



review article | UDC 636.18 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.26

FEATURES OF ANATOMICAL STRUCTURE AND PHYSIOLOGY OF DONKEY HOOVES

O. U. Sakharova

ORCID  [0000-0002-7754-989X](https://orcid.org/0000-0002-7754-989X)

Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
e-mail: olena.sakharova@pdaa.edu.ua

How to Cite

Sakharova, O. U. (2021). Features of anatomical structure and physiology of donkey hooves. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 210–223. doi: 10.31210/visnyk2021.03.26

There is almost no information in the Ukrainian literature on the anatomical and physiological features of donkey hooves, their differences from horses' hooves, methods of trimming and the development of hoof pathologies. Due to the popularization of donkey keeping not only as a farm animal, but also as a pet, foreign scientists have increased interest in donkeys including their hooves. The review of foreign papers has shown that all structural elements of donkey hooves have anatomical and physiological differences from horses' hooves. Among such differences, there are the following: frontal shape of the hoof, the shape of the supporting hoof surface, other measurements of the hoof angles, the size and position of the hoof bones, large developed turgid hoof parts, different ratio of hoof structures and others. Therefore, the hooves of donkeys require different methods of hoof care. Donkeys, unlike horses, are able to hide the existing hoof problems for a long time, and clinical signs appear when the condition of hooves is too complicated, and treatment and rehabilitation will be long and expensive. In this review, the differences between the main ratios in the anatomical structures of donkey hooves and horse hooves were generalized. This knowledge will help to do the correct cleaning of donkey hooves. An important feature of donkeys is the different functioning of the hoof mechanism, which will work properly only at the correct anatomical structure of donkeys hooves. The histological structure of donkey hooves also has its own peculiarities. All the data presented in this article should be taken into account in the routine care of donkey hooves and in the treatment and rehabilitation of their pathologies. Therefore, owners and veterinary doctors dealing with donkeys need to know for sure what normal donkey hooves are to be like and how they differ from horse hooves.

Key words: donkey, horse, hoof (hooves), anatomy, physiology

ОСОБЛИВОСТІ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ ТА ФІЗІОЛОГІЇ КОПИТ ВІСЛЮКІВ

O. Ю. Сахарова

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У вітчизняних літературних джерелах на сьогодні практично відсутня інформація щодо анатомічних та фізіологічних особливостей копит віслюків, їхніх відмінностей від копит коней, методів розчистки та перебігу патологічних процесів у ділянці копита. Через популяризацію утримання віслюка не тільки як сільськогосподарської тварини, а і як домашнього улюбленця, у зарубіжних науковців зріс інтерес до цих тварин, а оскільки вони також потребують догляду, то й до особливостей анатомії й фізіології, зокрема копит віслюків. Огляд зарубіжних літературних даних показав, що всі структурні елементи копита віслюків мають анатомічні та фізіологічні відмінності від копит у коней. Серед таких відмінностей варто відмітити: фронтальна форма копита, форма опорної поверхні копита, інші проміри кутів копита, розмір та положення кісток копита, великі розвинені пружні частини копита, інше співвідношення розмірів структур копита та багато

іншого. Зважаючи на особливості в анатомічній будові копита при розчистці віслюків спеціаліст повинен відходити від наявних класичних методів, які застосовуються для розчистки в коней та досконало володіти технікою розчистки саме у віслюків. Віслюки на відміну від коней здатні тривалий час «приховувати» існуючі проблеми з копитами, а клінічні ознаки з'являються вже коли стан копита надто складний, а лікування та реабілітація будуть тривалими та економічно місткими. А отже, власникам та ветеринарам, що мають справу з віслюками, необхідно напевно знати, яким має бути копито віслюка в нормі та чим воно відрізняється від копита коня. Цей огляд має на меті пояснити щодо наявних відмінностей в анатомічній будові копит віслюків та коней. Проведений аналіз є надзвичайно корисний та має як теоретичне, так й практичне значення, адже дає змогу лікарям ветеринарної медицини та спеціалістам, які проводять розчистку копит у тварин здійснювати цю маніпуляцію максимально правильно, що сприятиме кращому догляду за кінцівками віслюків, а отже, й за твариною загалом.

Ключові слова: віслюк, кінь, копито, анатомія, фізіологія.

Особливості перебігу незаразних хвороб у віслюків, на відміну від коней, недостатньо висвітлені у вітчизняній літературі. Досить довго віслюків прирівнювали до коней, але світова ветеринарна спільнота переконана, що в цих видів однокопитних більше різного, ніж спільного.

Віслюки, *Equus Asinus*, відомі своєю працьовитістю, невибагливістю та витривалістю, здатністю адаптуватися до різноманітних, навіть екстремальних, умов існування [4, 8, 10, 11]. Але все ж таки ці тварини мають свої слабкі сторони. Однією з таких сторін є патологія копит. Як всі копитні тварини, стан здоров'я віслюків значною мірою залежить від здатності багато пересуватися, і тому стан копит віслюків відіграє вирішальну роль у самопочутті тварини та її працездатності [20–22, 29, 34, 37].

Утримання віслюків у приватних господарствах набирає все більшої популярності не тільки у південних регіонах України, де засушливий клімат та умови утримання є кращими для існування свійського віслюка, а й по всій території країни. Відсутність інформації про анатомічну будову та фізіологію копита віслюка переважно відіграє вирішальну роль у розвитку значної кількості патологій копит, що призводить до втрати здоров'я та працездатності віслюка на тривалий час [3, 5, 37, 40]. Відсутність регулярної правильної розчистки копит віслюків або розчистка їхніх копит за принципами традиційної розчистки коней має глобальний характер та призводить до необхідності тривалого лікування та реабілітації віслюків із набутими таким чином патологіями копит [1, 6, 18].

Унікальність будови копита віслюка робить його невразливим до поширених серед коней хвороб копит [25, 29, 30, 32]. Але водночас для копит віслюків серйозну загрозу становлять такі фактори, які в коней рідко призводять до патології копит [3, 5, 18].

Велику роль у розвитку патології копит віслюків становлять умови утримання та годівлі [8, 25, 26, 32]. Частіше за все віслюки живуть у господарстві за тими ж нормами, що й коні, і це є вкрай неправильним методом утримання, що несе загрозу здоров'ю тварини. Тому розповсюдження знань щодо анатомічних та фізіологічних відмінностей копит віслюка від конячих є необхідною для власників віслюків, обслуговуючого персоналу та ветеринарних спеціалістів, що мають до них відношення [40, 43].

У сучасній вітчизняній ветеринарній, сільськогосподарській та іншій літературі відсутні дані щодо копит віслюків. Діаметральна протилежність стосується копит коней, які всебічно вивчаються, а інформація висвітлюється у наукових виданнях та ветеринарних підручниках. Звичайно, така тенденція спостерігається завдяки популяризації утримання коней не як сільськогосподарських тварин, оскільки науково-технічний прогрес успішно витіснив копитного помічника господарю механізованою технікою. Наразі утримання та розведення коней широко розповсюджене у спортивно-розважальній сфері, тобто для спортивних змагань, дозвілля, хобі, туризму. Віслюк залишається невід'ємним помічником там, де його замінити практично неможливо. До того ж популярним стає утримання віслюка як домашнього улюбленця, оскільки його менші розміри та невибагливість є важливим позитивним моментом [17, 43]. Тому відчувається суттєва необхідність приділити увагу такому важливому компоненту утримання віслюка як правильний догляд за станом копит, що неможливо без сучасних знань про особливості анатомічної будови та фізіології копит віслюків. А оскільки найчастіше віслюків утримують господарі, що мали досвід утримання коней, або ветеринарні лікарі та копитні тримери та ковалі, що обслуговують коней, то необхідно чітко зазначити всі відмінності в анатомії та фізіології копит віслюків від копит коней, щоб попередити, правильно діагностувати та лікувати їхні патології [6, 8].

У радянські часи віслюк завдяки своїй витривалості, стійкій психіці та працьовитому норову широко використовувався як важливий обслуговуючий компонент війни, у шахтах, на будівництвах, при транспортуванні речей у походах та подорожах [20, 21, 25]. Також віслюків використовували для отримання мулів – тварин, що увібрали кращі якості коней та віслюків. Але проведене вивчення радянської літератури щодо утримання та розведення віслюків показало відсутність інформації щодо копит віслюків або її значне розходження із сучасними зарубіжними даними [4, 11, 20, 21].

Наприклад, відомий радянський дослідник і вчений І. І. Лакоза відмічав, що копита у віслюків мають вузьку невелику стрілку [20, 21]. Спираючись на сучасні зарубіжні наукові дослідження, можна сказати, що це твердження помилкове [1, 3, 5, 8, 11, 23, 29, 33, 36]. Але у своїх літературних працях І. І. Лакоза також звертав увагу на те, що копита віслюків часто мають значні зміни форми в результаті неправильної розчистки та кування [20]. Це свідчить про те, що тоді правдивої інформації про нормальні копита віслюків не було, і ветлікарі та ковалі, відносячись до віслюка так само як і до коня, завдавали шкоди їхньому здоров'ю та працездатності [1, 5, 23, 43]. На жаль, нині в нашій країні та в багатьох інших державах щодо копит віслюків така ж ситуація. Тому, щоб змінити ставлення до цих трудолюбивих тварин, необхідно детально висвітити вже відомі факти щодо анатомії та фізіології копит віслюків.

На розвиток копита значною мірою впливала еволюція тварин та вплив людського фактору [37, 40, 42].

«Стопа» однокопитних – це, по суті, тільки один палець, середній із початково п'яти пальців стародавнього предка роду *Equus*. Протягом приблизно 60-ти мільйонів років зі зміною клімату в місцях проживання первісних конячих бокові пальці поступово дегенерували [15, 19, 36]. Колишній житель болотистих лісів, який був оснащений широко розставленими пальцями, щоб не ув'язнути у трясині, перетворився на степову тварину. Нові місця існування переважно мали тверді ґрунти, які швидше за все можна було подолати за допомогою незначної площі дотику [22]. Отже, для швидкої тварини, що рятується втечею та долає щодня великі відстані, ідеальною поверхнею «стопи» став лише один, середній, палець [35].

На відміну від коней, віслюки еволюціонували, щоб вижити у суворому сухому середовищі, звідки вони і походять [6, 34]. Тому копита віслюків значною мірою відрізняються від копит коней. Суха кам'яниста місцевість напівзасушливого клімату є ідеальною для віслюка, і в результаті його копита придбали низку пристосувань, щоб набагато ефективніше функціонувати на твердій поверхні із нестачею вологи, ніж його двоюрідний брат, кінь [41]. Тому копита віслюка тривалий час залишаються гнучкими, на них не з'являються тріщини, розколювання та заломи, а суглоби та сухожилково-з'язковий апарат кінцівок захищений від сильної вібрації та струсу при пересуванні по твердій поверхні [26, 29, 30].

Усі копитні тварини в дикому середовищі намагаються якнайдовше приховувати свої вади та травми, оскільки, наприклад, кульгаючу тварину швидко помітять хижаки [29]. На відміну від коня з більш чутливим та ніжним організмом віслюки менш чутливі до болю та мають просто колосальну витривалість та працездатність. Така особливість віслюка призвела до значного поширення серед цих тварин спадкових вад поставу кінцівок, що погіршується часто незбалансованим раціоном, розвитком рахіту при часто недостатньому вигулі тварини [3, 10, 34]. Але, незважаючи на це, на диво переважна більшість віслюків з такими вадами здатна довго зберігати працездатність, часто проявляючи проблеми з копитами лише коли вже стає занадто пізно, і лікування та реабілітація вимагають великих затрат та тривають досить довго [3, 34].

Нестача ферм з цілеспрямованого вирощування та розведення віслюків також негативно відображається на створенні поголів'я віслюків зі здоровими правильними копитами та хорошим екстер'єром. Порід віслюків дуже мало, тоді як порід коней дуже багато по всьому світі, існують державні та приватні конезаводи та племрепродуктори, у яких ретельно відбирають до розмноження коней без спадкового браку. З іншої сторони, підвищений інтерес людини до коня та створення покращених умов утримання знижує здатність коня та робить його малопридатним для життя в природних умовах, тоді як віслюків відбирали для роботи, зважаючи на високу працездатність та виживання у складних умовах при мінімальному догляді та скудному харчуванні, вибравуючи лише за норавливий характер [37, 40].

Справедливо кажучи, тривалий час існували хибні норми і параметри розчистки копит не тільки віслюків, а й коней, адже дуже довго коней поголовно кували, оскільки це було необхідно для щоденної роботи по твердих поверхнях [15, 35]. Знання норм здорового некованого копита було не

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

актуальним, а розчистка копита під підкову стала стандартом. Зараз ковка коней втратила свою затребуваність. До того ж доведено негативний вплив підкови не тільки на копито, а й на весь опорно-руховий апарат коня [24]. Тому для визначення параметрів здорового копита зарубіжні вчені широко досліджували копита здичавілих коней, які ніколи не кувались та не розчищались [36]. Таким чином було визначено, якими біометричними характеристиками повинно володіти здорове копито коня. З'явилися натуральні методики розчистки коней. А оскільки здоров'я копита прямо залежить від кількості і якості руху тварини, то також стали затребуваними натуральні методи утримання коней, що забезпечують активний рух коня по різних типах ґрунту, а отже, і підтримують правильний розвиток і функціонування копита [5, 29].

Розповсюдження патологій копит віслуків призвело до необхідності детального вивчення характеристик копит диких віслуків у їхніх природних умовах існування та свійських віслуків відповідно до умов утримання. На основі цих досліджень було виявлено основні анатомічні, фізіологічні та гістологічні відмінності копит віслуків та коней [29, 36]. Для більшої доступності інформації зібрані дані було систематизовано та подано у вигляді порівняльної таблиці. Для максимально правильного розуміння деякі дані було подано у вигляді порівняльного співвідношення одних промірів копита до інших. Різниця в рості та масі тіла коня та віслука повинна бути врахована, і тому критерії відношення промірів будуть сприйматися більш достовірно. Зважаючи на те, що ветлікарі, копитні тримери та ковалі при обробці копит покладаються більш на окомірну оцінку, ніж на вимірвальні прилади, то для них порівняльні співвідношення одних параметрів копита до інших будуть мати промислову актуальність (табл. 1).

1. Відмінності копита коня та віслука

Критерій		Коні		Віслуки	
		передні копита	задні копита	передні копита	задні копита
Форма	копита	конічна		циліндрична	
	опорної поверхні	округла	округла, загострена в ділянці зачепу	U-подібна	
Залежність розміру копита від статі тварини		відсутня		копита самців більші за копита самок при однаковій висоті в холці	
Кут нахилу (°)	вінчика	30		30	
	копитної стінки	46-50	51-54	54-64	
	копитних п'яток	45-49	42-46	45-58	
Окружність вінчика		однакова		більша	менша
Ширина копита		однакова		більша	менша
Довжина п'ятки/довжина стінки копита		0,38	0,34	0,4	0,36
Окружність вінчика/окружність копита		0,86		0,91	
Довжина стрілки/довжина копита		0,63		0,58	
Ширина стрілки/ширина копита		0,49	0,64	0,87	0,91
Ділянка п'яткових цибулин(ніжок стрілки)		відсутня		присутня	
Перехват (талія) копита		відсутня		присутня	
Довжина заворотних кутів/довжина копита		0,13		0,26	
Ширина копитної стінки		звужується в сторону п'яток		однакова по всьому периметру копита	
Ширина копитної стінки/ширини копита		0,07		0,1	
Висота схилу подошви(см)		1,5-2		1,5-2	

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Продовження табл. 1

Критерій	Коні		Віслюки	
	передні копита	задні копита	передні копита	задні копита
Висота схилю підшви/довжина копитної стінки	0,17		0,23	
Ширина білої лінії (мм)	3		3,98	
Положення копитної кістки	посередині копитного черевика		посередині передньої половини копитного черевика	
Довжина копитної кістки/ довжина копита	0,58		0,26	
Висота розгинального відростка копитної кістки	досягає верхньої межі копитного черевика		нижче верхньої межі копитного черевика	
Положення човникової кістки	дистально копитної кістки, плантарно вінцевої кістки		дорсально копитної кістки, дистально вінцевої кістки	
Ширина човникової кістки/ довжина дорсальної поверхні копитної кістки	0,25		0,58	
Кут човникового блоку	гостріший		тупіший	
Стрілка копита	тісно пов'язана з іншими структурами копита		більш окремо від інших структур копита	
Висота бокового хряща копита (см)	1–2,5		1–2,5	
З'єднання бокового хряща з копитною кісткою	в ділянці бокових відростків копитної кістки		по всій боковій поверхні копитної кістки	
Мікроскопічна структура рогових трубочок стінки копита	вужчі, однорідно розташовані в чотиризонній структурній схемі		ширші, розташовані в тризонній структурній схемі, середня щільність менша	
Гнучкість копитної стінки при відростанні	жорстка, заламується		пружна, деформується	
Центр маси тіла при опертій кінцівці	верхівка стрілки		середина стрілки	
Копитний механізм	один структурний циліндр посередині копита		два структурних циліндри – передній і задній	
При кроці першою торкається поверхні	п'ятка копитної стінки та основа стрілки		основа стрілки	
Маса тіла/площа копита (кг/см ²)	4,71±0,47		3,35±0,46	
Вісь пальця	пряма		ламана	пряма

Джерело: власні дослідження.

Практично всі структури копита віслюка відрізняються своєю формою, положенням та розміром (рис. 1 та 2).

Фронтальна форма копита віслюків має вигляд циліндра. В коней копита більш конічні. Відношення довжини окружності вінчика до довжини периметру копита з опорної поверхні у віслюка складає 0,91, тоді як у коней цей показник 0,86. Цей показник впливає на здатність копита розширюватись при спіранні кінцівки в коней більше, ніж у віслюка. А отже і копитний механізм цих тварин функціонує неоднаково (рис. 3) [1, 10, 20].

Форма опорної поверхні копит віслюка і коня має значні відмінності. По-перше, передні і задні копита коней відрізняються за формою, тоді як копита передніх і задніх кінцівок віслюків мають однакову форму. Передні копита коней округлі, задні – звужені в ділянці зачепу. Копита віслюків мають видовжену, U-подібну форму (рис. 4) [10, 29, 41].

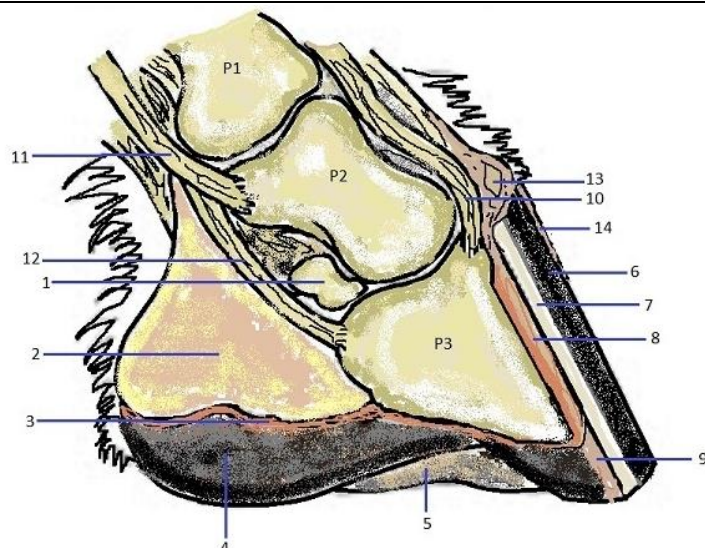


Рис. 1. Сагітальний розріз копита віслюка.

Позначення: P1 – перша фаланга пальця / путова кістка; P2 – друга фаланга пальця / вінцева кістка; P3 – третя фаланга пальця / копитна кістка; 1 – човникова кістка; 2 – пальцевий м'якуш, 3 – основа шкіри підошви / коріум підошви; 4 – рогова стрілка; 5 – копитна підошва; 6 – пігментований шар стінки копита; 7 – не пігментований шар стінки копита; 8 – листочковий / ламінарний шар копитної стінки; 9 – біла лінія; 10 – сухожилок загального пальцевого розгинача; 11 – пряма зв'язка сезамоподібних кісток; 12 – сухожилок глибокого пальцевого згинача; 13 – підшкірний шар вінчика; 14 – рогова кайма / глазурь.

Джерело: власні дослідження.

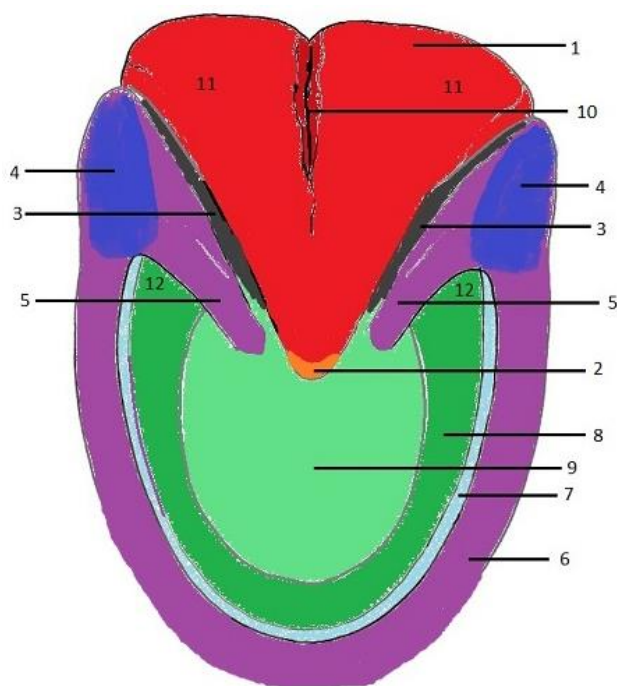


Рис. 2. Копито віслюка зі сторони опорної поверхні.

Позначення: 1 – стрілка; 2 – верхівка стрілки; 3 – бокові борозни; 4 – п'ятки; 5 – заворотні стінки; 6 – стінка копита; 7 – біла лінія; 8 – підошва копита; 9 – схил підошви (увігнута частина підошви); 10 – серединна борозна стрілки; 11 – п'яткові цибулини (ніжки стрілки); 12 – заворотні кути підошви.

Джерело: власні дослідження.

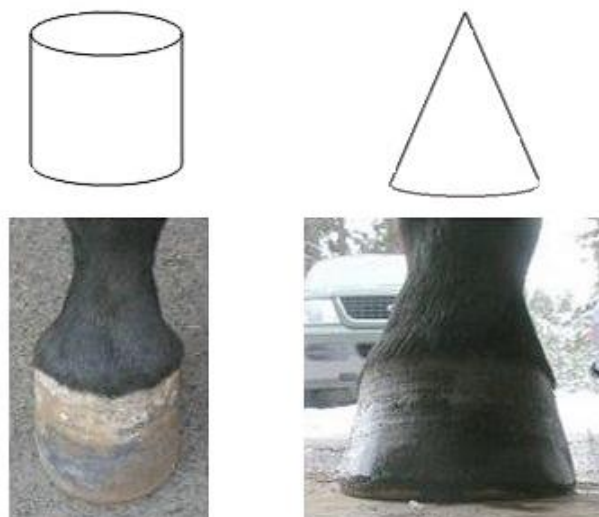


Рис. 3. Фронтальна форма копита віслюка (зліва) та коня (справа)
Джерело: [10].



Рис. 4. Форма опорної поверхні копита віслюка (зліва) та коня (справа)
Джерело: [17, 40].

Цікавою є залежність у віслюка **розміру копита від статі**. Копита самців помітно більші за копита самок по відношенню до ваги тварини. В коней розмір копита залежить не від статі тварини, а більше від породи та екстер'єрних індивідуальних особливостей. Також відомий факт негативного впливу кування коней у молодому віці, що перешкоджає нормальному розвитку і росту копита коня [25].

Варто відмітити, що на копиті віслюка розрізняють додаткову ділянку копита. Якщо в коней копито прийнято умовно поділяти на праву і ліву ділянки п'яток, праву і ліву бокові ділянки (чверті) та ділянку зачепу, то у віслюків з каудальної сторони є **ділянка п'яткових цибулин**, або **ніжок/основи стрілки**. Тобто стрілка здорового копита віслюка виступає далеко позаду п'яток копита, та розходить в боки майже на всю ширину копита, утворюючи окрему ділянку копита (рис. 5) [11, 29].

Згідно з проведеними дослідженнями було встановлено у віслюків меншу **окружність вінчика** задніх копит, а також меншу ширину заднього копита, що не спостерігається у коней [3, 11, 38].

Вимірювання **кутів копита** завжди викликало цікавість, оскільки вони мають важливе значення для забезпечення оптимальної біомеханіки всього опорно-рухового апарату тварини (рис. 6) [24, 36, 38]. Тривалий час вважали ідеальним **кутом нахилу копитної стінки** передньої кінцівки у коня 46°, задньої – 54° [2, 15, 16, 19, 22, 31].

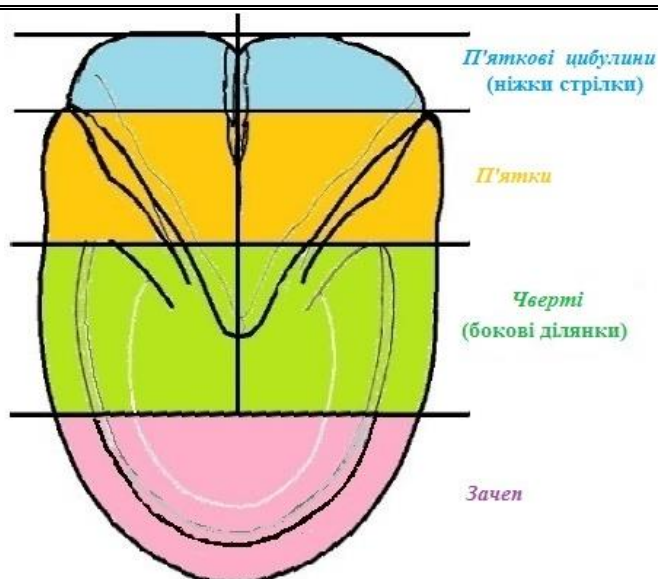


Рис. 5. Ділянки копита віслюка

Джерело: власні дослідження.

Дослідження німецької вченої Хільтруд Штрассер копит здичавілих коней – мустангів у Північній Америці показали, що паралельна землі копитна кістка переднього копита завжди має нахил 45° , а задньої – 55° [36]. Відповідно копитна стінка повторює кут нахилу копитної кістки [35]. Але вимірювання кута нахилу копитної стінки в різних порід показало варіацію фізично здорових копит з показниками $46\text{--}50^\circ$ та $51\text{--}54^\circ$ для передніх та задніх копит [19, 24, 36, 387]. Відповідно до даних літературних трудів за радянські часи копита віслюків «крутіші» за копита коней [2, 22]. Більш сучасні дослідження копит віслюків західних учених стверджують, що копита віслюків на 10° крутіші за копита коней, тобто мають 56° та 64° [10, 40]. Тепер, коли проблема патології копит віслюків набула актуальності, прийнято вважати нормальний кут нахилу копитної стінки у віслюків у діапазоні $54\text{--}64$ [3, 5, 29, 38]. При чому, якщо в коней кут нахилу копитної стінки передніх копит гостріший за задні, то у віслюків у нормі може бути як гостріший передні копита за задні, так і навпаки, що не впливає на працездатність тварини та стан опорно-рухового апарату [5, 10, 28, 38].

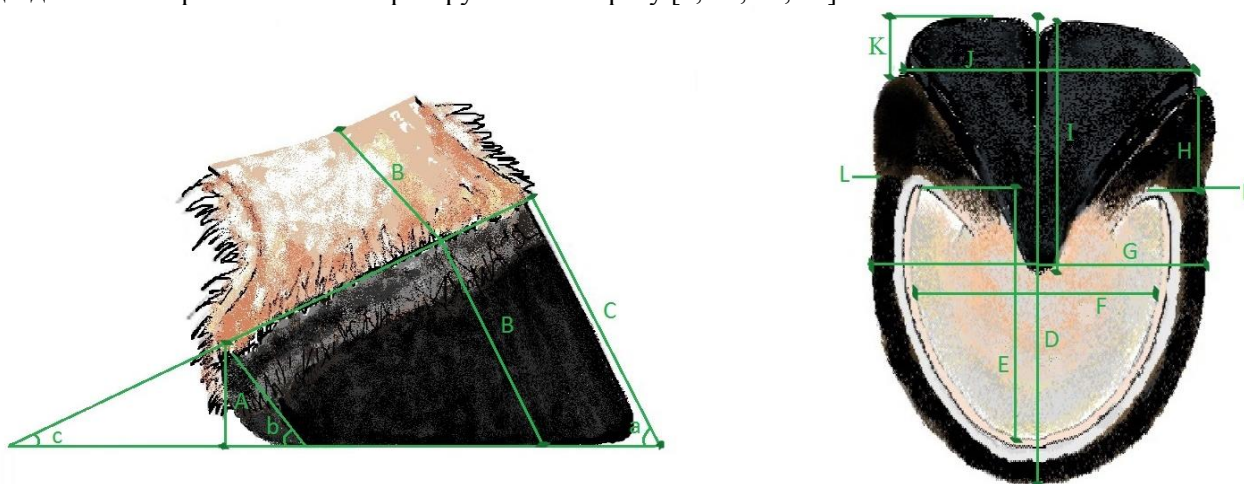


Рис. 6. Кутти нахилу та проміри копита віслюка

a – кут нахилу копитної стінки; b – кут нахилу п'яток; c – кут нахилу лінії вінчика; A – висота п'яток; B – вісь пальця; C – довжина зачепу; D – довжина опорної поверхні копита; E – довжина підосви; F – ширина підосви; G – ширина опорної поверхні копита; H – довжина заворотних кутів стінки копита; I – довжина стрілки; J – ширина стрілки; K – довжина ділянки п'яткових цибулин;

L – «талія» або перехват (waist) копита віслюка.

Джерело: власні дослідження.

І все ж кут нахилу копитної стінки, як виявилось, не точно відображає положення копитної кістки у копитній капсулі. Тому не доцільно кожне копито підганяти під застарілі прописані норми. Ці дані варіюють від породи та індивідуальних особливостей [19, 28, 36, 42].

Головним критерієм при розчистці копит вважається положення копитної кістки. Нижня поверхня копитної кістки повинна бути паралельна землі. Тільки так вага тварина буде розподілятися правильно, а копитний механізм буде злагоджено працювати [1, 15, 16, 24, 27]. Найкращим методом визначення положення копитної кістки в копитній капсулі є рентген. Але для великих тварин цей засіб діагностики не завжди доступний. Дослідження інших біометричних параметрів копита свідчать, що найпоказовішою ознакою правильного положення копитної кістки в копитній капсулі є *кут нахилу лінії вінчика*, який у здорових копитах як передніх кінцівок, так задніх кінцівок і коня, і віслюка становить 30°. При чому лінія вінчика має бути прямою, без вигинів (рис. 6) [24, 27, 36, 42].

Кут нахилу копитних п'яток віслюків у нормальних копитах завжди гостріший за кут нахилу копитної стінки, оскільки у віслюка є ділянка п'яткових цибулин, що виступає позаду п'яток копит, є несучою поверхнею і під час постійного навантаження механічно впливає на напрям росту копитної стінки в ділянці копитних п'яток (рис. 6). У коней кут нахилу копитних п'яток передніх кінцівок переважно однаковий з кутом нахилу копитної стінки, а на задніх кінцівках – гостріший [1, 3, 10].

У співвідношенні довжини копитної стінки в ділянці п'яток до довжини копитної стінки в ділянці зачепу теж простежується значна відмінність копит віслюків від копит коней. Як зазначалося вище, при однаковому куті нахилу вінчика у цих тварин у нормі копитні п'ятки віслюків довші у співвідношенні до довжини копитної стінки в ділянці зачепу. Це можна пояснити значним розвитком копитних м'якушів, що знаходяться в каудальній частині копита у віслюків (рис. 6) [38, 41].

Ширина копита у коней на передніх і задніх кінцівках однакова, а у віслюків на задніх кінцівках дещо менша. Тут простежується зв'язок із округлістю вінчика [11, 23, 38].

Поняття, яким має бути розмір стрілки здорового копита, за останні 30 років значно змінилося. В більш давніх ветеринарних та іпологічних літературних джерелах копитна стрілка в нормі зазначалася вузькою і заглибленою в копитній капсулі. Тобто розчистка копита була спрямована на те, щоб копитна стрілка не торкалася підлоги при опертій кінцівці. Це знов таки пояснюється розчисткою копита під кування [2, 15, 19, 22, 35]. Копита віслюків по опису тих самих літературних видань мали ще вужчу та «нерозвинену» стрілку, ніж у коней. На основі цього можна зробити висновок, що копита віслюків розчищали так само, як і коней під кування, але не кували. Рогова стрілка максимально зрізалася, тим самим копита віслюків були позбавлені однієї зі своїх головних особливостей копитної будови [4, 20, 21, 25].

Згідно з новітнім вивченням копит спочатку диких та здичавілих однокопитних, а потім і домашніх, умови життя яких за методом утримання відкритих та активних стаєнь, коли тварини мають цілодобовий вигул по різних типах ґрунту, виконують легку та помірну роботу, мають збалансований раціон та вільний доступ до води з можливістю змочити копита під час водопою, пружні частини копита повинні мати здоровий розвиток та розмір [29, 33, 36, 41].

Крім рогової стрілки до пружних частин копита відносять пальцевий м'якуш (м'ясна стрілка) та бокові хрящі [2, 31]. Після народження дитинча віслюка або коня починає активно рухатись, копитна стрілка масується і завдяки цьому розвиваються і ростуть пальцевий м'якуш та бокові хрящі. Якщо тварина позбавлена можливості довго і активно рухатися по різних типах ґрунту, а поставлена на стійловий режим на м'якій підстилці, пружні частини копита не розвиваються, копитні п'ятки звужуються і розвивається контрактура копита, вилікувати яку дуже складно. Ріст і розвиток пружних частин копита можливий і у зрілому віці тварини, але в цьому випадку цей процес повільніший і ускладнений багатьма факторами [29, 33, 36].

Отже, рогова стрілка здорового копита повинна бути розвинена, її основа має бути на рівні п'яток, а починаючи із середини до верхівки сходити до рівня підошви утворюючи схил копита. У коней *ширина копитної стрілки* задніх кінцівок більша, ніж на передніх. У віслюків це порівняння дещо згладжене, тобто на задніх кінцівках основа стрілки дещо ширша, але у співвідношенні до ширини копита цей показник не дуже відрізняється [1, 7]. Суттєвими відмінностями стрілки копит у віслюків від коней є її ширина майже в рівень ширини копита і, звичайно, положення: її основа знаходиться каудально п'яток копита, утворюючи ділянку «п'яткових цибулин», що має велике функціональне значення в унікальності копитного механізму віслюків (рис. 6) [10, 40].

Значний розвиток пружних частин копита віслюків зумовлений їхнім природним пристосуванням до засушливих та напівзасушливих умов існування в пустельній та гірській місцевості [6, 12]. Великі

розвинені *бокові хрящі* у віслюка з'єднуються з майже всіма боковими поверхнями копитної кістки, тоді як у коня бокові хрящі з'єднуються лише з боковими відростками копитної кістки [15, 29, 42]. У здоровому розвиненому копиті віслюка бокові хрящі виступають за верхню межу копитної капсули на 1–2,5 см, так само як і в коня, але у відношенні до розміру тварини цей показник у віслюка майже на дві третини перевищує аналогічний у коня [1, 33].

Також важливою відмінністю *стрілки копита* віслюка є те, що вона менш тісно пов'язана з іншими структурами копита та функціонує більш як окремий орган [7, 10].

Розмір кісток копита у віслюка у співвідношенні до інших кісток скелету та розміру копита значно менший, ніж у коня. Якщо у коня *довжина копитної кістки* дещо більше половини довжини копита, то у віслюка довжина копитної кістки складає 26 % довжини копита, тобто лише чверть. Важливою відмінністю копит віслюків також є *положення копитної кістки в копитній капсулі* [11, 18, 29]. Якщо в коней копитна кістка розташована посередині копитної капсули, то у віслюків вона знаходиться посередині передньої половини копита. Зі сторони опорної поверхні площа підошви фактично є проєкцією копитної кістки. Нижня частина копитної кістки віслюка має більш увігнуту форму, ніж у коня (рис. 7) [10, 24].



Рис. 7. Розміри та положення копитної кістки віслюка (зліва) та коня (справа).
Джерело: [10].

Остистий(розгинальний) відросток копитної кістки у віслюка не доходить до верхньої межі копитної капсули [10, 40]. У коня він у нормі досягає верхнього рівня копитної капсули [19]. Ця особливість пояснюється меншим розміром копитної кістки та краніальним положенням у копитній капсулі.

Дослідження, проведені на віслюках Єгипту, підтвердили, що для віслюків природньою особливістю є ламана *вісь пальця* на передніх кінцівках. (рис. 6) [23]. Ця умовна лінія, що проведена через паралелі кісток пальця від путового суглоба до зачепу копита, в коней у нормі пряма [24]. У віслюків на передніх копитах ця лінія заломлена в ділянці вінцевого або копитного суглобу вниз до поверхні, повторюючи кут нахилу копита. Вирівнюючи цю лінію по нормам розчистки коней, віслюкам завдають шкоди, від надмірного розтягнення сухожилків та зв'язок вони відчувають дискомфорт і біль та втрачають працездатність [32, 38].

Ламана вісь пальця у віслюка зумовлює *особливість алюрів* віслюка, що є плавними та граційними порівняно з конем. Крутіший кут нахилу копита зменшує винос ноги, і тому віслюк робить більше кроків на однакову відстань порівняно з конем однакового росту і ваги з віслюком. Плавна хода віслюка також є пристосувальною властивістю до пересування по жорстких каменистих поверхнях, оскільки так копито стирається повільніше. Також хода віслюка значною мірою амортизує та розсіює навантаження від удару копита об поверхню [3, 37, 38].

Схил підошви копита відіграє важливу роль у копитному механізмі. Найбільша увігнутість знаходиться в ділянці верхівки стрілки і складає як у коней, так і у віслюків 1,5–2 см [1, 5, 9, 3].

У *співвідношенні до довжини копитної стінки* цей показник вище у віслюків. Тому копита віслюків мають форму «стаканчика». Ця пристосувальна властивість додає ще більше захисту внутрішніх структур копита при русі на нерівних кам'янистих поверхнях. Регенерує підшва копита віслюка швидше, ніж у коня, що зумовлено необхідністю постійного відновлення зовнішнього захисного шару копита, який багато контактує з поверхнею [5, 29, 33].

Як зазначалося вище, кістки копита у віслюків менші у співвідношенні до інших кісток скелету та розміру копита. Це стосується всіх кісток копита крім човникової. У віслюка вона більше за інші кістки. У *співвідношенні до довжини дорсальної поверхні копитної кістки ширина човникової кістки* складає трохи більше половини, тоді як у коня цей показник складає чверть [10, 29, 38].

Крім розміру човникової кістки відмінність між двома однокопитними є її положення. У коней *положення човникової кістки* дистально копитної кістки та плантарно вінцевої. У віслюків човникова кістка знаходиться дорсально копитної кістки та дистально вінцевої кістки [7, 19, 28]. Таке положення можна пояснити наявністю в копитній капсулі значно більшого, ніж у коней розвиненого пальцевого м'якуша, що займає задню половину копита (рис. 8). Завдяки такому положенню човникової кістки сухожилок глибокого пальцевого розгинача, що разом із човниковою кісткою утворює човниковий блок, лежить під набагато тупішим кутом, ніж у коня. Отже, навантаження на цю структуру в декілька разів менше, ніж у коня. І завдяки великій захисній подушці пальцевого м'якуша та боковим хрящам, човниковий блок має амортизуючу підтримку з усіх боків. Тому навіть при різких, екстремальних рухах по нерівній місцевості човникової блок у віслюка не ушкоджується. Віслюки ніколи не хворіють на навікулярний синдром (подотрохлеїт), що доволі часто трапляється в коней [36, 41].



Рис. 8. Сагітальний розріз пальця віслюка (зліва) та коня (справа).

Джерело: [10].

Біла лінія – структура копита, що з'єднує копитну стінку та підшву, продукується коріумом (ламіною, основою шкіри) копитної стінки. У віслюків *ширина білої лінії* складає 3,98 мм, у коней 3 мм. У співвідношенні до розміру копита цей показник значно вищий у віслюка [1, 3, 38]. Це набуває значення для виживання в засушливому кліматі, оскільки біла лінія здатна вбирати вологу краще за копитну стінку і підшву, вона більш гнучка, амортизує навантаження при русі по нерівних поверхнях [6, 13, 16, 26].

Копитна стінка зі сторони опертої поверхні у віслюків однакової ширини по всьому периметру копита. У коней вона широка в ділянці зачепу і звужується по направленні до п'яток копита [28, 31]. В ділянці п'яток копитна стінка у віслюків утворює великі заворотні кути. *Відношення довжини заворотних кутів до довжини копита* у віслюків вдвічі більше, ніж у коней [38]. *Відношення ширини копитної стінки до ширини копита* у віслюків порівняно з кіньми теж помітно ширше. Ці критерії відіграють важливу роль у розумінні розподілу ваги тварини на площу опертої кінцівки. (Рис. 6) Незважаючи на невеликий розмір копита віслюка у співвідношенні до розміру тварини, на 1 см² площі копита в них приходить 3,35±0,46 кг, тоді як у коней 4,71±0,47 кг [1, 5, 40]. Тобто у віслюків при добре розвинених та правильно розчищених копитах навантаження на структури копита відчутно менші, ніж у коней, що відіграє велику роль при виживанні на твердих кам'янистих поверхнях [9, 38].

Функціонування копита як складного органу забезпечується *копитним механізмом*. Як відомо, в коня копитний механізм можна зобразити у вигляді структурного циліндра, який у різних ділянках копита розширюється та звужується при дії навантаження під час руху [9, 18, 32]. Детальне вивчення вимірювання деформації копита віслюка під час навантаження встановило, що в основі функціонування механізму копита лежать два структурних циліндра, розташованих один за одним [10, 41]. Першим працює задній, оскільки у віслюків першими поверхні торкаються п'яткові цибулини, тобто рогова стрілка, над нею розташовані пальцевий м'якуш та бокові хрящі. Як зазначалося вище, рогова стрілка у віслюка менш тісно пов'язана з іншими структурами копита. Вона розширюється в сторони та звужується зверху вниз. Те ж саме відбувається з іншими пружними структурами копита. Далі навантаження переходить на передній циліндр, що знаходиться під копитною кісткою і працює як і копитний механізм коней [9, 28, 35].

Часто на копитах віслюків трапляється *звужена ділянка копита* між ділянкою підшви і ділянкою стрілки. Західні вчені називають її «waist» (талія, перехват) (Рис. 6). Це та частина копита, що знаходиться між структурними циліндрами копитного механізму, тобто вона не розширюється під час навантаження. Від народження віслюка вона залишалась у спокої, тому не розвивалась так, як інші [8, 10, 40].

Не тільки анатомічна будова та фізіологія копита різнить віслюка від коня. Гістологічна структура копита теж має суттєві відмінності, а саме розташування та розмір рогових трубочок. У віслюка розмір рогових трубочок стінки копита більше, ніж у коня. Розміщення рогових трубочок стінки копита коня розглядається рівномірно в чотиризонній ступінчастій схемі [6]. У віслюка середня щільність рогових трубочок складає 10 на мм², що значно менше, ніж у коня. Приблизно 50 % середнього шару копитної стінки у віслюка в дорсо-пальмарному напрямі має щільність 34 рогові трубочки на мм², далі відбувається зменшення щільності до 9 рогових трубочок на мм². Залишок копитної стінки зберігає 9 рогових трубочок на мм². Тобто у віслюка спостерігається чітка тризонна ступінчаста схема щільності рогових трубочок у середньому шарі копитної стінки [14, 30, 39].

Відмінність гістологічної структури копита віслюка пояснює здатність копита віслюка краще поглинати та утримувати вологу, оскільки це життєво необхідно для існування в засушливих природних умовах [3, 13]. Тому копитний ріг віслюка більш пружний, гнучкий та більш схильний до деформації, що у разі відсутності розчистки призводить до різноманітних «спотворень» копита. Тобто, якщо у коня відросла зайва копитна стінка, то вона при активному русі буде заломлюватись, по ній підуть тріщини, розшарування рогу копита. У віслюка надмірно відросле копито буде деформуватись, часто викликаючи втрату рухомості тварини та довготривалу та трудомістку реабілітацію [11, 30, 43].

Висновки

Для вивчення цієї теми було розглянуто вітчизняні джерела 1900–1960 років. У більш сучасних ветеринарних та інших літературних джерелах інформації щодо копит віслюків знайдено не було. Але і та інформація, що була представлена в них, суттєво відрізняється від сучасних зарубіжних досліджень копит віслюків. Сучасні зарубіжні вчені приділяють велику увагу анатомії та фізіології копит віслюків та їх відмінностей від копит коней. Копита віслюків – унікальні пристосування для існування в екстремальних умовах, де панує засушливий та напівзасушливий клімат, кам'янистий твердий ґрунт та скудна рослинність. Водночас віслюки можуть адаптуватися до будь-яких умов існування, але їхні копита потребують особливої уваги. Не знаючи їх анатомічні та фізіологічні відмінності від копит коней, не можна організувати правильний догляд за копитами. До найбільш характерних особливостей копита віслюка слід віднести U-подібну форму опорної поверхні копита, циліндричну фронтальну поверхню, більш стрімкі кути нахилу копита, ламану вісь переднього пальця, великі розвинені пружні структури копита, широку рівномірну копитну стінку, більший схил підшви та заворотні кути, менші кістки пальця та ін. Практично кожна анатомічна структура копита віслюка різниться від аналогічної в коня. Тому розчистка копит віслюка не може проводитися за методами традиційної розчистки коней, а патології копит віслюків мають свої особливості. Тривалий час цьому питанню не було приділено достатньої уваги. Але через поширення утримання віслюків як домашніх улюбленців, як робочу силу та промислово тварину в нашій країні, знання про характерну анатомічну будову та фізіологію копита віслюків є невід'ємною умовою їх утримання в нашій кліматичній зоні.

Перспективи подальших досліджень. Орієнтуючись на особливості анатомічної будови та фізіології копит віслюків та їх відмінності від копит коней, необхідно детально розглянути догляд та рутинну розчистку копит, гістологічні та гістохімічні властивості копит віслюків, дослідити балансування копит, особливості діагностики патологій копит у віслюків, їх лікування та профілактику.

References

1. Hassnpur, A., & Dehghani, S. N. (2012). Hoof morphometry before and after trimming in donkeys. *Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences*, 2 (6), 381–383. Retrieved from: http://www.roavs.com/pdf-files/Issue_6_2012/381-383.pdf
2. Borisovich, F. K., & Mashkin, I. I. (1936). *Kovka zdorovih i bolnih kopit*. Moskva: Selhozgiz [In Russian].
3. Burnham, S. L. (2002). Anatomical differences of the donkey and mule. *AAEP Proceedings*, 48, 102–109. Retrieved from: https://static1.squarespace.com/static/52f6e70ae4b09d0c250122c6/t/5321b9a7e4b0740a4186ff11/1394719143865/anatomy_donkeys_mules.pdf
4. Chludzinskiy, V. (1886). *Prakticheskoe rukovodstvo k razvedeniu mulov*. Sankt-Peterbúrg: Tipografiya Miasnika i Rimana [In Russian].
5. Crane, M. (2003). Foot Problems in the Donkey. *Veterinary and Farriery Practice: the Common Ground*. Proceedings of the 5th Biannual Seminar BEVA and NAFB AE Conference, Stoneleigh. 21 October 2003.
6. Collins, S., Wealleans, H., Hopegood, L., Latham, R., Newlyn, H., & Reilly, J. D. (2002). Current studies on the donkey hoof. *CPD, Medicine and Surgery of the Donkey, BEVA, University of Glasgow, Scotland, 2002*. Scotland: Glasgow University, Scotland. Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/817>
7. Cope, B. C., Hopegood, L., Latham, R. J., Linford, R. G., & Reilly, J. D. (1998). Equid hoof horn: a natural engineering composite? *Materials' Congress 1998. Some Critical Issues in Biomedical Materials: Materials Solutions to Nature's Design, Royal Agricultural College, Cirencester, 8 April 1998*. Cirencester. Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/17737>
8. Dai, F., Costa, E. D., Minero, M., Burden, F., & Judge, A. (2017). *Dairy donkeys: good animal management practices for donkey milk production*. Milan Retrieved from: <https://www.thedonkeysanctuary.org.uk/sites/uk/files/2018-10/dairy-donkey-guidelines-english.pdf>
9. Davies, H. (2007). Biomechanics of the Equine Foot. *Equine Podiatry*, 42–56. doi: 10.1016/b978-072160383-4.50007-4
10. Evans, L. (2018). *The Clinical Companion of the Donkey. The Donkey Sanctuary*. Leicester: Troubador Publishing.
11. Herman, C. L. (2015). The Anatomical Differences between the Donkey and the Horse. Matthews, N., & Taylor, T. (Eds.), *Veterinary Care of Donkey* Retrieved from: http://foothillmobilevet.com/wp-content/uploads/2010/11/Donkey_vs_Mule_Anatomy_viaVIS.pdf
12. Hopegood, L., Collins, S., Cope, B., Latham, R., Newlyn, H., & Reilly, J. D. (2003). The effect of manipulation of the moisture content on the mechanical properties of full and partial hoof wall depth samples of donkey hoof horn. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 134 (3). Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/8355/>
13. Hopegood, L., Collins, S., Latham, R., & Reilly, J. D. (2003). Analyses of the moisture content of hoof horn from horses, donkeys and laminitic donkeys. *BSAS Conference, 15-16 September 2003*. Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/1388>
14. Hopegood, L., Collins, S., Latham, R. & Reilly, J. D. (2008). Comparison of tubule density of donkey, horse and pony hoof horn. *Proceedings of the British Equine Veterinary Association 2008 Conference*. Liverpool. Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/25133>
15. Iakovsen, V. (1931). *Uchenie o kovke loshadi i bolezniakh kopit*. 2e izdanie. Moskva: SKHGIZ. [In Russian].
16. Izdepskiy, V. Y., Stockiy, O. G., Peredera, R. V., Lazorenko, A. B., & Izdepskiy, A. V. (2010). *Hirurgichni hvorobi koney*. Lugansk: Elton-2 [In Ukrainian].
17. Kopito loshadi. (2018). Anatomia i fiziologiya. *Vse o kone*. Retrieved from: <https://vseokone.ru/kopyto-loshadi.html> [In Russian].
18. Kosťuková, M., Černoorská, H., Bihuncová, I., Oravcová, I., Sobotková, E., & Jiskrová, I. (2015). Characteristics of Morphological Parameters of Donkeys in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63 (2), 419–424. doi: 10.11118/actaun201563020419
19. Kiorber, H.-D. (2009). *Bolezni kopit i kovka loshadey. Nastol'naya kniga dlia veterinarnih vrachey, kuznecov-kovaley i vladel'cev loshadey*. Moskva: Akvarium-Print [In Russian].
20. Lakoza, I.I. (1940). *Zootechniya muloproizvodstva*. Moskva: Selchozgiz [In Russian].
21. Lakoza, I. I., & Volkovskiy, A. S. (1938). *Oslovdstvo i muloproizvodstvo: nagliadnoe posobie*. Moskva: Agroplakat [In Russian].

22. Levadny, V. (1935). *Kovalska sprava. Dogliad za kopitami koney*. Kiiv: Derjavne vidavnistvo kolgospnoi i radgospnoi literaturi USRR [In Ukrainian].
23. Mostafa, M. B., Abdelgalil, A. I., Farhat, S. F., Raw, Z., & Kubasiewicz, L. M. (2020). Morphometric measurements of the feet of working donkeys *Equus asinus* in Egypt. *Journal of Equine Science*, 31 (2), 17–22. doi: 10.1294/jes.31.17
24. Nevzorova, L. (2010). *Teoriya i praktika shkol'noy raschistki. Seriya Loshadiniy menedjment "Nevzorov Haute Ecole": Ungulologiya*. Sankt-Peterburg: OOO "Nevzorov Ot Ecole" [In Russian].
25. Ozolin, A. A. (1933). *Oslovdstvo i mulorazvedenie*. Moskva: Selchozgiz [In Russian].
26. Parkes, R., Burden, F., & Weller, R. (2010). The role of weather conditions in the occurrence of white line abscessation in donkeys in the UK. *Association for Veterinary Teaching and Research Work Conference*. Retrieved from: <https://www.ivis.org/library/beva/beva-annual-congress-birmingham-2010/role-of-weather-conditions-occurrence-of-white-line-abscessation-donkeys-uk>
27. Peredera, R. V., & Sakharova, O. Yu. (2012). Vyryvniuvannia medio-lateralnoho dysbalansu kopyt u konei. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 135–138. doi: 10.31210/visnyk2012.01.33 [In Ukrainian].
28. Pollitt, C. C. (1998). The anatomy and physiology of the hoof wall. *Equine Veterinary Education*, 10 (6), 318–325. doi:10.1111/j.2042-3292.1998.tb00902.x
29. Ramey, P. (2011). *Donkey Hooves. Inside and Out* (DVD) Hoof Rehabilitation Productions (January 1, 2011)
30. Reilly, J. D., Collins, S. N., Cope, B. C., Hopegood, L., & Latham, R. J. (2010). Tubule density of the stratum medium of horse hoof. *Equine Veterinary Journal*, 30 (S26), 4–9. doi: 10.1111/j.2042-3306.1998.tb05115.x
31. Sarbash, D. V., Rublenko, M. V., Kantemir, O. V., Zayika, P. O., Slusarenko, D. V. & Siniagovs'ka, K. A. (2018). *Ortopediya koney. Navchal'nyy posibnik*. Kharkiv: HDZVA [In Ukrainian].
32. Sargentini, C., Tocci, R., Andrenelli, L., & Giorgetti, A. (2012). Preliminary studies on hoof characteristics in Amiata donkey. *Italian Journal of Animal Science*, 11 (1), e22. doi: 10.4081/ijas.2012.e22
33. Schork, C. (2012). The Caudal Foot. *EasyCare Inc. The Ultimate in Hoof Protection/Home/Barefoot*. Retrieved from: <https://blog.easycareinc.com/the-caudal-foot/>
34. Senior, J. M. (2013). Not small horses: improving treatments for donkeys. *Veterinary Record*, 173 (12), 292–293. doi: 10.1136/vr.f5646
35. Shtol, U. (1870). *Prakticheskaya kovka loshadey*. Sankt-Peterburg: Necludova, N. [In Russian].
36. Shtrasser, H. (2004). *Kopita loshadi. Polnocenniy uhod i lechenie*. Moskva: Izvestiya [In Russian].
37. Silvera, A. (2019). *Natural Donkey Care. Book 1: Physical Health*. The Donkey Listener.
38. Souza, A. F., Kunz, J. R., Laus, R., Moreira, M. A., Muller, T. R., & Fonteqe, J. H. (2016). Biometrics of hoof balance in equids. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68 (4), 825–831. doi: 10.1590/1678-4162-8848
39. Souza, A. F., Schade, J., Laus, R., Moreira, M. A., Muller, T. R., & Fonteqe, J. H. (2019). Differences in mineral concentrations on hooves of horses, mules and donkeys. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 26 (3), 93–97. doi: 10.4322/rbcv.2019.017
40. Svendsen, E. D., Duncan, J., & Hadrill, D. (Eds.) (2008). *The Professional Handbook of the Donkey. Fours edition*. London: Whittet Books
41. Thiemann, A., & Rickards, K. (2013). Donkey hoof disorders and their treatment. *In Practice*, 35 (3), 134–140. doi: 10.1136/inp.f1074
42. Thomason, J. J. (2010). Variation in surface strain on the equine hoof wall at the midstep with shoeing, gait, substrate, direction of travel, and hoof shape. *Equine Veterinary Journal*, 30 (S26), 86–95. doi: 10.1111/j.2042-3306.1998.tb05126.x
43. Yousef, M. K. (1979). The burro: a new backyard pet? Its physiology and survival. *California Veterinarian*, 33, 31–34.

Стаття надійшла до редакції: 18.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Сахарова О. Ю. Особливості анатомічної будови та фізіології копит віслюків. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 210–223.

© Сахарова Олена Юріївна, 2021