

ФАУНА, ФЛОРА

УДК 569.723+591.4+599.723.2

ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ ВОЛОС ПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ МУМИИ “БИЛИБИНСКОЙ ЛОШАДИ” *EQUUS* SP.

Н.Н. Спасская, О.Ф. Чернова*, М.В. Ибраев*

(Научно-исследовательский Зоологический музей МГУ; e-mail: equusnns@mail.ru)

С помощью светооптической и электронно-микроскопической техники в сравнительном аспекте впервые изучена микроструктура волос всех мумифицированных останков лошадей, найденных в Северо-Восточной Сибири. Продемонстрирована возможность использования волос мумий лошадей разного геологического возраста для сравнительного анализа. Выявлено отсутствие принципиальных различий по микроструктуре волос между мумией “Билибинской лошади” *Equus* sp. (геологический возраст 58,5 тыс. лет) и мумифицированными останками ленской лошади *Equus lenensis* Russanov, 1968 (геологический возраст 38,5–29,5 тыс. лет), что предполагает их близкое родство. Показано, что на протяжении плейстоцена и голоцена в специфических климатических условиях Северо-Восточной Сибири сформировались морфологические адаптации в строении волосяного покрова лошадей.

Ключевые слова: лошади, плейстоцен, волосы, микроструктура.

Волосы млекопитающих как роговые структуры длительное время и достаточно хорошо сохраняются в самых разных условиях (мумификация, захоронение, минерализация, переваривание в желудочно-кишечном тракте хищников и т.д.). Тем не менее, исследования волос лошадей из различных захоронений единичны. В основном был исследован археологический материал: определено количество чешуек кутикулярного слоя (далее — кутикула) волос [1], определен цвет шерсти [1, 2, 3]. Детальное исследование микроструктуры волос проведено лишь для плейстоценовой мумии ленской лошади *Equus lenensis* (так называемой “Селериканской лошади”, абсолютный возраст 35–38 тыс. лет) [4]. Обнаруженная в 2005 г. в многолетнемерзлых осадках вблизи пос. Билибино (Западная Чукотка) частично сохранившаяся ископаемая мумия лошади дала возможность получить новые сравнительные данные о структуре волос лошадей, используя современную микроскопическую технику.

Объекты исследования и методика

Объектами исследования послужили волосы следующих лошадей (таблица).

1) Волосы мумии “Билибинской лошади” *Equus* sp., которая без размораживания была доставлена с места находки в Музей “Ледниковый период” (г. Москва), где хранится при постоянной температуре –18° (№ F-200). Индивидуальный возраст осо-

би — 1,5 года, абсолютный возраст находки — более 58,5 тыс. лет (ОхА-14713) [5]. К сожалению, мумия была разрушена при извлечении и сохранилась лишь передняя часть ее тела. Волосяной покров (зимняя шерсть — определено по индивидуальному возрасту и времени гибели особи) присутствует фрагментарно на холке и на дистальных отделах конечностей.

2) Волосы плейстоценовых мумий ленской лошади (*E. lenensis*), найденных в разное время в Северо-Восточной Сибири (преимущественно в Якутии) [6–8].

3) Волосы рецентной домашней лошади (*E. caballus*) якутской (аборигенной) породы, в том числе из могильников XVIII–XIX вв.

Для более полного сопоставления данных мы совместили светооптическое изучение волос с их исследованием в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ). 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 однотипные: поперечные срезы волос; середина стержня нативного волоса; корковый слой (далее — кора) на поперечном срезе волоса при произвольном увеличении; отпечатки рельефа кутикулы на лаке. Они дают представление о конфигурации стержня волоса (судя по его поперечнику), особенностях пигментации коры, топо-

* Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва.

Перечень исследованного материала

№	Вид, порода, общепринятое название	Геологический возраст, тыс. лет	Пол, индивидуальный возраст, масть	Музей, № экспоната	Место добычи, коллектор, год	Пробы волос
1	<i>E. lenensis</i> , ленская лошадь, мумия “Максунуохская лошадь”	Не датированная	Жеребец, <i>adultus</i> , 16 лет	МГ № 3750	Якутия, Усть-Янский р-н (у г. Максунуоха), 220 км к северо-востоку от пос. Казачье, Попов И.П., 1980	Фрагменты волос головы
2	<i>E. lenensis</i> , ленская лошадь мумия “Дюкарская лошадь”	29,5	Пол?, <i>subadultus</i> 4,5 года	ММ	Якутия, оз. Дюкарское, р-н устья р. Индигирка, в 5 км к северу от пос. Чокурдах, 1981	Фрагменты волос спины и хвоста
3	<i>E. lenensis</i> , ленская лошадь мумия “Селериканская лошадь”	35,0—38,59 ± 1,12	Самец, <i>adultus</i> ,	ЗИН № 82134, МГ № 4442	Якутия, бассейн верхнего течения р. Индигирка, ручей Балхан, правый приток р. Селерикан, 92 км к юго-западу от пос. Усть-Нера	Фрагменты волос спины
4	<i>E. conf. lenensis</i> , мумифицированный фрагмент ноги	Не датированная	Данные отсутствуют	МЛП 14 F-0181	Якутия, Нижнеколымский улус, участок “Древний” в 15 км от пос. Черский	Фрагменты волос сильно орошеванной ноги
5	<i>Equus</i> sp. мумия “Билибинская лошадь”	58,5	Кобыла, <i>subadultus</i> , 1—1,5 года	МЛП F-200	Западная Чукотка, р. Ангара, в 200 км к юго-востоку от пос. Билибино, Шидловский Ф.К., 2005 г.	Волосы гривы и ноги
6	<i>E. caballus</i> , домашняя лошадь, якутская порода, мумия	Не датированная	Жеребец, <i>adultus</i> , 7—8 лет	КМ	Из могильника: Якутия, Чурапчинский улус, Кытанайский наслег, урочище Алаас Эбэ, с. Килянки, погребение второй половины XVIII в., Попов В.В., 2004 г.	Волосы спины
7	<i>E. caballus</i> , домашняя лошадь, якутская порода, мумия	Не датированная	Кобыла, <i>adultus</i> , 6 лет	МГ № 1955	Из могильника: Якутия, Мегино-Кангаласский улус, пос. Даркылах, оз. Даркылах, Усмайинский могильник, погребение XVIII в., Константинов И.В., 1975 г.	Фрагменты волос с головы
8	<i>E. caballus</i> , домашняя лошадь, якутская порода	Современная	Жеребец, <i>adultus</i> , более 10 лет		Якутия, Мегино-Кангаласский р-н	Волосы спины и гривы

Условные обозначения. ЗИН — Зоологический институт РАН (г. С.-Петербург); КМ — Государственный объединенный музей истории и культуры народов Севера им. Е.М. Ярославского (г. Якутск); МГ — Геологический музей Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (г. Якутск); МЛП — Музей “Ледниковый период” (г. Москва); ММ — Музей мамонта Института прикладной экологии Севера АН РС Я) (г. Якутск).

гии и степени развития сердцевинного слоя (сердцевины), а также его “клеточного строения”. Кроме того, изучали “диски”, на которые распадается сердцевина волоса после щелочного термогидролиза [9]. Электронограммы получали, используя обычные методы исследования объектов в сканирующем электронном микроскопе (JSM 840 A, Япония) [10]. Они также однотипны: поперечные срезы разных участков стержня; сердцевина на поперечном и продольном срезах стержня; продольные срезы волоса; поверхностный рельеф кутикулы от основания к середине волоса.

Результаты исследований и обсуждения

Волосы у лошадей, как и у других млекопитающих, состоят из трех слоев: кутикулы, коры и сердцевины. В ходе исследований были выявлены особенности микроструктуры этих слоев, в том числе характерные только для лошадей в общем и специфические для плейстоценовых лошадей.

Кутикула волос лошадей однообразная грубая ленточная полу- или кольцевидная. Ее орнамент незначительно меняется вдоль стержня, что отличает кутикулу лошадиных от таковой многих других ви-

дов млекопитающих [9, 11]. Проксимальные отделы стержня покрыты высокой кутикулой с гладким, слабоволнистым свободным краем, а выше по стержню кутикула более уплощенная и сильно изрезанная; высота чешуек не превышает 15 μm . На стержне волоса имеются участки, на которых чешуйки лежат не строго поперек длинной оси стержня, а вытянуты под углом 10–30°, а иногда даже 40° к его поперечной оси. В срединной части стержня, в процессе обламывания свободных краев чешуек, возни-

кают типичные треугольные участки, выдающиеся над свободным краем. На некоторых участках стержня такие “треугольники” лежат продольным рядом. Для плейстоценовой ленской лошади, как и для “Билибинской лошади”, характерен однообразный орнамент кутикулы (рис. 1, в). В некоторых участках стержня чешуйки довольно крупные (высотой 5–10, иногда до 15 μm) с гладким или слабоволнистым свободным краем в основании волоса, а в гранне они становятся грубыми, уплощенными (7–15 μm) или, напротив, более высокими (до 30 μm) с сильно изрезанным краем. В основании волоса чешуйки располагаются под углом 20° к поперечной оси стержня. Некоторые чешуйки снабжены крупным треугольным выростом на апикальной поверхности.

Сердцевина волос у лошадей в целом 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 — “толсто-стенная”: относительно большие полости (иногда даже почти сомкнутые) разделены неравномерно утолщенными и снабженными многочисленными короткими выростами перегородками, которые содержат многочисленные перфорации. Кроме того, имеются тонкие вертикальные перегородки, образующие каркас полостей. Сердцевина пигментирована в основном по периферии, что четко отграничивает ее от коры. У ленской лошади сердцевина в целом развита слабо. Она отсутствует или фрагментарна в основании волос (рис. 2, а). Если же сердцевина имеется, то занимает центральное положение в стержне и занимает 53–80% толщины стержня. Ее конфигурация овальная или сплюснутая в дорсовентральном направлении, как и сам стержень (рис. 2, б). В основании волоса сердцевина однорядная лестничная с крупными воздушными полостями. Выше по стержню она сетчато-ячеистая с крупными или мелкими полос-

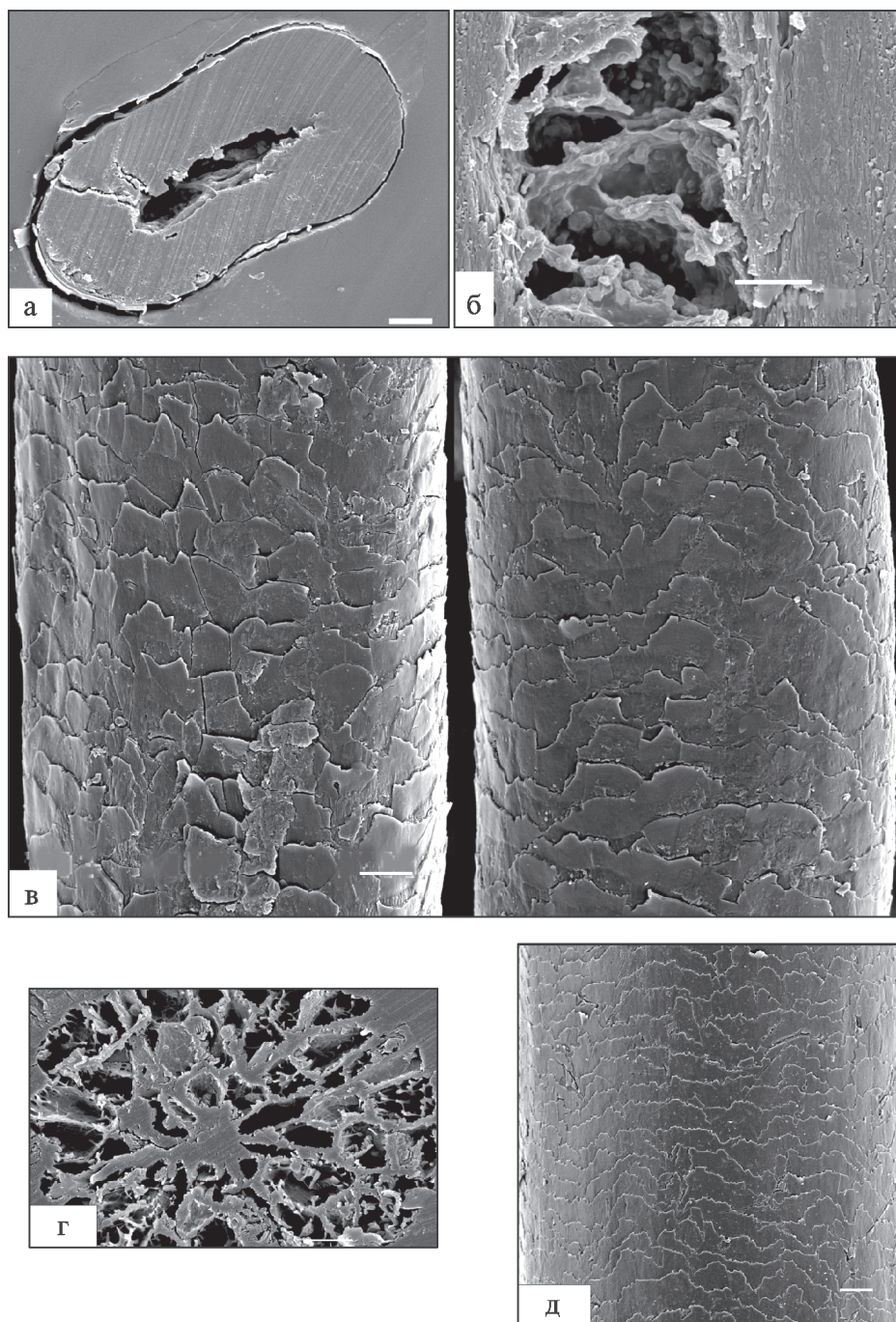
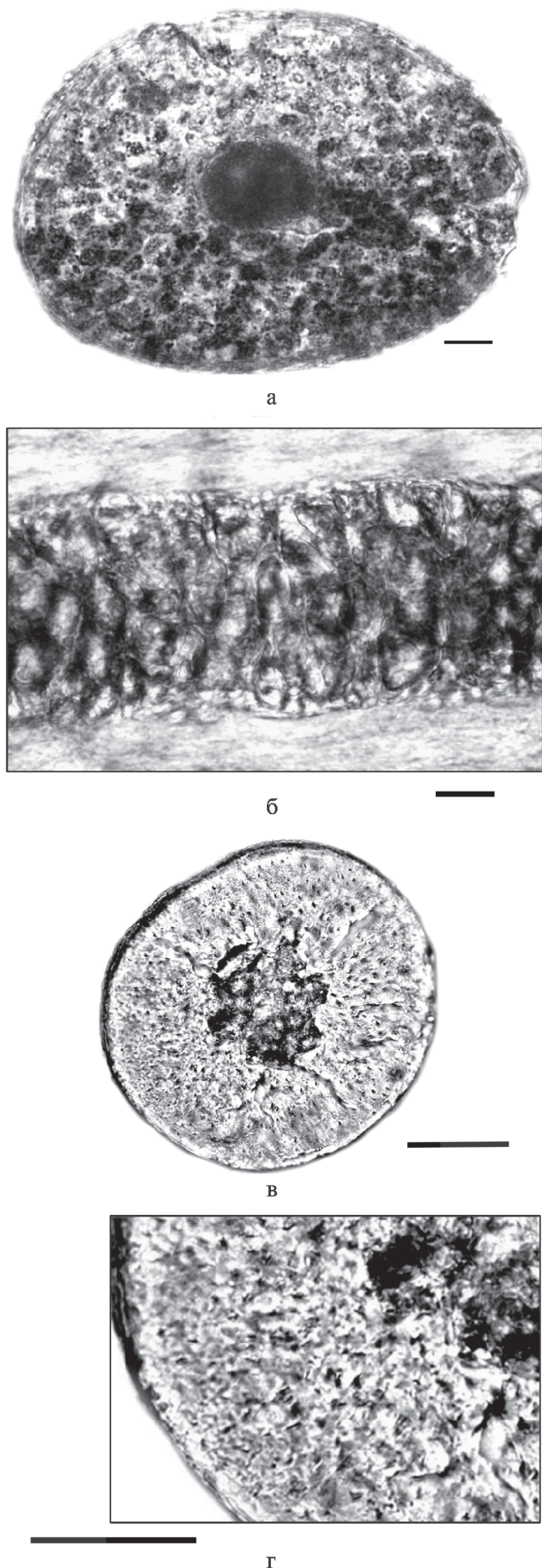


Рис. 1. Архитектоника волос гривы (СЭМ, масштаб 10 μm).

Мумия “Билибинской лошади”: а — поперечный срез середины стержня; б — сердцевина на продольном срезе стержня; в — кутикула середины стержня. Домашняя лошадь якутской породы: г — сердцевина на продольном срезе стержня; д — кутикула середины стержня



тиями (рис. 2, б) или сетчатая с вытянутыми поперек стержня полостями (рис. 1, б). Перегородки незначительно и неравномерно утолщены или, напротив, очень толстые, грубые, слоистые. Они могут быть сильно перфорированными. Граница между корой и сердцевинной отчетливая, благодаря интенсивной пигментации периферийных отделов сердцевинной (рис. 2, а, б).

Кора волос у лошадей мощная и плотная, с не крупными кластерами пигментных гранул (которые не различимы в СЭМ, но хорошо видны в светопитическом микроскопе). У ленской лошади (и у мумии “Билибинской”) кора волос может быть рыхлой (возможно, из-за плохой сохранности материала) (рис. 1, а, б). Коровые клетки отчетливо видны на поперечных срезах стержня. Они крупные, с крупным сморщенным ядром, иногда полулунной формы. Степень пигментации коры неравномерная, имеются крупные кластеры пигментных гранул (рис. 2, а).

Описанные в ходе настоящего исследования признаки микроструктуры волос *E. lenensis* в целом совпадают с полученными ранее данными [4]. Микроструктура волос мумии “Билибинской лошади” не имеет принципиальных отличий от ленской лошади, несмотря на более древний геологический возраст экземпляра. Сравнение волос всех изученных особей плейстоценовой ленской лошади (включая “Билибинскую лошадь”) с волосами домашней лошади якутской породы (современной и из могильников) показывает большое сходство их микроструктуры. 1) Уплотнение стержня волоса в дорсо-вентральном направлении (судя по овальной форме поперечника волоса и сердцевинного тяжа). 2) Присутствие неглубокой бороздки на вентральной стороне стержня. 3) Относительно небольшая степень развития сердцевинной в основании волоса. 4) Волнистая граница между сердцевинной и корой. 5) Сходство орнамента уплощенной ленточной кутикулы. 6) Радиальный характер расположения корковых клеток относительно длинной оси стержня волоса. 7) Сетчатая сердцевинная с перегородками неравномерной толщины и сложной конфигурации.

Однако выявлены и различия. Например, складчатый рельеф “дисков” сердцевинной (рис. 3) отличает волосы древних лошадей от волос современных пород домашней лошади, у которых они “разглажены” (хотя и имеют зернистую структуру) и почти не имеют складок. Последняя характеристика может быть объяснена тем, что у плейстоценовой ленской лошади и якутской породы домашней лошади теплоизоляционные свойства волос гораздо выше (за счет увеличения объема инертного воздуха, за-

Рис. 2. Микроструктура волос гривы (микрофото, масштаб 10 μm). Мумия “Билибинской лошади”: а — поперечный срез основания стержня; б — сердцевинная нативного волоса. Домашняя лошадь якутской породы: в — поперечный срез основания стержня; г — сердцевинная и кора нативного волоса

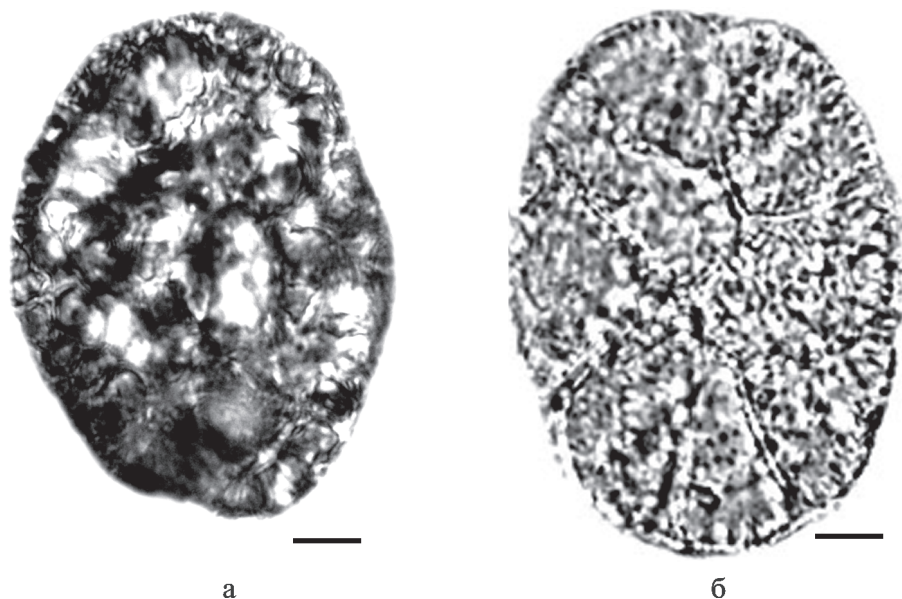


Рис. 3. Диски сердцевины волос гривы лошадей (микрофото, масштаб 10 μ m): а — мумия “Билибинской лошади”; б — домашняя лошадь якутской породы

ключенного в сердцевине волоса). Интересно, что рельефность поверхности дисков выявлена и у ди-

зидента РФ для

ких видов, обитающих в суровых условиях континентального климата и высокогорья (лошадь Пржевальского, кианг). Рельеф дисков, вероятно, отражает процессы адаптации к суровым условиям обитания у древних лошадей, а также процессы domestikации у современной домашней лошади.

Авторы выражают искреннюю благодарность П.А. Лазареву, И.Н. Белолубскому, Г.Г. Боескорovu, В.В. Попову, Ф.К. Шидловскому, И.В. Кирилловой за предоставленный для исследования материал.

* * *

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 07-04-01612а) и гранта Пр-

ведущих научных школ (проект

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kratochvil Z. Microscopic evaluation of the hairs of the mane and tail of the wild horse (*Equus przewalskii*) in comparison with the modern and historical domesticated horse (*Equus przewalskii* f. *caballus*) // Acta Vet. Brno. 1971. Vol. 40. P. 23—31.
2. Bumm O.B. Лошади Пазырыкских курганов // Сов. археология. 1952. № 16. С. 163—205.
3. Ludwig A., Pruvost M., Reissmann M. et al. Coat color variation at the beginning of domestication // Science. 2009. Vol. 324. N 5926. P. 485.
4. Соколов В.Е. Кожный покров ископаемой лошади из Селерикана. Фауна и флора антропогена Северо-Востока Сибири // Тр. ЗИН. Т. 63. Л.: Наука, 1977. С. 186—200.
5. Шер А.В., Вайнсток Дж., Кузнецова Т.В., Спаская Н.Н. и др. О находке мумии жеребенка в многолетней мерзлоте Западной Чукотки (“Билибинская лошадь”) // IV Междунар. мамонтовая конф. Россия, Якутск 18—22 июня 2007 г.: Тез. докл. / Отв. ред. Г.Г. Боескоров. Якутск, 2007. С. 48—49.
6. Лазарев П.А. Кадастр местонахождений фауны млекопитающих позднего кайнозоя Якутии. Новосибирск: Наука, 2002. 55 с.
7. Лазарев П.А. Крупные млекопитающие антропогена Якутии. Новосибирск: Наука, 2008. 166 с.
8. Белолубский И.Н., Боескоров Г.Г., Сергеенко А.И., Томишин М.Д. Каталог коллекции четвертичных млекопитающих Геологического музея Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. 204 с.
9. Кисин М.В. Судебно-биологическая экспертиза волос животных. Вып. 2. М.: Российский федеральный центр судебной экспертизы, 2001. 175 с.
10. Соколов В.Е., Скурат Л.Н., Степанова Л.В. и др. Руководство по изучению кожного покрова млекопитающих. М.: Наука, 1988. 280 с.
11. Чернова О.Ф., Целикова Т.Н. Атлас волос млекопитающих. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2004. 429 с.

Поступила в редакцию
21.06.11

MICROSTRUCTURE PECULIARITIES OF HAIR OF THE “BILIBINSKAYA HORSE” PLEISTOCENE MUMMY (EQUIDAE, PERISSODACTYLA)

N.N. Spasskaya, O.F. Chernova, M.V. Ibraev

The possibility of the hair of horses' mummies of different geological age using for the comparative microscopic and SEM analysis have been demonstrated. For the first time, hair microstructure of all horses' mummies found in the Northern-Eastern Siberia was studied in comparative aspects. As hair microstructure of “Bilibinskaya Horse” (geological age is 58,5 thousand years) has

no principal differences from that of the mummy of *Equus lenensis* (38,5—29,5 thousand years), their phylogenetic relationship has been supposed. It has been shown that during Pleistocene and Holocene the morphological adaptations of horses' hair were formed due to the specific climatic conditions in the Northern-Eastern Siberia and domestication process.

Key words: *Pleistocene horses, Bilibinskaya mummy, hair, microstructure.*

Сведения об авторах

Спаская Наталья Николаевна — канд. биол. наук, ученый секретарь, Научно-исследовательский Зоологический музей МГУ. E-mail: equusnns@mail.ru

Чернова Ольга Федоровна — докт. биол. наук, зав. лабораторией морфологических адаптаций позвоночных, Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН. E-mail: chernova@sevin.ru

Ибраев Максим Владимирович — соискатель, Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН. E-mail: personalone@yandex.ru