



УДК 687.552.3:611.781

[https://doi.org/10.52058/3041-1254-2026-1\(23\)-1493-1503](https://doi.org/10.52058/3041-1254-2026-1(23)-1493-1503)

Лакоза Дар'я Ігорівна дипломований колорист-стиліст, експерт у сфері сучасних технік фарбування волосся, глибокої роботи з кольором, корекції відтінків та збереження якості волосся під час хімічних процедур, <https://orcid.org/0009-0005-8096-6212>

ЗВ'ЯЗОК СТРУКТУРИ ВОЛОССЯ З ЯКІСТЮ ТА СТІЙКІСТЮ ФАРБУВАННЯ: МОРФОЛОГІЧНІ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ АСПЕКТИ

Анотація. У статті досліджено взаємозв'язок між морфологічними та фізико-хімічними характеристиками волосяного стрижня та результатами процедури колорування. Проаналізовано вплив діаметра волосся, стану кутикулярного шару, пористості та вмісту природного пігменту меланіну на якість проникнення барвника та стійкість отриманого кольору. Розглянуто особливості структури волосся різних етнічних груп та їхній вплив на технологію фарбування. Встановлено кореляцію між ступенем пошкодження волосяного стрижня та швидкістю вимивання пігменту. Особливу увагу приділено методам діагностики стану волосся перед колоруванням та адаптації технології фарбування до індивідуальних структурних особливостей. Представлено практичні рекомендації щодо оптимізації процедур колорування для різних типів волосся. Дослідження має важливе значення для підвищення якості косметичних послуг та задоволеності клієнтів результатами фарбування.

Ключові слова: структура волосся, кутикула, кортекс, пористість, меланін, діаметр волосся, стійкість фарбування, якість колорування, етнічні особливості волосся, діагностика волосся.

Lakoza Daria Ihorivna Certified colorist-stylist, expert in modern hair coloring techniques, advanced color work, tone correction, and maintaining hair quality during chemical treatments, <https://orcid.org/0009-0005-8096-6212>

RELATIONSHIP BETWEEN HAIR STRUCTURE AND THE QUALITY AND STABILITY OF DYEING: MORPHOLOGICAL AND PHYSICO- CHEMICAL ASPECTS

Abstract. This article investigates the relationship between morphological and physicochemical characteristics of the hair shaft and the results of coloring procedures. The influence of hair diameter, cuticle layer condition, porosity, and natural melanin





pigment content on dye penetration quality and color durability is analyzed. The structural features of hair from different ethnic groups and their impact on coloring technology are examined. A correlation between the degree of hair shaft damage and the rate of pigment washout has been established. Particular attention is paid to methods of hair condition diagnostics before coloring and adaptation of dyeing technology to individual structural characteristics. Practical recommendations for optimizing coloring procedures for different hair types are presented. The research is significant for improving the quality of cosmetic services and client satisfaction with coloring results.

Keywords: hair structure, cuticle, cortex, porosity, melanin, hair diameter, color durability, coloring quality, ethnic hair characteristics, hair diagnostics.

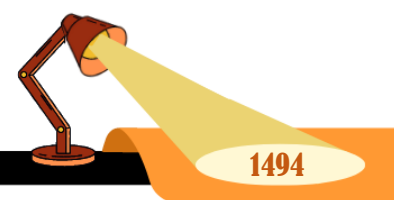
Постановка проблеми. Колорування волосся є однією з найпопулярніших косметичних послуг у сучасній індустрії краси. За статистичними даними, більше 75% жінок та близько 15% чоловіків у розвинених країнах регулярно фарбують волосся. Однак результати процедури колорування часто не відповідають очікуванням клієнтів: колір може бути нерівномірним, відрізнятися від бажаного відтінку або швидко вимиватися. Значна частина цих проблем пов'язана з недостатнім урахуванням індивідуальних структурних особливостей волосся клієнта.

Волосся людини характеризується значною варіабельністю структурних параметрів: діаметр волоссяного стрижня може коливатися від 50 до 120 мікрометрів, товщина кутикулярного шару — від 2 до 5 мікрометрів, а пористість — від практично нульової у незайманого волосся до критично високої у пошкодженого. Ці параметри безпосередньо впливають на процеси проникнення барвника, його розподіл у структурі волосся та стійкість отриманого кольору.

Проблема полягає у тому, що більшість практикуючих колористів застосовують стандартизовані протоколи фарбування без урахування індивідуальних структурних характеристик волосся клієнта. Це призводить до непередбачуваних результатів: на тонкому волоссі колір може виявитися занадто інтенсивним, на грубому — недостатньо насиченим, на пористому — нерівномірним, а на здоровому низькопористому — може не проявитися взагалі.

Додатковим аспектом проблеми є етнічна варіабельність структури волосся. Волосся представників різних етнічних груп (європеїдної, монголоїдної, негроїдної) має суттєві відмінності у морфології, яких необхідно враховувати при колоруванні. Використання універсальних підходів без адаптації до етнічних особливостей часто призводить до незадовільних результатів.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю систематизації знань про взаємозв'язок структури волосся з результатами колорування та розробки практичних рекомендацій для індивідуалізації процедури фарбування. Це дозво-





лить підвищити якість косметичних послуг, зменшити кількість незадовільних результатів та підвищити задоволеність клієнтів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження структури волосся та її впливу на косметичні процедури має багаторічну історію. Фундаментальні роботи у цій галузі створили теоретичну базу для розуміння морфології волосяного стрижня та механізмів взаємодії з хімічними агентами.

Класичні дослідження Robbins C.R. (2012) систематизували знання про хімічну та фізичну природу волосся людини. Автор детально описав тришарову структуру волосяного стрижня (кутикула, кортекс, медула), біохімічний склад кератину та механізми його взаємодії з косметичними продуктами. Ця робота залишається фундаментальним джерелом інформації для спеціалістів у галузі трихології та косметичної хімії.

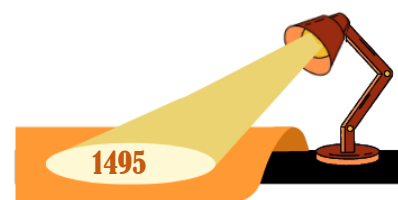
Дослідження Franbourg A. та співавторів (2003) були присвячені порівняльному аналізу структури волосся різних етнічних груп. Вчені встановили, що африканське волосся характеризується еліптичним поперечним перерізом та нерівномірним розподілом кутикулярних лусочок, азіатське — круглим перерізом з щільною кутикулою, а європейське займає проміжне положення. Ці структурні відмінності суттєво впливають на процеси фарбування.

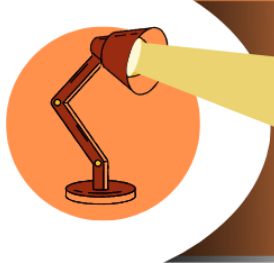
Роботи Velasco M.V.R. та колег (2009) зосереджені на методах оцінки фізико-механічних властивостей волосся. Дослідники розробили комплекс тестів для визначення пористості, еластичності, міцності та інших параметрів, що мають значення для прогнозування результатів косметичних обробок. Ці методики широко використовуються у наукових дослідженнях та адаптовані для практичного застосування у салонах краси.

Особливий інтерес становлять дослідження Wolfram L.J. (2003), присвячені унікальним фізико-хімічним властивостям волосся як композитного матеріалу. Автор показав, що волосся поєднує властивості кристалічних (α -кератин) та аморфних (матрикс) компонентів, що визначає його механічну поведінку та реакцію на хімічні обробки.

Дослідження впливу меланіну на результати фарбування представлені у роботах Tobin D.J. (2008). Автор детально описав два типи меланіну волосся — еумеланін (чорно-коричневий) та феомеланін (жовто-червоний), їхній розподіл у кортексі та вплив на сприйняття штучного пігменту. Встановлено, що високий вміст еумеланіну ускладнює досягнення світлих відтінків без попереднього освітлення.

Сучасні дослідження Cruz C.F. та співавторів (2021) присвячені молекулярним механізмам проникнення барвників у структуру волосся з різним ступенем пошкодження. Дослідники довели, що пористість волосся є критичним фактором, який визначає швидкість та глибину проникнення пігменту, а також його стійкість до вимивання.





Роботи Gavazzoni Dias M.F. (2015) систематизували інформацію про вплив різних типів косметичних обробок на структуру волосся. Автор показала, що кумулятивне пошкодження від фарбування, освітлення та термічного укладання призводить до прогресуючих змін у морфології кутикули та кортексу, що необхідно враховувати при плануванні наступних процедур.

Аналіз літератури свідчить, що незважаючи на значний обсяг досліджень, залишається потреба у систематизації знань про практичне застосування структурних характеристик волосся для оптимізації процедур колорування та розробці алгоритмів індивідуального підходу до кожного клієнта.

Метою даної статті є комплексний аналіз взаємозв'язку між структурними характеристиками волосся та якістю і стійкістю фарбування, а також розробка практичних рекомендацій для індивідуалізації процедур колорування.

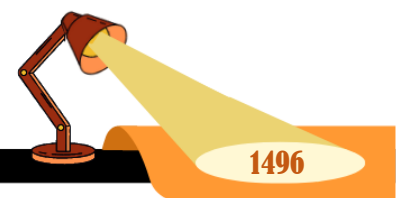
Для досягнення мети визначено завдання: систематизувати дані про морфологічні та фізико-хімічні параметри волосся, що впливають на результати фарбування; проаналізувати механізми впливу структурних особливостей на проникнення та утримання барвника; дослідити етнічні відмінності у структурі волосся; розробити методи діагностики стану волосся; сформулювати практичні рекомендації для колористів.

Виклад основного матеріалу. Волоссяний стрижень людини характеризується комплексом морфологічних параметрів, кожен з яких впливає на процес та результат колорування. До основних параметрів належать діаметр волоссяного стрижня, форма поперечного перерізу, товщина та стан кутикулярного шару, співвідношення кортексу та медули.

Діаметр волоссяного стрижня є одним з найважливіших параметрів для колорування. Тонке волосся (діаметр менше 60 мкм) характеризується меншою кількістю кутикулярних шарів та відносно тоншим кортексом. Це означає, що барвник швидше досягає коркового шару та потребує меншого часу експозиції. Водночас тонке волосся більш чутливе до пошкодження і може перенасичуватися пігментом, даючи занадто інтенсивний колір.

Грубе волосся (діаметр понад 80 мкм) має товстішу кутикулу з більшою кількістю шарів (до 10-12) та масивний кортекс. Проникнення барвника у таке волосся потребує більш агресивного лужного середовища або подовженого часу експозиції. Грубе волосся часто демонструє «опір» колоруванню, особливо при спробах досягти світлих відтінків або перекрити сивину.

Форма поперечного перерізу волосся варіюється від круглої до сильно еліптичної і корелює з текстурою волосся. Пряме волосся зазвичай має круглий або овальний переріз, хвилясте — еліптичний, а кучеряве — сильно сплющений еліпс або навіть стрічкоподібну форму. Нерівномірність перерізу призводить до нерівномірного проникнення барвника по периметру волосини, що особливо помітно на кучерявому волоссі.





Кутикулярний шар є первинним бар'єром для проникнення барвника. Стан кутикули визначається кількістю шарів лусочок (від 5 до 12), щільністю їх прилягання та цілісністю окремих лусочок. У здорового волосся кутикулярні лусочки щільно прилягають одна до одної, формуючи ефективний бар'єр. Пошкоджена кутикула з відкритими, піднятими або відсутніми лусочками дозволяє барвнику швидше проникати у кортекс, але також полегшує його вимивання.

Медула (серцевина) присутня не у всіх типах волосся і може бути безперервною, переривчастою або відсутньою. Наявність медули впливає на оптичні властивості волосся та може створювати ефект «порожнистості» або «металевого» відблиску після фарбування. У тонкому волоссі медула зазвичай відсутня, тоді як у грубому вона може займати до 20% діаметра.

Пористість волосся визначає здатність волосяного стрижня поглинати та утримувати вологу, косметичні продукти та, зокрема, молекули барвника. Цей параметр є, мабуть, найбільш важливим для прогнозування результатів колорування та планування стратегії фарбування.

Низька пористість характерна для здорового, незайманого волосся з інтактною кутикулою. Таке волосся має щільно закриті кутикулярні лусочки, які ефективно перешкоджають проникненню будь-яких речовин, включаючи барвник. Колорування низькопористого волосся потребує підвищеного рН барвника або попередньої підготовки для часткового відкриття кутикули. Позитивним аспектом є те, що після успішного фарбування колір утримується дуже довго.

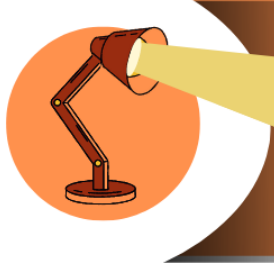
Середня (нормальна) пористість є оптимальною для колорування. Волосся з помірно відкритою кутикулою добре приймає барвник при стандартних умовах та демонструє хорошу стійкість кольору. Більшість барвникових систем розроблені саме для волосся середньої пористості.

Висока пористість виникає внаслідок пошкодження кутикули хімічними обробками, термічним впливом, механічним тертям або УФ-випромінюванням. Високопористе волосся швидко та нерівномірно поглинає барвник, що може призводити до плямистого результату. Найбільшою проблемою є швидке вимивання пігменту — колір може значно потьмяніти вже після 5-10 миття.

Для діагностики пористості використовуються декілька методів. Найпростіший — тест на занурення: прядку волосся опускають у склянку з водою і спостерігають швидкість занурення. Низькопористе волосся плаває на поверхні, середньої пористості — повільно опускається, високопористе — швидко тоне. Інший метод — тактильний тест: проведення пальцями уздовж волосини від кінця до кореня дозволяє відчувати шорсткість пошкодженої кутикули.

Важливо враховувати нерівномірність пористості уздовж волосяного стрижня. Прикоренева зона зазвичай має найнижчу пористість, оскільки це найновіше волосся з мінімальним впливом зовнішніх факторів. Середня частина має помірну пористість, а кінці — найвищу внаслідок накопиченого пошкод-





ження. Ця градієнтна пористість вимагає диференційованого підходу при колорюванні для досягнення рівномірного результату.

Меланін є природним пігментом волосся, який визначає його колір і суттєво впливає на результати косметичного фарбування. Розуміння типів меланіну та їхнього розподілу у волоссяному стрижні є критичним для прогнозування кінцевого кольору та планування процедури колорювання.

У волоссі людини присутні два основні типи меланіну: еумеланін та феомеланін. Еумеланін — це чорно-коричневий пігмент, який відповідає за темні відтінки волосся. Він представлений гранулами еліптичної форми, рівномірно розподіленими у кортексі. Феомеланін — жовто-червоний пігмент, що надає волоссю теплих відтінків. Його гранули мають меншу щільність та більш дифузний розподіл.

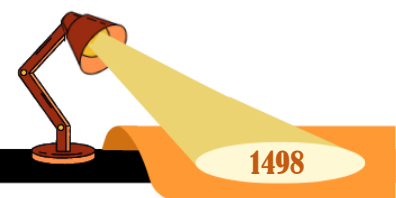
Природний колір волосся визначається співвідношенням еумеланіну та феомеланіну. Чорне волосся містить переважно еумеланін у високій концентрації. Коричневе волосся має еумеланін із домішкою феомеланіну. Руде волосся характеризується високим вмістом феомеланіну та низьким — еумеланіну. Світле волосся містить мало обох типів меланіну, а сиве — практично позбавлене пігменту.

При колорюванні природний меланін взаємодіє зі штучним пігментом декількома способами. По-перше, меланін створює «фон», на якому сприймається штучний колір. Темний фон від еумеланіну приглушує яскравість доданого пігменту. По-друге, при окислювальному фарбуванні частина меланіну руйнується перекисом водню, що змінює базовий тон волосся. По-третє, феомеланін більш стійкий до окислення, ніж еумеланін, що пояснює появу «рудини» при освітленні темного волосся.

Концепція «підложки» або базового тону є фундаментальною для колористики. При освітленні волосся послідовно проходить через стадії: чорний → темно-коричневий → коричневий → червоно-коричневий → червоний → червоно-оранжевий → оранжевий → жовто-оранжевий → жовтий → світло-жовтий. Ця послідовність відображає поступове руйнування спочатку еумеланіну, потім феомеланіну. Знання базового тону після освітлення дозволяє правильно вибрати відтінок барвника для нейтралізації небажаних тонів.

Сиве волосся представляє особливий випадок для колорювання. Відсутність меланіну означає відсутність природного фону, але водночас сиве волосся має змінену структуру кутикули та підвищену жорсткість кератину. Це ускладнює проникнення барвника і вимагає спеціальних технік фарбування — підвищеного рН, подовженого часу експозиції або попередньої підготовки (пом'якшення кутикули).

Волосся представників різних етнічних груп має суттєві відмінності у морфології та фізико-хімічних властивостях, що необхідно враховувати при





плануванні та проведенні процедур колорування. Традиційно виділяють три основні типи волосся: азіатське, європейське та африканське.

Азіатське волосся характеризується найбільшим діаметром (80-120 мкм), круглим поперечним перерізом та прямою текстурою. Кутикула азіатського волосся має найбільшу кількість шарів (8-12) і відрізняється щільним приляганням лусочок. Це волосся містить найвищу концентрацію еумеланіну, що надає йому характерного чорного кольору. Колорування азіатського волосся є найскладнішим через потужний кутикулярний бар'єр та високий вміст пігменту.

Європейське волосся займає проміжне положення за більшістю параметрів. Діаметр варіюється від 60 до 90 мкм, поперечний переріз — овальний, текстура — від прямої до хвилястої. Кількість кутикулярних шарів становить 6-8. Вміст та співвідношення меланінів варіюється широко, що обумовлює різноманітність природних кольорів від чорного до світло-русявого. Більшість барвникових систем розроблені саме для європейського типу волосся.

Африканське волосся має найменший діаметр (60-90 мкм), сильно сплющений еліптичний або стрічкоподібний поперечний переріз та виражену спіральну текстуру. Кутикула розподілена нерівномірно — тонша на зовнішній стороні вигинів і товща на внутрішній. Ця асиметрія робить африканське волосся найбільш вразливим до пошкодження і найскладнішим для рівномірного колорування.

При колоруванні азіатського волосся основними викликами є подолання кутикулярного бар'єра та освітлення темного пігменту. Рекомендується використовувати барвники з підвищеним рН або подовжувати час експозиції. Для досягнення світлих відтінків зазвичай потрібне попереднє освітлення з використанням високих концентрацій окислювача.

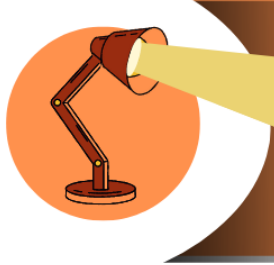
Африканське волосся потребує особливо делікатного підходу через свою вразливість. Рекомендується знижувати рН барвників, скорочувати час експозиції та використовувати інтенсивні зволожувальні засоби до та після процедури. Особливу увагу слід приділяти рівномірності нанесення барвника через складну текстуру волосся.

Комплексна діагностика стану волосся є обов'язковим етапом підготовки до колорування, який дозволяє спрогнозувати результат та обрати оптимальну стратегію фарбування. Діагностика включає візуальну оцінку, тактильні тести та збір анамнезу косметичних обробок.

Візуальна оцінка починається з визначення природного кольору волосся (рівня тону за шкалою від 1 до 10) та виявлення сивини. Далі оцінюється текстура (пряме, хвилясте, кучеряве), товщина (тонке, середнє, грубе) та загальний стан (здорове, пошкоджене, критично пошкоджене). Особливу увагу приділяють рівномірності стану уздовж волоссяного стрижня.

Тест на пористість проводиться методом занурення у воду або тактильним методом. Результат класифікується як низька, середня або висока пористість.





Важливо тестувати декілька прядок з різних зон голови, оскільки пористість може відрізнятися на різних ділянках.

Тест на еластичність дозволяє оцінити стан внутрішньої структури волосся (кортексу). Вологу прядку волосся розтягують між пальцями. Здорове волосся розтягується на 30-50% і повертається до початкової довжини. Волосся з пошкодженими дисульфідними зв'язками розтягується більше і не повертається або рветься. Низька еластичність є протипоказанням для агресивних хімічних обробок.

Збір анамнезу включає з'ясування історії попередніх хімічних обробок: коли і чим фарбувалося волосся, чи проводилося освітлення, чи є на волоссі залишки хни або металовмісних барвників. Ця інформація критична для запобігання небажаним хімічним реакціям та прогнозування результату.

На основі результатів діагностики формується індивідуальний план колорування, який включає вибір типу барвника, концентрації окислювача, часу експозиції та необхідності додаткових процедур (попередня підготовка, захисні засоби, пост-обробка).

На основі аналізу взаємозв'язку структури волосся з результатами фарбування можна сформулювати практичні рекомендації для оптимізації процедур колорування залежно від індивідуальних характеристик волосся клієнта.

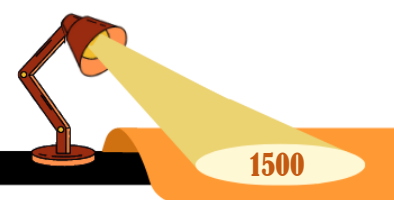
Для тонкого волосся рекомендується знижувати концентрацію окислювача на один ступінь (3% замість 6%), скорочувати час експозиції на 5-10 хвилин, уникати надмірного освітлення та надавати перевагу напівперманентним барвникам для регулярного тонування. Особливу увагу слід приділяти захисту від пошкодження.

Для грубого волосся може знадобитися підвищення концентрації окислювача, подовження часу експозиції або попередня підготовка для часткового відкриття кутикули. При фарбуванні сивини на грубому волоссі рекомендується техніка попереднього пом'якшення (presoftening) — нанесення окислювача на 10-15 хвилин перед барвником.

Для високопористого волосся необхідно знижувати агресивність обробки: використовувати нижчі концентрації окислювача, скорочувати час експозиції, застосовувати захисні добавки до барвника. Рекомендується техніка «наповнення» (fillers) — попереднє нанесення пігменту для вирівнювання пористості перед основним фарбуванням.

Для низькопористого волосся рекомендується застосовувати техніки для відкриття кутикули: використання барвників з підвищеним рН, попередня обробка слабким лужним розчином або тепловою активацією. Важливо не перевищувати оптимальний час впливу для уникнення пошкодження.

Для фарбування сивини рекомендується використовувати спеціальні формули з підвищеним вмістом пігменту та рН, адаптованим для проникнення у





жорстку кутикулу. Техніка нанесення має передбачати більш тривалий час на ділянках з високим відсотком сивини.

Для всіх типів волосся критично важливою є пост-обробка: нейтралізація рН кислим кондиціонером, закриття кутикули та застосування засобів для фіксації кольору. Рекомендації щодо домашнього догляду мають бути індивідуалізовані відповідно до типу та стану волосся клієнта.

Висновки. Проведений аналіз взаємозв'язку структури волосся з якістю та стійкістю фарбування дозволяє сформулювати наступні висновки.

По-перше, морфологічні параметри волосся (діаметр, форма перерізу, товщина кутикули) безпосередньо впливають на процес проникнення барвника. Тонке волосся з меншою кількістю кутикулярних шарів швидше приймає барвник, але потребує делікатнішого підходу. Грубе волосся з товстою кутикулою чинить опір проникненню пігменту та вимагає інтенсивніших протоколів фарбування.

По-друге, пористість є ключовим фактором, що визначає як якість проникнення барвника, так і стійкість кольору. Високопористе волосся швидко поглинає, але погано утримує пігмент, тоді як низькопористе потребує спеціальних технік для відкриття кутикули, але демонструє відмінну стійкість кольору після успішного фарбування.

По-третє, природний меланін створює фон, на якому сприймається штучний пігмент, та визначає необхідність і ступінь попереднього освітлення. Співвідношення еумеланіну та феомеланіну впливає на появу небажаних теплих тонів при освітленні та необхідність їх нейтралізації.

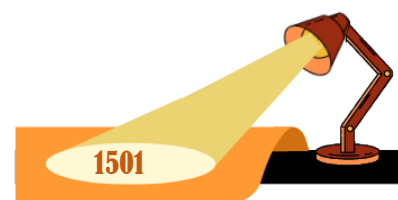
По-четверте, етнічні відмінності у структурі волосся вимагають адаптації технологій колорування. Азіатське волосся потребує подолання потужного кутикулярного бар'єра, африканське — особливо делікатного підходу через структурну вразливість, європейське є найбільш універсальним для стандартних протоколів.

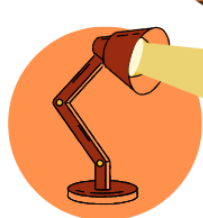
По-п'яте, комплексна діагностика стану волосся перед колоруванням є обов'язковою умовою для прогнозування результату та вибору оптимальної стратегії фарбування. Індивідуалізація протоколів на основі результатів діагностики дозволяє значно підвищити якість та стійкість колорування.

Практичне значення дослідження полягає у формуванні науково обґрунтованого підходу до індивідуалізації процедур колорування. Розуміння взаємозв'язку структури волосся з результатами фарбування дозволяє колористам приймати обґрунтовані рішення, що підвищує задоволеність клієнтів та професійну репутацію фахівця.

Література:

1. Cruz C.F., Martins M., Cavaco-Paulo A. The role of lipids in hair fiber structure and properties. *International Journal of Cosmetic Science*. 2021. Vol. 43, No. 3. P. 247–258.

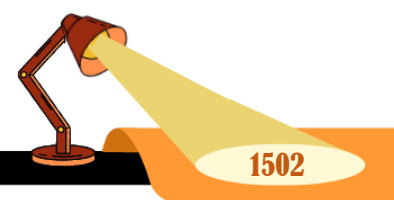




2. Dias M.F.R.G. Hair cosmetics: an overview. *International Journal of Trichology*. 2015. Vol. 7, No. 1. P. 2–15.
3. Evans T., Wickett R.R. *Practical Modern Hair Science*. Carol Stream: Allured Business Media, 2012. 360 p.
4. Franbourg A., Hallegot P., Baltenneck F. Current research on ethnic hair. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2003. Vol. 48, No. 6. P. S115–S119.
5. Gavazzoni Dias M.F. Hair cosmetics: an overview. *International Journal of Trichology*. 2015. Vol. 7, No. 1. P. 2–15.
6. Harrison S., Sinclair R. Hair colouring, permanent styling and hair structure. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2003. Vol. 2, No. 3–4. P. 180–185.
7. Kamath Y.K., Hornby S.B., Weigmann H.D. Mechanical and fractographic behavior of Negroid hair. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*. 1984. Vol. 35, No. 1. P. 21–43.
8. Khumalo N.P., Doe P.T., Dawber R.P.R. What is normal black African hair? A light and scanning electron-microscopic study. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2000. Vol. 43, No. 5. P. 814–820.
9. Loussouarn G., El Rawadi C., Genain G. Diversity of hair growth profiles. *International Journal of Dermatology*. 2005. Vol. 44, No. s1. P. 6–9.
10. McMichael A.J. Ethnic hair update: past and present. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2003. Vol. 48, No. 6. P. S127–S133.
11. Robbins C.R. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*. 5th ed. New York: Springer, 2012. 724 p.
12. Syed A.N. Ethnic hair care: history, trends and formulation. *Cosmetics & Toiletries*. 1993. Vol. 108, No. 9. P. 99–107.
13. Thibaut S., Gaillard O., Bouhanna P. Human hair keratin network and curvature. *International Journal of Dermatology*. 2007. Vol. 46, No. s1. P. 7–10.
14. Tobin D.J. Human hair pigmentation – biological aspects. *International Journal of Cosmetic Science*. 2008. Vol. 30, No. 4. P. 233–257.
15. Velasco M.V.R., Dias T.C., Freitas A.Z. Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair physical and mechanical properties. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2009. Vol. 45, No. 1. P. 153–162.
16. Wolfram L.J. Human hair: a unique physicochemical composite. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2003. Vol. 48, No. 6. P. S106–S114.
17. Wortmann F.J., Schwan-Jonczyk A. Investigating hair properties relevant for hair quality. *International Journal of Cosmetic Science*. 2006. Vol. 28, No. 2. P. 61–68.
18. Zviak C. *The Science of Hair Care*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. 632 p.

References:

1. Cruz C.F., Martins M., Cavaco-Paulo A. The role of lipids in hair fiber structure and properties. *International Journal of Cosmetic Science*. 2021. Vol. 43, No. 3. P. 247–258.
2. Dias M.F.R.G. Hair cosmetics: an overview. *International Journal of Trichology*. 2015. Vol. 7, No. 1. P. 2–15.
3. Evans T., Wickett R.R. *Practical Modern Hair Science*. Carol Stream: Allured Business Media, 2012. 360 p.
4. Franbourg A., Hallegot P., Baltenneck F. Current research on ethnic hair. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2003. Vol. 48, No. 6. P. S115–S119.
5. Gavazzoni Dias M.F. Hair cosmetics: an overview. *International Journal of Trichology*. 2015. Vol. 7, No. 1. P. 2–15.





6. Harrison S., Sinclair R. Hair colouring, permanent styling and hair structure. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2003. Vol. 2, No. 3–4. P. 180–185.
7. Kamath Y.K., Hornby S.B., Weigmann H.D. Mechanical and fractographic behavior of Negroid hair. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*. 1984. Vol. 35, No. 1. P. 21–43.
8. Khumalo N.P., Doe P.T., Dawber R.P.R. What is normal black African hair? A light and scanning electron-microscopic study. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2000. Vol. 43, No. 5. P. 814–820.
9. Loussouarn G., El Rawadi C., Genain G. Diversity of hair growth profiles. *International Journal of Dermatology*. 2005. Vol. 44, No. s1. P. 6–9.
10. McMichael A.J. Ethnic hair update: past and present. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2003. Vol. 48, No. 6. P. S127–S133.
11. Robbins C.R. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*. 5th ed. New York: Springer, 2012. 724 p.
12. Syed A.N. Ethnic hair care: history, trends and formulation. *Cosmetics & Toiletries*. 1993. Vol. 108, No. 9. P. 99–107.
13. Thibaut S., Gaillard O., Bouhanna P. Human hair keratin network and curvature. *International Journal of Dermatology*. 2007. Vol. 46, No. s1. P. 7–10.
14. Tobin D.J. Human hair pigmentation – biological aspects. *International Journal of Cosmetic Science*. 2008. Vol. 30, No. 4. P. 233–257.
15. Velasco M.V.R., Dias T.C., Freitas A.Z. Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair physical and mechanical properties. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2009. Vol. 45, No. 1. P. 153–162.
16. Wolfram L.J. Human hair: a unique physicochemical composite. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2003. Vol. 48, No. 6. P. S106–S114.
17. Wortmann F.J., Schwan-Jonczyk A. Investigating hair properties relevant for hair quality. *International Journal of Cosmetic Science*. 2006. Vol. 28, No. 2. P. 61–68.
18. Zviak C. *The Science of Hair Care*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. 632 p.

