биопсийного материала.

Изучение клинического состояния животных проводилось по общепринятой в ветеринарной практике схеме. Особое внимание обращалось на состояние конечностей и пищеварительной системы.

Кровь для лабораторного исследования бралась (натощак) из яремной вены (рис. 6) в вакуумную пробирку Improvacuter с ЭДТА K2 (Guangzhou Improve Medical Instruments Co., Китай) для общего анализа крови. Транспортировка пробирок с биологическим материалом до лаборатории проводилась в термоконтейнере с охлаждающими элементами и температурой 2–4 °С. Исследование общего анализа крови производили на гематологическом анализаторе Dymind DH36 Vet (Dymind, Китай).

Подсчет лейкоцитарной формулы проводился методом микроскопии мазка крови, окрашенных по Романовскому — Гимзе¹ при увеличении ×100 на микроскопе «Микмед 6» («ЛОМО», Россия). Скорость оседания эритроцитов определялась по методу Панченкова¹.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате исследований было установлено, что у экспериментальной группы животных $n = 10$, которые имели клинические признаки ламинита, отмечалось резкое увеличение количества лимфоцитов, что может свидетельствовать о наличии воспалительного процесса (табл. 2).

Данные клинических признаков у животных экспериментальной группы указаны на гистограмме (рис. 7).

Рис. 7. Клинические признаки у животных экспериментальной группы

Fig. 7. Clinical signs in experimental group animals

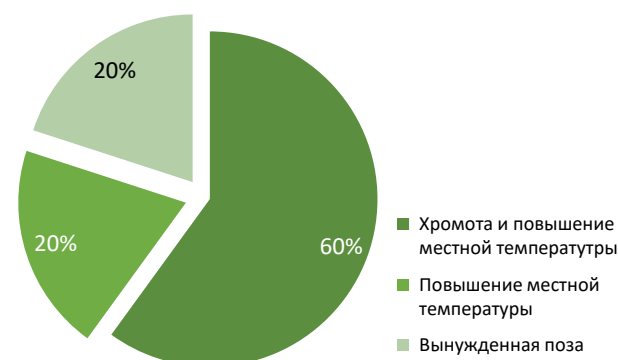


Рис. 8. Кровь лошади в норме, микроскоп «Микмед 6» (АО «ЛОМО», Россия), объектив $\times 40$, камера 10 MP F2.4B [3 \times , PDAF]

Fig. 8. Normal horse blood, "Mikmed 6" microscope (JSC "LOMO", Russia), objective $\times 40$, camera 10 MP F2.4B [3 \times , PDAF]

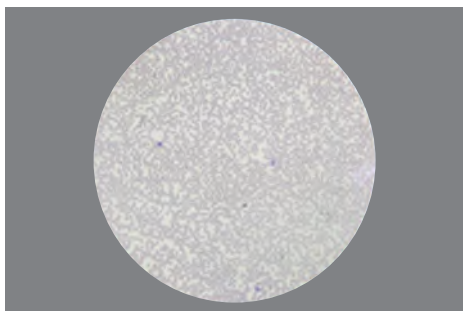
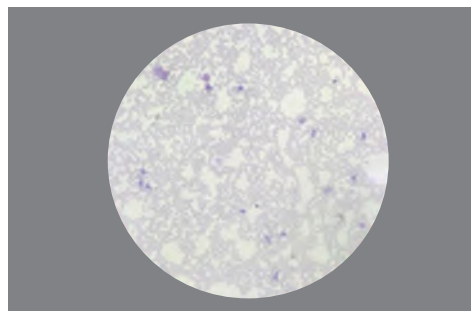


Рис. 9. Кровь лошади с лейкоцитозом, микроскоп «Микмед 6» (АО «ЛОМО», Россия), объектив $\times 40$, камера 10 MP F2.4B [3 \times , PDAF]

Fig. 9. Blood of a horse with leukocytosis, "Mikmed 6" microscope (JSC "LOMO", Russia), objective $\times 40$, camera 10 MP F2.4B [3 \times , PDAF]



Исследованиями достоверно установлено, что в мазке крови лошади с клиническими признаками ламинита насчитывается от 16 до 19 лейкоцитов в одном поле зрения, в то время как у лошадей контрольной группы — всего 3–5 лейкоцитов в одном поле зрения. Также установлено, что в крови преобладали сегментоядерные нейтрофилы (рис. 8, 9).

Выводы/Conclusion

1. Исследованиями установлено, что среднее содержание лейкоцитов у клинически здоровых лошадей в контрольной группе составляет 4,0 лейкоцита в поле

зрения, в то время как у животных с клиническими признаками ламинита в острой фазе — до 16,1 лейкоцита в поле зрения. Таким образом, разница в количестве лейкоцитов между группами с ламинитом и без — $\approx 302,5\%$ (в пользу увеличения количества лейкоцитов у лошадей с клиническими признаками ламинита в острой фазе).

2. Достоверно установлено, что среднее число сегментоядерных нейтрофилов в крови лошадей без клинических признаков заболевания составляет 52,5% нейтрофилов, а у лошадей с клиническими признаками ламинита в острой фазе наблюдается повышение концентрации нейтрофилов (до 41,52%).

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уша Б., Шабунин С., Жавнис С. Клиническое обследование животных. Монография. LAMBERT Academic Publishing. 2013; 364. ISBN 9783659450310
2. Лукьяновский В.А., Белов А.Д., Беляков И.М. Болезни костной системы животных. Монография. М.: Колос. 1984; 254.
3. Нефедов А.М., Луцай В.И. Системный подход к заболеваниям конечностей. Ветеринарная хирургия: от истока к современности. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора, доктора ветеринарных наук Г.С. Мاستыко. Витебск: Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. 2022; 134–137. <https://www.elibrary.ru/mysrgd>
4. Belknap J.K., Geor R.J. (eds.). Equine Laminitis. Wiley Blackwell. 2016; xiv + 455. <https://doi.org/10.1002/9781119169239>
5. Борисевич В.Б., Борисевич Б.В., Хомин Н.М. Особенности течения ламинита у лошадей и крупного рогатого скота. Ветеринария. 2001; (7): 40–42.
6. Коробчук М.В., Карклин А.И. Методы коррекции копыт лошадей и пони при хроническом ламините. Ветеринария. 2021; (3): 50–54. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2021.24.3.50-54>
7. Лазоренко А.Б. Уміст ліпідних фракцій в сухожилковій та хрящовій тканині копит коней за унгулярних деформацій на тлі хронічного ламініту. Вестник Сумського національного аграрного університету. 2013; (2): 176–181. <https://elibrary.ru/qcqwmb>
8. Лазаренко А.Б. Патоморфологічні зміни сухожилків у коней за копитних деформацій на тлі хронічного ламініту. Вестник Сумського національного аграрного університету. 2012; (1): 154–161. <https://elibrary.ru/shqjxq>
9. Лысых А.А. Лечение и профилактика ламинитов у лошадей. Заметки ученого. 2021; (4–1): 204–209. <https://elibrary.ru/igywca>
10. Федотова А.С., Семенихина А.А. Метаболический синдром как причина развития ламинита у лошадей. Вестник КрасГАУ. 2020; (6): 160–164. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-160-164>
11. Концевая С.Ю., Нефедов А.М., Луцай В.И., Лавров С.И., Пекуровский Д.А. Оценка степени хромоты у коров. Аграрная наука. 2021; (11–12): 43–45. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-43-45>
12. Ладанова М.А., Стекольников А.А. Содержание цинка в сыворотке крови при специфической язве подошвы у коров. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015; (2): 405–408. <https://www.elibrary.ru/twnijn>

REFERENCES

1. Usha B., Shabunin S., Zhavnis S. Clinical examination of animals. Monograph. LAMBERT Academic Publishing. 2013; 364 (In Russian). ISBN 9783659450310
2. Lukyanovskiy V.A., Belov A.D., Belyakov I.M. Diseases of the skeletal system of animals. Monograph. Moscow: Kolos. 1984; 254 (In Russian).
3. Nefedov A.M., Lutsay V.I. Systematic approach to diseases of the limbs. Veterinary surgery: from origin to modern times. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 110th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Veterinary Sciences G.S. Mastyko. Vitebsk: Vitebsk State Academy for Veterinary Medicine. 2022; 134–137 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mysrgd>
4. Belknap J.K., Geor R.J. (eds.). Equine Laminitis. Wiley Blackwell. 2016; xiv + 455. <https://doi.org/10.1002/9781119169239>
5. Borisevich V.B., Borisevich B.V., Khomin N.M. Features of the course of laminitis in horses and cattle. Veterinary medicine. 2001; (7): 40–42 (In Russian).
6. Korobchuk M.V., Karklin A.I. Methods of correction of horses' and ponies' hooves in chronic laminitis. Veterinary medicine. 2021; (3): 50–54 (In Russian). <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2021.24.3.50-54>
7. Lazorenko A.B. The content of lipid fractions in the tendon and cartilaginous tissue of horses' hooves with ungular deformations against the background of chronic laminitis. Bulletin of Sumy National Agrarian University. 2013; (2): 176–181 (In Ukrainian). <https://elibrary.ru/qcqwmb>
8. Lazarenko A.B. Pathomorphological changes of tendons in horses with hoof deformities on the background of chronic laminitis. Bulletin of Sumy National Agrarian University. 2012; (1): 154–161 (In Ukrainian) <https://elibrary.ru/shqjxq>
9. Lysykh A.A. Treatment and prevention of laminitis in horses. Zаметki uchenogo. 2021; (4–1): 204–209 (In Russian). <https://elibrary.ru/igywca>
10. Fedotova A.S., Semikhina A.A. Metabolic syndrome as a result of laminitis development in horses. Bulletin of KSAU. 2020; (6): 160–164 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-160-164>
11. Kontsevaya S.Yu., Nefedov A.M., Lutsay V.I., Lavrov S.I., Pekurovsky D.A. Assessment of the degree of lameness in cows. Agrarian science. 2021; (11–12): 43–45 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-43-45>
12. Ladanova M.A., Stekolnikov A.A. The content of zinc in the blood serum for specific ulcers of the sole in cows. Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. 015; (2): 405–408 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/twnijn>

ОБ АВТОРАХ

Антон Максимович Нефедов¹

аспирант
Goose322@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-6908-2895>

Владимир Иванович Луцай¹

доктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой
ветеринарной медицины
recaro21@bk.ru
<https://orcid.org/0009-0003-4668-2545>

Андрей Анатольевич Руденко¹

доктор ветеринарных наук, профессор кафедры
ветеринарной медицины
rudenkoaa@mgupp.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6434-3497>

Светлана Юрьевна Концевая²

доктор ветеринарных наук, профессор
vetprof555@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3912-1590>

¹Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
Волоколамское шоссе, 11, Москва, 125080, Россия

²Донской государственный технический университет,
площадь Гагарина, 1, Ростов-на-Дону, 344000, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Anton Maksimovich Nefedov¹

Postgraduate Student
Goose322@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-6908-2895>

Vladimir Ivanovich Lutsai¹

Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Department
of Veterinary Medicine
recaro21@bk.ru
<https://orcid.org/0009-0003-4668-2545>

Andrey Anatolievich Rudenko¹

Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department
of Veterinary Medicine
rudenkoaa@mgupp.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6434-3497>

Svetlana Yurievna Kontsevaya²

Doctor of Veterinary Sciences, Professor
vetprof555@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3912-1590>

¹Russian Biotechnological University,
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia

²Don State Technical University,
1 Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344000, Russia