

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОСКОПІЧНОЇ БУДОВИ КУТИКУЛИ ВОЛОСУ ДЕЯКИХ ВИДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

А. В. Піхтір'ова, В. Д. Івченко  
alinca.sumy@gmail.com

Сумський національний аграрний університет,  
вул. Г. Кондрат'єва, 160, м. Суми, 40021, Україна, snau@gmail.com

*В сучасних умовах розвитку суспільства велику увагу приділяють якості підготовки майбутнього спеціаліста ветеринарної медицини як експерта, здатного надати кваліфіковану допомогу у вирішенні спірних питань, що виникають на різних етапах судочинства. Нерідко трапляються кримінальні випадки, у яких фігурують тварини або їх фрагменти, в результаті чого виникає потреба у роботі експерта-біолога.*

*У статті наведені результати дослідження волосу деяких видів сільськогосподарських тварин методом растрової електронної мікроскопії. Виявлені суттєві відмінності у поверхневому малюнку кутикули волосу свині, коня, корови, кози та овець. Проведено морфометричні дослідження лусочок кутикули з використанням програмного забезпечення для аналізу цифрових зображень Digitizer. Встановлено товщину волосу, частоту розташування лусочок, їхній середній розмір та кутові характеристики зубчиків лусочок.*

*Найбільшою товщиною серед досліджуваних зразків характеризувалась щетина свині (188,1  $\mu\text{m}$ ), а найменшою — вовна овець породи прекос (15,2  $\mu\text{m}$ ). Кількість лусочок на 100  $\mu\text{m}$  поверхні кутикули становила: щетина свині — 9 шт., волос кози — 12 шт., волос корови — 13 шт., волос коня — 11/12 шт., вовна вівці гіссарської породи — 7 шт., вовна вівці породи прекос — 9 шт. Середній розмір лусочок на поверхні щетини свині становив 17,5  $\mu\text{m}$ , волосу кози — 10,6  $\mu\text{m}$ , волосу корови — 8,7  $\mu\text{m}$ , волосу коня — 10,1–12,1  $\mu\text{m}$ , вовни вівці гіссарської породи — 14,1–14,7  $\mu\text{m}$ , вовни вівці породи прекос — 14,1  $\mu\text{m}$ .*

*Отримані результати можуть бути використані у ветеринарно-санітарній експертизі для вирішення спірних питань щодо ідентифікації волосу та приналежності зразків конкретному виду сільськогосподарських тварин.*

**Ключові слова:** ВОЛОС, ВОВНА, ТВАРИНИ, РАСТРОВА ЕЛЕКТРОННА МІКРОСКОПІЯ, МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF HAIR CUTICLE MICROSCOPIC STRUCTURE OF SOME SPECIES OF AGRICULTURAL ANIMALS

A. V. Pikhtirova, V. D. Ivchenko  
alinca.sumy@gmail.com

Sumy National Agrarian University,  
160 G. Kondratieva str., Sumy 40021, Ukraine, snau@gmail.com

*In modern conditions of society development, great attention is paid to the quality of the training future specialists in veterinary medicine as experts who are able to provide qualified assistance in resolving disputed issues that arise at different stages of legal proceedings. Not infrequently there are criminal cases in which animals or their fragments appear, resulting in the need for an expert biologist.*

*The article presents the results of study of the hair of some farm animal species by scanning electron microscopy. Significant differences in the surface pattern of the hair cuticle of pig, horse, cow, goat and sheep have been revealed. Morphometric investigations of the cuticle scales were carried out using Digitizer digital image analysis software. The thickness of the hair, the frequency of scales arrangement, the average size of scales and their angular characteristics were established.*

*The largest thickness of the studied samples was in the bristle of pig (188.1  $\mu\text{m}$ ), and the smallest — in wool of the Precos breed sheep (15.2  $\mu\text{m}$ ). The number of scales per 100  $\mu\text{m}$  of the cuticle surface was as follows: the pig's bristle — 9 pc., the goat's hair — 12 pc., the cow's hair — 13 pc., the horse's hair — 11/12 pc., the wool of the Hissar breed sheep — 7 pc., the wool of the Precos breed sheep — 9 pc. The average scale size on the surface was 17.5  $\mu\text{m}$  on the pig bristle, 10.6  $\mu\text{m}$  on the goat's hair, 8.7  $\mu\text{m}$  on the cow's hair, 10.1–12.1  $\mu\text{m}$  on the horse's hair, 14.1–14.7  $\mu\text{m}$  on the wool of the Hissar breed sheep, 14.1  $\mu\text{m}$  on the wool of the Precos breed sheep.*

*The obtained results can be used in the veterinary and sanitary examination to resolve controversial questions on the identification of hair and the attribution of samples to specific farm animal species.*

**Keywords:** HAIR, WOOL, ANIMALS, SCANNING ELECTRON MICROSCOPY, MORPHOMETRIC INDICATORS

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

*А. В. Пихтирєва, В. Д. Ивченко*  
alinca.sumy@gmail.com

Сумский национальный аграрный университет,  
ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, 40021, Украина, snau@gmail.com

*В современных условиях развития общества большое внимание уделяется качеству подготовки будущего специалиста ветеринарной медицины в качестве эксперта, который способен оказать квалифицированную помощь в решении спорных вопросов, возникающих на различных этапах судопроизводства. Нередко встречаются криминальные случаи, в которых фигурируют животные или их фрагменты, в результате чего возникает потребность в работе эксперта-биолога.*

*В статье приведены результаты исследования волоса некоторых видов сельскохозяйственных животных методом растровой электронной микроскопии. Выявлены существенные различия в поверхностном рисунке кутикулы волоса свиньи, лошади, коровы, козы и овцы. Проведены морфометрические исследования чешуек кутикулы с использованием программного обеспечения для анализа цифровых изображений Digitizer. Установлены толщина волоса, частота расположения чешуек, их средний размер, угловые характеристики зубчиков чешуек.*

*Наибольшей толщиной среди исследуемых образцов характеризовалась щетина свиньи (188,1 мкм), а наименьшей — шерсть овцы породы прекос (15,2 мкм). Количество чешуек на 100 мкм поверхности кутикулы составила: щетина свиньи — 9 шт., волос козы — 12 шт., волос коровы — 13 шт., волос лошади — 11/12 шт., шерсть овцы гиссарской породы — 7 шт., шерсть овцы породы прекос — 9 шт. Средний размер чешуек на поверхности щетины свиньи составил 17,5 мкм, волоса козы — 10,6 мкм, волоса коровы — 8,7 мкм, волоса лошади — 10,1–12,1 мкм, шерсти овцы гиссарской породы — 14,1–14,7 мкм, шерсти овцы породы прекос — 14,1 мкм.*

*Полученные результаты могут быть использованы в ветеринарно-санитарной экспертизе для решения спорных вопросов по идентификации волоса и принадлежности образцов конкретному виду сельскохозяйственных животных.*

**Ключевые слова:** ВОЛОС, ШЕРСТЬ, ЖИВОТНЫЕ, РАСТРОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ, MORFOMETRICHESKIE ПОКАЗАТЕЛИ

Експертна справа в Україні, як і в усьому світі, посідає надзвичайно важливе місце у житті суспільства. Необхідність проведення експертизи виникає у науковій, виробничій, економічній, торговельній, соціальній, медичній, правоохоронній та інших сферах людської діяльності. Це пов'язано із впровадженням у практику результатів наукових досліджень, нових технологій чи технологічних процесів, створенням нової або експлуатацією наявної техніки, забудовою населених пунктів, перевіркою якості товарів і послуг, забезпеченням охорони здоров'я населення, збереженням довкілля, встановленням фактів, що мають юридичне значення тощо.

Законодавством передбачено випадки, коли проведення експертизи є обов'язковою дією у спеціальних державних установах; в інших випадках експертиза може призначатися за ініціативним запитом або вимогою підприємства, установи, організації, громадського формування, окремої фізичної особи.

Сучасна судово-ветеринарна експертиза — це самостійна частина ветеринарної науки, що вивчає ветеринарно-біологічні питання, які виникають у правоохоронних органів у процесі розслідування і судового розгляду кримінальних і цивільних справ [1].

Однією з форм діяльності лікаря ветеринарної медицини може бути робота в ролі судово-

ветеринарного експерта. Відомо, що при дослідженні шерсті у спеціаліста нерідко виникають великі ускладнення, пов'язані з тим, що шерсть різних видів тварин має спільні риси. Тому експерт не завжди може точно визначити приналежність отриманих зразків. У зв'язку з цим виникає необхідність детальнішого дослідження волосяного покриву різних видів тварин, що дасть змогу об'єктивніше судити про приналежність волосу до конкретного виду тварин або людини.

Мікроскопічні та морфометричні показники шерсті різних видів тварин мають специфічні особливості, важливі для ідентифікації конкретного виду тварини [4].

Попри те, що у наш час використовуються новітні наукові методи визначення виду тварин на молекулярному рівні, морфологічні методи визначення виду тварин за особливостями анатомічних структур, а саме за мікροструктурою волосяного покриву, залишаються актуальними [3, 6, 10, 11].

Майже вся поверхня тіла сільськогосподарських тварин укрита волоссяним покривом, який захищає організм від охолодження, а шкіру — від механічних пошкоджень і сонячних променів. Волосина формується з трьох шарів — серцевини, кірки та кутикули. Кутикула — поверхневий шар волосу — побудована

з одного ряду рогових лусочок, які черепицеподібно вкривають кіркову речовину [5, 8, 9].

Одним із найсучасніших і найточніших лабораторних методів є растрова електронна мікроскопія, яка дає змогу диференціювати біологічні об'єкти на мікроскопічному рівні [2]. Метою нашої роботи було дослідити мікροструктуру поверхні зразків волосяного покриву різних видів сільськогосподарських тварин та виявити характерні ознаки, притаманні конкретному виду.

## Матеріали і методи

Дослідження виконували в умовах лабораторії електронної мікроскопії факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету. Підготовка зразків для дослідження охоплювала такі етапи [7]: відбір біологічного матеріалу; знежирення (96 % спирт); нанесення зразків на предметний столик; запылення сріблом за допомогою вакуумного універсального пристрою (ВУП) та розміщення у камері растрового електронного мікроскопа «РЭМ-106И» (*Selmi*).

З цією метою були відібрані зразки волосяного покриву коня (українська верхова порода), корови (українська чорно-ряба молочна

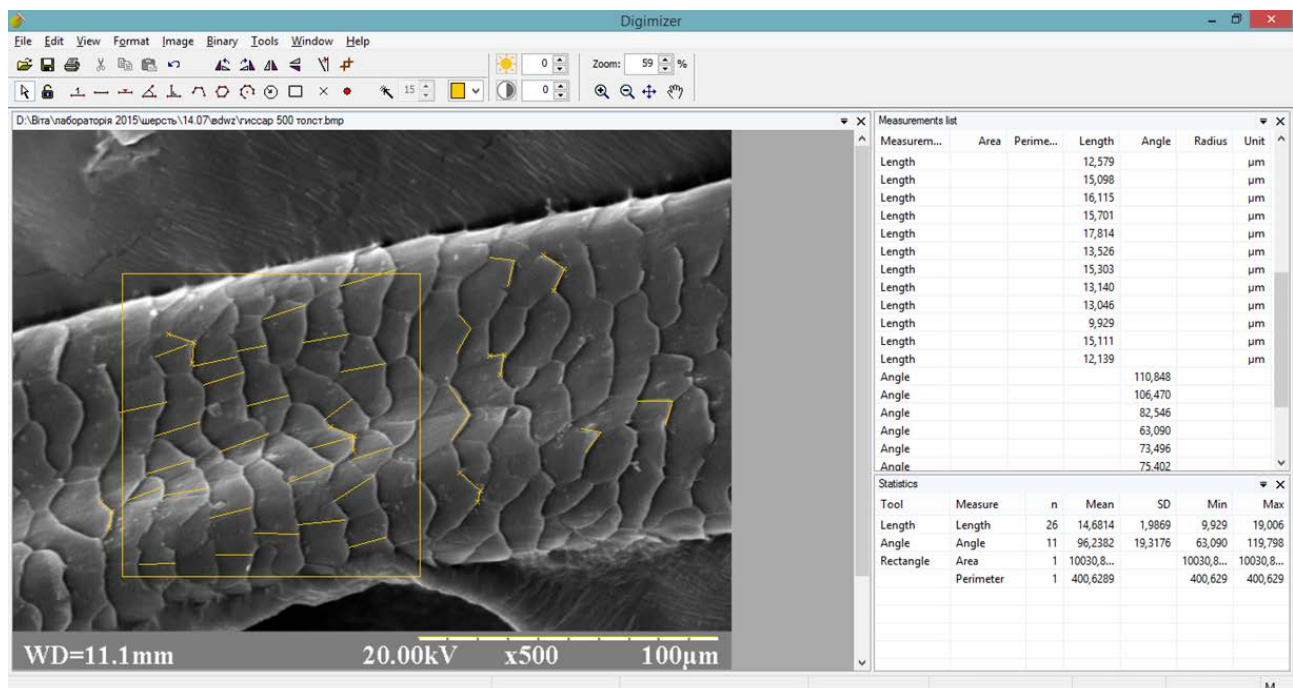


Рис. 1. Морфометричні параметри вовни вівці гіссарської породи за цифровим PEM-фото у програмі *Digimazer 4.0*  
 Fig. 1. Morphometric parameters of Hissar breed wool sheep for digital *Digimazer* photos in the program *Digimazer 4.0*

порода), кози (зааненська порода), вівці (порід прекокс та гіссарської), свині (велика біла порода). Мікроструктуру поверхні волосу досліджували за допомогою растрового електронного мікроскопа «РЕМ-10БІ» в діапазоні збільшень від 500 до 1500 крат.

Морфометричні характеристики описували за РЕМ-зображеннями з використанням програми для аналізу цифрових зображень *Digimizer 4.0*. Досліджували такі параметри: товщину волосу, частоту розташування лусочок (середню кількість лусочок вздовж лінії у 100 мкм за довжиною волосу), поперечний розмір найширшої частини лусочки, кутові характеристики зубчиків лусочок (за наявності характерної ознаки у деяких видів тварин). Використана програма дозволила провести статистичний розрахунок середніх, мінімальних та максимальних значень досліджуваних параметрів (рис. 1).

### Результати й обговорення

За результатами проведених досліджень можна зазначити, що товщина досліджуваних волосин різних видів сільськогосподарських тварин суттєво відрізняється (табл.). Розмір та розміщення лусочок на поверхні волосин (малюнок кутикули) різних видів сільськогосподарських тварин мають суттєві відмінності, але є близькими для різних типів волосу в межах одного виду тварин.

Найбільшою товщиною серед досліджуваних зразків характеризувалась щетина

свині (рис. 2). Щетина циліндричної форми. Лусочки із зубчастими краями повздовжнього напрямку, щільно прилягають по всій поверхні щетини. Поверхневий малюнок кутикули має вигляд нерегулярної хвилі, дрібної пелюстки і представлений лусочками, які суттєво різняться за формою та розміром, але в середньому є найкрупнішими серед досліджуваних зразків.

Волос кози (рис. 3), порівняно з волосом корови (рис. 4), окрім різної товщини, має особливості у розміщенні та формі лусочок. Обидва волоси циліндричної форми, але лусочки на поверхні волосу кози щільно прилягають до поверхні, мають поздовжній напрямок, різний розмір, гладенькі краї.

Лусочки на поверхні волосу корови за розмірами в середньому дещо дрібніші, ніж у кози, мають рифлені краї, поздовжній напрямок та нещільно прилягають до поверхні волосу. В обох зразках поверхневий малюнок має вигляд нерегулярної хвилі, зібраної з широких пелюсток прямокутної форми (кут краю луски для обох видів тварин у середньому близько 95°).

Волос коня циліндричної форми, має свої особливості морфологічної будови (рис. 5). Волос з гриви в 1,5 разу товщий за покривний волос, але частота розташування лусочок та їхні середні розміри мають близькі значення. Лусочки на поверхні волосу з гриви (рис. 5а) варіюють за розмірами та формою, мають чіткі рифлені краї, повздовжній напрямок та щільно прилягають до поверхні. Поверхневий малюнок кутикули має вигляд пелюсток з широкими

Таблиця

**Морфометричні характеристики волосу деяких видів сільськогосподарських тварин**  
**Morphometry of hair of some species agricultural animals**

Досліджувані зразки Investigated samples	Товщина волосу, μm The hair thickness, μm	Кількість лусочок на 100 μm The number of scales on 100 μm	Розмір лусочок, μm The size of the scales, μm			
			Середнє Mean	Мін. Min	Макс. Max	
Щетина свині / Pig's bristle	188,1	9	17,5	7,8	23,8	
Волос кози / Goat's hair	89,6	12	10,6	6,3	15,4	
Волос корови / Cow's hair	46,5	13	8,7	6,3	11,6	
Волос коня Horse's hair	грива / mane	111,2	11	12,1	7,8	19,6
	покривний волос covering hair	75,8	12	10,1	6,1	18,2
Вовна вівці гіссарської породи Hissar breed sheep's wool	пуховий волос downy hair	26,4	7	14,1	6,3	20,1
	остьовий волос guard hair	110,2	7	14,7	9,9	19,0
Вовна вівці породи прекокс Precos breed sheep's wool	15,2	9	14,1	11,6	16,5	

кутами (близько 110 градусів), які формують нерегулярну хвилю. Лусочки на поверхні покривного волосу (рис. 5б) різні за формою, з бахромястими краями та нещільно приля-

гають до поверхні. Поверхневий малюнок кутикули має вигляд нерегулярної хвилі, утвореної пелюстками з ламаними, зазубреними під різними кутами краями.

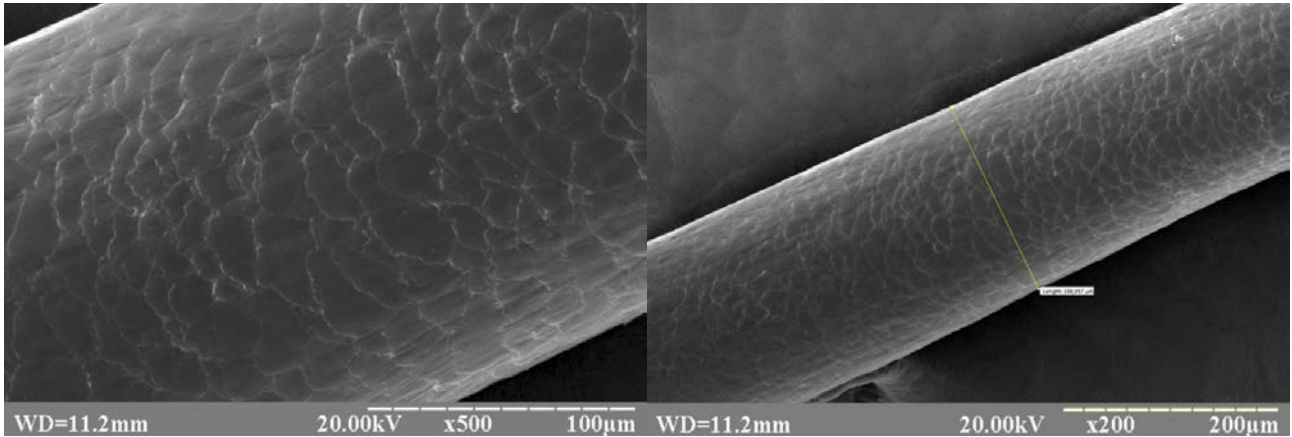


Рис. 2. Щетина свині (188,1  $\mu\text{m}$ )  
Fig. 2. Pig's bristle (188.1  $\mu\text{m}$ )

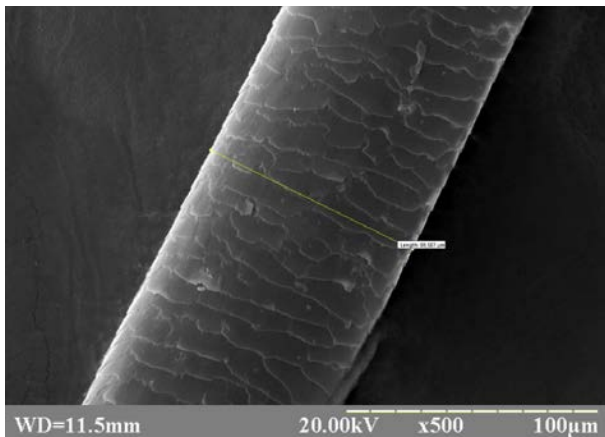


Рис. 3. Волос кози (89,6  $\mu\text{m}$ )  
Fig. 3. Goat's hair (89.6  $\mu\text{m}$ )

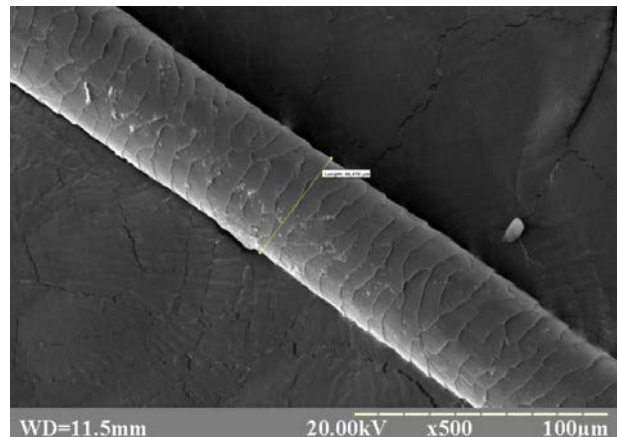


Рис. 4. Волос корови (46,5  $\mu\text{m}$ )  
Fig. 4. Cow's hair (46.5  $\mu\text{m}$ )

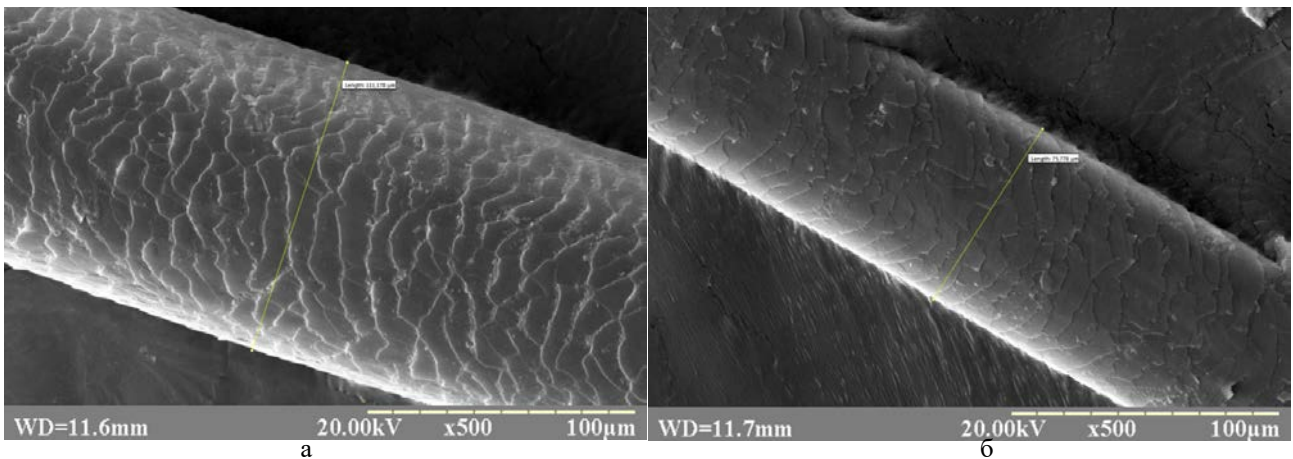


Рис. 5. Волос коня: а — грива (111,2  $\mu\text{m}$ ), б — покривний волос (75,8  $\mu\text{m}$ )  
Fig. 5. Horse's hair: а — mane (111.2  $\mu\text{m}$ ), б — covering hair (75.8  $\mu\text{m}$ )

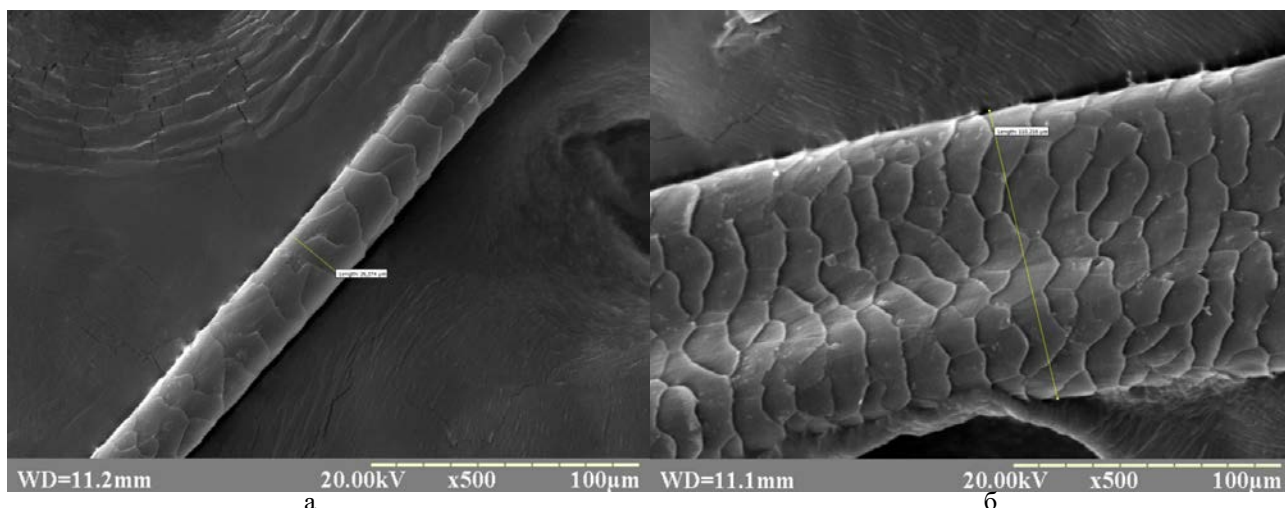


Рис. 6. Вовна вівці гіссарської породи: а — пуховий волос (26,4 μm), б — остьовий волос (110,2 μm)  
 Fig. 6. Wool of the Hissar breed sheep: a — downy hair (26.4 μm), б — guard hair (110.2 μm)

Вовна овець гіссарської породи має свої особливості складу та будови, вона формується з пухового та остьового волосу (рис. 6). Діаметр остьового волосу в 4,17 разу більший, ніж пухового. Пуховий волос (рис. 6а) має циліндричну форму, остьовий — сплюснену. Лусочки на поверхні пухового волосу приблизно однакового розміру, з рифленими краями, повздовжнього напрямку, щільно прилягають до поверхні волосини. Поверхневий малюнок кутикули має вигляд широкої пелюстки та нерегулярної хвилі. Лусочки на поверхні остьового волосу (рис. 6б) різні за формою, повздовжнього напрямку, майже однакового розміру, вони нещільно прилягають до поверхні волосу. Поверхневий малюнок кутикули має вигляд широкої пелюстки та нерегулярної хвилі, більше нагадує риб'ячу луску. Окремі лусочки як пухового, так і остьового волосу мають характерний зубець на верхівці, що

утворює кут в середньому близько 96 градусів. Частота розташування лусочок та їхні середні розміри майже ідентичні в обох типів волосу.

Найтоншою з досліджуваних зразків виявилась вовна овець породи прекос (рис. 7). Лусочки на поверхні волосини майже ідеально однакового розміру — така регулярність структури відрізняє овець тонкорунних порід. Лусочки повздовжнього напрямку, мають зубчасті краї та нещільно прилягають до поверхні волосини. Поверхневий малюнок кутикули має вигляд широкої пелюстки та регулярної хвилі.

## Висновки

Виявлено морфологічні та морфометричні особливості будови волосяного покриву деяких видів сільськогосподарських тварин. Волос різних видів сільськогосподарських тварин відрізняється не лише за товщиною, а й за характерною формою та частотою розміщення лусочок на поверхні волосин. Встановлені суттєві відмінності між поверхневим малюнком кутикули волосу досліджуваних видів тварин.

## Перспективи подальших досліджень.

У перспективі електронно-мікроскопічні дослідження волосу можуть бути одним з критеріїв у роботі ветеринарно-санітарного експерта для вирішення спірних питань ідентифікації волосу та приналежності зразків конкретному виду тварин й використані як доповнення до курсу «Судова ветеринарно-санітарна експертиза», а також «Зоологія», «Екологія».

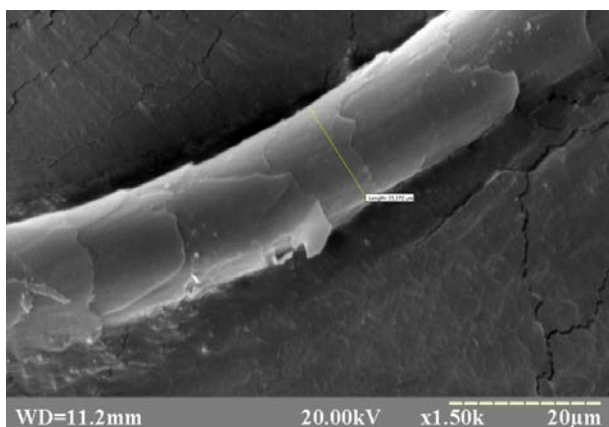


Рис. 7. Вовна вівці породи Прекокс (15,2 μm)  
 Fig. 7. Wool of the Precos breed sheep (15.2 μm)

1. Forensic veterinary expertise. Available at: [http://pidruchniki.com/74953/pravo/veterinarna\\_ekspertiza](http://pidruchniki.com/74953/pravo/veterinarna_ekspertiza). (in Ukrainian)

2. Kynytsky Yu. A. *Electronic microscopy*. Kyiv, Lybid, 1998, 389 p. (in Ukrainian)

3. Longitudinal view of synthetic fibre and wool fibre. Available at: <https://www.sciencelearn.org.nz/images/981-longitudinal-view-of-synthetic-fibre-and-wool-fibre>.

4. Lychina L. Yu. Determination of the species of animals according to the structure of hair. Autoref. of PhD thesis in vet. sci. Bishkek, 2011, 26 p. (in Russian)

5. Lysenko M. V. *Anatomy and physiology of farm animals*. Kyiv, Libra, 1999, 430 p. (in Ukrainian)

6. Rogers G. E. Electron microscopy of wool. *Journal of Ultrastructure Research*, 1959, vol. 2, issue 3, pp. 309–330. DOI: 10.1016/S0022-5320(59)80004-6.

7. Salyha Yu. T. *Electronic microscopy of biological objects*. Lviv, Svit, 1999, 152 p. (in Ukrainian)

8. Tomilin V. V., Barsegyants L. O., Gladkikh A. S. *Forensic medical research of physical evidence*. Moscow, Medicine, 1989, 304 p. (in Russian)

9. Tumanov A. K. *Foundations of forensic medical research of physical evidence*. Moscow, Medicine, 1975, 408 p. (in Russian)

10. Wool fibre properties. Available at: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/875-wool-fibre-properties>.

11. Wool. The structure of the wool fiber. Available at: <http://verapapkova.livejournal.com/144274.html>. (in Russian)