



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

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 619:611.7:619:617.089.8:636.7

Якість копитцевого рогу худоби та вплив на нього окремих етіологічних чинників

Н.М. Хомин, А.Р. Мисак, С.В. Цісінська, В.В. Прицак
nadiakhomyn@ukr.net

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, Львів, 79010, Україна

У статті наведені результати досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених щодо якості копитцевого рогу корів та впливу на нього окремих екзо- та ендогенних чинників. Встановлено, що вона залежить від системи та способу утримання тварин різних вікових або продуктивних груп. Незадовільні умови утримання (надмірний вміст вологи і аміаку в приміщенні, води та ґноївки на підлогах, типу і стану пілог тощо) та низький рівень годівлі, незбалансованість кормів раціону за поживними і мінеральними речовинами негативно впливають на якість копитцевого рогу, яку визначають за величиною окремих біофізичних параметрів (інтенсивність росту, стирання, міцність, твердість, щільність).

Стійлово-пасовищна система утримання відповідає фізіологічному стану корів і дає змогу підтримувати високу продуктивність. За цієї системи, завдяки пасовищному утриманню та активному моціону, забезпечується порівняно повноцінна годівля, що позитивно впливає на якість копитцевого рогу тварин. Відсутність належного ветеринарного догляду за копитами, розчистки, своєчасної санації на тлі неповноцінної годівлі сприяє погіршенню якості копитцевого рогу, що підтверджується низькими біофізичними показниками і проявляється виникненням та розвитком патологічних процесів у ділянці основи шкіри копитець.

Створення оптимальних умов утримання тварин, згодовування кормів раціону, збалансованого за поживними і мінеральними речовинами, проведення своєчасної коректуючої розчистки копитець, забезпечення моціону та інсоляції, а також застосування копитцевих ванн сприяє покращенню якості копитцевого рогу, що є одним з чинників попередження розвитку ортопедичних хвороб у худоби.

Ключові слова: копитцевий ріг, худоба, інтенсивність росту, стирання, міцність, щільність, твердість, годівля, утримання, ортопедичні захворювання.

Качество копытцевого рога скота и влияние на него отдельных этиологических факторов

Н.М. Хомин, А.Р. Мисак, С.В. Цисинская, В.В. Прицак
nadiakhomyn@ukr.net

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого, ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

В статье приведены результаты исследований отечественных и зарубежных ученых относительно качества копытцевого рога коров и влияния на него отдельных экзо- и эндогенных факторов. Установлено, что оно зависит от системы и способа содержания животных разных возрастных или продуктивных групп. Неудовлетворительные условия содержания (избыточное содержание влаги и аммиака в помещении, воды и навоза на полах, типа и состояния полов т.д.) и низкий уровень кормления, несбалансированность кормов рациона по питательным и минеральным веществам негативно влияют на качество копытцевого рога, которое определяют по величине отдельных биофизических параметров (интенсивность

Citation:

Xhomyn, 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.

роста, истирания, прочность, твердость, плотность).

Стойлово-пастбищное система содержания соответствует физиологическому состоянию коров и позволяет поддерживать высокую производительность. При этой системе, благодаря пастбищному содержанию и активному моциону, обеспечивается сравнительно полноценное кормление, что положительно влияет на качество копытцевого рога животных. Отсутствие надлежащего ветеринарного ухода за копытами, расчистки, своевременной санации на фоне неполноценного кормления способствует ухудшению качества копытцевого рога, что подтверждается низкими биофизических показателями и проявляется возникновением и развитием патологических процессов в области основы кожи копытца.

Создание оптимальных условий содержания животных, скармливание кормов рациона, сбалансированного по питательным и минеральным веществам, проведение своевременной корректирующей расчистки копытца, обеспечение моциона и инсоляции, а также применение копытцевых ванн способствует улучшению качества копытцевого рога, что является одним из факторов предупреждения развития ортопедических болезней у скота.

Ключевые слова: копытцевый рог, скот, интенсивность роста, стирання, прочность, плотность, твердость, кормление, содержание, ортопедические заболевания.

The quality of the hoof horns of cattle and the influence of certain etiological factors

N.M. Khomyn, A.R. Mysak, S.V. Tsisinska, V.V. Pritsak
nadiakhomyn@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine

The article presents the results of researches of domestic and foreign scientists regarding the quality of the hoof horns of cattle and the impact on it of certain exogenous and endogenous factors. It was installed that it depends on the system and way of animals keeping of different age groups or productive groups. Unsatisfactory conditions of maintenance (excessive moisture content and ammonia in the premises, water and nymphs on the floors, type and state of pitch, etc.) and low level of feeding, the imbalance of dietary feeds on nutrients and mineral substances have a negative effect on the quality of the hoof horn, which is determined by the size of individual biophysical parameters (growth intensity, abrasion, strength, hardness, density). Stall-grazing system of keeping corresponds to physiological state of cows and allows to maintain high productivity. For this system, Thanks to pasture keeping and active motivation, relatively well-fed feeding is provided, which has a positive effect on the quality of the hoof horn of animals. The lack of proper veterinary care for hoofs, cleansing, timely sanitation against the background of malnutrition contributes to the deterioration of the quality of the hoof horn, which is confirmed by low biophysical indices and manifested by the emergence and development of pathological processes in the area of the base of the skin hooves.

Creation of optimum conditions for keeping animals, feeding rations balanced with nutrients and minerals, conducting a timely correctional cleansing of hooves, providing moztion and insolation, as well as the use of hoof-shaped baths improves the quality of the hoof horn, which is one of the factors preventing the development of orthopedic diseases in cattle.

Key words: hoof horn, cattle, growth intensity, abrasion, strength, density, hardness, feeding, maintenance, orthopedic diseases.

Вступ

Як відомо, у процесі еволюції шкіра нижньої частини кінцівок, зокрема дистального відділу пальців у тварин піддавалася значним змінам. Її верхній шар, епідерміс, з поверхні перетворився у товстий твердий ріг. Це тверде шкірне утворення разом з основою шкіри і підшкірною клітковиною має назву «копито, копитце (ратиця)». Воно опосередковує опорно-силову взаємодію кінцевої фаланги з площею опори і функціонально та структурно тісно пов'язане з копитцевою кісткою, а також іншими кістками пальців і відіграє важливу роль у збереженні здоров'я тварин та забезпеченні їх тривалої експлуатації (Bogdan and Bogdan, 1986).

Тому моніторинг стану (якість) копитцевого рогу, а також впливу на нього окремих етіологічних чинників, зокрема умов утримання, рівня годівлі, моціону тощо є актуальним питанням у ветеринарній ортопедії.

З огляду на це багато вітчизняних і зарубіжних вчених приділяють значну увагу біофізичним властивостям копитцевого рогу, а саме вивченню питання інтенсивності росту і стирання та міцності копитце-

вого рогу, а також дослідженню інших важливих фізичних параметрів (Luk'janovskij et al., 1990; Goldsmith, 1991; Borisevich, 1996; Pan'ko et al., 1998).

Згідно результатів досліджень встановлено, що на інтенсивність росту і стирання впливають умови утримання, якість годівлі, моціон, інсоляція, коректуюча розчистка копитця тощо (Jarygin, 1994). При утримання тварин у сирих приміщеннях за відсутності моціону ріг копитця відростає швидше, ніж стирається; за неповноцінної годівлі тварин, не збалансованої за поживними і мінеральними (макро-і мікроелементи) речовинами зменшується міцність рогу, копитця деформуються. Швидкість росту і стирання рогу змінюється також залежно від лактації, тільності, сезону, фізіологічного стану та віку тварин (Borisevich, 1996).

Великий вплив на якість копитцевого рогу має система утримання тварин. Стійлово-пасовищна система утримання відповідає фізіологічному стану тварин, дає змогу підтримувати високу природну продуктивність. За цієї системи завдяки пасовищному утриманню та активному моціону досягається порівняно повноцінна годівля (багаті на вітаміни та мікроелементи корми) та менш виражена гіподинамія, що

дає змогу покращити якість копитцевого рогу (Bogdan and Bogdan, 1986).

Порушення умов утримання тварин та відсутність належного рівня ветеринарно-санітарної культури на фермах не дає можливості реалізувати основну вимогу гігієни, а саме: досягнення балансу між організмом худоби і середовищем її перебування. У таких стадах важко підтримувати здоров'я тварин на належному рівні і досягти надійної профілактики їх захворювань (Kalinihin, 1990; Kulynych, 2006).

Існують певні зоогігієнічні і технологічні вимоги щодо якості підлог у корівниках, а саме: достатня міцність і стійкість проти деформації та стирання, водонепроникність, низька теплопровідність, добрі теплоізоляційні якості, стійкість проти дії екскрементів, мала пористість поверхні, низька вологоємність, достатня шорсткість поверхні для захисту від ковзання і водночас виключення надмірно вираженої твердості, гострих країв і можливості травмування кінцівок. Крім того, підлоги повинні легко піддаватись очищенню та дезинфекції. Це, на думку багатьох вчених позитивно впливає на ріг копитець (Bogdan and Bogdan, 1986; Goldsmith, 1991; Luk'janovskij, 1998).

Встановлено, що кількість вологи у копитцевому розу має вплив на його якість. Так, за прив'язного утримання на залізобетонній щільній підлозі кількість води в копитцевому розі складає біля 20% (оптимальне функціонування рогової капсули має місце за вмісту води у копитцевому розі від 15 до 30%). На думку окремих авторів зменшення вмісту вологи призводить до ущільнення фібрилярної структури кератину та крихкості рогу, обумовлює утворення тріщин з подальшим розвитком ортопедичних захворювань, тоді як приєднання води посилює еластичність рогу і сприяє покращенню його якості (Molokanov, 1991).

У корів, які перебувають на залізобетонній щільній підлозі має місце зниження щільності, зокрема копитцевого рогу тазових кінцівок, а також опору до стирання епідермісу грудних і тазових кінцівок, що призводить до зростання інтенсивності стирання рогу підшви порівняно з аналогічними показниками у худоби, яку утримують на дерев'яній підлозі (Luk'janovskij, 1990).

При утриманні тварин на незмінній підстилці, а особливо за її дефіциту утворюється надлишкова волога і підвищення температури підстилки, що сприяє розм'якшенню копитного рогу, появі надмірної еластичності і, як наслідок, недостатньому стиранню рогу підшви. Накопичення сечі і екскрементів на поверхні підлоги разом з мікрофлорою викликає розм'якшення копитного рогу з наступним його гниттям, і виникнення, у подальшому, ортопедичних захворювань, зокрема грибкових (Luk'janovskij, 1990; Izdeps'kuu et al., 2008).

Висока вологість і підвищений вміст аміаку в повітрі, а також наявність сечі та екскрементів на підлозі негативно впливають на шкіру і ріг копитець, викликаючи сильну мацерацію, що призводить до його розм'якшення. Тобто, зневоднення або надмірний вміст вологи в епідермісі копитець негативно впливають на стан копитцевого рогу (Molokanov, 1991;

Luk'janovskij, 1997).

Крім того стійкість рогу до зношування (стирання) зростає за збільшення кількості рогових трубочок на одиниці площі, зменшення їх діаметру та збільшення товщини стінки рогової трубочки. Ріг дорзальної стінки в середньому містить 96,1, абаксіальної – 89,8, аксіальної – 68,8 трубочки/мм² (Luk'janovskij et al., 1990).

Дослідженнями багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених встановлено, що якість копитцевого рогу залежить від вмісту у складі копитцевого рогу кератину (Luk'janovskij et al., 1990; Al'berts et al., 1994). Відомо, що кератини – основний тип високоспеціалізованих фібрилярних білків, що синтезуються епітеліальними клітинами епідермісу і складають значну масу його рогового шару. В організмі ссавців вони виконують структурну або захисну функцію. Значна кількість кератину знаходиться у волоссі, пір'ї, вовні, нігтях, рогах, копитах, тощо (Marshall et al., 1991; Al'berts et al., 1994).

Тверді кератини (вовна, волосся, роги, копита) є монолітним конденсованим білком, що характеризується високодиференційованою морфологічною структурою. М'які кератини, на відміну від твердих, менш консолідовані, менш стійкі до дії ферментів і хімічних агентів. Здебільшого цей тип знаходиться у зовнішніх шарах епідермісу і дуже часто осипається у вигляді лупи (Marshall et al., 1991).

Хімічний аналіз показує, що існує досить суттєва різниця між вище вказаними типами кератинів. Так, тверді кератини, на відміну від м'яких, містять значно більше сірки – основного їх неорганічного компонента, що входить до складу цистеїну, цистину і метіоніну – найважливіших амінокислот копитцевого рогу. Високий вміст сірки і цистину в твердих кератинах вважається чи не найхарактернішою особливістю цього класу білків (Marshall et al., 1991; Jenkins and Powell, 1994).

Нерозчинність волокон кератину обумовлена наявністю між поліпептидними ланцюгами поперечних дисульфідних зв'язків, завдяки чому формується міцна трьохмірна структура. Нерозчинність кератину і стійкість його до дії ферментів (пепсин, трепсин тощо), розведених кислот та лугів забезпечується неушкодженістю дисульфідних містків між молекулами кератину (Al'berts et al., 1994). Крім того, наявність поперечних дисульфідних містків у молекулах кератину надає йому механічної стійкості: чим більше поперечних зв'язків, тим вища міцність рогу, яку можна підвищувати шляхом «хімічного гартування» (тимчасово), збільшуючи кількість поперечних «зшивок» у кератині обробкою розчинами міді сульфату чи формаліну (Marshall et al., 1991).

У процесі кератинізації важливу роль відіграють також мікроелементи, зокрема Ca, F, Cu, Zn, Co, Mn тощо. Іони купруму каталізують перетворення сульфгідрильних груп прекератину у дисульфідні групи кератину, тобто вони, певним чином, лімітують процес кератинізації, що зумовлює також і механічну стійкість дерми копитець (Al'berts et al., 1994).

Встановлено, що рогові утворення у сільськогосподарських тварин формуються за участю кальцію.

Вплив фосфору на рогоутворення здійснюється шляхом його включення у склад мітохондрій (у вигляді фосфоліпідів), які відіграють важливу роль у синтезі кератину. Важливу роль у роговому метаморфозі епідермісу відіграє цинк, особливо при формуванні м'якого кератину. За нестачі цинку виникає незавершений кератиногенез (паракератоз); шільність рогу знижується; рогоутворення порушується внаслідок втрати клітинами здатності утворювати кератогліалін (Al'berts et al., 1994). Зменшення вмісту цього мікроелементу в копитцевому розі сприяє виникненню некробактеріозу та розвитку деформацій копитець. Кобальт у процесі кератинізації виступає як кофактор дії гідролітичних ферментів, які звільняють клітини від органел, сприяючи заповненню волокнами кератину (Marshall et al., 1991; Kulynych, 2006).

Важливий вплив на стан копитцевого рогу має рівень годівлі. Так, однією з причин погіршення якості копитцевого рогу є дефіцит в раціонах сірки, деяких макро- і мікроелементів (Ca, F, Cu, Zn, Co, Mg, Mn,) та збільшення вмісту Fe, Ni і глутатионової кислоти; на цьому тлі зменшується твердість копитцевого рогу та знижується швидкість його росту, що призводить до зменшення товщини рогової підшви і виникнення травм (Kalinihin, 1990; Luk'janovskij, 1998).

Одним з основних факторів повноцінної годівлі тварин є забезпечення їх організму поживними речовинами та макро- і мікроелементами, які беруть участь у побудові мікро- і макроструктур (утворення кісткової тканини, побудова клітинних мембран тощо), у регулюванні осмотичного тиску в біологічних рідинах, підтриманні кислотно-лужної рівноваги тощо. Вони впливають на проникність клітинних мембран і судин, виконують важливі функції у створенні стійкості біологічних колоїдних систем, беруть участь у різних ланках обміну речовин (Borysevych, 1994; Izdeps'kyu et al., 2012).

Для нівелювання негативного впливу на копитцевий ріг дефіциту в організмі мінеральних речовин запропоновано згодовувати корми раціону з мінеральними преміксами, щоденні добавки яких проявляють стимулюючий і корегуючий вплив на процес кератинізації, сприяють підвищенню швидкості відростання копитцевого рогу (Molokanov, 1991).

Дослідженнями багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених встановлено, що погіршення якості копитцевого рогу, а саме його надмірне зволоження, розпушення, пересихання, що призводить до зміни біофізичних параметрів (інтенсивність росту, стирання твердість, шільність) є передумовою розвитку патологічних процесів у ділянці основи шкіри копитець худоби (Prentice, 1983; Kulynych, 2006; Izdeps'kyu et al., 2007).

Значна частина авторів вважає зниження захисної функції імунної системи за відсутності регулярного активного моціону, інсоляції та відсутності належної коректуючої розчистки копитець однією з причин розвитку гнійно-некротичних процесів, обумовлених інфікуванням коковою мікрофлорою, що потребує належного лікування та покращення якості рогу копитець (Borisevich, 1996; Vardanjan, 1998).

Для покращення фізичних властивостей копитце-

вого рогу широко застосовують копитцеві ванни, зокрема міднокупоросні та формалінові (Luk'janovskij, 1997). Після застосування таких ванн в копитцевому розі зменшується інтенсивність стирання та підвищується теплопровідність. Після 20-хвилинної ванни з 10%-ним розчином формаліну і міді сульфату біофізичні показники копитцевого рогу наближається до оптимальних параметрів (Vardanjan, 1998).

Формалін володіє виразними дезинфікуючими та дублячими властивостями. Його молекули включаються в амінокислотні ланцюги кератину, утворюють нові молекулярні зв'язки у білковій молекулі, сприяють міцнішій фіксації її структури, ущільнюючи ріг і посилюючи захисні властивості рогової капсули (Luk'janovskij, 1997; Vardanjan, 1998).

Розчини мідного купоросу сприяють зміцненню рогу, володіють в'язучою і слабодезинфікуючою дією. Іони міді включаються в молекулу кератину, фіксують її структуру, що сприяє ущільненню рогу, попереджає проникненню вологи, профілактуючи розпушення та мацерацію (Borisevich, 1996; Luk'janovskij, 1997; Vardanjan, 1998).

З метою розробки єдиної методики ефективного використання ванн із розчином міді сульфату, В.А. Лук'яновський (1997) провів ряд дослідів, в результаті яких було встановлено, що концентрацію міді сульфату у ванні можна знизити до 5% без будь-якого зниження ефективності процедури. Більше того, виявлено, що із свіжевикористаного розчину міді сульфату для копитцевих ванн мікробіологічними дослідженнями не вдалося виділити ентеробактерії, сапрофітну і кокову мікрофлору, що свідчить про бактерицидні властивості цього розчину (Luk'janovskij, 1997).

Отже, створення оптимальних умов утримання худоби, згодовування кормів раціону, збалансованого за поживними і мінеральними речовинами, проведення своєчасної коректуючої розчистки копитець, забезпечення моціону та інсоляції, а також застосування копитцевих ванн сприяє покращенню якості копитцевого рогу, (нормалізації його біофізичних показників), тобто запобігає розвитку ортопедичних захворювань у тварин.

Висновки

1. Якість копитцевого рогу худоби визначається величиною окремих біофізичних параметрів (інтенсивність росту, стирання, міцність, твердість, щільність).
2. Якість копитцевого рогу змінюється залежно від впливу на нього окремих екзо- та ендогенних чинників (годовля, утримання, моціон, інсоляція, коректуюча розчистка).
3. Погіршення якості копитцевого рогу призводить до виникнення та розвитку ортопедичних захворювань.

Перспективи подальших досліджень. Дослідження будуть направлені на пошук нових методів зміцнення копитцевого рогу у худоби.

Бібліографічні посилання

- Bogdan, I.V., Bogdan, T.V. (1986). Rost i stiraemost' kopytcevogogo roga u korov. Veterinarija. 6, 85–87 (in Russian).
- Vardanjan, A.V. (1998). Profilaktika i lechenie zabolevanij kopytec u korov: Avtoref. diss... d-ra vet. nauk: 16.00.05. Erevan (in Russian).
- Borysevych, V.B. (1994). Veterynarna ortopediya i oftal'molohiya. K.: Urozhay (in Ukrainian).
- Borisevich, V.B. (1996). Veterinarnaja ortopedija (bolezni kopytec i kopyt). Kirovograd: Kirovogradgosizdat (in Russian).
- Izdeps'kyy, V., Kulynych, S., Kabluchka, A. (2008). Vplyv plisnevyykh hrybiv na kopyttsevyy rih velykoyi rohatoyi khudoby. Veterynarna medytsyna Ukrayiny. 1, 40–43 (in Ukrainian).
- Izdeps'kyy, V.Y., Kulynych, S.M., Kabluchka, A.P. (2012). Deyaki etiologichni faktory urazhen' kopyt u tvaryn. Visnyk Zhytomyrs'koho natsional'noho ahroekologichnoho universytetu. 1(32), 2, 43–47 (in Ukrainian).
- Izdeps'kyy, V., Kulynych, S., Hlushchenko, S. (2007). Deyaki pytannya patohenezu pododermatyti u koriv. Veterynarna medytsyna Ukrayiny. 4, 31–33 (in Ukrainian).
- Kalinihin, V.V. (1990). Sovershenstvovanie sistemy kormlenija i sodержanija molochnoho skota pri promyshlennoj tehnologii: Avtoref. diss... d-ra s.-h. nauk: 16.00.05. Moskva, 31 (in Russian).
- Kulynych, S.M. (2006). Vzayemozvyazok mizh parametramy utrymannya ta rokhvytkom hniyno-zapal'nykh protsesiv u kopyttsyakh koriv. Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahramoyi akademiyi. 4, 179–181 (in Ukrainian).
- Luk'janovskij, V.A. (1997). Biotehnologicheskie zakonomernosti vozniknovenija ortopedicheskikh boleznej u korov. Veterinarija. 10, 35–37 (in Russian).
- Luk'janovskij, V.A., Eremjan, S.A., Vardanjan, A.V. (1990). Biofizicheskie i biohimicheskie parametry kopytcevogogo roga korov. Veterinarija. 3, 52 – 53 (in Russian).
- Luk'janovskij, V.A. (1998). Vzaimosvjaz' pokazatelej krovi i kopytcevogogo roga u korov v razlichnye biologicheskie periody. Veterinarija. 10, 39 – 41 (in Russian).
- Luk'janovskij, V.A. (1998). Vlijanie uslovij sodержanija na temperaturu razlichnyh uchastkov tela i ortopedicheskiju patologiju u korov. Veterinarija. 11, 36–39 (in Russian).
- Luk'janovskij, V.A. (1997). Primenenie vann dlja obrabotki konechnostej krupnogo rogatogo skota. Veterinarija. 12, 13–16 (in Russian).
- Luk'janovskij, V.A. (1990). Tehnologija uhoda za kopytcami korov i netelej v kompleksah s razlichnoj sistemoy sodержanija. Veterinarija. 3, 52– 55 (in Russian).
- Al'berts, B., Brey, D., L'juis, D. (1994). Molekuljarnaja biologija kletki. M.: Mir (in Russian).
- Molokanov, V.A. (1991). Etiopatogenez zabolevanij kopytec u vysokoproduktivnyh korov. Problemy hirurgicheskoy patologii sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: Tez. dokl. Vsesojuz. nauch. konf. Belaja Cerkov, 69–70 (in Russian).
- Pan'ko, I.S., Stadnyk, P.O., Tykhonyuk, L.A. (1998). Urazhennya v dilyantsi pal'tsiv u vysokoproduktyvnykh koriv. Vet. medytsyna Ukrayiny. 11–12, 38– 39 (in Ukrainian).
- Jarygin, S.N. (1994). Stiraemost' kopytcevogogo roga v zavisimosti ot tverdosti pola. Veterinarija. 3, 19–20 (in Russian).
- Goldsmith, L.A. (1991). Physiology, Biochemistry and Molecular Biology of the skin. Oxford: Oxford University Press.
- Jenkins, B.J., Powell, B.C. (1994). Differential expression of genes encoding a cysteine-rich keratin family in the hair cuticle. J. Invest. Dermatol. 103, 310 – 311.
- Marshall, R.S., Orwin, D.E.G., Gillespie, J.M. (1991). Structure and biochemistry of mammalian hard keratin. Electron microsc. Rev. 4, 47–53.
- Prentice, D.E. (1983). Growth and wear rates of hoof horn in Ayrshire cattle. Rec. Vet. Sci. 14(4), 258–290.

Received 6.10.2017

Received in revised form 27.10.2017

Accepted 6.11.2017