https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-359-58
УДК 665.585.3+667.7

САЛЄБА ЛЮДМИЛА
Херсонський національний технічний університет
https://orcid.org/0000-0002-8290-4163
e-mail: lyudmilasaleba@gmail.com
КАНІВЕЦЬ ІЛЛЯ
Херсонський національний технічний університет
https://orcid.org/0009-0009-8621-3579
e-mail: i.ka.post.07@gmail.com

ХАРАКТЕРИСТИКА ІНГРЕДІЄНТІВ СУЧАСНИХ ОКИСНИХ ФАРБ ДЛЯ ВОЛОССЯ

У статті розглянуто проблему безпечності використання окисних фарб для волосся, що займають провідні позиції в індустрії краси та користуються значним попитом серед споживачів різних вікових і соціальних груп. Визначено, що розвиток ринку зумовлений впровадженням інноваційних технологій, використанням натуральних інгредієнтів і зниженням вмісту агресивних синтетичних речовин. Метою дослідження став аналіз хімічного складу зразків фарб торгових марок L'Oréal Paris, Schwarzkopf і Wella та їх потенційний вплив на здоров'я споживачів. Проведено аналіз складу зразків відповідно до маркування INCI та вимог Технічного регламенту України (ідентичного Регламенту ЄС №1223/2009).

Ключові слова: *фарби для волосся, окисні барвники, хімічний склад, безпечність косметичних засобів.*

SALEBA LUDMILA
KANIVETS ILLIA
Kherson National Technical University

CHARACTERISTICS OF INGREDIENTS OF MODERN OXIDATIVE HAIR DYES

The article considers the current problem of the safety of using oxidative hair dyes, which occupy leading positions in the beauty industry and are in significant demand among consumers of different age and social groups. It was determined that the main factors of market development are the introduction of innovative technologies, the use of natural ingredients and the reduction of the content of aggressive synthetic substances. The purpose of the study is to analyze the chemical composition of hair colorants, assess their potential impact on hair and consumer health. Samples of dyes of the L'Oréal Paris, Schwarzkopf and Wella brands intended for permanent hair coloring were selected for the study. A detailed analysis of the composition of each product was carried out in accordance with the INCI labeling and the requirements of the Technical Regulations for Cosmetic Products of Ukraine (identical to Regulation (EC) No. 1223/2009). Oxidative hair dyes are multicomponent systems that contain demineralized water, solvents, emulsifiers, humectants, stabilizers, dyes, preservatives and aromatic additives. The main intermediates for the formation of a persistent dye (Toluene-2,5-diamine, m-Aminophenol, Resorcinol, 2,4-Diaminophenoxyethanol HCl) were identified, for which strict concentration limits (0.9–2.5%) were established. It was noted that these substances are potential sensitizers and can cause allergic reactions, dermatitis, skin irritation, and in some cases, mutagenic effects.

The presence of components with conditioning and restorative properties, such as amino acids (arginine, lysine), moringa seed extract, and phospholipid complexes, was noted in the composition of hair dyes. It was concluded that further research should be aimed at optimizing hair dye formulations by reducing the content of potentially toxic components and searching for organic alternatives.

Key words*: hair dyes, oxidative colorants, chemical composition, cosmetic product safety.*

Стаття надійшла до редакції / Received 03.10.2025
Прийнята до друку / Accepted 15.11.2025

Постановка проблеми

Косметичний продукт, фарби для волосся, виник внаслідок соціальних уявлень про привабливість, оскільки вони надають змогу кардинально змінити зовнішній вигляд, підкреслити індивідуальність та самовиразитись. Станом на теперішній час фарби для волосся є важливим елементом сучасної індустрії краси і популярні серед людей обох гендерів, різних вікових груп і соціальних статусів; цьому сприяє широкий асортимент цих засобів, що різняться кольоровою палітрою, складом, техніками нанесення і рівнем впливу на волосся. Обсяг світового ринку фарб для волосся у 2024 році становив близько 25,64 млрд. доларів і за прогнозами аналітичного звіту до 2029 року може сягнути 41,37 млрд. доларів. Основними тенденціями для зростання продажу є залучення штучного інтелекту і технологій доповненої реальності для розробки рецептур фарб та «примірки» кольору потенційного фарбування; заміна агресивних синтетичних компонентів на натуральні та екологічні; впровадження інновацій [1].

Фарба для волосся – косметичний засіб для зміни кольору волосся на певний час. Для маскування сивого волосся, фарбування чи надання бажаного відтінку використовують косметичні продукти, які класифікують залежно від кольору, тривалості фарбувального ефекту і механізму фіксації на волоссі та поділяють на короткочасні (відтінкові лаки), напівперманентні (напівпостійні) і постійні [2]. До барвників, які надають тимчасовий ефект фарбування і фіксуються на волоссі за допомогою сил іонної взаємодії або Ван-дер-Ваальса, відносяться кислотні та основні барвники. Найбільш поширену групу становлять фарби, що забезпечують тривалий ефект, до складу яких входять органічні барвники, здатні проникати у кортекс і фіксуватися міцними хімічними зв'язками. Важливими є окисні барвники, що одержуються із напівпродуктів безпосередньо в середині волосся за рахунок реакції окиснення.

Через поширення популярності фарбування волосся і зростання кількості споживачів окиснювальних фарб для волосся, існує проблема оцінки токсичності та канцерогенності інгредієнтів і наслідків фарбування. Такі фарби є фактором розвитку професійного і непрофесійного дерматитів, викликають подразнення та алергію на шкірі, можуть бути пов'язані з розвитком раку сечового міхура і молочної залози.

В залежності від регіону існують різні нормативні документи, що регулюють використання компонентів фарб для волосся. В Європі це Регламент (ЄС) №1223/2009 про косметичні засоби, в США – це Федеральний закон про косметичні засоби Federal Food, Drug, and Cosmetic Act, є також Міжнародні стандарти якості ISO 9001:2015 та безпеки косметичних засобів ISO 22715:2006. В Україні у серпні 2024 року прийнято Технічний регламент на косметичну продукцію (ТР), ідентичний до Регламенту (ЄС) № 1223/2009, яким регулюється безпека та якість косметичних засобів. У Додатках 3 – 6 вказані речовини, використання яких у косметичній продукції дозволено з урахуванням встановлених обмежень, зокрема і складових фарб для волосся. Для основних компонентів складу фарб для волосся встановлена максимальна концентрація від 5 – 6% (для резорцину і *п*-фенілендіаміну відповідно) до 12% (перекису водню) у готовому продукті для волосся; для багатьох барвників встановлено обмеження на рівні 0,5 – 3%.

Аналіз досліджень і публікацій

Хімічні барвники мають різноманітний вплив на волосся, впливають на його морфологію, фізичну структуру, білковий склад, можуть спричинити втрату вологи, хімічні опіки, подразнення шкіри голови та окислювальний стрес. Морфологічні, механічні зміни кутикули, порушення хімічних зв'язків у білках волокон волосся в залежності від кількості фарбувань зазначено у багатьох дослідженнях [3, 4]. Слід зазначити, що окислювальні барвники для волосся потребують трьох складових компонентів: по-перше, напівпродукти – похідні бензолу, що складаються з орто- та пара-ароматичних амінів, заміщених аміногрупами та/або гідроксидами (парафенілендіамін (PPD), метатолуїлендіамін (MTDA), пара-(мета-, або орто-)амінофенол (PAP), тощо); по-друге – сполучних агентів, що є мета-заміщеними ароматичними сполуками з електронодонорними групами, такими як м-фенілендіаміни, резорцин, нафтол та похідні піридину, хіноліну, ізохіноліну; та по-третє окислювачів у лужному середовищі, переважно пероксиду водню у присутності аміаку. Чим більше хімічних речовин містить продукт, тим більший негативний вплив отримує споживач. PAP та MTDA при короткочасному контакті можуть спричинити подразнення шкіри та очей, дерматит; контакт з PPD, окрім сльозотечі та подразнень, може спричинити запаморочення, тремор, важкий дерматит. Відомі такі токсикологічні властивості PPD, як індукування апоптозу шляхом збільшення активних форм кисню, проникнення через шкіру, поглинання дихальними шляхами та біотрансформації в N-моноацетил-р-фенілендіамін і N,N′-діацетил-р-фенілендіамін [5].

Ключовими факторами, які визначають вибір фарби для волосся, серед споживачів є якісний склад фарби, певна цінова категорія та відгуки покупців. Споживачі найчастіше обирають кольори «блонд», каштанові відтінки та натуральний шатен таких брендів, як L`Oreal, Schwarzkopf, Estel, Syoss, Matrix та Wella [6]. Темні фарби для волосся можуть містити більшу кількість паракомпонентів, які зв'язуючись з певними амінокислотами, викликають сенсибілізацію.

Дослідниками [7] запропоновано швидкий аналіз для розділення, ідентифікації і кількісного визначення таких сполук, як *п*-фенілендіамін, 3-амінофенол, резорцинол і 2-метилрезорцинол, що входять до складу комерційних зразків фарб для волосся, і представляють такі відомі бренди, як Garnier, Wella Koleston, L'Oreal, Palette. Автори [8] використовували обчислювальний QSAR-метод для оптимізації складу фарб та створення нових відтінків. В дослідженні зазначено, що серед напівпродуктів стійких фарб для волосся близько 65% речовин, за прогнозами, є мутагенними (22 з порогами довіри >90%), а 79% – сенсибілізаторами шкіри (37 з порогами довіри >90%).

Формулювання цілей статті

Оскільки такі сучасні засоби косметики користується великим попитом, їм необхідне постійне вдосконалення для задоволення потреб нешкідливості їх використання, органічності та екологічності. А отже дослідження хімічного складу компонентів таких продуктів є актуальним для сучасного споживача.

Метою даної роботи є дослідження хімічного складу засобів для зміни кольору волосся, їхньої дії на волосся, а також аналіз впливу різних компонентів на потенційну ефективність продукту.

Виклад основного матеріалу

Для дослідження хімічного складу фарб для волосся було відібрано зразки торгівельних марок: L'Oréal Paris, Schwarzkopf та Wella (табл.1) однакового пакування і об'єму, що призначені для фарбування будь-якого типу волосся, аміачні.

Аналіз композиційних складників зразків косметичних продуктів, зазначених на маркуванні, показав, що це багатокомпонентні системи, які містять демінералізовану воду, сорозчинники, зволожувачі, емоленти, емульгатори, структуроутворювачі, вітаміни, барвні речовини, консерванти, віддушки. Проаналізувавши дану таблицю, можна зробити висновок, що обрані зразки фарб для волосся мають спільні інгредієнти: Cetearyl Alcohol, який виконує функції емолента, емульгатора, стабілізатора емульсії, розчинника та структурної основи для інших інгредієнтів; володіє здатністю зменшувати прозорість косметичного засобу; Propylene Glycol – співрозчинник, модифікатор реології (знижує густину фарби); Ammonium Hydroxide – лужний агент для розкриття кутикули волосся, що дозволяє пігментам проникнути всередину і забезпечити рівномірне, стійке забарвлення. В ТР дозволено використання аміаку у фарбах для волосся в концентраціях до 6%. Він також вважається загальновизнаним безпечним (GRAS) у продуктах, що відповідають належній виробничій практиці.

Таблиця 1

Загальна характеристика зразків

Бренд	**1. L'Oréal Paris**	**2. Schwarzkopf**	**3. Wella**
Найменування фарби для волосся	Recital Preference	Igora Royal Highlifts	Illumina Color
Зовнішній вигляд			
Класифікація	мас маркет	професійна	професійна
Склад засобу (INCI)	Aqua, Trideceth-2 Carboxamide Mea, Propylene Glycol, Hexylene Glycol, PEG-2 Oleamine, Polyglyceryl-4 Oleyl Ether, Oleyl Alcohol, Alcohol Denat., Ammonium Hydroxide, Polyglyceryl-2 Oleyl Ether, Oleic Acid, Sodium Diethylaminopropyl Cocoaspartamide, **2,4-Diaminophenoxyethanol HCl, m-Aminophenol**, Sodium Metabisulfite, Eugenol, Thioglycerin, **Toluene-2,5-diamine**, Ammonium Acetate, Pentasodium Pentetate, **n,n-bis (2-Hydroxyethyl)-p-Phenylenediamine Sulfate**, Linalool, Alpha-Isomethyl Ionone, **Resorcinol**, Citronellol, Erythorbic Acid, Fragrance	Aqua, Cetearyl Alcohol, Ammonium Hydroxide, Glyceryl Stearate, Ceteareth-20, Octyldodecanol, Sodium Laureth Sulfate, Succinic Acid, Moringa Pterygosperma Seed Extract, Glycerin, Sodium Cetearyl Sulfate, Potassium Hydroxide, Oleic Acid, Parfum (Fragrance), Potassium Stearate, Arginine, Lysine HCl, Carbomer, Tetrasodium EDTA, Polyquaternium-39, Sodium Sulfite, **Toluene-2,5-diamine Sulfate**, Ascorbic Acid, Sodium Sulfate, Linoleamidopropyl PG-Dimonium Chloride Phosphate, Linalool, **Resorcinol**, Propylene Glycol, **m-Aminophenol**, **2,4-Diaminophenoxyethanol HCl**, Citric Acid, CI 77891 (Titanium Dioxide)	Aqua, Cetearyl Alcohol, Propylene Glycol, Ammonium Hydroxide, Dicetyl Phosphate, Trisodium Ethylenediamine Disuccinate, Ceteth-10 Phosphate, Steareth-200, Sodium Sulfate, Ascorbic Acid, Parfum, Xantham Gum, Disodium EDTA, **Toluene-2,5-diamine Sulfate**, **Resorcinol**, **m-Aminophenol**, **p-Aminophenol**, Geraniol, Linalool, BHT, **Hydroxyethyl-3,4-Methylenedioxyaniline HCl**, **2,4-Diaminophenoxyethanol HCl**

Спільними компонентами для трьох представників фарб для волосся є напівпродукти для утворення стійкого барвника – Toluene-2,5-diamine, m-Aminophenol, 2,4-Diaminophenoxyethanol HCl і Resorcinol. Ці сполуки відповідно до ТР використовуються з обмеженнями: для Resorcinol після змішування з окисником максимальна концентрація, що застосовується на волоссі або віях, не повинна перевищувати 1,25%; для Toluene-2,5-Diamine – максимальна концентрація не більше 2,0% для вільної основи або 3,6% у розрахунку на сіль сульфату; для m-Aminophenol і його солі – не більше 1,2%; для 2,4-Diaminophenoxyethanol HCl – не більше 2,0% у розрахунку на гідрохлорид. Всі основні інгредієнти – напівпродукти, які забезпечують стійке фарбування наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика основних компонентів складу фарб для волосся

Загальна назва інгредієнта INCI (CAS No)	Концентрація *, не більше %	Категорія сенсибілізуючої сили; значення LLNA EC3 (%) [9]	Інформація про небезпеку [10]	Наявність у складі зразка ТМ		
				1	2	3
2,4-Diaminophenoxyethanol HCl (70643-19-5/ 66422-95-5)	2,0	Помірна; 3,2	GHS07. Гостра токсичність категорія 4. ЛД50 перорально у щурів 1113 мг/кг	+	+	+
m-Aminophenol (591-27-5/51-81-0)	1,2	Сильна; 0,24	GHS07, GHS09. Клас 6.1. ЛД50 внутрішньоочеревинно у мишей: 4,5 мг/20 г	+	+	+
p-Aminophenol (123-30-8)	0,9	Сенсаційна; -	GHS07, GHS08, GHS09. Клас 6.1. ЛД50 перорально у щурів 375 мг/кг	-	-	+
Toluene-2,5-diamine (95-70-5)	2,0	Екстремальна; 0,31	Клас 6.1 (б). ЛД50 перорально у щурів 102 мг/кг	+	+	+
N,N-bis(2-Hydroxyethyl)-p-Phenylenediamine Sulfate (54381-16-7)	2,5	Сильна; <0,25	GHS07, GHS09, GHS06. Токсичний при ковтанні. ЛД50 перорально у щурів 497 мг/кг	+	-	-
Resorcinol (108-46-3)	1,25	Сильна; 1,4	GHS05, GHS07, GHS08, GHS09 Клас небезпеки 6.1. ЛД50 перорально у щурів 301 мг/кг	+	+	+
Hydroxyethyl-3,4-Methylenedioxyaniline HCl (94158-14-2)	1,5	Сильна; <0,5	GHS07, LD50 для самців щурів 1650 мг/кг.	-	-	+

* максимально допустима концентрація що застосовується на волоссі після змішування з окисником

Також до складу фарб до волосся вводять додатково комплекс поверхнево-активних речовин, що виконують функції емульгаторів, емолентів та сприяють рівномірному розподілу фарби по довжині волосся і проникненню напівпродуктів всередину волосся – Glyceryl Stearate, Ceteareth-20, Polyglyceryl-4 Oleyl Ether, Polyglyceryl-2 Oleyl Ether, Oleic Acid, Sodium Laureth Sulfate, Sodium Cetearyl Sulfate, Dicetyl Phosphate, Potassium Stearate, Ceteth-10 Phosphate, Steareth-200. Найбільша їх кількість входить до складу фарби для волосся ТМ L'Oréal Paris і виконують функції: антистатика (Trideceth-2 Carboxamide Mea), піноутворювача (PEG-2 Oleamine), кондиціонера (Sodium Diethylaminopropyl Cocoaspartamide). Стабілізаторами одержаних емульсій є такі сполуки як Xanthan Gum, Carbomer. В залежності від складу у фарбах як співрозчинники і регулятори в'язкості використовують Sodium Sulfate, Hexylene Glycol, Oleyl Alcohol, Alcohol Denat., Octyldodecanol, Propylene Glycol або Glycerin; як регулятори pH – Potassium Hydroxide, Ammonium Acetate, Succinic Acid.

Для запобігання несприятливого впливу на стабільність, зовнішній вигляд емульсії вводять хелатуючі агенти, які утворюють комплекси з іонами металів або металевими сполуками – Tetrasodium EDTA, Trisodium Ethylenediamine Disuccinate, Pentasodium Pentetate. Роль консервантів, антиоксидантів у досліджених зразках виконують Erythorbic Acid, Ascorbic Acid, Citric Acid, BHT, Sodium Metabisulfite, Sodium Sulfite.

Зразок фарби ТМ Schwarzkopf «Igora Royal Highlifts» є найбільш багатим на компоненти рецептури. Додатково до його складу входять: Polyquaternium-39 – антистатик, плівкоутворювач і зволожувач, що має здатність відновлювати пошкоджену білкову матрицю; Moringa Pterygosperma Seed Extract – рослинний екстракт з високим вмістом бегенової кислоти, що містить зеатин, кверцетин, вітаміни А, С, Е, амінокислоти, рослинні стероли, володіє антиоксидантною дією, глибоко проникає у волосся, доставляючи живильні компоненти (вітаміни групи В, мінеральні елементи); Arginine, Lysine HCl – амінокислоти, що входять до складу кератину волосся, сприяють зміцненню і зволоженню волосяного стрижня; Linoleamidopropyl PG-Dimonium Chloride Phosphate – фосфоліпідний комплекс, проти подразнення, антистатик, має тривалий кондиціонуючий ефект та широкий спектр антимікробної дії.

Для покращення запаху косметичного продукту до складу фарб вводять індивідуальні ароматичні речовини і віддушки (Fragrance), в досліджених засобах це такі природні сполуки як: Eugenol, Linalool, Alpha-Isomethyl Ionone, Citronellol, Geraniol, що входять до складу ефірних олій і маскують неприємні запахи композиції фарби.

Висновки

Досліджені фарби для волосся провідних брендів є складними багатокомпонентними системами, які окрім барвників та стабілізаторів містять додаткові інгредієнти по догляду – амінокислоти (аргінін, лізин), рослинні екстракти (екстракт насіння моринги), фосфоліпідні комплекси та кондиціонуючі агенти. Ці компоненти зменшують агресивний вплив фарбування, зміцнюють структуру волосся та покращують його зовнішній вигляд. Основні напівпродукти для отримання стійкого забарвлення у сучасних рецептурах використовуються в контрольованих концентраціях. Серед досліджених зразків найбільш збалансованим за поєднанням барвників та доглядових компонентів є Schwarzkopf «Igora Royal Highlifts», що містить значну кількість зволожувальних і відновлювальних інгредієнтів.

Однією з головних тенденцій розвитку рецептури фарб для волосся є зменшення токсичності шляхом підбору менш агресивних паракомпонентів, заміна найбільш небезпечних сполук їх безпечнішими аналогами та використання натуральних інгредієнтів, що підвищують доглядові властивості, безпечність і якість продуктів.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на пошук органічних альтернатив окислювальним барвникам та оцінку токсикологічної безпечності нових рецептур фарб для волосся.

Література

1. Hair Color Global Market Report 2024. *Global Market Research Reports & Consulting | The Business Research Company*. URL: https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/hair-color-global-market-report (date of access: 01.08.2025).

2. Пешук Л. В., Бавіка Л. І., Демідов І. М. Технологія парфумерно-косметичних продуктів. К. : Центр учбової літератури, 2007. 376 с.

3. Sangwoo Kwon, Seoyoon Lee, Jihui Jang, Jun Bae Lee, Kyung Sook Kim. Quantifying the effects of repeated dyeing: Morphological, mechanical, and chemical changes in human hair fibers. *Heliyon.* 2024. Vol. 10, Issue 18. URL: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37871

4. Guerra-Tapia A., Gonzalez-Guerra E. Hair Cosmetics: Dyes. *Actas Dermosifiliogr*. 2014. Vol. 105, Issue 9. P. 833–839. URL: https://doi.org/10.1016/j.adengl.2014.02.003

5. He L., Michailidou F., Gahlon H.L., Zeng W. Hair dye ingredients and potential health risks from exposure to hair dyeing. *Chem. Res. Toxicol*. 2022. Vol. 35 (6), P. 901–915. URL: https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.1c00427

6. Акмен В., Сорокіна С., Литвиненко Ю. Перспективи розвитку ринку фарб для волосся, в Україні, очима споживачів. *Підприємництво та торгівля: сучасний стан і перспективи розвитку* : матеріали III Міжнар. науково-практ. конф., м. Луцьк, 18–19 трав. 2023 р. / ЛНТУ. Луцьк, 2023. С. 149–150.

7. Khulood A. Alzahrani, Taghreed M. Fagieh, Torki A. AlZughaibi, Mohammed A. Almoustady, Tahreer M. Alraddadi, Saleh O. Bahaffi, Detection of trace levels of selected allergic chemicals in commercial hair dyes in local market of Jeddah, Saudi Arabia. *Results in Chemistry*. 2024. Vol. 10. 101687 URL: https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101687

8. Tova N. Williams, Melaine A. Kuenemann, George A. Van Den Driessche, Antony J. Williams, Denis Fourches, and Harold S. Freeman. Toward the rational design of sustainable hair dyes using cheminformatics approaches: step 1. Database development and analysis. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2018. Vol. 6 (2), P. 2344–2352, URL: https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b03795

9. SCCS (2013) Memorandum on hair dye Chemical Sensitization (SCCS/1509/13), adopted at its 18th plenary meeting February 26 2013. URL: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_s_007.pdf (date of access: 01.08.2025).

10. CIR Reports. URL: https://cir-reports.cir-safety.org/ (date of access: 01.08.2025).

References

1. Hair Color Global Market Report 2024. *Global Market Research Reports & Consulting | The Business Research Company*. URL: https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/hair-color-global-market-report (date of access: 01.08.2025).

2. Peshuk, L. V., Bavika, L. I., Demidov, I. M. (2007). *Tekhnolohiia parfumerno-kosmetychnykh produktiv. [Technology of perfumery and cosmetic products]* K. : Tsentr uchbovoi literatury.

3. Sangwoo Kwon, Seoyoon Lee, Jihui Jang, Jun Bae Lee, Kyung Sook Kim. (2024). Quantifying the effects of repeated dyeing: Morphological, mechanical, and chemical changes in human hair fibers. *Heliyon.* 10 (18). URL: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37871

4. Guerra-Tapia A., Gonzalez-Guerra E. (2014). Hair Cosmetics: Dyes. *Actas Dermosifiliogr*. 105 (9), 833–839. URL: https://doi.org/10.1016/j.adengl.2014.02.003

5. He L., Michailidou F., Gahlon H.L., Zeng W. (2022). Hair dye ingredients and potential health risks from exposure to hair dyeing. *Chem. Res. Toxicol*. 35 (6), 901–915. URL: https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.1c00427

6. Akmen, V., Sorokina, S., Lytvynenko, Yu. (2023). Perspektyvy rozvytku rynku farb dlia volossia, v Ukraini, ochyma spozhyvachiv. [Prospects for the development of the hair dye market in Ukraine, through the eyes of consumers]. *III Mizhnar. naukovo-prakt. konf «Pidpryiemnytstvo ta torhivlia: suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku» - The III International Scientific and Practical Conference «Entrepreneurship and trade: current state and development prospects»*. (pp. 149–150). Lutsk: LNTU.

7. Khulood A. Alzahrani, Taghreed M. Fagieh, Torki A. AlZughaibi, Mohammed A. Almoustady, Tahreer M. Alraddadi, Saleh O. Bahaffi. (2024). Detection of trace levels of selected allergic chemicals in commercial hair dyes in local market of Jeddah, Saudi Arabia. *Results in Chemistry*. 10. 101687 URL: https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101687

8. Tova N. Williams, Melaine A. Kuenemann, George A. Van Den Driessche, Antony J. Williams, Denis Fourches, and Harold S. Freeman. (2018). Toward the rational design of sustainable hair dyes using cheminformatics approaches: step 1. Database development and analysis. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 6 (2), 2344–2352, URL: https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b03795

9. SCCS (2013) Memorandum on hair dye Chemical Sensitization (SCCS/1509/13), adopted at its 18th plenary meeting February 26 2013. URL: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_s_007.pdf (date of access: 01.08.2025).

10. CIR Reports. URL: https://cir-reports.cir-safety.org/ (date of access: 01.08.2025).