О.Ф. Чернова, Т.В. Перфилова, Н.Н. Спасская,
А.Б. Киладзе, М.В. Ибраев

АТЛАС
МИКРОСТРУКТУРЫ ВОЛОС ЛОШАДЕЙ

БИБЛИОТЕКА
СУДЕБНОГО
ЭКСПЕРТА

БСЭ

МОСКВА 2011

УДК 591.478 : 599.0

Рецензенты:
академик РАН, профессор Э.И. Воробьева
д.б.н. Т.П. Евгеньева
О.Б. Градусова

Чернова О.Ф., Перфилова Т.В., Спасская Н.Н., Киладзе А.Б., Ибраев М.В. Атлас микроструктуры волос лошадей. М.: КМК, 2011. 60 с. + 163 с. илл. (Библиотека судебного эксперта).

Атлас представляет собой приложение к монографии О.Ф. Черновой «Архитектоника волос и ее диагностическое значение. Теоретические основы современных методов экспертного исследования» [73] и монографии О.Ф. Черновой и Т.Н. Целиковой «Атлас волос млекопитающих» [74]. В нем продемонстрирован широкий полиморфизм микроструктуры и архитектоники наиболее диагностически значимых структур остевых волос 8 видов лошадиных (Equidae) и 17 пород домашней лошади. Цель работы – содействие проведению полноценной биологической экспертизы волос и их фрагментов.

Для судебных экспертов, зоологов, морфологов, преподавателей и студентов вузов.

Атлас микрофотографий и электронограмм на 163 с.

ISBN 978-5-87317-751-6

ISBN 978-5-87317-751-6

© Чернова О.Ф. 2011.
© Государственное учреждение Российский федеральный центр судебной экспертизы при Министерстве юстиции РФ, 2011.
© Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 2011.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 6

Глава 1. Краткий обзор современных представлений о систематике и филогении лошадиных и истории их доместикации 7

Глава 2. Степень изученности волосяного покрова лошадиных 13

Глава 3. Материал и методы 20

Глава 4. Микроструктура и архитектоника остевых волос лошадей и их диагностическое значение 26

Глава 5. Технологические свойства и хозяйственное использование конского волоса 42

Литература 54

Приложение. Атлас микрофотографий и электронограмм остевых волос изученных видов и пород лошадиных (Equidae) (подготовлен при участии Т.Н. Целиковой) 60

Глава 1
КРАТКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СИСТЕМАТИКЕ И ФИЛОГЕНИИ ЛОШАДИНЫХ И ИСТОРИИ ИХ ДОМЕСТИКАЦИИ

Систематика Лошадиных

Семейство Лошадиные — Equidae Gray, 1821 представлено одним родом, но в более дробных вариантах систематики выделяют три–четыре [50, 51, 98]. Представители семейства распространены в открытых, частью лесных, регионах Африки, Евразии (кроме севера и Индо-Малайского региона); в одомашненном состоянии — всесветно.

Род Лошади — *Equus* Linnaeus, 1758

Классификация рода разработана слабо: обычно выделяют 3–4 подрода или группы видов (ранее им иногда придавался родовой ранг); в наиболее дробных классификациях — до 6 подродов, 8–11 видов, из которых 2–3 вымерли в историческое время. Выделение подвидов в некоторых случаях условно, служит, прежде всего, природоохранным целям.

Группа видов «asinus»

E. asinus Linnaeus, 1758 — ***осёл дикий***: распространен в полупустынях и пустынях северной Африки, Аравии (в настоящее время сохранился в районе Африканского рога); выделяют два подвида — сомалийский *E. a. somaliensis* и нубийский *E. a. africanus* [115]. В одомашненном состоянии осёл распространен в Южной Европе, Средней и Южной Азии, Австралии, Латинской Америке.

Группа видов «hemionus»

E. hemionus* Pallas, 1775** (*onager* Boddaert, 1785) — ***кулан: обитает в равнинных и низкогорных сухих степях и полупустынях Южного Казахстана, Средней и Центральной Азии, Иранского нагорья (почти всюду вымер). Выделяют несколько подвидов [91]:

E. h. hemionus — джигетай — районы северной Монголии и северного Китая;

E. h. luteus — гобийский кулан — районы южной Монголии;

E. h. kulan — кулан — территория Туркменистана, Узбекистана и Казахстана;

E. h. onager — онагр — Иран, Ирак, Сирия;

E. h. khur — хур — районы северо-западной Индии и Пакистана.

E. kiang* Moorcroft, 1841 — *кианг: населяет горные степи Тибета, Гиндукуша. Выделяют несколько подвидов: *E. k. holdereri* (восточный кианг), *E. k. kiang* (западный кианг), *E. k. polyodon* (южный кианг) [118].

Группа видов «zebra»

E. grevyi* Oustalet, 1882 — *зебра Грэви — плоскогорные саванны юга Эфиопского нагорья (Восточная Африка) [128].

E. zebra* Linnaeus, 1758 — *горная зебра — плоскогорные саванны Южной и Юго-Западной Африки. Выделяют несколько подвидов: собственно горная зебра (*E. z. zebra*) и зебра Чапмана (*E. z. hartmannae*) [117].

*Группа видов «quagga»**

†E. *quagga* Boddaert, 1785 — *квагга* — обитала в саваннах Южной Африки. Вымерла в историческое время. Последний экземпляр пал в неволе в 1883 г. В настоящее время генетическими исследованиями показано, что квагу следует считать подвидом равнинной зебры, и в Южной Африке достаточно успешно реализуется проект восстановления подобных квагге животных из бурчелловой зебры с помощью селекции [101].

E. burchelli* Gray, 1824 — *равнинная зебра — разного типа саванны Восточной Африки и северной части Южной Африки. Выделяют 6 подвидов: зебру Гранта (*E. b. boehmi*), зебру Кроушая (*E. b. crawshayi*), верхнезамбезийскую (*E. b. zambeziensis*), зебру Чапмана (*E. b. chapmanni*), зебру Дамара (*E. b. antiquorum*), бурчеллову зебру (*E. b. burchellii*) [99].

Группа видов «caballus»

***E. caballus* Linnaeus, 1758** (†*gmelini* Antonius, 1912, †?*lenensis* Russanov, 1968) — ***домашняя лошадь* —** распространена в степях, лесостепях, лиственных и смешанных лесах Центральной и Восточной Европы, юга Сибири (вымерла в историческое время); в одомашненном состоянии — всесветно. **Тарпана** (†*gmelini*) нередко считают отдельным видом [27, 50, 63, 94, 95, 96]; иногда сближают с лошадью Пржевальского, с выделением трех подвидов — южнорусского степного тарпана (*E. przewalskii gmelini*), лесного тарпана (*E. p. silvaticus*) и джунгарского, или восточного тарпана (*E. p. przewalskii*); вопрос о конспецифичности тарпана остается дискуссионным (см. подробнее в: [64]).

В наиболее объединительной концепции в единый вид *Equus caballus* L., 1758, попадают все плейстоценовые и голоценовые лошади, дикий же тарпан получает статус подвида, носящего название *E. c. ferus* [83, 93] или *E. c. gmelini* [27, 50, 61, 63, 98].

E. przewalskii* Poljakov, 1881 — *лошадь Пржевальского — степи и полупустыни Центральной Азии (в природе встречался до 1970-х гг., сохранился в зоопарках, с 1992 г. реинтродуцирован в Монголии и Китае) [124]. В последнее время принято считать подвидом домашней лошади — *E. c. przewalskii* [50, 98].

Происхождение и эволюция Лошадиных

Происхождение и эволюция семейства Лошадиных (Equidae) хорошо известны благодаря целому ряду исследований (например, [37, 56, 69, 92, 119, 120, 121, 124].

Начальный этап, связанный со становлением рода *Equus*, происходил в Северной Америке. Первый представитель рода — *E. simplicidens* — сформировался около 4 млн. лет назад в результате эволюции в филогенетической линии *Pliohippus–Protohippus–Dinohippus*. Представители рода Лошадей появились на территории Евразии 2.5 млн. лет назад и были потомками *E. simplicidens* [76]. Впоследствии эволюция рода проходила параллельно в Северной Америке и Евразии. Древнейшие лошади

* – значок † обозначает вымерший вид.

Старого Света принадлежат группе *E. stenonis,* которая возникла около 2.5 млн. лет назад и очень быстро расселилась от Китая до Западной Европы, дав ряд географических и стратиграфических подвидов.

Иная точка зрения на эволюцию эквид в Евразии связана с гипотезами о миграционных волнах животных из Северной Америки. Эта схема развития предполагает наличие второй миграции уже кабаллоидных лошадей около 1 млн. лет назад из Нового Света в Старый. Как и в предыдущем случае, необходимыми условиями для осуществления этого процесса должно было быть наличие трансберенгийской сухопутной связи, отсутствие экологического барьера в форме бореального лесного пояса, и наступление существенных похолоданий, вызвавших в степных экосистемах Голарктики усиление процессов аридизации. Эту гипотезу поддерживают ряд исследователей (в частности, [18, 83, 89, 90, 120]).

Согласно биомолекулярным данным дивергенция семейства Лошадиных произошла между 2.19 и 1.62 млн. лет [89, 97]. По палеонтологическим материалам появление *Equus* в Африке произошло не раннее 2.33 млн. лет назад. Видимо, наиболее примитивной формой была и остается *E. grevyi,* которую выводят непосредственно от *E. simplicidens*. Равнинная и горная зебры появились значительно позже — в среднем и позднем плейстоцене (0.7 и 0.4 млн. лет, соответственно). Ослоподобные формы начали дивергировать в промежутке 1.9–1.4 млн. лет в Передней Азии. Наиболее древние куланообразные (0.7 млн. лет) известны из Северной Америки, оттуда они мигрировали в Евразию, хотя возможно, что развитие шло конвергентным путем на двух континентах [89, 92].

Широкому распространению непарнокопытных, и в частности лошадей, способствовало формирование на большей части Евразии и Северной Америки открытых травянистых ландшафтов. Формирование степных ландшафтов Северной Евразии происходило в два этапа. Первый этап был в миоцене, когда при сохранении субтропического термического режима значительно уменьшилось атмосферное увлажнение, вследствие чего на смену лесным ландшафтам пришли субтропические степи и саванны. Второй этап приходился на средний–поздний плиоцен: на фоне нарастающего похолодания и иссушения климата субтропические степи уступили место степям суббореальным, третичные элементы флоры были замещены современной степной растительностью [48]. В течение эоплейстоцена и плейстоцена неоднократные похолодания разной продолжительности привели к формированию на большей части Северной Евразии перигляциальных ландшафтов. Более южные районы были заняты сплошными массивами холодных тундростепей, на территории Центральной и Северо-Восточной Сибири тундростепи были распространены, видимо, мозаично. На этих открытых ландшафтах со своеобразными климатическими условиями сформировались специфические биоценозы, получившие определения «смешанных», «перигляциальных», «безаналоговых» [8, 78]. Одними из доминирующих видов были лошади — для Евразии описано свыше 15 видов плейстоценовых лошадей и более 50 в Северной и Южной Америке.

На рубеже плейстоцена и голоцена разнообразие лошадей значительно снизилось: произошла смена биоценозов, комплекс мамонтовой фауны начал вымирать. До исторического времени дожили, видимо, три вида диких лошадей, но их ареалы постоянно уменьшались: на европейской территории тарпан *E. c. gmelini* (до XIX в.), в степной азиатской части лошадь Пржевальского *E. przewalskii* (в природе до 1960–70-х гг.), в северо-восточной части Сибири ленская лошадь *E. lenensis* (до конца XVIII в.). В

обеих Америках лошади вымирают в конце плейстоцена — начале голоцена и появляются там вновь только с приходом европейцев.

Доместикация лошадей

Приручение лошадей происходило по археологическим данным в позднем неолите–начале энеолита (с 4800 лет до н.э.). Первоначально лошадь была промысловым животным, объектом охоты. Затем её начали разводить в хозяйстве как источник мясной пищи, и только в последствие стали использовать в качестве транспортного средства.

Регион одомашнивания включает степные районы Евразии и пока не определен однозначно. Высказываются разнообразные точки зрения по этому поводу: междуречье Днепра и Волги [1, 2, 85], Среднее Поволжье и юго-западное Приуралье [21, 39], южное Предуралье и Оренбургские степи [45, 54, 72, 73], Северный Казахстан [25, 42].

Вопрос о том, от какого вида диких лошадей произошла домашняя лошадь также до сих пор остается не решенным.

Разнообразие лошадей в раннем голоцене позволило выдвинуть гипотезу о полифилетическом происхождении домашней лошади. Предполагают, что ряд ныне существующих аборигенных пород домашних лошадей мог произойти непосредственно от разных видов: якутская лошадь — от *E. lenensis* [41], арабская — от *E. pumpelli* [84], европейские тяжеловозные породы — от *E. germanicus* [9, 120] и т.п. Происхождение пород восточной группы от лошади Пржевальского [68] отрицалось на основании морфологических [3, 7, 16, 17, 18, 53] и генетических данных [106, 109, 123, 126]. Частично полифилетическую гипотезу подтвердили недавние молекулярно-генетические исследования: современные породы домашних лошадей имеют значительное разнообразие как по белкам и ферментам крови [22, 65], так и по митохондриальной ДНК [81, 102, 109, 113, 123]. Предлагается вероятное объяснение полученных результатов: доместикация лошади происходила не локально (в ограниченном количестве поселений человека), а на обширной территории.

Если рассматривать восточноевропейские степи как наиболее вероятный центр доместикации лошади, то количество возможных предков домашних лошадей сокращается до двух претендентов — тарпана *E. gmelini* и дожившей до начала голоцена широкопалой лошади *E. latipes*.

Сравнение лошадей из археологических сборов по европейской территории с тарпанами достаточно затруднительно, так как в коллекциях музеев хранятся лишь один полный скелет и один череп последних животных этого вида, которые являются гибридами с домашними лошадьми [64]. Предположение же о *E. latipes* как о возможном предке домашней лошади [1, 40, 72] основано, прежде всего, на изменении в размерах, так как известно, что при доместикации размеры животных уменьшаются (по крайней мере, на ранних её этапах). Находки лошадей в неолитических поселениях Ботая показывают, что там лошади были крупнее, чем тарпан, более сходные с широкопалой лошадью, что противоречит известной закономерности.

Многообразие и классификация пород домашней лошади

В процессе доместикации лошадь приручили, приспособили для различных потребностей, сформировали в результате селекции разнообразные формы (породы). В

настоящее время в мире насчитывается более 320 пород домашних лошадей [79]. Существует несколько подходов и критериев для их классификации.

Наиболее простой классификацией является разделение по высоте в холке. Согласно такому подходу лошади бывают настоящими и пони (с вариациями в разных странах, но, как правило, ниже 147–130 см). Соответственно, кроме широко известных шетлендских или эксмурских пони, такие породы как монгольская, калмыцкая, башкирская, якутская и т.п. так же будут считаться «пони».

Ч. Дарвин [19] предложил делить породы на группы по степени селекционной работы — естественные (аборигенные), переходные и искусственные (заводские). Аборигенные (или примитивные) породы сформировались под влиянием искусственного и естественного отборов в различных районах и характеризуются рядом примитивных черт (например, низкорослостью, грубой конституцией и т.п.), но оказываются наилучшим образом приспособленными к определенным природным условиям, способны к существованию круглогодично под открытым небом на подножном корме. Заводские породы требуют тщательного ухода, стойлового содержания, сбалансированного питания.

Породы также делят по региону их формирования. Для аборигенных пород существуют следующие группы: лесные (вятская, печорская, мезенская, полесская, приобская, якутская и др.); степные (монгольская, забайкальская, казахская, башкирская и др.); горные (локайская, киргизская, алтайская, тувинская, азербайджанская, тушинская, мегрельская, гуцульская и др.); пустынные (адаевская); островные (шетлендская, исландская, уэльская, готландская, сардинская и др.). Для заводских — степные (донская, буденовская, кустанайская); горные (кабардинская, локайская, карабахская); пустынные (ахалтекинская, иомудская).

Переходные и искусственные (заводские) породы по характеру работоспособности и степени их применения делят на верховые (английская чистокровная, арабская, терская, стрелецкая, русская верховая, андалузская, липицианская, американская верховая, английский гунтер), верхово-упряжные (ганноверская, гидран, фуриозо, мекленбургская, бранденбургская, тракененская, голштинская), рысистые (орловская рысистая, русская рысистая, американская стандартбредная, фредериксборгская), упряжные (кузнецкая, белорусская, кладрубская, остфризская, морган) и тяжеловозные (русская, советская и владимирская, першерон, бельгийская, клейдесдаль, шайр, суффольк, буллонская, арденнская).

Согласно зоотехнической классификации лошадиные породы делят на быстрых (галопирующих и рысистых) и медленноаллюрных (шаговых).

Есть теплокровные, холоднокровные и полукровные породы, отличающиеся, как принято считать, по темпераменту и резвости. В первую группу включают верховые и упряжные породы, выведенные с использованием чистокровных арабских или английских производителей (ганноверская, тракенская, голштинская, остфризская и др.). К полукровным верховым и упряжным породы породам относят выведенные с использованием чистокровных верховых производителей — например, буденовская, кустанайская. Холоднокровные породы — это, прежде всего, тяжеловозные.

Зоологическая классификация учитывает особенности строения скелета, в частности черепа. Так было предложено разделить домашние породы на восточные и западные [9, 23, 93, 116]. Для восточной группы характерна широколобость, резко выдающиеся скуловые и надбровные дуги, более простой рисунок эмали щечных зубов, тон-

кие кости конечностей, сухое телосложнение, тонкая кожа. Лошади западного типа имеют длинный узкий череп, мощный грубый костяк, коренные зубы с сильно складчатой эмалью. А.А. Браунер [5, 6] выделял северный и южный типы лошадей. В северный тип входили группы западная, соответствующая описанному западному типу европейских лошадей, и восточная, включающая киргизских лошадей с прямым профилем и монгольских с выпуклым. В южном типе также различались лошади с прямым и выпуклым профилем. Юарт (1904 — цит. по: [3]) связал классификацию лошадей с их зональным распределением: 1) степной тип — с длинным и узким черепом, выпуклым профилем, перегибом у основания черепа между мозговой и лицевой частью; 2) лесной тип — с коротким широким черепом, слегка вогнутым профилем, без перегиба между мозговой и лицевой частью; 3) пустынный тип — с узкой лицевой частью, слабо вогнутым профилем и промежуточной степенью перегиба.

Наиболее сложным вопросом является происхождение пород и время их образования.

Некоторые ученые (например, [84]), придерживаясь полифилетической теории, выделяют несколько экотипов *E. caballus,* существовавших в начале голоцена, каждый из которых мог быть родоначальником нескольких пород домашних лошадей. Пони Западной Европы — тип, схожий с современным эксмурским пони, был высотой 1.22–1.27 м и формировался во влажном, холодном климате. Пони Северной Европы — тип, схожий с современной лошадью Пржевальского — высотой 1.42–1.47 м с более мощным корпусом, массивной головой, округлым профилем, развивался в холодном климате. От него могли произойти хайлендский пони, норвежский фьорд, норикер. Пустынная лошадь, высотой 1.5 м, с сухим телосложением, тонкой шкурой, плоскими маленькими копытами, редкими гривой и хвостом, населяла сухой и жаркий климат Средней Азии. Этот тип мог быть родоначальником таких пород как сорэйа и ахалтекинская. Четвертый тип имел смешанные черты тарпана и лошади Пржевальского, был невысоким (до 1.22 м) и существовал в Западной Азии. Вероятно происхождение от этого типа арабской и каспийской лошадей.

Существуют исторические документы, свидетельствующие о древнем происхождении некоторых пород лошадей. Например, фризская порода, которую упоминает как древнюю еще римский историк Тацит (55–120 гг. до н.э.). Каспийская лошадь была изображена на печати Дария (548–486 гг. до н.э.) и считалась вымершей породой, пока ее не обнаружили на побережье Каспийского моря в 1965 г. Арьежский пони, распространенный сейчас в Пиренеях, вероятно, происходит от вьючных лошадей римской кавалерии. Древними породами считаются арабская и ахалтекинская, хотя их происхождение не совсем ясно. Безусловно, древними и весьма специфичными породами являются пони островов Северной Европы.

На современном этапе предпринимаются многочисленные попытки с помощью молекулярной биологии (ядерная митохондриальная ДНК, полиморфизм белков крови) выявить историю происхождения и предложить новую классификацию пород домашних лошадей (например, [22, 65, 81, 102, 103, 108, 113, 123]). К сожалению, ощутимых успехов в этой области пока нет. Современные породы домашних лошадей, а также позднеплейстоценовые и раннеголоценовые виды не дают четко обособленных группировок на филогенетическом дереве, и, соответственно, нет возможности объяснить происхождение и время образования пород.

Глава 2
СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА ЛОШАДИНЫХ

Волосяной покров изучен у некоторых представителей семейства лошадиных. Начиная с конца XIX в., в различных атласах волос млекопитающих приводятся фотографии или рисунки волос лошадей, но детальные их описания отсутствуют (например, [23, 75, 82, 86, 88, 100, 107, 110, 112, 125, 127] и др.). Одним из первых изучил волосы лошадей Rast (1911 — здесь и далее ранняя литература цит. по: [105]). Он описал их форму и категории, отметив, что волосы лошадей прямые, иногда игловидные, расширенные в прикорневой зоне. Причем волосы хвоста на 1/3–1/4 толще волос гривы, и эта особенность наиболее ярко проявляется у «восточных» пород лошадей по сравнению с польскими лошадьми. Rast не нашел различий между рысистыми, верховыми («warmblooded breeds») и тяжеловозами («coldblooded breeds»), а также полукровками («halfblooded breeds»). Позже Litersheid и Lambardt (1921) представили описание кутикулярных чешуек волос лошадей как вытянутых перпендикулярно к оси стержня. Высота кутикулярных чешуй составляла 10–15 μm в середине стержня. Saxiger (1925) изучил отпечатки волос лошадей на целлоидине, а Lodermann (1927) собрал большой морфометрический материал, измеряя высоту кутикулярных чешуек волос с шести участков тела у вышеперечисленных групп пород лошадей. Второй автор сделал следующие выводы: 1) индивидуальные топографические различия в размерах и степени изрезанности свободного края кутикулярных чешуек, а также расстояния между его зубчиками очень сильно варьируют; 2) максимальная высота чешуек иногда больше у тяжеловозов, чем у рысистых и верховых лошадей; средняя высота чешуек равна 9.4 μm (n = 200 тыс.); 3) в некоторых случаях характер изрезанности свободного края может служить породным признаком.

Волосы лошадей изучали и в аспекте решения проблемы доместикации животных. Sauer (1922) определил, что у волос домашних пород лошадей кутикула толще, и ее чешуйки теснее сомкнуты, чем у диких предков (в эти же года Aurin (1933) сравнивал кутикулу у зайцев, диких и домашних кроликов, но к сходным выводам не пришел) (оба автора цит. по: [105]).

Волосы лошадей часто встречаются в древних захоронениях, и их изучение представляет археологический интерес. Одна из находок относится к ископаемой, так называемой «селериканской лошади» (ленской лошади), на фрагменте трупа которой частично сохранился волосяной покров, что позволило описать размеры и цвет волос на плечах, лопатках, крупе, предплечье и на ногах, а также изучить строение кожи и кутикулы волос в сравнении с волосами лошади Пржевальского [60].

У ископаемой «селериканской лошади» (возраст 33 тыс. лет) длина волос на плечах составляла 80–90 мм, на лопатках — 70–80 мм, жесткие щетки передних ног достигали 150 мм [60]. Интересно, что у этой лошади грива была стоячей (длина черных волос не более 16 см), как у зебр. По сравнению с волосяным покровом

лошади Пржевальского, покров селериканской лошади был пышнее, гуще и сходен с таковым современной якутской лошади. Зато топография и длина «маховых» волос хвоста у нее занимает промежуточное положение между таковыми у домашних лошадей и ослов и вполне сходны с особенностями строения хвоста у лошади Пржевальского. Волосы этой ископаемой лошади отличаются более изрезанной кутикулой, чем у современных домашних лошадей. Однако никакой закономерности в уменьшении высоты кутикулярных чешуек у древней лошади по сравнению с лошадью Пржевальского обнаружено не было, что также не подтверждает осторожный вывод Kratochvil [105] об уплощении кутикулы у домашней лошади по сравнению с дикими. Так, на маховых волосах хвоста (n=108) высота кутикулярных чешуек изменялась значительно от 5.25 до 17.5 μm, но на маховых волосах (n=108) лошади Пржевальского этот лимит был равен 7–21 μm.

Myczkowski (1964 — цит. по: [105]) описал волосы одомашненных лошадей XIII и XIV вв.: на одной пробе (фрагменте длиной 135 μm) он смог различить 16 кутикулярных чешуек. Lodemann (1927 — цит. по: [105]) нашел 18 чешуек на другом образце, и даже определил разницу в цвете волос.

В мумифицированных останках лошадей были найдены рыжие и темно-коричневые волосы, т.е. в средние века, вероятно, в основном, разводили лошадей преимущественно гнедой масти. Vitt (1952 — цит. по: [105]) пришел к выводу, что в далеком прошлом отсутствовала окраска волос, в наши дни широко распространенная — серая, мышиная, серо-коричневая. По новейшим данным, до одомашнивания абсолютное большинство лошадей были гнедыми, часто с чёрным оплечьем. Затем появились чёрные лошади, а большинство современных мастей возникли уже в процессе одомашнивания 5.5 тыс. лет назад — вероятно, в результате направленной селекции. С учетом генетических данных проанализировано, как менялся цветовой состав лошадей в последние 10–15 тыс. лет [111]. Из плейстоцена не известно останков ни одной лошади, масть которой была бы отлична от гнедой. Около 6–7 тыс. лет назад начали встречаться полностью чёрные лошади. Примерно 5 тыс. лет назад произошел резкий селекционный “взрыв”, давший разнообразие мастей. Уже к началу II в. до н.э. появились кони серой масти и всевозможные «блондины» со светлой лопаточной областью или гривами. В дальнейшем возникали и новые масти, и «цветовой состав» лошадей постоянно менялся. На основании изучения окраски волос останков лошадей предполагают, что одомашнивание лошади началось около 5.5 тыс. лет назад в степях Западной Азии, Южной Сибири и Восточной Европы.

Специальное морфометрическое исследование волос для выяснения вопроса влияния доместикации на их структуру предпринял Kratochvil [105], применив статистические методы обработки полученных многочисленных данных (табл. 1).

Несмотря на проведенную огромную трудоемкую работу, удалось лишь установить, что кутикулярные чешуи уплощаются в середине стержня по сравнению с его основанием и, соответственно, высота чешуек меньше в середине стержня (что статистически недостоверно). К сожалению, автор не использовал такой показатель, как относительная высота (к толщине стержня волоса). Сравнение в хронологическом порядке дикой лошади Пржевальского и ряда домашних лошадей не позволило сделать определенных выводов об изменение строения кутикулы волос в процессе одомаш-

Таблица 1

Высота кутикулярных чешуек разных участков волос гривы и хвоста домашних и диких лошадей (с сокращениями, по: [105])

Вид, место получения пробы	Проба	Участок стержня волоса	Число промеров	Высота кутикулярных чешуек, μm	
				lim	X
Лошадь Пржевальского, Нац. Пражский музей	Грива	Середина	300	8.5–28.5	16.2
		Основание	300	9.9–31.0	19.0
	Хвост	Середина	300	8.5–31.3	16.8
		Основание	300	8.5–33.0	18.1
Домашняя лошадь, IV в. до н.э.	Грива	Середина	900	8.5–31.0	15.6
		Основание	900	10.1–31.0	16.3
	Хвост	Середина	900	9.5–28.5	15.1
		Основание	900	11.8–29.0	17.1
Домашняя лошадь, XIV в.	?	Середина	300	7.1–23.1	14.6
Домашняя лошадь, Международная ветклиника, Брно	Грива	Середина	900	9.3–22.8	14.3
		Основание	900	11.0–28.5	16.5
	Хвост	Середина	900	8.5–25.5	14.8
		Основание	900	11.7–30.0	17.9

нивания, и размеры кутикулы не служат отличительным признаком волос диких и домашних лошадей. Из других характеристик волос отмечено, что волос дикой лошади пигментирован интенсивнее и образует «мраморный» рисунок в корковом слое верхушки волоса.

Вообще, математическая обработка морфометрических данных различных структур волос (на примере 94 видов млекопитающих), полученных с помощью специальных компьютерных программ, с применением регрессионного анализа продемонстрировала, что надежных показателей, помогающих определять вид по структуре волос, очень немного. В основном это такие параметры как площадь кутикулярной чешуи и отношение ширины чешуи к ее высоте [114]. Вероятно, трудоемкая морфометрическая обработка волос не эффективна и следует больше внимания уделять описательным элементам: конфигурации стержня, орнаменту кутикулы, строению и степени развития сердцевины, а также характеру распределения пигментных гранул.

Keller [104] исследовал в сравнительном аспекте остевые волосы дикого осла, лошади Пржевальского и пяти пород домашней лошади (арденской, хафлингер, шетлендского пони, швейцарской, французского селя). Для диагностики видов он использовал такие характеристики, как форма кутикулярных чешуй, структура сердцевины и форма поперечных срезов стержня и представил определительную таблицу, с помощью которой можно достоверно различать ослов и лошадей.

Определительная таблица некоторых видов лошадиных (Equidae) по строению остевых волос (с сокращениями, по: [104])

1. Сужения веретеновидного стержня остевого волоса отсутствуют; сердцевинный канал постоянной толщины, но заужен в дистальном отделе волоса; поперечные срезы стержня овальной или округлой формы 2
— Сужения веретеновидного стержня остевого волоса имеются (три перетяжки — *вставка наша*); сердцевинный канал заужен в области поворота стержня волоса, а также на дистальном конце и в основании волоса; поперечные срезы овальные, округлые или уплощенные.....осел
2. Сердцевина сетчато-перегородчатая по всей длине остевого волоса…….
.....лошадь Пржевальского, домашняя лошадь
— Сердцевина фрагментарная узловатая.....домашняя лошадь (шетлендский пони).

В морфологических работах по сравнительному анализу строения кожно-волосяного покрова лошади Пржевальского и домашних лошадей разных пород определены особенности кожного покрова, которые различают эти группы и могли быть вызваны доместикацией: укрупнение волосяных фолликулов, ускорение процессов линьки и др. [28, 29]. У лошади Пржевальского остевые волосы могут быть разделены на две категории (остевые и пуховые). Эти категории по-разному представлены в волосяном покрове сравниваемых групп лошадей (табл. 2).

Отмечается, что остевые волосы лошадей незначительно расширяются сразу по выходе из волосяной воронки. Остевые волосы многочисленнее и крупнее у лошади Пржевальского, по сравнению с домашними лошадями, у которых возрастает количество пуховых волос и остевых волос II-го порядка, а крупных и грубых остей I-го порядка у них меньше, чем у лошади Пржевальского. Длина остевых волос наибольшая у монгольских лошадей полувольного содержания, живущих в суровых условиях

Таблица 2

Морфометрия летнего волосяного покрова лошадей (по: [28])

Вид, группа пород	Число промеров	Диаметр волос, μm		Длина волос, мм		Категория волос, %		
		M ± m	*Lim*	M ± m	*Lim*	Остевые		Пуховые
						I порядка	II порядка	
Лошадь Пржевальского	9	73.2	67.8–77.8	15	13–17	82.6	13.2	4.2
Монгольская лошадь	6	59.4	54.6–69.2	20	15–25	67.4	25.5	7.1
Европейская лошадь	5	53.8	47.4–60.0	13	12–14	55.8	29.0	15.2

Монголии. Волосы короче у обитающих на юге Украины лошадей Пржевальского («Аскания-Нова») и местных пород домашней лошади.

Длина волос гривы лошади Пржевальского (из асканийской популяции) практически такая же, как у лошадей, завезенных из дикой природы в Европу в начале века (эталонных образцов из коллекции научного музея «Аскания-Нова»): у кобыл на середине шеи летом она равна 126 мм, зимой — 141 мм; у жеребцов — на 11–15% длиннее, чем у кобыл, но грива «стоячая», без челки. Лошади Пржевальского пражской линии имеют гриву на 17–30% длиннее; грива ложится на бок и глаза, образуя чёлку. У помесей с домашними лошадьми грива удлиняется на 95–100%, появляется чёлка и варьирование окраски. Грива монгольских лошадей достигает у жеребцов 1 м (обычно равна 70–80 см), что на 75–80% длиннее гривы европейских домашних лошадей. Часто у монгольских лошадей даже не видно глаз из-за чёлки. Общее впечатление «мохнатости» этих лошадей дополняет пышная оволошенность ног и хвоста.

У жеребца кулана, добытого в апреле, волосы также представлены двумя категориями — остевыми и пуховыми [58]. Остевые волосы загривка прямые, имеют узкую шейку в основании, далее стержень резко расширяется, а затем сужается к вершине; поперечник этого волоса овальный, причем одна сторона выпуклее другой. Длина остевых волос значительно изменяется на разных участках тела (табл. 3).

Сердцевина развита хорошо (до 90% толщины стержня), идет по всей длине стержня, отсутствуя только в основании и на вершине. Кутикула некольцевидная.

Пуховые волосы слабоволнистые, постоянной толщины по всему стержню, за исключением незначительного расширения в середине стержня. Их поперечники округлые. Сердцевина занимает до 88% толщины стержня. Длина пуховых волос изменяется от 9 до 31 мм в разных участках тела; на загривке некоторые пуховые волосы очень длинные (до 41.8 мм) и их стержень имеет 5–6 изгибов.

Проведено межвидовое сравнение строения кожи у лошади Пржевальского, кулана, зебры Чапмана, зебры Греви, и беспородных домашних лошадей [29]. Установлено, что густота волосяного покрова последовательно увеличивается в сравниваемом ряду видов от зебр и домашних лошадей к лошади Пржевальского и кулану. Густота

Таблица 3

Длина волос разных категорий на разных участках тела взрослого жеребца кулана *Equus hemionus* (Equidae) (n = 10) (по: [59])

Категория волос	Длина, мм		Ширина, max., μm	
	X	*Lim*	X	*Lim*
Загривок				
Остевые	9.5	7.4–11.6	80	70–93
Удлиненные пуховые	38.5	35.6–41.8	26	22–30
Пуховые	11.0	9.0–12.4	23	22–28
Крестец				
Остевые	33.7	30.7–36.7	88	70–100
Пуховые	25.9	20.2–31.0	34	28–29
Середина брюха				
Остевые	5.0	4.2–5.9	91	90–93

волос у взрослых особей в 3.3–5.5 раза меньше, чем у новорожденных: у семимесячного плода кулана густота волос в 8.3 раза, а у плода бурчелловой зебры в 6.3 раза больше, чем у матери.

Таблица 4

Основные характеристики остевых волос некоторых представителей лошадиных (Equidae) (с сокращениями, по: [35])

Категория волоса, характеристика	Лошадь домашняя (беспородная)	Осел домашний (беспородный)
ОСТЕВЫЕ ВОЛОСЫ:		
Длина, max., мм	75	100
Толщина, μm	100	97
Форма стержня	Прямая	
Окраска	Однотонная	
Конфигурация стержня	Веретеновидная	
Форма поперечника	Округлая, овальная	Овальная
Распределение пигментных гранул	Имеются в кутикуле; в корковом слое в виде тяжей и цепочек	Отсутствуют в кутикуле; в корковом слое в виде тяжей и цепочек
Кутикула	Лентовидная, в гранне модифицирована, чешуйки вытянуты поперек стержня	
Сердцевина	Непрерывная, средней толщины, сетчатая, решетчатая	Непрерывная, средней толщины, глобулярная
Диски сердцевины, полученные после щелочного термогидролиза	Овальной формы, с центральными «клетками», контуры которых хорошо различимы; края диска приподняты, а поверхность его плоская; диск быстро разрушается; форма выделенных при мацерации «клеток» ладьевидная с «глазком»	Эллипсовидной формы, без различимых центральных «клеток»; края диска приподняты, а поверхность его плоская; диск разрушается медленно; форма выделенных при мацерации «клеток» многоугольная
ПУХОВЫЕ ВОЛОСЫ:		
Длина, max., мм	20	25
Толщина, max., μm	25	20
Конфигурация стержня	Извитая	
Окраска	Однотонная	
Кутикула	Некольцевидная, однообразная, лентовидная, с волнистым или ровным краем	Некольцевидная, однообразная, лентовидная, с волнистым краем
Сердцевина	Непрерывная однорядная, плохо различима; форма «клеток» четырехугольная округлая	Непрерывная однорядная, плохо различима; «клетки» выглядят как бесформенные глыбки
Диски сердцевины	Мелкие, округлые	Мелкие, разнообразной формы

В аспекте биологической и судебно-медицинской экспертизы волосам домашней лошади посвящена диссертационная работа М.М. Петрачкова [52], которая осталась для нас недоступной. Краткое описание волос беспородных домашних лошади и осла представлено М.В. Кисиным [35] (табл. 4). У этих видов развиты остевые и пуховые волосы. Остевые волосы прямые (у осла перегибов стержня автор не обнаружил), веретеновидные, значительно расширяются в верхней части, с однотонной окраской. Кутикула остевых и пуховых волос толстая, уплощенная лентовидная, однотипная — ее орнамент не изменяется по стержню. Поперечные срезы волос имеют округлую форму. Сердцевина непрерывная однорядная лестничная или фрагментарная в виде небольших островков. Она может занимать до 90% толщины стержня.

Волосы лошадиных послужили объектами нескольких исследований, проведенных при помощи сканирующего электронного микроскопа [75, 87]. Во второй работе авторы приводят электронограмму сердцевины волоса домашней лошади и отмечают, что стенки воздушных полостей сердцевины имеют перфорации и неравномерно утолщены. По нашим данным [74], сердцевина волос у непарнокопытных — лестничная воздухоносная с толстыми перегородками, развита хорошо у кулана или совершенно отсутствует у других представителей непарнокопытных — тапира и носорогов.

Подводя итог обзору данных литературы о строении и диагностической ценности волос лошадиных можно констатировать, что сильный полиморфизм строения волос не дает возможности надежно определять виды и породы лошадей на макроскопическом уровне. Именно поэтому, мы предприняли попытку исследования волос лошадей с применением светооптической и электронно-микроскопической техники.

Глава 3
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для проведения полноценной работы, нами собрана коллекция волос 8 видов лошадиных, в том числе вымерших форм, а также 17 пород домашней лошади (табл. 5). Материал собран нами, а также получен в ряде музеев и на выставке «Эквирос-2006». В изученном материале представлены все виды семейства (кроме тарпана) (в том числе не только рецентные, но и вымершие), а также основные породы домашней лошади. Породы можно разделить по времени их формирования.

1) «Аборигенные породы»: якутская, вятская, башкирская, алтайская, польский коник, шетлендский пони.

2) «Древние породы»: ахалтекинская, арабская.

3) «Старые породы»: фризская, андалузская.

4) «Новые (помесные) породы»: белорусская упряжная, владимирский тяжеловоз, орловская рысистая, донская, тракенская и мини-пони.

Изученные породы домашней лошади можно сгруппировать, принимая во внимание климатические особенности региона исторического формирования породы.

1) Южные полупустынные и пустынные: ахалтекинская, арабская.

2) Южные степные: башкирская, алтайская, донская.

3) Северные: якутская, шетлендский пони.

4) Средней лесной полосы: польский коник, вятская, белорусская упряжная.

5) Средней и Южной Европы: фризская, андалузская, владимирский тяжеловоз, орловская рысистая, тракенская, мини-пони.

Для получения сопоставимых данных мы совместили светооптического изучение волос с их исследованием в сканирующем электронном микроскопе. Полученные микрофотографии и электронограммы собраны в Атлас.

Изучение фрагментов остевых волос проводили под световым микроскопом «Ампливал» (VEB Carl Zeiss, Jena), а также «Leica DMLS» с цифровой видеокамерой «Leica DMLS» (Германия) с использованием окуляра ×10 и объективов ×10; ×40; ×63. Микрофотографии скомпонованы однотипно: А — поперечные срезы волос; Б — середина стержня нативного волоса; В — корковый слой на поперечном срезе волоса при произвольном увеличении (в программе «Adobephotoshop 7.0»). Изменения в порядке компоновки микрофотографий специально указаны в подрисуночных подписях. Кроме того, приведены снимки «дисков», на которые распадается сердцевина волоса в результате щелочного термогидролиза. Щелочной термогидролиз проводили по общепринятой методике (см. [35]). Фрагменты волос помещали в 10–15% раствор едкого натра и выдерживали их при температуре 50°С в течение 5–20 мин. до мацерации сердцевины и выделения дисков; в некоторых случаях при дальнейшей мацерации диски распадались на островки определенной формы с хорошо различимыми клетками.

Микрофотографии дают представление о строении стержня волоса (судя по его поперечнику), особенностях его пигментации, конфигурации, топологии и степени развития сердцевины, а также ее «клеточного строения». Особенности клеточного

Таблица 5

Перечень изученных видов и пород лошадиных (Equidae)

№ п.п., ***№№ рис. в Атласе***	Вид, порода	Пол, инд. возраст, масть / геолог. возраст	Музей, № экспоната	Место добычи, коллектор, год	Место взятия проб волос
1 ***1–5***	Ленская лошадь *Equus lenensis,* мумия	Жеребец, *adultus*, ≈ 6 лет / не датирован	МГ № 3750	Якутия, Усть-Янский р-он (у г. Максунуоха), 220 км к северо-востоку от пос. Казачье, Попов И.П., 1980	Спина
2 ***6–11***	Ленская Лошадь *E. lenensis,* мумия	Пол неизвестен, *subadultus*, 4.5 года / ≈ 29500 тыс. лет	ММ	Якутия, оз. Дюкарское, р-он устья р. Индигирка, в 5 км к северу от пос. Чокурдах, 1981	Спина, грива, хвост
3 ***12–13***	Ленская Лошадь *E. lenensis,* мумия	Жеребец, *adultus,* ≈ 35–38590 ± 1120 тыс. лет	МГ № 4442, ЗИН, скелет № 30956, шкура № 82134	Якутия, бассейн верхнего течения р. Индигирка, руч. Балхан, правый приток р. Селерикан, 92 км к юго-западу от пос. Усть-Нера	Хвост
4 ***14–15***	Ленская лошадь *E. conf. lenensis* , мумифиц. фрагмент ноги	Жеребец, *adultus,* ≈ 7–8 лет / не датирован	МЛП 14 F-0181	Якутия, Нижнеколымский улус, участок «Древний» в 15 км от пос. Черский	Нога
5 ***16–19***	Ленская лошадь *E. conf. lenensis,* мумия	Кобыла, *subadultus,* 1–1.5 года / 58 тыс. лет	МЛП F-200	Западная Чукотка, р. Ангарка, в 200 км к юго-востоку от пос. Билибино, Шидловский Ф.К., 2005	Грива, нога
6 ***20–24***	Лошадь Пржевальского *E. przewalskii*	Кобыла, *subadultus,* 2 года	ЗМ МГУ S-43150	Привезена из Монголии в 1900, пала в Московском зоологическом саду в 1902	Спина, грива
7 ***25–26***	Лошадь Пржевальского *E. przewalskii*	Кобыла, *adultus,* 7–8 лет	ЗМ МГУ S-95921	Привезена из Лондонского зоопарка, пала в Московском зоопарке в 1973	Спина, грива

Таблица 5. Продолжение

8 ***27–32***	Алтайская	Кобыла, *adultus,* чубарая		Лошадь была представлена на выставке «Эквирос–2006»	Спина, грива
9 ***33–37***	Андалузская	Жеребец, *adultus,* серый		То же	Спина, грива
10 ***38–40***	Арабская	Жеребец, *adultus,* темно-рыжий		То же	Спина, грива
11 ***41–43***	Ахалтекинская	Жеребец, *adultus,* гнедой		То же	Спина, хвост
12 ***44–50***	Башкирская	Кобыла, *adultus,* светло-буланая		Башкирия, окр. г. Сибай	Спина, грива, хвост
13 ***51–56***	Белорусская упряжная	Кобыла, *adultus,* серая		Лошадь была представлена на выставке «Эквирос-2006»	Спина, грива, хвост
14 ***57–60***	Владимирский тяжеловоз	Жеребец, *adultus,* темно-рыжий		То же	Спина, хвост
15 ***61–62***	Вятская	Жеребец, *adultus,* саврасый		То же	Спина, хвост
16 ***63–64***	Донская	Жеребец, *adultus,* рыжий		То же	Спина, нога
17 ***65–71***	Донская помесная, одичавшая	Кобыла, *adultus,* вороная, 5-6 лет		Волгоградская обл., Чернышковский р-н, Цимлянские пески	Спина, грива
18 ***72–77***	Орловская рысистая	Жеребец, *adultus,* светло-серый		Лошадь была представлены на выставке «Эквирос-2006»	Спина, грива
19 ***78–84***	Польский коник	Пол, возраст (нет данных), мышастый	ЗМ МГУ S-968730		Спина, грива
20 ***85–89***	Тракененская	Жеребец, *adultus,* серый в яблоках		Лошадь была представлена на выставке «Эквирос-2006»	Спина, грива

Таблица 5. Продолжение

21 ***90–92***	Фризская	Жеребец, *adultus,* вороной		То же	Спина, нога
22 ***93–99***	Мини-пони	Жеребец, *adultus,* рыжая		То же	Спина, грива
23 ***100 – 104***	Шетлендский пони	Кобыла, *adultus,* светло-серая		То же	Спина, грива
24 ***105***	Домашняя, беспородная	Нет данных		Эфиопия	Хвост
25 ***106 – 110***	Якутская	Жеребец, *adultus,* > 10 лет, светло-серый		Якутия, Мегино-Кангаласский р-н	Спина, грива
26 ***111***	Якутская	Жеребец, *adultus,* 7–8 лет / мумия	КМ	Из могильника: Якутия, Чурапчинский улус, Кытанайский наслег, урочище Алаас Эбэ, с. Килянки, погребение второй половины XVIII в., Попов В.В., 2004	Спина
27 ***112 – 114***	Якутская	Кобыла, *adultus*, 6 лет / мумия	ГМ № 1955	Из могильника: Якутия, Мегино-Кангалазский улус, пос. Даркылах, оз. Даркылах, Усмайикинский могильник, погребение XVIII в., Константинов И.В., 1975	Голова
28 ***115 – 123***	Бурчеллова зебра *E. burchelli,*	Кобыла, *adultus*	ЗМ МГУ S-5067 (ЭФ-1891)	МЗОО	Спина, грива
29 ***124 – 128***	Зебра Греви *E. grevyi*	Кобыла, *adultus*	ЗМ МГУ S-168479	МЗОО	Спина, хвост, нога
30 ***129 – 139***	Кулан *E. hemionus*	Жеребец, *subadultus*		МЗОО	Спина, грива, хвост, нога

Таблица 5. Окончание

31 ***140 – 150***	Кианг *E. kiang*	Жеребец, *adultus*		МЗОО	Спина, грива, нога
32 ***151 – 159***	Осел домашний *E. asinus*	Кобыла, *adultus*		МЗОО	Спина, грива

Условные обозначения: ЗМ МГУ — Зоологический музей МГУ (г. Москва);
КМ — Государственный объединенный музей истории и культуры народов Севера им. Е.М. Ярославского (г. Якутск); МГ — Геологический музей и Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (г. Якутск);
МЛП — Музей-театр «Ледниковый период» (г. Москва); ММ — Музей мамонта (г. Якутск); МЗОО — Московский зоопарк.

строения и пигментации коркового слоя хорошо видны на поперечных срезах волоса, взятых на произвольном большом увеличении.

Электронограммы получали при использовании обычных методов исследования объектов в сканирующем электронном микроскопе JSM 840 A (Япония) (см. [62]). Волосы отмывали и обезжиривали в шампуне, затем проводили по возрастающим спиртам и наклеивали бесцветным лаком на столик, напыляли золотом и изучали в СЭМ. Электронограммы также имеют определенный порядок компоновки: А — поперечные срезы разных участков стержня (обычно основания и гранны); Б — сердцевина на поперечном срезе стержня; В, Г — продольный срез основания и гранны волоса; Д — сердцевина на продольном срезе стержня; Е — поверхностный рельеф кутикулы от основания к гранне (или вершине) волоса. Все рисунки масштабированы. Как и в случае светооптических снимков, изменения компоновки электронограмм указаны в подрисуночных подписях.

Для изучения технологических свойств конского волоса образцы отобрали в октябре 2005 г. на конеферме «Андреевское» Волоколамского р-на Московской обл. Исследовали волосы хвоста и гривы лошадей разных возрастов и полов ахалтекинской породы, а именно: 2 года (кличка лошади «Альбина», 2003 г. рождения), 6 лет (кличка мерина «Пассат», 1999 г. рождения), 12 лет (кличка мерина «Пикет», 1993 г. рождения). Сырье для исследований было любезно предоставлено сотрудницей конефермы Е.О. Омелюсик, которая также принимала участие в проведении физико-механических испытаний. Сортировку сырья с учетом длины провели по ГОСТ 12859–67 [13].

Коэффициент мягкости, используемый в практике товароведения пушно-мехового сырья, апробировали при анализе конского волоса. Эта возможность обсуждалась в одной из наших прошлых работ [31]. Отличие от общепринятой методики заключается в том, что показатель длины применительно к конскому волосу имеет фиксированное значение, равное длине шаблона, по которому готовят образцы для физико-механических испытаний. Расчет коэффициента мягкости как безразмерного показателя вели по формуле

$$K_{soft} = \frac{D}{L^{const}} = \frac{D}{25} = \frac{[\mu m]}{[мм]} = \frac{10^{-6} м}{10^{-3} м} = X \times 10^{-3}, \quad (1)$$

где K_{soft} — коэффициент мягкости;

D — диаметр поперечного сечения конского волоса, μm;

L^{const} — постоянная длина конского волоса, равная 25 мм.

Относительную разрывную нагрузку пучка конского волоса определяли на динамометре марки ДШ-3М. Показатель рассчитали по соотношению

$$\sigma = \frac{\overline{P} \times l \times n}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \quad (2)$$

где σ — относительная разрывная нагрузка, сН/текс;

$\overline{P}$ — средняя разрывная нагрузка всех пучков, сН;

l — длина пучка волос, равная 25 мм;

$\sum_{i=1}^{n} m_i$ — совокупная масса всех разорванных пучков, мг;

n — количество пучков [15].

Глава 4
МИКРОСТРУКТУРА И АРХИТЕКТОНИКА ОСТЕВЫХ ВОЛОС ЛОШАДЕЙ И ИХ ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

У большинства видов лошадиных остевые волосы имеют веретеновидную форму, слегка изогнуты, прямые или слегка волнистые. Они в разной степени уплощены в дорсо-вентральном направлении, равномерно утолщены по всему стержню, без выраженных «ножки» и «гранны». Толщина волос спины обычно не превышает 100 μm, но, как и указывалось в литературы, толщина волос гривы и хвоста на 1/3 – 1/4 больше. Например, у фризской породы толщина волос ноги достигает рекордных 183 μm. У домашнего осла среди остевых волос действительно имеются волосы с тремя перетяжками стержня, что совпадает с данными литературы [104], а у кианга — длинные волнистые волосы с несколькими крупными «волнами», что позволяет легко отделять эти вида от других лошадиных. У ленской лошади по основанию волоса проходит неглубокий желобок, а стержень может быть волнистым и перекрученным. Такой же желобок может идти по стержню изогнуто-волнистых волос лошади Пржевальского, якутской, ахалтекинской пород, а также у домашнего осла.

Кутикулярный слой (далее — кутикула) волос лошадей однообразная грубая лентовидная, полу- или кольцевидная (чешуйки оборачивают стержень полностью или не полностью). По литературным данным, ее орнамент практически не меняется вдоль стержня, что отличает кутикулу лошадиных от таковой многих других видов млекопитающих (см. [35, 75]). Вместе с тем, нами отмечены основные особенности орнамента кутикулы, характерные для всех изученных видов.

1) Орнамент кутикулы может отличаться в проксимальном и дистальном отделах стержня. Нижние отделы стержня покрыты высокой кутикулой с гладким, слабо волнистым свободным краем, а выше по стержню (особенно в середине стержня) кутикула более уплощенная и сильно изрезанная; высота чешуек не превышает 15 μm.

2) У этих видов на стержне волос (обычно выше основания, но иногда и в середине стержня) имеются участки, на которых кутикулярные чешуйки (далее — чешуйки) лежат не строго поперек длинной оси волоса, а вытянуты под углом к его поперечной оси. Величина этого угла составляет 10–30°, а иногда даже 40°.

3) В срединной части стержня в процессе обламывания свободных концов чешуек возникают типичные треугольные участки чешуйки, выдающиеся над свободным краем. Их высота может достигать 20 μm. На некоторых участках стержня такие «треугольники» лежат один под другим вдоль волоса (сходную картину можно наблюдать и у других видов млекопитающих).

Сердцевинный слой (далее — сердцевина) слабо, средне или хорошо развита в волосах спины, гривы и ноги, но совершенно отсутствует в волосах хвоста. Сердцевинный тяж может располагаться по центру волоса, но иногда сдвинут к вентральной (прилегающей к телу) стороне. Он занимает до 80% толщины волоса. Его конфигурация всегда повторяет конфигурацию стержня. Сердцевина — «толстостенная», сетчатая или сетчато-ячеистая: относительно большие или, напротив, мелкие и сдавленные