



## Особенности морфологического строения волосяного покрова у копытных животных

Автор проекта:

**Иван Кондратенко,**

обучающийся секции «Биология» НО «РМАН» ГУДО ЛНР «РЦНТТ», г. Луганск, ЛНР,  
ученик 11-го класса ГОУ ЛНР «Лотиковская средняя школа имени героя-земляка  
Валентина Лелеки»

Руководитель:

**Александр Анатольевич Кретов,**

кандидат биологических наук, заведующий кафедрой биологии животных,  
ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный аграрный университет»

### Введение

На сегодняшний день практически нет специальной литературы, где можно было бы узнать информацию об особенностях строения кожи и микроструктуре волоса разных видов животных. Не всегда и опытный морфолог может определить при изучении гистоструктуры волоса его принадлежность. Важно знать, с чего и как начинать исследование, какие методы применять, на что именно нужно акцентировать основное внимание, с чем сравнивать и тому подобное. Ведь роль гистологических исследований в распознавании биологических микробиологических объектов является очень важной и результаты их изучения во многом зависят от правильности их подготовки к такому роду исследований, а также от поставленных перед экспертом заданий [18–20].

Поэтому **целью** нашей научной работы стало исследовать особенности морфологического строения волосяного покрова у копытных животных с использованием гистологического метода исследований.

Для достижения цели работы были поставлены следующие задачи:

- исследовать особенности строения волосяного покрова у лошадей;
- исследовать особенности строения волосяного покрова у крупного рогатого скота (коров);
- исследовать особенности строения волосяного покрова у мелкого рогатого скота (коз);
- провести сравнительный анализ микроскопического строения волос лошадей, крупного рогатого скота и мелкого рогатого скота.

**Объектом** исследования был волосяной покров лошадей, которых содержат в условиях конноспортивного комплекса «Каролина» (г. Луганск), крупного рогато-

го скота (коров) — в условиях ГУП ЛНР «Агрофонд» (г. Луганск) и мелкого рогатого скота (коз) — в условиях домашнего хозяйства (пгт. Лотиково Славяносербского района).

**Предметом** исследования стало макроскопическое и микроскопическое строение волос лошадей, крупного рогатого скота и мелкого рогатого скота.

Для исследования был отобран волосяной покров с разных участков кожи у лошадей, крупного и мелкого рогатого скота и использован ряд общепринятых макроскопических и микроскопических методик (Г. Д. Кацы, 2012).

При макроскопическом исследовании волос вначале осматривали невооружённым глазом, а потом под лупой. Обращали внимание на цвет, форму, измеряли длину и обнаруживали возможные наслоения и тому подобное.

При микроскопическом исследовании вначале несколько волосков помещали на предметное стекло с каплей глицерина и исследовали их под микроскопом без просветления. Далее структуру волоса исследовали под микроскопом на просветлённых препаратах (для просветления волоса использовали ксилол и кедровый бальзам) и обработанных методом щелочного гидролиза (для щелочного гидролиза использовали 15%-ный раствор едкого натрия NaOH).

**Новизна работы.** В работе впервые провели сравнительный анализ волосяного покрова лошадей, крупного рогатого скота (коров) и мелкого рогатого скота (коз).

**Практическое значение полученных результатов.** Полученные результаты могут стать критериями при определении видовой принадлежности волоса, что в свою очередь позволит решить ряд практических

вопросов: при похищении живых животных и их шкур, идентификации трупов, выявления и идентификации волоса на местах преступления, в молотых мясных и молочных продуктах, фальсификации животноводческой продукции и тому подобное.

**Апробация работы.** Апробация работы проходила на студенческой научной конференции «Дарвиновские чтения» (ЛНР, г. Луганск, ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ, 16 февраля 2022 года), (сертификат, приложение 2).

**Вклад автора в выполнение работы.** Автор работы провёл литературный поиск, участвовал в микроскопировании приготовленных препаратов, принимал участие в статистической обработке полученных данных и оформлении работы.

## Раздел 1. Обзор литературы

Волос животных и человека уже длительное время интересует экспертов. В основном это связано с необходимостью решения чисто практических вопросов: при похищении живых животных и их шкур, идентификации трупов, выявлении и идентификации волоса на местах преступления, в молотых мясных и молочных продуктах, фальсификации животноводческой продукции и тому подобное. Определение видовой принадлежности волоса требует от экспертов специальных знаний и навыков [21].

Известно, что волос длительное время не поддаётся гниению и сохраняется даже после полного распада мягких тканей трупа. Характерное для каждого вида животных микроструктурное строение волоса остаётся целым и после 10 лет захоронения трупа [16].

Решение этих заданий основывается на специальных знаниях в области морфологии кожи и волоса. С помощью макро- и микроструктурного исследований волоса возможно установить его видовую принадлежность [16].

Шерсть животных состоит из разных по толщине волосков, которые отличаются своими морфологическими и биологическими особенностями. Поэтому при их классификации за основу берут биологические особенности волоса и их структурное строение [10, 11]. К биологическим особенностям, согласно классификации Кронахера и Лодемана, волос разделяют на:

- *чувствительный волос* — длинный, прямой. Он расположен на веках, губах, ще-

ках. Этот волос имеет широкий мозговой слой, хорошо развитую волосяную луковицу, в которой между внешним и внутренним слоями образуются пазухи или синусы, устланные эндотелием и заполненные кровью. Чувствительный волос не имеет мышцу подниматель. Чувствительность волоса обеспечивают волокна скелетной мускулатуры и нервы, которые вплетаются во внешнюю стенку его фолликула с разных боков;

- *покровный волос* — размещается повсеместно телу животного или человека, длиной от 1,5 до 3–4 см. Он один-два раза в год линяет и имеет толстый мозговой слой;

- *защитный волос* — толстый и длинный. Не поддаётся линьке: это волос гривы, щетины у свиней, бороды у козлов и тому подобное;

- *пуховый волос* — самый тонкий волос (15–30 мкм), длиной от 5 до 15 см. Шерсть тонкорунных овец состоит исключительно из пухового волоса. У других животных этот волос встречается в виде подшёрстка.

По морфологическим особенностям, согласно классификации О. Ф. Черновой [19], в шерсти животного следует различать: покровный, остистый, переходный и пуховый волосы. Чаще всего эксперты пользуются этой классификацией.

Самый толстый волос — покровный, за ним идёт остистый, а самый тонкий — пуховой. Переходный волос занимает промежуточное место между остью и пуховым волосом. У одних животных растёт преимущественно остистый волос, а пуховые и переходные волосы развиты слабо или совсем отсутствуют (лошадь, корова). У других животных преобладает пуховой волос (куница, норка, лиса). Толщина волоса зависит от вида и породы животных. У лошадей толщина составляет 10–200 мкм, у коров — 20–100 мкм, овцы — 5–40 мкм. У взрослых животных волос толще, чем у молодняка. У овец толщина волоса изменяется сезонно. Причём зимой волос истончается. У свиней толстые, прямые остистые волоски называются щетиной [3, 6–7, 15].

Следует отметить, что микроскопическое строение волоса разных видов животных своеобразно и достаточно характерно [20]. У каждого волоса различают две части: стержень с верхушкой или ствол (внешняя свободная часть) и корень (часть волоса закреплена в коже).

Стержень, который выступает над кожей, сформирован из трёх слоёв: кутикулы (внешний слой), коркового (коры)



и мозгового вещества (сердцевины). У разных видов животных свободный край клеток кутикулы образует своеобразный рисунок, который определяет её оптический край: ровный, волнистый, зазубренный. Ширина коркового вещества также зависит от вида животных [19].

Кутикула — это внешняя кератинизированная часть волоса, которая образована шестью-восемью слоями безъядерных роговых клеток — чешуйками, которые располагаются черепицеобразно в направлении от корня к кончику волоса. Оптический край волоса является часто зазубренным, а зубцы преимущественно направлены к верхушке волоса. Свободные края клеток кутикулы образуют тонкие, расположенные поперёк или косо к продольной оси волоса линии (рисунок линии кутикулы). По характеру зазубренности свободных краёв клеток, плотности расположения и приближенности их по отношению друг к другу различают сложный и простой рисунок кутикулы. Установлено расположение клеток кутикулы волоса разных видов животных настолько специфичным, что по его отпечатку можно определять видовую принадлежность [19].

В просветлённой структуре волоса животных необходимо изучать оптический край. У одних животных край кутикулы имеет форму пилы — мелкозубчатую (овца, белка, мышь). У других — зубцы большие, размещаются далеко друг от друга (собака, лось). У третьих контур волоса волнистый или ровный (корова, свинья). По прозрачности клеток кутикулы определяется также и цвет волос. Способность кутикулы отражать свет имеет важное значение. Чем более ровная кутикула, тем больше светорассеивание и тем светлее кажется волос [5].

Ширина коркового вещества у разных животных неодинакова. У оленя и козы корковый слой имеет вид узенького тяжа, у лошадей и медведя составляет 1/3 толщины волоса, у свиней (щетина) занимает большую часть волоса [13].

При электронно-микроскопическом исследовании клеток коркового вещества волоса обнаруживают пузырьки воздуха и гранулы пигмента меланина. Роговые клетки теряют ядро и приобретают веретенообразную форму. Клетки коркового вещества построены из фибрилл, которые, в свою очередь, формируются из микрофибрилл, а те из протофибрилл. Между

роговыми и «живыми» клетками луковичы существует связь, которая обеспечивается тонофибриллами, что проходят между ними. Тонифибриллы обеспечивают волосу прочность и эластичность [20].

Следует отметить, что цвет волоса, который мы воспринимаем невооружённым глазом, зависит от многих факторов: количества зернистого или диффузного пигмента, содержания и локализации воздуха, толщины и прозрачности кутикулы. Волос содержит два вида пигмента: меланин, который размещается в виде гранул, и липохром, который диффузно растворён в роговом слое. Меланин определяет оттенок волоса от жёлтого до тёмно-коричневого, а липохром — до красного. Белый волос не содержит меланоцитов, а чёрный — характеризуется наличием большого количества сильно развитых меланоцитов. Кроме того, цвет волоса зависит от состояния поверхности: чем более широкая и более ровная поверхность волоса, тем больше света она рассеивает и тем светлее цвет волоса. Полости и трещины в корковом веществе, которые заполнены воздухом, отражают и рассеивают лучи света. При значительном содержании пузырьков воздуха, волос даже с большим количеством пигмента кажется седым. Пигмент меланин содержится в корковом и в мозговом слое волоса. Как правило, он размещается вокруг сердцевинки (центрально), образуя скопления в виде грубых продольных тяжей. Для некоторых животных (лиса, собака, кот) характерно кольцеобразное размещение пигмента. Белая щетина свиньи не содержит пигмент, однако корковое вещество окрашено в диффузно жёлтый цвет. В сильно пигментированном волосе в корковом веществе встречаются пигментофоры (волос рыжей коровы, овцы). Если зёрен пигмента много в периферических слоях, а воздуха — в центральных, то они не влияют на цвет волоса, поскольку нейтрализуют друг друга. Пигмент и воздух центральных слоёв коркового вещества влияет на расцветку волоса в том случае, если в периферических слоях нет пигмента, а количество воздуха в них незначительно. Диффузный пигмент придаёт цвет волосу от светло-русого до ярко-красного, а зернистый — от светло-жёлтого до чёрного [4].

Корковое вещество окружает сердцевину (мозговое вещество), которая занимает центральную часть волоса. Если сердцевина

в человеческом волосе обнаруживается не всегда, то в волосе животных она постоянно присутствует и структурирована в виде непрерывного, прерывистого тяжа или островков. В человеческом волосе она сформирована преимущественно из роговых, мелких или сплюснутых поперёк продольной оси волоса клеток, расположенных в несколько рядов. Как правило, клетки тесно прилегают друг к другу [1].

В волосе животных сердцевина преимущественно широкая, имеет определённую и специфическую структуру. Клетки сердцевины животных объёмные, размещаются в несколько рядов, содержат пигмент. В зависимости от того, какой стороной клетки сердцевины обращены к объективу, изменяется и рисунок мозгового вещества. Края преимущественно неровные. При щелочном гидролизе у отдельных животных сердцевина распадается на диски или на отдельные клетки. Диски формируются из одного-двух рядов концентрически размещённых клеток (коза, овца, олень). У других животных клетки сердцевины волоса разделены корковым веществом (межклеточным веществом), которое проникает в сердцевину и способствует разграничению и чёткому выделению клеток (кролик, мышь) [1].

В сердцевине волоса как человека, так и животных может присутствовать воздух. Часто это мешает проведению микроструктурного исследования. Воздух в сердцевине находится только между клетками и на границе с корковым веществом, но не в клетках. Воздух и газообразные продукты жизнедеятельности клеток содержатся не между клетками сердцевины, а на границе коркового и мозгового вещества. Поэтому пузырьки воздуха имеют разную величину и форму. Изолированные клетки сердцевины не содержат пузырьков воздуха [1].

Изменение оттенка волосяного покрова зависит и от количества воздуха, который содержит волос. Пузырьки воздуха подобно линзам отражают и рассеивают свет, поэтому волос кажется светлее. Во время старения животных волос теряет пигмент, и мозговое вещество наполняется воздухом, который влечёт обесцвечивание волоса (волос седеет); на солнце пигмент волоса выцветает, а у диких (полярных) животных цвет волоса меняется сезонно [9].

Анализ научной и специальной литературы показывает, что при проведении экспертиз, связанных с определением ви-

да животных по волосу, не всегда можно получить однозначный ответ. В подавляющем большинстве случаев глубокие знания эксперта в отрасли морфологии позволяют обнаружить характерные признаки, особенности и свойства волоса и кожи разных видов животных [2, 10].

Поэтому проведение исследований, где были бы охарактеризованы не только морфологические особенности кожи и волоса разных видов животных и человека, а ещё и подкреплены оригинальными цветными фотографиями с разными методами окрашивания, является чрезвычайно нужным. Следует отметить, что такие признаки, как длина, толщина, форма, цвет волос могут быть использованы в качестве ориентированных признаков, а изучение микроструктуры кутикулярного слоя и сердцевины волоса можно отнести к решающим признакам при проведении идентификации данного микрообъекта [8, 14].

## Раздел 2. Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужил волосяной покров лошадей в возрасте одного года, которых содержат в условиях конноспортивного комплекса «Каролина», волосяной покров крупного рогатого скота (коров на третьей лактации, 6 лет), которых содержат в условиях ГУП ЛНР «Агрофонд» в городе Луганске и волосяной покров овец и коз в условиях домашнего хозяйства в пгт Лотиково Славяносербского района, в соответствии со схемой исследования (табл. 1.1).

При исследовании волос пользовались общепринятыми методами: макроскопическими, микроскопическими и измерением толщины волоса [8, 11].

**Макроскопическое исследование волоса.** Волосы вначале осматривали невооружённым глазом, а потом под лупой. Обращали внимание на цвет, форму, измеряли длину и обнаруживали возможные наслоения и тому подобное (рис. 2.1, приложение).

По цвету волос разделяют на белый, рыжий, коричневый, серый, чёрный. Кроме этого, различают оттенки: пепельный, золотистый, красноватый и другие.

По форме различали: прямые, волнистые, дугообразные, кудрявые. Для определения формы отдельных волосков использовали гладкий белый или чёрный (в зависимости от цвета волоса) лист бумаги, на который размещали волос. При этом



Схема исследования

Вид животного, порода и условия содержания	Кличка, пол и возраст	Вид исследования	
		макроскопические	микроскопические
Лошади тракенинской породы в условиях конноспортивного комплекса «Каролина», (г. Луганск)	Клён, жеребец, 1 год	<ul style="list-style-type: none"> <li>• цвет волос: белый, рыжий, коричневый, серый, чёрный;</li> <li>• форма волос: прямые, волнистые, дугообразные, кудрявые;</li> <li>• длина волос</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• наличие кутикулы, коркового вещества, сердцевины;</li> <li>• строение сердцевинки: ширина, размещение пигмента, состояние оптического края (волнистый, зазубренный, ровный);</li> <li>• строение коркового вещества: ширина, содержание пигмента</li> </ul>
	Аригин, жеребец, 1 год		
	Симпатия, кобыла, 1 год		
Крупный рогатый скот (коровы) украинской красной молочной породы в условиях ГУП ЛНР «Агрофонд» (г. Луганск)	Сапфира 7963, корова, 6 лет		
	Рыбка 7926, корова, 6 лет		
	Черника 7971, корова, 6 лет		
Мелкий рогатый скот (козы) тогенбургской и заненской пород в условиях домашнего хозяйства (пгт Лотиково Славяносербского района)	Бежка, коза, 2 года		
	Снежинка, коза, 2 года		
	Ева, коза, 2 года		

определяют его состояние по прикосновению к поверхности бумаги. Для прямых волосков характерным является прилегание волоса всей поверхностью к бумаге. Волнистые волоски по всей своей длине образуют два и больше изгибов, и не касаются всей поверхностью к листу. Для закрученного волоса характерным является образование на периферических концах одного, двух или нескольких колец. Такой волос прикасается к поверхности бумаги только несколькими ограниченными участками. Случается и такое, что волос у животных по всей своей длине имеет разную форму. Такие волосы характеризуют как волнисто-прямые или волнисто-дугообразные.

Длину волоса определяли с помощью линейки. Длина волоса зависит от участка тела. Полученные результаты при макроскопическом исследовании волоса фиксировали и записывали.

**Микроскопическое исследование волоса.** Вначале несколько волосков поместили на предметное стекло с каплей глицерина и исследовали их под микроскопом без просветления (рис. 2.2, приложение).

Структуру волоса исследовали под микроскопом на просветлённых препаратах. Для просветления волоса можно использовать ксилол и канадский бальзам.

Пучок волос укладывали на предметное стекло, накрывали покровным стеклом, под

которое пипеткой вносили несколько капель ксилла и подогревали над спиртовкой. Ксилол под покровным стеклом растекался, действовал на волос, постепенно просветляя его структуры. После капаля каплю кедрового бальзама, накрывали покровным стеклом и получали постоянные препараты (рис. 2.3, приложение).

Сначала каждый волос внимательно рассматривали при малом увеличении микроскопа (окуляр 7х, объектив 8х), изучали наличие кутикулы, коркового вещества, сердцевинки, характер её строения, ширину, а также размещение пигмента в толще и по длине волоса. Обращали внимание на её оптический край (волнистый, зазубренный, ровный). Просматривали корковое вещество, отмечали её ширину, содержание в нём пигмента. Чаще всего пигмент размещается центрально, образуя при этом скопление в виде продольных тяжей.

При большем увеличении (окуляр 7х, объектив 40х) изучали детали строения волоса: рисунок кутикулы, оптический край, структуру сердцевинки, размещение и содержание пигмента. Характер сердцевинки, её ширина, форма клеток в волосе разных видов животных преимущественно различная.

Метод щелочного гидролиза. С помощью данного метода приготавливали препараты из сердцевинки волоса и рассматри-

вали изолированные клетки. Для этого использовали 15%-ный раствор едкого натрия (NAOH). На предметное стекло клали исследуемый волос. Пипеткой наносили на объект раствор щелочи и подогревали его над огнём спиртовки. Подогревали препарат с перерывами до тех пор, пока не появится по периферии предметного стекла белый ободок нанесённого раствора щелочи. После этого предметное стекло с волосом покрывают покровным стеклом. Просветлённую структуру рассматривали под микроскопом. Сердцевина волоса, наиболее стойкая к действию щелочи, и её клетки хорошо сохраняются или распадаются на диски и отдельные клетки (рис. 2.4, приложение).

Толщину каждого волоса измеряли один раз, выбирая самый толстый участок. Измерения толщины волоса проводили с помощью окулярной вставки, которую вставляли в окуляр. Затем рассчитывали толщину в микрометрах (мкм), с учётом цены деления. Толщина волоса животных зависит от кормления, местности пребывания и категорий волоса (рис 2.5, приложение).

Статистическую обработку полученных данных проводили согласно методическим рекомендациям С. Б. Стефанова, Н. С. Кухаренко (1988) [17].

### Раздел 3. Результаты собственных исследований

#### *Исследования особенностей строения волосяного покрова у лошадей*

Результаты исследований волосяного покрова лошадей представлены в таблице 2.

Самым толстым и самым длинным является волос хвоста, который имеет прямую форму и длину 10–50 см. Толщина

волос хвоста колеблется в пределах от 180 до 282 мкм. Форма большинства волос веретенообразная. Длина и толщина волоса лошадей разных пород мало отличается. Во многих случаях она зависит от условий содержания лошадей.

Покровные волосы прямой формы локализируются обычно на ногах. У них сердцевина преимущественно отсутствует. Остевые — прямые укрывают всё тело животного. Чувствительный волос имеет конусообразную форму. Переходные формы волоса не растут на конечностях и боковых поверхностях тела. Что касается пухового волоса, то в зимний период количество его увеличивается, а в летний период — обнаруживаются одиночные на шее, голове и гриве.

Кутикула волоса состоит из клеток, расположенных волнообразно в виде черепицы, за исключением пуховых, которые имеют кольцеобразную форму и выглядят как стаканы, вставленные друг в друга. Свободный край кутикулы прикорневого участка ровный, а по мере приближения к сердцевине и периферическому окончанию волоса свободные края клеток становятся зазубренными, иногда волнистыми. Корковое вещество достаточно широкое, пигмент размещается в виде прерванных продольных тяжей центрально, вокруг сердцевины.

Мозговой слой больше всего развит в остистом волосе и волосе хвоста. Сердцевина остевого волоса образована клетками треугольной и овальной формы, которые размещаются поперёк оси волоса в виде широкого тяжа. Соотношение сердцевины к толщине волоса составляет 5–6 к 10 (рис. 3.1, приложение).

Сердцевина волоса хвоста и гривы представлена одним или несколькими

Таблица 2

Длина и толщина разных типов волос у лошадей

Тип волоса	Место расположения	Форма волоса	Длина, см	Средняя толщина волоса, мкм	Колебания толщины волоса, мкм
Покровный	на ногах	прямая	2–6	106,5±4,6	77–136
Остевой	по всему телу	прямая	1,2–7,5	78,6±2,9	62–99
Остевой волос гривы и холки	на гриве и холке	прямая	5–20	120,0±7,1	74–166
Переходный	по всему телу, за исключением ног и боковых поверхностей тела	прямая	1,5–3	40,2±1,2	32–48
Пуховый	одиночный в участке шеи, головы и гривы	прямая	0,5–1,5	24,4±0,9	18–30



узкими тяжами клеток без чётко выраженной структуры. В большинстве случаев в волосе хвоста сердцевина образована широким неравномерным тяжом из клеток овальной формы, которые вытянуты вдоль волоса. Случается, что эти клетки разделены между собой промежуточным веществом.

**Исследования особенностей строения волосяного покрова у крупного рогатого скота (коров)**

Результаты исследований волосяного покрова крупного рогатого скота (коров) представлены в таблице 3.

Самым толстым и самым длинным является волос хвоста (от 3 до 30 см, толщина — от 173 до 1880 мкм). Покровные волоски дугообразной формы размещаются только на голове и конечностях. Остевые волоски прямые, растут вдоль туловища. Переходные волосы также прямые, растут преимущественно по всему телу в зимний период, а в летний период — только на животе. Выявление в шерсти большого количества пуховых и переходных волос указывает на то, что она отобрана в зимний период.

Кутикула всех трёх типов волос имеет подобное строение. Исключение составляют пуховый волос и волос хвоста. В прикорневых концах волоса кутикула достаточно ровная и расположена в косом направлении к продольной оси волоса. Ближе к середине волоса линии становятся волнистыми и зазубренными. Кутикулярные клетки пухового волоса имеют кольцеобразную форму. Корковое вещество серое, слегка полосатое, занимает 2/3 части волоса.

Серцевина присутствует во всех покровных и остистых волосках в виде широкого непрерывного тяжа, который сужается в корневом и периферическом конце. Заканчивается отдельными мелкими островками. Клетки сердцевины зернистые, плотно прилегают друг к другу, расположенные поперёк оси волоса в несколько рядов. Клетки остистого волоса преимущественно вытянуты в длину и меньших размеров. У переходного волоса сердцевина размещается прерванным или сплошным тяжом и состоит из зернистых клеток прямоугольной формы, которые вытягиваются вдоль волоса. Ширина клеток превышает их высоту (рис. 3.2).

Неоднородная картина сердцевины волосков хвоста. В коротких волосках мозговой слой широкий, состоит из клеток овальной формы. В большинстве длинных волосков хвоста сердцевина имеет вид узенького тяжа, построенного из хаотически разбросанных, мелких клеток разнообразной формы.

При микроскопии просветлённого остистого волоса коровы чётко просматривается кутикула, корковое и мозговое вещество. Край кутикулы тёмный, ровный или волнистый. Клетки сердцевины удлинённой формы, приплюснутые, с заострёнными краями, однородно окрашенные или зернистые и размещённые поперёк длинной оси волоса. Соотношение сердцевины к толщине волоса составляет 4,5–5 к 10.

**Исследование особенностей строения волосяного покрова у мелкого рогатого скота (коз)**

Шерсть козы грубая и короткая, преимущественно белого или серого цвета.

Таблица 3

Длина и толщина разных типов волос у коров

Тип волоса	Топография	Форма волос	Длина волоса, см	Средняя толщина волоса, мкм	Колебания толщины волоса, мкм
Покровный	голова и конечности	дугообразная	0,7–4,5	87,3±5,1	54–120
Остевой	по всему телу, за исключением головы и конечностей	прямая	0,6–3,5	102,1±4,3	74–130
Переходный	летом только на животе, зимой по всему телу животного	прямая	от 2 до 4	62,4±3,1	42–82
Пуховый	по всему телу животного	прямая	от 1 до 3	33,7±0,2	32–34

Пуховых волос у них мало. Волосы козы разных типов отличаются по форме, длине и толщине (табл. 4).

Рисунок кутикулы остевых, покровных и переходных волос выравненный с незначительной волнистостью.

Кутикула пуховых волос построена из кольцеобразных клеток. Коровое вещество у пуховых волос образует большую её часть. Пуховые волосы, как правило, сердцевинки не имеют.

Структура сердцевинки покровных и остевых волос одинаковая. Отличаются они только размером клеток мозгового слоя. У остевых волос размеры клеток меньше, а у покровных — больше. Сердцевина покровного волоса размещается сплошным тяжом и только около луковицы и периферического конца приобретает вид отдельных островков. Тяж сердцевинки построен из плотно прилегающих друг к другу клеткам. Поверхностные клетки сердцевинки, которые размещены на границе с корковой зоной, неправильной многоугольной формы, располагаются под углом в направлении продольной оси волоса (рис. 3.3).

Мозговой слой переходного волоса построен прерывистым тяжом или отдельными островками. Соотношение мозгового слоя к толщине волоса составляет 7 к 10.

#### **Сравнительный анализ микроскопического строения волос лошадей, крупного рогатого скота (коров) и мелко рогатого скота (коз)**

Проведённые исследования позволяют обобщить, что волос лошадей, коров и коз различается в основном строением сердцевинки. В подавляющем большинстве покровных волос у лошадей сердцевина отсутствует или размещается в виде узкого прерванного тяжа. Клетки овальной,

треугольной или неправильной формы, размещаются в один ряд.

В покровном волосе коровы мозговой слой представлен в виде широкого непрерывного тяжа, который состоит из узких, приплюснутых однородно окрашенных или зернистых клеток, которые плотно прилегают друг к другу.

Сердцевина покровного волоса козы размещается сплошным тяжом и только около луковицы и периферического конца приобретает вид отдельных островков. Тяж сердцевинки построен из плотно прилегающих друг к другу клеткам. Поверхностные клетки сердцевинки, которые размещены на границе с корковой зоной, неправильной многоугольной формы, располагаются под углом в направлении продольной оси волоса.

Во всех остистых волосах лошади, коровы и козы присутствует мозговой слой, который представлен широким непрерывным тяжом. Однако форма и размещение самих клеток в мозговом слое различна.

В частности, в сердцевине волоса лошади:

- клетки округлой или овальной формы, в некоторых волосках они размещаются поперёк волоса;
- клетки некоторых волосков треугольной формы с чёткими контурами;
- границы клеток сердцевинки чёткие и размещаются центрально.

В сердцевине волоса коровы:

- клетки узкие, приплюснутые, зернистые, плотно прилегают друг к другу, размещаются в несколько рядов;
- границы клеток в некоторых волосках плохо просматриваются;
- контуры клеток сердцевинки размытые и нечёткие.

В сердцевине волоса козы:

- клетки сердцевинки неправильной формы, размещаются поперёк волоса;

Таблица 4

Длина и толщина разных типов волоса козы

Тип волоса	Топография	Форма волос	Длина, см	Средняя толщина, мкм	Колебания толщины волоса, мкм
Покровный	голова и конечности	прямая	1–3	132,4±6,8	99–165
Остевых	по всему телу, за исключением головы и конечностей	дугобразная	1–15	121,0±5,4	94–148
Переходный	по всему телу животного	дугобразная	3–12	78,2±4,6	58–92
Пуховых	по всему телу животного	прямая	1–2,5	21,3±1,2	18–24



- клетки тяжа мелкие, узкие, размещённые под углом к продольной оси волоса.

Волос гривы и холки имеет широкую сердцевину, которая формируется из мелких клеток разной формы. Сердцевина волоса хвоста у коровы и лошади отличается тем, что клетки сердцевинки волоса коровы более крупные, плотно прилегают друг к другу. У лошадей клетки сердцевинки мелкие и размещаются далеко друг от друга, могут образовывать несколько тяжей. У коз клетки сердцевинки узкие, вытянуты поперёк или под углом волоса.

### Выводы

По результатам проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

1. Определяющим признаком при проведении идентификации волос у лошадей, крупного рогатого скота (коров) и мелкого рогатого скота (коз) следует считать микроструктуру сердцевинки волоса.

2. В сердцевинке волоса лошади клетки округлой или овальной формы, в некоторых волосках они размещаются поперёк волоса; клетки некоторых волосков треугольной формы с чёткими контурами; границы клеток сердцевинки чёткие и размещаются центрально.

3. В сердцевинке волоса коровы: клетки узкие, приплюснутые, зернистые, плотно прилегают друг к другу, размещаются в несколько рядов; границы клеток в некоторых волосках плохо просматриваются; контуры клеток сердцевинки размытые и нечёткие.

4. Сердцевина волоса коз размещается сплошным тяжем и только около луковицы и периферического конца приобретает вид отдельных островков. Поверхностные клетки сердцевинки, которые размещены на границе с корковой зоной, неправильной многоугольной формы, располагаются под углом в направлении продольной оси волоса.

5. Полученные результаты могут стать критериями при определении видовой принадлежности волоса, что, в свою очередь, позволит решить ряд практических вопросов: при похищении живых животных и их шкур, идентификации трупов, выявлении и идентификации волоса на местах преступления, в молотых мясных и молочных продуктах, фальсификации животноводческой продукции и тому подобное. 📌

### Список использованной литературы

1. Браун А. А. Гистологическое строение кожи сельскохозяйственных животных / А. А. Браун / Отв. ред. С. И. Фарсыханов. Таджикский НИИ животноводства. Душанбе: Дониш, 1983. 79 с.

2. Всеволодов Э. Б. Некоторые парадоксальные явления гистофизиологии волосяных фолликулов / Э. Б. Всеволодова, А. С. Мусаева, И. Ф. Латыпов, О. В. Бурлакова и др. // Онтогенез. 2021. Том 52. № 1. С. 19–26.

3. Всеволодов Э. Б. Оценка событий послышной дифференцировки волосяного фолликула / Э. Б. Всеволодов, В. А. Голиченков, И. Ф. Латыпов, И. К. Доронин и др. // Вестник Московского университета. 2015. Серия 16. № 2. С. 13–18.

4. Газизова А. И. Морфологические исследования кожного покрова млекопитающих / А. И. Газизова, Л. М. Мурзабекова // The scientific heritage. 2021. № 77–1 (77). С. 6–9.

5. Зимин П. В. Сравнительная морфология кожно-волосяного покрова у некоторых видов домашних и диких копытных животных: автореф. дис... канд. вет. наук: 16.00.02 / П. В. Зимин. Саратов, 2006. 22 с.

6. Ибраев М. В. Эколого-морфологическая характеристика волосяного покрова у лошадиных (Equidae): автореф. дис... канд. биол. наук: 06.02.01 / М. В. Ибраев. Москва, 2012. 22 с.

7. Иванов В. М. Гистологическое строение кожи помесного красного степного скота / В. М. Иванов, В. Н. Бондарев // Повышение продуктивных и племенных качеств сельскохозяйственных животных. Ставрополь, 1993 (1994). С. 59–61.

8. Кацы Г. Д. Аспекты применения знаний о структуре кожи млекопитающих / Г. Д. Кацы // Проблемы зооинженерии та ветеринарной медицины. Харків, 2006. Вип. 13(38). С. 86–93.

9. Кацы Г. Д. Влияние различных факторов на изменчивость кожи млекопитающих / Г. Д. Кацы // Проблемы зооинженерии та ветеринарной медицины. Харків, 2002. Вип. 11(35). Ч. 1. С. 263–266.

10. Кацы Г. Д. Морфологические особенности волосяных фолликулов копытных / Г. Д. Кацы // Вісник зоології. 2007. Том 41. № 4. С. 337–341.

11. Кацы Г. Д. Морфо-физиологическая оценка животных / Г. Д. Кацы. Луганск: ООО ПЦ «Максим», 2011. 104 с.

12. *Кацы Г. Д.* Методические рекомендации к исследованию кожи и мышц у млекопитающих / Г. Д. Кацы. Луганск: «Перша друкарня на паях», 2012. 22 с.
13. *Ладыка Л. Н.* Гистологические исследования кожи козлят / Л. Н. Ладыка // Животноводство и ветеринарная медицина. 2018. №3. С. 47–51.
14. *Пихтирёва А. В.* Сравнительная характеристика микроскопического строения кутикулы волоса некоторых видов животных / А. В. Пихтирёва, В. Д. Ивченко // Животноводство и ветеринарная медицина. 2018. № 2. С. 32–35.
15. *Салаутин В. В.* Видовые особенности строения волос у домашних и диких животных / В. В. Салаутин, С. Е. Салаутин // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Том 223 (3). С 157–160.
16. *Соколов В. Е.* Руководство по изучению кожного покрова млекопитающих / В. Е. Соколов, Л. Н. Скурят, Л. В. Степанова. М.: Наука, 1988. 280 с.
17. *Стефанов С. Б.* Ускоренный способ количественного сравнения морфологических признаков / С. Б. Стефанов, Н. С. Кухаренко. Благовещенск: Амурпримиздат, 1988. 27 с.
18. *Хибхенов Л. В.* Морфологическая характеристика волос домашних, сельскохозяйственных и охотничье-промысловых животных / Л. В. Хибхенов, С. П. Ханхасыков // Ветеринария и зоотехния. 2020. № 4 (61) С. 90–95.
19. *Чернова О. Ф.* Атлас микроструктуры волос млекопитающих — объектов биологической экспертизы / О. Ф. Чернова, Т. В. Перфилова, А. Б. Киладзе, Ф. А. Жукова, В. М. Новикова, Т. И. Маратова. Москва: РФЦСЭ, 2011. 262 с.
20. *Чернова О. Ф.* Атлас волос млекопитающих. Тонкая структура остевых волос и игл в сканирующем электронном микроскопе / О. Ф. Чернова, Т. Н. Целикова. Москва: КМК, 2004. 429 с.
21. *Янова Я.* О чём расскажет белый волос / Я. Янова // Коневодство и конный спорт. 2002. № 6. С. 30–31.