

Розділ 8

ТВАРИННИЦТВО

УДК 636.32/38:677.31:577.1

ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ МАКРОСТРУКТУРИ, ЛІПІДНОГО СКЛАДУ, МІЦНОСТІ ТА ПРИРОСТІВ ВОВНИ ОВЕЦЬ

В. Ткачук¹, д. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0001-6392-4241

Н. Огородник¹, д. вет. н.

ORCID ID: 0000-0002-7428-9973

Н. Мотько², к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0003-3103-1056

С. Павкович¹, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-0844-3071

І. Дудар¹, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-4467-9946

М. Пашчак¹, доктор філософії

ORCID ID: 0000-0002-5060-8212

¹Львівський національний університет природокористування

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького

<https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.176>

Ткачук В., Огородник Н., Мотько Н., Павкович С., Дудар І., Пашчак М. Вікові особливості макроструктури, ліпідного складу, міцності та приростів вовни овець

Представлено результати експериментальних досліджень вікових особливостей макроструктури, ліпідного складу, міцності та приростів вовни овець. Дослідження проведено на ярках та вівцематках породи прекос.

Встановлено, що у вовні ярка порівняно з вівцематками міститься вірогідно більша кількість альфа-кератози ($P < 0,05$), тобто протеїну макро- і мікрофібрил, та менша – гамма-кератози ($P < 0,05$), тобто матриксу вовняного волокна.

Показано, що на тлі практично однакового вмісту загальних внутрішніх ліпідів – 0,97 % у ярка та 1,03 % у вівцематок, спостерігаються суттєві зміни ліпідного складу вовняних волокон. Зокрема вовна повновікових вівцематок порівняно з ярками характерна вищим умістом неестерифікованих жирних кислот ($P < 0,01$), та нижчим – естерифікованого холестеролу ($P < 0,05$). Такі результати вказують на те, що з віком у вовняних волокнах відбуваються процеси гідролізу, окиснення та омилення їхніх ліпідних компонентів. Встановлено, що вовна ярка містить меншу кількість сульфоліпідів ($P < 0,05$) та вищу – керамідів ($P < 0,05$). Як відомо, останні мають важливе значення у формуванні поверхневих властивостей волоса, впливаючи на його гідрофобні властивості, дифузю та сорбцію, стійкість до погодних умов та процесів деградації, а також на його фізичні властивості, зокрема міцність.

Відмінності у макроструктурі та ліпідному складі вовни різних вікових груп овець позначилися на фізичних властивостях волокон, зокрема їхній міцності. Так, вовна ярка міцніша порівняно з вовною вівцематок. Щодо приростів вовни, то суттєвих вікових відмінностей в умовах наших досліджень не встановлено.

Ключові слова: вовна, вівцематки, ярки, кератози, внутрішні ліпіди, міцність, прирости.

Tkachuk V., Ohorodnyk N., Motko N., Pavkovych S., Dudar I., Pashchak M. Age-related characteristics of the macrostructure, lipid composition, strength and growth of sheep wool

The results of experimental studies of the age-related characteristics of the macrostructure, lipid composition, strength and growth of sheep wool are presented. The study was conducted on ewe lambs and ewes of the Prekos breed.

As a result of the conducted research, it was established that the wool of ewe lambs, in comparison with ewes, contains probably a larger amount of alpha-keratosis ($P < 0.05$), i.e. protein macro- and microfibrils, and a smaller amount of gamma-keratosis ($P < 0.05$), that is, the wool fiber matrix.

Significant changes in the lipid composition of wool fibers are observed against the background of almost the same content of total internal lipids – 0.97 % in ewe lambs and 1.03 % in ewes. In particular, the wool of full-aged ewes, in comparison with ewe lambs, is characterized by probably a higher content of non-esterified fatty acids ($P < 0.01$) and a lower content of esterified cholesterol ($P < 0.05$). Such results also indicate that, with age, processes of hydrolysis, oxidation, and saponification of their lipid components occur in wool fibers. It was also shown that ewe lamb wool contains a lower amount of sulfolipids ($P < 0.05$) and a higher amount of ceramides ($P < 0.05$). As is known, the latter is important in shaping the surface properties of hair, influencing its hydrophobic properties, diffusion and sorption, resistance to weather conditions and degradation processes, as well as its physical properties, particularly strength.

Differences in the macrostructure and lipid composition of wool of different age groups of sheep were also reflected in the physical properties of the fibers, in particular their strength. Thus, the wool of ewe lambs, although unlikely, was stronger, compared to the wool of ewes. As for wool growth, no significant age differences were found under the conditions of our research.

Keywords: wool, ewes, ewe lambs, keratoses, internal lipids, strength, growths.

Постановка проблеми. Вовна завжди вважалась одним із основних продуктів вівчарства. Маючи унікальні фізико-хімічні властивості та широкі можливості поєднання з іншими волокнистими матеріалами, вовна і сьогодні є цінною й незамінною сировиною для текстильної промисловості. Незважаючи на широке використання штучних хімічних волокон, переваги натуральної вовни незалежні [1]. У світі утримується понад мільярд овець, від яких щороку одержують близько 1160 млн кг чистої вовни [2]. Однак такий обсяг повністю не задовольняє потреби легкої промисловості, крім того, значна кількість виробленої вовни низької якості. Отже, проблема підвищення вовнової продуктивності овець та якості вовняної сировини залишається актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед факторів, які істотно впливають на інтенсивність росту вовни та її якість, генетичні чинники, умови утримання та годівлі, а також вік тварин [4; 9; 13]. Показано, що найінтенсивніше вовна росте у перші три роки життя вівці, після чого темпи її росту поступово сповільнюються. З віком зменшується також густина вовни [11; 25].

Основним компонентом волоса, приблизно 90–95 % маси, є кератин, який належить до групи нерозчинних протеїнів зі значним вмістом Сульфору [10]. Також у структурі кератинових волокон вовни міститься невелика кількість ліпідів – близько 2 % від сухої маси [17]. Частина внутрішніх ліпідів вовни є вільними, тобто їх можна виділити екстракцією органічними розчинниками, зокрема хлороформ-метаноловою сумішшю 2 : 1 [21]. Їхній вміст у волокні залежить від багатьох чинників і, зокрема, сезону та віку тварин [5]. Проте питання ролі цих ліпідів у структурі волокна недостатньо вивчене. Хоча вважають, що вони відіграють важливу роль, впливаючи на зовнішній вигляд і властивості волоса, тобто визначають його поверхневі властивості, зокрема формування водонепроникного шару [7].

Наявність ліпідів у вигляді тонких прошарків обмежує перебіг реакції утворення поперечних

зв'язків при кератинізації, попереджуючи можливість утворення так званого мертвого волоса. Останній, як відомо, має гірші фізико-механічні властивості. Особливо це стосується еластичності і міцності [18].

У структурній будові кератинів важливу роль відіграють кераміди [16; 24]. Вони, разом з холестерином і жирними кислотами, беруть участь у формуванні ліпідного бар'єру рогового шару шкіри, який складається з бішарових мембран [8]. Ліпіди, що утворюють такі структури, мають особливу будову. Відомо, що самовільно збиратися у замкнуті везикули і двошарові мембрани можуть полярні ліпіди, які складаються з двох частин — гідрофобної й гідрофільної. Такі ліпіди у водному середовищі формують структури, які за своїми властивостями подібні до рідких кристалів. Отже, ліпіди рогового шару і ліпіди волоса перебувають у впорядкованому рідкокристалічному стані [6; 15].

Значна кількість ліпідів вовни припадає на сульфоліпіди. Останні утворюють різні за міцністю комплекси з протеїнами. Показано також, що вовна з високим вмістом Сульфору і сульфоліпідів характерна кращими показниками фізико-механічних властивостей, зокрема міцністю волокон на розрив [19].

Різні структурні компоненти вовняного волокна містять неоднакову кількість ліпідів. Найвищий їх вміст спостерігається у бета-кератозі, тобто кутикулі вовняного волокна. Гамма-кератоза, або цементуюча речовина (матрикс), містить лише фракції неетерифікованого та етерифікованого холестеролу, а також містить найбільше полярних ліпідів. Альфа-кератоза (білок макро- і мікрофібрил) характерний порівняно низьким вмістом ліпідів [20].

Постановка завдання. Наше завдання – встановити вікові особливості макроструктури, ліпідного складу, міцності та приростів вовни у вівцематок та ярок породи прекокс.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводили на вівцематках та ярках породи прекокс в умовах ННВЦ «Комарнівський» Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Об'єктом

досліджень слугували зразки вовни, відібраної у повновікових вівцематок та шестимісячних ярок (по 12 голів у групі) з ділянки шкіри за лопаткою. Усі тварини перебували в однакових умовах утримання та годівлі.

Для видалення поверхневих ліпідів вовну промивали в нейтральному мийному розчині за температури 45–50 °С, ретельно ополіскували і висушували. Залишковий жир видаляли екстрагуванням взірців вовни в апараті Сокслетта чотирьохлористим вуглецем упродовж п'яти годин, а потім сумішшю спирт-ефіру.

Загальну кількість вільних внутрішніх ліпідів визначали ваговим методом після їхньої попередньої екстракції хлороформ-метаноловою сумішшю в об'ємному співвідношенні 2 : 1 (тривалість екстракції не менше п'яти годин) в апараті Сокслетта. Якісний склад вільних внутрішніх ліпідів досліджували за допомогою тонкошарової хроматографії (ТШХ). Для цього використовували пластини «Sorbfil» розміром 10×10 см із нанесеним робочим шаром фракціонованого широкопористого силікагелю з розміром частинок 90–120 мкм, товщина шару сорбенту на пластині ± 5 мкм.

Розділяли ліпіди у двох системах: петролейний ефір-диетиловий ефір 4 : 1 і хлороформ-метанол-вода 65 : 25 : 4. Після висихання хроматограми обприскували 50 % сірчаною кислотою і обвуглювали при 105 °С. Для кількісного визначення ліпідів їх окремі фракції зіскрібали з пластин у пробірки, куди додавали по 5 мл концентрованої сірчаної кислоти, і цю суміш нагрівали до температури 105 °С. Оптичну щільність кожної фракції вимірювали на спектрофотометрі за довжини хвилі 400 нм у кюветі товщиною 1 см. Вміст окремих ліпідних

компонентів розраховували математично і виражали у відсотках [22].

Контролювали вовнову продуктивність піддослідних тварин обліком приросту волокон на обліковій площі шкіри розміром 36 см². Кількісне співвідношення кератоз у вовні визначали за методом R. S. Asquith, 1966 [3]. Міцність вовни на розрив визначали на апараті ДШ–3М [14].

Одержані цифрові дані обробляли за допомогою програми «Microsoft Excel». Результати досліджень опрацьовували статистично з використанням середнього арифметичного та стандартної похибки ($M \pm m$) і достовірного інтервалу для оцінки ступеня вірогідності (P) за допомогою t -критерію Стьюдента. Результати вважали імовірними, якщо $P < 0,05$.

У результаті проведених досліджень насамперед встановлено (рис. 1), що різні вікові групи тварин суттєво різняться за макроструктурою вовни. Зокрема у вовні ярка міститься вірогідно більша кількість альфа-кератози – 62,14 %. Натомість у дорослих вівцематок у цей період відсоток альфа-кератози становить лише 58,75 %. Щодо гамма-кератози, то навпаки, у ярка зауважено вірогідно менший її вміст – 25,74 % порівняно з 30,26 % у дорослих вівцематок. Цікаво, що при цьому вміст бета-кератози практично стабільний, і не зазнає суттєвих вікових змін. У зв'язку з цим слід нагадати, що альфа-кератоза – це протеїн макро- і мікрофібрил, бета-кератоза – кутикула волоса, а гамма-кератоза – матрикс волокна [12]. Отже, отримані дані вказують на збільшення з віком у вовні кількості матриксу, та зменшення – макро- і мікрофібрил.

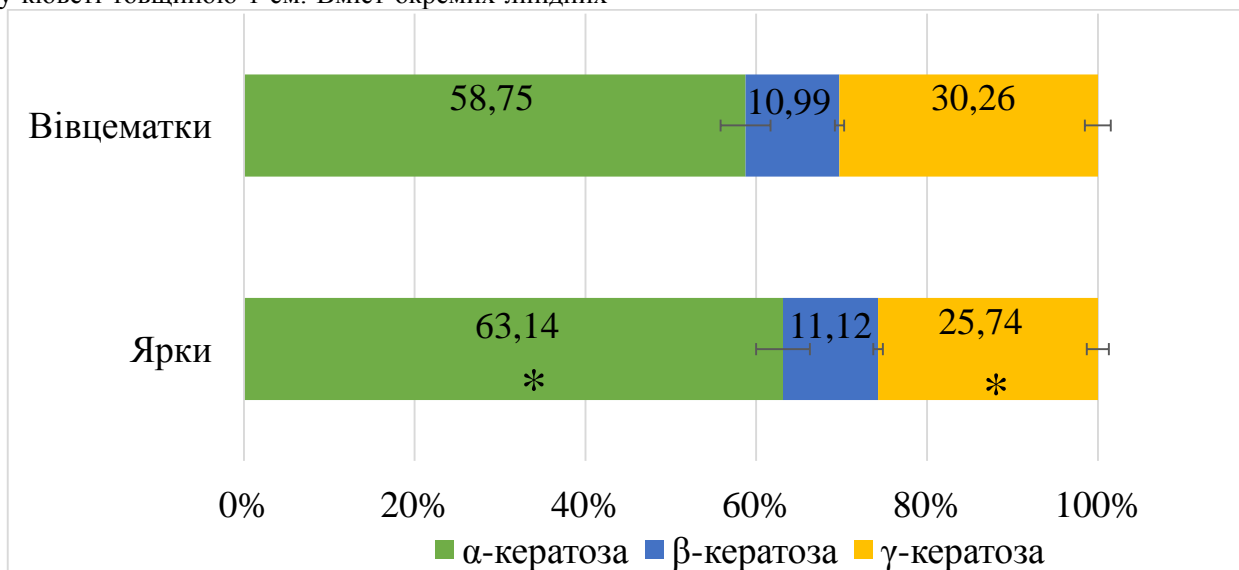


Рис. 1. Вікова динаміка вмісту кератоз у вовні вівцематок та ярка

Примітка: тут і надалі статистично вірогідні різниці * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$

Важливе значення у формуванні фізико-хімічних, а отже, й технологічних властивостей вовни, належить внутрішнім ліпідам, на вміст яких впливає вік тварин [23].

У результаті досліджень встановлено (рис. 2), що загальна кількість внутрішніх ліпідів у вовні різних вікових груп тварин не відрізняється.

Так, у вовні вівцематок їх міститься 1,03 %, а у ярок – 0,97 %. Причому кількість ліпідів, які розділяються у системі петролейний ефір-диетиловий ефір 4 : 1, становить 0,69 % у вівцематок та 0,67 % у ярок, а в системі хлороформ-метанол-вода (65 : 25 : 4) – 0,34 % у вівцематок та 0,30 % у ярок.

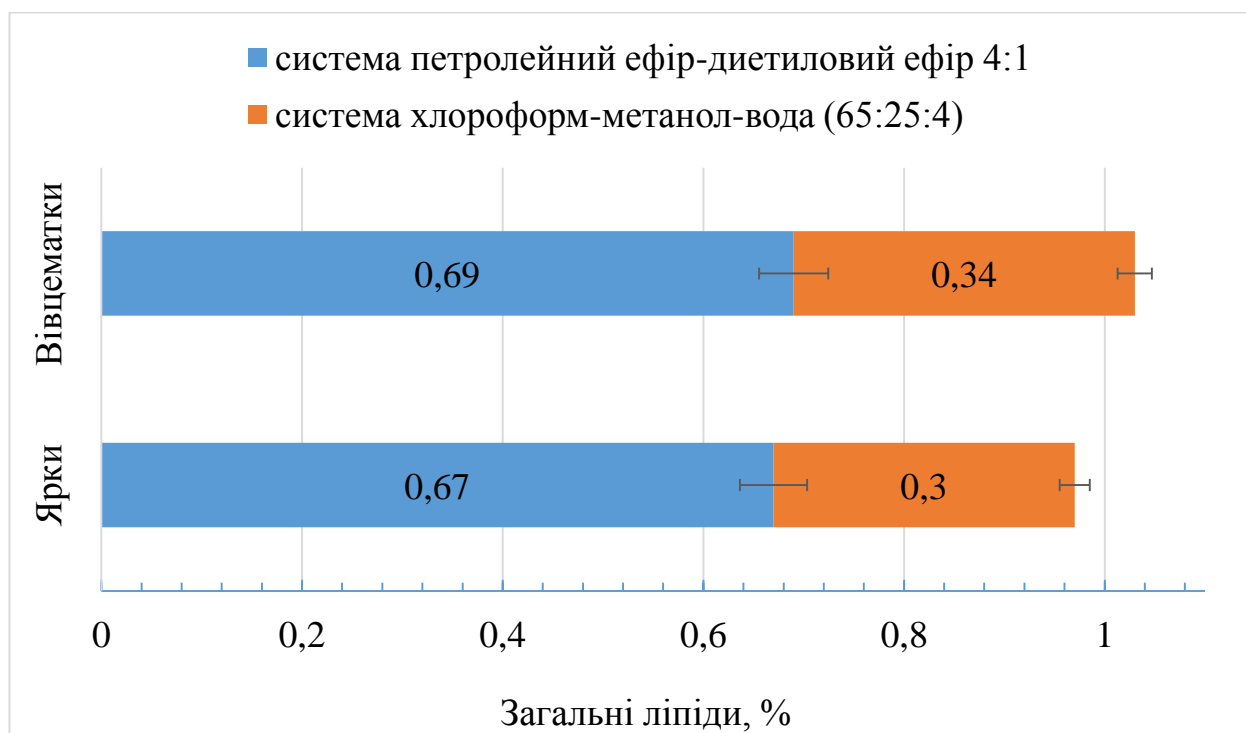


Рис. 2. Вікова динаміка співвідношення загальних внутрішніх ліпідів вовни вівцематок та ярок

Аналіз даних табл. 1 показав, що найхарактерніші зміни у ліпідному складі вовни ярок порівняно з повновіковими вівцематками спостерігаються з боку фракції неестерифікованих жирних кислот. Так, у ярок їх міститься 10,03 %, проти 12,50 % у вівцематок. Кількість неестерифікованих жирних кислот у вовні ярок зменшується переважно за рахунок фракцій холестеролу. Так, кількість естерифікованого холестеролу у вовні ярок становить 14,01 %, натомість у вівцематок цей показник імовірно менший, і становить 11,53 %. Такі різниці вказують на те, що з віком, під впливом різних чинників, у вовні овець відбуваються процеси, які призводять до гідролізу окремих ліпідних компонентів вовняних волокон. Щодо стеринової фракції, то її кількість у різних вікових групах стабільна.

Із даних табл. 1 також бачимо, що найхарактерніші зміни у співвідношенні ліпідів, розділених

у системі хлороформ-метанол-вода (65 : 25 : 4), відбуваються з боку сульфоліпідів. Кількість їх у вовні ярок вірогідно нижча порівняно з вовною повновікових вівцематок (20,07 % проти 22,76 %). Натомість вовна дорослих тварин характерна нижчим вмістом основного компонента полярних ліпідів – керамідів (47,79 %) у порівняно з ярками (50,41 %). Суттєвих різниць між вмістом інших класів ліпідів, тобто гліколіпідів найвищої полярності, глюкозил керамідів та холестерол сульфату за умов наших досліджень не виявлено.

Дослідження міцності вовни показали (табл. 2), що вовна ярок була міцнішою порівняно з вовною повновікових вівцематок, однак ці дані не вірогідні. Щодо приростів вовни, то в наших дослідженнях суттєвих змін цього показника не виявлено.

Таблиця 1

**Вікова динаміка співвідношення вільних внутрішніх ліпідів вовни вівцематок та ярок, %
(M±m, n = 12)**

Ліпіди	Вівцематки	Ярки
система петролейний ефір-диетиловий ефір 4:1		
Неестерифікований холестерол	62,67±1,09	63,33±0,64
НЕЖК	12,50±0,35	10,03±0,38**
Стеринова фракція	13,31±0,74	12,66±0,40
Естерифікований холестерол	11,53±0,37	14,01±0,65*
система хлороформ-метанол-вода (65 : 25 : 4)		
Гліколіпіди найвищої полярності	4,98±0,23	4,66±0,28
Холестерол сульфат	10,63±0,32	9,97±0,37
Глюкозилцераміди	13,84±0,77	14,88±0,38
Сульфоліпіди	22,76±0,95	20,07±0,40*
Цераміди	47,79±1,10	50,41±0,45*

Таблиця 2

Вікова динаміка приростів і міцності вовни вівцематок та ярок, % (M±m, n = 12)

Показник	Вівцематки	Ярки
Прирости, мкг/см ² /добу	890	908
Міцність, сН/текс	7,76	8,07

Отже, проведені дослідження вказують на вікові особливості макроструктури, ліпідного складу та фізичних властивостей вовни овець.

Висновки. У вовні ярк порівняно з вівцематками міститься вірогідно більша кількість альфа-кератози (P < 0,05) та менша – гамма-кератози (P < 0,05). На тлі практично однакового вмісту загальних ліпідів у вовні ярк та вівцематок спостерігаються суттєві різниці у їхньому ліпідному складі. Зокрема вовна ярк характерна вірогідно нижчим вмістом неестерифікованих жирних кислот (P < 0,01) та сульфоліпідів (P < 0,05) і вищим умістом естерифікованого холестеролу (P < 0,05) та церамідів (P < 0,05). Вікові зміни в макроструктурі та ліпідному складі вовни позначаються на її міцності.

Бібліографічний список

1. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / за ред. Влізла В. В. Львів: СПОЛОМ, 2012. 764 с.
2. Стапай П. В., Ткачук В. М., Седіло Г. М., Огородник Н. З. Ліпіди шкіри та вовни овець, їх роль у процесах вовноутворення і збереженні природних властивостей волокон. Львів: Бона, 2019. 332 с.
3. Ткачук В. М., Стапай П. В. Дослідження воску жиропоту і ліпідів вовни овець: методичні рекомендації. Львів, 2011. 24 с.

4. Ткачук В. М., Стапай П. В., Кирилів Я. І. Вікові та сезонні особливості вмісту і складу жиропоту та ліпідів кератину вовни овець. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2011. No 15 (1). С. 483–489.

5. Advancements in applications of natural wool fiber: review / Allafi F., Hossain M. S., Lalung J. et al. *J Nat Fibers*. 2022. No 19 (2). P. 497–512.

6. Asquith R. S. The morphological origin and reactions some keratin fractions. *Textile Research Journal*. 1966. No 36. P. 1064–1071.

7. Baba M. A., Ahanger S. A., Hamadani A., Rather M. A., Shah M. M. Factors affecting wool characteristics of sheep reared in Kashmir. *Tropical Animal Health and Production*. 2020. No 52 (4). P. 2129–2133.

8. Cholesterol sulfate fluidizes the sterol fraction of the stratum corneum lipid phase and increases its permeability / Fandrei F., Engberg O., Opálka L. et al. *J Lipid Res*. 2022. No 63 (3). P. 100177.

9. Coderch L., Alonso C., García M. T., Pérez L., Martí M. Hair lipid structure: effect of surfactants. *Cosmetics*. 2023. No 1 (4). P. 107.

10. Coderch L., Oliver M. A., Carrer V., Manich A. M., Martí M. External lipid function in ethnic hairs. *J Cosmet Dermatol*. 2019. No 18 (6). P. 1912–1920.

11. Csuka D. A., Csuka E. A., Juhász M. L. W., Sharma A. N., Mesinkovska N. A. A systematic review on the lipid composition of human hair. *Int J Dermatol*. 2023. No 62 (3). P. 404–415.

12. Gelaye G., Sandip B., Mestawet T. A review on some factors affecting wool quality parameters

- of sheep. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.* 2021. No 21 (10). P. 18980–18999.
13. Genome-wide association studies detects candidate genes for wool traits by re-sequencing in Chinese fine-wool sheep / Zhao H., Guo T., Lu Z. et al. *BMC Genom.* 2021. No 22. P. 127.
14. Genome-wide scan of wool production traits in akkaraman sheep / Arzik Y., Kizilaslan M., Behrem S. et al. *Genes.* 2023. No 14 (3). P. 713.
15. Ghermezgoli Z. M., Moghaddam M. K., Moezzi M. Chemical, morphological and structural characteristics of crossbred wool fibers. *The Journal of the textile institute.* 2020. No 111 (5). P. 709–717.
16. Gonzalez E. B., Sacchero D. M., Easdale M. H. Environmental influence on Merino sheep wool quality through the lens of seasonal variations in fibre diameter. *J. Arid Environ.* 2020. No 181. P. 104–248.
17. Havryliak V., Mykhaliuk V. The comparative analysis of the methods for keratin extraction from sheep wool and human hair. *Biol. Tvarin.* 2020. No 2 (4). P. 9–12.
18. Jurado N. V., Kuehn L. A., Lewis R. M. Lamb wool shedding is a good predictor of ewe wool shedding. *J Anim Breed Genet.* 2020. No 13 (4). P. 365–373.
19. Oh J. H., Jeong K. H., Kim J. E., Kang H. Synthesized ceramide induces growth of dermal papilla cells with potential contribution to hair growth. *Ann Dermatol.* 2019. No 31 (2). P. 164–174.
20. Prevention of lipid loss from hair by surface and internal modification / Song S. H., Lim J. H., Son S. K. et al. *Sci Rep.* 2019. No 9 (1). P. 9834.
21. Role of internal lipids in hair health / Marsh J. M., Whitaker S., Felts T. et al. *J Cosmet Sci.* 2018. N 69 (5). P. 347–356.
22. Seiko J., Sabu T., Gautam B. The wool handbook: morphology, structure, properties, processing, and applications. Oxford: Woodhead Publishing. 2023. 450 p.
23. Stapay P., Stakhiv N., Smolianinova O., Grabovska O., Tyutyunnyk O. Sulfur-containing compounds of wool and their role in the processes of wool growth and the formation of physicochemical properties of fibers. *Scientific Works of NUFT.* 2021. No 27 (5). P. 21–32.
24. Tkachuk V. M., Havrylyak V. V., Stapay P. V., Sedilo H. M. Internal lipids of felted, yellowed and pathologically thin wool. *Ukr Biochem J.* 2014. No 86 (1). P. 131–138.
25. Wang E., Klauda J. B. Simulations of pure ceramide and ternary lipid mixtures as simple interior stratum corneum models. *J Phys Chem B.* 2018. No 122 (10). P. 2757–2768.

Стаття надійшла 01.04.2024