

УДК: 636.2/.294:591.44

DOI:10.52419/issn2072-2419.2025.4.325

МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОПЫТЕЦ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ЛОСЯ

Фаттахов А.К.* – преподаватель-исследователь (ORCID 0000-0003-4142-0469); **Белогуров В.В.** – канд. ветеринар. наук, доц. каф. ветеринарной хирургии (ORCID 0000-0003-0204-3808); **Борхунова Е.Н.** – д-р биол. наук, зав. каф. анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова (ORCID 0000-0003-2355-8616).

ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина

* fattakhov@mgavm.ru

Ключевые слова: копытцевая капсула, микроморфология, крупный рогатый скот, лось, роговой слой.

Key words: hoof capsule, micromorphology, cattle, moose, keratin layer.

Поступила: 23.06.2025

Принята к публикации: 05.12.2025

Опубликована онлайн: 26.12.2025



РЕФЕРАТ

Копытцевая капсула жвачных представляет собой анатомически и функционально сложное образование, обеспечивающее защиту и поддержку дистального отдела конечностей. Она включает в себя различные по строению и функциям зоны, каждая из которых играет определённую роль в распределении нагрузки, амортизации и обеспечении стабильности при движении. Целью настоящего исследования являлось сравнительное морфологическое изучение микроструктуры копытка у крупного рогатого скота (КРС) и лося. Методологически работа основана на световой микроскопии, окрашивании срезов гематоксилин-эозином и по Ван-Гизону. Исследование охватывало анализ микроструктурных особенностей эпидермиса, дермы, подкожной клетчатки, сосочков и листочков в анатомических зонах каймы, венчика, стенки, подошвы и мякиша. Особое внимание уделено соотношению рогового и подкожного слоёв, степени выраженности сосочковых структур, плотности соединительной ткани, васкуляризации, а также степени кератинизации и структурной организованности. Установлены как общие морфофункциональные закономерности, так и выраженные видовые различия. У лося выявлена большая толщина рогового слоя и более развитые сосочковые структуры, отражающие адаптацию к условиям дикой среды и повышенную мобильность животного в сложных ландшафтах. Характерной чертой служит также наличие рыхлой, васкуляризированной дермы в зоне мякиша. У КРС структура рогового вещества более плотная, упорядоченная, с чётко выраженной границей между эпидермисом и дермой, что соответствует условиям одомашнивания и стабильной механической нагрузки, характерной для сельскохозяйственных условий. Различия касаются не только степени ороговения, но и организации сосочковых и листочковых элементов, а также выраженности коллагеновых волокон в дерме и степени их упорядоченности, что отражает разные биомеханические и экологические требования к копытцу у этих видов.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Копытцевая капсула играет ключевую роль в обеспечении опорно-амортизационной функции конечности у парнокопытных животных. Сложная морфофункциональная организация эпидермальных и соединительнотканых структур обеспечивает прочность и адаптивность к различным видам нагрузки, включая статическую и динамическую, а также к условиям различной влажности и температуры. В научной литературе подробно описаны особенности микроморфологии копыта домашних жвачных, в частности крупного рогатого скота (КРС) [1, 2, 5], однако данные по диким видам, включая лося (*Alces alces*), крайне ограничены и представлены фрагментарно [7]. Лось, как представитель таёжной фауны, предъявляет особые требования к прочности и амортизационной способности копытцев в условиях болотистых, пересечённых и часто нестабильных ландшафтов, что определяет специфику микроанатомии его копытцевой капсулы [7, 9].

Сравнительный морфологический анализ позволяет выявить адаптивные механизмы, обусловленные экологическими условиями обитания, а также патологические изменения, важные для диагностики и лечения заболеваний копытцев, что делает его потенциально ценным инструментом в ветеринарной практике [3, 4, 6]. Кроме того, понимание межвидовых различий может способствовать разработке профилактических и лечебных мероприятий, направленных на сохранение здоровья и функциональности конечностей как домашних, так и диких животных. Целью настоящего исследования является установление микроморфологических особенностей и межвидовых различий копытцевой капсулы лося и КРС, что расширит научные представления о структуре и адаптации копытцев у различных видов парнокопытных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Для исследования использовали образцы копытцевых капсул, полученные от

крупного рогатого скота (КРС) и лосей в рамках плановой утилизации, что позволило избежать дополнительного забоя и обеспечило этическую сторону эксперимента. Объектами исследования являлись анатомически значимые участки копытцевой капсулы: кайма, венчик, стенка, подошва и мякиш. Эти зоны были выбраны с учётом их функциональной значимости и различий в нагрузке, что важно для комплексного понимания морфофункциональных особенностей. Материал фиксировали в 10% нейтральном буферном формалине для сохранения структурных особенностей тканей и предотвращения их деградации. После фиксации образцы подвергали стандартным этапам гистологической обработки: обезвоживанию в спиртовой серии, просветлению ксилолом, заливке в парафин и изготовлению микроскопических срезов толщиной 5–7 мкм, оптимальной для качественного изучения микроанатомии тканей.

Для выявления различных компонентов ткани использовали два типа окрашивания: гематоксилин-эозин, позволяющий детально рассмотреть общую гистологическую структуру, включая ядра клеток и цитоплазму, и окрашивание по Ван-Гизону, выделяющее коллагеновые волокна и соединительную ткань, что критично для оценки структурной организации дермы и подкожной клетчатки. Микроскопия проводилась при трёх основных увеличениях — $\times 40$, $\times 100$ и $\times 400$, что позволило изучать как общую архитектуру капсулы, так и мелкие детали, такие как морфология отдельных клеток и особенности рогового слоя.

Исследование охватывало изучение всех слоёв капсулы: эпидермиса с его роговым и подкожным слоями, дермы, подкожной клетчатки, а также сосочковых и листовых структур, играющих ключевую роль в распределении нагрузки и кровоснабжении тканей. Такой подход позволил выявить как общие закономерности, так и специфические адаптивные особенности микроанатомии, обусловленные биомеханическими и экологическими условиями. Результаты дают воз-

возможность глубже понять структурные и функциональные различия копытцевых капсул у домашних и диких парнокопытных, что имеет значение для ветеринарной морфологии и практики.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В области каймы у обоих исследованных видов — лося (*Alces alces*) и крупного рогатого скота (*Bos taurus*) — выявлена типичная эпидермально-дермальная организация тканей, характерная для копытцевой капсулы, с четко выраженным роговым слоем, часто именуемым «глазурью» (Рис.1, 2). Этот роговой слой выполняет защитную функцию, формируя твердую, но при этом эластичную поверхность, устойчивую к износу и механическим воздействиям среды обита-

ния. В частности, у лося глазурь оказалась значительно толще — достигая до 50 микрометров, а по структуре она была более рыхлой с выраженными дермальными сосочками, ориентированными под углом к поверхности. Такая анатомическая особенность, вероятно, служит адаптацией к условиям обитания лося, где субстрат зачастую переувлажнен, что требует повышения прочности и одновременно эластичности рогового слоя для предотвращения растрескивания и излишнего проникновения влаги [7, 9]. С другой стороны, у крупного рогатого скота глазурь была тоньше и плотнее, что связано с особенностями среды обитания и эксплуатацией копытца в условиях более стабильного и менее влажного субстрата.

Таблица 1 – Сравнительные микроморфологические характеристики копытцевой капсулы у крупного рогатого скота и лося

Структура копытца	Параметры и признаки	Крупный рогатый скот (КРС)	Лось
Кайма	Ширина	5,5±1,5 мм	5,5±1,5 мм
	Глазурь	Тонкая, плотная	Более толстая, рыхлая
	Сосочки	Редкие, длина 1,1±0,1 мм	Более выраженные, под углом
Венчик	Сосочки	Вертикальные, до 1,8 мм	Под углом, более длинные
	Рог венчика	Менее выражен	Мощный, толстый слой
	Сосудистое кольцо	Присутствует	Присутствует
Стенка	Листочки эпидермиса и дермы	Менее плотные, высота до 4 мм на дорсальной стенке	Плотные, выраженные, выше
	Толщина рогового слоя (абаксиально/аксиально)	7 мм / 5,5±0,5 мм	Больше, чем у КРС
Подошва	Структура рогового слоя	Трубчатый и межтрубчатый рог	Более мощный слой, загнутые сосочки
	Толщина роговой пластины	3,0±0,5 мм	≥ 3,0 мм
Мякиш	Подкожный слой	Коллагеновые волокна, сосудисто-нервные пучки	Более выражен
	Наличие жировой ткани	Присутствует	Присутствует
	Толщина подушки	До 1,5 см	До 1,5 см
	Степень амортизации	Умеренная	Высокая

В зоне венчика, являющейся ключевой областью для распределения механической нагрузки и поддержки структуры копыта, у лося выявлены длинные и мощные сосочки, формирующие массивный трубчатый рог (Рис.3, 4). Данная морфологическая особенность обеспечивает надежную амортизацию и устойчивость к нагрузкам, которые характерны для передвижения по сложным ландшафтам и мягким, влажным почвам. У крупного рогатого скота сосочки венчика располо-

жены преимущественно вертикально и выражены умеренно, что отражает адаптацию к более равномерному распределению веса при движении по твердому и зачастую искусственно подготовленному грунту. При этом сосудистое кольцо, которое обеспечивает питание тканей копыта, было обнаружено у обоих видов, что подтверждает сходство базовых физиологических механизмов кровоснабжения и поддержания жизнедеятельности копытцевой капсулы.

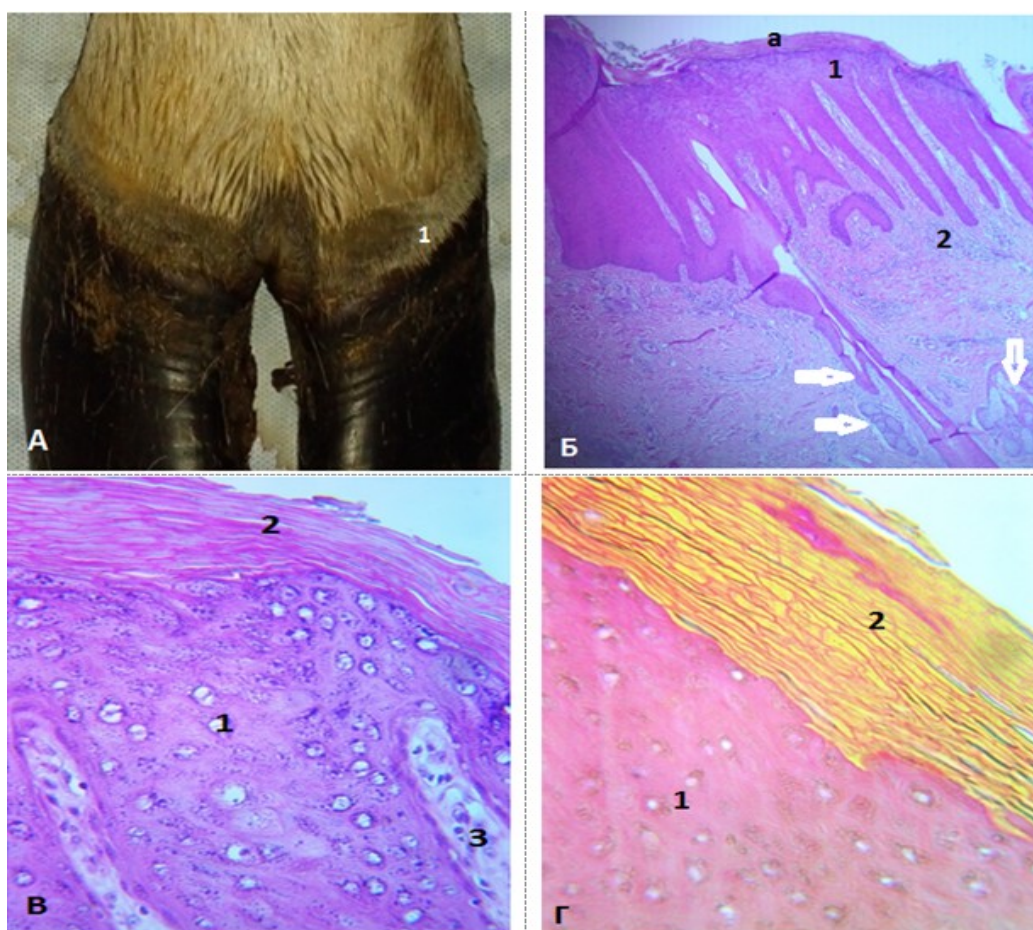


Рисунок 1 – Копытцевая кайма. Крупный рогатый скот. А – макрокартина, 1 – копытцевая кайма. Б – микропрепарат: 1 – эпидермис, а – роговой слой (глазурь), 2 – основа кожи, стрелками показаны волосяной фолликул и сальные железы. В, Г – в эпидермисе выражены типичные базальный шиповатый, зернистый, блестящий и роговой слои. Глазурь сформирована тонким плотным слоем рогового вещества. 1 – кератиноциты эпидермиса, 2 – роговой слой эпидермиса (глазурь). 3 – сосочки основы кожи. Б, В – гематоксилин и эозин, об.4, ок.10 и об.40, ок.10. Г – Ван-Гизон, об.40, ок.10.

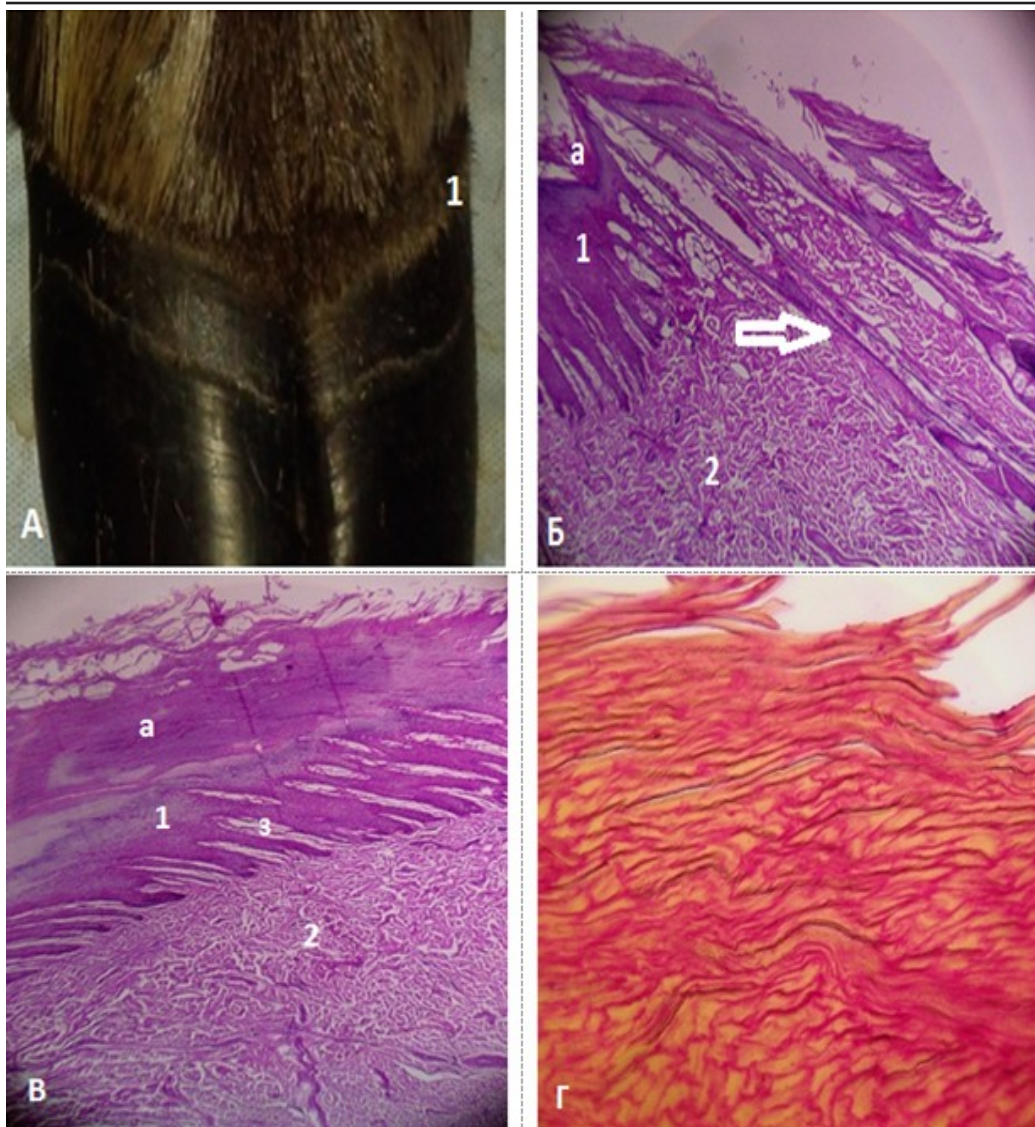


Рисунок 2 – Копытцевая кайма. Лось.

А – макрокартина, 1 – копытцевая кайма. Б – микропрепарат: 1 – эпидермис, а – роговой слой (глазурь), 2 – основа кожи, стрелками показаны волосяной фолликул и сальные железы. В – сосочки (3) расположены под углом, слой глазури более толстый, чем у крупного рогатого скота, и более рыхлый. Глазурь (а) сформирована тонким плотным слоем рогового вещества. 1 – эпидермис, 2 – основа кожи. Г – роговые чешуйки в глазури расположены плотно и образуют пласты. Б, В – гематоксилин и эозин, об.4, ок.10 и об.40, ок.10. Г – Ван-Гизон, об.40, ок.10.

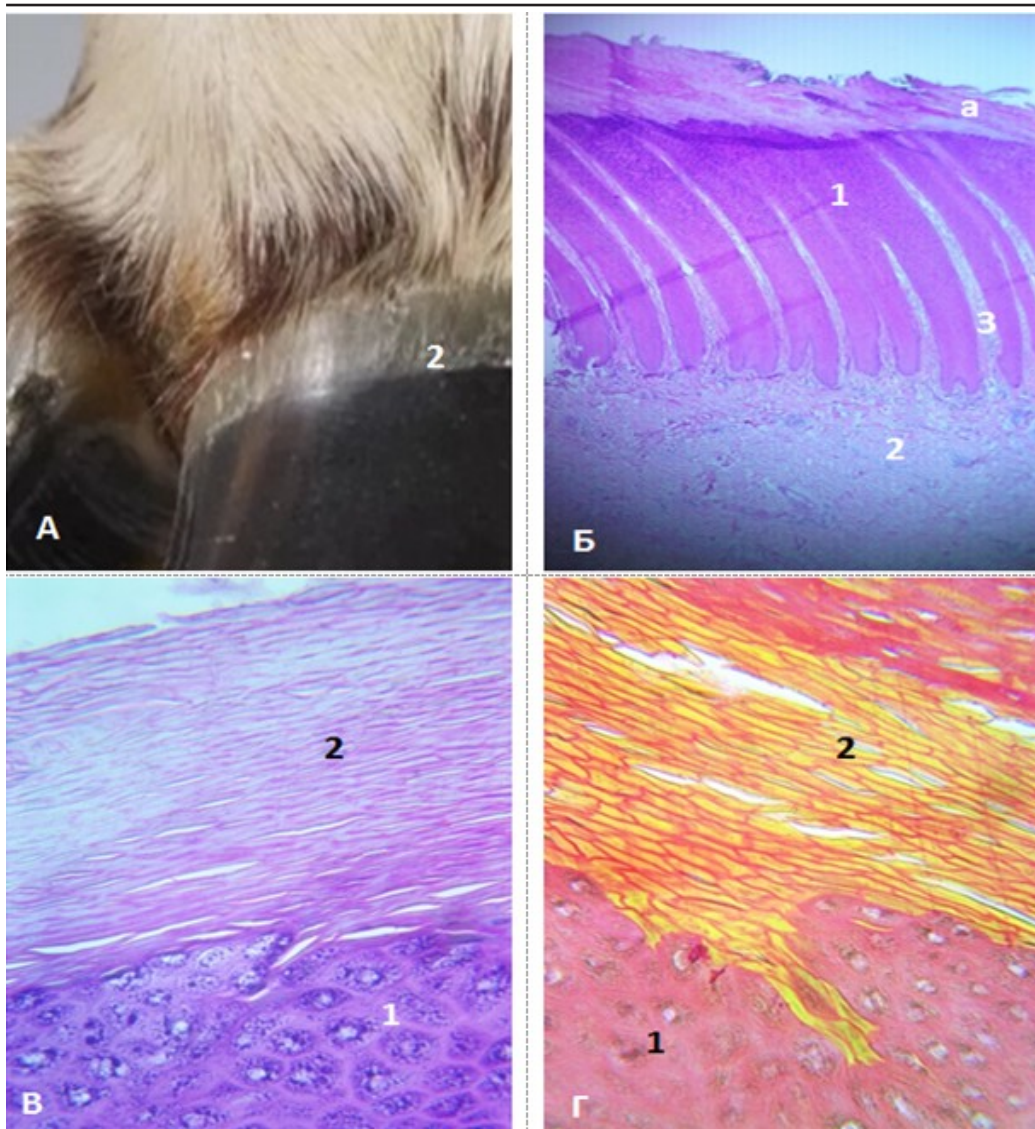


Рисунок 3 – Копытцевый венчик. Крупный рогатый скот.

А – макрокартина, 1 – копытцевый венчик. Б – микропрепарат: 1 – эпидермис, а – роговой слой, 2 – основа кожи. В, Г – в эпидермисе выражены типичные базальный шиповатый, зернистый, блестящий и роговой слои (1). Роговое вещество сформировано плотно расположенными роговыми чешуйками (2). Б, В – гематоксилин и эозин, об.4, ок.10 и об.40, ок.10. Г – Ван-Гизон, об.40, ок.10.

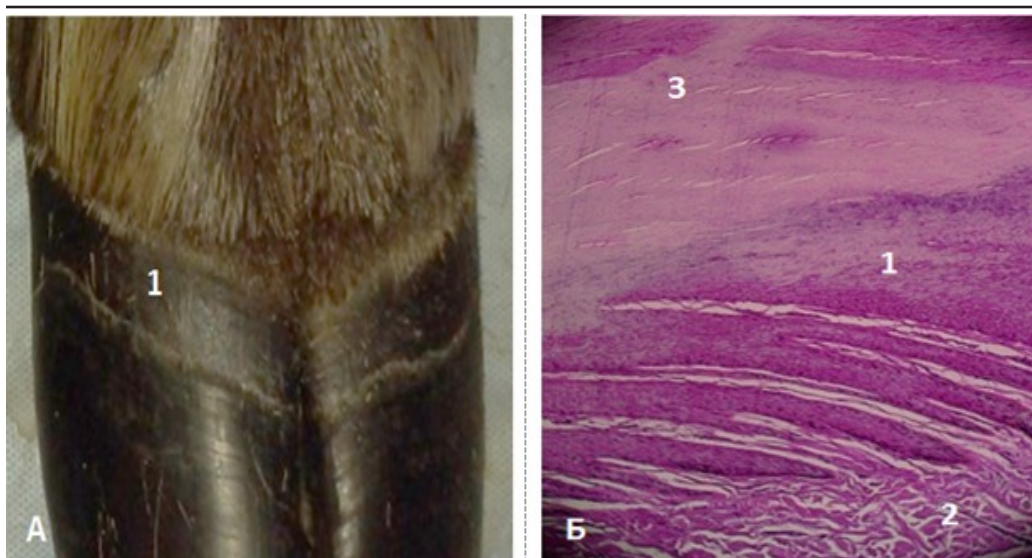


Рисунок 4 – Копытцевый венчик. Лося.

А – макрокартина, 1 – копытцевый венчик. Б – микропрепарат: 1 – эпидермис, а – роговой слой, 2 – основа кожи. Сосочки высокие и расположены под углом, роговое вещество формирует толстый слой, плотное. Гематоксилин и эозин, об.10, ок.10.

Стенка копытца, образованная эпидермальными и соединительнотканными листочками, также имела существенные различия между видами (Рис. 5). У лося листочки были выше и плотнее, особенно в дорсальной части копытца, а роговой слой отличался повышенной толщиной и неоднородностью структуры, что связано с необходимостью выдерживать более интенсивные и переменчивые нагрузки. У крупного рогатого скота листочки менее выражены, а структура рога более упорядоченная — преобладают вертикально ориентированные трубочки, обеспечивающие однородную жесткость и устойчивость к статическим нагрузкам [10, 11]. Такая анатомическая разница отражает виды адаптации к условиям среды и манере передвижения, что существенно влияет на морфологические характеристики копытцевой капсулы.

Подорова копытца у лося характеризовалась более мощным роговым слоем с извитой формой сосочков, что позволяет лучше распределять и амортизировать нагрузки при передвижении по мягким и влажным субстратам (Рис. 6, 7). У круп-

ного рогатого скота подошва сформирована из трубчатого и межтрубчатого рога с прямолинейными сосочками, что указывает на адаптацию к более твердым поверхностям и необходимости сопротивляться износу при длительном стоянии и ходьбе по твердым покрытиям. Толщина роговой пластины подошвы у обоих видов составляла не менее 3 мм, что обеспечивает достаточную прочность и долговечность при эксплуатации в естественных условиях.

Мякиш представлен коллагеновыми волокнами, сосудисто-нервными пучками и жировой тканью (Рис. 8, 9). У лося мякиш был более развит, обладал большей амортизационной способностью, что связано с необходимостью смягчать удары при движении по неровным и мягким поверхностям, часто встречающимся в естественной среде обитания этого вида [1, 7]. У крупного рогатого скота мякиш имел менее выраженное строение, что соответствует менее динамическому характеру движения и более стабильной поверхности пастбищ и фермерских угодий.

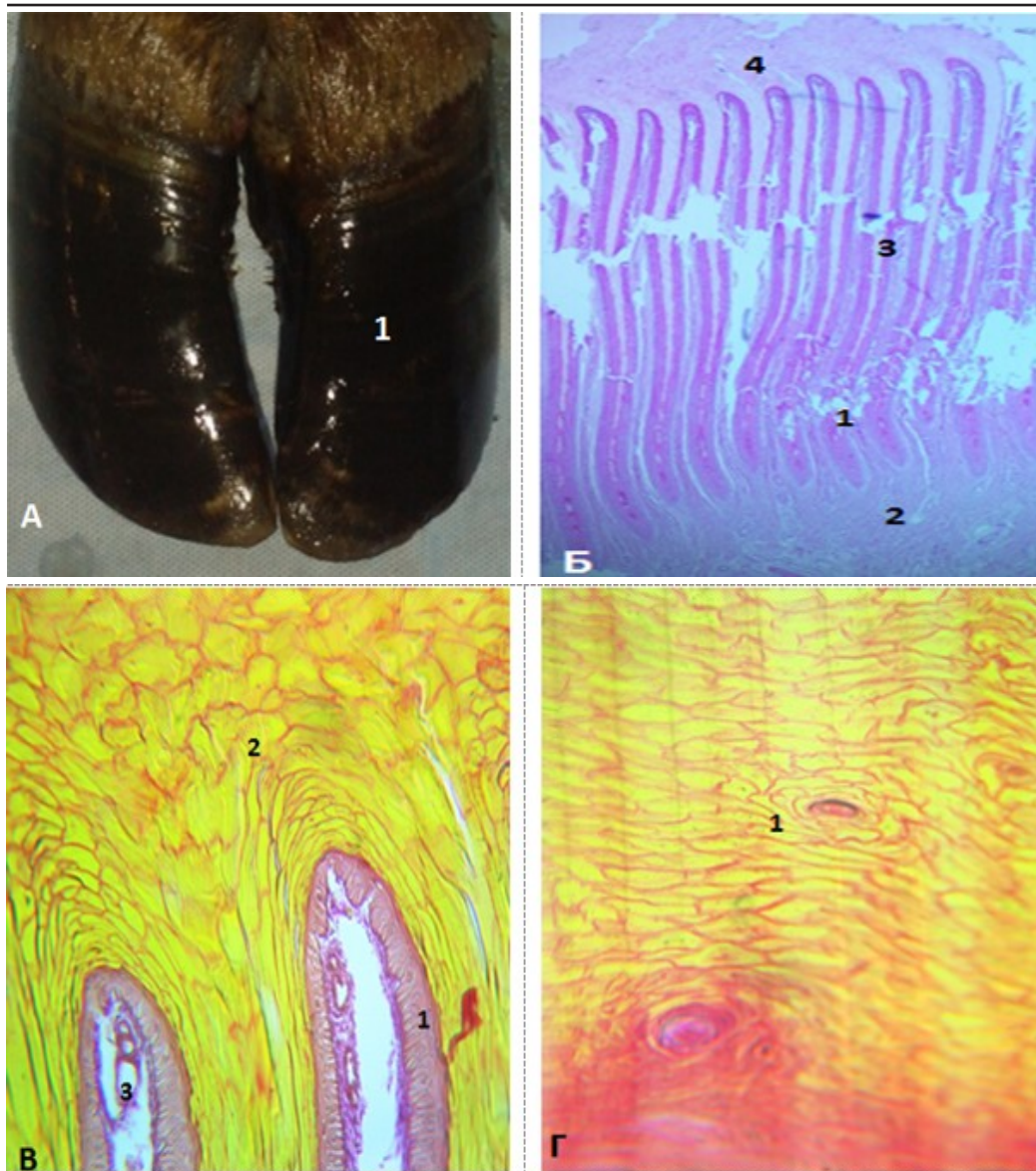


Рисунок 5 – Дорсальная стенка копыта. Крупный рогатый скот.
А – макрокартина, 1 – дорсальная стенка копыта. Б – микропрепарат:
1 – эпидермис, а – роговой слой, 2 – основа кожи. Сосочки высокие, расположены вертикально. В – эпидермис тонкий, зернистый и блестящий слой не идентифицируются, роговые чешуйки эпидермиса плотно расположены. Г – роговое вещество (1) с роговыми трубочками и плотно расположенными роговыми чешуйками.
Б – гематоксилин и эозин, об.4, ок.10. В, Г – Ван-Гизон, об.40, ок.10.

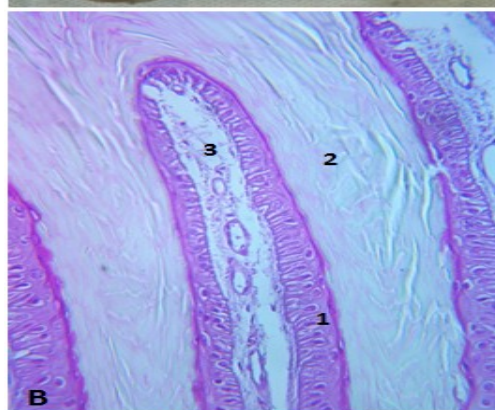
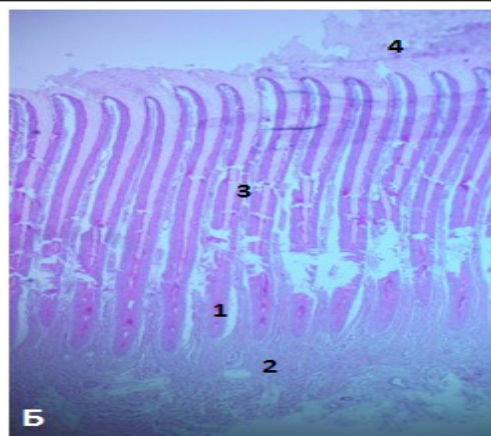
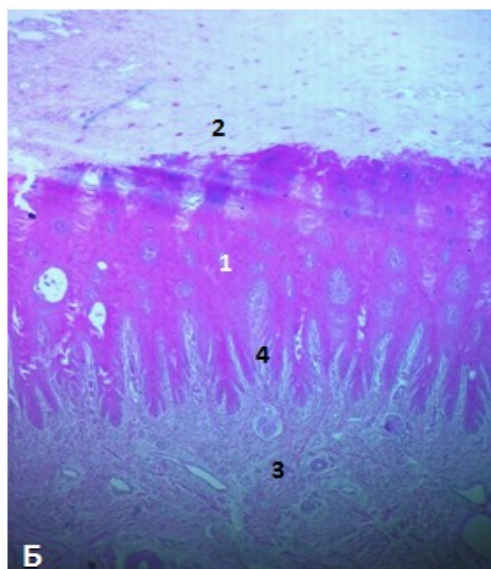


Рисунок 6 – Дорсальная стенка копыта. Лось.

А – макрокартина, 1 – дорсальная стенка копыта. Б – микропрепарат: 1 – эпидермис, а – роговой слой, 2 – основа кожи. 3 – листочки высокие, вертикально расположены, 4 – роговое вещество. В – эпидермис (1) тонкий, зернистый и блестящий слой не идентифицируются, 2 – роговое вещество, 3 – соединительнотканная основа листочка. Гематоксилин и эозин, Б - об.4, ок.10. В, Г – об.40, ок.10.



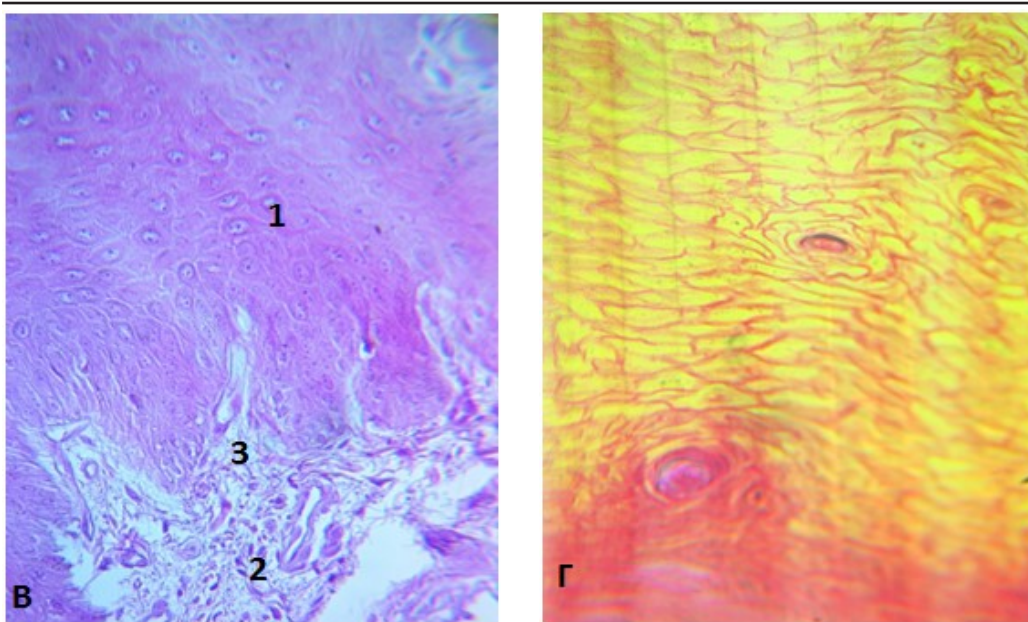
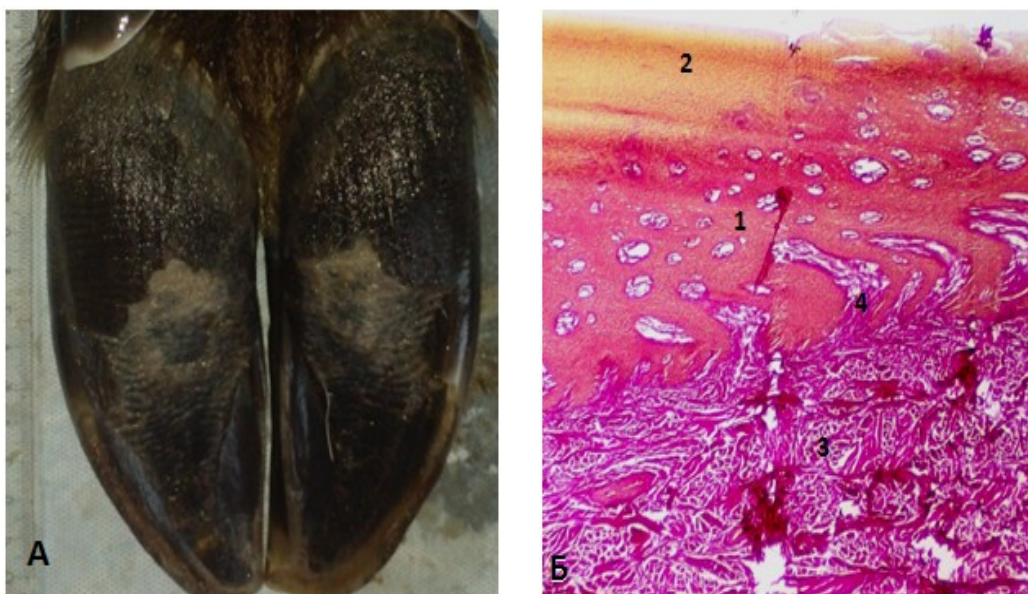


Рисунок 7 – Подошва копыльца. Крупный рогатый скот.
А – макрокартина, 1 – подошва копыльца. Б – микропрепарат: 1 – эпидермис, 2 – роговой слой, 3 – основа кожи, 4 – сосочки разветвленные, расположены вертикально. В – эпидермис (1) содержит типичные слои кератиноцитов, – основа кожи богато васкуляризована, 3 – соединительнотканый сосочек. Г – роговое вещество сформировано плотно расположенными роговыми чешуйками. Видны трубочки и межтрубчатый рог. Б – гематоксилин и эозин, об.4, ок.10. В, Г – Ван-Гизон, об.40, ок.10.



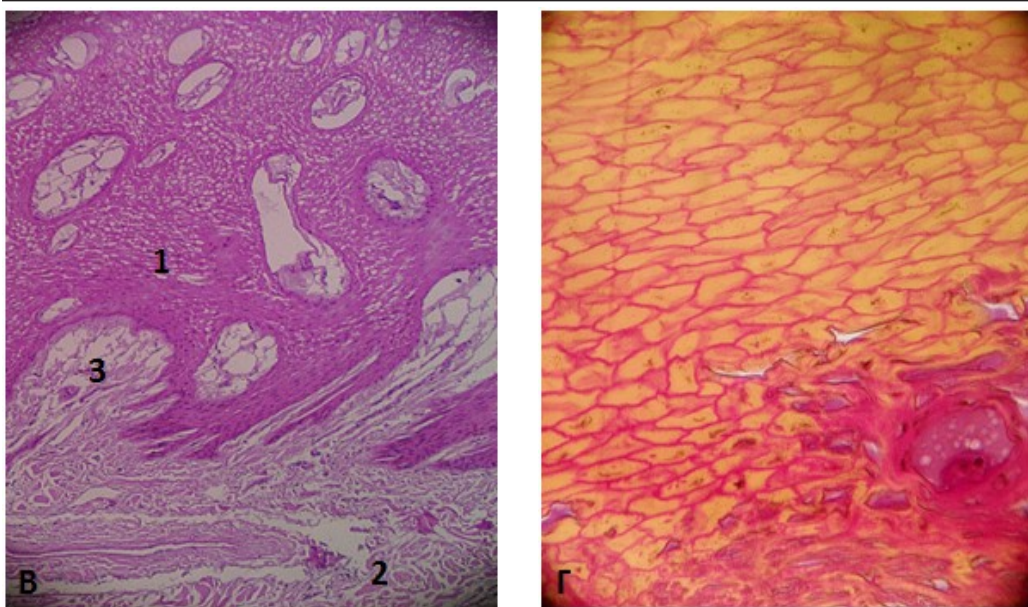
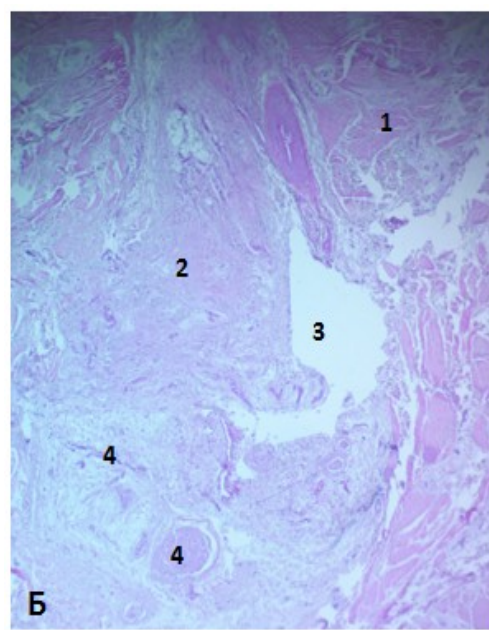
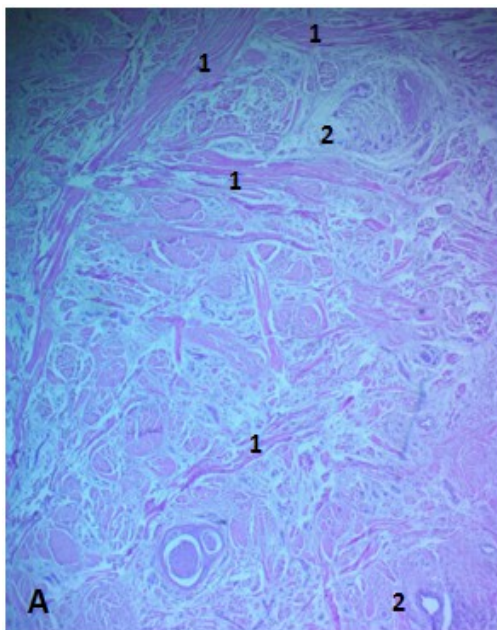


Рисунок 8 – Подошва копыльца. Лось.

А – макрокартина, 1 – подошва копыльца. Б – микропрепарат: 1 – эпидермис, 2 – роговой слой, 3 – основа кожи, 4 – сосочки загнуты. В – в роговом веществе (1) хорошо видны трубочки и межтрубчатый рог. 2 – основа кожи, 3 – сосочек. Г – роговое вещество сформировано плотно расположенными роговыми чешуйками. Д, В – Ван-Гизон, об.4, ок.10, об.40, ок.10. В – гематоксилин и эозин, об.10, ок.10.



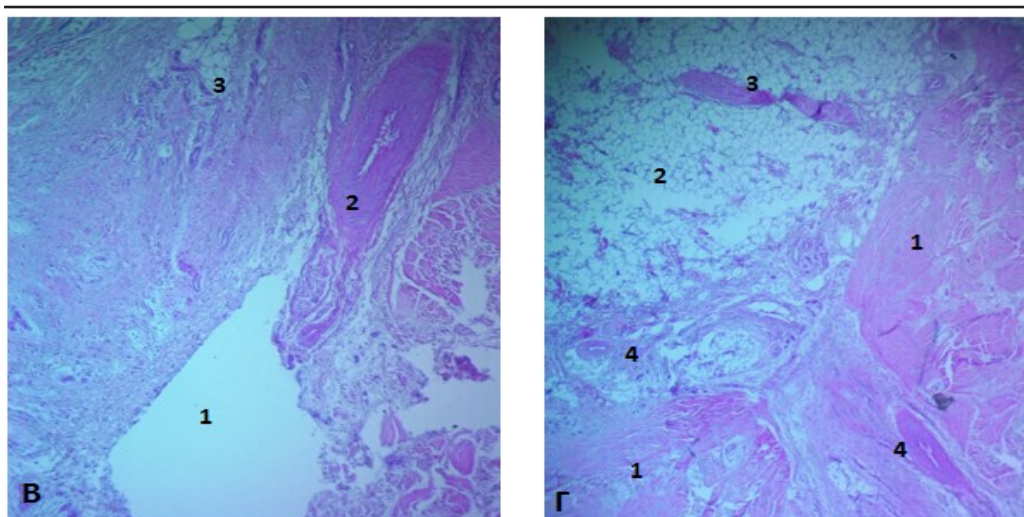
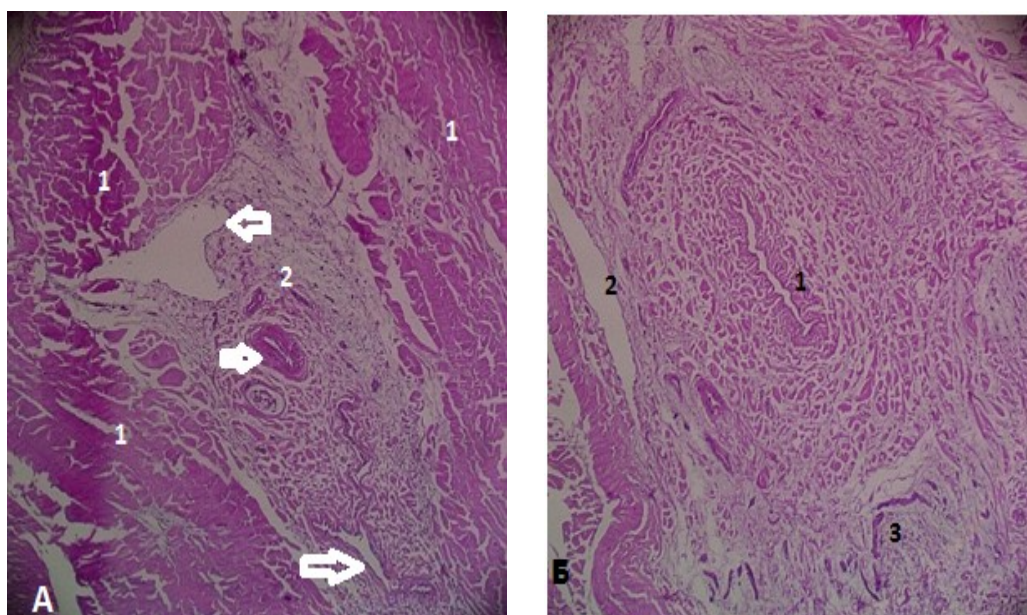


Рисунок 9 – Подушка мякоти. Крупный рогатый скот.

А – плотная неоформленная соединительная ткань (1), между пучками коллагеновых волокон (1) которой видны прослойки рыхлой соединительной ткани, содержащие крупные кровеносные и лимфатические сосуды, нервные стволы (2). Б – прослойка рыхлой соединительной ткани (2) среди пучков коллагеновых волокон (1) плотной соединительной ткани, 3 – лимфатический сосуд, 4 – нервные стволы разного калибра. В – в прослойке рыхлой соединительной ткани видны лимфатический сосуд (1), 2 – артерия, 3 – многочисленные нервные стволы около дольки жировой ткани. Г – белая жировая ткань (2), находящаяся среди пучков коллагеновых волокон плотной неоформленной соединительной ткани (1). 3 – нервный ствол, 4 – сосудисто-нервные пучки. Гематоксилин и эозин: А, Б, Г – об.10, ок.10, В – об.20, ок.10.



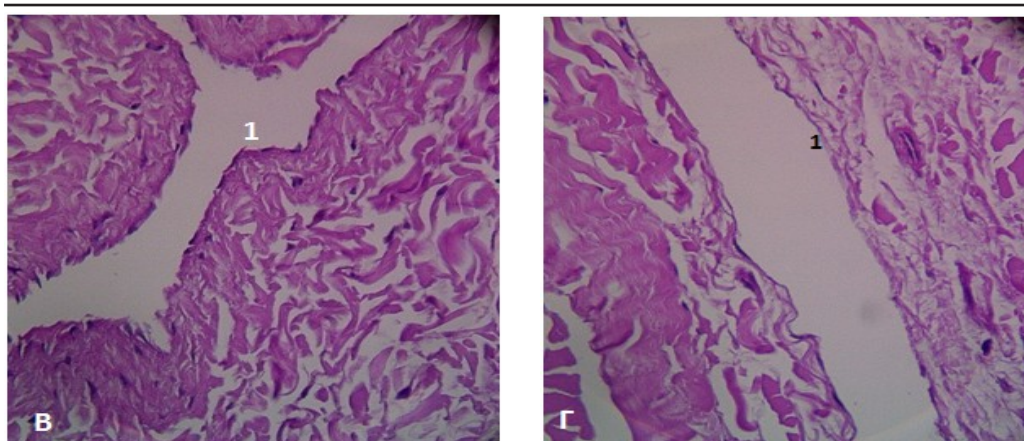


Рисунок 10 – Подошва мякоти. Лося.

А – среди пучков коллагеновых волокон плотной неоформленной соединительной ткани (1) видны прослойки рыхлой соединительной ткани (2). Стрелками показаны кровеносные и лимфатические сосуды, нервные стволы. Б – прослойка рыхлой соединительной ткани содержит кровеносные (1), лимфатические (2) сосуды и нервные стволы (3). В – венозный сосуд в составе мякоти. Г – лимфатический сосуд мякоти.

Гематоксилин и эозин: А – об.10, ок.10, Б – об.20, ок.10, В, Г – об.40, ок.40.

Указанные морфологические особенности копытцевой капсулы отражают не только адаптационные стратегии каждого вида, но и оказывают существенное влияние на функциональные возможности и долговечность копытец. Более толстый и рыхлый роговой слой у лося позволяет избежать механического повреждения и проникновения патогенов в условиях повышенной влажности, тогда как упорядоченная структура рога и выраженная плотность листочков у крупного рогатого скота обеспечивают устойчивость к статическим нагрузкам и длительному стоянию.

Для более детального сравнения морфологических параметров капсулы копытцевой ткани лося и крупного рогатого скота представлена таблица 1, в которой сохранена структура исходных данных и приведены основные количественные показатели.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Проведённое морфологическое исследование позволило установить видовые особенности микроструктуры копытцевой капсулы у крупного рогатого скота и лося. Установлены различия в организа-

ции эпидермальных и соединительнотканых структур, преимущественно в виде более выраженных сосочков и большей толщины рогового слоя у лося. У крупного рогатого скота наблюдается более упорядоченное строение и меньшая выраженность рогового вещества. Эти данные подтверждают существование адаптивной морфологической дивергенции, обусловленной различиями в условиях содержания и типе двигательной активности. Полученные результаты могут служить морфологическим ориентиром при ветеринарной экспертизе и диагностике патологий копытец у домашних и диких жвачных. Микроморфологические критерии могут быть использованы для разработки дифференциальных признаков при исследовании воспалительных, дегенеративных и травматических поражений дистального отдела конечности.

MICROMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CATTLE AND ELK FEET

Fattakhov A.K.* – Research Lecturer (ORCID 0000-0003-4142-0469); **Belogurov V.V.** – Candidate of Veterinary Sciences,

Associate Professor, Department of Veterinary Surgery (ORCID 0000-0003-0204-3808); **Borkhunova E.N.** – Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Animal Anatomy and Histology named after Professor A.F. Klimov (ORCID 0000-0003-2355-8616).

Medicine Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - Moscow Veterinary Academy named after K.I. Skryabin

*fattakhov@mgavm.ru

Financing: The materials were prepared as part of the postgraduate's research work.

ABSTRACT

The hoof capsule of ruminants is an anatomically and functionally complex formation that provides protection and support to the distal extremities. It includes zones with different structures and functions, each of which plays a role in load distribution, shock absorption, and stability during movement. The purpose of this study was a comparative morphological study of the hoof microstructure in cattle and moose. The study was based on light microscopy, hematoxylin-eosin staining, and Van Gieson staining. The study focused on analyzing the microstructural features of the epidermis, dermis, subcutaneous tissue, papillae, and leaflets in the anatomical zones of the border, corolla, wall, sole, and crumb. Special attention was given to the ratio of the horny and living layers, the degree of papillae expression, the density of the connective tissue, vascularization, and the degree of keratinization and structural organization. Both general morphofunctional patterns and pronounced species differences have been established. The moose has a thicker corneal layer and more developed papillae, reflecting its adaptation to the wild environment and increased mobility in challenging landscapes. Additionally, it has a loose, vascularized dermis in the crumb zone. In cattle, the structure of the horny substance is denser and more ordered, with a clearly defined boundary between the epidermis and the

dermis, which corresponds to the conditions of domestication and the stable mechanical stress typical of agricultural environments. The differences are not only in the degree of keratinization, but also in the organization of the papillary and foliate elements, as well as the expression of collagen fibers in the dermis and their degree of order, which reflects the different biomechanical and environmental requirements for the hoof in these species.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бурденюк, А. Ф. Болезни конечностей у продуктивных животных / А. Ф. Бурденюк. – Киев: Урожай, 1976. – 7 с.
2. Карпов, Н. В. О механической прочности копытного рога коров / Н. В. Карпов, С. А. Лобанов // Сб. научн. тр. Моск. ин-та инженеров с.-х. пр-ва. – 1980. – Т. 16. – № 9. – С. 37–38.
3. Кириллов, А. А. Практическое применение термографии в диагностике патологий стрелки копыта у лошадей / А. А. Кириллов, А. А. Стекольников, Е. С. Макарова // Международный вестник ветеринарии. – 2025. – № 1. – С. 373–381. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2025.1.373. – Режим доступа: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2025.1.373>
4. Лукина, Г. Р. Оценка эффективности копытных ванн при болезнях пальцев и копытец у коров / Г. Р. Лукина, Д. А. Хузин, Е. Ю. Тарасова, С. А. Юсупов, Р. М. Потехина, П. В. Быкова // Международный вестник ветеринарии. – 2025. – № 1. – С. 382–392. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2025.1.382. – Режим доступа: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2025.1.382>
5. Намсараев, С. Д. Морфологические особенности дистальных отделов конечностей крупного рогатого скота и лося / С. Д. Намсараев, С. Г. Долганова // Вестник АГАУ. – 2016. – Т. 138. – № 4.
6. Ненашев, И. В. Плоскостная характеристика заживления язвенных поражений в области копытец у крупного рогатого скота / И. В. Ненашев, Е. М. Марьян // Международный вестник ветеринарии. – 2025. – № 1. – С. 393–402. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2025.1.393. – Ре-

жим доступа: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2025.1.393>

7. Раднаев, В. М.-Д. Морфология копытец и мякишей номадных и диких жвачных / В. М.-Д. Раднаев. – 2002.

8. Фаттахов, А. К. Сравнительная рентгеноморфометрия дистального отдела конечностей лося и крупного рогатого скота / А. К. Фаттахов, В. В. Белогуров, Е. Н. Борхунова, И. Г. Рязанов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2025. – Т. 1, № 4. – С. 49–56. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202504106. – EDN VSHVEO.

9. Lehoczki, R. Iodine distribution in the environment as a limiting factor for roe deer antler development / R. Lehoczki et al. // Biol Trace Elem Res. – 2011. – Vol. 139, No. 2. – P. 168–176.

10. Prentice, D. E. Growth and wear rates of hoof horn in Ayrshire cattle / D. E. Prentice // Res Vet Sci. – 1973. – Vol. 14. – P. 285–290.

11. Toussaint Raven, E. Cattle Footcare and Claw Trimming / E. Toussaint Raven. – Ipswich, UK: Farming Press, 1992.

REFERENCES

1. Burdenyuk, A. F. Limb Diseases in Productive Animals / A. F. Burdenyuk. – Kiev: Urozhay, 1976. – 7 p.

2. Karpov, N. V. On the Mechanical Strength of Cows' Hooves / N. V. Karpov, S. A. Lobanov // Collection of Scientific Papers of the Moscow Institute of Agricultural Engineers. – 1980. – Vol. 16. – No. 9. – Pp. 37–38.

3. Kirillov, A. A. Practical application of thermography in the diagnostics of pathologies of the hoof arrow in horses / A. A. Kirillov, A. A. Stekolnikov, E. S. Makarova // International Bulletin of Veterinary Medicine. – 2025. – No. 1. – Pp. 373–381. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2025.1.373. – Access mode: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2025.1.373>

4. Lukina, G. R. Evaluation of the effectiveness of hoof baths in diseases of the fingers and hooves in cows / G. R. Lukina, D. A. Khuzin, E. Yu. Tarasova, S. A. Yusupov, R. M. Potekhina, and P. V. Bykova // International Bulletin of Veterinary Medicine. – 2025. – No. 1. – pp. 382–392. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2025.1.382. – Access mode: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2025.1.382>

5. Namsaraev, S. D. Morphological features of distal limbs of cattle and moose / S. D. Namsaraev, S. G. Dolganova // Vestnik AGAU. – 2016. – V. 138. – No. 4.

6. Nenashev, I. V. Plane characteristic of healing of ulcerative lesions in the area of hooves in cattle / I. V. Nenashev, E. M. Maryin // International Bulletin of Veterinary Medicine. – 2025. – No. 1. – Pp. 393–402. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2025.1.393. – Access mode: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2025.1.393>

7. Radnaev, V. M.-D. Morphology of Hooves and Pasterns of Nomadic and Wild Ruminants / V. M.-D. Radnaev. – 2002.

8. Fattakhov, A. K. Comparative X-Ray Morphometry of the Distal Limb of the Elk and Cattle / A. K. Fattakhov, V. V. Belogurov, E. N. Borkhunova, I. G. Ryzanov // Veterinary Medicine, Animal Husbandry, and Biotechnology. – 2025. – Vol. 1, No. 4. – Pp. 49–56. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202504106. – EDN VSHVEO.

9. Lehoczki, R. Iodine distribution in the environment as a limiting factor for roe deer antler development / R. Lehoczki et al. // Biol Trace Elem Res. – 2011. – Vol. 139, No. 2. – P. 168–176.

10. Prentice, D. E. Growth and wear rates of hoof horn in Ayrshire cattle / D. E. Prentice // Res Vet Sci. – 1973. – Vol. 14. – P. 285–290.

11. Toussaint Raven, E. Cattle Footcare and Claw Trimming / E. Toussaint Raven. – Ipswich, UK: Farming Press, 1992.