

УДК 581.6 +502

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-5.15>

НАТУРАЛЬНІ БАРВНИКИ З КОРИ ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ – ПЕРСПЕКТИВНА ЕКОЛОГІЧНА АЛЬТЕРНАТИВА

Руденко Світлана Степанівна

доктор біологічних наук, професор,

професор кафедри ботаніки та екології

Донецького національного університету імені Василя Стуса

ORCID ID: 0009-0004-7248-016X

SCOPUS AUTHOR ID: 7005549538

Каспрук Марина Олександрівна

студентка 4-го курсу кафедри ботаніки та екології

Донецького національного університету імені Василя Стуса

Токсичність, мутагенність і канцерогенність сучасних фарб для тканин змусила Європейський Союз видати Регламент, який з 2020 року обмежує застосування широкого спектра небезпечних речовин, що роками використовувалися в процесі фарбування в текстильній промисловості. Як ніколи стає актуальним відродження забутого народного промислу – хроматики, який займався вилученням і застосуванням природних барвників. Дослідивши архівні матеріали та праці етнографів 18–19-го століття, автори цієї публікації намагаються відтворити забуті рецепти народної хроматики різних етносів України. Серед них найбільше запитань викликає застосування протрав типу галунів. Адже в зазначених джерелах вони згадуються під єдиною назвою «кислий камінь». Автори публікації вирішили залучити до розв'язки цього питання сучасний метод дослідження – спектрофотометричний аналіз і запропонували цікавий спосіб порівняння закріплювальної здатності галунів – за зміною оптичної густини фарбувального розчину після вилучення з нього пофарбованої тканини. Джерелом природних барвників була вибрана кора плодів дерев, яка традиційно використовувалася для фарбування пряжі та льняного полотна в народній хроматиці України. Матеріалом для досліджень слугувала кора сливи домашньої (*Prunus domestica* L.), вишні звичайної (*Cerasus vulgaris* Miller), яблуні домашньої (*Malus domestica* Borkh.) та груші звичайної (*Pyrus communis* L.). Для протрави льняної тканини застосовували два типи галунів – алюмокалієвий та алюмоамонійний. Було апробовано чотири експериментальні варіанти: перший – без внесення галунів у фарбувальний розчин, другий – з внесенням алюмокалієвого галуну, третій – з внесенням алюмоамонійного галуну, четвертий – з внесенням алюмоамонійного галуну, але з дводобовим витриманням тканини в цьому фарбувальному розчині після проварювання. Одержані природні барвники з кори сливи, яблуні та вишні дають різні відтінки жовтувато-помаранчево-червоного забарвлення льняної тканини, а природний барвник з кори груші – жовто-зелене забарвлення. Показано, що алюмокалієвий та алюмоамонійний галуни збільшують довжину хвиль поглинання фарбувальних розчинів, одержаних з кори вишні, яблуні та груші в бік більш коротких, тобто більш жовтих і жовто-зелених відтінків і зумовлюють витіснення помаранчево-червоної гами кольорів із фарбувальних розчинів. Підібрано ефективні протрави для закріплення природних барвників з кори сливи та вишні: алюмокалієвий галун та алюмоамонійний з пролонгованою дією відповідно. Для барвників з кори яблуні та груші досліджені типи галунів виявилися неефективними.

Ключові слова: хроматика, природні барвники, галуни, спектрофотометричний аналіз, льняне полотно, кора плодів дерев.

Rudenko S. S., Kaspruk M. O. Natural dyes from the bark of fruit trees – a prospective ecological alternative

The toxicity, mutagenicity and carcinogenicity of modern dyes for fabrics forced the European Union to issue a Regulation that, starting in 2020, limits the use of a wide range of hazardous substances that have been used for years in the dyeing process in the textile industry. The revival of the forgotten folk craft – chromatics, which was engaged in the extraction and application of natural dyes – is becoming more relevant than ever. Having researched archival materials and works of ethnographers of the 18th and 19th centuries, the authors of this publication are trying to recreate the forgotten recipes of folk chromatics of different ethnic groups of Ukraine. Among them, the use of alum-type mordants raises the most questions. After all, in the mentioned sources, they are mentioned under the single name “sour stone”. The authors of the publication decided to use a modern research method – spectrophotometric analysis – to resolve this issue, and proposed an interesting way of comparing the fixing ability of alums – by changing the optical

density of the dyeing solution after removing the dyed fabric from it. The bark of fruit trees was chosen as a source of natural dyes, which was traditionally used for dyeing yarn and linen in the folk chromatics of Ukraine. The bark of domestic plum (*Prunus domestica* L.), common cherry (*Cerasus vulgaris* Miller), domestic apple (*Malus domestica* Borkh.) and common pear (*Pyrus communis* L.) served as material for research. Two types of alums were used for pickling linen fabric – potassium alum and ammonium alum. Four experimental options were tested: the first – without introducing alum into the dyeing solution, the second – with the introduction of potassium alum, the third – with the introduction of ammonium alum, the fourth – with the introduction of ammonium alum, but with a two-day exposure of the fabric in this dyeing solution after boiling. The obtained natural dyes from plum, apple and cherry bark give different shades of yellowish-orange-red color to linen fabric, and the natural dye from pear bark gives a yellow-green color. It has been shown that potassium alum and ammonium alum shift the absorption wavelengths of dyeing solutions obtained from the bark of cherry, apple, and pear trees towards shorter, i.e., more yellow and yellow-green shades and lead to the displacement of the orange-red gamut of colors from dyeing solutions. Effective mordants have been selected to fix natural dyes from plum and cherry bark: potassium alum and ammonium alum with a prolonged effect, respectively. For apple and pear bark dyes, the investigated types of alums were ineffective.

Key words: chromatics, natural dyes, alums, spectrophotometric analysis, linen cloth, bark of fruit trees.

Постановка проблеми та її актуальність.

Хроматика (грец., від chroma – «колір») – давня галузь народного промислу, пов'язана з вилученням і застосуванням природних барвників. Ще в 1882 році буковинський етнограф і фольклорист Сімон Маріан чітко бачив той факт, що народна хроматика зникає: «Ця галузь національної промисловості починає зникати день у день і губитися, тому що, з одного боку, стає все менше старожилів, які тримали і ще тримають секрети цього давнього ремесла, а молоді жінки не хочуть або їм не дають обставини зайняти себе тим самим прикладанням і задоволенням від фарбування вовни, ниток та інших матеріалів, як їхні матері та прабабусі; з іншого боку, іноземна промисловість прагне день у день, і не безрезультатно, знищити її» [6, с. 19].

Сьогодні у виробництві фарб для тканин застосовується цілий ряд небезпечних для людини й довкілля компонентів: важкі метали (Hg, Pb, Cd, Cu, Zn), фталати, зокрема дибутилфталат (DBP), формальдегід та ін. Натомість встановлено, що важкі метали та фталати характеризуються канцерогенною, мутагенною та токсичною дією. Важкі метали у стічних водах підприємств, зайнятих виробництвом фарб, можуть спровокувати біологічний дисбаланс у водних екосистемах. Дибутилфталат має вплив на розвиток і викликає гормональні збої в дослідженнях на тваринах. Коли фарба висихає, фталати можуть потрапляти в повітря або прилипати до частинок пилу.

У 2018 р. вийшов Регламент Комісії ЄС 2018/1513 про внесення змін до Додатку XVII до Регламенту ЄС № 1907/2006 Європейського Парламенту та Ради щодо реєстрації, оцінки, дозволу та обмеження певних хімічних речовин, які класифікуються як канцерогенні, мутагенні або токсичні для репродукції, категорії 1A або 1B [4]. Регламент набув чинності в листопаді 2020 р., і з того часу діє нове загальноєвропейське обмеження, яке лімітує використання 33 речовин,

класифікованих як канцерогенні, мутагенні або токсичні для репродукції (CMR). Серед інших, ЄС обмежує або забороняє багато небезпечних хімікатів, які роками використовувалися в процесі фарбування в текстильній промисловості: сполуки кадмію, хрому, миш'яку і свинцю, фталати, азобарвники, акрилами́ни та ін.

Отже, потрібна альтернатива канцерогенним, мутагенним і токсичним фарбам. Такою альтернативою можуть стати природні барвники. На тлі цих викликів зростає актуальність відродження народної хроматики та її доповнення сучасними можливостями.

Натуральні барвники привертають увагу спеціалістів галузі досліджень фарбування текстилю й екологів, тому що вони нетоксичні, не викликають алергій, не сприйнятливий до шкіри, не викликають онкологічних захворювань, не мають побічних ефектів, не спричиняють забруднення навколишнього середовища (екологічно безпечні), здатні до біорозкладання, дешевші і простіші у виробництві. До того ж вони ефективно доступні та невичерпні, адже є відновлюваним і стійким ресурсом, який можна отримати з відходів багатьох галузей промисловості (фармацевтичної, харчової, деревообробної, меблевої, парфумерно-косметичної та ін.), які практично не використовуються. З погляду естетичних канонів природні барвники перевершують синтетичні за унікальністю та спектром колірної гами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні пріоритет у дослідженні природних барвників для фарбування тканин належить індійським вченим. Так, в огляді Joshi and Kuriyal [5] розглянуто переваги й можливості використання натуральних барвників, а також наведені приклади індійських заводів, які їх виробляють. Метою дослідження інших індійських авторів [7] стала оптимізація параметрів фарбування лляної тканини бінарною сумішшю висушеного й подрібненого листя рослин манго індійського (*Mangifera indica*) та азаді-

рахти індійської (*Azadirachta indica*) у присутності таких природних протрав, як терміналія чебула (*Terminalia chebula*), бібхітакі (*Terminalia bellerica*) і цедра апельсина (*Citrus cinensis*). Автори оцінили колірні дані, міцність кольору та властивості стійкості кольору пофарбованої лляної тканини до прання, світла, потовиділення, а також до легкого, сухого та вологого тертя.

В Україні більшість досліджень присвячена використанню природних барвників для харчової промисловості. З останніх можна назвати розробку Самілик [3], яка запропонувала технологічну схему вироблення рідкого барвника для харчової промисловості з червоного буряка (*Beta vulgaris*) та чорної бузини (*Sambucus nigra*).

Значно менше робіт присвячено дослідженню перспектив використання природних барвників для фарбування текстильних матеріалів. Серед них можна відмітити дослідження Мартосенко із співав. [2], які розробили технологію фарбування бавовняних і бавовнянокотонінових трикотажних полотен, а також бавовняних і лляних тканин платтяно-сорочкового призначення екстрактом кори яблуні дички та коренів марени фарбувальної. Заслугує також на увагу робота Ляшок із співав. [1], які, використовуючи екстракти календули, кропиви та їх сумішей, одержали оливковий, зелений і світло-коричневий кольори для фарбування вовняних текстильних матеріалів.

Метою статті є розробка ефективних способів застосування природних барвників з кори плодів дерев для фарбування лляної тканини.

Методика дослідження. Об'єктом дослідження слугували відвари кори чотирьох видів

плодових дерев: сливи домашньої (*Prunus domestica* L.), вишні звичайної (*Cerasus vulgaris* Miller), яблуні домашньої (*Malus domestica* Borkh.), груші звичайної (*Pyrus communis* L.). Матеріал відбирали в с. Королівка Вінницького району Вінницької області в межах одного з приватних господарств.

Кору масою 30 г заливали 1 літром води, доводили до кипіння і продовжували кип'ятити 10 хвилин. Відразу після завершення кип'ятіння відвар проціджували через сито в іншу ємність і розділяли на 4 рівні частини: першу частину залишали без змін, у другу додавали 1,8 г алюмокалієвого галууну, у третю – 1,8 г алюмоамонійного галууну, у четверту – так само, як у третю – 1,8 г алюмоамонійного галууну. Розчини ретельно перемішували до повного розчинення галуунів. У кожену частину клали по 2 клаптики лляного полотна розміром 12 × 10 (см) і проварювали в казанку на повільному вогні 15 хвилин від моменту закипання. З частин № 1–3 клаптики виймали, відразу промивали проточною водою і висушували на мотузці на відкритому повітрі, прикріпивши прищіпками. У четвертій частині матеріал залишали на дві доби після проварювання, а потім виймали, промивали й висушували.

Розчини, які залишилися від цих чотирьох варіантів (четвертий наприкінці експерименту), зливали в пробірки, закривали гумовими корками й підписували олівцем-склографом. Оптичну густину визначали на спектрофотометрі марки Granum 722. Пофарбовані зразки лляного полотна після висушування були поміщені в фотоальбом для зберігання (рис. 1).



Рис. 1. Матеріально-технічна база дослідження

Суть запропонованої нами методики оцінки закріплювальної здатності галунів полягає у тому, що після вилучення пофарбованої тканини з фарбувального розчину, в останньому залишається барвник, який не був зафіксований на тканині. Про концентрацію залишкового барвника свідчить оптична густина розчину в діапазоні хвиль поглинання, визначеному за кольором розчину на основі спектрофотометричної таблиці. Чим менше залишилося барвника у фарбувальному розчині після вилучення пофарбованої тканини, тим краща фіксувальна здатність доданого до нього галуну.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Встановлено, що природні барвники з кори сливи, яблуні та вишні в разі їх застосування без протрав дають фарбувальні розчини з довжиною хвиль поглинання в діапазоні від 460 до 500 нм (рис. 2). Це відповідає жовтувато-помаранчево-червоному забарвленню фарбувальних розчинів і синьому, зелено-синьому та синьо-зеленому кольорам світлофільтрів спектрофотометра. Натомість природний барвник із кори груші дає розчин із діапазоном хвиль поглинання від 420 до 450 нм, що

відповідає жовто-зеленому забарвленню розчину та фіолетовому кольору світлофільтра.

Із застосуванням галунів діапазон хвиль поглинання фарбувального розчину, одержаного з кори сливи, не змінюється, а для фарбувальних розчинів із кори вишні, яблуні та груші зміщується вліво, тобто в бік більш коротких хвиль. Це відповідає зміщенню кольорів фарбувальних розчинів у бік більш жовтих та жовто-зелених відтінків і витісненню помаранчево-червоної гама кольорів.

Найкращим закріплювачем за використання барвника з кори сливи слугує алюмокалієвий галун. Підтвердженням цього є зниження оптичної густини фарбувального розчину на 71% після завершення процедури фарбування лляної тканини із цим протравляючим порівняно з контролем (розчин з відповідним барвником без галунів) (рис. 3). Закріпленню барвника з кори вишні найкраще сприяє витримування матеріалу протягом 2 діб у фарбувальному розчині з алюмоамонійним галуном. Ця операція знижує прикінцеву оптичну густина фарбувального розчину на 12%, що свідчить про поліпшення закріплення барвника на тканині порівняно з контролем. Жоден із застосованих варіантів протравлення не покращував

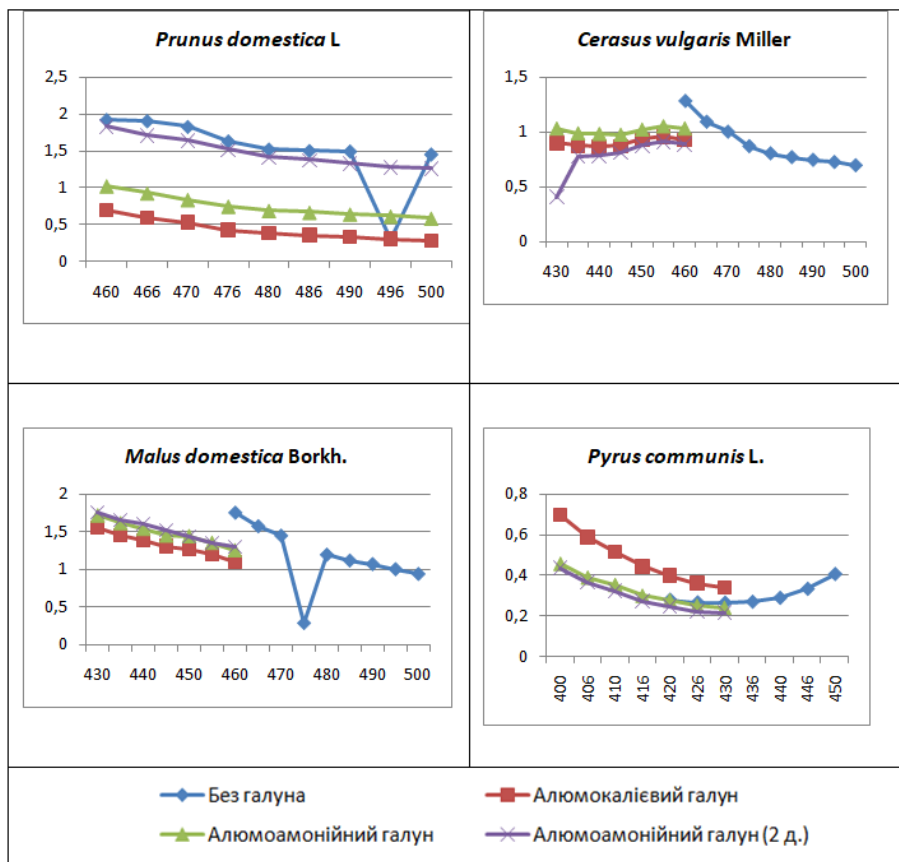


Рис. 2. Діапазон довжин хвиль, що поглинаються фарбувальними розчинами, одержаними з кори плодкових дерев, за відсутності / присутності різних протрав після завершення процесу фарбування

закріплення на лляній тканині природних барвників з кори яблуні та груші. Оптична густина фарбувальних розчинів у цих варіантах навіть збільшувалась або суттєво не відрізнялася від контролю.

Отже, наші дослідження засвідчують, що використання кори плодкових дерев для одержання натуральних барвників є перспективною екологічною альтернативою небезпечним мутагенним, канцерогенним і токсичним фарбам, які застосовуються сьогодні в текстильній промисловості. Щорічна обрізка плодкових дерев – відходи, які можуть бути використані з користю для цієї благородної справи. А запропонована нами методика оцінки закріплювальної здатності протрав дасть змогу спростити процедуру добору найефективнішого фіксатора.

Перспективи подальших досліджень стосуватимуться пошуків більш ефективних протрав для закріплення барвників, одержуваних з кори яблуні та груші, оскільки алюмокалієвий і алюмоамонійний галуни не покращували їх фіксацію на лляному полотні. Крім того, передбачається випробування інших способів застосування протрав: наприклад, тканина спочатку протравлюється галуном, а потім занурюється у фарбувальний розчин.

Висновки

1. Встановлено, що природні барвники з кори сливи, яблуні та вишні дають різні відтінки жовтувато-помаранчево-червоного забарвлення лляної тканини, а природний барвник з кори груші – жовто-зелене забарвлення.

2. Показано, що досліджені галуни (алюмокалієвий та алюмоамонійний) зміщують довжину хвиль поглинання фарбувальних розчинів з кори вишні, яблуні та груші в бік більш коротких, тобто більш жовтих і жовто-зелених відтінків і зумовлюють витіснення помаранчево-червоної гама кольорів із фарбувальних розчинів, а отже, і з тканин.

3. Підібрано ефективні протрави для закріплення природних барвників з кори сливи та вишні: алюмокалієвий галуни та алюмоамонійний з пролонгованою дією відповідно. Для барвників з кори яблуні та груші досліджені типи галунів виявилися неефективними.

4. Доведено ефективність запропонованої нами методики оцінки закріплювальної дії галунів за зміною оптичної густини фарбувальних розчинів після завершення процедури фарбування порівняно з контрольним розчином, який не містить протрав.

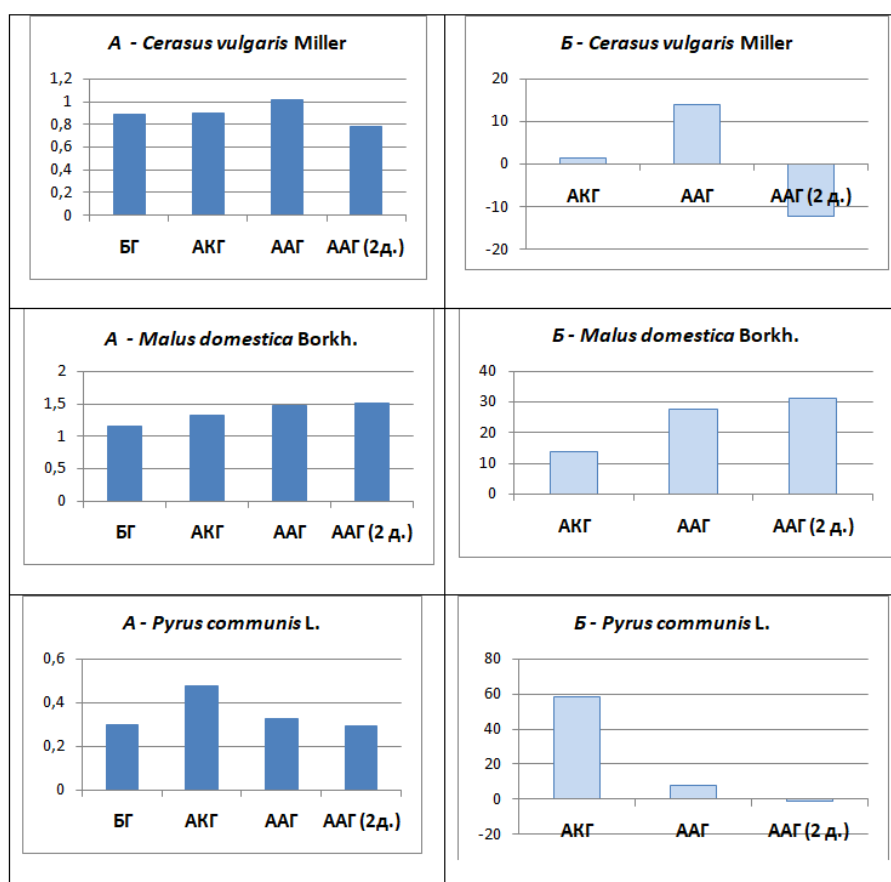


Рис. 3. А – оптична густина фарбувальних розчинів після вилучення пофарбованої лляної тканини, Б – відсоток зміни оптичної густини фарбувальних розчинів з галунами відносно контрольного розчину (без галунів)

Література:

1. Ляшок І. О., Іщенко О. В., Жукова О. Г., Полушкін М. М., Ляшок М. О. Екологічні перспективи застосування рослинних барвників. У кн.: Освіта для сталого майбутнього: екологічні, технологічні, економічні і соціокультурні питання. Київ : КНУТД, 2024. С. 110–114.
2. Мартосенко М. Г., Пахольок О. В., Семак З. М. Роль рослинного барвника і протравлювача у формуванні колірної гама забарвленн целюлозомістких текстильних матеріалів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. Вип. 4. С. 217–220.
3. Самілик М. М. Розроблення безвідходної технології одержання натуральних барвників із рослинної сировини. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*. 2022. Т. 1. С. 49–54.
4. Commission Regulation (EU) 2018/1513 of 10 October 2018 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards certain substances classified as carcinogenic, mutagenic or toxic for reproduction (CMR), category 1A or 1B. Official Journal. 2018. L 256, Document 32018R1513. P. 1–7.
5. Joshi R. K. and Kuriyal S. K. Review Dyeing textiles with eco-friendly natural dyes: A brief review. *International Journal of Global Science Research*. 2023. Vol. 1, Is. 1. P. 2052–2060.
6. Marian S. F. *Chromatica poporului romanu*. Bucuresti: Tipografia academiei Romana, 1882. 55 p.
7. Patel Shweta, Pandey Ritu, Gupta Harshita, Kambo Neelu, Bhargava Abha. Ecofriendly dyeing of Linen Fabric with Binary Mixture of Natural Dyes. *Research & Reviews: Journal of Herbal Science*. 2017. Vol. 6, Is. 2. P. 1–5.

References:

1. Liashok, I. O., Ishchenko, O. V., Zhukova, O. H., Polushkin, M. M., & Liashok, M. O. (2024). Ekologichni perspektyvy zastosuvannya roslynnykh barvnykiv. U kn.: *Osvita dlia staloho maibutnoho: ekologichni, tekhnologichni, ekonomichni i sotsiokulturni pytannia* [Ecological prospects of the use of vegetable dyes. In the book: Education for a sustainable future: ecological, technological, economic and socio-cultural issues]. Kyiv: KNUTD [in Ukrainian].
2. Martosenko, M. H., Pakholiuk, O. V., & Semak, Z. M. (2010). Rol roslynnoho barvnyka i protravliuvacha u formuvanni kolirnoi hamy zabarvlen tselulozomistkykh tekstylnykh materialiv [The role of vegetable dye and mordant in the formation of the color range of cellulose-containing textile materials]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, 4, 217–220 [in Ukrainian].
3. Samilyk, M. M. (2022). Rozroblennia bezvidkhodnoi tekhnologii oderzhannia naturalnykh barvnykiv iz roslynnoi syrovyny [Development of a waste-free technology for obtaining natural dyes from vegetable raw materials]. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Seriya "Tekhnichni nauky"*, 1, 49–54 [in Ukrainian].
4. Commission Regulation (EU) 2018/1513 of 10 October 2018 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards certain substances classified as carcinogenic, mutagenic or toxic for reproduction (CMR), category 1A or 1B. (2018). Official Journal, L 256, Document 32018R1513, 1–7.
5. Joshi, R. K., & Kuriyal, S. K. (2023). Review Dyeing textiles with eco-friendly natural dyes: A brief review. *International Journal of Global Science Research*, 1 (1), 2052–2060.
6. Marian, S. F. (1882). *Chromatica poporului romanu*. Bucuresti: Tipografia academiei Romana, 55 p.
7. Patel, S., Pandey, R., Gupta, H., Kambo, N., & Bhargava A. (2017). Ecofriendly dyeing of Linen Fabric with Binary Mixture of Natural Dyes. *Research & Reviews: Journal of Herbal Science*, 6 (2), 1–5.