

## ЗООТЕХНИЯ

УДК 636:611.781

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОСКОПИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ КУТИКУЛЫ ВОЛОСА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ

**А. В. ПИХТИРЁВА, В. Д. ИВЧЕНКО***Сумской национальный аграрный университет,  
г. Сумы, Украина, 40021**(Поступила в редакцию 13.04.2018)*

*В статье приведены результаты исследования волоса некоторых видов меховых животных методом растровой электронной микроскопии. Выявлены существенные различия в поверхностном рисунке кутикулы волоса кота, кроля, норки, чернобурки и шиншиллы. Проведены морфометрические исследования чешуек кутикулы с использованием программного обеспечения для анализа цифровых изображений Digimizer. Установлены толщина волоса, частота расположения чешуек, средний размер чешуек, угловые характеристики зубчиков чешуек. Выявлены морфологические и морфометрические особенности строения волосяного покрова некоторых видов животных. В результате проведенных исследований выявлено, что волос различных видов животных отличается не только по толщине, но и по характерной форме и частоте размещения чешуек на поверхности волос. Установлены существенные различия между поверхностным рисунком кутикулы волоса исследуемых видов. Полученные результаты могут быть использованы в ветеринарно-санитарной экспертизе для решения спорных вопросов по идентификации волоса и принадлежности образцов конкретному виду пушных животных.*

**Ключевые слова:** *волос, мех, животные, растровая электронная микроскопия, морфометрические показатели.*

*The article presents results of research into the hair of some types of fur animals by scanning electron microscopy. We have established significant differences in the surface pattern of cuticle of the hair of cat, rabbit, mink, fox and chinchilla. We have conducted morphometric research into the scales of cuticle using the software for the analysis of digital images Digimizer. We have established the thickness of hair, the frequency of scales placement, the average size of scales, the angular characteristics of scales spikes. We have established morphological and morphometric features of the structure of hair of some animal species. The study revealed that the hair of various species of animals differs not only in thickness, but also in the characteristic shape and frequency of placement of scales on the surface of the hair. We have established essential differences between the surface patterns of hair cuticle of the studied species. The results can be used in veterinary and sanitary expertise to resolve contentious issues of identification of the hair and indication of samples to specific species of fur animals.*

**Key words:** *hair, fur, animals, scanning electron microscopy, morphometric indicators.*

#### **Введение**

Экспертное дело в Украине, как и во всем мире, занимает чрезвычайно важное место в жизни общества. Необходимость проведения экспертизы возникает в научной, производственной, экономической, торговой, социальной, медицинской, правоохранительной и других сферах человеческой деятельности. Это связано с внедрением в практику результатов научных исследований, новых технологий или технологических процессов, созданием новой или эксплуатацией существующей техники, застройкой населенных пунктов, проверкой качества товаров и услуг, обеспечением охраны здоровья населения, охраной окружающей среды, установлением фактов, имеющих юридическое значение, и тому подобное.

Законодательством предусмотрены случаи, когда проведение экспертизы является обязательным действием в специальных учреждениях, в других случаях экспертиза может назначаться по инициативному запросу или требованию предприятия, учреждения, организации, общественного формирования, отдельного физического лица.

Современная судебно-ветеринарная экспертиза – это самостоятельная часть ветеринарной науки, изучающей ветеринарно-биологические вопросы, которые возникают у правоохранительных органов в процессе расследования и судебного рассмотрения уголовных и гражданских дел [4].

Одной из форм деятельности ветеринарного врача может быть работа в качестве судебно-ветеринарного эксперта. Известно, что у специалиста при исследовании шерсти нередко возникают большие затруднения, связанные с тем, что шерсть различных видов животных имеет общие черты. Поэтому эксперт не всегда может точно определить принадлежность полученных образцов. В связи с этим возникает необходимость более детального исследования волосяного покрова различных видов, что позволит более конкретно судить о принадлежности волоса к конкретному виду животных или человека [6].

Известно, что существуют некоторые сходства между человеческим волосом и шерстью животных, но имеются и существенные различия. Эти различия относительно хорошо известны ученым, а также косметическим компаниям, разрабатывающим гигиеническую продукцию для животных, но большинство людей не знают, в чем заключаются различия между человеческим

волосом и шерстью животных. Некоторые из этих различий – это особенности сердцевины фолликула, динамика роста и состав волос [6, 12].

Микроскопические и морфометрические показатели волоса различных видов имеют специфические особенности, важные для идентификации конкретного вида животного [3, 8].

Несмотря на то, что в настоящее время используются новейшие научные методы определения вида животных на молекулярном уровне, морфологические методы определения вида животных по особенностям анатомических структур, а именно по микроструктуре волосяного покрова, остаются актуальными [5, 10, 14].

Известно, что шерсть животного включает два типа волос – остевые (покровных) волосы и подшерсток. Остевые, или покровные, волосы имеют большую длину, хорошо развитый прямой либо слегка изогнутый стержень с чешуйчатым строением. К середине слегка утолщенные. Вершина волоса представляет собой конус. Строение остевых волос обуславливает волнистость и структуру шерсти. Покровные волосы выполняют прежде всего защитную функцию, сохраняя тепло и защищая кожу от травм. Пушковые волосы (подшерсток) — это более короткие и тонкие, обычно волнисто изогнутые волосы без сердцевины или со слабо развитой сердцевиной. Они служат для более эффективного удержания тепла в шерстяном покрове [1-4].

Кожа млекопитающих укрыта волосами. Они покрывают почти всю поверхность тела, защищая организм от охлаждения, а кожу – от механических повреждений и солнечных лучей. Волос состоит из трех слоев – сердцевины, коры и кутикулы. Поверхностный слой волос – кутикула – состоит из одного ряда роговых чешуек, которые черепицеобразно покрывают корковое вещество [2, 9, 12, 13].

Одним из самых современных и точных лабораторных методов является растровая электронная микроскопия, которая позволяет дифференцировать биологические объекты на микроскопическом уровне [7].

Целью работы – исследовать микроструктуру поверхности образцов волос различных видов животных и выявить характерные черты присущие конкретному виду.

#### **Основная часть**

Исследования выполняли в условиях лаборатории электронной микроскопии факультета ветеринарной медицины Сумского национального аграрного университета. Подготовка образцов к исследованию включала следующие этапы [11]: отбор биологического материала; обезжиривание (96 % спирт) нанесение образцов на предметный столик; напыление серебром с помощью ВУП для придания электропроводности.

С этой целью были отобраны образцы волосяного покрова в области позвоночника кота (порода Као мани), кроля (Калифорнийская порода), норки (Российской породы), чернубурки (Серебристо-черная), шиншиллы (Стандартная серая). Микроструктуру поверхности волоса исследовали с помощью растрового электронного микроскопа РЭМ-10БИ (SELM) в диапазоне увеличений от 500 до 1500 крат.

Морфометрические характеристики описывали по РЭМ-фотографиям с использованием программы для анализа цифровых изображений Digimiser 4.0. Исследовали следующие параметры [1]: среднюю толщину волоса, частоту расположения чешуек (как среднее количество чешуек вдоль линии в 100 мкм по длине волоса), размер чешуйки в наиболее широкой части, угловые характеристики зубчиков чешуек (при наличии характерного признака у некоторых видов животных). Используемая программа позволила провести статистический расчет средних минимальных и максимальных значений исследуемых параметров.

По результатам проведенных исследований можно отметить, что толщина исследуемых волос различных видов животных существенно отличается. Размер и размещение чешуек на поверхности волос различных видов животных имеют существенные различия, но близки для различных типов волоса в пределах одного вида животных (табл. 1).

**Таблица 1. Морфометрические характеристики кутикулы волоса исследуемых животных**

№ п/п	Исследуемые образцы	Средняя толщина волоса, шт.	Количество чешуек на 100 шт.	Размер чешуек, шт.			Средний угол зубчика верхушки чешуйки	
				среднее	минимум	максимум		
1	Волос кота	остевой	39,5	10	12,15	5,869	17,80	116,79
		подпушь	18,6	13	9,93	8,17	11,62	123,45
2	Волос кроля	остевой	52,9	9	12,4	8,93	14,92	45,29
		подпушь	14,3	11	3,06	2,47	3,71	–
3	Волос норки	остевой	46,7	3	58,88	57,53	60,81	31,72
		подпушь	16,9	5	41,86	39,30	43,76	35,8
4	Волос чернубурки	остевой	63,58	2	70,85	53,42	81,79	33,66
		подпушь	30,56	4	40,76	36,25	44,70	36,4
5	Волос шиншиллы	13,75	4	48,50	38,55	56,35	33,28	

Так, волос кота (рис. 1) имеет цилиндрическую форму. Чешуйки на поверхности остевого волоса не плотно прилегают к поверхности, продольного направления, варьируют по форме и размеру, имеют четкие рифленые края. Поверхностный рисунок кутикулы имеет вид нерегулярной волны, широких лепестков с широким основанием, верхушки которых часто заканчиваются зубчиком с тупым углом. Такой же вид чешуек встречается и в подпуши, хотя этот тип волоса ~ в 2,12 раза тоньше, чем остевого волос.

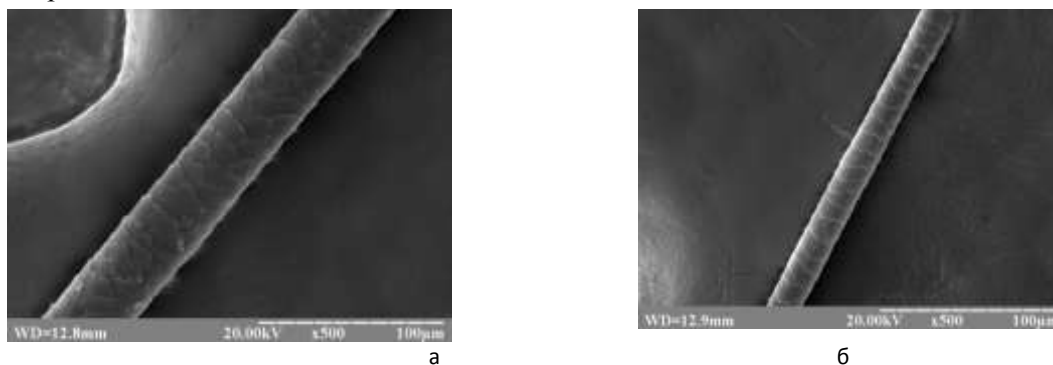


Рис. 1. Волос кота (а – остевого волос [39,5 µm], б – подпушь [18,6 µm])

Волос кроля имеет свои особенности морфологического строения (рис. 2). Его остевого волос приблизительно в полтора раза толще, чем у кота, хотя средние размеры чешуек сходны для обоих животных. Обращает внимание характерный рисунок кутикулы остевого волоса кроля в виде длинной нерегулярной волны с несколькими зубчиками. Отдельные чешуйки на поверхности остевого волоса не четко очерченные, образующие углы, близкие к прямым.

Волос подпуши в четыре раза тоньше остевого, имеет сходную густоту расположения чешуек, но их форма существенно отличается. Чешуйки подпуши цельнокревые, расположены равномерно друг за другом, как бы обворачивая волос. Зубцы слабо выражены. Поверхностный рисунок кутикулы имеет вид регулярной волны.

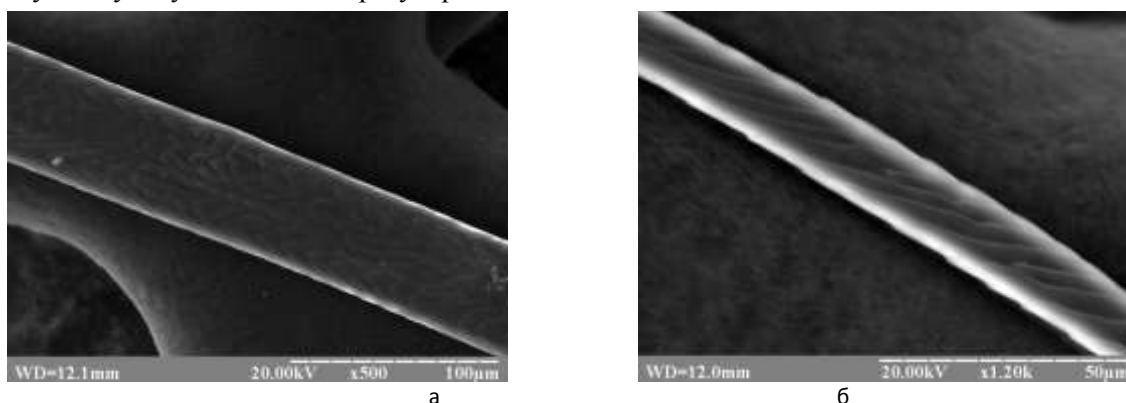


Рис. 2. Волос кроля (а – остевого волос [52,9 µm], б – подпушь [14,3 µm])

Наиболее сходны по поверхностному рисунку кутикулы остевого волос и подпушь норки и чернобурки (рис. 3–4).

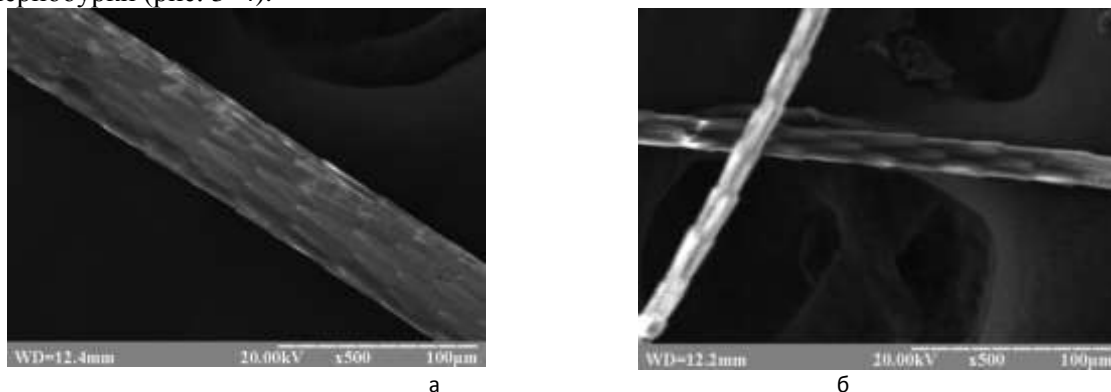


Рис. 3. Волос норки (а – волос [46,7 µm], б – подпушь [16,9 µm])

Остевого волос и подпушь (рис. 3) норки цилиндрической формы, при чем подпушь в 2,76 раза тоньше остевого волоса. Чешуйки на поверхности остевого волоса и подпуши норки одинаковой формы, продольного направления, одинакового размера, плотно прилегают к поверхности волоса.

Поверхностный рисунок кутикулы имеет вид алмазного лепестка и нерегулярной волны, более схож с елочными иголками.

Остеовой волос и подпушь (рис. 4) чернобурки цилиндрической формы, при этом подпушь в 2,08 раза тоньше остевого волоса. Чешуйки на поверхности остевого волоса и подпуши чернобурки практически одинаковой формы, продольного направления, немного отличаются по размеру, плотно прилегают к поверхности волоса. Поверхностный рисунок кутикулы имеет вид алмазного лепестка и нерегулярной волны.

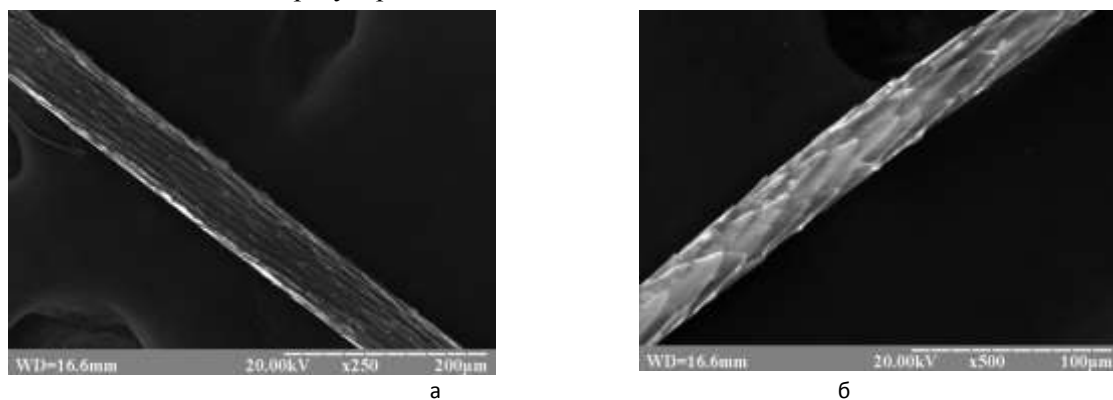


Рис. 4. Волос чернобурки (а – остеовой волос [63,58  $\mu\text{m}$ ], б – подпушь [30,56  $\mu\text{m}$ ])

Остеовой волос норки в среднем в полтора раза тоньше, чем чернобурки, а волос подпуши – в два раза. Рисунок кутикулы волос норки и чернобурки однотипен. Основной морфологический признак – формирование длинных остроконечных зубцов, чередующихся в шахматном порядке. Углы зубцов остевого волоса у обоих видов животных более острые, чем подпуши.

Волос шиншиллы оказался самым тонким среди исследованных образцов. Он цилиндрической формы. По морфометрическим параметрам он сравним с подпушью чернобурки, но отличается рисунком кутикулы. Чешуйки плотно прилегают к поверхности волоса, разного размера, продольного направления, имеют заостренные неоднородные края, на некоторых прослеживаются сформированный удлиненный зубец. Поверхностный рисунок кутикулы имеет вид алмазного лепестка и нерегулярной волны.

#### **Заключение**

Выявлены морфологические и морфометрические особенности строения волосяного покрова некоторых видов животных. В результате проведенных исследований выявлено, что волос различных видов животных отличается не только по толщине, но и по характерной форме и частоте размещения чешуек на поверхности волос. Установлены существенные различия между поверхностным рисунком кутикулы волоса исследуемых видов.

В перспективе электронно-микроскопические исследования по данному вопросу могут быть одним из критериев в работе ветеринарно-санитарного эксперта в решении спорных вопросов идентификации волоса и принадлежности образцов конкретному виду животных и использованы в качестве дополнения к курсу «Судебная ветеринарно-санитарная экспертиза», а также «Зоология», «Экология».

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Best Practice Manual for the Microscopic Examination and Comparison of Human and Animal Hair ENFSI-BPM-THG-03 / <https://ghep-isfg.org/pt-pt/publications-pt/publicaciones-enfsi/>
2. Bradbury H. J. The morphology and chemical structure of wool / Bradbury H. J. – January 1976. PAC Vol. 46. No. 2-4. Pp. 247-253. doi: 10.1351/pac197646020247
3. David M. Lewis The Structure of Wool / David M. Lewis, John A. Rippon.
4. JUN 2013. doi: 10.1002/9781118625118.ch14. Feughelman Max Mechanical Properties and Structure of Alpha-Keratin Fibers, Wool, Human Hair and Related Fibers / Feughelman Max. – UNSW Press, Sydney 1997. 165 pages doi: 10.1177/004051759706700710
5. Ing Jürg Müssig Industrial Applications of Natural Fibres / Ing Jürg Müssig, Crisan Popescu and Franz-Josef. – 9 APR 2010. doi: 10.1002/9780470660324.ch12
6. Коцюмбас, Г. І. Морфологічні особливості шкіри та волосся різних видів тварин та людини у аспекті судово-ветеринарної експертизи / Г. І. Коцюмбас – Львів, 2010. – 131 с.
7. Куницький, Ю. А. Електронна мікроскопія / Ю. А. Куницький, Я. І. Купина. – Київ, 1998. – 389 с.
8. Лыхина, Л. Ю. Определение вида животных по структуре волоса: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. вет. наук: спец. 06.02.01 / Л. Ю. Лыхина. – Бишкек, 2011. – 26 с.
9. Анатомія і фізіологія сільськогосподарських тварин / М. В. Лисенко [та ін.]. – Київ, 1999. 430 с.
10. Rogers G. E. Electron microscopy of wool / G. E. Rogers // Journal of Ultrastructure Research, 1959, vol. 2, issue 3, pp. 309–330.
11. Салига, Ю. Т. Електронна мікроскопія біологічних об'єктів / Ю. Т. Салига, В. В. Снігинський. – Львів, 1999. 152 с.
12. Томилин, В. В. Судебно-медицинское исследование вещественных доказательств / В. В. Томилин, Л. О. Барсегянц, А. С. Гладких. – М., 1989. – 304 с.

13. Туманов, А. К. Основы судебно-медицинской экспертизы вещественных доказательств / А. К. Туманов. – М., 1975. – 408 с.
14. [Wortmann](#), F.-J. The structure and properties of wool and hair fibres / [Wortmann](#) F.-J. – University of Manchester, UK. 27 March 2014. [doi: 10.1533/9781845697310.1.108](https://doi.org/10.1533/9781845697310.1.108).