

Сергей Николаевич Чебаков^{1✉}, Ольга Серафимовна Мишина²,
Дмитрий Александрович Казанцев³, Антонина Ивановна Афанасьева⁴,
Людмила Алексеевна Бондырева⁵

^{1,2,3,4,5}Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

¹chebakov-s@mail.ru

²alengkakrotova@mail.ru

³kaz.d.a@yandex.ru

⁴antonina59-09@mail.ru

⁵bondyrieval@mail.ru

К МОРФОЛОГИИ ПАНТОВ У МАРАЛОВ СРЕДНЕГОРЬЯ АЛТАЯ

Цель исследования – изучить особенности морфологии тканей пантов маралов алтае-саянской породы. Задачи: изучить внешние анатомические особенности строения и развития пантов; выявить основные зоны и слои в строении верхушек и стволов пантов маралов; изучить микроструктуру пантогенных зон, пути хондрогенеза и остеогенеза пантов. Материал для исследования был взят во время срезки пантов в хозяйствах Республики Алтай и Алтайского края. С помощью специальных и классических морфологических методик изучены различные слои верхушек и стволов пантов маралов: кожа, переходный слой и мозговое вещество. Кожные комплексы практически неразвиты, поскольку нет потовых желез и соединительнотканной капсулы. В дерме очень сильно развиты сальные железы. В каждом слое отмечен большой полиморфизм структурных элементов. Выявлены активные зоны роста в хрящевой ткани и мозговом веществе. Отмечены сложные сосудистые сплетения и взаимосвязи в васкуляризации пантов. В процессе развития рога наблюдаются перихондральное и эндохондральное окостенения. Рост костно-хрящевых структур происходит по терминальному типу. В мозговом (губчатом) веществе менее дифференцированные клетки локализуются в дистальных частях, а более зрелые клетки располагаются в проксимальных частях. У маралов в мозговом веществе имеется значительно большее количество ядерных элементов, что является одним из факторов большой биологической активности пантов этих животных. К наступлению гона у маралов панты полностью минерализуются. Гистогенез пантов маралов проходит через сложную систему изменений тканей, которые происходят в результате пролиферации и дифференцировки пантогенных клеток пантов. Полученные новые данные расширяют и дополняют имеющиеся в отечественной и зарубежной литературе сведения по морфологии пантов семейства оленевых, могут быть учтены при проведении срезки пантов.

Ключевые слова: маралы, морфология пантов, хондрогенез, зоны роста, эпидермис, хондроциты

Для цитирования: Чебаков С.Н., Мишина О.С., Казанцев Д.А., и др. К морфологии пантов у маралов среднегорья Алтая // Вестник КрасГАУ. 2025. № 7. С. 171–183. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-7-171-183.

Sergey Nikolaevich Chebakov^{1✉}, Olga Serafimovna Mishina², Dmitry Alexandrovich Kazantsev³, Antonina Ivanovna Afanasyeva⁴, Lyudmila Alekseevna Bondyreva⁵

^{1,2,3,4,5}Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia

¹chebakov-s@mail.ru

²alengkakrotova@mail.ru

³kaz.d.a@yandex.ru

⁴antonina59-09@mail.ru

⁵bondyrieval@mail.ru

ON THE MORPHOLOGY OF ANTLERS IN MARALS OF THE ALTAI MIDDLE MOUNTAINS

The aim of research is to investigate the morphological features of the antler tissues of the Altai-Sayan maral breed. Objectives: to study the external anatomical features of the structure and development of antlers; to identify the main zones and layers in the structure of the tops and trunks of maral antlers; to study the microstructure of the pantogenic zones, the pathways of antler chondrogenesis and osteogenesis. The material for the study was taken during antler cutting in the farms of the Altai Republic and the Altai Region. Using special and classical morphological techniques, various layers of the tops and trunks of maral antlers were studied: skin, transition layer and medulla. Skin complexes are practically underdeveloped, since there are no sweat glands and connective tissue capsule. Sebaceous glands are very well developed in the dermis. High polymorphism of structural elements is noted in each layer. Active growth zones are revealed in the cartilaginous tissue and medulla. Complex vascular plexuses and relationships in the vascularization of antlers are noted. During the development of the horn, perichondral and endochondral ossifications are observed. The growth of bone-cartilaginous structures occurs according to the terminal type. In the medulla (spongy) substance, less differentiated cells are localized in the distal parts, and more mature cells are located in the proximal parts. In marals, the medulla contains a significantly larger number of nuclear elements, which is one of the factors of the high biological activity of the antlers of these animals. By the onset of the rut, the antlers of marals are completely mineralized. The histogenesis of maral antlers goes through a complex system of tissue changes that occur as a result of the proliferation and differentiation of the antlers' pantogenic cells. The new data obtained expand and supplement the information on the antler morphology of the deer family available in domestic and foreign literature and can be taken into account when cutting antlers.

Keywords: marals, antler morphology, chondrogenesis, growth zones, epidermis, chondrocytes

For citation: Chebakov SN, Mishina OS, Kazantsev DA, et al. On the morphology of antlers in marals of the Altai middle mountains. *Bulletin of KSAU*. 2025;(7):171-183. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-7-171-183.

Введение. Мараловодство представляет собой реальный резерв в решении продовольственной программы в России. Регион обитания маралов – это горные районы Республики Алтай и Алтайского края с обилием природных горных кормовых угодий, что позволяет увеличивать поголовье маралов. В целом в Республике Алтай и хозяйствах Алтайского края находится более 80 % пантового поголовья России [1].

От маралов получают пантовую продукцию, которая пользуется огромным спросом на внешнем и внутреннем рынках. Панты и кровь маралов являются ценным и уникальным лекарственным сырьем, их качество зависит не только от кормления, но и от состояния здоровья животных. В период с июня по август про-

водят срезку пантов. Рога у маралов имеют только самцы. Между лобной и теменной костями в возрасте 6–8 мес. у телят появляются костные бугорки высотой 5–6 см, и к годовалому возрасту кожа на бугорках утончается. Они начинают расти в виде хрящобразного отростка, покрытого бархатистой шерстью серого цвета. Первые рожки высотой 30–40 см вырастают почти за год.

В ходе нормального развития панты претерпевают важные изменения под влиянием местных и общих факторов. К ним относятся пищевые, генетические и другие факторы, играющие свою роль в поддержании и развитии рогов оленей [1–4].

Возрастающее промышленное значение пантового оленеводства для получения из пантов высокоценных лекарственных продуктов ставит задачи более полного знания морфо-физиологии пантов.

Имеющиеся научные работы посвящены в основном общим вопросам повышения пантовой продуктивности, стимуляции роста пантов, изучению их биохимического состава [5, 6]. Работ по микроморфологии тканей пантов почти нет или они имеют большую давность, а также некоторые терминологические неточности и противоречия [7, 8]. В связи с чем исследование морфологии пантов оленей, и в частности маралов, мы посчитали вполне актуальным.

Цель исследования – изучить особенности морфологии тканей пантов маралов алтае-саянской породы.

Задачи: изучить внешние анатомические особенности строения и развития пантов; выявить основные зоны и слои в строении верхушек и стволов пантов маралов; изучить микроструктуру пантогенных зон, пути хондрогенеза и остеогенеза пантов.

Материалы и методы. Материал был взят от 20 рогачей 3–6-летнего возраста в период проведения срезки пантов в хозяйствах Республики Алтай и Алтайского края.

При изучении анатомических особенностей оценивали внешний вид сырых пантов, степень

и характер развития отростков, цвет среза. Длину пантов измеряли с помощью эластичной сантиметровой ленты, а весовые показатели получали на электронных настольных весах марки «МАССА-K TB-S» с точностью до 0,01 г.

Для проведения гистологического исследования строения пантов были взяты фрагменты из верхушки отростка – «пунголь» (по корейской классификации – верхушка панта) и середины ствола – «чундэ», последняя является наиболее ценной на азиатском рынке.

Препараты толщиной 10–25 мкм готовились в поперечном и продольном срезах на замораживающем микротоме-криостате Leica 1510.

Окраску микропрепаратов проводили гематоксилином и зозином, пикрофуксином по Ван Гизону с последующими общепринятыми гистологическими методиками.

Изучение и фотографирование гистопрепаратов проводили с помощью микроскопа «Микромед 3» и видеокамеры TourCam 9.0 MP с выводением изображений на компьютерное устройство. Полученные данные подвергались математической обработке.

Результаты и их обсуждение. По нашим наблюдениям, линейные и весовые параметры пантов увеличиваются с каждым годом (табл.). Увеличивается и количество отростков до 4–5-летнего возраста, а к 14–15 годам их число снижается.

Масса и размеры пантов марала ($M \pm m$)
Weight and dimensions of maral antlers ($M \pm m$)

Возраст, лет	Средняя масса пары пантов, кг	Длина ствола, см	Обхват ствола, см
3	2,9±0,04	50,2±0,08	14,1±0,04
4	3,8±0,02	56,6±0,12	16,3±0,10
5	4,8± 0,08	62,6±0,24	17,2±0,09
6	5,6±0,11	64,8±0,0,8	17,7±0,04

У маралов на пантах различаются следующие отростки: надглазничный – расположен краниальнее коронки; «ледяной» – находится на стволе панта, несколько дорсо-латерально; средний – расположен позади «ледяного». Затем следуют четвертый и пятый, реже шестой отростки [2] (рис. 1).

Наряду с возрастным увеличением линейных и весовых показателей пантов происходит увеличение и количества отростков до 4–5-летнего возраста, а к 14–15 годам их число снижается.

Первые рожки (их называют шпильками) у самцов появляются в двенадцать – тринадцать месяцев. Шпильки начинают спадать в апреле – мае.

По нашим наблюдениям для маралов характерна вариабельность ветвления пантов. Несмотря на то, что порядок отхождения отростков в основном повторяется, длина отростков и расстояние между ними у рогачей одного и того же возраста может различаться.

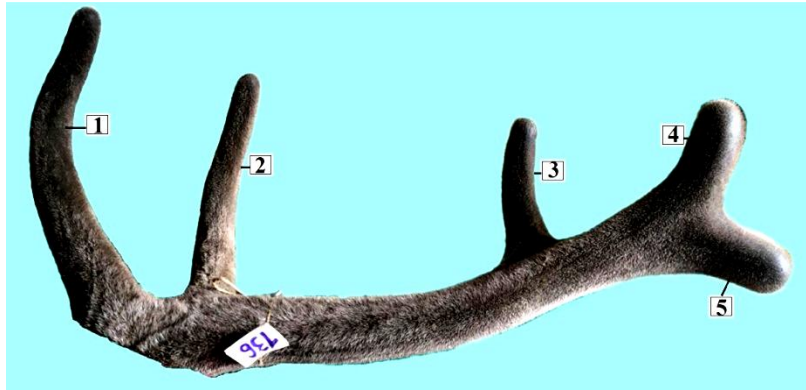


Рис. 1. Общий вид правого панта марала (возраст 4 года): 1 – надглазничный отросток; 2 – «ледяной» отросток; 3 – средний; 4, 5 – отростки
 General view of the right antler of the maral (Age 4 years): 1 – the supraorbital process; 2 – "ice" appendage; 3 – medium; 4, 5 – appendages

При оценке внешнего вида пантов можно подчеркнуть, что исследуемые образцы имели в основном 5 отростков. Панты также имели достаточно упитанный вид с правильно развитыми отростками. Волосистой покров – бархатистый, с волосками серо-коричневого цвета. Основной ствол чаще всего на своем конце раздваивается. Поперечный и продольный срезы разных частей пантов имели коричневый цвет с оттенком красноватого [2].

По оценке экспертов, участвующих в совместной работе, большинство исследуемых пантов (согласно международной классификации сырых пантов) относились к классам А, В, С.

Во время роста и развития пантов их химический состав изменяется: происходит увеличение содержания золы, фосфора, кальция, постепенно уменьшается концентрация органических веществ, особенно к концу вегетационного периода. В состав органической составляющей входят также биологически активные вещества (БАВ), которые и определяют лечебное значение продуктов, получаемых из пантов (пантокрин, БАД и др.).

Гистологическими методами нами выявлено, что в пантах маралов имеются три зоны: кожа, промежуточная зона и мозговое вещество, отмечается наличие разнообразных молодых растущих и дифференцирующихся тканей (рис. 2).

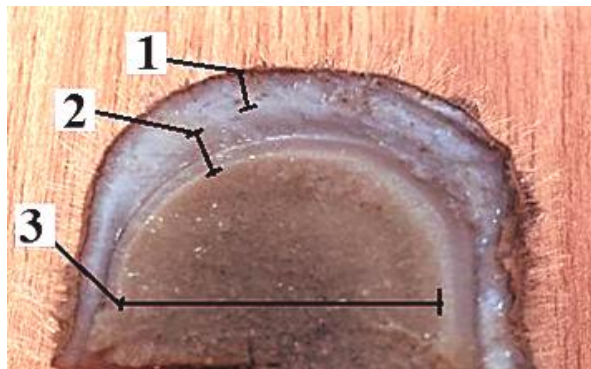


Рис. 2. Верхушка панта марала: 1 – кожа; 2 – промежуточная зона; 3 – мозговое вещество
 The top of the maral antler: 1 – skin; 2 – intermediate zone; 3 – medulla.

Растущие панты покрыты нежной кожей с короткими, сравнительно густыми волосками. По всей поверхности кожи пантов имеются волосяные фолликулы разных стадий развития.

Толстые волосы расположены глубже, а более тонкие – поверхностно.

Эпидермис кожи тонкий, обладает полиморфизмом, лежит на высоких сосочках, но эпите-

лиальные гребешки тупые и содержат у маралов многочисленные закладки вновь развивающихся волос. В эпидермисе имеются пять слоев: базальный, состоящий из призматических клеток, шиповатый (несколько рядов клеток), зернистый (содержит кератогиалин), блестящий и наружный – роговой, состоящий из кератинизированных полигональных клеток (рис. 3).

Дерма состоит из сосочкового и сетчатого (волоконистого) слоев. Сосочки имеют притупленный край, вдающийся в эпидермис. Сетчатый слой плавно соединяется с сосочковым, образован редкими фибробластами и фиброцитами, мелкой сетью извитых коллагеновых волокон, ориентированных в кольцевом и продольном направлениях.

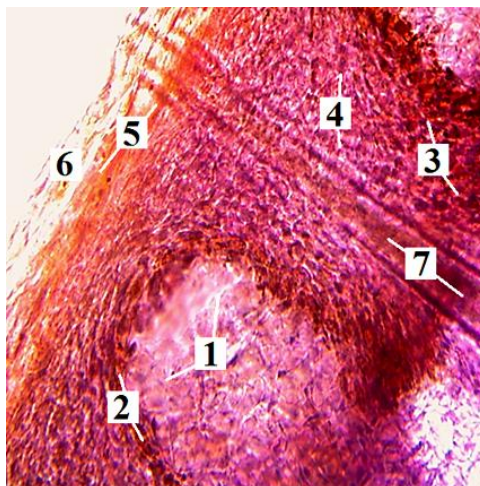


Рис. 3. Эпидермис и сосочковый слой кожи панта марала: 1 – сосочек сосудистого слоя; 2 – базальный слой эпидермиса; 3 – шиповатый слой; 4 – зернистый слой; 5 – блестящий слой; 6 – роговой слой; 7 – часть корня волоса.

Гематоксилин и эозин. Увеличение в 400 раз

Epidermis and papillary skin layer of the maral antler: 1 – papilla of the vascular layer; 2 – basal layer of the epidermis; 3 – spiny layer; 4 – granular layer; 5 – shiny layer; 6 – horny layer; 7 – part of the hair root. Hematoxylin and eosin. An increase of 400 times

Корень волоса расположен вертикально или несколько наклонно, заканчивается небольшой округлой луковицей. Длина корня у маралов не превышает ($517 \pm 1,36$) мкм, диаметр от ($10,8 \pm 0,05$) до ($18,5 \pm 0,09$) мкм.

Среди желез кожи наиболее развиты сальные железы (рис. 4). Они чаще в форме гроздей, размером 120×1048 мкм. Обычно расположены на уровне волосяных луковиц, и их протоки открываются самостоятельно. Наиболее крупные сальные железы с округлыми, сложно устроенными (полиморфными) секторными отделами залегают в коже у основания пантов. Размер желез в среднем составляет 275×2200 мкм. Здесь имеются также короткие и тонкие (до 33 мкм) волосяные фолликулы. Некоторые сальные железы, благодаря длинным выводным протокам, отделены от сетчатого слоя плотной соединительной тканью.

Потовые железы имеются в основном в коже основания пантов. Они представлены в виде небольших клубочков, состоящих из свернутых секреторных трубочек диаметром 55–66 мкм. В коже остальных отделов потовые железы отсутствуют.

Кожные комплексы, как таковые, практически неразвиты, поскольку корни волос отличаются только степенью развития, нет потовых желез и соединительнотканной капсулы.

К сетчатому слою снизу примыкает сосудистое сплетение, здесь начинается промежуточная зона панта. Сосудистое сплетение состоит из крупных вен с тонкой стенкой, мощных артерий и многочисленных мелких сосудов. Вены уплощены из-за тонкой стенки и расположения между плотными слоями – сетчатым и надхрящницей. Для пантов характерно наличие артериоло-веноулярных анастомозов (АВА), обеспечивающих регуляцию гемодинамики (рис. 5).

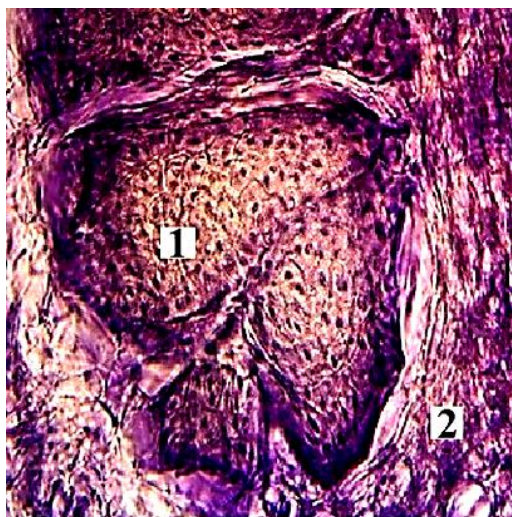


Рис. 4. Сальные железы кожи панта марала: 1 – гроздья сальных желез; 2 – соединительная ткань. Гематоксилин и эозин. Увеличение в 400 раз
Sebaceous glands of maral antler skin: 1 – clusters of sebaceous glands; 2 – connective tissue. Hematoxylin and eosin. An increase of 400 times

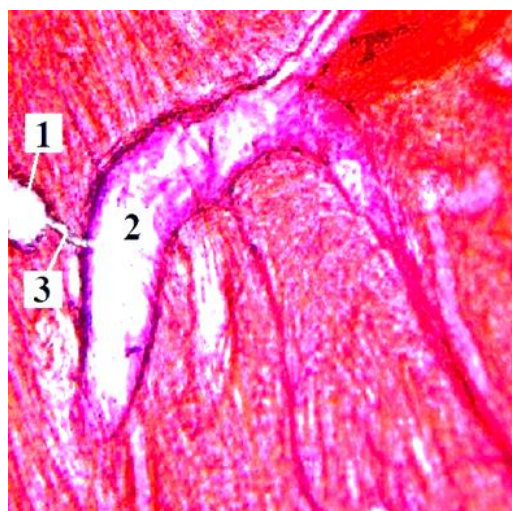


Рис. 5. Фрагмент сосудистого сплетения панта: 1 – артериола; 2 – венула; 3 – артериоло-венулярный анастомоз (АВА). Гематоксилин и эозин. Увеличение в 200 раз
Fragment of the vascular plexus of the antler: 1 – arteriole; 2 – venule; 3 – arteriovenular anastomosis (AVA). Hematoxylin and eosin. Magnification by 200 times

Кожа пантов содержит в основном безмякотные нервные волокна. Мякотных волокон меньше, но они чаще формируют сплетения. В основании пантов нервные пучки имеют менее извилистый ход.

В промежуточной зоне толщиной около $(10 \pm 0,09)$ мм имеются надхрящница, хондрогенный слой и молодой хрящ. Надхрящница содержит вначале относительно ровные волокна, а ближе к дерме становятся извитыми. В ней

также отмечаются кровеносные сосуды разного калибра, происходящие из височных и супраорбитальных артерий (рис. 6, 7).

Проксимальнее хряща в мозговом веществе панта содержится костно-хрящевой слой (остеохондриум) или так называемый, по мнению ряда авторов, герминативный (ростковый) слой. Он содержит значительное количество высокодифференцированных камбиальных элементов.

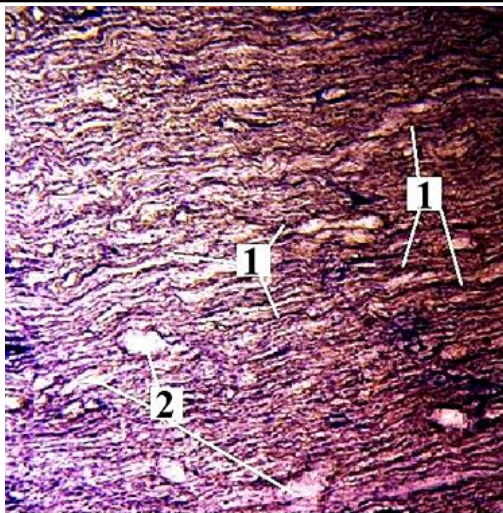


Рис. 6. Дистальная часть надхрящницы: 1 – извитые коллагеновые волокна; 2 – кровеносные сосуды. Гематоксилин и эозин. Увеличение в 40 раз
The distal part of the suprachondria: 1 – convoluted collagen fibers; 2 – blood vessels. Hematoxylin and eosin. An increase of 40 times

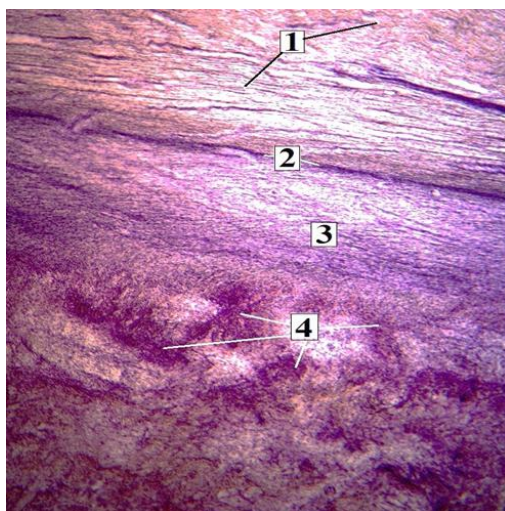


Рис. 7. Промежуточная зона и начало мозгового вещества панты: 1 – надхрящница (перихондрий); 2 – слой хондрогенных клеток; 3 – хрящ; 4 – костно-хрящевой слой (остеохондриум) мозгового вещества. Гематоксилин и эозин. Увеличение в 40 раз
The intermediate zone and the beginning of the antler medulla: 1 – suprachondria (perichondria); 2 – layer of chondrogenic cells; 3 – cartilage; 4 – bone-cartilaginous layer (osteocondrium) of the medulla. Hematoxylin and eosin. An increase of 40 times

Панты растут путем терминального сложения. Хондрогенные клетки промежуточной зоны дают начало перихондрию, который разрастается в дистальном направлении панты, а камбиальные клетки герминативного слоя в проксимальном направлении панты продуцируют костно-хрящевую ткань мозгового вещества.

Мозговое вещество имеет определенную закономерность в своей архитектонике: от герми-

нативного слоя начинается мелкопетлистая сеть нежных тяжей (трабекул) неправильной формы остеонидной ткани, состоящей из коллагеновых волокон, покрытых сплошным слоем остеобластов. К центру сеть укрупняется, в центре крупные полости (лакуны) чередуются с мелкими. Вдоль ствола панты сети имеют полигональные петли, на поперечном сечении они округлые или многоугольные (рис. 8).

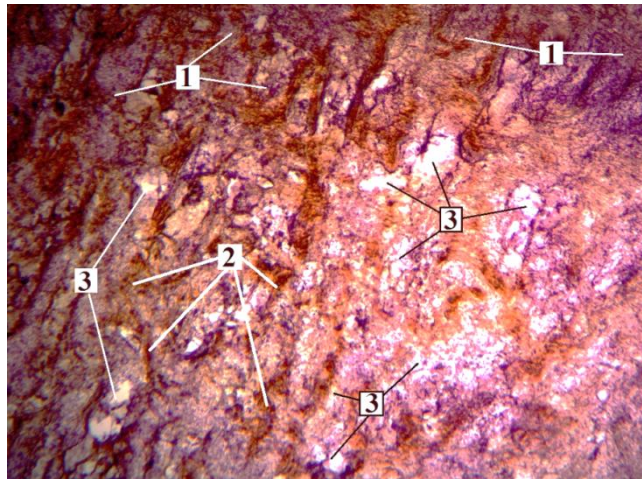


Рис. 8. Верхние слои губчатого вещества: 1 – костно-хрящевые тяжи с герминативными элементами; 2 – остеодные трабекулы; 3 – лакуны. Гематоксилин и эозин. Увеличение в 40 раз
Upper layers of spongy substance: 1 – bone-cartilaginous cords with germinal elements; 2 – osteoid trabeculae; 3 – lacunae. Hematoxylin and eosin. An increase of 40 times

Остеодные трабекулы покрыты 1–2 слоями остеобластов (рис. 9). Возникающая в клетках базофилия в сторону центра, по-видимому, указывает на отложение солей кальция. В целом по продольной оси панта в мозговом (губчатом) веществе менее дифференцированные клетки локализуются в дистальных частях, а более зрелые клетки располагаются в проксимальных отделах.

Одновременно наблюдается и физиологическая резорбция, перестройка, возникновение очагов вновь образующихся элементов мозгово-

го слоя. Между балками (трабекулами) имеются расширенные кровеносные полости – синусоиды, в них отмечается нежная ткань эмбрионального характера из ретикулярных волокон, отростчатых клеток с продолговатыми светлыми ядрами и крупными полостями, выстланными эндотелием. Количество ядерных элементов к центру уменьшается. Местами в ткани видны завитки, уплотнения, скопления клеток, новые очаги закладки остеодной ткани. В области коронки и основания пантов имеются скопления миелоидной ткани и жировые клетки.



Рис. 9. Фрагмент мозгового вещества панта марала: 1 – остеобласты в трабекуле; 2 – лакуна; 3 – ретикулярные волокна. Гематоксилин и эозин. Увеличение в 400 раз
Fragment of the maral antler medulla: 1 – osteoblasts in the trabecula; 2 – lacuna; 3 – reticular fibers. Hematoxylin and eosin. An increase of 400 times

У маралов на трабекулах и в лакунах в мозговом веществе имеется значительно большее количество ядерных элементов, что, по-видимому,

является одним из факторов высокой биологической активности пантов этих животных (рис. 10).

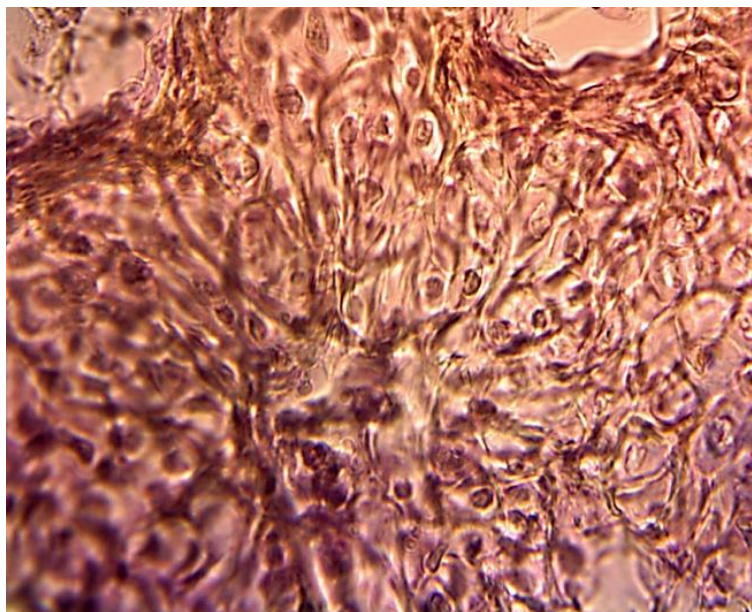


Рис. 10. Скопление полиморфных ядерных элементов в мозговом веществе панта марала. Окраска пикрофуксином по Ван Гизону. Увеличение в 400 раз
Accumulation of polymorphic nuclear elements in the brain matter of the maral antler. Painting with picrofuchsin by Van Gieson. An increase of 400 times

Прочность и эластичность, легкость и равномерность распределения массы пантов обеспечивается не только формой ветвления, но и тонкой архитектурой костных балок, имеющей особенности по протяжению пантов, а также постоянными морфофизиологическими дегенерационными сдвигами.

Как уже было сказано, в состав пантов входят различные растущие и дифференцирующие ткани. Существуют разные представления о послонной морфологической организации пантов марала. Например, по одним данным – на поперечном разрезе пантов различается три слоя: наружный – кожа, средний – промежуточный и центральный – мозговой [7], по другим данным различают четыре: кожица, сосудистый, герминативный и мозговой слои [8].

В наших исследованиях мы выделяем три слоя, при этом мы допускаем называть их зонами, поскольку в них имеются отдельные самостоятельные слои. Первая – кожа, вторая – промежуточная и третья – мозговая зона, что, в общем-то, согласуется с данными первого примера [7]. Вместе с тем авторами подробно не

рассматриваются слои: надкостница, хондрогенный слой и хрящ. По данным других исследователей, хондрогенный слой называется мезенхимным, что вполне очевидно, поскольку содержит скопление активных дифференцирующихся клеток [9–11].

Как было отмечено выше, панты растут путем терминального сложения. Слой хондрогенных клеток промежуточной зоны дистально формирует волокнистый слой надхрящницы, в котором хорошо развита сеть кровеносных сосудов, питающих дерму и растущий хрящ. По нашим наблюдениям, в пантах артерии несут кровь к верхушкам преимущественно по коже и волокнистой надхрящнице, а венозный отток происходит в основном через сосуды более глубоких тканей. Таким образом, верхушки пантов наделены многочисленными кровеносными сосудами и их анастомозами, выполняя роль коллекторов и депо крови, что находит подтверждение и в работах ряда авторов [8, 10, 11]. Основными источниками кровоснабжения пантов являются височные и супраорбитальные артерии [12, 13].

При рассмотрении взятого нами пунктата из верхушки панта, мы обратили внимание на его довольно вязкую консистенцию и менее интенсивную окраску, чем кровь. По данным отдельных авторов, именно в этой части сосредоточена основная масса органического вещества, в том числе липидов [14].

Рост пантов сопровождается постепенным снижением содержания липидов, особенно отдельных фракций: моноглицеридов, стерина, свободных жирных кислот и др. Этому способствуют гормоны вновь активизирующихся половых желез [8, 15, 18].

В мозговом веществе проксимальное формирование костно-хрящевых трабекул происходит путем образования неминерализованного хряща из герминативного слоя, а затем путем эндохондрального окостенения, при этом встречаются различные клетки: в начале трабекул – хондробласты и хондроциты, а далее – остеобласты, что подтверждается рядом других исследований [10, 18]. Как показывают наблюдения других авторов, неминерализованный хрящ настолько гистологически своеобразный и имеет обильную васкуляризацию, что вызывает некоторое сомнение в истинной его хрящевой природе, несмотря на неоспоримое общее сходство с хрящом [10].

Срезка пантов у маралов проводится в основном в июне месяце. В это время в мозговом слое основания пантов начинают появляться очаги окостенения, а терминальное на протяжении пантов выявляется зрелая хрящевая ткань. Это, по-видимому, связано с влиянием тиреоидных гормонов на развитие хрящевой ткани и тестостерона – на процессы кальцинации рогов [8, 18].

Мы обнаружили, что в проксимальных трабекулах матрица хряща обызвествляется, при

этом еще больше происходит окостенение губчатого вещества растущего панта. Периферически растущий рог становится более компактным, и к концу вегетационного периода в панте происходит массовое отложение минеральных веществ, превращающих его в твердую кость, с последующим выпадением «бархатной» кожи, что характерно для животных в брачном периоде. Этому способствует, по некоторым данным, повышение уровня циркулирующего тестостерона и прекращение роста рогов в осенний период [19–22].

Заключение. В ходе проведенных исследований нами были уточнены и впервые выявлены некоторые волокнистые и клеточные структурные элементы, вызывающие активный рост пантов. Гистогенез пантов маралов проходит через сложную серию изменений тканей, которые происходят в результате пролиферации и дифференцировки пантогенных клеток пантов. Полученные данные расширяют и дополняют имеющиеся в отечественной и зарубежной литературе сведения по морфологии пантов семейства оленевых. Считаем, что сложная система сосудистых образований, соединительнотканной сети и камбиальных элементов требует особо внимательной операционной работы при срезке пантов у маралов и получении ровного среза, чтобы регенерация пантов осуществлялась только под влиянием внутренних процессов.

Благодарность: авторы статьи выражают благодарность директору С.Н. Кыпчаковой и работникам Племенного репродуктора по выращиванию алтае-саянской породы маралов ООО «Шагым» за оказание помощи в проведении исследований.

Список источников

1. Луницын В.Г., Маташева О.А. Взаимосвязь происхождения маралов-рогачей с их пантовой продуктивностью // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 3 (185). С. 116–122. EDN: QACUCW.
2. Луницын В.Г. Пантовое оленеводство России. Барнаул: Сибирское отделение ВНИИПО, 2004. 582 с. EDN: QKWIKX.
3. Казанцев Д.А., Растопшина Л.В. Характеристика стада маралов алтае-саянской породы в СПК ПЗ «Абайский» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (199). С. 87–93. EDN: UFRSXX.

4. Луницын В.Г., Маташева О.А. Индивидуальная возрастная продуктивность маралов-рогачей и критерии ее оценки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (186). С. 85–96. EDN: AUFIL.
5. Горшков В.В., Машкина Е.И., Щетинина Е.М. Повышение качества пантов использованием разных способов их консервирования // Ползуновский вестник. 2022. № 1. С. 95–99. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.013. EDN: MDMWVI.
6. Гришаева И.Н., Кротова М.Г., Неприятель А.А., и др. Способ получения биосубстанций из сырья маралов для внесения в плодоовощную протертую массу // Вестник КрасГАУ. 2023. № 6. С. 186–192. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-186-192. EDN: HEEXHM.
7. Шик Р.Т. Гистологическое исследование панта марала // Труды института НИЛПО. 1969. Вып. 2, ч. 2. С. 33–36.
8. Ржаницына И.С., Малофеев Ю.М. Анатомо-морфологические исследования пантовых оленей и их значение для развития отрасли // Труды института ЦНИЛПО. 1984. Т. 30. С. 126–131.
9. Li C., Suttie J.M. Light microscopic studies of pedicle and early first antler development in red deer (*Cervus elaphus*) // Anat Rec. 1994. Vol. 239, № 2. P. 198–215. DOI: 10.1002/ar.1092390211.
10. Price J., Allen S., Faucheux C., et al. Deer antlers: a zoological curiosity or the key to understanding organ regeneration in mammals // Journal of anatomy. 2005. Vol. 207, № 5. P. 603–618. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2005.00478.x.
11. Овчаренко Н.Д. К вопросу о морфологии сосудистой системы пантов марала. В сб.: Научно-практическая конференция АГАУ. Барнаул, 1995. С. 56.
12. Малофеев Ю.М., Рядинская Н.И., Чебаков С.Н., и др. Атлас по анатомии марала. 3-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 148 с. EDN: OBFHZA.
13. Степанова В.В., Аргунов А.В. Морфометрия рогов благородного оленя (*Cervus elaphus* L., 1758) Якутии // Вестник Удмуртского университета. 2016. Т. 26, вып. 1. С. 126–132.
14. Гришаева И.Н., Неприятель А.А., Кротова М.Г., и др. Аминокислотный состав биосубстанций из сырых пантов марала // Вестник Омского ГАУ. 2023. № 4 (52). С. 122–127. DOI: 10.21285/achb.931. EDN: OVMGUL.
15. Гришаева И.Н., Кротова М.Г. Биохимический состав биосубстанций из пантов марала // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2024. Т. 14, № 3. С. 406–415. DOI: 10.21285/achb.931. EDN: APSYDX.
16. Frazier M., Banks W., Newbrey J. Characterization of antler mucosubstances by selected histochemical techniques // Anat. Rec. 1975. P. 88–273. DOI: 10.1007/BF02546600.
17. Goss R. Tissue differentiation in regenerating antlers. In: Biology of Deer Production. New Zealand. Bull. 22. 1985. P. 229–238. DOI: 10.1002/jez.1402350307.
18. Fennessy P., Suttie J. Antler growth: nutritional and endocrine factors. In: Biology of Deer Production. New Zealand. Bull. 22. 1985. P. 239–250. DOI: 10.1007/978-1-4612-2782-3_116.
19. Lincoln G. Biology of antlers. // J. Zool. 1992. Vol. 226, is. 3. P. 517–528. DOI: 10.1111/j.1469-7998.1992.tb07495.x.
20. Кузьмина Е.Е. Иммунобиохимические показатели крови маралов в условиях Республики Тыва // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50, № 2. С. 109–115. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-13. EDN: MOTUBX.
21. Гунтыпова Т.-Ж.З. О биологических особенностях марала Технологические инновации и научные открытия. В сб: XII Международная научно-практическая конференция; 11 апреля 2023 г. В 2 ч. Ч. 1. Уфа: Вестник науки, 2023. С. 188–197. EDN: CMLXKQ.
22. Власова Т.И., Арсентьева Е.В., Марзуг Б.А. Некоторые внутриклеточные механизмы регуляции поведения эпидермальных стволовых клеток при регенерации кожи // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2021. № 3 (59). С. 142–157. DOI: 10.21685/2072-3032-2021-3-14. EDN: CDRRTS.

References

1. Lunicyn VG, Matasheva OA. Vzaimosvyaz' proiskhozhdeniya maralov-rogachej s ih pantovoj produktivnost'yu. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020;3(185):116-122. (In Russ.). EDN: QACUCW.
2. Lunicyn VG. *Pantovoe olenevodstvo Rossii*. Barnaul: Sib. otd-nie VNIPO; 2004: 582 p. (In Russ.). EDN: QKWIKX.
3. Kazancev DA, Rastopshina LV. Harakteristika stada maralov altae-sayanskoj porody v spk pz «Abajskij». *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021;5:87-93. (In Russ.). EDN: UFRSXX
4. Lunicyn VG, Matasheva OA. Individual'naya vozrastnaya produktivnost' maralov-rogachej i kriterii ee ocenki. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020;4:85-96. (In Russ.). EDN: AUFIL.
5. Gorshkov VV, Mashkina EI, Shchetinina EM. Povysenie kachestva pantov ispol'zovaniem raznyh sposobov ih konservirovaniya. *Polzunovskij vestnik*. 2022;1:95-99. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.013. EDN: MDMWVI.
6. Grishaeva IN, Krotova MG, Nepriyatel' AA, et al. Sposob polucheniya biosubstancij iz syr'ya maralov dlya vneseniya v plodoovoshchnuyu protertuyu massu. *Bulletin of KSAU*. 2023;6:186–192. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-186-192. EDN: HEEXXM
7. Shik PT. Gistologicheskoe issledovanie panta marala. *Trudy instituta NILPO*. Gorno-Altajsk. 1969;2(2):33-36. (In Russ.).
8. Rzhanicyna IS, Malofeev YuM. Anatomico-morfologicheskie issledovaniya pantovyh olenej i ih znachenie dlya razvitiya otrasli. *Trudy instituta CNILPO*. Moscow. 1984;30:126-131. (In Russ.).
9. Li C, Suttie J. Light microscopic studies of pedicle and early first antler development in red deer (*Cervuselaphus*) *Anat Rec*. 1994: 198–215. DOI: 10.1002/ar.1092390211.
10. Price J, Allen S, Fauchaux C, et al. Deer antlers: a zoological curiosity or the key to understanding organ regeneration in mammals. *Journal of anatomy*. 2005;207(5):603-618. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2005.00478.x.
11. Ovcharenko ND. K voprosu o morfologii sosudistoj sistemy pantov marala. In: *Nauchno-prakticheskaya konferenciya AGAU*. Barnaul, 1995. P. 56. (In Russ.).
12. Malofeev YuM, Ryadinskaya NI, Chebakov SN, et al. *Atlas po anatomii marala*. 3-e izd., ster. Saint-Petersburg: Lan'; 2021. 148 p. (In Russ.). EDN: OBFHZA.
13. Stepanova VV, Argunov AV. Morfometriya rogov blagorodnogo olenya (*Servus elaphus* L., 1758) Yakutii. *Vestnik Udmurtskogo universiteta*. 2016;26 (1):126-132. (In Russ.).
14. Grishaeva IN, Nepriyatel' AA, Krotova MG, et al. Aminokislotnyj sostav biosubstancij iz syryh pantov marala. *Vestnik Omskogo GAU*. 2023;4:122-127. (In Russ.). DOI: 10.21285/achb.931. EDN: OVMGUL.
15. Grishaeva IN, Krotova MG. Biohimicheskij sostav biosubstancij iz pantov marala. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya*. 2024;14(3):406-415. (In Russ.). DOI: 10.21285/achb.931. EDN: APSYDX.
16. Frazier M, Banks W, Newbrey J. Characterization of antler mucosubstances by selected histochemical techniques. *Anat. Rec*. 1975: 88-273. DOI: 10.1007/BF02546600.
17. Goss R. Tissue differentiation in regenerating antlers. *Biology of Deer Production*. New Zealand. 1985; 22:229-238. DOI: 10.1002/jez.1402350307.
18. Fennessy P, Suttie J. Antler growth: nutritional and endocrine factors. *Biology of Deer Production*. New Zealand. 1985; 22:239-250. DOI: 10.1007/978-1-4612-2782-3_116.
19. Lincoln G. Biology of antlers. *J. Zool*. 1992;226(3):517-528. DOI: 10.1111/j.1469-7998.1992.tb 07495.
20. Kuz'mina EE. Immunobiohimicheskie pokazateli krovi maralov v usloviyah Respubliki Tyva. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*. 2020;50(2):109-115. (In Russ.). DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-13. EDN: MOTUBX.

21. Guntypova T-ZhZ. O biologicheskikh osobennostyakh marala Tekhnologicheskie innovacii i nauchnye otkrytiya. In: *XII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya*, 11 Apr 2023. V 2 ch. Ch.1. Ufa: Vestnik nauki, 2023. P. 188–197. (In Russ.). EDN: CMLXKQ.
22. Vlasova TI, Arsent'eva EV, Marzug BA. Nekotorye vnutrikletochnye mekhanizmy regulyacii povedeniya epidermal'nyh stvolovyh kletok pri regeneracii kozhi. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Medicinskie nauki*. 2021;3:142-157. (In Russ.). DOI: 10.21685/2072-3032-2021-3-14. EDN: CDRRTS/

Статья принята к публикации 16.05.2025 / The article accepted for publication 16.05.2025.

Информация об авторах:

Сергей Николаевич Чебаков¹, доцент кафедры общей биологии, биотехнологии и разведения животных, кандидат биологических наук, доцент

Ольга Серафимовна Мишина², доцент кафедры морфологии, хирургии и акушерства, кандидат ветеринарных наук, доцент

Дмитрий Александрович Казанцев³, старший преподаватель кафедры агротехнологий и ветеринарной медицины, кандидат сельскохозяйственных наук

Антонина Ивановна Афанасьева⁴, профессор кафедры общей биологии, биотехнологии и разведения животных, доктор биологических наук, профессор

Людмила Алексеевна Бондырева⁵, доцент кафедры общей биологии, биотехнологии и разведения животных, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

Sergey Nikolaevich Chebakov¹, Associate Professor at the Department of General Biology, Biotechnology and Animal Breeding, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Olga Serafimovna Mishina², Associate Professor at the Department of Morphology, Surgery and Obstetrics, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

Dmitry Alexandrovich Kazantsev³, Senior Lecturer, Department of Agricultural Technology and Veterinary Medicine, Candidate of Agricultural Sciences

Antonina Ivanovna Afanasyeva⁴, Professor at the Department of General Biology, Biotechnology and Animal Breeding, Doctor of Biological Sciences, Professor

Lyudmila Alekseevna Bondyreva⁵, Associate Professor at the Department of General Biology, Biotechnology and Animal Breeding, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

