

Biochemical indicators of cows' blood serum at lesions in the hoof area

A. Klymas

Article info

Correspondence Author

A. Klymas

E-mail:

anastasiia.iliasova@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine**Citation:** Klymas, A. (2025). Biochemical indicators of cows' blood serum at lesions in the hoof area. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 300–304. doi: 10.31210/spi2025.28.03.45

Health and productivity of cows is considerably determined by the condition of the extremities' distal section. It is known that to ensure animals' high productivity, it is necessary for them to move freely in space, which directly depends on the physiological condition of hooves. In cases when the upset of hooves' anatomical parameters occurred, inflammatory processes including purulent ones take place in cows' organism. Any inflammatory process in the animal body irrespective of the place of its localization causes changes in homeostasis. With the help of screening studies of diseased animals' blood, it is possible to clarify the severity of the pathological process and make scientifically grounded choice of the treatment optimal regimen. Therefore, the purpose of the conducted research was to characterize the changes in cows' blood serum biochemical parameters at purulent lesions in the hoof area. The clinical examinations of cows were conducted on "Agro-ecology" private farm, laboratory tests of blood serum were made in the Regional State Laboratory of the State Food Products' Consumer Service of Poltava region. It was found by the studies that in the blood serum of cows diagnosed with purulent lesions in the hoof area, the content of carotene in the group made 0.042 mg/100 cm³ on the average, which turned out to be by 43.2 % lower ($p < 0.01$) compared to the similar indicator in the clinically healthy animals. At the same time, at the background of carotene content decrease in the blood serum of the diseased cows, the probable increase in total protein was fixed. In particular, the total protein content in the blood serum made 7.8 g/100 cm³ on the average, which was by 12.8 % ($p < 0.05$) higher than in the cows of the control group. Besides, the decrease in the content of the total calcium, the concentration of inorganic phosphorus, and acid content was detected in the blood serum of the diseased cows. For example, at purulent lesion in the hoof area, it was found that in the blood serum of cows the content of total calcium in the group made 9.1 mg/100 cm³, the concentration of inorganic phosphorus – 4.8 mg/100 cm³, acid content in the blood serum – 236.4 mg/100 cm³ on the average, which was lower than the similar indicators in the cows of the control group by 5.2 ($p < 0.05$), 7.7 ($p < 0.01$) and 10.7 % ($p < 0.05$), respectively.

Keywords: cattle, blood serum, biochemical parameters, orthopedic pathology.

Біохімічні показники сироватки крові корів за наявності гнійних уражень в ділянці пальця

А. Р. Климаць

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Здоров'я та продуктивність корів значною мірою визначається станом дистального відділу кінцівок. Відомо, що для забезпечення високої продуктивності тваринам потрібно вільно рухатися у просторі, що безпосередньо залежить від фізіологічного стану копитця. У тих випадках, коли відбулося порушення анатомічних параметрів копитця, в організмі корів виникають запальні процеси, у тому числі й гнійні. Будь який запальний процес в організмі тварин – незалежно від місця його локалізації призводить до змін в гомеостазі. За допомогою проведення скринінгових досліджень крові хворих тварин можна з'ясувати тяжкість патологічного процесу та здійснити науково-обґрунтований підбір оптимальної схеми лікування. Тому метою проведеного дослідження було охарактеризувати зміни в біохімічних показниках сироватки крові корів за гнійних уражень в ділянці пальців. Клінічні дослідження корів здійснювали в умовах господарства ПП «Агроєкологія», лабораторні дослідження сироватки крові проводили в умовах регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області. Дослідженнями встановлено, що у сироватці крові корів, у яких було діагностовано гнійні ураження в ділянці пальців вміст каротину в середньому по групі склав 0,042 мг/100 см³, що виявилось на 43,2 % нижчим ($p < 0,01$), порівняно з аналогічним показником у клінічно здорових тварин. Одночасно, на фоні зниження в сироватці крові хворих корів вмісту каротину було зафіксовано вірогідне підвищення вмісту загального білка. Зокрема, у сироватці крові вміст загального білка в середньому по групі склав 7,8 г/100 см³, що було на 12,8 % ($p < 0,05$) вище ніж у корів контрольної групи. Окрім того, у сироватці крові хворих корів виявлено зниження вмісту загального кальцію, концентрації неорганічного фосфору та кислотної місткості. Так у сироватці крові корів за наявності гнійного ураження у ділянці пальців встановлено, що вміст загального кальцію в середньому по групі склав 9,1 мг/100 см³, концентрація неорганічного фосфору – 4,8 мг/100 см³, кислотна місткість сироватки крові – 236,4 мг/100 см³, що було нижчим від аналогічних показників у корів контрольної групи відповідно на 5,2 ($p < 0,05$), 7,7 ($p < 0,01$) та 10,7 % ($p < 0,05$).

Ключові слова: велика рогата худоба, сироватка крові, біохімічні показники, ортопедична патологія.

Бібліографічний опис для цитування: Климаць А. Р. Біохімічні показники сироватки крові корів за наявності гнійних уражень в ділянці пальця. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 300–304.

Вступ

Головними причинами появи захворювань копитець є травми пов'язані з поведінковими особливостями тварин, неправильне проектування і будівництво приміщень, умови утримання і незадовільна годівля. Сприяючими факторами появи вказаної патології у тварин також можуть бути зниженням стійкості організму до дії ендогенних та екзогенних факторів, і, головне, порушення ветеринарно санітарних вимог і правил утримання тварин. В сукупності, вищенаведене призводить до появи травм та їх послідуочної контамінації наявною в довкіллі мікрофлорою, у тому числі й патогенною, яка за відсутності вчасних ветеринарних обробок здатна проникти в глибокі копитця і пальців [1].

Захворювання копитець у молочних корів негативно впливає як на добробут тварин, так і на прибутки ферм. Однією з можливих причин захворювань копитець є високе механічне навантаження, з яким стикається велика рогата худоба під час руху та спирання на тверду бетонну підлогу. На сьогодні достеменно невідомо, як високе механічне навантаження призводить до захворювань копитець та кульгавості. Існує гіпотеза, що механічне навантаження призводить до стиснення м'яких тканин у копитцях, що може прямо чи опосередковано призвести до пошкодження тканин. При цьому розташування ділянок найвищого стиснення збігається з місцями, де найчастіше виявляються виразки підшви. Ці дані дають уявлення про етіологію захворювання копитець у великої рогатої худоби та можуть сприяти пошуку рішень для їх зменшення [2].

Кульгавість – це симптом більшого захворювання кінцівок, яке впливає на добробут та продуктивність молочних корів. Кульгавість в основному спричинена ураженнями копитець. Поширеність різних типів уражень може відрізнятися залежно від умов навколишнього середовища та практики управління фермою [3]. За даними Havlíček et al. (2025), кульгавість наразі є однією із найважливіших та економічно складних захворювань великої рогатої худоби. Вона проявляється у зміні рухової активності, що пов'язано з ураженнями, особливо тазових кінцівок. Захворювання копитець є болісним, що впливає на добробут молочних корів. Важливими факторами, що впливають на здоров'я кінцівок, є харчування, гігієна тварин, технологія утримання стаї, а також генетична та племінна схильність. Харчування є одним із основних профілактичних факторів, що впливають на якість та ріст копитцевого рогу, а також на пов'язану з цим поширеність захворювань копитець [4].

Наразі кульгавість викликає занепокоєння фахівців молочної промисловості в усьому світі. Зокрема, у дослідженнях проведених Moreira et al. (2018; 2019) в умовах 48 молочних ферм, розташованих у штаті Мінас-Жерайс (Бразилія) встановлено велику частку тварин з ознаками кульгавості. Дослідниками було проведено оцінку рухової активності наявних в господарствах лактуючих корів. За наслідками проведеного моніторингу, з-поміж

2267 досліджених корів, 16 % тварин групою дослідників були визнані як кульгаві, одночасно, 7 % тварин дослідники визнали як таких, що мають сильну кульгавість. Майже всі корови з ознаками кульгавості мали принаймні один тип ураження копит, з яких найпоширенішими були ерозія п'яткового рогу (90 %), тріщина білої лінії (50 %) та пальцевий дерматит (33 %). У сукупності дослідження показали, що пальцевий дерматит та тріщина білої лінії є основною проблемою та найбільшою причиною кульгавості у великої рогатої худоби [5, 6].

Розуміння етіології та патогенезу хвороб копитець є важливим моментом для розробки програм профілактики та лікування. Крововиливи в підшовний ріг є важливою частиною патогенезу захворювань копитець, будучи попередниками та предикторами таких уражень, як хвороба білої лінії та виразка підшви. Розуміння розвитку асептичних подерматитів може надати корисну інформацію про етіологію та патогенез хвороб копитець. Розвиток крововиливів у копитцях найкраще вивчати у великої рогатої худоби без попереднього пошкодження копитець, оскільки попередня історія пошкоджень може помітно змінити реакцію копитець на стресові фактори [7–9].

Ураження копитець у молочних корів зазвичай лікують шляхом їх обрізання. Однак, саме обрізання (розчистка) може спричинити появу болю або посилити вже існуючий тим самим викликати кульгавість. Саме тому, вказану процедуру повинен здійснювати фахівець, який має відповідні знання та досвід [10–13].

Як зазначають дослідники, у корів одними з часто діагностованих патологій кінцівок є гнійні процеси в ділянці пальців. Відповідно до даних Koreyba (2022), гнійні процеси в ділянці пальців викликають не лише локальні зміни у місці ураження, але й суттєві зміни у багатьох системах організму, що за даними дослідника проявлялося розвитком гіпротейнемії та зниженням вмісту в крові імуноглобулінів [14].

Одним з показників загального стану корів за гнійно-некротичних процесів є показники вмісту в сироватці крові загального білку, каротину, загального кальцію, неорганічного фосфору, кислотної місткості. Саме це і обумовлює актуальність проведення нами досліджень [15].

Мета дослідження

Метою досліджень було охарактеризувати зміни біохімічних показників у сироватці крові корів за гнійних уражень в ділянці пальця.

Матеріали і методи

Клінічні дослідження корів здійснювали в умовах господарства ПП «Агроєкологія» (Полтавська область). Для здійснення запланованих досліджень, на першому етапі роботи в мовах ферми проведено скринінгові діагностичні дослідження молочних корів з метою виявлення тварин із гнійними ураженнями ділянки пальця та тварин – клінічно здорових.

На другому етапі роботи, для відбору крові та проведення її подальшого дослідження сформовано дві групи корів – дослідну (тварини із гнійними ураженнями ділянки пальця) та контрольну (клінічно здорові тварини) по 5 голів у кожній.

У дослідних та контрольних груп тварин здійснено відбір зразків крові. Кров у корів відбирали з яремної вени зранку – до проведення ранішньої годівлі. Після відбору зразки крові для проведення подальших досліджень були доставлені до Регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області (м. Полтава).

В умовах лабораторії у сироватці крові були визначені наступні показники: вміст каротину; вміст загального білку; вмісту загального кальцію; концентрації неорганічного фосфору; кислотну місткість.

Статистичний аналіз отриманих цифрових даних опрацьовано у програмі Microsoft Excel з визначенням значень середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t-критеріїв Стюдента.

Експериментальна частина досліджень проводилася з урахуванням «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», схвалених на Національному конгресі з біоетики (Київ, 2001) [17] із дотриманням міжнародних вимог Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) [18].

Результати та їх обговорення

Аналізуючи отримані результати досліджень сироватки крові встановлено, що у корів, за наявності патологічного процесу у вигляді гнійного ураження в ділянці пальця, показники кровоносного русла значною мірою відрізняються від аналогічних у клінічно здорових тварин.

Так, аналізуючи показник каротину у сироватці крові дослідної групи корів, у яких було діагностовано гнійні ураження в ділянці пальців визначено, що його вміст у сироватці крові в середньому по групі склав $0,042 \pm 0,002$ мг/100 см³ (рис. 1). Поряд з тим, у контрольній групі тварин вміст каротину у сироватці крові в середньому склав $0,074 \pm 0,003$ мг/100 см³.

Таким чином, з результатів отриманих даних видно, що у сироватці крові корів, у яких було діагностовано гнійні ураження в ділянці пальців, вміст каротину виявився на 43,2 % нижчим ($p < 0,01$), порівняно з аналогічним показником у клінічно здорових тварин.

Слід зауважити, що у сироватці крові корів за наявності гнійних уражень в ділянці пальців спостерігалось підвищення вмісту загального білку (рис. 2).

Зокрема, в середньому по групі хворих корів цей показник склав $7,8 \pm 0,52$ г/100 см³. Натомість, у контрольній групі тварин вміст загального білку у сироватці крові в середньому склав $6,8 \pm 0,52$ г/100 см³. Таким чином, внаслідок наявності патологічного процесу у вигляді гнійних уражень в ділянці пальців, у корів зафіксовано вірогідне

підвищення вмісту загального білку у сироватці крові на 12,8 % ($p < 0,05$) порівняно з показником у групі клінічно здорових тварин.

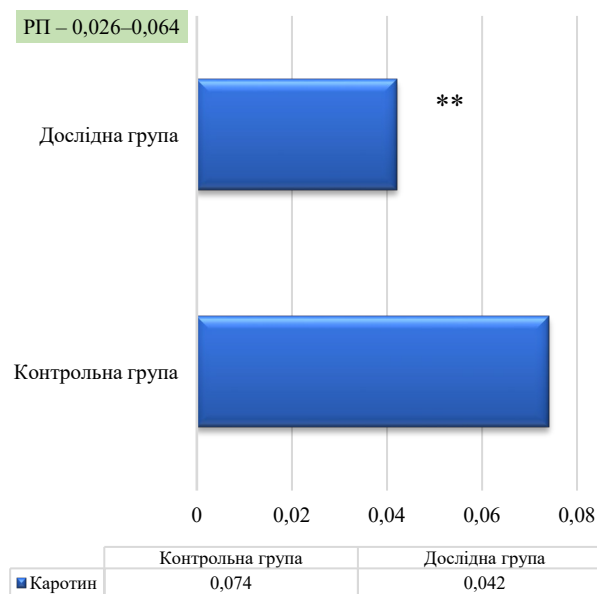


Рис. 1. Показники вмісту каротину (мг/100 см³) в сироватці крові корів за наявності гнійні ураження в ділянці пальців, n=5, (M±m)

Примітки: ** – $p < 0,01$ – відносно показника у контрольній групі тварин; РП – реферативні показники норми каротину в сироватці крові корів.

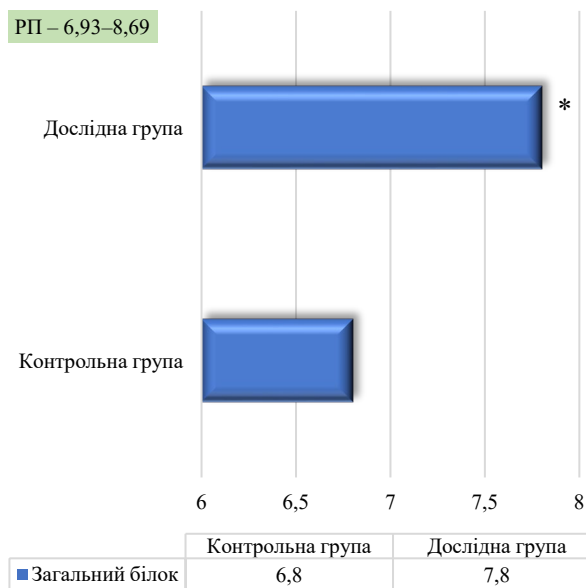


Рис. 2. Показники вмісту загального білка (г/100 см³) в сироватці крові корів за наявності гнійні ураження в ділянці пальців, n=5, (M±m)

Примітки: * – $p < 0,05$ – відносно показника у контрольній групі тварин; РП – реферативні показники норми загального білка в сироватці крові корів.

Також, в сироватці крові дослідної групи корів виявлені негативні зрушення з боку вмісту загального кальцію та неорганічного фосфору (рис. 3).

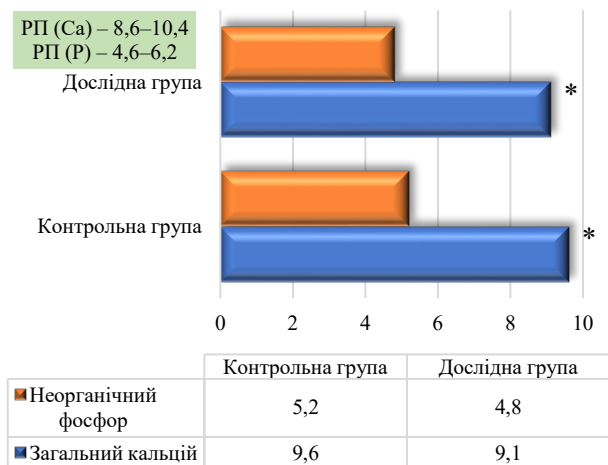


Рис. 3. Показники вмісту загального кальцію (мг/100 см³) та неорганічного фосфору (мг/100 см³) в сироватці крові корів за наявності гнійні ураження в ділянці пальців, n=5, (M±m)

Примітки: * – p<0,05 – відносно аналогічного показника у контрольній групі тварин; РІП – реферативні показники норми загального кальцію (Са) та неорганічного фосфору (Р) в сироватці крові корів.

У контрольній групі тварин вміст загального кальцію та неорганічного фосфору у сироватці крові в середньому склав 9,6±0,74 мг/100 см³ та 5,2±0,1 мг/100 см³. Поряд з цим, у крові дослідної групи вміст загального кальцію та неорганічного фосфору в сироватці крові у середньому склав 9,1±0,34 мг/100 см³ та 4,8±0,12 мг/100 см³ відповідно. Таким чином, у сироватці крові корів за наявності гнійного ураження у ділянці пальців вміст загального кальцію та неорганічного фосфору виявився вірогідно нижчим на 5,2 та 7,7 % (p<0,05) порівняно з аналогічними показниками у тварин контрольної групи.

Аналізуючи показник кислотної місткості сироватки крові дослідної групи корів, у яких було діагностовано гнійні ураження в ділянці пальців визначено, що в середньому по групі вона склала 236,4±9,2 мг/100 см³. Поряд з тим, у контрольній групі тварин вона була вищою й становила 264,6±5,4 мг/100 см³ (рис. 4).

Таким чином, внаслідок наявності у корів патологічного процесу у вигляді гнійних уражень в ділянці пальців, зафіксовано вірогідне зниження кислотної місткості сироватки крові на 10,7 % (p<0,01) порівняно з показником у групі клінічно здорових тварин.

За даними Slivinska et al. (2017), у сироватці крові корів за виявлення аліментарної остеодистрофії відзначалося зниження каротину до 3,5±0,37 мкмоль/л, що було на 22,8 % менше порівняно з контрольною групою корів. Автори у своїй праці зазначають, що клінічно у зимовостійловий період аліментарна остеодистрофія у корів проявлялася зниженням продуктивності, спотвореним апетитом, напруженою ходою, кульгавістю, потовщенням та болочістю суглобів [19]. За результатами наших досліджень, у корів за патологічного процесу в ділянці кінцівок також зафіксоване суттєве, вірогідне (p<0,01) зниження каротину на 43,2 %.

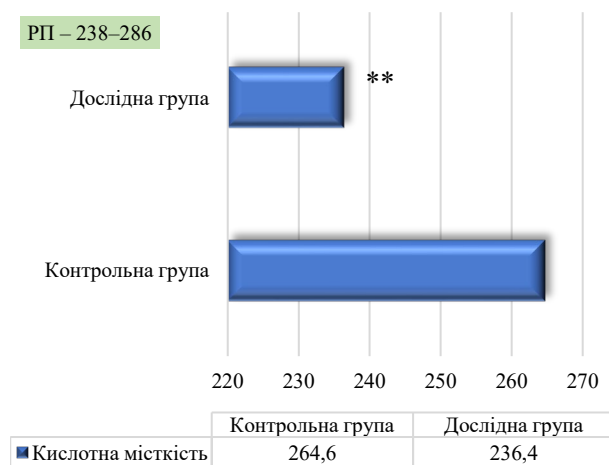


Рис. 4. Показники кислотної місткості (мг/100 см³) сироватки крові корів за наявності гнійні ураження в ділянці пальців, n=5, (M±m)

Примітки: ** – p<0,01 – відносно показника у контрольній групі тварин; РІП – реферативні показники норми кислотної місткості в сироватці крові корів.

Знижений вміст в сироватці крові хворих тварин каротину одночасно поєднувався з тенденцією до збільшення загального білку на 12,8 % (p<0,05), що на нашу думку обумовлена розвитком локального гнійного процесу в ділянці пальця. Так, за даними літератури за наявності гнійних процесів у корів, зокрема при ураженні пальця, рівень загального білка в сироватці крові зазвичай зростає. Таким чином організм мобілізує білки, зокрема фібриноген, для боротьби з інфекцією, загоєння тканин та стимуляції імунної відповіді [20].

Слід зауважити, що у хворих тварин в сироватці крові за наслідками проведених досліджень виявлено негативні зрушення з боку показників загального кальцію та неорганічного фосфору. Зокрема, у хворих тварин їх вміст був на 5,2 та 7,7 % (p<0,05) нижчим відносно показників у здорових тварин. Як відомо, зниження концентрації загального кальцію в сироватці крові призводить до погіршення дисоціації м'язових білків актину й міозину, що здійснюють скорочення. Дефіцит кальцію спричиняє порушення процесу нервово-м'язового збудження, послаблення тону скелетної та гладкої мускулатури. Дефіцит кальцію негативно впливає на функціонування імунної системи, що сприяє виникненню захворювань [21].

Щодо неорганічного фосфору, то поява гіпофосфатемії більш за все пов'язана саме з низьким вмістом фосфору в кормах який споживає тварина, а також у тих випадках, коли раціон є незбалансованим за Са : Р співвідношенням. Зазвичай, вищенаведене є причиною появи остеодистрофії у корів [22].

Висновки

Визначено, що у корів за наявності гнійних уражень в ділянці пальця відбуваються негативні зрушення окремих показників сироватки крові (каротину, загального білку, загального кальцію,

концентрації неорганічного фосфору та кислотної ємності). Встановлено, що у порівнянні з клінічно здоровими тваринами, у хворих корів у сироватці крові виявилися значно нижчими показники каротину (на 43,2 %, $p < 0,01$), загального кальцію (на 5,2 %, $p < 0,05$), неорганічного фосфору (на 5,2 %, $p < 0,05$) та кислотної місткості (на 12,8 %, $p < 0,05$). Поряд з перерахованими змінами, що відбулися у сироватці крові хворих тварин, показник загального білку мав тенденцію до підвищення. Зокрема, його вміст був вищим на 12,8 % ($p < 0,05$) порівняно з аналогічним у групі клінічно здорових тварин.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

- Holzhauser, M., Hardenberg, C., Bartels, C. J. M., & Frankena, K. (2006). Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *Journal of Dairy Science*, 89 (2), 580–588. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72121-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72121-x)
- Sadiq, M. B., Ramanoon, S. Z., Shaik Mossadeq, W. M., Mansor, R., & Syed-Hussain, S. S. (2020). Cow- and herd-level factors associated with lameness in dairy farms in Peninsular Malaysia. *Preventive Veterinary Medicine*, 184, 105163. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105163>
- Somers, J. R., Huxley, J. N., Doherty, M. L., & O'Grady, L. E. (2019). Routine herd health data as cow-based risk factors associated with lameness in Pasture-Based, spring calving Irish dairy cows. *Animals*, 9 (5), 204. <https://doi.org/10.3390/ani9050204>
- Havlicek, Z., Novotna, I., Langova, L., Dostal, P., Votava, J., Dolezal, P., & Zabransky, L. (2025). Evaluation of hoof horn quality by tensile test and hardness test using acoustic emission. *Journal of Central European Agriculture*, 26 (1), 13–21. <https://doi.org/10.5513/jcea01/26.1.4389>
- Moreira, T. F., Nicolino, R. R., de Andrade, L. S., Filho, E. J. F., & de Carvalho, A. U. (2018). Prevalence of lameness and hoof lesions in all year-round grazing cattle in Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 50 (8), 1829–1834. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1626-3>
- Moreira, T. F., Nicolino, R. R., Meneses, R. M., Fonseca, G. V., Rodrigues, L. M., Facury Filho, E. J., & Carvalho, A. U. (2019). Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil. *Journal of Dairy Science*, 102 (11), 10369–10378. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16215>
- Abele, G. E., Zablotski, Y., Feist, M., Jensen, K. C., Stock, A., Campe, A., Merle, R., & Oehm, A. W. (2022). Prevalence of and factors associated with swellings of the ribs in tie stall housed dairy cows in Germany. *PLOS ONE*, 17 (7), e0269726. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269726>
- Jury, A., Syring, C., Becker, J., Locher, I., Strauss, G., Ruiters, M., & Steiner, A. (2021). Prevalence of claw disorders in swiss cattle farms. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 164 (11), 779–790. <https://doi.org/10.17236/sat00327>
- Coetzee, J. F., Shearer, J. K., Stock, M. L., Kleinhenz, M. D., & van Amstel, S. R. (2017). An Update on the assessment and management of pain associated with lameness in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33 (2), 389–411. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.02.009>
- Thompson, A. J., Weary, D. M., Bran, J. A., Daros, R. R., Hötzel, M. J., & von Keyserlingk, M. A. G. (2019). Lameness and lying behavior in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102 (7), 6373–6382. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15717>
- Khomyn, N. M., Mysak, A. R., Tsisinska, S. V., & Pritsak, V. V. (2018). Features of purulent pododermatitis course in cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 286–289. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8357>
- Khomyn, N. M., Mysak, A. R., Tsisinska, S. V., Pritsak, V. V., Lenyo, Yu. M., & Khomyn, M. M. (2018). Quality of cows hoof horn by purulent pododermatitis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (92), 151–155. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9231>
- Marin, E. M., Ermolaev, V. A., Lyashenko, P. M., Sapozhnikov, A. V., Hokhlova, S. N., Hokhlov, A. L., Zolotukhin, S. N., Marin, D. M., & Ermolaeva, V. I. (2017). Monitoring of orthopedic diseases at cows. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 8 (3), 61–67.
- Koreyba, L. V. (2022). Dynamics of biochemical parameters of blood of cows during the dry period for stall keeping. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (108), 11–15. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10802>
- Kucheriavenko, V. V., Kulibaba, S. V. (2021). Doslidzhennia biokhimichnykh pokaznykiv syrovatky krovi. SmartBioLab. Retrieved from: <https://smartbiolab.com.ua/blog/dosl%D1%96dzhennya-b%D1%96ox%D1%96m%D1%96chnix-pokaznyk%D1%96v-sirovatki-krov%D1%96> [in Ukrainian]
- Stotskyi, A. O., Stotskyi, O. H., & Fotina, T. I. (2020). Osoblyvosti perebihu hniyno- nekotrychnykh protsesiv paltia u koriv v zalezhnosti vid umov utrymanna. *World Science*, 2 (3 (55)), 31–35. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31032020/6978 [in Ukrainian]
- No. 29468. European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. *Concluded at Strasbourg on 18 March 1986*. (2000). Treaty Series 1862, 610–610. <https://doi.org/10.18356/ec490af8-en-fr>
- Ryznykov, O. H. (2003). Zahalni etychni pryntsyпы eksperymentiv na tvarynakh. *Endokrynolohiya*, 8 (1), 142–145. [in Ukrainian]
- Slivinska, L., Demydjuk, S., Shcherbatyya, A., Fedorovich, V., & Tyndyk, I. (2017). Etiology and clinical biochemical parameters of blood for nutritional osteodystrophy cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(73), 79–83. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7317>
- Vus, U. M., & Kozenko, O. V. (2019). Dynamics of changes in protein metabolism rates in cows depending on the season of the year and the location of the farm. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 21 (93), 164–168. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9329>
- Huralska, S. V., & Olishevskiy, V. M. (2025). Ketosis of cattle: causes, consequences and prevention measures. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 27 (117), 27–33. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11704>
- Leduc, L., Arango-Sabogal, J. C., Francoz, D., Nichols, S., Desrochers, A., Schelcher, F., & Fecteau, G. (2023). Presence or severity of hypophosphatemia is not associated with survival outcome in postpartum downer dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261 (6), 852–857. <https://doi.org/10.2460/javma.22.08.0345>

ORCID

A. Klymas 

<https://orcid.org/0000-0002-6633-1553>



2025 by the author(s). This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.