

УДК 611.781:616.594.1.

В.В. ГАВРИЛЯК, І.А. МАКАР

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

ВИДОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОЛОСА

Досліджували фізико-хімічні параметри волоса людини та вовняного волокна вівці. Методом рентгенівського мікроаналізу фіксували локалізацію мінеральних елементів на поверхні поперечного зрізу волоса, що дало можливість з'ясувати їх включення в усі морфоструктурні компоненти волоса (кутикулу, кортекс). Встановлено видові відмінності практично в усіх досліджуваних показниках.

Ключові слова: волос, кортекс, кутикула, фізико-хімічні показники, мінеральний профіль

Волос у системному розумінні є продуктом функціональної і метаболічної активності волосяних фолікулів, а основною речовиною, що визначає його фізико-хімічні властивості є білок кератин [1, 2]. Це типовий представник фібрилярних білків, характерною рисою якого є високий вміст сірки у складі цистину. Окрім того, кератини відзначаються високою щільністю, нерозчинністю у воді, стійкістю до дії багатьох хімічних чинників, в тому числі й ферментів [1, 3].

У результаті дослідження структури кератинів волоса, яке ґрунтується на його розчиненні після попереднього окиснення, або відновлення його дисульфідних груп, з нього виділено три основні групи білків: з високою молекулярною масою і низьким вмістом сірки (1-2 %) — фібрилярна структура або інтермедіальні філаменти, меншою молекулярною масою та високим вмістом сірки (6-7 %), глобулярна структура, або кератин-асоційовані протеїни, а також білки, які відзначаються високим вмістом тирозину та гліцину. Останніх у волоссі людини не виявлено [4].

Волос здавна привертає пильну увагу широкого кола дослідників, об'єднаних інтересами розвитку тих напрямків, у яких вони конкретно працюють. Біохіміків, зокрема, цікавить будова і окремі етапи синтезу одного з найбільш хімічно стійких клітинних білків — кератинів. Характеризуючись специфічною динамікою росту, волос містить у собі своєрідний запис не лише того, що відбувалось в організмі в недалекому минулому, а й інформацію про його стан у більш віддалені періоди. Отже, унікальна властивість волоса, як складної біологічної структури — здатність зберігати дані про метаболізм в організмі. Аналіз волоса дає змогу простежити зміни в обміні за певний проміжок часу — і тим самим отримати інформацію про баланс речовин в організмі в динаміці [5].

Медичні та ветеринарні працівники, досліджуючи волосся, мають змогу діагностувати різні хвороби. Недарма дослідження складу і динаміки «метаболізму волоса» нині перетворилося в особливу галузь лабораторної діагностики.

Виняткове значення вовни для текстильної промисловості обумовлює ґрунтовні дослідження її структури, хімічного складу та фізичних властивостей.

У контексті викладеного слід розглядати й нашу роботу, в якій обґрунтовано доцільність вивчення видової характеристики хімічного складу та фізичних параметрів кератинів волоса, зокрема волосся людини та овечої вовни, які вибрані свідомо з уваги на те, що більшість інформації, отримана про біологію людського волоса, фактично одержана в результаті досліджень вовняних волокон.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктом досліджень були зразки волосся, отримані від 5 умовно здорових жінок 35-40 річного віку та вовняні волокна повновікових асканійських кросбредних вівцематок (5 голів). Діаметр волосин визначали за допомогою мікрометра (модель 02005) з ціною поділки 0,2 мкм, а їх міцність — за допомогою динамометра ДШ-3 М.

Вміст загальної сірки та цистину визначали за методикою [6]. Розподіл макро- і мікроелементів на поперечних зрізах волокон досліджували за допомогою растрового електронного мікроскопа РЕММА-102, що дало можливість оцінити не лише загальну картину локалізації, але й з'ясувати мінеральний профіль кожного з них, причому в різних морфоструктурних компонентах — кутикулі і кортексі. Для проведення таких досліджень виготовляли поперечні зрізи волоса. З цією метою попередньо промиті та знежирені волосини поміщали в отвори спеціально виготовленої мідної касети діаметром 25 мм і висотою 8 мм. У кожен отвір, діаметром 1,5 мм, вносили по 10 волокон і заповнювали епоксидною смолою. Після її затвердіння поверхню касети шліфували і полірували. Кінцева обробка полягала у промиванні касети та напиленні вуглецевої плівки товщиною 250 А°, яка забезпечувала проходження електричного заряду. Локалізацію кожного елемента на поперечному зрізі фіксували, починаючи із центра і далі по ходу в напрямі зовнішньої поверхні волоса. Відстань між точками виміру становила 5 мкм.

Результати досліджень опрацьовували статистично з використанням середнього арифметичного та стандартної похибки ($M \pm m$) та достовірного інтервалу для оцінки ступеня вірогідності (p) за допомогою критерію Стьюдента (t). Розбіжності вважали статистично вірогідними при $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Порівняльна характеристика фізико-хімічних показників людського волоса та вовняного волокна наведена у таблиці.

Таблиця

Фізико-хімічні показники кератинових волокон, ($M \pm m$, $n=5$)

Показник	Людський волос	Вовняне волокно
Вміст сірки, %	6,48±0,21	3,88±0,1 *
Вміст цистину, %	14,74±0,58	11,57±0,49*
Діаметр, мкм	62,07±4,45	31,98±2,11*
Міцність, сН/текс	10,56±0,33	9,10±0,56*

Примітка. * — статистично вірогідна різниця між порівнюваними показниками, $p < 0,05$.

Аналізуючи наведені дані в цілому, зрештою як і кожен показник зокрема, неважко зауважити наявність між ними видових відмінностей. Так, зокрема людський волос, на відміну від вовняного волокна, є удвічі грубішим, набагато міцнішим, містить у два рази більше загальної сірки і відносно більше цистину. Такий факт є, на наш погляд, зрозумілим і логічним та свідчить насамперед про відмінності у рівні і спрямованості метаболічних процесів, які відбуваються у волосяних фолікулах.

Показники, вибрані нами для вивчення, зовсім не випадкові, а радше вважаються інтегральними для оцінювання морфогенезу в цілому. Окрім того, вони тісно взаємопов'язані. Так, зокрема, давно відомо, що існує тісний взаємозв'язок між товщиною волоса та його міцністю, параметрами його розривного зусилля та вмістом у ньому сірки, а отже і цистину, який є головною складовою загального балансу сірки волоса. Високий вміст цистину забезпечує утворення між молекулами кератину ковалентних дисульфідних зв'язків, що надає волокну міцність і стійкість до дії різноманітних чинників. Треба відмітити, що одержані нами результати в цілому узгоджуються з аналогічними даними інших дослідників, які працюють у даному напрямі [3].

У результаті проведених досліджень обох видів волоса в кількісному вимірі були виявлені наступні елементи: Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca. Серед них найбільша частка припадала на сірку, вміст якої у різних структурних елементах волоса коливався в досить широких межах (2,41-6,80 %). Дещо менший діапазон коливань установлено для кремнію, натрію, алюмінію і магнію, середній вміст яких не перевищував 1 % і порівняно найменший діапазон коливань виявився у калію та кальцію. Щоправда, вміст усіх цих елементів у людському волоссі був майже удвічі більший за їх вміст у вовняному волокні, що свідчить про міжвидові відмінності.

А ось закономірність локалізації досліджуваних елементів, або їх мінеральний профіль, в обох видах волоса виявився більш-менш однаковим, хоча, звичайно, спостерігалися певні

відмінності. У першу чергу це стосувалося таких елементів як сірка і кремній, профілі яких зображено на рисунках 1 і 2.

Аналіз розподілу елементів у різних структурних компонентах волокон (кутикулі і кортексі) виявив певні особливості і засвідчив неоднорідність їх насичення. Зокрема, такі елементи як Na, Mg, Al, K рівномірно розподілялися по усій поверхні поперечного зрізу волоса незалежно від його видової приналежності, а певні відмінності стосувалися сірки та кремнію, елементів яких ми вибрали з уваги на їх виняткове значення у процесах морфогенезу волоса, особливо у формуванні його фізичних параметрів.

Як видно з рисунку 1 сірку зафіксовано по усій поверхні поперечного зрізу, проте найменша кількість її спостерігалася у центральній частині кортексу, причому однаково як у людському волоссі, так і вовняному волокні. Щоправда, відмінності між ними мають місце і полягають у тому, що кутикула вовняного волокна відзначається вищим рівнем насичення сіркою, ніж кортекс, тоді як останній у волоссі людини у своїй масі загалом виявився неоднорідний за концентрацією сірки.

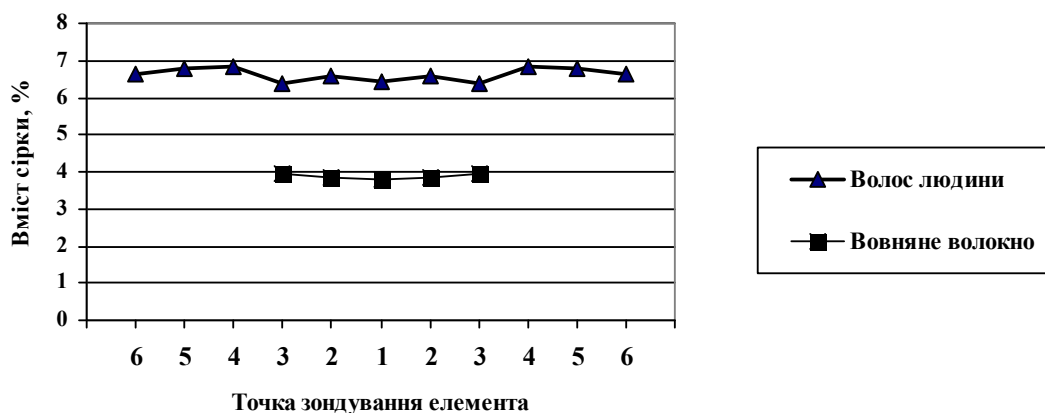


Рис. 1. Розподіл сірки по поверхні поперечного зрізу волоса

Одержані щодо цього дані виявились дещо несподіваними, особливо якщо виходити з того факту, що саме кортекс волоса, на відміну від його кутикулярного шару, відзначається вищим рівнем протеїнів, які характеризуються високим вмістом цистину, тобто S-карбоксиметилкератейнів В. Очевидно, можна припускати, що в кутикулі волокна, крім цистину, акумулюється ще й сірка в іншій окрім цистину формі. Правдоподібно, що це можуть бути сульфатовані мукополісахариди, тобто біополімери, якими багатий зовнішній шар волокна, що, до речі, у свій час було доведено і в нашій лабораторії [7].

Що стосується кремнію, розподіл якого у волокні показано на рисунку 2, то можна відзначити, що він загалом подібний до картини, описаної вище для сірки. Як і сірка, кремній наявний в усіх морфоструктурних компонентах волоса, але найбільше його у кутикулі, що, очевидно, також пов'язане з його роллю у формуванні зовнішнього шару, надаючи йому стійкості до дії різноманітних фізичних та хімічних чинників.

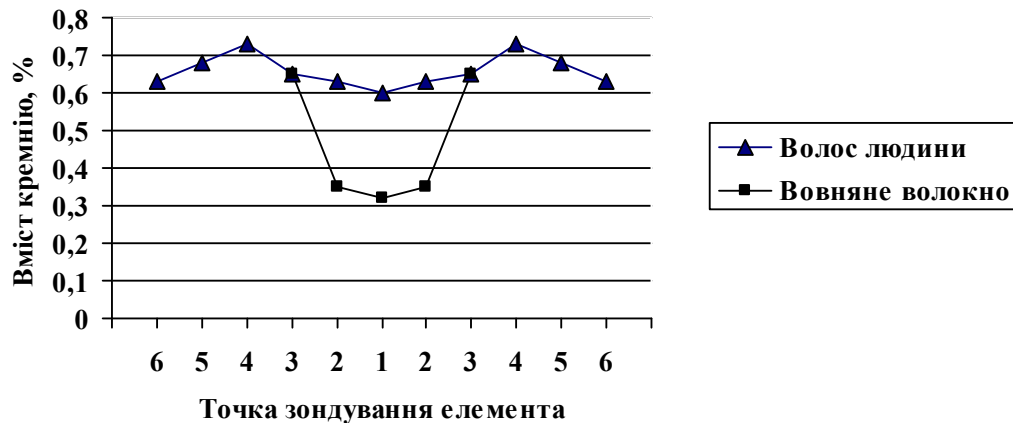


Рис. 2. Розподіл кремнію на поверхні поперечного зрізу волоса

Із видових відмінностей слід наголосити на відносно низькому вмісті кремнію у центральній частині кортексу вовняного волокна порівняно до людського волоса.

Підсумовуючи усе, викладене вище, можна констатувати, що одержані в цьому експерименті результати поглиблюють наші знання з біології волоса, оскільки до певної міри заповнюють одну із прогалин у цій ділянці, а саме включення і розподіл мінеральних елементів у морфоструктурні компоненти різних видів волоса.

Окрім цього, вони висувають для подальших досліджень ще й цілу низку питань, тісно пов'язаних із розробкою даної проблематики в цілому.

1. Fraser, R. Keratins: Their composition, structure and biosynthesis [Text] / R. Fraser, K. McRae, G. Rogers — N. Y. Charl. Thom. — 1972. — P. 12.
2. Powell, B. Formation and Structure of Human Hair [Text] /Ed. P. Jones, H. Zahn, H. Hocker [Text] / B. Powell, G. Rogers — Birhanser Verlag Basel, Svitzerland, 1997. — P. 148.
3. Седіло Г.М., Макар І.А., Гуменюк В.В., Стапай П.В. Біохімія, морфологія і патологія вовни (монографія). – Львів, 2006. - Видав. «ПАІС». — 158 с.
4. Powell B., Rogers G. Keratinocyte handbook [Text] /Ed. Leigh J., Natt F., Lane E. — Cambrige, 1994. — P. 149
5. Мжелская Г. И., Ларский Э. Г. Исследования содержания микроэлементов и ферментов в волосах как новый подход к изучению метаболизма на тканевом уровне //Лабораторное дело. — 1983. — №1. — С. 3–10.
6. Довідник: Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. — Львів, 2004. — 399 с.
7. Макар І. А., Швець С. Ф., Гжицький С. З. Вміст кислих мукополісахаридів у шкірі, її структурах і вовні овець в залежності від годівлі //Український біохімічний журнал. — 1974. — Т. 46, №6. — С. 754–756.

В.В. Гавриляк, І.А. Макар

Институт биологии животных НААН Украины, Львов

ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЛОСА

Исследовали физико-химические параметры волоса человека и шерстяного волокна овцы. Методом рентгеновского микроанализа фиксировали локализацию минеральных элементов на поверхности поперечного среза волоса, что дало возможность выяснить их включение во всех морфоструктурные компоненты волоса (кутикулу, кортекс). Установлены видовые отличия практически для всех исследуемых показателей.

Ключевые слова: волос, кортекс, кутикула, физико-химические показатели, минеральный профиль

V.V. Havrylyak, I.A. Makar

SPECIFIC FEATURES OF PHYSICAL AND CHEMICAL INDEXES OF HAIR

The physical and chemical parameters of human hair and sheep's wool were studied. By X-ray microanalysis localization of mineral elements on the surface of the transverse section of fibers were fixed, which made it possible to find out their inclusion in all structural components of hair (cuticle, cortex). It was established specific differences in all parameters of hair.

Key words: hair, cortex, cuticle, physical and chemical indexes

Рекомендує до друку

Надійшла 26.01.2011

О.Б. Столяр