Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9809
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:617.58:636.2

Hoof deformity and its influence on the occurrence of chronic aseptic pododermatitis in cows

N. M. Khomyn¹, A. R. Mysak¹, S. V. Tsisinska¹, V. V. Pritsak¹, N. V. Nazaruk¹, Yu. M. Lenjo¹,
M. M. Khomyn²

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

²Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

Article info

Received 18.03.2020

Received in revised form

21.04.2020

Accepted 22.04.2020

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-894-17-12
E-mail: nadiakhomyn@ukr.net

Institute of Animal Biology of
NAAS, Stusa Str., 38, Lviv,
79000, Ukraine.

Khomyn, N. M., Mysak, A. R., Tsisinska, S. V., Pritsak, V. V., Nazaruk, N. V., Lenjo, Yu. M., & Khomyn, M. M. (2020). Hoof deformity and its influence on the occurrence of chronic aseptic pododermatitis in cows. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 22(98), 51–56. doi: 10.32718/nvlvet9809

It is known that deformity of the hooves is one of the most common lesions, the main cause of which is a violation of the relationship between the speed of regrowth and abrasion of the hoof horn. It develops gradually and initially does not cause changes in the organism of cows, but later leads to various diseases, including orthopedic. It is determined that in alimentary osteodystrophy (results of multifactorial mass-volume analysis and prolonged osteotendinitis of the finger flexors) and irregular corrective cleaning of the hooves and formed triggered deformation of the hooves, which leads to a violation of the support-force interactions contributes to the emergence and development of aseptic subdermatitis of chronic genesis, which is clinically appeared by lameness animals addiction, careful stepping from limb to limb, fatigue, shortening of step, etc. Simultaneously, there are changes from a bone tissue. Thus, in the area of the sole of the hoof bone, single or multiple osteophytes and exostoses are formed, which are formed in the process of ossification and metabolic disorders. According to chronic aseptic pododermatitis in cows there is a deterioration in the quality of the hoof horn, as indicated by the results of biochemical and biophysical searches. In particular, there is a decrease in calcium, sulfur, an increase in the concentration of SH-groups, a decrease in the concentration of copper, zinc, cobalt, which leads to a decrease in the density and hardness of the hoof horn, as well as an increase in abrasion resistance and a decrease in the intensity of abrasion of the horn of the animal sole, which leads to an accruing in the horn of the sole and dysfunction of the musculoskeletal system.

Key words: cows, hoof epidermis, hoof skin base, chronic aseptic pododermatitis, deformation, feeding, keeping, hoof cleaning, biochemical indices, biophysical parameters.

Деформація копитець та її вплив на виникнення асептичного пододерматиту хронічного генезу у корів

Н. М. Хомин¹, А. Р. Мисак¹, С. В. Цісінська¹, В. В. Прицак¹, Н. В. Назарук¹, Ю. М. Леньо¹,
М. М. Хомин²

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Відомо, що деформація копитець – одне з найбільш поширених уражень, основною причиною якого є порушення співвідношення між швидкістю відростання та стирання копитцевого рогу. Вона розвивається поступово і спочатку не викликає змін з боку організму корів, але згодом призводить до виникнення різноманітних хвороб, зокрема ортопедичних. Встановлено, що за алімен-

тарної остеодистрофії (результати багатофакторного мас-об'ємного аналізу і пролонгуючого остеотендиніту згиначів пальця) та нерегулярної коректуючої розчистки копитець утворена запущена деформація копитець, що призводить до порушення опорно-силових взаємодій, сприяє виникненню і розвитку асептичного пододерматиту хронічного генезу, що клінічно проявляється кульгавістю, залежуванням тварин, обережним переступанням з кінцівки на кінцівку, втому, вкороченням кроку тощо. За цих умов мають місце зміни з боку кісткової тканини. Так, у ділянці підшви копитцевої кістки виявляють поодинокі або множинні остеопіти і екзостози, що утворюються в процесі осифікації та порушення обміну речовин. За хронічного асептичного пододерматиту в корів спостерігається погіршення якості копитцевого рогу, на що вказують результати біохімічних та біофізичних досліджень. Зокрема, спостерігається зниження вмісту Кальцію, Сульфору, підвищення концентрації SH-груп, зниження концентрації Купруму, Цинку, Кобальту, зниження щільності та твердості копитцевого рогу, а також збільшення опору до стирання та зниження інтенсивності стирання рогу підшви тварин, що призводить до наростання рогу підшви та порушення функцій опорно-рухового апарата.

Ключові слова: корови, епідерміс копитець, основа шкіри копитець, хронічний асептичний пододерматит, деформація, годівля, утримання, розчистка копитець, біохімічні показники, біофізичні параметри.

Вступ

Відомо, що в умовах зимово-стійлового періоду утримання корів хвороби копитець, зокрема асептичний пододерматит, вважаються одними з найпоширеніших захворювань. Основними етіологічними факторами запалення основи шкіри копитець є похибки в утриманні тварин, низький рівень годівлі, відсутність активного моціону, інсоляції, що призводить до погіршення якості копитцевого рогу, яка визначається окремими біохімічними показниками та біофізичними параметрами рогу копитець. Зокрема, за погіршення умов утримання у копитцевому розі зменшується кількість вологи, збільшується концентрація SH-груп за зменшення вмісту Кальцію, Сульфору, Купруму та Цинку, знижується щільність копитцевого рогу та опір до стирання епідермісу копитець, а також підвищується інтенсивність його стирання, що сприяє зменшенню наростання епідермісу підшви (Vardanyan, 1991; Khomyn et al., 2017; Khomyn et al., 2019).

Разом з тим низький рівень годівлі та незбалансованість кормів раціонів спричиняють виникнення аліментарної остеодистрофії, що підтверджується, зокрема, результатами багатофакторного мас-об'ємного аналізу стану кістяка (Borysevych, 2000) та величиною кутів суглобів пальців. Згідно з результатами досліджень, такі зміни призводять до розвитку дистрофічного остеотендиніту (-десмоїдиту) розгиначів пальців і, як наслідок, порушення рівномірного розподілу навантаження на підшву, виникнення деформації та порушенню постави кінцівок. Крім того, за остеодистрофії у копитцевому розі корів спостерігається підвищення вмісту вологи і SH-груп та зниження концентрації Кальцію, Сульфору, а також γ -кератоз, що впливає на біофізичні властивості епідермісу копитець, які проявляються зменшенням щільності та підвищенням опору до стирання, тобто погіршенням якості копитцевого рогу, надмірним наростанням рогу підшви, деформацією копитець, порушенням постави та розвитком асептичного пододерматиту (Lukyanovskij, 1992; Khomyn et al., 2019).

Тривалий клінічний контроль за такими тваринами дозволив встановити, що тільки у 15 % випадків асептичний пододерматит проходить безслідно. Така патологія є пусковим механізмом для розвитку важчих захворювань, особливо у тих випадках, коли причинний фактор діє тривалий період. Згідно з даними ряду авторів, у 85 % асептичний пододерматит ускладню-

ються гнійними запаленнями основи шкіри копитець, флегмонозними, виразковими, гнійно-некротичними процесами у ділянці пальців і копитець (Borysevych, 2000; Belushkina & Severin, 2003). Тому своєчасне виявлення, а особливо запобігання розвитку запального процесу в основі шкіри копитець є актуальним.

У зв'язку з цим метою роботи є вивчення впливу нерегулярної коректуючої розчистки копитець на тлі остеодистрофії на порушення опорно-силових взаємодій копитець, виникнення деформації та розвитку хронічного асептичного пододерматиту в корів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили у господарствах Львівської області на коровах чорно-рябої породи в зимово-стійловий період за прив'язного утримання тварин. Сформували 2 групи корів (контрольна і дослідна) по 5 тварин у кожній, підібраних за принципом аналогів щодо віку, маси тіла, продуктивності. У клінічно здорових тварин (контрольна група), яким згодовували корми господарського раціону, збережена вісь пальцевих кісток, а у корів, хворих на хронічний асептичний пододерматит (дослідна група), яким згодовували корми раціону, незбалансованого та дефіцитного за поживними та мінеральними речовинами, спостерігалось порушення осі пальцевих кісток. Проведені клінічні та рентгенологічні дослідження тварин. Стан кінцівок оцінювали шляхом огляду, пальпації та вимірювання кутів суглобів суглобовим кутоміром. Стан кістяка тварин оцінювали, зокрема, шляхом проведення трепанобіопсії кісткової тканини за В. Б. Борисевичем (Borysevych, 2000). Визначення вмісту в копитцевому розі Кальцію, Фосфору, Сульфору, Купруму, Цинку, Кобальту, концентрації SH-груп, а також щільності, твердості, опору до стирання епідермісу, інтенсивності росту і стирання підшви копитець проводили згідно із загальноприйнятими методиками.

Отримані числові дані обробляли за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL.

Результати та їх обговорення

Дослідженнями встановлено, що корови дослідної групи неохоче, нерідко зі стогоном, піднімаються. У стані спокою часто переступають з кінцівки на кінці-

вку. У деяких тварин за тривалого стояння спостерігається деяка напруженість пози. Корови стоять згорбленими, підводять тазові кінцівки під тулуб вбо відводять їх назад, обережно опираючись на копитця, з боку яких спостерігається деформація, яка, безперечно, обумовлює порушення рівномірного розподілу навантаження на площу підшви під час опирання та спричиняє формування спотворених копитець.

У зв'язку з деформацією рельєф підшви має свої особливості, зокрема під час опирання тварини вага тіла припадає лише на незначну частину площі, тимчасом як більша частина підшви не торкається ґрунту. При цьому порушується рівномірний розподіл ваги тіла на площу підшви, тобто є перевантаження одних її частин і звільнення від навантаження інших. Надмірне навантаження, тобто перевантаження окремих частин підшви, відбувається тривалий період часу і приводить до глибоких функціональних змін та виникнення хронічного асептичного пододерматиту, утворення спотворених копитець і з боку копитцевого рогу проявляються дистрофією кератиноцитів, вираженим дискератозом, посиленням апоптозом, інтерцелюлярним глікопротеїнозом гематогенного та гістіогенного походження, а в основі шкіри копитець – запаленням, просякненням її глікопротеїдами плазми крові, мукоїдним набуханням, фібриноїдним набуханням, накопиченням глікопротеїдів тканинного і гематогенного походження, вираженим склерозом (Khomyun, 2006). Локомоторні особливості тазових кінцівок, а також те, що їх копитця мають відносно невеликий кут зачепа, обумовлюють частіше їх деформування.

Процес деформації, який виникає на тлі остеодистрофії, ускладнюється ще й відсутністю регулярної коректуючої розчистки копитець.

Як показали результати досліджень, за відсутності останньої на тлі аліментарної остеодистрофії спостерігається порушення постави кінцівок, здебільшого тазових, які насамперед пов'язані з надмірним прогинанням суглобів та наявністю хронічного асептичного пододерматиту (рис. 1).

Так, зменшення величини кутів путового, вінцевого та копитцевого суглобів відповідно на 58,3, 47,4 та 34,1%, що становить вірогідно $107,7^\circ \pm 10,26$, $112,3^\circ \pm$

$9,48$, $18,9^\circ \pm 8,46$ зумовлене подовженням сухожильків і зв'язок у ділянках прикріплення їх до кісток, що контролюються у стані натягу суглобові кути, які зазнають гіперестензії.

Рис. 1. Величина кутів пальцевих суглобів у корів за хронічного асептичного пододерматиту, n = 5

Такий патологічний стан визначається як дистрофічний остеотендиніт (-десмоїдит), який у всіх без винятку випадках супроводжується порушенням опорно-силових взаємодій та ураженням копитець. Окремі волокна сухожильків відриваються, а решта – витягуються; внаслідок розростання сполучної тканини у місці відриву сухожилок у цілому подовжується.

Надмірне прогинання при цьому пальцевих суглобів супроводжується зменшенням опорного навантаження на копитцеві стінки та посиленням навантаження на м'якуші. Перманентне надмірне стиснення м'якушів у стані спокою супроводжується значним механічним подразненням основи шкіри і виникненням хронічного асептичного пододерматиту, який неминуче ускладнює копитцеву деформацію. Хворі корови кульгають, багато зусиль витрачається на розчищення деформованих копитець, але виправити паталогічні копитця повністю не вдається, оскільки в них розвиваються незворотні зміни не тільки в копитцях, а й у кістковій тканині.

Підтвердженням цього є результати проведеного багатфакторного мас-об'ємного аналізу з метою вивчення стану кістяка (табл. 1).

Таблиця 1

Показники трепанобіоптатів кістяка корів за хронічного асептичного пододерматиту, $M \pm m$, n = 5

Показники	Групи	
	контрольна	дослідна
Щільність нативної сирової кістки, мг/см ³	1110,2 ± 46,27	646,1 ± 39,26***
Щільність сухої знежиреної кістки, мг/см ³	384,6 ± 16,57	267,7 ± 19,26***
Щільність органічного матриксу, мг/см ³	123,5 ± 5,67	105,3 ± 6,03
Щільність мінеральних речовин, мг/см ³ нативної сирової кістки	263,4 ± 11,12	162,5 ± 15,79***

Примітка: * – 0,05, ** – P < 0,01, *** – P < 0,001 – у цій та подальших таблицях вірогідна різниця порівняно з показниками контрольної групи

Як видно з таблиці, у корів дослідної групи статистично вірогідна різниця встановлена майже за всіма компонентами, що відображають стан кістяка. Так, щільність нативної сирової кістки у корів з порушенням осі пальцевих кісток та хронічним асептичним пододерматитом на 58,2 % нижча порівняно з аналогічним показником тварин контрольної групи, щільність сухої знежиреної кістки – на 69,6 %, щільність мінеральних речовин – на 61,7 %. Величина індексу мінералізації нижча на 46,0 %, що становить $1,48 \pm 0,090$.

Отже, важливим чинником, який сприяє виникненню хронічного асептичного пододерматиту в корів, є остеодистрофія. На тлі остеодистрофічних уражень виникає пролонгуючий остеотендиніт пальцевих

згиначів, що призводить до перерозгинання пальців, часткового або повного виключення з опори копитцевих стінок та перевантаження м'якушів. Посилення опори на м'якуші супроводжується виникненням в основі шкіри копитця запалення хронічного характеру, викликаного тривалим надмірним перевантаженням окремих ділянок підшви, а також лонгозу сухожилків. У цих ділянках з часом розвиваються проліферативні процеси, особливо у п'яточній частині підшви та у місці прикріплення сухожилка глибокого згинача пальця до підшви копитця.

У цих місцях згодом розвиваються поодинокі або численні екзостози (рис. 2, 3).

Рис. 2. Остеофіти у п'яточній частині копитцевої кістки

Рис. 3. Численні остеофіти на підшві копитцевої кістки

Рис. 4. Екзостоз у п'яточній частині копитцевої кістки

Такі зміни негативно впливають на функції кінцівок. Навіть за невеликих навантажень у тварин спостерігається втома, інколи з'являється кульгавість. Крок вкорочений, вони важко піднімаються, частіше залишаються в лежачому положенні. Новоутворені нарости на підшві копитця мають нерівну поверхню з явно збільшеними просвітами для судин (екзостози). Вся поверхня підшви деформується за рахунок вогнищового розростання новоутвореної кісткової тканини (рис. 4).

Зрозуміло, що наявність таких змін обумовлює болючість за тривалого руху або у період спокою, що змушує тварин лежати. Процес ускладнюється ще й тим, що зміни відбуваються з боку епідермісу копи-

тець, про що свідчать результати біохімічних досліджень копитцевого рогу корів, хворих на хронічний асептичний пододерматит.

Так, в епідермісі копитця встановлено зниження концентрації Кальцію на 15,1 %. Відомо, що кальцієвий гомеостаз впливає на міцність копитцевого рогу, оскільки Кальцій, коагулюючись у матриксі епідерміса, забезпечує оптимальні біофізичні властивості копитцевого рога. Варто зазначити, що у цій частині пальця накопичується так званий лабільний Кальцій, вміст якого регулюється надходженням його з кормів раціону (табл. 2).

Окремої уваги заслуговує наявність у копитцевому розі Сульфору, який безпосередньо бере участь у

процесах кератинізації. Як відомо, Сульфур в організмі тварин є у вигляді органічних та неорганічних сполук і входить до складу більшості білків, особливо

білків покривних тканин. В організм тварин він надходить з кормом у вигляді органічних (білків, амінокислот, вітамінів) і неорганічних (сульфатів) сполук.

Таблиця 2

Вміст мінеральних речовин у копитцевому розі корів за хронічного асептичного пододерматиту, $M \pm m$, $n = 5$

Показники	Група	
	контрольна	дослідна
Кальцій, г/кг	1,86 $\pm$ 0,057	1,58 $\pm$ 0,027**
Фосфор, г/кг	1,18 $\pm$ 0,029	1,20 $\pm$ 0,036
Сульфур, г/кг	18,15 $\pm$ 0,279	15,04 $\pm$ 0,212***
Купрум, мг/кг	27,84 $\pm$ 0,625	22,97 $\pm$ 1,139***
Цинк, мг/кг	18,12 $\pm$ 0,378	16,25 $\pm$ 0,357*
Кобальт, мг/кг	9,28 $\pm$ 0,230	7,81 $\pm$ 0,195**

Дослідженнями встановлено, що в копитцевому розі тварин дослідної групи знизилась концентрація Сульфуру на 17,2 %, що впливає на погіршення процесу кератинізації, який проявляється підвищенням концентрації сульфгідрильних груп на 39,8 %. Збільшення величини показника до 46,8 $\pm$ 2,35 мкмоль/г, на нашу думку, свідчить про погіршення процесу кератинізації, тобто якості копитцевого рогу.

Зменшення концентрації Купруму в копитцевому розі на 17,5 %, очевидно, впливає на якість епідермісу копитця завдяки її здатності каталізувати окиснення сульфгідрильних груп прекератину в дисульфідні зв'язки кератину (стимулює процес ороговіння). Відомо, що Купрум сприяє зміцненню не тільки копитцевого рогу, а й дерми, завдяки її здатності разом із лізилоксидазою та киснем брати участь у формуванні поперечних міжковалентних зв'язків у колагенових волокнах. Крім того, Купрум бере участь у синтезі гемоглобіну, прискорює мобілізацію депонованого заліза і перенесення його до кісткового мозку. Вона також активізує обмін вітамінів А і С та утворення ряду ферментів, лімітує синтез колагену й основної речовини сполучної тканини тощо.

Має місце зниження вмісту Цинку – на 10,4 %. З

нааявністю в організмі останнього пов'язані процеси обміну речовин, особливо білкового і вуглеводного. Він своєю чергою регулює впливає на активність розщеплення та всмоктування поживних речовин; дефіцит Цинку призводить до розвитку паракератозу, а також до порушення процесів кісткоутворення та кровотворення. Вміст Кобальту в копитцевому розі тварин нижчий на 15,8 %, що також свідчить про порушення обмінних процесів в організмі ортопедично хворих тварин.

Підтвердженням порушення кератинізації є вірогідне зниження щільності та твердості відповідно на 4,0 і 12,5 %, а також збільшення опору до стирання на 16,4 % (табл. 3).

На нашу думку, такі зміни біофізичних параметрів копитцевого рогу пов'язані з дефіцитом мінеральних речовин та незавершеною кератинізацією епідермісу підшви. Внаслідок цього знижується інтенсивність стирання рогу підшви тварин дослідної групи на 33,6, а контрольної – на 24,0 %, тобто наростання рогу підшви безпосередньо спричиняє виникнення деформації копитця, яке є одним з пускових механізмів розвитку запалення основи шкіри копитця корів хронічного генезу.

Таблиця 3

Біофізичні показники копитцевого рогу корів за хронічного асептичного пододерматиту, $M \pm m$, $n = 5$

Показники	Групи	
	контрольна	дослідна
Щільність, г/см ³	1,195 $\pm$ 0,0150	1,147 $\pm$ 0,0100*
Твердість, кгс/см ²	154,5 $\pm$ 2,36	135,2 $\pm$ 1,95***
Опір до стирання об/мм	98,5 $\pm$ 4,26	114,7 $\pm$ 4,39*
Ріст, мм/міс.	10,8 $\pm$ 0,84	11,3 $\pm$ 0,36
Стирання, мм/міс.	8,2 $\pm$ 0,19	7,5 $\pm$ 0,05**

У процесі деформації копитця, зокрема наростання епідермісу підшви, важливого значення надається апоптозу, встановленому в епідермісі копитця. Апоптоз як фізіологічне явище виконує функцію гомеостатичної регуляції оптимального об'єму тканини, а також бере участь у диференціації клітин і вважається патогенетичним механізмом багатьох хвороб (Belushkina & Severin, 2003).

Яскраво виражені епідермальні зміни мають місце за умов виникнення запущеної деформації, що супро-

воджується посиленням апоптозом, який порівняно з контрольним показником зростає майже десятикратно. За цих умов епідерміс втрачає ознаки клітинної будови, епідермоцити зливаються в аморфну зцементовану масу, яка перешкоджає нормальному процесу стирання епідермісу підшви, що призводить до його надмірного нашарування

Відомо, що чинниками посилення апоптозу в епідермісі копитця є гіпоксія, дія ексудату на епідермоцити білків, а головне – підвищення внутрішньотка-

нинного тиску, зокрема у зв'язку з чітко встановленим просочуванням епідермісу глікопротеїдними сполуками, які цементують змертвілі кератиноцити, порушуючи процес їх відшарування. За цих обставин збільшується об'єм рогової тканини і остання зазнає

деформації.

Отже, проведене дослідження дає підстави чітко прослідкувати етіопатогенез хронічного асептичного пододерматиту в корів (рис. 5).

Рис. 5. Етіопатогенез хронічного асептичного пододерматиту в корів

Отже, регулярна коректуюча розчистка копитець є важливим заходом впливу на них не тільки на макрорівні, а й на клітинному рівні. Раціональна корекція – обов'язковий профілактично-лікувальний захід за умов ортопедичної патології, а надто при деформації копитець, яка на тлі аліментарної дистрофії, нерегулярної коректуючої розчистки, що призводить до порушення опорно-силових взаємодій, є патоморфологічним відображенням хронічного перебігу асептичного пододерматиту.

Висновки

1. Деформація копитець, яка виникає на тлі аліментарної остеодистрофії за нерегулярної коректуючої розчистки копитець і супроводжується порушенням опорно-силових взаємодій, є пусковим механізмом розвитку хронічного асептичного пододерматиту.

2. За хронічного асептичного пододерматиту виникають зміни з боку кісткової тканини у вигляді екзостозів та остеофітів у ділянці підшви.

3. Асептичний пододерматит хронічного генезу супроводжується погіршенням якості копитцевого рогу, що проявляється змінами окремих біохімічних та біофізичних показників, зокрема зниженням вмісту Кальцію на 15,1 %, Сульфору – на 17,2 %, підвищенням концентрації SH-груп на 39,8 %, зниженням вмісту Купруму на 17,5, Цинку – на 10,4, а Кобальту – на 15,8 %, що призводить до зниження щільності та твердості відповідно на 4,0 і 12,5 %, а також збільшення опору до стирання на 16,4 %, внаслідок чого знижується інтенсивність стирання рогу підшви тварин дослідної групи на 33,6 %, а контрольної – на 24,0 %, тобто має місце наростання рогу підшви.

Перспективи подальших досліджень. Дослідження будуть спрямовані на розробку нових заходів профілактики хронічного асептичного пододерматиту в корів.

References

- Belushkina, N. N., & Severin, S. E. (2003). Molekulyarnye osnovy patologii apoptoza. Apoptoz v mnogokletochnom organizme. *Biologiya*, 68(2), 51–58 (in Russian).
- Borysevych, V. B. (2000). Bagatofaktornyi mas-obemnyi analiz kistkovoyi tkanyny. *Visnyk agrar. nauki*, 3, 35–38 (in Ukrainian).
- Khomyn, N. M., Mysak, A. R., Tsisinska, S. V., Pritsak, V. V., Lenyo, Yu. M., & Khomyn, M. M. (2019). The role of osteodystrophy in the pathogenesis of aseptic pododermatitis in cows. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 21(96), 129–133. doi: 10.32718/nvlvet9623.
- Khomyn, N. M. (2006). Aseptychni pododermatyty u velikoyi rohatoyi hudobi (etiologiya, patogenez, profilaktika ta likuvannya): Avtoref. diss... d-ra vet. nauk: 16.00.05. Bila Cerkva (in Ukrainian).
- Khomyn, N. M., Mysak, A. R., Tsisinska, S. V., & Pritsak, V. V. (2017). The quality of the hoof horns of cattle and the influence of certain etiological factors. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(82), 175–179. <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/1360>.
- Khomyn, N. M., Mysak, A. R., Tsisinska, S. V., Pritsak, V. V., Lenyo, Yu. M., & Khomyn, M. M. (2019). The influence of conditions of detention the hoof and the development of aseptic inflammation of the producing layer of the base of the skin soles hooves in the cows. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 21(94), 179–183. doi: 10.32718/nvlvet9433.
- Lukyanovskij, V. A. (1992). Vliyanie sanitarnogigienicheskikh uslovij na patologiyu kopytec u korov. *Veterinariya*, 1, 17–20 (in Russian).
- Vardanyan, A. V. (1991). Biofizicheskie i biokhimicheskie pokazateli kopytcevoogo roga u korov. *Biologicheskie i himioterapevticheskie sredstva profilaktiki zabolevanij zhivotnyh: Trudy Erevanskogo zoovet in-ta*. Erevan, 63, 65–67 (in Russian).