



Співвідношення структурних протеїнів у вовні овець різних порід та з різною категорією волокон залежно від зон їх розведення

П. В. Стапай, Т. В. Буслик, В. В. Михалюк, Н. П. Стахів, О. О. Смолянїнова,
І. В. Невоструєва, Р. Г. Сачко, А. В. Скорохід, Н. І. Пахолків
tvbuslyk@gmail.com



Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

ORCID:

P. V. Stapay <https://orcid.org/0000-0002-4183-4605>
T. V. Buslyk <https://orcid.org/0000-0002-9369-2178>
V. V. Mykhaliuk <https://orcid.org/0000-0002-0015-913X>
N. P. Stakhiv <https://orcid.org/0000-0002-4302-1229>
O. O. Smolyaninova <https://orcid.org/0000-0002-6848-5310>
I. V. Nevostruyeva <https://orcid.org/0000-0002-5797-5592>
R. G. Sachko <https://orcid.org/0000-0001-6552-2959>
A. V. Skorokhid <https://orcid.org/0000-0002-9621-0621>
N. I. Pakholkiv <https://orcid.org/0000-0002-5774-2940>

Authors' Contributions:

SPV: Conceptualization; Project administration; Data curation; Supervision; Formal analysis; Writing — review & editing.
BTV: Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Visualization; Writing — original draft.
MVV: Methodology; Investigation; Formal analysis; Writing — original draft.
SNP: Data curation; Investigation; Writing — original draft.
SOO: Investigation; Validation.
NIV: Investigation; Validation.
SRG: Investigation; Data curation; Visualization; Writing — original draft, review & editing.
SAV: Investigation; Writing — original draft.
PNI: Investigation; Writing — original draft.

Declaration of Conflict of Interests:

None to declare.

Ethical approval:

Not applicable.

Acknowledgements:

The authors are grateful to researchers for the assistance in collecting of wool samples from different breeds: Prof. I. A. Pomitun, V. V. Mykytiuk, PhD O. B. Lesyk, M. M. Svystula, O. S. Tiutiunnyk.

Вовняне волокно складається з комплексу протеїнів-кератинів, які відрізняються як за своїми фізико-хімічними властивостями, так і за функціональними характеристиками. Попри успіхи, досягнуті у вивченні структурної організації волокон, ще мало з'ясованим залишається питання впливу факторів довколишнього середовища, характеру і рівня живлення, а також породних особливостей на склад і співвідношення структурних протеїнів. З огляду на це, ми дослідили співвідношення структурних протеїнів вовни овець різних порід, яких розводять в окремих зонах України, зокрема тонкорунних, напівтонкорунних та грубововнових. У дослідженні структурних протеїнів вовни овець різних порід, які різняться між собою тониною волокон, встановлено, що методом електрофоретичного розділення ці протеїни чітко розділяються на три різні групи, зокрема це протеїни інтермедіальних філаментів (ІФ) I і II типів з молекулярною масою, відповідно, 55–65 і 45–55 кДа, а також кератин-асоційованих протеїнів (КАП) з молекулярною масою 25–35 кДа. Проте в окремих порід, зокрема, асканійської м'ясо-вовнової чорноголового типу та української гірськокарпатської, серед ІФ I типу виявлено ще дві групи протеїнів, які за відсотковим співвідношенням майже не відрізняються між собою. Встановлено, що в межах досліджуваних груп овець спостерігаються окремі міжпородні особливості: в групі тонкорунних порід найбільший відсоток припадає на ІФ II (35,9%), на дві інші фракції припадає майже однаковий відсоток — 32,1% (ІФ I) і 31,8% (КАП). Майже аналогічна картина співвідношення фракцій протеїнів зафіксована у групі тварин з грубою вовною. Водночас у групі овець з напівтонкою вовною, зокрема, у волокнах овець асканійської м'ясо-вовнової породи, відсоток КАП найвищий і менше ІФ II, а у волокнах асканійської м'ясо-вовнової чорноголового типу, відповідно, менше протеїнів ІФ II і КАП. Отримані дані вказують на породні особливості вмісту та співвідношень окремих груп протеїнів, які можуть бути генетично детермінованими, а отже, слугувати відповідними маркерами в межах як окремих порід, так і в межах порід з різною категорією волокон.

Ключові слова: ярки, порода, вовна, структура, протеїни, Сульфур, електрофорез



Attribution 4.0 International
(CC BY 4.0)

Вступ

Основною речовиною вовни, яка визначає її фізико-хімічні властивості, є протеїн — кератин, кількість якого сягає майже 96%, решту становлять структурні ліпіди (~2%), мінеральні елементи (~1%), нуклеїнові кислоти, вуглеводи тощо [16, 17]. Кератини — це поліпептиди, побудовані з амінокислот, зв'язаних міжмолекулярними зв'язками з цистеїном та внутрішньомолекулярними зв'язками з їхніми полярними та неполярними групами. У молекулі кератину є велика кількість цистеїнових залишків (7–20% від загальної кількості), що якісно відрізняє кератин від інших структурних протеїнів. Залишки цистеїну містять тіолові групи, які утворюють міцні дисульфідні зв'язки, що призводить до зшивання матричної молекули. Дисульфідні зв'язки надають кератинам високої стійкості до хімічних та ензиматичних чинників [15]. Кератини можуть мати три конфігурації: α -кератини зі структурою α -спіралі, α -кератини зі структурою β -листка та γ -кератини. Альфа-кератини, які мають структуру α -спіралі, належать до протеїнів інтермедіальних філаментів (ІФ) з низьким вмістом Сульфуру (1,5–2,0%) і мають молекулярну масу в діапазоні від 40 до 70 кДа. Гамма-кератини характеризуються аморфною структурою з високим вмістом Сульфуру (4–8%). Локалізуються вони у матриці волокна, а їхня молекулярна маса варіює в діапазоні 25–35 кДа — це кератин-асоційовані протеїни (КАП). Взаємодія α -спіралі та β -листка робить кератинове волокно еластичним, а дисульфідні зв'язки між молекулами цистеїну — стабільними та важкорозчинними [4, 12, 13].

Літературні дані свідчать, що характеристика кератинів різного походження залежить від співвідношення між ІФ і КАП. Зокрема є повідомлення про міжвидові відмінності в кількісному співвідношенні різних груп кератинів. Було встановлено, що різні кератинові волокна мають подібні патерни у діапазоні 65–35 кДа, тоді як відмінності стосуються матриксних протеїнів (30–10 кДа) [14, 17].

Проте, попри досягнуті у вивченні структурної організації вовняних волокон успіхи, ще мало з'ясованими залишаються питання впливу факторів навколишнього середовища, зокрема сонячної радіації, змін температурного режиму, вологості, рівня живлення та умов утримання різних порід овець у конкретних зонах їх розведення. У результаті цих впливів може відбуватися деструкція структурної організації волокон, зміна їхнього хімічного складу та фізичних показників. Аналогічні зміни можуть відбуватися і залежно від рівня та характеру живлення та умов утримання різних порід овець у конкретних зонах їх розведення.

Метою роботи було дослідити породні особливості співвідношення окремих груп протеїнів у різних категоріях вовняних волокон овець, зокрема тонких, напівтонких та грубих.

Матеріали і методи

Дослідження проведені на зразках вовни ярок різних порід овець, яких розводять у різних регіонах країни. Це зокрема буковинський тип асканійської м'ясо-вовнової породи (кросбредний тип) і буковинський тип асканійської каракульської породи (ФГ «Вівчарик» і «Дана» Чернівецької обл.); асканійська м'ясо-вовнова (кросбредний тип), асканійська м'ясо-вовнова (чорноголовий тип), асканійський породний тип багатоплідного каракулю (чорного забарвлення) і асканійська тонкорунна порода (дослідні господарства Інституту «Асканія-Нова» Херсонської обл.); харківський внутрішньопородний тип породи прекос та сокільська смушкова порода (ДПДГ «Гонтарівське» Харківської обл.); придніпровська м'ясна порода та олібс (господарства Дніпропетровської обл.); порода лакон та мериноландшаф (господарства Кам'янець-Подільського р-ну, Хмельницької обл.); Українська гірськокарпатська порода (приватне господарство Чернівецької обл.).

Таблиця 1. Характеристика вовни ярок різних порід (M±SD, n=5)
Table 1. Characteristics of the wool from different breeds (M±SD, n=5)

| Вид вовни Wool type | Порода Breed | Тонина, мкм Fineness |
|-------------------------|--|-------------------------|
| Тонка Fine | Асканійська тонкорунна Ascanian fine-woolen | 19,2±0,287 |
| | Харківський внутрішньопородний тип породи прекос Kharkiv intrabreed type of prekos | 20,3±0,357* |
| | Олібс / OLIBS | 23,4±0,501* |
| | Французький лакон French lacaune | 24,8±0,288* |
| Напівтонка Semi-fine | Мериноландшаф Merinolandschaf | 25,8±0,324* |
| | Придніпровська м'ясна Prydniprovskia meat | 27,1±0,741 |
| | Асканійська м'ясо-вовнова, чорноголовий тип Ascanian meat and wool, black-headed type | 25,5±0,413 |
| | Асканійська м'ясо-вовнова, кросбредний тип Ascanian meat and wool, crossbred type | 26,6±0,485* |
| | Буковинський тип асканійської м'ясо-вовнової з кросбредною вовною Bukovynian type of Ascanian meat and wool with crossbred wool | 28,4±0,447* |
| Груба Coarse | Українська гірськокарпатська Ukrainian Carpathian Mountain | 45,3±0,799 |
| | Асканійський породний тип багатоплідних каракульських овець Ascanian type of multifetal qaraqul | 49,0±0,773 |
| | Буковинський тип асканійської каракульської породи Bukovynian type of Ascanian qaraqul | 65,2±0,566* |
| | Сокільська смушкова Sokilka lambskin | 50,9±0,668 |

Примітка. Порівняння проведено до найменшого показника в межах кожного виду вовни. * — P<0,05; ** — P<0,01; *** — P<0,001.
Note. In comparison with the smallest indice for every wool type. * — P<0.05; ** — P<0.01; *** — P<0.001.

Загалом охоплено 13 порід з різним характером вовняного покриву, серед яких тонкорунні, напівтонкорунні і грубововнові. Досліджувалися зразки вовни, ріст якої припав на весняно-літньо-осінній періоди.

З метою вивчення вмісту і складу структурних протеїнів вовни усі дослідження проведено в лабораторних умовах згідно з методичними рекомендаціями [9]. Екстракцію протеїнів провели за методом, описаним А. Nakamura [11], а їхній вміст — колориметрично за допомогою реагенту Бредфорда [1]. Для розділення протеїнів використали метод електрофорезу в 12,5% поліакриламідному гелі в денатуруючих умовах з додецилсульфатом натрію у буферній системі Леммлі [5–8].

Одержані цифрові дані опрацьовані статистично за допомогою пакету програм *Microsoft Office Excel 2016* з використанням коефіцієнта Стьюдента.

Результати й обговорення

У результаті проведених досліджень насамперед встановлено, що структурні протеїни вовни овець різних порід, які різняться між собою тониною волокон, методом електрофорезу розділяються на три різні групи. Це протеїни інтермедіальних філаментів (ІФ) з низьким вмістом Сульфуру, з молекулярною масою, відповідно, 55–65 і 45–55 кДа, та протеїни з високим вмістом Сульфуру, молекулярна маса яких становить 25–35 кДа — кератин-асоційовані протеїни (КАП). Протеїни ІФ у кератиновому волокні упаковані у суперструктури — так звані макрофібрили, а КАП формують глобулярну протеїнову решітку, яка утримує кортикальні клітини. Така КАП-решітка впливає не лише на макрофібрили ІФ, а й на міцність та звивистість волокон [16, 17].

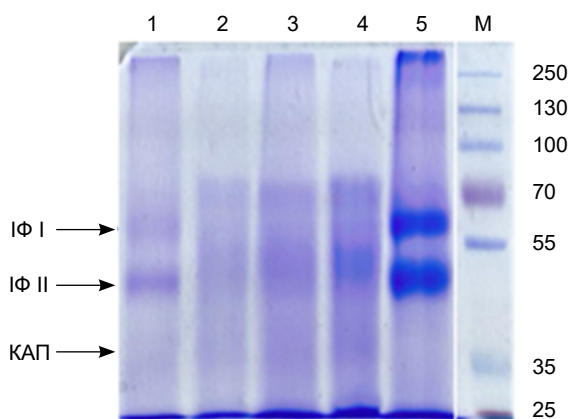


Рис. Типова електрофореграма протеїнів, екстрагованих з волокон вовни (1–5). М — маркер молекулярної маси (*PageRuler Plus, ThermoScientific*), ІФ I та ІФ II — протеїни інтермедіальних філаментів, КАП — кератин-асоційовані протеїни
Fig. Typical electrophoregram of proteins extracted from wool fibers (1–5). M — molecular weight marker (*PageRuler Plus, ThermoScientific*), IF I and IF II — proteins of intermediate filaments, KAP — keratin-associated proteins

З результатів електрофоретичного розділення видно (рис.), що смуги КАП забарвлюються менш інтенсивно, ніж протеїни ІФ. Причиною цього є те, що молекули кератину з високим вмістом Сульфуру гірше адсорбують барвник, ніж протеїни з низьким вмістом Сульфуру. Щоправда, у деяких порід овець, зокрема асканійської м'ясо-вовнової (чорноголової типу) та української гірськокарпатської породи, серед ІФ I виявлено ще дві фракції протеїнів, які за відсотковим співвідношенням майже тотожні. Поки що ми не можемо чітко сказати, чи це є породною ознакою, оскільки за характером вовняного покриву ці породи значно відрізняються між собою.

Аналізуючи отримані дані, констатуємо, що в групі тонкорунних порід (табл. 2) найбільший відсоток припадає на ІФ II — 35,9%. На дві інші фракції припадає майже однаковий відсоток — 32,1% (протеїни ІФ I) і 31,8% (КАП). Майже аналогічна картина співвідношень фракцій протеїнів зафіксована у групі тварин з грубою вовною (табл. 3), тобто найвищий відсоток становлять протеїни ІФ II (33,4%), а дві інші фракції не відрізняються між собою — 30,1% протеїнів ІФ I та 30,7% КАП. Це може бути пов'язано з тим, що вовна грубововнових порід досліджувалася без попереднього розділення на остьові і пухові волокна. Водночас інше співвідношення структурних протеїнів зафіксовано у групі овець з напівтонкою вовною (табл. 4). Тут чисельно домінують протеїни ІФ I і ІФ II — відповідно, 35,9 і 33,9%.

Аналіз отриманих даних виявив, що в межах досліджуваних груп овець спостерігаються окремі міжпородні особливості. В групі овець з напівтонкою вовною, зокрема овець асканійської м'ясо-вовнової породи, у волокнах найвищий відсоток 35,6% КАП і, відповідно, менше протеїнів ІФ II — 32,6%, а у волокнах асканійської м'ясо-вовнової чорноголового типу вірогідно менше протеїнів ІФ II і КАП — 25,2 і 26,2% відповідно. В групі овець з грубою вовною найбільш характерні різниці стосуються протеїнів ІФ II типу. Зокрема, у вовні тварин української гірськокарпатської породи, каракульських (асканійський породний багатоплідний тип) їх вірогідно менше порівняно з сокільською смушковою породою.

Отже, отримані за результатами досліджень дані вказують на породні особливості вмісту і співвідношення окремих груп структурних протеїнів, які можуть бути генетично детерміновані, а отже, слугувати відповідними маркерами як в межах окремих порід, так і серед порід з різною категорією волокон.

Особливої уваги заслуговують КАП, оскільки вони багаті не лише на Сульфур, але й на структурні ліпиди, які зв'язують між собою кутикулу і кортекс [3]. Ці протеїни суттєво впливають на формування поверхневих властивостей волокон та їхньої здатності до захисту від дії зовнішніх чинників [15], тобто мають властивість зміцнювати структуру волокон, зменшувати їхню проникність та підвищувати міцність на розрив [2].

Таблиця 2. Співвідношення структурних протеїнів у тонкій вовні, % (M±SD, n=4)
Table 2. Ratio of structural proteins in fine wool % (M±SD, n=4)

| Фракції протеїнів Protein fractions | Порода / Breed | | | |
|--|--|--|----------------|-------------------------------------|
| | Асканійська тонкорунна Ascanian fine-woolen | Харківський тип породи прекокс Kharkiv type of prekos | Олібс OLIBS | Французький лакон French lacaune |
| Протеїни інтермедіальних філаментів I (55–65 кДа) Proteines of intermediate filaments I (55–65 kDa) | 33,41±0,406 | 31,03±1,118** | 30,01±0,451*** | 34,44±1,672 |
| Протеїни інтермедіальних філаментів II (45–55 кДа) Proteines of intermediate filaments II (45–55 kDa) | 36,27±1,312 | 35,71±3,674 | 37,30±0,629 | 34,29±1,111 |
| Кератин-асоційовані протеїни (25–35 кДа) Keratine associated proteins (25–35 kDa) | 30,32±0,989 | 33,25±2,647 | 32,69±0,178* | 31,27±1,435 |

Примітка. Порівняння до асканійської тонкорунної породи: * — P≤0,05, ** — P≤0,01, *** — P≤0,001. / *Note.* In comparison with the Ascanian fine-woolen breed. * — P<0.05; ** — P<0.01; *** — P<0.001.

Таблиця 3. Співвідношення структурних протеїнів у грубій вовні, % (M±SD, n=4)
Table 3. Ratio of structural proteins in coarse wool, % (M±SD, n=4)

| Фракції протеїнів Protein fractions | Порода / Breed | | | |
|--|---|--|---|---|
| | Українська гірськокарпатська Ukrainian Carpathian Mountain | Асканійський породний тип багатоплідних каракульських овець Ascanian type of multifetal qaraqul | Буковинський тип асканійської каракульської породи Bukovynian type of Ascanian qaraqul | Сокільська смушкова Sokilka lambskin |
| Протеїни інтермедіальних філаментів I (55–65 кДа) Proteines of intermediate filaments I (55–65 kDa) | 22,88±1,985 | 32,91±0,440 | 31,45±0,918 | 31,72±1,516 |
| Протеїни інтермедіальних філаментів II (45–55 кДа) Proteines of intermediate filaments II (45–55 kDa) | 24,41±3,491 | 33,41±1,352** | 35,96±2,227 | 38,01±1,660 |
| Кератин-асоційовані протеїни (25–35 кДа) Keratine associated proteins (25–35 kDa) | 26,24±3,276*** | 33,68±1,257 | 32,59±1,436 | 30,27±3,010 |

Примітка. Порівняння до сокільської смушкової породи: * — P≤0,05, ** — P≤0,01, *** — P≤0,001. / *Note.* In comparison with the Sokilka lambskin. * — P<0.05; ** — P<0.01; *** — P<0.001.

Таблиця 4. Співвідношення структурних протеїнів у напівтонкій вовні, % (M±SD, n=4)
Table 4. Ratio of structural proteins in semi-fine wool, % (M±SD, n=4)

| Фракції протеїнів Protein fractions | Порода / Breed | | | | |
|--|----------------------------------|--|--|--|--|
| | Мериноландшаф Merinolandschaf | Придніпровська м'ясна Prydniprovskia meat | Асканійська м'ясо-вовнова, чорноголовий тип Ascanian meat and wool, black-headed type | Асканійська м'ясо-вовнова, кросбредний тип Ascanian meat and wool, crossbred type | Буковинський тип асканійської м'ясо-вовнової з кросбредною вовною Bukovynian type of Ascanian meat and wool with crossbred wool |
| Протеїни інтермедіальних філаментів I (55–65 кДа) Proteines of intermediate filaments I (55–65 kDa) | 32,81±0,594 | 31,81±1,211 | 23,62±1,145 | 31,75±0,739 | 30,9±1,124* |
| Протеїни інтермедіальних філаментів II (45–55 кДа) Proteines of intermediate filaments II (45–55 kDa) | 37,8±1,588 | 37,78±2,025 | 24,61±2,678 | 32,65±0,488** | 36,03±2,867 |
| Кератин-асоційовані протеїни (25–35 кДа) Keratine associated proteins (25–35 kDa) | 29,4±1,124 | 30,41±2,301 | 25,29±0,623 *** | 35,6±1,169*** | 32,11±4,626 |

Примітка. Порівняння до мериноландшафної породи: * — P≤0,05, ** — P≤0,01, *** — P≤0,001. / *Note.* In comparison with the Merinolandschaf. * — P<0.05; ** — P<0.01; *** — P<0.001.

Електрофоретичний профіль кератинів вовни характеризується наявністю трьох зон протеїнів різної молекулярної маси: протеїни з низьким вмістом Сульфору з молекулярною масою 55–65 кДа і 45–55 кДа — це протеїни інтермедіальних філаментів I і II; протеїни з високим вмістом Сульфору, молекулярна маса яких становить 25–35 кДа — це кератин-асоційовані протеїни.

Встановлено породні особливості у співвідношенні окремих зон протеїнів у волокнах різних категорій, зокрема у тонкій і грубій вовні найвищий відсоток протеїнів інтермедіальних філаментів II, а у напівтонкій вовні — протеїнів інтермедіальних філаментів I. Окрім того, у межах досліджуваних груп спостерігаються окремі міжпородні різниці.

Необхідні подальші дослідження щодо пошуку генетичних маркерів відповідальних за формування окремих груп протеїнів, зокрема кератин-асоційованих протеїнів, які багаті не лише на Сульфур, але й на структурні ліпіді і мають значний вплив на формування поверхневих властивостей волокон та підвищують їхню міцність на розрив.

Джерела

- Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dyebinding. *Analyt Biochem.* 1976; 72 (1–2): 248–254. DOI: 10.1006/abio.1976.9999.
- Coderch L, Oliver MA, Carrer V, Manich AM, Martí M. External lipid function in ethnic hairs. *J Cosmet Dermatol.* 2019; 18 (6): 1912–1920. DOI: 10.1111/jocd.12899.
- Coderch L, Oliver MA, Martínez V, Manich AM, Rubio L, Martí M. Exogenous and endogenous lipids of human hair. *Skin Res Technol.* 2017; 23 (4): 479–485. DOI: 10.1111/srt.12359.
- Conway JF, Parry DA. Structural features in the heptad substructure and longer range repeats of two-stranded α -fibrous proteins.

- Intern J Biol Macromol.* 1990; 12 (5): 328–334. DOI: 10.1016/0141-8130(90)90023-4.
- Havryliak VV, Mykhaliuk VV. The factors impacting the efficiency of the extraction of keratin wool fibers. *Visnyk Lviv Univer Biol Ser.* 2016; 73: 47–50. Available at: <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/biology/article/view/7819> (in Ukrainian)
- Isarankura Na Ayutthaya S, Tanpichai S, Wootthikanokkhan J. Keratin extracted from chicken feather waste: extraction, preparation, and structural characterization of the keratin and keratin/biopolymer films and electrospuns. *J Polymer Environ.* 2015; 23 (4): 506–516. DOI: 10.1007/s10924-015-0725-8.
- Kakkar P, Madhan B, Shanmugam G. Extraction and characterization of keratin from bovine hoof: A potential material for biomedical applications. *SpringerPlus.* 2014; 3 (1): 596. DOI: 10.1186/2193-1801-3-596.
- Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature.* 1970; 227: 680–685. DOI: 10.1038/227680a0.
- Mykhaliuk VV, Buslyk TV, Stapay PV, Smolyaninova OO, Stakhiv NP, Nevostruyeva IV, Sachko RG. *Electrophoretic analysis of sheep wool proteins.* Guidelines. Lviv, Institute of Animal Biology NAAS, 2024: 17 p. (in Ukrainian)
- Naito S, Arai K. Type and location of SS linkages in human hair and their relation to fiber properties in water. *J Appl Polymer Sci.* 1996; 61 (12): 2113–2118. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4628(19960919)61:12<2113::AID-APP9>3.0.CO;2-D.
- Nakamura A, Arimoto M, Takeuchi K, Fujii T. A rapid extraction procedure of human hair proteins and identification of phosphorylated species. *Biol Pharmac Bull.* 2002; 25 (5): 569–572. DOI: 10.1248/bpb.25.569.
- Posati T, Giuri D, Nocchetti M, Sagnella A, Gariboldi M, Ferroni C, Aluigi A. Keratin-hydroxycalcites hybrid films for drug delivery applications. *Eur Polymer J.* 2018; 105: 177–185. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2018.05.030.
- Saha S, Arshad M, Zubair M, Ullah A. Keratin as a Biopolymer. In: *Keratin as a Protein Biopolymer.* Springer, Cham, 2019: 163–185. DOI: 10.1007/978-3-030-02901-2_6.
- Tkachuk VM, Havrylyak VV, Stapay PV, Sedilo HM. Comparative characteristics of internal lipids in wool fibres of different types. *Biol Tvarin.* 2013; 15 (2): 131–139. DOI: 10.15407/animbio15.02.131.
- Tkachuk VM, Havrylyak VV, Stapay PV, Sedilo HM. Internal lipids of felted, yellowed and pathologically thin wool. *Ukr Biochem J.* 2014; 86 (1): 131–138. DOI: 10.15407/ubj86.01.131.
- Zahn H, Wortmann F. Chemistry and structure of wool. *Chem Our Time.* 1997; 31 (6): 280–290. DOI: 10.1002/ciuz.19970310604.
- Zahn H, Wortmann FJ, Wortmann G. *Wool.* Weinheim, Wiley — VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2005: 31 p.

The ratio of structural proteins in the wool of sheep of different breeds and with different categories of fibers depending on the zones of their breeding

P. V. Stapay, T. V. Buslyk, V. V. Mykhaliuk, N. P. Stakhiv, O. O. Smolyaninova, I. V. Nevostruyeva, R. G. Sachko, A. V. Skorokhid, N. I. Pakholkiv tvbuslyk@gmail.com

Institute of Animal Biology NAAS, 38 V. Stus str., Lviv, 79034, Ukraine

Wool fiber consists of a complex of protein-keratins, which differ in both their physical and chemical properties and functional characteristics. Despite the progress achieved in the study of the structural organization of fibers, the issue of the influence of environmental factors, the nature and level of nutrition, as well as breed characteristics, remains poorly understood. With this in mind, we investigated the ratio of structural proteins in the wool of sheep of different breeds, which are bred in separate zones of Ukraine, in particular, fine-wool, semi-fine-wool, and coarse-wool. Therefore, during the study of the structural proteins of the wool of sheep of different breeds, which differ among themselves in the thinness of the fibers, it was established that by the method of electrophoretic separation, these proteins are clearly divided into three different groups, in particular, these are proteins of intermediate filaments (IF) of I and II types with a molecular weight of 55–65 and 45–55 kDa, respectively, as well as keratin-associated proteins (KAP) with a molecular weight of 25–35 kDa. However, in some breeds, in particular, the Ascanian meat-wool of the black-headed type and the Ukrainian Mountain Carpathian type, two more fractions of proteins were found among IF type I, which almost do not differ from each other in terms of percentage. It was established that within the studied groups of sheep, certain interbreed features are observed, so in the group of thin-wooled breeds, the largest percentage falls on IF II (35.9%). The other two fractions account for almost the same percentage — 32.1% (IF I) and 31.8% (KAP). An almost similar picture of the ratio of protein fractions was recorded in the group of animals with coarse wool. At the same time, in the group of sheep with semi-fine wool, in particular, the fibers of sheep of the Ascanian meat-wool breed have the highest percentage of KAP and, accordingly, less IF II, and in the fibers of the Ascanian meat-wool black-headed type, respectively, less proteins of IF II and KAP. Therefore, the obtained data clearly indicate breed characteristics of the content and ratios of certain groups of proteins, which can be genetically determined, and therefore serve as appropriate markers both within individual breeds and within breeds with different fiber categories.

Key words: sheep, breed, wool, structure, proteins, Sulfur, electrophoresis