

Cow hoof diseases' diagnostics

A. Klymas  | O. Simitko

Article info

Correspondence Author
A. Klymas
E-mail:
lyasota777@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine**Citation:** Klymas, A., & Simitko, O. (2025). Cow hoof diseases' diagnostics. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (2), 212–218. doi: 10.31210/spi2025.28.02.33

The distal part of cows' extremities is important for ensuring the animals' movement and has a direct impact on their health and productivity. Cow hoof diseases are a serious problem for farms and owners of animals as such diseases lead to a considerable decrease in milk productivity and cows' untimely culling; therefore, the studies as to finding the spread of support and movement organs' pathologies under the specific conditions of cows' keeping is an important direction of researches, which allows veterinary doctors conduct sanitary measures in time. The purpose of the conducted study was the monitoring as to cow hoof pathology on dairy-commodity farm and substantiating the expediency of using Hofmir apparatus created by the team of authors to reveal hoof pathology of cows at early stages. The work was performed on dairy-commodity farm of "Agroecology" private enterprise (the village of Pokrovske, Myrhorod district, Poltava region). The work was done during 2022–2023. As a result of analyzing the reporting veterinary documentation, it was found that orthopedic pathology among cow stock is a serious problem in the conditions of the studied farm. It was also known that the share of orthopedic cow diseases among the total number of the studied stock was 11.0 % in 2022. In 2023, the number of diseased animals increased a little and made 11.4 % of the total amount of the investigated stock. A high level of support and movement organs' pathologies among the cows on the dairy-commodity farm enabled to conduct the approbation of Hofmir apparatus and the algorithm of conducting the diagnostics. As a result of the diagnosis, it was found that on the dairy-commodity farm, using the suggested Hofmir apparatus and the algorithm for performing, 24 cows with hoof deformations were found (the animals that had deviations from the normative values in the indicator of the fore wall angle with the bearing surface). It was determined that on the right hind leg, the average value of the toe angle on the lateral hoof was 17.7 % higher in comparison with the normative values, and 20.0 % higher on the medial hoof. Somewhat bigger differences were revealed on the left hind leg, in particular, 26.6 % on the lateral hoof and 22.2 % – on the medial hoof. It was found that by using the suggested method of animals' diagnostics, the cows do not need to be fixed, the process of diagnosing is quick, the diagnostics is conducted without contact and as a result of such procedure animals do not experience discomfort and stress. The proposed Hofmir apparatus is a promising method of diagnosing cow hoof pathologies. The proposed equipment (Hofmir apparatus) and the algorithm of its operating enable to reveal a number of pathologies at the beginning of their development, which is quite valuable and important.

Keywords: cows, orthopedic pathology, hoof deformations, angle measuring, Hofmir apparatus.

Діагностика хвороб копитець у корів

А. Р. Климась | О. А. Симітко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Дистальний відділ кінцівок у корів відіграє важливе значення для забезпечення пересування тварин та має прямий вплив на їх здоров'я та продуктивність. Хвороби копитець у корів є серйозним випробуванням для господарств та власників тварин адже останні призводить до значного зниження молочної продуктивності корів та їх передчасного вибракування, тому дослідження щодо встановлення поширення патологій опорно рухового апарату в конкретних умовах утримання корів є важливим напрямком досліджень, що дозволяє лікарям ветеринарної медицини своєчасно проводити оздоровчі заходи. Метою проведеного дослідження було здійснення моніторингу щодо поширення патологій копитець у корів в умовах молочно-товарної ферми та обґрунтувати доцільність застосування створеного колективом авторів апарату Хофмір для виявлення патологій копитець у корів на ранніх етапах. Роботу виконували в умовах молочно-товарної ферми на базі фермерського господарства ПП «Агроєкологія» (с. Покровське Миргородського району Полтавської області). Роботу виконували упродовж 2022–2023 років. В результаті проведення аналізу звітної ветеринарної документації з'ясовано, що ортопедична патологія серед поголів'я корів є серйозною проблемою в умовах досліджуваного господарства встановлено, що на частку ортопедичних захворювань у корів в 2022 році припадало 11,0 % від загальної кількості досліджуваного поголів'я. У 2023 році кількість хворих тварин дещо збільшилася й склала 11,4 % від загальної кількості досліджуваного поголів'я. Високий рівень поширення патологій опорно-рухового апарату серед корів в умовах молочно-товарної ферми дозволив провести апробацію апарату Хофмір та алгоритму проведення діагностики. В результаті проведеної діагностики встановлено, що в умовах молочно-товарної ферми, за допомогою запропонованого апарату Хофмір й алгоритму виконання дій було виявлено 24 корови з деформаціями копитець (тварини, які мали відхилення від реферативних значень у показнику кута передньої стінки з підшовною поверхнею). Визначено, що на тазовій правій кінцівці, середнє значення кута зачепу на латеральному копитці було вищим порівняно з реферативними значеннями на 17,7 %, а на медіальному на 20,0 %. Дещо більші відмінності виявлено на лівій тазовій кінцівці, зокрема, на латеральному копитці – 26,6 %, на медіальному – 22,2 %. З'ясовано, що за використання запропонованого способу діагностики тварини не потребують фіксації, процес діагностики швидкий у виконанні, робота щодо діагностики відбувається безконтактно, а тварини як наслідок такої процедури не відчувають дискомфорту та стресу. Пропонований апарат Хофмір є перспективним способом для проведення діагностики патологій копитець у корів. Запропоноване обладнання (апарату Хофмір) й алгоритму виконання дій дає змогу виявляти низку патологій на початку їх розвитку, що є цінним досить важливим.

Ключові слова: корови, ортопедична патологія, деформації копитець, вимірювання кутів, апарат Хофмір.**Бібліографічний опис для цитування:** Климась А. Р., Симітко О. А. Діагностика хвороб копитець у корів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (2). С. 212–218.

Вступ

Технології на основі комп'ютерного зору, які використовуються для виявлення кульгавості корів, мають переваги безконтактного застосування та помірної ціни. За допомогою вказаних технологій можна ефективно класифікувати кульгавість відповідно до характеру руху молочних корів. У свою чергу застосування таких технологій дозволяє покращити добробут молочних корів та зменшити економічні втрати. На сьогодні вже відомі приклади використання технологій на основі комп'ютерного зору в умовах тваринницьких господарств різних країн світу.

Зокрема, у праці Kang et al., 2021 дослідниками класифіковано методи відповідно до типів камер, що використовуються в системах комп'ютерного зору, включаючи 2D, 3D та теплові інфрачервоні камери. У науковій праці описано основні алгоритми, що дозволяють встановити наявність кульгавості у корів, включаючи вибір ознак, техніку отримання ознак і метод виявлення кульгавості. Авторами статті надано детальний аналіз переваг та недоліків застосування різних типів камер, що використовуються в системах виявлення кульгавості [1].

У праці бельгійських дослідників Pluk, et al., 2012 розглянуто на думку авторів «надійну систему» для раннього виявлення кульгавості у корів. Запропонована система тестувалася в умовах ферми Інституту досліджень сільського господарства та рибальства в Генті (Бельгія) на коровах голштинської породи. Принцип роботи такої системи ґрунтувався на проведенні безперервних автоматичних записів поведінки тварин у спокої та в русі. За синергії двох систем спостереження за тваринами (камер відеоспостереження та чутливих килимків), авторам вдалося здійснити синхронізацію даних з камер спостереження й чутливих до тиску килимків та розроблено алгоритм для автоматичного розрахунку кутів дотику та відпускання, а також діапазону руху. За рахунок тривалих спостережень із застосуванням запропонованої системи у господарстві вдалося розробити алгоритм раннього виявлення кульгавості у корів [2].

Інші автори (O'Leary, et al., 2020) зазначають, що автоматизоване виявлення кульгавості може бути корисним не лише для однієї тварини, така система цілком виправдана і є корисною для моніторингу щодо фактів кульгавості у масштабах всього стада, особливо щодо корів з легкою та середньою кульгавістю. Дослідники вказують, що одним із показників, за якими програма аналізує стан кінцівок – це час який тварина знаходиться в русі та характер рухів кінцівок. Рівень точності системи яка аналізує поведінку тварин перевищує 80 %. Автори вказують на те, що система здатна класифікувати рівень кульгавості з точністю до 91 %. У своїй роботі науковці для моніторингу кульгавості пропонують застосовувати 1 акселерометр на корову, роздільна здатність якого менше за 100 Гц. Такий акселерометр має функцію обліковувати час, який тварини знаходяться в активному русі (ходінні) [3].

На сьогодні у своїх дослідженнях науковці роблять спроби щодо створення автоматичних систем виявлення кульгавості у корів. Варто наголосити, що у більшій мірі, такі дослідження були направлені на визначення кульгавості серед всієї популяції корів у стаді. Алгоритм виявлення кульгавості будувався за принципом моніторингу стану рухової активності усього стада, відповідно це дозволяє виявити аномальні відхилення в окремих тварин, а отже й виявити. Такий підхід має право на існування, проте він не враховує індивідуальні анатомічні та фізіологічні особливості кожної тварини, том, у 2019 році дослідники Alsaad & Steiner провели дослідження направлені на те, щоб розробити та перевірити індивідуальну версію моделі рухів тіла корів, яка використовує положення спини для класифікації кульгавості на 3 класи. Такі дослідження дозволили порівняти як популяційний, так і індивідуальний підхід в умовах ферми. Так, за даними дослідників, після аналізу даних (223 відеозаписи) рухової активності 90 корів, у 76 % випадків були класифіковані як правильні. Слід зазначити, що 83 % випадків були охарактеризовані як істинно позитивні, а 22 % випадків – як помилково позитивними результатами. Новий набір даних, що містив 105 відеозаписів від 8-ми корів, які пройшли всі 3 класи кульгавості, був використаний для дисперсійного аналізу 3 різних класів, показуючи, що показники моделей рухів тіла суттєво відрізнялися між коровами. Крім того, точність класифікації та істинно позитивний показник зросли до 91 %, а хибно-позитивний рівень знизився до 6 % [4].

На підтримку комплексного підходу до виявлення кульгавості у корів виступив також Zhao, 2021, який зазначає, що техніка комп'ютерного спостереження має реєструвати довжину кроку, вигин спини та тривалість розмаху. Такий комплексний підхід дозволяє максимально використовувати сучасні технології для виявлення кульгавості корів [5].

Загальновідомо, що кульгавість є однією з «найдорожчих» проблем молочного скотарства, а також проблемою добробуту молочних корів. Однак на сьогодні важко завчасно корів на ранніх етапах розвитку патологій, що призводять до їх кульгавості. Так, науковці з Австралії (Shahinfar, et al., 2021), у спробах ранньої діагностики кульгавості у корів досліджували поєднання трьох алгоритмів. Серед запропонованих алгоритмів автори запропонували такий показник як надой молока – як один з показників здоров'я корів молочного напрямку. Ефективність запропонованих алгоритмів порівнювалися з логістичною регресією (LR) як підходом золотого стандарту для бінарної класифікації. Автори здійснили аналіз 2535 ознак, що передують кульгавості корів та виявили 29 найбільш ефективних в прогностичному плані. Для вірогідності отриманих даних аналогічні дослідження проводилися в 9-ти різних господарствах. При цьому, в кожному стаді корів протестовано запропонований алгоритм на 80 % тварин зі стада [6].

Варто зазначити, що за даними Khansefid, et al., 2021, в умовах молочно-товарних ферм зазвичай

виявляють корів з ознаками кульгавості або ознаками порушення ходи лише в яскраво виражених випадках, тобто тоді, коли присутні явно виражене порушення ходи у тварин (гострий перебіг). Поряд з тим, тварини які не мають яскраво-виражених ознак порушення ходи (ознак кульгавості) залишаються поза увагою обслуговуючого персоналу та фахівців ветеринарного профілю, що призводить до появи більш-тяжких ускладнень в опорно-руховому апараті корів [7].

Над питанням розпізнавання базової поведінки однієї корови в складних умовах (погане освітлення, складні погодні умови, вітряна погода тощо), з метою створення алгоритму виявлення ознак ранньої кульгавості та визначення стану здоров'я у корів працювали китайські дослідники (Wu, et al., 2021). Останні запропонували алгоритм CNN-LSTM (поєднання згорнутої нейронної мережі з короткочасною та довготривалою пам'яттю). Запропонований алгоритм після його перевірки за різних складних умов виявився достатньо ефективним для ідентифікації та розуміння поведінки не лише однієї але й кількох молочних корів. Отримані за допомогою запропонованого алгоритму дані дозволяють дистанційно провести оцінку фізіологічного стану тварин та діагностику окремих показників здоров'я діагностиці [8].

Австралійські вчені у співавторстві з китайськими (Qiao, et al., 2021) вказують на те, що технології інтелектуального сприйняття дедалі більше підвищують економічну ефективність, безпеку та сталість великомасштабної галузі тваринництва шляхом збору, обробки, аналізу та застосування інформації про добробут і продуктивність корів. Дослідники зазначають, що розумне сприйняття точного скотарства розвиватиметься за допомогою безконтактних, високоточних, автоматизованих технологій у поєднанні з новою реконструкцією 3D-моделей [9].

За даними Lambertz, 2019, помірно є кореляція між оцінкою локомоції тварин та об'єктивними методами вимірювання, такими як акселерометри та платформи для визначення розподілу ваги тіла. Автор вважає, що все ж важливим на сьогодні залишається дослідження рухової активності тварин, при цьому, автоматичне виявлення кульгавості ще далеке від впровадження на практиці. На переконання дослідника, синергія таких показників як оцінка пересування тварин та даних про ураження копитець, зібраних під час обрізки, суттєво покращує відсоток виявлення у молочної худоби ознак кульгавості [10].

Бельгійські вчені (Song, et al., 2008) при вирішенні питання своєчасного виявлення кульгавості у корів свої зусилля зосередили над створенням автоматичної системи, що дозволяє безперервно виявляти та прогнозувати кульгавість у корів в умовах ферм з використанням методів комп'ютерного зору. Дослідники розробили унікальний алгоритм отримання зображення, що більш точно відповідає методам оцінки рухової активності. Запропонована авторами система виявлення кульгавості комп'ютерного зору використовує традиційні двовимірні (2D) камери, тривимірні (3D) і теплові інфрачервоні камери. Запропонований алгоритм дав можливість отримати реальну картину щодо локомоції корів у стаді та на

думку новаторів має великий потенціал для безперервного кількісного визначення кульгавості у корів [11].

Слід зазначити, що питаннями раннього виявлення кульгавості у корів переймалися багато вчених з різних країн світу. Дослідники пропонують з цією метою використовувати як сучасні девайси (цифрові та теплові камери спостереження, натільні датчики, цифрова термографія кінцівок, тепловізорів тощо) так і класичні методи спостереження [12–19].

Слід зазначити, що в літературі так і не виявлено найбільш унікальної та оптимальної системи чи алгоритму, що дозволив би проводити виявлення кульгавості у корів. Саме тому на сьогодні важливим залишається питання пошуку дієвих методів та способів, які дають можливість визначити стан рогової капсули копитець корів та виявити аномальні відхилення.

Мета дослідження

Метою дослідження було здійснити моніторинг щодо поширення патології копитець у корів в умовах молочно-товарної ферми та обґрунтувати доцільність застосування створеного колективом авторів апарату Хофмір для виявлення патології копитець у корів на ранніх етапах.

Матеріали і методи

Моніторингові дослідження щодо поширення патології копитець у корів здійснювали в умовах молочно-товарної ферми на базі фермерського господарства ПП «Агроекологія» (с. Покровське Миргородського району Полтавської області). Роботу виконували упродовж 2022–2023 років.

Для встановлення поширення патологій копитець у корів проводили аналіз звітної документації (за 2022–2023 роки), що ведеться спеціалістами ветеринарної медицини в господарства. Враховували нозологічний профіль виявлених патологій кінцівок, кількість випадків упродовж досліджуваних років.

Дослідження щодо обґрунтування доцільності застосування апарату Хофмір для виявлення патології копитець у корів на ранніх етапах проводили в 2023 році на 70 головах великої рогатої худоби різного віку.

Під час проведення доїння (у залі типу «ялинка» 2×10 (DeLaval)) проводили фотографування копитець корів за допомогою смартфона та з використанням приладу (хофмір) (рис. 1).

До запропонованого приладу (хофмір) монтувалися селфі-палка з функцією Bluetooth та лінійка довжиною 20 см для визначення однакової відстані від копитця до телефону – який також використовується в даній методиці дослідження.

Отримані в результаті роботи фотографічні зображення опрацьовувалися за допомогою програми «Angle Meter» (вимірюючи кут копитця) [20]. Отримані цифрові дані вносили в базу даних Excel. В таблиці зазначали номер тварини, кут тазових копитець, та фотографії з вже вимірними кутами.

Статистичну обробку цифрових даних отриманих в результаті проведених експериментальних

досліджень проводили з встановленням середньої величини (М) та її похибки (m).



Рис. 1. Загальний вигляд приладу Хофмір, запропонованого для вимірювання кутів копитець у корів
Позначення: а, d – ніжки (14 см.); b – підставка до тримача селфі-палки (5 см.); c – тримач селфі-палки;
e – тримач лінійки; f – гвинтовий фіксатор селфі-палки

Результати та їх обговорення

В результаті проведення аналізу звітної ветеринарної документації фермерського господарства ПП «Агроекологія», зокрема на молочно-товарній ферми, що розташована в с. Покровське Полтавської області за 2022–2023 роки з'ясовано, що патології копитець у великої рогатої худоби є однією з поширених проблем. Зокрема, за проаналізований період виявлено 112 корів з ознаками хвороб копитець. У розрізі досліджуваних років з'ясовано, що у

2022 році кількість корів, у яких виявляли ознаки патологій дистального відділу кінцівок склала 55 голів, а в 2023 році – 57 голів.

Встановлено, що частіше, патологію опорно-рухового апарату корів спеціалісти ветеринарної медицини фіксували на тазових кінцівках – до 45,0 %. На грудних кінцівках кількість випадків виявлення патологій не перевищувала 6,0 %. Нозологічний профіль виявлених ортопедичних захворювань корів в умовах досліджуваної молочно-товарної ферми наведено на [рисунку 2](#).

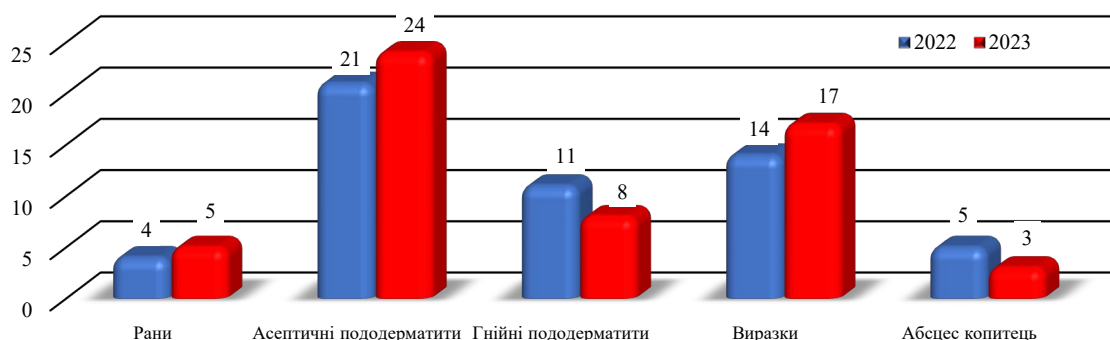


Рис. 2. Аналіз ортопедичних захворювань в ПП «Агроекологія»

Так, в умовах молочно-товарної ферми у корів з-поміж ортопедичних захворювань фіксували порушення у рості копитцевого рогу, патологічні зміни функцій пальців та суглобів, а також деформації форми копитця. Окрім того, діагностували різноманітні пошкодження механічного типу, рани тканин копитець або міжкопитцевого склепіння. Також, у корів фіксували відшаровуванням білої лінії, асептичні та гнійні пододерматити, виразки та абсцеси.

Із перерахованої кількості патологій, найбільш часто діагностованими були асептичні подо-

дерматити (210 та 24 тварини у 2022 та 2023 роках відповідно, виразки тканин міжпальцевого склепіння (25,4–30,9 % голів великої рогатої худоби) та гнійні пододерматити (19,3 % та 14,0 % тварин у 2022 та 2023 роках відповідно).

Варто наголосити, що не часто в умовах молочно-товарної ферми у корів діагностували рани (7,3–9,1 тварин у 2022 та 2023 роках відповідно та абсцеси копитець (8,7 % та 5,2 % тварин у 2022 та 2023 роках відповідно).

Таким чином, з'ясовано, що в умовах фермерського господарства ПП «Агроекологія»,

зокрема на молочно-товарній фермі, що розташована в с. Покровське Полтавської області ортопедична патологія серед поголів'я є серйозною проблемою. Зокрема, за даними звітної документації, у 2022 році ортопедичні захворювання у корів фіксували у 11,0 % корів, а в 2023 році цей показник склав –11,4 % до загальної кількості досліджуваного поголів'я.

Наведені достатньо високі цифри щодо поширення патологій опорно-рухового апарату серед корів дозволяють зробити висновки про те, що наразі є нагальна потреба в удосконаленні процесів та алгоритмів діагностики ортопедичних патологій з метою зниження кількості хворих корів в господарстві. Таким чином, наступним кроком нашої роботи було здійснити обґрунтування доцільності застосування створеного колективом авторів апарату Хофмір для виявлення патології копитець у корів на ранніх етапах.

Загалом, в умовах молочно-товарної ферми, що належить ФГ ПП «Агроекологія» с. Покровське Миргородського району Полтавської області у період проведення експериментального дослідження з використанням розробленого апарату Хофмір виявлено 24 корови з деформаціями копитець (кут зачепу мав відхилення від реферативних значень). Як відомо з літературних джерел, кут передньої стінки з підошовною поверхнею (кут зачепу) у корів становить 45–58° [21].

Відповідно до запропонованого алгоритму проведення вимірів, визначення кута копитець у великої рогатої худоби проводили з використанням запропонованого апарату Хофмір та фотокамери

телефону. Отримані в процесі роботи фотографічні зображення обробили в програмі «Angle Meter» (рис. 3), в даній програмі здійснювали вимірювання кута копитця великої рогатої худоби.

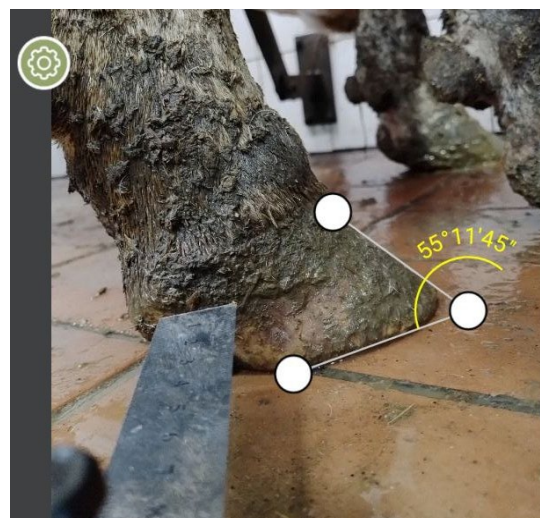


Рис. 3. Програма для вимірювання кутів Angle Meter

Отримані цифрові значення кутів копитець від кожної досліджуваної особи великої рогатої худоби вносилися в базу Excel (табл. 1) відповідно до кожного номера корови.

Таблиця 1

Приклад вигляду робочих записів щодо вимірювання кутів копитець у корів

Номер	Номер корови	Кут правої кінцівки	Кут лівої кінцівки	Фото правої кінцівки	Фото лівої кінцівки
1	6554	55	55		
2	4828	50	54		
3	8764	47	55		
4	7855	46	48		
5	2126	62	68		
Середнє значення:		53	54		

В таблиці фіксувалися: номер досліджуваної корови, фотографії з виміряними кутами копитець (правої та лівої кінцівок) та кут вказаний на фотографії правої та лівої кінцівок). Слід зазначити, що чарунки таблиці Excel, де зазначалися кути копитець були внесені формули, які реагували на відхилення від реферативних значень. Зокрема, якщо отриманий показник виходив за межі реферативних значень (від 45 до 50°), то чарунка забарвлювалася у червоний колір. Якщо, отримані проміри відповідали реферативним значенням, то чарунка забарвлювалася в зелений колір.

Аналізуючи отримані нами дані було встановлено, що середні показники куту зачепа на тазових кінцівках були вищими (як на латеральних так і медіальних копитцях) порівняно з реферативними значеннями (*табл. 2*).

Таблиця 2

Параметри кутів зачепа тазових кінцівок корів, n=24

Права кінцівка		Ліва кінцівка		Реферативне значення
латеральне копитце	медіальне копитце	латеральне копитце	медіальне копитце	
53±1,0*	54±1,0	57±2,0*	55±2,0	45,0°

Примітка: * $p < 0,05$ – відносно показника реферативного значення.

Зокрема встановлено, що на тазовій правій кінцівці, середнє значення куту зачепа на латеральному копитці було на 17,7 % вищим за реферативний показник, у той час, як на медіальному він був вищим на 20,0 %.

На лівій тазовій кінцівці на латеральному копитці відхилення від реферативних значень становило 26,6 %, а на медіальному 22,2 %.

За формулою «метод великих вибірок» було вираховано середнє значення кутів тазових кінцівок (на поголів'ї 24 корів) саме для умов конкретної молочно-товарної ферми. Встановлено, що показник кута для правої кінцівки склав 54,2°, а для лівої кінцівки – 55°.

На нашу думку, застосування на молочно-товарних фермах в повсякденній роботі лікарів ветеринарної медицини запропонованого апарату для вимірювання кута зачепа на кінцівках з використанням запропонованого алгоритму значно полегшить діагностику патологій копитець великої рогатої худоби. Позитивний ефект застосування запропонованої методики полягає в тому, що: відсутня як така потреба у фіксації тварин, не доводиться фіксувати кожну тварину; відсутня потреби наявності гідравлічного станка для обрізки копитець корів, щоб провести заміри з використанням ручних лекал якими вимірюють кут; скорочується час на проведення одного діагностичного дослідження.

Отож, проведення діагностичних маніпуляцій з використанням апарату Хофмір, дає змогу виявляти патології чи захворювання на початкових етапах їх розвитку. У свою чергу, вищенаведене дає змогу лікарям ветеринарної медицини провести своєчасні лікувально-оздоровчі заходи й попередити погіршення стану кінцівок у корів тварини.

Висновки

За результатами проведення аналізу звітної ветеринарної документації, що ведеться в умовах фермерського господарства ПП «Агроєкологія», зокрема на молочно-товарній ферми, яка розташована в с. Покровське (Полтавська обл.), за період 2022–2023 років з'ясовано, що ортопедична патологія серед поголів'я корів є серйозною проблемою. Зокрема, у 2022 році ортопедичні захворювання у корів фіксували у 11,0 % корів, а в 2023 році цей показник склав – 11,4 % до загальної кількості досліджуваного поголів'я.

Високий рівень поширення патологій опорно-рухового апарату серед корів в умовах молочно-товарної ферми дозволив провести апробацію апарату Хофмір та алгоритму проведення діагностики. З допомогою запропонованого способу визначено, що на тазовій правій кінцівці, середнє значення кута зачепа на латеральному копитці було вищим порівняно з реферативними значеннями на 17,7 %, а на медіальному на 20,0 %. Дещо більші відмінності виявлено на лівій тазовій кінцівці. Зокрема, на латеральному копитці відхилення від реферативних значень становило 26,6 %, а на медіальному 22,2 %. Незважаючи на те, що відхилення в нормативних показниках кута передньої стінки з підошовною поверхнею виявляли як на правих так і на лівих кінцівках, однак отримані цифрові показники вказують на те, що більш складний патологічного процесу спостерігається на копитцях лівої тазової кінцівки корів.

В результаті здійснених досліджень з'ясовано, що за використання запропонованого способу діагностики відсутня як така потреба у фіксації тварин, алгоритм виконання дій не потребує значних затрат часу, застосування способу не передбачає залучення додаткового персоналу, у тварин яких піддаються діагностиці відсутній стресовий стан, адже вся робота проводиться безконтактно. Також, перевагою застосування запропонованого обладнання (апарату Хофмір) й алгоритму виконання дій дає змогу виявляти патології чи захворювання копитець на початкових етапах їх розвитку.

Перспективи подальших досліджень полягають у роботі, що направлена на удосконаленні й покращенні апарату Хофмір при роботі з великою рогатою худобою, удосконалення методики інтерактивного перенесення даних і автоматизації діагностики.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Kang, X., Zhang, X. D., & Liu, G. (2021). A Review: development of computer vision-based lameness detection for dairy cows and discussion of the practical applications. *Sensors*, 21 (3), 753. <https://doi.org/10.3390/s21030753>

2. Pluk, A., Bahr, C., Poursaberi, A., Maertens, W., van Nuffel, A., & Berckmans, D. (2012). Automatic measurement of touch and release angles of the fetlock joint for lameness detection in dairy cattle using vision techniques. *Journal of Dairy Science*, 95 (4), 1738–1748. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4547>
3. O'Leary, N. W., Byrne, D. T., O'Connor, A. H., & Shalloo, L. (2020). Invited review: Cattle lameness detection with accelerometers. *Journal of Dairy Science*, 103 (5), 3895–3911. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17123>
4. Alsaad, M., Fadul, M., & Steiner, A. (2019). Automatic lameness detection in cattle. *The Veterinary Journal*, 246, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.01.005>
5. Zhao, K. X. (2017). Dairy Cattle's Information Perception and Behavior Analysis Based on Machine Vision. Shaanxi, China: North West A&F University.
6. Shahinfar, S., Khansefid, M., Haile-Mariam, M., & Pryce, J. E. (2021). Machine learning approaches for the prediction of lameness in dairy cows. *Animal*, 15 (11), 100391. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100391>
7. Khansefid, M., Haile-Mariam, M., & Pryce, J. E. (2021). Including milk production, conformation, and functional traits in multivariate models for genetic evaluation of lameness. *Journal of Dairy Science*, 104 (10), 10905–10920. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20074>
8. Wu, D., Wang, Y., Han, M., Song, L., Shang, Y., Zhang, X., & Song, H. (2021). Using a CNN-LSTM for basic behaviors detection of a single dairy cow in a complex environment. *Computers and Electronics in Agriculture*, 182, 106016. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106016>
9. Qiao, Y., Kong, H., Clark, C., Lomax, S., Su, D., Eiffert, S., & Sukkarieh, S. (2021). Intelligent perception for cattle monitoring: A review for cattle identification, body condition score evaluation, and weight estimation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 185, 106143. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106143>
10. Lambertz, C. (2019). Using cluster analysis to differentiate degrees of lameness in cattle. *Veterinary Record*, 184 (7), 218–219. <https://doi.org/10.1136/vr.i572>
11. Song, X., Leroy, T., Vranken, E., Maertens, W., Sonck, B., & Berckmans, D. (2008). Automatic detection of lameness in dairy cattle – Vision-based trackway analysis in cow's locomotion. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64 (1), 39–44. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.05.016>
12. Van De Gucht, T., Saey, W., Van Nuffel, A., Pluym, L., Piccart, K., Lauwers, L., Vangeyte, J., & Van Weyenberg, S. (2017). Farmers' preferences for automatic lameness-detection systems in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100 (7), 5746–5757. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12285>
13. Taneja, M., Byabazaire, J., Jalodia, N., Davy, A., Olariu, C., & Malone, P. (2020). Machine learning based fog computing assisted data-driven approach for early lameness detection in dairy cattle. *Computers and Electronics in Agriculture*, 171, 105286. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105286>
14. Haladjian, J., Haug, J., Nüske, S., & Bruegge, B. (2018). A wearable sensor system for lameness detection in dairy cattle. *Multimodal Technologies and Interaction*, 2 (2), 27. <https://doi.org/10.3390/mti2020027>
15. Lin, Y., Mullan, S., & Main, D. C. J. (2018). Optimising lameness detection in dairy cattle by using handheld infrared thermometers. *Veterinary Medicine and Small Animal Clinician's Edition*, 4 (3), 218–226. <https://doi.org/10.1002/vms3.104>
16. LokeshBabu, D. S., Jeyakumar, S., Vasant, P. J., Sathiyabarathi, M., Manimaran, A., Kumaresan, A., Pushpadass, H. A., Sivaram, M., Ramesha, K. P., Katakaltware, M. A., & Siddaramanna. (2018). Monitoring foot surface temperature using infrared thermal imaging for assessment of hoof health status in cattle: A review. *Journal of Thermal Biology*, 78, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.08.021>
17. Van Hertem, T., Schlageter Tello, A., Viazzi, S., Steensels, M., Bahr, C., Romanini, C. E. B., Lokhorst, K., Maltz, E., Halachmi, I., & Berckmans, D. (2018). Implementation of an automatic 3D vision monitor for dairy cow locomotion in a commercial farm. *Biosystems Engineering*, 173, 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.08.011>
18. Hansen, M. F., Smith, M. L., Smith, L. N., Abdul Jabbar, K., & Forbes, D. (2018). Automated monitoring of dairy cow body condition, mobility and weight using a single 3D video capture device. *Computers in Industry*, 98, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.011>
19. Harris-Bridge, G., Young, L., Handel, I., Farish, M., Mason, C., Mitchell, M. A., & Haskell, M. J. (2018). The use of infrared thermography for detecting digital dermatitis in dairy cattle: What is the best measure of temperature and foot location to use? *The Veterinary Journal*, 237, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.05.008>
20. Angle Meter APK (n.d.). *Softonic*. Retrieved from: <https://angle-meter.softonic.ru/android>
21. Lytvynenko, I., Lytvynenko, L., Lytvynenko, M. (n.d.). *Khirurgiia VETERYNARNOI medytsyny. Elektronnyi posibnyk*. Retrieved from: https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/wetmed/hiryrgia_vet_m_ed/23/23.htm [in Ukrainian]

ORCID

A. Klymas  <https://orcid.org/0000-0002-6633-1553>
O. Simitko  <https://orcid.org/0009-0000-8537-8229>



2025 Klymas A. and Simitko O. 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.