



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

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2518–7554 print  
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9231  
http://nvlvet.com.ua

UDC 619:615.5–002:636.2

## Quality of cows hoof horn by purulent pododermatitis

N.M. Khomyn<sup>1</sup>, A.R. Mysak<sup>1</sup>, S.V. Tsisinska<sup>1</sup>, V.V. Pritsak<sup>1</sup>, Yu.M. Lenyo<sup>1</sup>, M.M. Khomyn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 25.10.2018  
Received in revised form  
27.11.2018  
Accepted 28.11.2018

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., Lenyo, Yu.M., & Khomyn, M.M. (2018). Quality of cows hoof horn by purulent pododermatitis. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(92), 151–155. doi: 10.32718/nvlvet9231**

The article deals with the results of biochemical and biophysical search of hoof horn of clinically healthy cows and patients with purulent pododermatitis. It is known that the development of the inflammatory process in the area of the hoof, in particular, for purulent inflammation of the producing layer of the skin, affects not only the general condition of the organism of animals, but also the biochemical indices of the hoof horn of the cows. Thus, in the epidermis of cows hoof for purulent pododermatitis, there is a probable increase by 3.7% moisture content and by 26.8% – the concentration of SH-groups in the tendency to reduce the concentration of ash, fat and protein. These changes indicate a slowdown in the keratinization and accumulation process, as a result, in the hoof horn of the epidermis, excessive moisture content. It was found that other biochemical indices influence the state of the hoof horn, in particular, the concentration in the epidermis of the hemispheres of sulfur, keratases, calcium. Thus, for purulent pododermatitis, the sulfur content decreases by 17.1%, calcium – 12.3%, which indicates a deterioration of keratinization processes, which is confirmed by the redistribution of sulfur concentration in keratases, namely an increase of 2.9% of the contents of a-keratosis and 3.7% was g-keratosis. In the process of keratinization, microelements, in particular copper and zinc, play an important role. For purulent inflammation of the producing layer of the skin of the cows hoof, a decrease in the concentration of these mineral substances is observed on 17.9 and 13.9%, respectively. Changes in the biochemical indices of the epidermis in the cows hoof for purulent pododermatitis also affected its biophysical properties. Thus, the density of the hoof horn was decreased by 7.3%, and the hardness by – 2.5%. Consequently, purulent pododermatitis is accompanied by changes in certain biochemical and biophysical parameters of the hoof horn, which reflects the processes occurring in the epidermis of hoof and is one of the triggers of the development of inflammation of the skin of the cows hoof.

**Key words:** hoof horn, cows, macroelements, density, hardness, pododermatitis, microelements.

## Якість копитцевого рогу корів за гнійного пододерматиту

Н.М. Хомин<sup>1</sup>, А.Р. Мисак<sup>1</sup>, С.В. Цісінська<sup>1</sup>, В.В. Прицак<sup>1</sup>, Ю.М. Леньо<sup>1</sup>, М.М. Хомин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини і біотехнології імені С.З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

У статті наведені результати біохімічних та біофізичних досліджень копитцевого рогу клінічно здорових корів та хворих на гнійний пододерматит. Відомо, що розвиток запального процесу в ділянці копитця, зокрема за гнійного запалення продукуючого шару основи шкіри, не тільки позначається на загальному стані тварин, а й відображається в біохімічних показниках копитцевого рогу корів. Так, в епідермісі копитця корів за гнійного пододерматиту спостерігається вірогідне збільшення на 3,7% вмісту вологи та на 26,8% – концентрації SH-груп за тенденції до зменшення концентрації золи, жиру і білка. Ці зміни свідчать про сповільнення процесу кератинізації та накопичення, внаслідок цього у копитцевому розі епідермісу надмірного вмісту вологи. Встановлено, що на стан копитцевого рогу впливають й інші біохімічні показники, зокрема концентрація в епідермісі копитця Сульфур, кератоз, Кальцію. Так, за гнійного пододерматиту вміст Сульфур зменшується на 17,1%, Кальцію – на 12,3%, що свідчить про погіршення процесів кератинізації, підтвердженням чого є перерозподіл концентрації Сульфур в кератозах, а саме збільшення на

2,9% вмісту  $\alpha$ -кератоз та на 3,7% –  $\gamma$ -кератоз. У процесі кератинізації важливу роль відіграють також мікроелементи, зокрема Купрум та Цинк. За гнійного запалення продукуючого шару основи шкіри копитець корів спостерігається зменшення концентрації цих мінеральних речовин відповідно на 17,9 та на 13,9%. Зміни біохімічних показників епідермісу копитець корів за гнійного пододерматиту позначилися й на його біофізичних властивостях. Так, щільність копитцевого рогу зменшилась на 7,3%, а твердість на – 2,5%. Отже, гнійний пододерматит супроводжується змінами окремих біохімічних та біофізичних параметрів копитцевого рогу, що відображає процеси, які відбуваються в епідермісі копитець і є одним з пускових механізмів розвитку запалення основи шкіри копитець корів.

**Ключові слова:** копитцевий ріг, корови, макроелементи, щільність, твердість, пододерматит, мікроелементи.

## Вступ

Відомо, що хвороби копитець, зокрема пододерматити у корів, досить поширені, особливо в умовах стійлового утримання. Вони викликають болючість, кульгавість і, як наслідок, зниження продуктивності, неплідність, що нерідко призводить до передчасної выбраковки цінних у продуктивному і племінному плані тварин (Borysevych, 2000; Rublenko et al., 2014). Вважається, що значна кількість патологічних процесів у ділянці пальців пов'язана з умовами утримання тварин, рівнем їх годівлі, відсутністю моціону, інсоляції, регулярної коректуючої розчистки копитець тощо (Panko, 1998; Kohut and Borysevych, 2003; Izdepskiy et al., 2010).

Найлегшою формою запалення основи шкіри копитець є вогнищево-дрібногематомний пододерматит, який має локальний характер і виникає здебільшого в результаті короткотривалого надмірного тиску на окремі сегменти підшви. Натомість в основі виникнення ексудативно-асептичного пододерматиту лежить тривалий помірно-наростаючий тиск на всю поверхню підшви у зв'язку з набутими вадами постави кінцівок, а також з незадовільними умовами годівлі та утримання, особливо прив'язного, за відсутності моціону тощо (Borysevych and Khomyn, 2002). Серед різних форм пододерматитів найбільш загрозливими є ураження копитець заразної етіології (Borysevych et al., 2004; Khomyn et al., 2018).

Як відомо, пододерматити розвиваються у продукуючому шарі основи шкіри копитець, зовні вкритих ороговілим епідермісом, який захищає копитця від механічних та інших пошкоджень і формується у процесі кератинізації, суть якого полягає у тому, що в кератиноцитах продукуючого шару епідермісу копитець на початковому етапі синтезується білок кератогіалін, який згодом перетворюється в прекератин. У зернистому шарі епідермісу копитець відбувається дезінтеграція кератиноцитів; вони втрачають як внутрішньоклітинні органели, так і клітинну мембрану. На цьому етапі відбувається остаточне “дозрівання” білка кератину (поліпептид, утворений шляхом з'єднання амінокислотних залишків у ланцюгу), який ущільнюється, втрачає вологу і перетворюється в роговий шар епідермісу копитець. У процесі синтезу кератину відбувається трансформація (окиснення) сульфгідридних (-SH-) груп метіоніну і цистеїну (прекератин) глибоких шарів епідермісу в дисульфідні (-S-S-) зв'язки цистину (кератин) рогового шару копитець, тобто зменшення кількості цистеїну і збільшення – цистину. Дисульфідні групи цистину у вигляді поперечних містків пов'язують поліпептидні ланцюги кератину між собою (чим більше поперечних зшивок,

тим міцніший і стійкіший копитцевий ріг; поки дисульфідні містки між молекулами не пошкоджені, кератин нерозчинний і стійкий до впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища). Важливу роль в процесі кератинізації відіграють такі макро-і мікроелементи, як Сульфур (сірковмісні амінокислоти), Купрум, Цинк (каталізатори процесу кератинізації), Кальцій, Фосфор (міжклітинна спайкова речовина) (Borisevich, 1996; Borysevych et al., 2009).

Тому метою роботи було встановлення якості копитцевого рогу корів за гнійного пододерматиту шляхом вивчення біохімічних і біофізичних властивостей епідермісу копитець.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили у господарствах Львівської області на коровах чорно-рябої породи у зимово-стійловий період за прив'язного утримання тварин на дерев'яній підлозі. Було сформовано 2 групи корів (контрольна і дослідна) по 5 тварин у кожній, підібраних за принципом аналогів щодо віку, маси тіла, продуктивності; контрольна група – клінічно здорові корови, дослідна – хворі на гнійний пододерматит.

Були проведені біохімічні та біофізичні дослідження копитцевого рогу у нормі та за гнійного запалення продукуючого шару основи шкіри копитець.

Так, вміст вологи визначали стабільним висушуванням зразка до постійної ваги, кількість золи – шляхом озолення зразка у муфельній печі, вміст жиру – на апараті Соксклета, шляхом екстрагування жиру з досліджуваного матеріалу за допомогою органічних розчинників та білка – на апараті Кьельдаля (Lebedev and Usovich, 1986; Vlizlo et al., 2012). Кератози визначали за методом Корфілда у модифікації І.А. Макара; кератози ідентифіковані як білкові речовини, які відповідають різним структурним компонентам копитцевого рогу. Так, альфа-кератози відповідають білку мікрофібрил клітин кортекса; бета-кератози – це мембрани веретеноподібних клітин та клітинних ядер (кутикула), гама-кератози – міжволокниста субстанція, яка являє собою цементуючу речовину, тобто матрикс волокна (Makar, 1992). Визначення SH-груп та Сульфур у проводили хімічними методами, вмісту Кальцію, Купруму, Цинку та Кобальту – методом атомно-абсорбційної спектроскопії (L'vov, 1986; Levickij, 1997; Lebedev and Usovich, 1986; Vlizlo et al., 2012), а Фосфору – фотоколориметричним методом за А.Т. Усовичем (Lebedev and Usovich, 1986). Крім того, щільність копитцевого рогу визначали шляхом гідростатичного зважування, а твердість – за методом Бри-неля (Iveronova, 1997).

Отримані числові дані обробляли за допомогою

стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL.

### Результати та їх обговорення

Запальні процеси основи шкіри копитець бувають доволі часто, оскільки ця тканина розміщується безпосередньо під роговою капсулою і насамперед піддається різноманітним негативним впливам. Розвиток запального процесу в цій ділянці пальця не тільки позначається на загальному стані тварин, а й відображається у біохімічних показниках копитцевого рогу корів. Так, у копитцевому розі корів за гнійного пододерматиту спостерігалось збільшення на 3,7% ( $P < 0,05$ ) вмісту вологи, що становить  $32,5 \pm 0,83$  проти  $36,2 \pm 1,27\%$  та концентрації SH-груп – на 26,8% ( $P < 0,05$ ), яка складає  $33,2 \pm 1,64$  проти  $42,1 \pm 2,34$  мкмоль/г у епідермісі клінічно здорових корів за тенденції до зменшення вмісту золи, жиру і білка. Ці зміни свідчать про сповільнення процесу кератинізації (високий вміст прекератину) та накопичення внаслідок цього у копитцевому розі епідермісу надмірного вмісту вологи (табл. 1).

Основним неорганічним компонентом кератину є Сульфур, яка в організмі тварин є у вигляді органічних та неорганічних сполук і входить до складу цистеїну, цистину і метіоніну – найважливіших амінокислот рогу і бере безпосередню участь у процесах кератинізації (Molokanov, 1995).

Дослідженнями встановлено, що у копитцевому розі корів дослідної групи спостерігалось зменшення концентрації сірки на 17,1% ( $P < 0,001$ ), що становить  $17,35 \pm 0,335$  проти  $14,38 \pm 0,464$  г/кг (табл. 2).

**Таблиця 1**

Біохімічні показники копитцевого рогу корів у нормі та за гнійного пододерматиту,  $M \pm m$ ,  $n = 5$

Показники	Групи	
	контрольна	дослідна
Волога, %	$32,5 \pm 0,83$	$36,2 \pm 1,27^*$
Зола, %	$1,09 \pm 0,03$	$1,02 \pm 0,05$
Жир, %	$0,06 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,002$
Білок, %	$89,2 \pm 0,57$	$87,6 \pm 0,42$
Кератози, %:		
- альфа,	$63,6 \pm 0,58$	$66,5 \pm 1,03^*$
- бета,	$14,5 \pm 0,27$	$15,3 \pm 0,35$
- гама,	$21,9 \pm 0,33$	$18,2 \pm 0,64^{***}$
SH-групи, мкмоль/г	$33,2 \pm 1,64$	$42,1 \pm 2,34^*$

Примітка: у цій і наступних таблицях вірогідність різниць між контрольною і дослідною групами враховували: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$

Однак, як відзначає І.А. Макар (1992), Сульфур у фракціях кератоз розміщений у нерівних кількостях. Відомо, що  $\gamma$ -кератози містять майже втричі більше Сульфуру, ніж дві інші фракції разом узяті й тому можуть бути інтегральним показником забезпеченості Сульфуром копитцевого рогу та нормального протікання у ньому процесів кератиногенезу (Makar, 1992). Вважається, що  $\gamma$ -кератози, які входять до складу цементуючої речовини є сульфатованими мукополі-

сахаридами, які беруть безпосередню участь у кератоутворенні.

**Таблиця 2**

Вміст мінеральних речовин у копитцевому розі корів у нормі та за гнійного пододерматиту,  $M \pm m$ ,  $n = 5$

Показники	Групи	
	контрольна	дослідна
Кальцій, г/кг	$1,79 \pm 0,065$	$1,57 \pm 0,038^*$
Фосфор, г/кг	$1,21 \pm 0,020$	$1,29 \pm 0,057$
Сульфур, г/кг	$17,35 \pm 0,335$	$14,38 \pm 0,464^{***}$
Купрум, мг/кг	$22,13 \pm 0,595$	$18,17 \pm 0,808^{**}$
Цинк, мг/кг	$18,33 \pm 0,285$	$15,79 \pm 0,588^{**}$

Дослідження вмісту кератоз у копитцевому розі корів контрольної і дослідної групи мали свої особливості. Так, концентрація  $\alpha$ -кератоз у копитцевому розі корів за гнійного пододерматиту вірогідно зросла на 2,9, а  $\gamma$ -кератоз – знизилась на 3,7%, що складає відповідно  $63,6 \pm 0,58$  проти  $66,5 \pm 1,03$  та  $21,9 \pm 0,33$  проти  $18,2 \pm 0,64\%$  (табл. 1).

Іншим важливим макроелементом в епідермісі копитець є Кальцій, за участі якого формуються рогові утворення. Відомо, що кальцієвий гомеостаз впливає на міцність копитцевого рогу, оскільки Кальцій, коагулюючись у матриксі епідермісу, забезпечує оптимальні біофізичні властивості копитцевого рогу. Варто зазначити, що в цій частині пальця накопичується так званий лабільний Кальцій, вміст якого регулюється надходженням його з кормів раціону (Levickij, 1997). Встановлено, що концентрація Кальцію в епідермісі копитець корів за гнійного пододерматиту зменшилась на 12,3% ( $P < 0,05$ ) і становила  $1,79 \pm 0,065$  проти  $1,57 \pm 0,038$  г/кг (табл. 2).

У процесі кератинізації важливу роль відіграють також мікроелементи, зокрема Купрум, Цинк тощо. Іони Купруму каталізують перетворення сульфгідрильних груп прекератину у дисульфідні групи кератину, тобто вони певним чином лімітують процес кератинізації. Крім того, іони Купруму разом з ферментом лізілоксидазою та Оксигеном беруть безпосередню участь у формуванні поперечних міжковалентних зв'язків у колагенових волокнах; це певним чином зумовлює механічну стійкість також і дерми копитець (Serov and Shehter, 1989). Нашими дослідженнями встановлено, що концентрація Купруму в епідермісі копитець тварин контрольної групи становить  $22,13 \pm 0,595$  мг/кг, тимчасом як у дослідної – вірогідно знижується на 17,9% і складає  $18,17 \pm 0,808$  мг/кг.

Важливу роль у роговому метаморфозі епідермісу відіграє Цинк, особливо за формування м'якого кератину (Borisevich, 1996). За нестачі цинку виникає незавершений кератиногенез (паракератоз); роغوутворення порушується внаслідок втрати клітинами здатності утворювати кератогалін. Ріг стає менш щільним. Зменшення умісту Цинку в копитцевому розі сприяє виникненню некробактеріозу, і копитця зазнають деформації (Borisevich, 1996).

Так, в епідермісі копитець корів за гнійного пододерматиту концентрація цього мікроелементу стано-

вить  $15,79 \pm 0,588$  мг/кг, що на 13,9% вірогідно менше від величини контрольного показника.

Отже, захворювання характеризується вираженим зменшенням концентрації Кальцію, Сульфуру, Купруму, Цинку та  $\gamma$ -кератоз на тлі зростання рівня SH-груп та  $\alpha$ -кератоз.

Процеси, які відбуваються у живій природі, будучи частиною матеріального світу, підпорядковуються об'єктивним фізичним законам, зокрема законам механіки щодо показників щільності, твердості, опору до стирання, які поряд з іншими біофізичними параметрами безпосередньо залежить від функціонального стану організму загалом та окремих його частин зокрема і змінюються залежно від особливостей впливу різних факторів зовнішнього середовища (Molokanov, 1991; Iveronova, 1997). З огляду на це були проведені біофізичні дослідження (щільність, твердість) епідермісу у клінічно здорових корів та за гнійного запалення основи шкіри копитець (табл. 3).

Так, у корів контрольної групи встановлені доволі високі біофізичні параметри рогу підшви копитець, а саме величина показника щільності складає  $1,092 \pm 0,018$  г/см<sup>3</sup>, твердості –  $147,3 \pm 33,12$  кгс/см<sup>2</sup>.

### Таблиця 3

Біофізичні показники копитцевого рогу корів у нормі та за гнійного пододерматиту,  $M \pm m$ ,  $n = 5$

Показники	Групи	
	контрольна	дослідна
Щільність, г/см <sup>3</sup>	$1,092 \pm 0,018$	$1,012 \pm 0,005^{**}$
Твердість, кгс/см <sup>2</sup>	$147,3 \pm 33,12$	$143,6 \pm 32,75^{***}$

Як показали результати досліджень, за гнійного запалення основи шкіри копитець у корів спостерігали зміни з боку цих фізико-механічних параметрів епідермісу, зокрема зменшення на 7,3% ( $P < 0,01$ ) щільності та на 2,5% ( $P < 0,001$ ) – твердості копитцевого рогу, що становить відповідно  $1,012 \pm 0,005$  г/см<sup>3</sup> та  $143,6 \pm 32,75$  кгс/см<sup>2</sup> (табл. 3) і свідчить про погіршення біофізичних властивостей епідермісу, що є підтвердженням порушення кератинізації (незавершеної кератинізації), а у поєднанні з більшою реакцією, очевидно, сприяє надмірному відростанню копитцевого рогу.

Отже, гнійний пододерматит супроводжується змінами окремих біохімічних та біофізичних параметрів копитцевого рогу, що відображають стан епідермісу копитець і свідчать про якість копитцевого рогу за гнійного запалення продукуючого шару основи шкіри копитець корів.

### Висновки

1. За гнійного пододерматиту має місце зменшення концентрації Сульфуру на 17,1%,  $\gamma$ -кератоз – на 3,7%, Кальцію – на 12,3%, Купруму на –17,9% і Цинку – на 13,9% за збільшення вмісту вологи на 3,7% та  $\alpha$ -кератоз – на 2,9%.

2. За гнійного запалення продукуючого шару основи шкіри копитець корів спостерігається зменшен-

ня щільності та твердості відповідно на 7,3 і 2,5%.

3. За гнійного пододерматиту у корів погіршується якість копитцевого рогу, що підтверджується змінами величини окремих біохімічних та біофізичних показників.

*Перспективи подальших досліджень.* Дослідження будуть спрямовані на пошук нових методів поліпшення якості копитцевого рогу корів.

### References

- Borisevich, V.B. (1996). Veterinarnaja ortopedija (bolezni kopytec i kopyt): posinik. Kirovograd: Kirovogradgosizdat (in Russian).
- Borysevych, B., & Khomyn, N. (2002). Etiopatohenez urazhen kopytets u koriv v umovakh stiilovoho utrymanna. Veterynarna medytsyna Ukrainy, 12, 32–34 (in Ukrainian).
- Borysevych, V.B. (2000). Khvoroby kintsivok u tvaryn. Visnyk Bilotserkiv. derzh. ahrar. un-tu. Bila Tserkva, 13(1), 14–19 (in Ukrainian).
- Borysevych, V.B., Borysevych, B.V., & Khomyn, N.M. (2009). Zdobutky nanotekhnologii v likuvanni ta profilaktytsi khvorob tvaryn. Nanoveterynariia (vprovadzhenia inovatsiinykh tekhnologii): uchbovyi ta praktychnyi posibnyk. Kyiv (in Ukrainian).
- Borysevych, V.B., Kohut, N.V., & Khomyn, N.M. (2004). Poverkhnevyy ta hlybokyy hniinyi pododermatyt u koriv. Visnyk Bilotserkiv. derzh. ahrar. un-tu. Bila Tserkva, 28, 8–14 (in Ukrainian).
- Iveronova, V.I. (1997). Mehanika i molekulyarnaja fizika: fizicheskij praktikum. M.: Vysshaja shkola (in Russian).
- Izdepskiy, V.Y., Lazorenko, A.B., Pedan, V.A., & Kazantsev, Yu.V. (2010). Vmist ta rozpodil bilkovovuhlevodnykh spoluk u spoluchno-tkanynnykh utvorenniakh kopyta konei. Veterynarna medytsyna, 93, 186–190. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetmed\\_2010\\_93\\_40](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetmed_2010_93_40) (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 LNUVMB, 19(82), 175–179. <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/1360>.
- Khomyn, N.M., Mysak, A.R., Iglitskej, I.I., & Pritsak, V.V. (2017). Prevalance and causes of diseases occurrence of cows hooves. Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj, 19(77), 22–26. doi:10.15421/nvlvet7706.
- Khomyn, N.M., Mysak, A.R., Tsisinska, S.V., & Pritsak, V.V. (2018). Features of purulent pododermatitis course in cattle. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 20(83), 286–289. doi: 10.15421/nvlvet8357.
- Kohut, N., & Borysevych, V. (2003). Vynyknennia pododermatytyv u velykoi rohatoi khudoby vnaslidok travmuvannia kintsivok. Veterynarna medytsyna Ukrainy, 2, 29–30 (in Ukrainian).
- Lebedev, P.T., & Usovich, A.T. (1986). Metody issledovanija kormov, organov i tkanej zhyvotnyh. M.: Rossel'hozizdat (in Russian).

- Levickij, D.O. (1997). Kal'cij i biologicheskie membrany. M.: Vysshaja shkola (in Russian).
- L'vov, B.M. (1986). Atomno-absorbcionnyj spektral'nyj analiz. M.: Nauka (in Russian).
- Makar, I.A. (1992). Puti uluchshenija kachestva shersti. K.: Izd-vo USHA (in Russian).
- Molokanov, V.A. (1991). Jetiopatogenez zabojevanij kopytec u vysokoproduktivnyh korov. Problemy hirurgicheskoi patologii sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: Tez. dokl. Vsesojuz. nauch. konf. Belaja Cerkov, 69–70 (in Russian).
- Molokanov, V.A. (1995). Vlijanie sery na sostojanie kopytec u bychkov. Veterinarija, 11, 61–62 (in Russian).
- Panko, I.S. (1998). Osnovni problemy veterynarnoi khirurgii na suchasnomu etapi rozvytku tvarynnystva. Visnyk Bilotserkiv. derzh. ahrar. un-tu. Bila Tserkva, 5(2), 187–190 (in Ukrainian).
- Rublenko, M.V., Vlasenko, V.M., Yaremchuk, A.V., Andriiets, V.H., & Berezovskyi, A.V. (2014). Reaktsiia hostroi fazy za likuvannia nekrobakterioznykh urazhen kopytets tseftioklinom ta avestymom u velykoi rohatoi khudoby. Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny, 13, 202–205. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvvm\\_2014\\_13\\_58](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvvm_2014_13_58) (in Ukrainian).
- Rublenko, M.V., Vlasenko, S.A., Andriiets, V.H., Yaremchuk, A.V., Shahanenko, V.S., & Berezovskyi, A.V. (2014). Kompleks suchasnykh farmakolohichnykh zasobiv dlia likuvannia nekrobakterioznykh urazhen kopytets u velykoi rohatoi khudoby. Veterynarna medytsyna, 98, 131–136. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetmed\\_2014\\_98\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetmed_2014_98_36) (in Ukrainian).
- Serov, V.V., & Shehter, A.B. (1989). Soedinitel'naja tkan' (funkcional'naja morfologija i obshhaja patologija). M.: Medicina (in Russian).
- Vlizlo, V.I., Fedoruk, R.S., & Ratych, I.B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystv i ta veterynarnii medytsyni: dovidnyk. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).