

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Факультет інженерії
Кафедра технологій легкої промисловості**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до кваліфікаційної роботи
II освітнього рівня магістр**

спеціальності 182 Технології легкої промисловості

освітньої програми Технології легкої промисловості

на тему **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОМЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ**

ЯКОСТІ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ

Виконав: здобувач
вищої освіти групи ТЛП-22дм

Марина ФІЛППОВА

(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

(підпис)

Керівник к.е.н., Ярослав БЄЛОУСОВ

(науковий ступінь, ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

(підпис)

Завідувачка кафедри к.т.н., Галина РІПКА

(науковий ступінь, ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

(підпис)

Рецензент к.т.н., Сергій КУДРЯВЦЕВ

(науковий ступінь, ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

(підпис)

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра технологій легкої промисловості

Освітній рівень магістр

Галузь знань 18 Виробництво і технології

(шифр і назва)

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості

(шифр і назва)

освітня програма Технології легкої промисловості

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЛП

Галина РІПКА

« ____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Філіппова Марина Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема:

Дослідження екометодів підвищення якості швейних виробів

спеціальне завдання:

Економічна ефективність використання екобарвників

керівник роботи Белоусов Ярослав Ігорович, к.е.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 18.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1) натуральні барвники

2) текстильні матеріали

3) міжнародні та державні стандарти України

4) Інтернет-джерела, матеріали наукових конференцій, семінарів, періодичні

видання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1.

2.

3.

4.

5.

6.

5. Перелік графічного матеріалу (слайдів презентації):

1. Титульний аркуш 2. Мета дослідження 3. Методи дослідження

4. Хімічна структура деяких натуральних барвників 5. Процес взаємодії барвника з Волокном. 6. Структурно-логічна схема дослідження 7. Вихідні дані для роботи

8. Дослідження екологічної їбезпечності проб матеріалів після екофарбування

9. Економічна ефективність використання екобарвників

10-11. Загальні висновки

6. Дата видачі завдання 25.09.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проектування	Термін виконання етапів	Примітка
1	Вибір та затвердження теми магістерської роботи	25.09.23	
2	Аналіз наукової літератури відповідно до обраної теми	02.10.23	
3	Написання та затвердження плану магістерської роботи	25.10.23	
4	Вступ	30.10.23	
5	Розділ 1	01.11.23	
6	Розділ 2	15.11.23	
7	Розділ 3	01.12.23	
8	Формулювання та оформлення загальних висновків	14.12.23	
9	Анотація до роботи	16.12.23	
10	Подача оформленої роботи на перевірку	18.12.23	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

**Марина
ФІЛІПОВА**

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

**Ярослав
БЕЛОУСОВ**

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Актуальність роботи. Розробка великої кількості інновацій у текстильній галузі впродовж останніх років не знизилася актуальності питань якості, безпечності, економічної доцільності та конкурентоспроможності технологій опорядження текстильних виробів. Щорічне зростання споживання текстильної продукції у світі сприяє збільшенню обсягів виробництва барвників. Урізноманітнюються потреби споживачів і змінюються асортимент та властивості фарбованої продукції. Обмеженість природних ресурсів, високі вимоги споживачів та необхідність екологічної безпеки на всіх етапах життєвого циклу текстильних виробів зумовлюють актуальність комплексних досліджень та впровадження у промислове виробництво фарбування натуральними колорантами, ресурсна база більшості з яких є поновлюваною і які можуть бути безпечними з огляду на процес виробництва, споживання та утилізації. Натуральні барвники представляють значний інтерес як альтернатива синтетичним аналогам, а також як напрям розширення існуючого асортименту барвників.

Доцільність розширення асортименту натуральних барвників, необхідність товарознавчої оцінки якості та конкурентоспроможності пофарбованих ними текстильних матеріалів сьогодні обумовлена низкою чинників, головними з яких є: підвищення рівня екологічної безпечності фарбованого текстилю за рахунок заміни токсичних марок синтетичних барвників натуральними; доцільністю повнішого і ефективнішого використання наявних запасів природних колорантів, особливо рослинних; пошуком напрямів екологізації сировинних ресурсів і технологій виробництва; бажання розширити і збагатити колірну гаму забарвлень за рахунок впровадження в малотоннажне виробництво натуральних барвників; обмеженість власних ресурсів нафти і газу для продукування синтетичних барвників; необхідність врахування тенденцій, які склалися в останні десятиріччя на зарубіжних ринках з формуванням окремого сегменту екологобезпечного текстилю.

Мета роботи. Обґрунтування екологічної та економічної доцільності використання натуральних барвників для та підвищення якості текстильних матеріалів швейних виробів.

Об'єкт дослідження. Фізико-хімічні характеристики текстильних матеріалів, пофарбованих екстрактами натуральних барвників

Предмет дослідження. Натуральні барвники, текстильні матеріали.

Задачі дослідження:

- проаналізувати існуючий практичний досвід, а також методичні розробки використання натуральних колорантів для фарбування текстилю;
- підібрати перспективний асортимент забезпечення заготівлі тих барвників, які доцільно використовувати у текстильній промисловості;
- провести оцінку зносостійкості колорованих текстильних матеріалів до дії світла та світлопогоди, мокрих обробок, дії підвищеної температури;
- визначити екологічність пофарбованих тканин;
- оцінити економічну ефективність та ринкові перспективи використання досліджуваних натуральних барвників у легкій промисловості України.

Методи дослідження. Метод експертних оцінок (експертної групи) для ідентифікації забарвлень та оцінки зміни забарвлень пофарбованих тканин після обробок, комплексної оцінки якості забарвлень; результати експериментів оброблені на персональному комп'ютері з використанням прикладних програм Excel 10, Curve Expert 1.3, Digital Photo Professional. Обробка отриманих експериментальних даних проведена за допомогою методів математичної статистики. Точність показників, визначених інструментальними методами приймалася відповідно до паспортів вимірювальних приладів і результатів їх метрологічної повірки.

Наукова новизна. Зроблено оцінку економічної ефективності використання натуральних барвників і пофарбованих ними текстильних матеріалів з позицій екологічної економіки, на підставі якої обґрунтовано переваги впровадження цих колорантів у текстильне виробництво завдяки забезпеченню екологічності впродовж усього життєвого циклу текстильних виробів.

Практичне значення роботи. Результати роботи впроваджені у навчально-методичне забезпечення кафедри технологій легкої промисловості Східноукраїнського національного університету імені Волоимира Даля.

Ключові слова: екометоди, швейні вироби, натуральні барвники, текстиль

SUMMARY

Relevance of work. The development of a large number of innovations in the textile industry in recent years has not reduced the relevance of issues of quality, safety, economic feasibility and competitiveness of textile equipment technologies. The annual increase in the consumption of textile products in the world contributes to the increase in the production of dyes. Consumer needs are diversifying and the assortment and properties of painted products are changing. The limitation of natural resources, the high demands of consumers and the need for environmental safety at all stages of the life cycle of textile products determine the relevance of comprehensive research and the introduction of dyeing with natural dyes into industrial production, the resource base of most of which is renewable and which can be safe considering the process of production and consumption and disposal. Natural dyes are of great interest as an alternative to synthetic analogues, as well as as a way to expand the existing range of dyes.

The expediency of expanding the range of natural dyes, the need for commodity evaluation of the quality and competitiveness of textile materials dyed with them today is due to a number of factors, the main of which are: increasing the level of environmental safety of dyed textiles by replacing toxic brands of synthetic dyes with natural ones; the expediency of fuller and more effective use of available reserves of natural colorants, especially vegetable ones; the search for greening of raw materials and production technologies; the desire to expand and enrich the color range of dyes due to the introduction of natural dyes into small-scale production; limited own oil and gas resources for the production of synthetic dyes; the need to take into account trends that have developed in recent decades in foreign markets with the formation of a separate segment of environmentally friendly textiles.

The goal of the work. Justification of the ecological and economic feasibility of using natural dyes for and improving the quality of textile materials of sewing products.

Object of study. Physico-chemical characteristics of textile materials dyed with extracts of natural dyes Subject of study. Natural dyes, textile materials.

Research objectives:

- to analyze the existing practical experience, as well as methodological developments in the use of natural dyes for dyeing textiles;
- choose a promising range of dyes that are suitable for use in the textile industry;
- evaluate the wear resistance of colored textile materials to the action of light and light weather, wet treatments, and the action of elevated temperature;
- determine the environmental friendliness of dyed fabrics;
- to evaluate the economic efficiency and market prospects of the use of the studied natural dyes in the light industry of Ukraine.

Research methods. The method of expert evaluations (expert group) for identification of colors and evaluation of color changes of dyed fabrics after treatments, comprehensive evaluation of the quality of colors; the results of the experiments were processed on a personal computer using Excel 10, Curve Expert 1.3, Digital Photo Professional applications. Processing of the obtained experimental data was carried out using the methods of mathematical statistics. The accuracy of indicators determined by instrumental methods was accepted in accordance with the passports of measuring devices and the results of their metrological verification.

Scientific novelty. An assessment of the economic efficiency of the use of natural dyes and textile materials dyed with them was made from the point of view of ecological economics, on the basis of which the advantages of introducing these dyes into textile production due to ensuring environmental friendliness throughout the entire life cycle of textile products were substantiated.

Practical meaning of work. The results of the work are implemented in the educational and methodological support of the Department of Light Industry Technologies of the East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl.

Key words: ecomethods, sewing products, natural dyes, textiles

ЗМІСТ

	стор.
ЗАВДАННЯ	2
АНОТАЦІЯ.....	4
ЗМІСТ.....	8
ВСТУП.....	9
1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОБАРВНИКІВ ДЛЯ ФАРБУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ	10
1.1. Вимоги до якості і безпечності фарбованого текстилю	10
1.2. Аналіз споживчих властивостей текстильних матеріалів	13
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	18
2. ТЕОРЕТИЧНО-МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ	19
2.1. Структурно-логічна схема дослідження	19
2.2. Вихідні дані для дослідження	20
2.3. Характеристика досліджуваних текстильних матеріалів	22
2.4. Методи фарбування текстильних матеріалів натуральними барвниками... ..	22
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	28
3. БЕЗПЕЧНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОБАРВНИКІВ	29
3.1. Екологічна безпечність текстильних матеріалів, пофарбованих екобарвниками.....	29
3.2. Покращення властивостей текстильних матеріалів шляхом фарбування їх натуральними барвниками	31
4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОБАРВНИКІВ... ..	35
4.1. Розрахунок економічної ефективності використання екобарвників.....	35
4.2. Перспективні напрями фарбування екобарвниками.....	42
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТКИ.....	52

ВСТУП

Із загальної кількості колорантів, які щорічно використовує світова текстильна промисловість, натуральні барвники складають менше 1%, а в Україні їх систематичного застосування на промисловому рівні взагалі не існує. Незважаючи на істотний ресурсний потенціал, їх обмежене використання вітчизняними підприємствами обумовлене відсутністю систематизованої інформації про можливості сировинного забезпечення, способи фарбування, властивості, економічну доцільність застосування більшості натуральних колорантів, на основі якої можна визначити перспективні напрями їх використання.

Незважаючи на очевидну актуальність зазначених проблем, в періодичних та навчальних вітчизняних виданнях міститься тільки фрагментарна інформація з цих питань. Розширення сфери застосування текстильних матеріалів, пофарбованих натуральними колорантами висвітлені у працях таких дослідників як О. Аввіоро, П.Глубіш, П. Гуіно, А.Добровольська, С.Дуер, Дж.Кенон, А.Мичко, П.Мортогліо, Х.Нідлс, Т. Одуола, Л. Поліщук, Ф. Рено, Ю. Скрипник, А. Соммер, Е. Чуриліна. Беручи до уваги результати теоретичних та практичних досліджень цієї проблематики зазначимо, що лише частково описана економічна та екологічна доцільність їх заготівлі і використання на підприємствах вітчизняної текстильної промисловості. Зважаючи на підвищення попиту на екологобезпечні товари, а також потребу максимально ефективної реалізації ресурсного потенціалу, необхідними є комплексні дослідження властивостей пофарбованих натуральними колорантами текстильних матеріалів, за результатами яких найперспективніші технології колорування впроваджуватимуться у виробництво з метою розширення асортименту та підвищення якості текстильної продукції, що і обумовлює актуальність пропонованого дослідження.

1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОБАРВНИКІВ ДЛЯ ФАРБУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ

1.1. Вимоги до якості і безпеки фарбованого текстилю

Актуальним на сьогодні є зростання вимог до якості і безпеки фарбованого текстилю, оскільки значна кількість колорантів та текстильних матеріалів, яка експортується сьогодні з країн азійського регіону на вітчизняний ринок не відповідають стандартам якості і безпеки продукції.

Для України важливим завданням є стабілізація та розвиток легкої промисловості, як однієї з основних галузей економіки держави. Впроваджуючи у виробництво нову технологію, сьогодні необхідно враховувати не тільки собівартість виготовлення продукції, але і ринкову кон'юнктуру, прибутковість та життєвий цикл продукту. Реальну вартість товару, у т.ч. і барвників для текстилю необхідно оцінювати з позицій екологічної економіки, коли до неї включають витрати, пов'язані з його застосуванням, експлуатацією, а також можливою шкодою, яку цей товар, технологічний процес виробництва та утилізації можуть нанести людині та навколишньому середовищу [3, с.18]. Тому на даному етапі гостро постає проблема розробки, апробації та впровадження у виробництво безпечних барвників, що виготовляються за екологічно чистими технологіями виробництва, фарбування та утилізації.

Натуральні барвники та пігменти – це зафарбовані сполуки, отримані переробкою природної сировини (рослин чи тваринних організмів) або результат мікробіологічних процесів з використанням бактеріальних і клітинних культур, які здатні фіксуватися на текстильному матеріалі, надаючи йому забарвлення. Враховуючи позитивні властивості натуральних барвників, протягом останніх років значно зріс інтерес до їх використання у виробництві текстильних виробів. Досліджуються як музейні експонати, з метою відтворення давніх технологічних режимів фарбування, проводиться робота щодо розробки нових способів фарбування текстильних матеріалів натуральними барвниками в сучасних умовах, досліджуються споживні властивості пофарбовань на їх основі. Окремими

виробниками та дослідниками опубліковані результати досліджень властивостей деяких видів натуральних барвників, однак систематичних відомостей про технології пофарбування, хімічний склад, властивості, сировинні запаси більшості натуральних барвників, поширених в Україні, для фарбування текстилю, а також комплексних досліджень їх властивостей на сьогодні немає[13].

Віддавна використовували натуральні барвники для фарбування текстильних виробів і в Україні [9, с.349 – 402]. У світі відомо близько двох тисяч фарбувальних рослин, з яких для фарбування текстилю застосовують лише 130 [17; 26, с.15]. З літературних джерел відомо, що на території України близько 110 видів рослин є фарбувальними, основними з яких є різні види щавлів, дрік красильний, жостір, крушина, материнка, вільха, дуб, верба та багато ін. Багато з них мають лікувальні властивості і заготовляються як лікарсько-технічна сировина [5, с.12]. Деякі з цих рослин культивуються або можуть бути культивовані у сільських підсобних і фермерських господарствах.

Завдяки централізації виробництва і низькій вартості сировини для екстрагування барвників, найбільш економічно вигідним і доцільним є отримання рослинних колорантів також з відходів виробництва харчової, деревообробної, тютюнової, фармацевтичної промисловості [8, с. 50].

З метою обґрунтування можливості та визначення сфери застосування натуральних барвників для фарбування текстильних матеріалів, необхідно провести комплексне дослідження як самих барвників, так і пофарбувань на їх основі. Як зазначає П.Глубіш, для промислового освоєння барвників рослинного і тваринного походження необхідно розкрити механізм екологічно чистого біосинтезу барвників у рослинах із води і вуглекислого газу під дією сонячної енергії.

Зауважимо, що попри широкий спектр питань, яким приділяють увагу дослідники, залишається недостатньо вивченими низка теоретичних та практичних аспектів, зокрема, необхідною є розробка класифікації барвників цього виду, яка враховувала як особливості самих колорантів, так і специфіки їх застосування у текстильній промисловості.

Більшість натуральних барвників для фарбування текстильних виробів відносять до класу органічних. Барвники тваринного походження є менш чисельними,

ніж рослинного, і добуваються з комах (наприклад, кармін – барвник, що добувають зі самок кошенілі), равликів (пурпур), каракатиць (сепія), курячих яєць (бактеріальні барвники), шелак (секреції комах *Kerria Lacca*) та ін. Їх виготовлення є досить трудомістким з порівняно невеликим виходом барвника (так вихід барвника з кошенілі становить всього 3%).

На сьогодні особлива увага приділяється розробці та вивченню можливостей застосування бактеріальних барвників, оскільки можливості генної інженерії дозволяють сьогодні модифікувати або створювати бактеріальні культури, котрі продукуватимуть барвні сполуки зі заданими властивостями. К. Кобраков до перевагами біотехнології у виробництві натуральних барвників вважає екологічність виробництва, застосування та утилізації біокolorантів та продуктів їх переробки, а також можливість швидкого промислового їх впровадження у процес промислового виробництва [5].

Барвники рослинного походження є найчисельнішими серед усіх натуральних і мають набагато ширше практичне застосування. Рослинні барвники теж класифікують по-різному. Зокрема найбільш повну і обґрунтовану їх класифікацію серед вітчизняних дослідників подають Семак Б.Б. та Семак З.М. [26, с. 38-52], які пропонують їх класифікувати наступним чином:

- за частинами рослини, з яких добувають барвник: з коренів, листя, суцвіття, плодів, бруньок і т.д. (деколи барвник добувають одночасно з декількох частин рослини);

- за хімічною будовою рослинні барвники можна поділити на 4 основні групи: каротинові; диароїлметанові; ізоциклічні та гетероциклічні.

Каротинових барвників є близько 70. У них виділяють 2 групи фарбуючих речовин: ті, що включають вуглеводні, а також ті, що містять різні кисневмісні сполуки з гідроксильними або кетоновими групами. Однак, стійкість пофарбувань, отриманих каротиновими барвниками до дії експлуатаційних чинників є низькою, а тому їх застосування у текстильній промисловості не є перспективним.

Деякі вчені групують натуральні барвники на декілька груп за типом хромофорних систем [18, с.14; 64, с. 21]: полієни, диарилметани, нафтохінони, антрахінони, флавоноїди, похідні гідропірану, антоціани, індигоїди.

Крім цього, багато барвників можуть давати різні відтінки і навіть кольори залежно від умов виділення екстракту, наявності протравлювачів та способу протравлення, способу фарбування, а також волокнистого складу зафарбованого текстильного матеріалу [2]:

За способами фарбування рослинні барвники поділяють на [5]:

- субстантивні (безпосередньо фарбують волокнисті матеріали);
- ад'єктивні (фарбують матеріали після оброблення їх протравлювачами).

Залежно від того, *за рахунок яких сил: фізичних чи хімічних барвник утримується на волокні*, їх поділяють на барвники, що:

- ковалентно зв'язуються з полімером в результаті хімічної реакції між функціональними групами барвника і полімера;
- фіксуються на полімері за рахунок іонних, водневих, координаційних зв'язків.

Проведені окремими вченими дослідження підтверджують, що здебільшого натуральні барвники мають складну будову і тому можуть бути віднесені одразу до декількох класів технічної класифікації барвників [21; 28].

1.2. Аналіз споживчих властостей текстильних матеріалів

Важливими для пофарбувань, отриманих натуральними барвниками на текстильних матеріалах, є споживні властивості, що визначають їх сфери застосування, а також можливості використання у текстильній промисловості.

Серед переваг натуральних барвників є щорічна поновлюваність сировинної бази, можливість заготівлі дикоростучої сировини або вирощування у сфері сільського господарства значної кількості барвників, широка колірна гама. Актуальною сьогодні є розробка біотехнологій, що дозволяють отримувати рослинну і тваринну сировину з підвищеним вмістом фарбувальних сполук, а також вирощування уже зафарбованої сировини рослинного чи тваринного походження для виробництва текстильних волокон [1].

Сьогодні актуальними є відтворення технологічних режимів фарбування, використовуваних для отримання цих високоякісних забарвлень. Тому багато дослідників вивчають хімічний склад стародавніх пофарбувань, з метою відтворення

рецептур фарбування та визначення основних передумов стійкості цих пофарбувань, а також можливість застосування цих технологій сьогодні. Також важливим чинником у формування якості забарвлень текстильних матеріалів, одержаних натуральними барвниками є вид колоранта, період і спосіб його заготівлі та екстрагування, нанесення на текстильний матеріал [12; 20].

При виготовленні фарбувальних розчинів, барвні сполуки необхідно екстрагувати із фарбувальної сировини, ця стадія часто визначає концентрацію барвника у фарбувальній ванні, що, відповідно, значною мірою впливає на інтенсивність отриманих на текстильному матеріалі забарвлень. Найбільш поширеними способами екстрагування натуральних барвників на сьогодні за матеріалами досліджень Семака Б., Семак З. [26], Швеппе Х. [23], Кардон Д. [15] є їх водні витяжки.

Розглядається також можливість їх екстрагування органічними розчинниками, однак ця технологія знижує екологічну безпечність отриманих забарвлень [8]. Перспективним напрямом підвищення концентрації барвних речовин у рослинній сировині є її обробка певними видами регуляторів росту. Так, дослідниками Ковтуном Л.Г. та ін. [9-11] доведено, що попередня обробка (за 10 днів до збору) звіробою продірявленого гібберилліном сприяє збільшенню концентрації барвників у фарбувальній сировині, а відповідно дає можливість отримувати більш інтенсивні забарвлення або зменшувати обсяги споживання фарбувальних рослин.

Концентрація барвної речовини характеризує здатність барвника зафарбовувати текстильні матеріали. Виробництво натуральних барвників здійснюється, в основному, у вигляді екстрактів фарбуючих речовин (переважно тваринні барвники), у вигляді подрібнених рослин або їх рідких чи сухих екстрактів. Концентрація фарбуючих речовин у таких барвниках є дуже різною і залежить від багатьох факторів. Якщо це екстракт, то концентрація фарбуючих речовин може становити до 90%, у рослинних барвниках, виготовлених у вигляді подрібнених рослин, концентрація становить до 8% (у свіжозібраних рослин) і залежить від виду, частини рослини, періоду збору, території вирощування тощо [9]. Так, натуральні барвники, що випускаються під торговою маркою Eco-ordinates® випускаються у вигляді порошку, концентрація основної барвної сполуки у випускній формі яких

залежить від виду барвника і складає в середньому від 5 до 90 % (для готових екстрактів).

При використанні натуральних барвників можна отримати практично увесь спектр кольорів. Однак, найбільш поширеними є барвники, які дають коричневі, жовті, золотисті відтінки. Набагато менше червоних та синіх природних колорантів [6]. У світі ідентифіковано забарвлення, які можна отримати близько 400 натуральними барвниками, з яких в Україні відомими є кольори, що можна отримати близько 150 видами рослин.

Для кращого збереження фарбувальних властивостей барвників, що містяться і рослинній сировині, їх необхідно правильно заготовляти, обробляти та зберігати. Так, для багатьох фарбувальних рослин є визначені оптимальні періоди заготівлі, коли в них міститься найбільше барвних речовин. Для кожного виду барвника визначається оптимальні умови та форма його зберігання, при яких в найбільшій мірі вони зберігаються [13, с.244].

Важливою характеристикою натуральних барвників є їх розчинність. Більшість натуральних барвників є розчинними у воді. Розчинність барвника оцінюється в грамах на літр.

При розробці рецептур фарбування натуральними барвниками визначають оптимальну концентрацію фарбувальної рослини або екстракту на 1 літр фарбувального розчину, при яких забезпечується оптимальна зафарбовуваність та отримується необхідний колір.

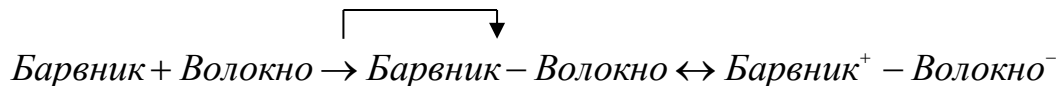
Стійкість розчину барвника при зберіганні визначає можливість заготівлі великих кількостей фарбувального розчину перед пофарбуванням. Ця стійкість оцінюється тим проміжком часу, протягом якого фарбувальні властивості розчину залишаються незмінними. Найефективнішим є застосування свіжозаготованих барвників.

Більшість натуральних барвників є чутливими до багатьох солей металів, які здатні зв'язувати їх у комплекси на волокні. Тому необхідно враховувати, що пофарбування даним видом барвників необхідно проводити у м'якій воді та хімічно стійкому обладнанні (бажано в емальованих чанах). В присутності солей металів більшість натуральних барвників змінює свій відтінок.

Ступінь фіксації натурального барвника на текстильному матеріалі характеризує ефективність фарбування. Ступінь фіксації оцінюється у відсотках, що вказує на кількість барвника, закріпленого на текстильному матеріалі по відношенню до взятого для пофарбування. Оскільки у більшості натуральні барвники складаються із декількох фарбуючих речовин, поки що не розроблена методика для якісної та кількісної оцінки ступеня фіксації барвника. Але той факт, що переважно розчини екстрактів натуральних барвників можна використовувати повторно свідчать про те, що ступінь фіксації натуральних барвників не буває 100%.

Основні властивості натуральних барвників, тобто їх колір і здатність зафарбовувати інші речовини є в прямому зв'язку з їх хімічною будовою.

Процес взаємодії барвника з волокном, який забезпечує міцне закріплення барвника на матеріалі, що зафарбовується, є складним: багатостадійним і багатofакторним. Залежно від будови, типу волокна, що зафарбовується і будови барвника хімізм взаємодії натурального барвника описується по-різному. При цьому утворюється комплекс з переносом заряду “барвник - волокно” [3].



Саме ця стадія в основному визначає подальший процес, який закінчується фіксацією барвника на волокні. Ступінь фіксації барвника і буде визначати подальші експлуатаційні характеристики зафарбованого матеріалу.

Оцінку зносостійкості текстильних матеріалів, пофарбованих натуральними барвниками можна проводити з використанням загальноприйнятих методів оцінки якості текстильних матеріалів. При сертифікації проводять оцінку якості на відповідність вимогам стандартів для визначення сорту та придатності використання даної тканини споживачем взагалі (стандарт встановлює мінімально допустимі рівні показників якості, при яких споживач може задовольнити свою потребу у даному виробі, а також відповідний рівень надійності, безпечності споживання тощо). Порівняльна оцінка якості декількох варіантів тканин здійснюється переважно для вибору кращого або оптимального варіанту,

використовуючи комплексні методи кваліметрії [4, с.101].

Перевага комплексної оцінки якості полягає у тому, що за допомогою однієї величини (комплексного або інтегрального показника) можна порівнювати і зіставляти рівень якості або окремих споживних властивостей (надійності, естетичного-художнього рівня тощо) великої кількості текстильних матеріалів аналогічного призначення, волокнистого складу тощо [5].

Товарознавчу оцінку якості пофарбованих натуральними барвниками текстильних матеріалів, як і тканих поштучних виробів, проводять відповідно для основних принципів кваліметрії [8-9]:

1) при кількісній оцінці якості текстильних матеріалів, насамперед повинні бути сформульовані мета та умови оцінювання;

2) якість продукції повинна розглядатися як ієрархічна сукупність властивостей різних рівнів;

3) оцінювання якості текстильних матеріалів на будь-якому рівні залежить від рівня показників їх властивостей та від прийнятої системи базових показників, що визначають якість еталону;

4) кожна проста або складна властивість текстильного матеріалу, взята з їх ієрархічної сукупності, характеризується не тільки відповідним показником, а й його вагомістю на тому чи іншому рівні.

Держстандартом ДСТУ 3047-95 «Тканини та вироби ткани поштучні. Класифікація і номенклатура показників якості» передбачено номенклатуру показників якості текстильних матеріалів різного призначення, визначено обов'язкові та рекомендовані показники якості. Однак, нормативних документів, які регламентували б дослідження якості як барвників, так і текстильних матеріалів, пофарбованих натуральними барвниками, з урахуванням їх специфіки, сьогодні немає. Так само, комплексні дослідження властивостей пофарбувань і їх якості у літературних джерелах практично неописані.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Сучасні тенденції на світовому ринку текстильної продукції спрямовані на розробку і впровадження у текстильне виробництво нових, екологічно безпечних, високоякісних колорантів, а застосування таких інновацій повинне бути економічно обґрунтованим.

2. Зважаючи на значні сировинні запаси, екологічність та інші позитивні властивості натуральних барвників, їх застосування розглядається сьогодні як один із перспективних напрямів впровадження нових технологій у текстильній промисловості.

3. Споживчі властивості текстильних матеріалів, пофарбованих натуральними барвниками, зокрема і поширеними в Україні, є малодослідженими.

4. З метою визначення можливості застосування для пофарбування текстильних виробів у текстильній промисловості України, як самі натуральні барвники, так і пофарбування на їх основі, потребують комплексного товарознавчого вивчення.

2. ТЕОРЕТИЧНО-МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Структурно-логічна схема дослідження

Перш, ніж розробляти будь-які нові технології необхідно вивчити можливість фарбування колорантами різних текстильних матеріалів, а також розробити та обґрунтувати технологічні режими фарбування, дослідити споживні властивості отриманих фарбувань, екологічну безпеку та економічну доцільність впровадження. На рис. 2.1 представлено структурно-логічну схему дипломної роботи (рис. 2.1):



Рис. 2.1. Структурно-логічна схема дослідження

Досліджувані тканини були пофарбовані в лабораторних умовах (на кафедрі технологій легкої промисловості СНУ ім. В.Даля) фарбувальними розчинами, отриманими з лушпиння цибулі ріпчастої, відходів тютюну, кореню марени фарбувальної.

З метою розробки оптимальних технологічних режимів фарбування натуральними барвниками досліджуваних текстильних матеріалів була проведена значна кількість пошукових лабораторних пофарбувань натуральними барвниками

різних концентрацій з використанням різноманітних протравлювачів та способів протравлення.

В результаті пошукових досліджень були відібрані найоптимальніші за зазначеними параметрами натуральні барвники та текстильні матеріали, а також способи фарбування і методи дослідження отриманих пофарбувань з урахуванням вищезазначених чинників. Комплексна оцінка стійкості забарвлень, отриманих екстрактами натуральних барвників, проводилася на бавовняній та вовняній тканинах.

2.2. Вихідні дані для дослідження

Лушпиння цибулі ріпчастої. При пофарбуванні текстильних матеріалів екстрактом цибулиння використовують в основному лушпиння ріпчастої цибулі (лат. *Allium cepa*), у якої міститься найбільша кількість барвників, порівняно з іншими сортами цибулі [6]. Цибуля ріпчаста є харчовою, лікарською, ефіроолійною, фітонцидною та фарбувальною рослиною [19, с.17].

Основним барвником у ріпчастій цибулі є флавоноїдна речовина – кверцетин (1,5-4%). Ця барвна речовина, окрім здатності зафарбовувати текстильні та інші матеріали, володіє ще низкою корисних властивостей: стримує розвиток пухлин, володіє Р-вітамінною активністю, аналогічно рутину, зміцнює кровоносні судини, робить їх більш еластичними і проникними. У значній кількості у цибулинні наявний й інший барвник – рутин (до 2,4%).

В процесі фарбуванні на властивості зафарбованого матеріалу впливають також і супутні речовини, що містяться у складі цибулі: органічні кислоти (яблучна, янтарна, лимонна); пірокатехінова кислота; флавоноїдні сполуки: глюкозид кверцетину; зольні речовини; кальцій та кремнієва кислота. Оскільки найвища концентрація основних барвників, що міститься у цибулі ріпчастій (кверцетину, рутину) є у зовнішніх лусочках (цибулинні), то для фарбування текстильних матеріалів використовують саме лушпиння ріпчастої цибулі. Заготовляти цибулиння можна протягом усього року, оскільки цибуля ріпчаста використовується у харчовій промисловості круглорічно у всіх областях України, широко культивується як у

підсобних, так і сільськогосподарських господарствах. Обсяги заготівлі цієї культури є значними, а тому сировинна база для заготівлі та використання цього рослинного барвника для фарбування текстильних матеріалів є значною.

У даній роботі для фарбування текстильних матеріалів використовувалося лушпиння цибулі ріпчастої, яке заготовлялося як відходи харчового виробництва.

Відходи тютюну. Тютюн справжній (лат. *Nicotiana tabacum L.*) – однорічна рослина з простим прямостоячим стеблом, заввишки 1-2 м.

Махорка (лат. *Nicotiana rustica L.*) – однорічна рослина з залозистоопушеним, прямостоячим розгалуженим стеблом, заввишки 0,7-1,2 м. Цвіте у червні-липні. Культивують по всій території України. Листя тютюну і махорки містять флавоноїди (рутин), органічні кислоти, алкалоїди (нікотин, анабазин). Тютюн – отруйна, інсектицидна, лікарська та фарбувальна рослина. Для фарбування застосовують листя махорки і тютюну [21, с.166-167].

Марена фарбувальна (лат. *Rubia Tinctorium L.*) – багаторічна трав'яна рослина, з довгими повзкими кореневищами до 2 м завдовжки. Марена – одна із найвідоміших фарбувальних рослин, які застосовувалися для фарбування текстилю; окрім цього вона є лікарською, медоносною та кормовою рослиною. Для фарбування застосовують корені рослини. Екстрактом марени фарбують текстильні матеріали з білкових, целюлозних, поліамідних волокон у різні відтінки червоного, фіолетового, бордового, коричневого і оранжевого кольорів [10, с.147-150]. У коренях марени фарбувальної міститься значна кількість фарбувальних речовин, основними з яких є барвники антрахінонового ряду (5-7,7 %): алізарин, пурпурин, рубіадин, також органічні кислоти, пектинові речовини, цукри. Листки, суцвіття і стебла марени містять значну кількість флавоноїдів (кверцетин, апігенін, лютеолін, рутин). Ще у XVIII столітті марену красильну вирощували у промислових масштабах саме для виготовлення барвника для фарбування текстильних матеріалів [20].

У даній роботі для фарбування текстильних матеріалів використовувався сушений подрібнений корінь марени фарбувальної.

2.3. Характеристика досліджуваних текстильних матеріалів

Для дослідження властивостей пофарбовань, отриманих екстрактами натуральних барвників на текстильних матеріалах було використано однокомпонентні тканини різного призначення та волокнистого складу: вовняні, бавовняні. Оскільки одним з основних завдань дослідження була фізико-хімічна оцінка стійкості забарвлень, отриманих досліджуваними барвниками на текстильних матеріалах, важливо було визначити «поведінку» барвника на різних видах текстильних волокон, придатних до фарбування даним видом барвників. Тому основною вимогою до текстильного матеріалу, який фарбувався, був 100%-ий вміст волокон одного виду.

Показники будови тканини, які використовувалися для фарбування натуральними барвниками у цьому дослідженні, наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Показники будови досліджуваних тканин

№ п/п	Волокнистий склад тканини	Призначення тканини	Вид переплетення	Поверхнева густина, г/м ²	Щільність, кількість ниток на 10 см по		крутка пряжі за	
					основі	утоку	основою	утоком
1.	вовняна	костюмна	саржеве	252	256	222	S	S
2.	вовняна	хусткова	саржеве	91	212	186	S	S
3.	бавовняна	білизняна	полотняне	136	259	160	Z	Z

2.4. Методи фарбування текстильних матеріалів натуральними барвниками

При пофарбуванні тканин барвниками, у тому числі і натуральними, основною метою є отримання насиченого, рівномірного забарвлення із заданими колірними характеристиками, стійкого до експлуатаційних впливів (дії світла, погоди, вологи, мокрих обробок тощо) [6].

Попередньо нами були апробовані різноманітні способи фарбування, серед яких обрані найбільш оптимальні для кожного виду тканин. Метою роботи було запропонувати екологічно безпечні високоякісні пофарбування натуральними барвниками на текстильних матеріалах природного походження: з натуральних

волокон – вовняних, шовкових, бавовняних, штучних – віскозних. При виборі барвників перевага надавалася тим, концентрація барвних речовин у фарбувальній сировині яких була найвищою і які давали змогу отримати насичені, рівномірні забарвлення різноманітних кольорів і відтінків. Також враховувалася економічна доцільність заготівлі і використання кожного окремого барвника, обсяги його сировинних запасів, їх доступність для налагодження заготівлі, зберігання та фарбування визначеним барвником текстильних матеріалів тощо. При обґрунтуванні технологічних режимів фарбування враховувалися можливість розширення колірної гами, оптимізація споживних властивостей пофарбованих текстильних матеріалів, простота та безпечність усього технологічного процесу екстрагування барвника та фарбування. Способи фарбування натуральними барвниками, попередньо апробовані у цій роботі, які використовувалися для обґрунтування вибору технологічних режимів фарбування наведені у табл.2.2.

Таблиця 2.2

Обґрунтування вибору технологічних режимів фарбування

№ п/п	Волокнистий склад тканини	Вид барвника	Концентрація барвника (г на 1 л)	Вид протравлювача (для усіх барвників)	Концентрація протравлювача (% від маси тканини)	Температурні режими фарбування, °С	Інгеніфікатор процесу фарбування, г/л	Спосіб протравлення	Модуль ванни	Тривалість нагрівання ФР до температури фарбування, хв.	Основний час фарбування, хв.
1.	вовняна, шовкова, бавовняна, віскозна	корінь щавлю кінського	10,15, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200	без протравлювача	-	60, 70, 80, 90, 100	оцтова кислота, мурашина кислота, кальцінована сода	одночасне, попереднє, наступне	1:20 1:30 1:40	20 хв., 30 хв., 40 хв., 50 хв., 60 хв.	30 хв., 40 хв., 50 хв., 60 хв., 70 хв., 80 хв., 90 хв., 100хв., 120хв.
2.		стебла і листя щавлю кінського									
3.		насіння щавлю кінського		$KAl(SO_4)_2$	5, 10, 15						
4.		квіти липи									
5.		квіти плауна верболистого		$CuSO_4$	1, 2, 3, 4, 5, 10						
6.		торф									
7.		листя скумпії									
8.		насіння софори		$Fe(NH_4)(SO_4)_2$	1, 2, 4						
9.		кора яблуні лісової									
10.		квіти хаменерію вузьколистого		$FeSO_4$	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10						
11.		корінь марени фарбувальної									
12.		лушпиння цибулі ріпчастої									
13.		кора черемхи		$K_2Cr_2O_7$	1, 2, 3						

Для фарбування текстильних матеріалів у нашій роботі було обрано екстракти лушпиння цибулі ріпчастої, кореня марени фарбувальної, з одночасним та наступним протравлюванням.

Фарбувальні розчини готували з розрахунку визначення концентрації фарбувальної сировини на 1 л холодної м'якої води (кип'яченої). Сировину

спочатку замочували на 1 год. Екстракт кореня щавлю кінського виготовляли за вищеописаною технологією, а також методом попереднього сквашування. Сквашування проводили, заливаючи подрібнену сировину водою кімнатної температури, і залишали сквашувати протягом 3-х днів.

Потім ванну повільно доводили до кипіння і варили 1 год. Після охолодження отриманий розчин проціджували через капронове сито. Фарбування проводили для:

- вовняної та шовкової у кислій ванні (до фарбувального розчину додавали оцтову або мурашину кислоту);
- бавовняної та віскозної у лужній ванні (до фарбувального розчину додавали кальциновану соду).

З отриманих фарбувальних розчинів готували декілька фарбувальних ванн – без протравлювача та з різними протравлювачами окремо. У цій роботі були використані наступні базові рецептурні варіанти для фарбування текстильних матеріалів:

- 1) екстракт барвника + кислота(або кальцинована сода);
- 2) екстракт барвника + кислота (або кальцинована сода) + мідний купорос;
- 3) екстракт барвника + кислота (або кальцинована сода) +залізний купорос;

Кислоту застосовували при фарбуванні білкових, а кальциновану соду – целюлозних текстильних матеріалів.

Фарбування з одночасним протравленням. При фарбуванні з одночасним протравленням у фарбувальну ванну, підігріту до температури 45 С, вводили протравлювач і кислоту (або кальциновану соду для целюлозних тканин), а потім ретельно перемішували і окунали текстильний матеріал. Після цього фарбувальний розчин повільно нагрівали протягом 30 хв., доводячи температуру до 90°С або до кипіння і фарбували при цих температурах протягом 1 або 1,5 год.(дод. Б колонка 12). Після закінчення фарбування текстильний матеріал промивали теплою і холодною водою. Фарбування з одночасним протравленням є найвигіднішим з економічної точки зору, оскільки є найменш трудомістким.

Фарбування з наступним протравленням. При фарбуванні цим способом текстильні матеріали спочатку окунали в підігрітий до 45 С фарбувальний розчин. Після цього фарбувальну ванну нагрівали до кипіння і витримували у ній матеріал при

легкому кипінні протягом 1 год. Тоді текстильний матеріал виймали з фарбувального розчину, ванну охолоджували до 45 С і вводили в неї кислоту (або кальциновану соду) і протравлювачі. Потім у фарбувальну ванну знову опускали текстильний матеріал і послідовно протягом 30 хв. ванну нагрівали до кипіння і проводили протравлювання матеріалу при легкому кипінні протягом 30 хв. Після закінчення протравлювання текстильний матеріал промивали у теплій, а потім у холодній воді.

Фарбування з повторним використанням фарбувального розчину.

Подрібнений корінь щавлю кінського, з якого уже був екстрагований барвник, повторно замочувався у м'якій воді і проводилося додаткове екстрагування барвних речовин при легкому кипінні протягом 1 год. Потім фарбувальні розчини, які застосовувалися для пофарбування целюлозних текстильних матеріалів без протравлювання та з одночасним протравленням змішувався з розчином додатково екстрагованого з уже використаної фарбувальної сировини.

У кожен фарбувальну ванну повторно перед опусканням тканини вводили протравлювачі відповідно до тих, які були застосовані при первинному фарбуванні. Інші параметри процесу фарбування – аналогічні як при фарбуванні бавовняних та віскозних тканин свіжоекстрагованим екстрактом кореня кінського щавлю.

Концентрація фарбувальних екстрактів, кислот, кальцинованої соди, протравлювачів та інші параметри процесу фарбування, які були використані у даній роботі, наведені у табл. 1 дод. Б.

Дослідження стійкості до прання. Стійкість забарвлень до дії прання проводили за стандартною методикою (відповідно до ДСТУ ISO 105-C06:2009) [16]. Зміну забарвлення після 5 та 10 прань визначали інструментальним та органолептичним (візуальним) методом. Замість мильно-содового розчину пральні розчини готували з використанням синтетичних миючих засобів (СМЗ) для прання: «Ворсинка»(для тканини з білкових волокон) та «Gala Color» (для тканини з целюлозних волокон).

Розчини для прання готували, виходячи із запропонованих виробником співвідношень: для вовняних тканин – використовували СМЗ «Ворсинка», концентрація прального розчину – 80 мл на 10 л води. Для прання тканин із

целюлозних та поліамідних волокон застосовували СМЗ «Gala Color» (концентрація 100 мл СМЗ на 10 л).

Пофарбований зразок та два зразки суміжних тканин розміром 15х6 см кожен скріплювали разом (фарбована тканина посередині). Після кожного прання зразки та суміжні тканини просушували окремо.

Суміжні нефарбовані тканини, які використовувалися при пранні (відповідно до ДСТУ ISO 105-F: 2003) [10], наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Результати дослідження стійкості тканин, пофарбованих натуральними барвниками до дії прання

1-ша суміжна тканина	Досліджувана тканина	2-а суміжна тканина
вовняна	вовняна	бавовняна
віскозна	бавовняна	бавовняна
віскозна	віскозна	бавовняна

Зразки опускали у пральний розчин, підігрітий до температури 30°C для вовняних та 40°C - для бавовняних та віскозних тканин. Такі температурні режими були обрані за рекомендаціями виробників.

Дослідження термостійкості забарвлень. Визначення стійкості забарвлень до прасування базується на дослідженні зміни колірних характеристик матеріалу після обробки сухою металеву поверхнею, нагрітою до певної температури, під тиском, протягом визначеного часу. Дослідження здійснювалося за стандартною загальноприйнятою методикою (ДСТУ ГОСТ ISO 105-P01:2004).

Прасування здійснювалося праскою, яка забезпечувала тиск 4 ± 1 кПа. Тривалість прасування складала 5, 10, 15, 20 і 25 с. Температура прасування становила для віскозної та шовкової тканини – $(110\pm 2)^\circ\text{C}$, вовняної – $(150\pm 2)^\circ\text{C}$, бавовняної – $(200\pm 2)^\circ\text{C}$.

Дослідження зміни колірних характеристик під дією різноманітних фізико-хімічних впливів.

Зміну забарвлення текстильного матеріалу під дією різноманітних чинників, які

можуть впливати на властивості готових виробів при експлуатації, ми розглядали як складний комплексний процес, а саме:

- деструкцію барвника (барвників);
- руйнування зв'язку барвник - волокно;
- деструкцію самого волокна.

Оцінювання зміни забарвлення до відповідної обробки та після неї здійснювали загальноприйнятими органолептичними та інструментальними методами [5-7]. Органолептичну (візуальну) оцінку стійкості забарвлень внаслідок модельованих умов експлуатації текстильного матеріалу (стійкість до дії світла та світлопогоди, мокрих обробок (прання, хімічна чистка), температури (прасування)) проводили експертним методом за стандартною методикою (відповідно до ДСТУ ГОСТ ISO 105-J03:2004), з використанням темної шкали сірих еталонів. Оцінку здійснювали шляхом порівняння опромінених зразків із вихідним зразком та прирівнювали отриманий контраст до однієї із шкал сірих еталонів, зразку присвоювали бал, що відповідав цій шкалі сірих еталонів. Якщо контраст не відповідав ні одному із суміжних контрастів темної шкали сірих еталонів, а знаходився приблизно посередині, зразку присвоювали суміжний бал (наприклад, 5-4). Якщо було помічено зміну відтінку або кольору, це відмічалось проставленням відповідних букв при бальній оцінці (Ж - пожовтіння, З – позеленіння, Ч – почервоніння, С - посиніння). Деколи спостерігалось не вицвітання кольору, а його поглиблення, потемніння, що відмічалось у оцінці (Т - потемніння). Думки експертів вважалися рівнозначними. Їх оцінки узагальнювались за допомогою відповідних статистичних методів.

Інструментальну оцінку світлостійкості текстильних матеріалів, пофарбованих натуральними барвниками, здійснювали за стандартною методикою за допомогою спектрофотокolorиметра “Пульсар” в діапазоні хвиль від 380 до 720 нм.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Для дослідження властивостей текстильних матеріалів, пофарбованих натуральними барвниками здійснено пофарбування вовняних та бавовняних тканин екстрактами лушпиння цибулі ріпчастої, кореня марени фарбувальної, тютюну.

2. Методи фарбування обґрунтовані та попередньо апробовані.

3. Для оцінки споживних властивостей текстильних матеріалів, пофарбованих натуральними барвниками, використовувалися наступні методи:

фізико-хімічні:

- метод спектрофотометрії з використання спектрофотокolorиметра «Пульсар» для ідентифікації забарвлень та оцінки зміни колірних характеристик пофарбованих взірців до і після різноманітних обробок;

- оцінка фізико-механічних та фізико-хімічних показників і якості оброблених тканин проводилася відповідно до діючих державних стандартів;

мікробіологічні:

- мікробіологічний (бактеріологічний) метод для дослідження біоцидності пофарбувань, отриманих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої;

кваліметричні:

- метод експертних оцінок (експертної групи) для ідентифікації забарвлень та оцінки зміни забарвлень тканин після різноманітних обробок, комплексної оцінки якості забарвлень;

- результати експериментів оброблені на ПК з використанням прикладних програм Excel 10, Curve Expert 1.3, Digital Photo Professional. Обробку отриманих експериментальних даних проводили за допомогою методів математичної статистики. Точність величин, виміряних інструментальними методами, приймалася відповідно паспортів вимірювальних приладів і результатів їх метрологічної повірки.

3. БЕЗПЕЧНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОБАРВНИКІВ

3.1. Екологічна безпечність текстильних матеріалів, пофарбованих екобарвниками

Оскільки екологічні характеристики більшості натуральних барвників малодосліджені, а сировинні запаси і перспективи використання їх в Україні є значними, дослідження екобезпеки більшості з них є актуальним на даному етапі.

У процесі фарбування в якості протравлювачів використовуються сполуки металів, в тому числі важких, тому необхідними є дослідження екологічних властивостей текстильних матеріалів, пофарбованих цими барвниками та протравлювачами для кожної окремої рецептури пофарбування. Лише тоді можна стверджувати, що такий матеріал відповідає нормативним вимогам щодо екологічності.

Досліджуючи екологічну безпечність вовняних тканин, пофарбованих натуральними барвниками ми ставили перед собою завдання визначити загальний вміст важких металів, а також окремо «рухому» та залишкову їх концентрацію.

В процесі фарбування ми використовували сполуки металів, обмеження концентрації яких для екологічного текстилю передбачена ЕКО-ТЕКС-100. Тому, щоб встановити, чи відповідають отримані пофарбування на вовняних тканинах цьому стандарту, необхідно було визначити вплив протравлювачів на зміну їх екологічності. Для визначення вмісту важких металів, дослідження було поділене на 2 цикли: 1) визначалися їх рухливі форми, які в процесі експлуатації можуть екстрагуватися із зафарбованого матеріалу; 2) встановлювався загальний залишковий вміст металу у пофарбованому матеріалі після видалення його рухливих форм.

Встановлено, що рухомі форми металів (особливо міді), присутні у всіх зразках досліджуваних тканин.

У нефарбованій тканині також присутній певний вміст Cu (13,5 мкг/кг). Тому, оцінюючи вплив протравлювання солями металів, необхідно робити поправку на те, що частина цього металу знаходилась у вовняному волокні ще до процесу фарбування. Причому це притаманне обом варіантам досліджуваних вовняних

тканин. Інші метали у досліджених зірцях виявлені тільки у вигляді слідів. Вміст рухомих форм міді у зразках вовняній костюмній тканині за результатами ААС наведений на рис. 3.1.

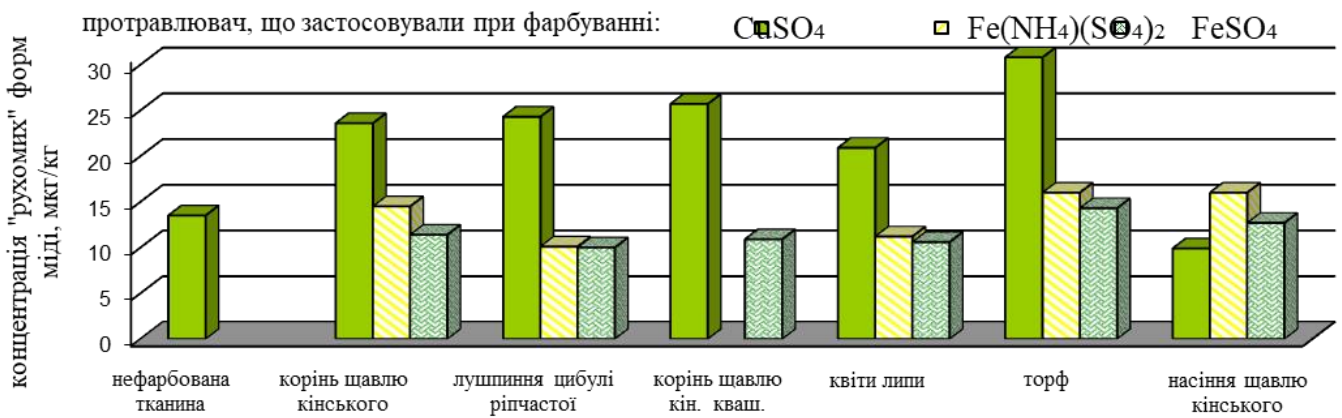


Рис. 3.1. Концентрація рухомих форм міді, у зразках вовняної тканини, пофарбованої екобарвниками

Встановлено, що для зразків вовняних тканин, при фарбуванні з одночасним протравленням CuSO_4 , порівняно із нефарбованою тканиною, концентрація мобільної форми міді зростає при використанні екстракту кореня шавлю кінського на 74,8% (без сквашування) та на 90,4% (зі сквашуванням), торфу – 128,1%, насіння шавлю кінського – 18,5%, цибулиння – 80,0%, квітів липи – 54,8%. Підвищення концентрації міді при фарбуванні екстрактом кореня шавлю кінського пояснюється застосуванням для протравлення підвищеної концентрації мідного купоросу.

При фарбуванні тканин з протравлюванням спостерігається, як правило, підвищення концентрації того металу, який міститься у протравлювачі, а разом з тим, незначне зниження кількості міді у пофарбованому зразку вовняних тканин, це можна пояснювати переходом частини цього металу з волокон у фарбувальний розчин у процесі фарбування.

Встановлено, що всі зразки вовняних тканин, показники екологічності яких досліджувалися, мають незначний вміст важких металів. Їх концентрація є дуже незначною (≈ 1000 і більше разів нижча, аніж встановлені стандартні обмеження), що забезпечує необхідні показники екологічної безпечності отриманих пофарбувань. Сумарна концентрація (рухомих і залишкових форм) важких металів,

які потрапляють у текстильний матеріал у процесі фарбування є також значно нижчою, порівняно з вимогами ЕКО-ТЕКС-100.

Таблиця 3.1

Вміст важких металів за результатами АЕС у зразках вовняних тканин, пофарбованих натуральними барвниками, мкг/кг абсолютно сухої тканини

Вовняна тканина, пофарбована екстрактом	Вид та концентрація протравлювача (% від маси тканини)	Елементи, що визначалися					% ЗОЛ И
		Cr	Fe	Ni	Cu	Pb	
лушпиння цибулі ріпчастої	Cu SO ₄ , 4%	1,3	2,3	1,0	3,2	сліди	3,2
	Fe(NH ₄)(SO ₄) ₂ , 4%	2,1	4,2	сліди	2,1	сліди	3,0
	Fe SO ₄ , 4%	0,9	4,4	сліди	2,2	сліди	3,1
лушпиння цибулі ріпчастої	Fe SO ₄ , 10%	сліди	4,7	сліди	2,5	сліди	3,2
	Cu SO ₄ , 5%	1,1	2,9	0,9	4,2	сліди	3,3
	K ₂ Cr ₂ O ₇ , 3%	2,7	1,8	1,4	2,7	сліди	3,4
вовняна костюмна тканина нефарбована		2,3	3,1	1,5	2,5	сліди	3,1
вовняна хусткова тканина нефарбована		0,8	2,0	сліди	2,3	сліди	2,7
обмеження ЕКО – ТЕКС – 100 (сумарна кількість) ^[1]		1000	-	1000	25000	200	-

Примітка: сліди – рівень елемента, близький до методичної похибки, < 0,4 мг/кг

Відповідність пофарбованих зразків вовняних тканин найжорсткішим вимогам ЕКО-ТЕКС-100 дозволяє припустити, що споживання та утилізація такого текстилю є досить безпечною. Щодо безпечності процесу фарбування та забруднення його відходами навколишнього середовища, то розглянена нами у даній роботі можливість рециклічного використання фарбувальних розчинів також може дозволити мінімізувати не тільки кількість поллютантів, які потрапляють у навколишнє середовище, але й зменшити споживання водних ресурсів, що є дуже вагомою перевагою такого способу фарбування.

3.2. Покращення властивостей текстильних матеріалів шляхом фарбування їх натуральними барвниками

У світі щороку зростають обсяги споживання текстильних матеріалів. Змінюються і модифікуються вимоги щодо їх асортименту, властивостей, розширюються сфери застосування. Особливо зростають вимоги щодо їх якості та безпечності [5]. Протягом останніх десятиріч активізувалася робота з вивчення біологічних властивостей текстилю. Дослідження цієї проблеми є гостроактуальним,

оскільки відомо, що змінюються не тільки матеріали, які людина споживає, але і мікроорганізми, які їх руйнують. Відомо також, що текстильний матеріал може певним чином впливати на інтенсивність розвитку окремих патогенних бактерій, тому надання бактерицидності сьогодні є одним із перспективних напрямів досліджень у текстильному виробництві [1, с.9]. Оскільки значна кількість натуральних барвників містять сполуки, які володіють бактерицидними властивостями, доцільним є вивчення біоцидності пофарбувань на їх основі, з метою вивчення можливості їх застосування для фарбування як спецодягу (наприклад медичного), так і текстильних матеріалів та виробів медичного призначення.

Деструктивна дія багатьох мікроорганізмів на текстильні матеріали, пофарбовані натуральними барвниками, а також їх вплив на життєдіяльність руйнуючих або патогенних бактерій досі є недостатньо вивченими, а тому у цій роботі нами були поставлено наступні завдання: 1) провести дослідження бактерицидних властивостей текстильних матеріалів різного волокнистого складу нефарбованих та пофарбованих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої з використання різноманітних протравлювачів; 2) вивчити вплив барвника, волокнистого складу тканин та протравлювачів на зміну їх бактерицидності.

Для дослідження протимікробних властивостей нами були взяті 5 зразків вовняної та 4 зразки бавовняної тканин, пофарбованих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої без протравлювачів та з одночасним і наступним протравленням різноманітними протравлювачами. Результати досліджень наведені у табл. 3.2.

Проведені дослідження свідчать, що вовняні та бавовняні тканини, пофарбовані екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої без протравлювачів, переважно мають пригнічуючий вплив на розвиток патогенних бактерій. Так, у відповідному середовищі на вовняній тканині, пофарбованій екстрактом цього барвника, розвиток патогенних бактерій (*S. aureus* 209-P (ATCC 6538-P) та *S. aureus* «Кунда») гальмується на 27,7 та 61,3% відповідно, порівняно із нефарбованим зразком.

Бактерицидна дія щодо розвитку синьогнійної та кишкової паличок цих тканин виявилась дещо слабшою - розвиток цих бактерій пригнічується лише на 11,6 та 10,8%, порівняно із контрольним зразком (рис. 3.2).

Оцінка протимікробної дії вовняних та бавовняних тканин, пофарбованих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої

№ п/п	Зразок	<i>S. aureus</i> 209-P (ATCC 3538-P)		<i>S. aureus</i> "Кунда"		<i>E. coli</i> "Вітовська"		<i>Ps. aeruginosa</i> 16	
		КУО/см ²	%, порівняно з контр. зразком	КУО/см ²	%, порівняно з контр. зразком	КУО/см ²	%, порівняно з контр. зразком	КУО/см ²	%, порівняно з контр. зразком
1	Без тканини	1013	-	1113	-	971	-	1197	-
2	вовняна тканина нефарбована (контр. зразок)	1057	100	991	100	1220	100,0	1252	100,0
3	вовняна тканина пофарбована екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої	764	72,3	384	38,7	1079	88,4	1117	89,2
4	те ж, з наступним протравленням $KAl(SO_4)_2$	0	0,0	76	7,7	769	63,0	1176	93,9
5	те ж, з наступним протравленням $K_2Cr_2O_7$	1076	101,8	1169	118,0	943	77,3	1133	90,5
6	те ж, з наступним протравленням $CuSO_4$	0	0,0	59	6,0	896	73,4	1093	87,3
7	те ж, з наступним протравленням $FeSO_4$	1013	95,8	1040	104,9	980	80,3	1172	93,6
8	бавовняна тканина нефарбована (контр. зразок)	1011	100,0	1056	100,0	942	100,0	1219	100,0
9	бавовняна тканина пофарбована екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої	0	0,0	0	0,0	860	91,3	1107	90,8
10	те ж, з одночасним протравленням $KAl(SO_4)_2$	473	46,8	551	52,2	761	80,8	1321	108,4
11	те ж, з одночасним протравленням $CuSO_4$	683	67,6	400	37,9	960	101,9	1076	88,3
12	те ж, з одночасним протравленням $Fe(NH_4)(SO_4)_2$	1073	106,1	364	34,5	891	94,6	1075	88,2

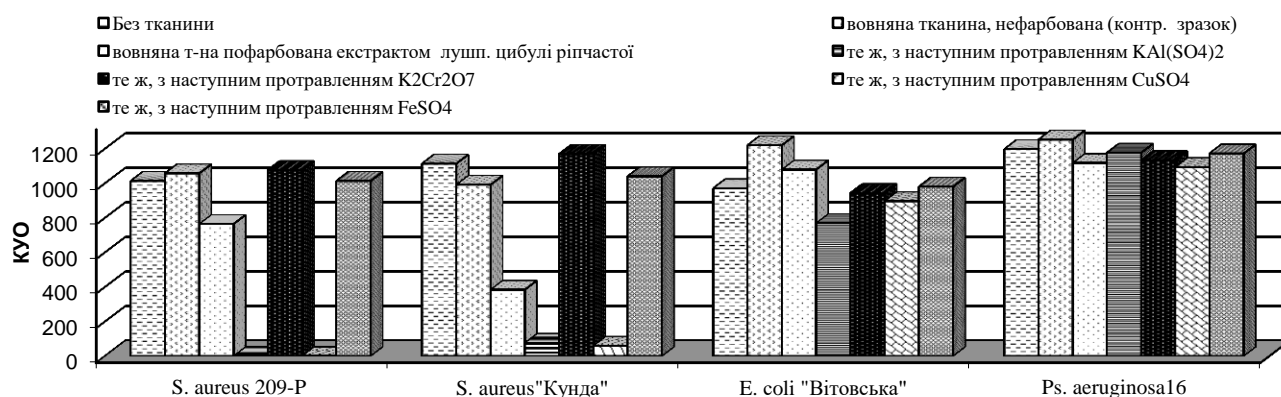


Рис. 3.2. Вплив забарвлення вовняних тканин, пофарбованих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої на динаміку розвитку умовно патогенний організмів

Розвиток золотистих стафілококів *S. aureus* 209-P (АТСС 6538-P) та *S. aureus* «Кунда» на пофарбованих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої бавовняних тканинах пригнічується повністю. Протимікробна дія цих тканин щодо умовно патогенних мікроорганізмів *E. coli* «Вітовська» та *Ps. aeruginosa* 16 є менш вираженою – виявлено пригнічення розвитку цих мікроорганізмів на 8,7 та 9,2%, порівняно із нефарбованою тканиною (рис. 3.3).

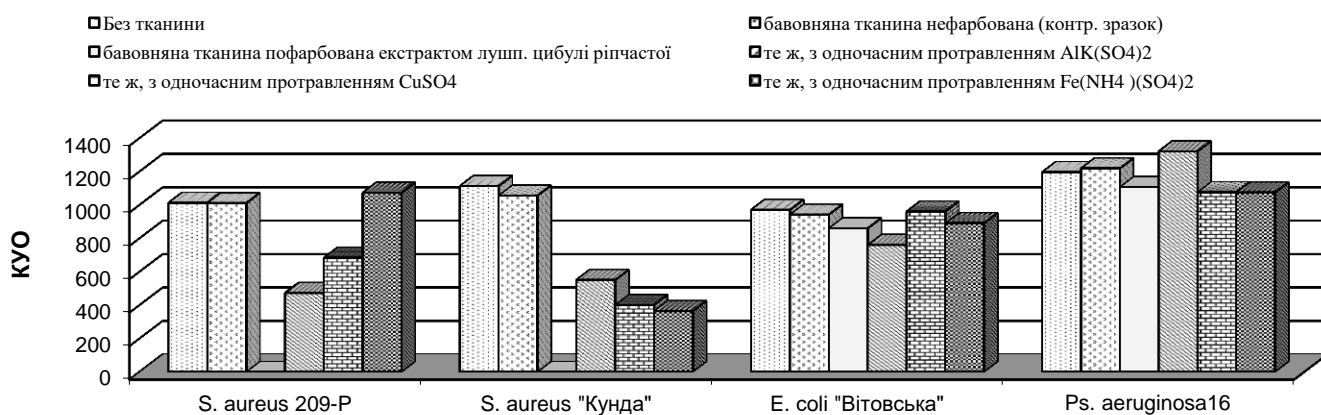


Рис. 3.3. Вплив забарвлення бавовняних тканин, пофарбованих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої на динаміку розвитку умовно патогенних мікроорганізмів

Встановлено, що антибактеріальна дія тканин, пофарбованих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої, значною мірою залежить від їх волокнистого складу, наявності протравлювача у процесі фарбування та його виду. Так, протравлення вовняних та бавовняних тканин біхроматом калію, залізоамонійними галунами та залізним купоросом слабо змінює протимікробні властивості таких пофарбувань.

Встановлено також, що розвиток бактерій *S. aureus* 209-P (АТСС 6538-P) на цих тканинах пригнічується на 53,2 та 22,4%, *S. aureus* «Кунда» на 47,8 та 62,1% відповідно. Розвиток *E. coli* «Вітовська» незначно знижується на бавовняній тканина, протравленій алюмінієвими галунами (на 19,2%) та *Ps. aeruginosa* 16 – при протравленні мідним купоросом (на 11,7%).

Антибактеріальна дія більшості досліджених вовняних та бавовняних тканин, пофарбованих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої, свідчить про те, що використання даного барвника надає ще одну позитивну споживну властивість текстильним матеріалам – бактерицидність.

4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОБАРВНИКІВ

4.1. Розрахунок економічної ефективності використання екобарвників

В сучасних умовах економічна ефективність впровадження тієї чи іншої інноваційної технології фарбування визначається не тільки зменшенням собівартості продукції. Адже нижча ціна ще не гарантує комерційного успіху від впровадження інновації у виробництво. Тому, економічну ефективність на сьогодні доцільно розглядати з точки зору:

- собівартості продукції;
- ринкової кон'юнктури (попиту, пропозиції, ціни на ринку);
- конкурентоспроможності;
- рентабельності.

Тому було оцінено економічну ефективність заготівлі і використання натуральних барвників. На сьогодні промислового, широкомасштабного і систематичного використання цього класу барвників для пофарбування текстильної продукції в Україні не існує.

Протягом останніх двох десятиліть активізувалася робота з вивчення властивостей пофарбувань, отриманих рослинними барвниками, які можна заготовляти в Україні [9]. Поширюється практика використання натуральних барвників невеликими творчими майстернями, осередками народних текстильних промислів, художниками.

Перспективність використання природних колорантів в Україні визначається в даний час сприятливою ринковою кон'юктурою: постійне зростання платоспроможного попиту на текстильні матеріали, пофарбовані даним класом барвників, перспективні можливості налагодити заготівлю та екстрагування рослинних барвників у промислових масштабах, цінову диверсифікацію безпечного і «звичайного» текстилю.

Зважаючи на те, що Україна має широку сировинну базу натуральних барвників, зокрема, фарбувальних рослин [33], актуальними є розробка та впровадження технологічних схем їх заготівлі та випуску у товарній формі саме для

текстильної промисловості України.

За результатами досліджень останніх років відомо, що в Україні поширено більше 130 рослин, які мають здатність зафарбовувати текстильні матеріали. Багато з них заготовлюються як лікарсько-технічна сировина. Порядок заготівлі фарбувальних рослин здійснюється відповідно до «Порядку заготівлі другорядних лісових матеріалів і здійснення побічних лісових користувань в лісах України». Основними заготівельними організаціями на сьогодні є система споживчої кооперації України, обласні лісові господарства та фармацевтичні концерни. У дод.М наведено перелік лікарсько-технічної сировини, яка заготовлюється у системі споживчої кооперації та динаміка обсягів заготівель лікарсько-технічної сировини по окремих регіонах України.

Криза заготівельної галузі останніх років призвела до того, що обсяги збору цієї сировини різко зменшилися. Причин цього є багато: це і скорочення площ лісових насаджень, зменшення кількості працездатного населення у сільській місцевості, відсутність заходів щодо відтворення природних ресурсів лікарсько-технічної сировини, занесення багатьох рослин до Червоної книги та інших причин, що обумовлюють обмежене використання або заборону використання таких рослин тощо. Вагомими причинами занепаду заготівельної галузі є значне зниження закупівельних цін на лікарсько-технічну сировину протягом останніх років, ліквідація багатьох заготівельних пунктів лікарсько-технічної сировини системи кооперації, медичних об'єднань, інтенсифікація використання інших, більш дорогих, видів лісових ресурсів. Протягом останніх років ліміти заготівель у деяких областях України не використовуються навіть наполовину, а за 2003-2005 рр. заготівля основних видів лікарсько-технічної сировини, яка може використовуватися у якості барвників, підприємствами Укоопспілки скоротилася більш, ніж удвічі: з 2849,9 ц у 2020 до 1322,3 ц у 2023 р.. Незважаючи на постійне зростання закупівельних цін, динаміка зміни обсягів заготівель має стійку тенденцію до зниження.

Протягом останніх 15 років значно зменшилися площі культивованих земель, запаси ресурсів багатьох видів некультивованих рослин значно збільшилися. У зв'язку з цим, заготівля багатьох поширених рослин в якості фарбувальної сировини представляє значний інтерес. Багато фарбувальних рослин не включені до переліків

рослинної сировини, яку можна заготовляти, а тому при налагодженні їх промислового збору необхідно додатково затверджувати обсяги їх заготівель і вносити до існуючих переліків та нормативів заготівлі дикоростучої сировини.

Собівартість барвника рослинного походження формується за рахунок затрат на його заготівлю та доведення його до товарного вигляду (сушіння, подрібнення, транспортування, упакування тощо).

Основну частку цих затрат складають затрати на заготівлю сировини. Заготівельна ціна визначається за наступною методикою:

$$Ц_i = C_i + t_i \times V_3 \times K \quad (4.1)$$

де $Ц_i$ – закупівельна ціна одиниці сировини i – го виду, грн.; C_i – матеріальні затрати на заготівлю (вирощування і заготівлю) одиниці сировини i – го виду, грн.; t_i – середній норматив затрат праці на заготівлю (вирощування і заготівлю) одиниці сировини i – го виду; V_3 – оплата праці у визначеному сільському господарстві грн. за 1 люд./день; K – коефіцієнт надбавки до оплати праці за виконання заготівельних процесів у віддалених районах або польових умовах, за виявлення природних запасів тощо ($K= 1,0;1,1;1,2;i$ т.д.)

Виходячи з того, що на сьогодні не існує єдиних загальнодержавних норм оплати праці, затрат на заготівлю одиниці сировини, ці показники визначаються кожним господарством зокрема. Відповідно і розрахунок економічної ефективності заготівлі рослинного барвника повинен проводитися по кожному окремому барвнику як відношення отриманого прибутку від реалізації одиниці сировини до затрат на заготівлю одиниці сировини. Збільшення або зменшення собівартості натурального барвника залежить від обсягів запасів фарбувальної сировини; сезонності та складності умов її заготівлі; продуктивності заготівлі; витрат фарбувальної сировини для пофарбування (концентрація барвних сполук у сировині).

Запаси фарбувальної рослинної сировини для виробництва фарбувальних екстрактів оцінюються поширеністю окремих видів рослин у різних регіонах, їх запасами на території України. Обсяги заготівель дикоростучої сировини контролюються певними інстанціями (Держуправління екології та природних ресурсів), які встановлюють ліміти заготівель на кожен вид рослин для окремих

заготівельних підприємств. А оскільки кількість дикоростучої сировини, яку можна заготовляти обмежується, одним із напрямків розвитку сільського господарства України може бути розробка та впровадження технологій культивування фарбувальних рослин, зокрема в регіонах, де ґрунти малопридатні для вирощування зернових та інших традиційних сільськогосподарських культур, наприклад у Карпатах.

Обсяги запасів дикоростучої рослинної сировини рекомендовано оцінювати методом модельних екземплярів, згідно з яким визначаються ареали поширення рослин, і на окремих з них (у визначених точках ареалу на певній площі) визначаються можливі експлуатаційні запаси кожного виду поширених тут рослин, результати яких проєктуються на усю досліджувану площу [8, с.32].

Протягом останніх років в Україні не ведеться систематизованого обліку щодо обсягів запасів рослинної дикоростучої сировини, її заготівель та переробки. Тому оцінити на сьогодні розміри сировинних запасів рослинних барвників є доволі складно.

Заготівля квітів рослин у період цвітіння, особливо з дерев, практично не зменшує їх біологічного запасу. Ресурси квітів липи, хаменерію вузьколистого в Україні також є значними, представляють економічний інтерес і можуть промислово заготовлятися [14]. Обсяги запасів лушпиння цибулі ріпчастої, відходів тютюну, кори яблуні лісової залежать від споживання або переробки вихідних ресурсів у відповідних галузях промисловості. Заготівля цих барвників є економічно доцільною, так як дозволяє використовувати відходи харчової, тютюнової та деревообробної промисловості, і, відповідно, дозволяє запроваджувати безвідходне виробництво і раціонально використовувати сировину.

Позитивним для рослинних барвників є поновлюваність сировинної бази рослин. Особливо це стосується наземних частин рослин, таких як листя, плоди, суцвіття, оплодні тощо, поновлення яких відбувається щорічно, а використання цієї сировини для виготовлення барвника не зменшує обсягів їх загальних ресурсів.

Запаси торфу оцінюються сумарними запасами цієї корисної копалини за окремими родовищами і становлять разом по Україні 2171,1 тис.т. [23].

Складність умов заготівлі визначає затрати праці та необхідність використання обладнання тощо. Так, для заготівлі наземних частин рослин (листя, суцвітть, плодів тощо) затрачається значно менше зусиль, ніж при збиранні коренів чи кори.

Необхідно враховувати також і *продуктивність заготівлі*. Якщо для заготівлі 1 кг свіжого кореня щавлю кінського необхідно затратити декілька хвилин, то для збирання такої ж кількості квітів липи чи хаменерію необхідно майже 1 год. Заготівля торфу може вестися сотнями кг протягом дня і є дуже продуктивною.

Сезонність визначає можливість заготівлі барвника у різні періоди року. Для більшості рослинних барвників заготівля у зимовий період не здійснюється. А збирання плодів, суцвіть взагалі обмежується періодами цвітіння, плодоношення. Тому при розрахунку економічної доцільності налагодження заготівлі такої сировини найбільш доцільно є сезонна зайнятість працівників.

При закупівлі натуральних барвників від населення передбачається, що матеріальні затрати на заготівлю здійснюються заготівельником (використовуються уже наявні в домогосподарстві лопати, мішки, сушарки тощо), а тому при розрахунку закупівельної ціни C_i не враховувалося.

Середній норматив затрат праці на заготівлю t_i розраховувався на 1 кг свіжої сировини. Робочий день визначався як 8 год., а оплата праці за 1 люд./год розраховувалася від 15000 грн. за 20 робочих днів на місяць.

Виходячи із розрахованих показників, найнижчою є собівартість заготівлі торфу – 0,12 грн. за 1 кг сировини, а найвищою – сушеного насіння щавлю кінського – 4,01 грн/кг.

Ефективність використання натуральних барвників з позицій екологічної економіки. Виходячи з позицій екологічної економіки, економічна ефективність визначається не лише економічним ефектом від виробництва барвника, але і від затрат на технологічний процес фарбування та утилізацію, з урахуванням шкоди, яку він може нанести людині та навколишньому середовищу.

Загальну собівартість барвника (виходячи з позицій екологічної економіки) можна найбільш загально описати формулою:

$$C_{\bar{b}i} = C_i + Y_i \quad (4.2)$$

де $C_{\bar{b}i}$ – загальна собівартість одиниці i -го барвника, грн.; C_i – собівартість заготівлі одиниці i -го барвника, грн.; Y_i – собівартість утилізації продуктів переробки одиниці текстильної продукції, пофарбованої барвником i -го виду, грн.

Треба зазначити, що продукти переробки більшості натуральних барвників та утилізаційні продукти не загрожують навколишньому середовищу, і, відповідно, не потребують затрат на процес очищення стічних вод та утилізацію пофарбованого текстильного матеріалу. Процес утилізації продуктів переробки для багатьох синтетичних барвників часто є значно дорожчим за виробництво самого барвника. Виходячи з формули 3.2, собівартість натуральних барвників з позиції екологічної економіки переважно є нижчою, за синтетичні аналоги. Тому застосування натуральних барвників у текстильній промисловості має не лише екологічне, але і економічне значення.

Економічно обґрунтованим є використання натуральних барвників творчими майстернями, комбінатами, осередками народних текстильних промислів, причому найбільш доцільним є використання фарбувальної сировини місцевого походження. Собівартість натурального барвника для невеликих текстильних підприємств дорівнює його заготівельній вартості. Для порівняння вартості натуральних барвників, порівняно із синтетичними аналогами, доцільно використовувати не його закупівельну ціну, а собівартість фарбування визначеної кількості текстильного матеріалу. У табл. 3.3 наведено розрахунок собівартості фарбування коренем та насінням шавлю кінського, лущинням цибулі ріпчастої, квітами липи та торфом без протравлювання та кислотним коричневим станом на червень-липень 2023 р.

Таблиця 4.1

Розрахунок собівартості вовняної килимової пряжі пофарбованої синтетичним та натуральними барвниками

Стаття собівартості пофарбованої вовняної пряжі	Барвник кислотний коричневий	Корінь шавлю кін. свіжого	Насіння шавлю кін. сушене	Лущиння цибулі ріпчастої	Квіти липи сушені	Торф сушений
вартість нефарбованої вовняної пряжі, грн.	15,90	15,90	15,90	15,90	15,90	15,90
закупівельна вартість 1 кг барвника, грн.	39,70	0,39	4,01	2,37	3,47	0,99
кількість фарбувальної сировини для пофарбування 1 кг пряжі, кг модуль ванни 1:30	0,06	4,2	0,3	0,75	0,9	1,2
собівартість барвника для пофарбування 1 кг пряжі, грн.	2,382	1,638	1,203	1,7775	3,123	1,188
собівартість утилізації фарбувального розчину для пофарбування 1 кг пряжі, грн.	0,803	-	-	-	-	-
собівартість 1 кг пофарбованої пряжі з урахуванням утилізації фарбувального розчину*	58,845	1,638	1,203	1,778	3,123	1,188

Можливість повторного використання фарбувального розчину		+	+	+	+	+	+
Економія собівартості фарбування 1 кг вовняної пряжі, порівняно із кислотним барвником	грн.	-	1,55	1,98	1,41	0,06	2,00
	%	-	48,6	62,2	44,2	2,0	62,7

При фарбуванні натуральними барвниками з використанням протравлювачів собівартість фарбування вовняної пряжі зростатиме. Варто зазначити, що навіть якщо закупівельна ціна природного барвника для пофарбування аналогічної кількості текстильного матеріалу є вищою, порівняно з кислотним барвником, то з урахуванням витрат на утилізацію фарбувального розчину останнього, собівартість фарбування натуральним колорантом є нижчою.

Проведені розрахунки дозволяють стверджувати, що використання натуральних барвників дозволяє значно економити на різниці собівартості пофарбувань, порівняно із синтетичними аналогами, а також отримувати екологічно безпечні, часто більш високоякісні забарвлення. Вагомим є й те, що застосування натуральних барвників спричинює мінімально негативний вплив на екологію, а тому має не тільки економічне, але й екологічне та соціальне значення.

Натуральні барвники, особливо рослинні, сировинна база яких є в Україні є значною, представляють інтерес для невеликих творчих майстерень, комбінатів, індивідуальних майстрів. Використання таких колорантів для пофарбування текстильних виробів має цілий ряд переваг:

- поновлюваність сировинної бази;
- великі запаси деяких видів фарбувальних рослин в Україні;
- окремі рослинні барвники можуть заготовлятися як відходи інших галузей виробництва (цибуління – відходи у харчовій промисловості, відходи тютюну – тютюнової, кора дерев – деревообробної тощо). Промислова заготівля деяких видів рослин-барвників може ефективним засобом боротьби із “забур’яненням” полів (кінський щавель, пирій);
- екологічність (екологічний процес не лише використання, а й виготовлення та утилізації більшості натуральних барвників);
- в Україні ще збереглася система заготівлі лікарсько-технічної сировини, а

тому рослинні барвники можна заготовляти через уже існуючі заготівельні структури, що дозволить зменшити затрати на створення інфраструктури заготівлі;

- багато рослин, що мають фарбувальні властивості, застосовуються як лікарські засоби, тому можна говорити про перспективність застосування текстильних матеріалів, пофарбованих цими барвниками з лікувально-профілактичною метою;

Загалом можна стверджувати, що заготівля і використання натуральних барвників в Україні, і зокрема, на Косівському художньо-виробничому комбінаті, дозволяє економити на пофарбуванні пряжі, а також має екологічний та соціальний ефект. Перспективним є налагодження заготівлі досліджуваних натуральних барвників невеликими підприємствами або фізичними особами, що дозволить не тільки диверсифікувати спеціалізацію підприємницької діяльності у сільській місцевості, але й більш раціонально використовувати наявні види сировинних ресурсів, таких як дикоростуча сировина в Україні.

4.2. Перспективні напрями фарбування екобарвниками

Впроваджуючи результати проведеної наукової роботи, нами були визначені основні її напрями, з огляду на світовий досвід вивчалася можливість систематичного використання та економічна ефективність застосування натуральних барвників при виробництві продукції народних текстильних промислів, зокрема традиційних килимових виробів Карпатського регіону (Косівський художньо-виробничий комбінат, м. Косів, Івано-Франківської обл.), а також ліжників (с. Яворів, Косівського р-ну, Івано-Франківської обл.), а також творчій роботі окремих художників.

Фарбування натуральними барвниками було запропоноване як елемент моделі зеленого туризму родині народних майстрів-ліжників Копильчуків, які проживають і працюють у с. Яворів, і з 1999 року в межах «Екологічного ракурсу» декілька разів на рік вони приймають туристів.

В результаті використання запропонованої моделі екотуризму значно збільшився потік туристів у с. Яворів, зросли обсяги реалізації ліжникової

продукції, заготовляється рослинна сировина для фарбування ліжникової пряжі.

Метою пленерів було відродження народного промислу, його оновлення та втілення інновацій у діяльність народних майстрів, а також запровадження фарбування натуральними барвниками ліжникової пряжі в межах осередків народних текстильних промислів [22].

У 2004 р. було запропоновано використовувати пофарбування екстрактами кореня та насіння щавлю кінського, торфу, квітів липи та хаменерію вузьколистого, лушпиння цибулі ріпчастої, кори яблуні лісової для пофарбування вовняної килимової пряжі при виробництві килимових виробів. Було розраховано собівартість фарбування натуральними барвниками та обґрунтовано доцільність їх застосування, розроблено маркетингову стратегію збуту готової продукції.

Внаслідок цього, за рахунок використання запропонованих барвників було знижено собівартість виробництва продукції, зокрема пофарбування пряжі, від 2 до 62,2%. Також відбулося значне зростання попиту на килими, пофарбовані натуральними барвниками, внаслідок чого за 2005-2006 рр. зросли обсяги продаж килимів у 2,5 рази, порівняно із продукцією, пофарбованою синтетичними колорантами, за аналогічний період. Пофарбування натуральними барвниками килимових виробів дало змогу значно підвищити їх конкурентоспроможність, оскільки такою продукцією зацікавилися представники спеціалізованих мереж реалізації килимових виробів та споживачі. Якщо досі продукцію, пофарбовану синтетичними аналогами, практично не приймали для реалізації у фірмові магазини, оскільки вони не витримували конкуренції зі закордонними аналогами, то килими, пофарбовані натуральними барвниками і виготовленні за авторськими проектами, користуються значним попитом і можуть конкурувати із імпортною продукцією.

Запровадження фарбування натуральними барвниками дало змогу також підвищити рентабельність виробництва і реалізації килимових виробів. Здебільшого, знижуючи собівартість за рахунок використання фарбувальної сировини місцевого виробництва, реалізація килимових виробів, пофарбованих натуральними барвниками, здійснювалася за цінами на 10-15 % вищими, ніж аналогічних, колорованих синтетичними аналогами. У табл. 3.4. наведені дані щодо обсягів та рентабельності виробництва і реалізації килимових виробів.

Таблиця 3.4

Обсяги та рентабельність виробництва і реалізації килимових виробів

№ п/п	Назва показника	2022 р.	2023 р.	Зміна(+/-) 2023 р. до 2022 р., %
1.	Обсяги виробництва килимової продукції, м ² у т.ч	739	986	33,4
1.1	пофарбованої синтетичними барвниками	554	587	6,0
1.2	пофарбованої натуральними барвниками	185	399	115,7
2.	Середня собівартість виробництва 1 м ² килима, грн.	146,29	149,27	2,0
2.1	пофарбованої синтетичними барвниками	147,36	151,63	2,9
2.2	пофарбованої натуральними барвниками	143,07	145,80	1,9
3.	Середня продажна ціна 1 м ² килимової продукції, грн.	178,52	183,87	3,0
3.1	пофарбованої синтетичними барвниками	175,24	178,45	1,8
3.2	пофарбованої натуральними барвниками	184,33	191,85	4,1
4.	Обсяги реалізації килимової продукції, грн.	131184,01	181298,30	38,2
4.1	пофарбованої синтетичними барвниками	97082,96	104750,15	7,9
4.2	пофарбованої натуральними барвниками	34101,05	76548,15	124,5
5.	Отриманий прибуток за рахунок реалізації килимової продукції, грн.	23078,62	34118,06	47,8
5.1	пофарбованої синтетичними барвниками	15445,52	15743,34	1,9
5.2	пофарбованої натуральними барвниками	7633,1	18374,72	140,7
6.	Рентабельність виробництва і реалізації 1 м ² килимової продукції, %	17,6	18,8	1,2
6.1	пофарбованої синтетичними барвниками	15,9	15,0	-0,9
6.2	пофарбованої натуральними барвниками	22,4	24,0	1,6

За 2023 р., порівняно із 2022 р. обсяги виробництва килимових виробів на умовному підприємстві зросли на 33,4 %, причому фарбованих синтетичними барвниками лише на 6,0 %, а натуральними більш ніж вдвічі – на 115,7%.

Собівартість виробництва килимової продукції збільшилася загалом на 2,0%, в тому числі за рахунок збільшення собівартості килимів, фарбованих кислотними барвниками – на 2,9%, а натуральними – на 1,9%, що свідчить про те, що

використання натуральної фарбувальної сировини місцевого виробництва дозволяє зменшити вплив інфляції на собівартість фарбування вовняної килимової пряжі.

Загальний обсяг реалізації килимової продукції у 2020 р. становив 131,2 тис. грн., а у 2023 р. зріс на 50,1 тис. грн., причому, в основному за рахунок збільшення обсягів продаж килимів, пофарбованих натуральними барвниками – на 42,4 тис. грн. Зростання обсягів продаж супроводжувалося зростанням прибутків. Якщо загалом за 2023 р. прибутки зросли на 47,8 %, то це відбулося в основному за рахунок прибутковості килимів, виготовлених з пряжі, фарбованої натуральними барвниками, прибуток від реалізації яких зріс у 2021 р., порівняно із 2023 на 140,7%, натомість пофарбованих синтетичними аналогами – лише на 1,9%. Виробництво килимів на Косівському художньо-виробничому комбінаті у 2022 та 2023 рр. було рентабельним, коефіцієнт рентабельності становив 16,6 та 18,8 % відповідно. Причому більш економічно вигідним було виробництво і реалізація килимових виробів, пофарбованих природними колорантами. Сприятлива ринкова кон'юнктура дозволила збільшити дохідність від реалізації пофарбованих натуральними барвниками килимів з 22,4 до 24,0%, натомість пофарбованих кислотними барвниками вона знизилася на 0,9 %.

Загалом, застосування запропонованих способів фарбування на Косівському художньо-виробничому комбінаті дозволило підприємству розширити сегмент споживачів та збільшити економічну ефективність його діяльності. Економічний ефект від впровадження фарбування натуральними барвниками на прикладі килимових виробів виробництва Косівського художньо-виробничого комбінату за рахунок зниження собівартості фарбування та підвищення якості виробів в розрахунку на 1000 м² складає 13,4 тис. грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що протягом останніх років вивчення властивостей, виробництво та використання натуральних колорантів для текстильних матеріалів і виробів різного призначення активізувалося у всьому світі з огляду на широку сировинну базу, її поновлюваність, високі споживні характеристики отриманих забарвлень та екологічність усього ланцюга життєвого циклу текстилю, пофарбованого цим видом барвників.

2. В Україні є широка база натуральних колорантів, однак, більшість з них є малодослідженими, що актуалізує вивчення перспективних можливостей використання натуральних барвників та розробку рецептурно-технологічних параметрів процесу фарбування текстильних матеріалів.

3. Внаслідок проведення пробних фарбувань та оцінки вітчизняної сировинної бази натуральних колорантів підібрано асортимент барвників, поширених у природі або для яких існують перспективи промислового культивування, комплексних товарознавчих оцінок пофарбувань якими досі не здійснено.

4. Доведена можливість використання для фарбування текстильних матеріалів наступних видів натуральних барвників: лушпиння цибулі ріпчастої, кореня марени фарбувальної, відходів тютюну.

5. Обрано оптимальні рецептурно-технологічні режими фарбування названими барвниками текстильних матеріалів з білкових та целюлозних волокон, які дозволяють отримати якісні забарвлення з високими експлуатаційними властивостями.

6. Досліджено, що для кожного барвника концентрація фарбувальної сировини при виготовленні фарбувальних розчинів, підбір виду протравлювачів та способів їх нанесення повинен здійснюватися індивідуально, також доведено доцільність повторного застосування фарбувальних розчинів.

7. Рекомендовано розроблені технології фарбування впроваджувати у текстильне виробництво, а також для ширшого використання на підприємствах

народних текстильних промислів та в діяльності індивідуальних творчих майстерень художників.

8. Ідентифікація забарвлень показала, що досліджувані барвники дають змогу отримати на текстильних матеріалах широкий спектр коричневих, коричнево-зелених, жовтих, золотистих, оранжевих, теракотових, червонувато-коричневих, охристих, чорно-коричневих кольорів та ін. відтінків, які переважно дуже добре узгоджуються, гармонують між собою.

9. Виявлено, що натуральні барвники, складаються з цілого спектру фарбуючих речовин, які закріплюються на текстильному матеріалі, а тому отримане забарвлення часто не має чітко вираженого єдиного тону, відтінку, утворюючи складний колір.

10. Встановлено, що досліджені натуральні барвники забезпечують високу світлостійкість, термостійкість та стійкість до хімічного чищення забарвлень, і мають дещо нижчу стійкість тільки до прання.

11. Встановлено, що текстильні матеріали, пофарбовані природними колорантами характеризуються високою екологічністю. Особливо цінним є те, що досліджувані зразки, зокрема пофарбовані екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої, суттєво гальмують розвиток патогенних мікроорганізмів і повністю відповідають вимогам міжнародного екологічного стандарту ЕКО-ТЕКС-100.

12. На підставі проведеної оцінки якості килимових виробів розроблено економічний ефект за рахунок зниження собівартості фарбування та підвищення якості виробів, який в розрахунку на 1000 м² складає 16,9 тис.грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мельник Є.О. Екологічна економіка / Мельник Є.О. – К.: Університетська книга, 2002. – 346 с.
2. Holme J. Natural dyes for industrial production / Jan Holme // International dyer. – 2008. – January. – P.8-10.
3. Семак Б.Б. Вітчизняний ринок екотекстилю : теорія і практика формування [Текст] / Б.Б. Семак // Економіка та держава . – 2011 . – №3 . – С.68-70.
4. Никорак О.І. Українська народна тканина ХІХ – ХХ ст. Типологія, локалізація. Художні особливості. Ч.1. Інтер'єрні тканини / Олена Іванівна Никорак. – Львів: Українські технології, – 2004. – 583 с.
5. Семак Б.Б. Застосування відварів кори дуба та жостеру для фарбування текстильних матеріалів / Б.Б. Семак // Легка промисловість. – 1998. – № 2.– с.18.
6. Державний реєстр сортів і рослин, придатних для поширення в Україні у 2006 р. – К.: Алефа, 2006. – 229 с.
7. Семак Б.Б. Використання рослинної технічної сировини – ефективний засіб формування вітчизняного сегменту ринку екологічнобезпечного текстилю / Б.Б.Семак // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2010. – №1(16). – С.99-102.
8. Roshan P. Dyeing of Wool Using a Novel Natural Dye / Paul Roshan, M.D Teli. // International dyer. – 2008. – January. – P.27-30.
9. Bechtold T. Extraction of natural dyes for textile dyeing from coloured plant wastes released from the food and beverage industry / T.Bechtold, R.Mussak, A.Mahmud-Ali, E.Ganglberger, S.Geissler – Brussel: API, – 2005. – 124 p.
10. Harborne J.V. Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plant analysis / Jeffrey V. Harborne. – Springer, 2008. – 302 p..
11. Глубіш П.А. Перспектива розвитку сировинно-енергетичної бази для виробництва текстильних матеріалів / П.А.Глубіш // Вісник КНУТД . – 2005. – №2. - Легка промисловість. – С.95-105.

- 12.Добровольська А.В. Оцінка перспектив використання природних барвників для надання комплексу споживчих властивостей текстильним матеріалам / А.В. Добровольська, О.П. Сумська // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – №6. – С. 209 - 213.
- 13.Супрун Н.П. Використання екологічних текстильних матеріалів в комплектах для оздоровчо-лікувальних процедур / Н.П.Супрун, М.А Мархай., М.В.Харьковска // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Даля. – 2011. – № 1. – С. 28-33.
- 14.Kizil S. Determination of some Agronomical and Dieing Properties of Dyer's Chamomile(Anthemis Tinctorial) / S.Kizil, N.Kayabasi, N. Arslan // Journal of Central European Agriculture [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/textile-articles-analysis.asp>
- 15.Пугачевський Г.Ф. Товарознавство непродовольчих товарів. Текстильне товарознавство. Ч. 1. / Г.Ф.Пугачевський, Б.Д. Семак. . – К.: НМЦ «Укоопосвіта», 1999. – 596 с.
- 16.Дрегуляс Е.П. Будова та основні хіміко- фізичні властивості текстильних волокон і ниток : Навч. посіб./ Е.П.Доегуляс. – К.: КНУТД, 2007. – 98 с.
- 17.ДСТУ ISO 105-C06:2009 Матеріали текстильні. Визначення тривкості фарбовання. Частина C06. Метод визначення тривкості фарбовання до прання в домашніх умовах і пральнях (ISO 105-C06:1994, IDT)
- 18.ДСТУ ISO 4535:2005 Посуд зі склоподібним та фарфоровим емалевим покритвом. Прилад для визначення тривкості щодо гарячих мийних розчинів, використовуваних для прання текстильних виробів (ISO 4535:1983, IDT).
- 19.ДСТУ ISO 105-F: 2003. Матеріали текстильні. Випробовування стійкості забарвлення. Частина F. Стандартні суміжні тканини (ISO 105/F-1985, IDT). К.: Держстандарт України. – 2004. – 6 с.
- 20.ДСТУ ГОСТ ISO 105-P01:2004 Текстильні матеріали. Визначення стійкості фарбовання. Частина P01. Метод визначення стійкості фарбовання проти дії сухого тепла (виключаючи прасування) (ГОСТ ИСО 105-P01-2002, IDT)

21. ДСТУ ГОСТ ИСО 105-J03:2004 . Текстильні матеріали. Визначення стійкості фарбовання. Частина J03. Метод розрахунку кольорових відмінностей (ГОСТ ИСО 105-J03-2002, IDT)
22. ДСТУ ISO 105-A02:2005 Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина A02. Сіра шкала для оцінювання зміни кольору (ISO 105-A02:1993, IDT)
23. ДСТУ ISO 105-A03:2005 Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина A03. Сіра шкала для оцінювання фарбовання (ISO 105-A03:1993, IDT)
24. Мичко А.А. Методичні основи оцінки надійності матеріалів для спеціального одягу [Текст] : монографія / Дейнека І.Г., Мичко А.А. ; Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. - Луганськ : [Вид-во СНУ ім. В. Даля], 2009. - 120 с.
25. Семак Б.Д. Проблема атмосферостійкості текстильних матеріалів і виробів / І.С.Галик, Б.Б.Семак, Б.Д. Семак // Проблеми лёгкой и текстильной промышленности Украины. – 2003. – № 1(7). – С.30-33.
26. ДСТУ 4067-2002. Матеріали текстильні. Метод оцінювання стійкості забарвлення засобами вимірювальної техніки. Визначення стандартної насиченості кольору (ISO 105-A06:1995, NEQ). – К.: Держстандарт України, 2002. – 16 с.
27. Разуваев А.В. Стандарт Экотекс -100 и биоцидная отделка текстильных материалов / Стандарт Экотекс -100 и биоцидная отделка текстильных материалов / Андрей Валерьевич Разуваев // Рынок легкой промышленности. – 2009. – №68. – С. 23-27.
28. Галик І.С. Екологічна безпека та біостійкість текстильних матеріалів: Монографія / І.С.Галик, О.Б.Концевич, Б.Д.Семак – Львів: в-тво ЛКА, 2006. – 232 с.
29. Основи екології: навколишнє середовище і техногенний вплив. Підручник / Скоробагатий Я.П., Ощиповський В.В., Василечко В.О., Кусковець С.Л. – Львів: Львівська комерційна академія, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львівський національний університет ім. І.Франка, Новий Світ-

2000, 2008. – 222 с.

- 30.Семак Б.Б. Наукові засади формування ринку рослинної технічної сировини та його окремих сегментів в Україні : Монографія / Богдан Богданович Семак. - Львів: в-тво ЛКА, 2007. – 512 с.
- 31.Державний комітет статистики України. Статистична інформація. Посівні площі основних сільськогосподарських культур (1990-2007 рр.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2006/sg/sg_rik/sg_u/rosl_u.html
- 32.Семак Б.Б. Експертна оцінка банку даних, необхідних для формування ринку рослинних барвників в Україні / Б.Б.Семак // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. – 2006. – №1(11). – С.74-79.
- 33.ДСТУ ГОСТ ИСО 105-A01:2004 Текстильні матеріали. Визначення стійкості фарбовання. Частина А01. Загальні вимоги до проведення випробувань (ГОСТ ИСО 105-A01-2002, IDT)
- 34.ДСТУ ISO 105-A02:2005 Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина А02. Сіра шкала для оцінювання зміни кольору (ISO 105-A02:1993, IDT)
- 35.ДСТУ ISO 105-A03:2005 Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина А03. Сіра шкала для оцінювання фарбовання (ISO 105-A03:1993, IDT)
- 36.Мичко А.А. Методичні основи оцінки надійності матеріалів для спеціального одягу [Текст] : монографія / Дейнека І.Г., Мичко А.А. ; Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. - Луганськ : [Вид-во СНУ ім. В. Даля], 2009. - 120 с.
- 37.Семак Б.Д. Проблема атмосферостійкості текстильних матеріалів і виробів / І.С.Галик, Б.Б.Семак, Б.Д. Семак // Проблеми легкой і текстильної промисловості України. – 2003. – № 1(7). – С.30-33.
- 38.ДСТУ 4067-2002. Матеріали текстильні. Метод оцінювання стійкості забарвлення засобами вимірювальної техніки. Визначення стандартної насиченості кольору(ISO 105-A06:1995, NEQ). – К.: Держстандарт України, 2002. – 16 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Характеристика методів дослідження

Методи ідентифікації забарвлень пофарбованих тканин

Багато рослин на території України відомі як фарбувальні, але часто рецептури пофарбування цими барвниками втрачені, а колір, який можна отримати, використовуючи дану сировину для фарбування текстильних матеріалів, визначений нечітко або невідомий взагалі. Ідентифікацію забарвлень текстильних матеріалів, пофарбованих натуральними барвниками проводити значно складніше, ніж синтетичних барвників [62]. Основними причинами складності органолептичної ідентифікації забарвлень, отриманих натуральними барвниками на текстильних матеріалах є :

– хімічний склад натуральних барвників є багатокomпонентним і колір на текстильному матеріалі утворюють одночасно кілька барвних сполук, співвідношення яких може бути різним навіть в межах одного виду і підвиду рослин. У значній мірі хімічний склад барвників, які присутні у рослинах залежить від хімічного складу ґрунтів, де вони поширені або вирощені [155]. Навіть при однакових рецептурах фарбування можна отримувати різні відтінки пофарбованого одного і того ж текстильного матеріалу [154];

– кольори, отримані пофарбуванням текстильних матеріалів натуральними барвниками, є “поліфонічними”, складними, а тому при візуальній ідентифікації думки оцінювачів щодо кольору і відтінку одного і того ж зразка можуть значно відрізнятися;

– концентрація барвних речовин змінюється у фарбувальних рослин протягом року, тому інтенсивність забарвлення, отримана одним і тим же рослинним барвником, може бути різною залежно від періоду заготівлі сировини [69; 121];

– незначна зміна в рецептурі фарбування може призводити до зміни не лише відтінку, але й кольору отриманого пофарбування. Тому при фарбуванні великих партій текстильних матеріалів необхідно здійснювати пробні пофарбування та

ідентифікувати забарвлення, яке можна отримати за визначеною рецептурою фарбування та даною партією фарбувальної сировини.

Хоча для багатьох натуральних барвників основний колір та спектр відтінків, які можна отримати пофарбуванням текстильних матеріалів не змінюється у широких межах, а тому може бути прогнозованим, окремі дослідники розробили методики прогнозування кольору пофарбувань, які можна отримати натуральними барвниками на текстильних матеріалах за хімічним складом фарбувального розчину, що значно спрощує їх застосування, але може використовуватися лише для тих натуральних барвників, хімічний склад барвних сполук яких достатньо вивченим [157].

Ідентифікацію забарвлень, отриманих на пофарбованих вовняних, шовкових, бавовняних та віскозних тканинах екстрактами кореня щавлю кінського, лушпиння цибулі ріпчастої, квітів липи, торфу, квітів хаменерію вузьколистого, кори яблуні лісової, відходів тютюну, проводили двома способами: органолептичним та інструментальним [1].

Перед ідентифікацією забарвлень та дослідженням їх споживних властивостей досліджувані зразки кондиціонували протягом 16 год. в однакових стандартних умовах. Випробовування проводили одразу після їх виїмання з кондиційної камери.

Органолептичну ідентифікацію отриманих пофарбувань проводили загально-прийнятими візуальним експертним методом (з використанням атласу кольорів) [11]. Група експертів (30 осіб), сформована із викладачів та студентів, з відповідною фаховою підготовкою, проводили незалежну ідентифікацію отриманих забарвлень, порівнюючи отриманий колір з кольором у атласі кольорів, що найбільш подібний до забарвлення на текстильному матеріалі. Кожним екпертом визначався шестизначний код забарвлення кожного зразка у атласі кольорів, після чого висновки експертів були узагальнені з використанням відповідних статистичних методів [127, с.31-33].

Інструментальний метод передбачав ідентифікацію отриманих забарвлень за допомогою спектрофотоколориметра “Пульсар”. Для інструментальної ідентифікації забарвлень на текстильному матеріалі визначали координати координати кольору (X,Y,Z), колірності (x,y), яскравість (V), світлоту (L), насиченість (S), кольоровий тон (T).

Частина забарвлень, отриманих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої, була ідентифікована за допомогою моделей кольору HSL та RGB.

Колір текстильного матеріалу – це психічне відчуття людини, спричинене дією на органи зору потоку енергії у вигляді електромагнітних коливань оптичного діапазону (400–700 нм), розсіяних, відбитих та перевипромінених об'єктом. Внаслідок дії експлуатаційних чинників, пофарбовані текстильні матеріали можуть змінювати свій колір. Інтенсивність цієї зміни залежить від багатьох факторів: хімічна структура і вид барвника, методика фарбування, вид текстильного матеріалу, інтенсивності впливу різноманітних факторів тощо.

Зміна кольору, що відбувається з тканиною, може бути оцінена через зміну відповідних показників або характеристик кольору. Існують різні колірні простори та колірні моделі для ідентифікації кольорів (способи представлення кольору через окремі складові): RGB, CMYK, HSL, HSV тощо. Окремі складові кольору є фізичними величинами, а значить можуть бути виміряти їх числові значення.

Структура кольору. Для ідентифікації кольору у системі HSL колір доцільно розкласти на дві складові: хроматичну (чистий колір) і ахроматичну (сірий колір). Хроматична складова характеризується двома параметрами: яскравістю I_i і еквівалентною довжиною хвилі λ ; ахроматична має один параметр: яскравість I_{gr} . За критичне значення діапазону зміни яскравостей приймають таке значення яскравості, при якому відбувається зміна хроматичності: поряд з хроматичною складовою, з'являється ахроматична складова, а ахроматичною – хроматична.

Динамічний діапазон яскравостей умовно відображають за допомогою двох шкал: від 0 до 1 або від 0 до 255. Еквівалентна довжина хвилі чистого кольору – це довжина хвилі такого монохроматичного випромінювання, яке спричиняє таке ж відчуття, як даний чистий колір.

Загальна яскравість кольору I складається із суми яскравостей чистого I_i і сірого I_{gr} кольорів. Відносна яскравість чистого кольору $S = I_i / I$ називається насиченістю. Яскравість кольору з еквівалентною довжиною хвилі λ і насиченістю S описується математичною залежністю:

$$I(\lambda, S) = I_i + I_{gr}. \quad (1)$$

Методика дослідження. Зразки тканини фотографувались цифровою камерою OLYMPUS C-770 з використанням еталонних стандартів кольорів. Цифрові фотографії вводились у ПК, за допомогою відповідного програмного забезпечення обчислювались значення кольориметричних параметрів. Для досліджуваних зразків пофарбованої тканини визначалися наступні характеристики кольору:

- еквівалентні довжини хвиль кольору;
- червона, зелена та синя складові кольору (графіки RGB);
- «чистий» (pure colour) колір зразка;
- яскравість і насиченість чистого кольору;

яскравість та вміст сірого (ахроматичного) кольору.

ДОДАТОК Б

Методика дослідження споживних властивостей забарвлень текстильних матеріалів, отриманих натуральними барвниками

Вивчаючи можливість використання натуральних барвників для пофарбування текстильних матеріалів, необхідно підходити комплексно до оцінки їх споживних властивостей. На сьогодні практично відсутні відомості про окремі показники, так і комплексної оцінки якості пофарбувань, отриманих досліджуваними натуральними барвниками на текстильних матеріалах. Тому, у цьому дослідженні були визначені наступні завдання:

1. визначити вплив на споживні властивості досліджуваних пофарбувань: методів і режимів фарбування; волокнистого складу текстильних матеріалів, виду барвника, протравлювача та способу протравлення на колірні характеристики отриманих пофарбувань; різноманітних експлуатаційних чинників (світла та світлопогоди, хімічної чистки, прання, прасування) на зміну колірних характеристик забарвлень;
2. встановити залежність між будовою волокна, барвників і стійкістю отриманих пофарбувань до дії різноманітних експлуатаційних чинників;
3. дослідити біоцидність та екологічну безпечність досліджуваних матеріалів;
4. дати комплексну оцінку якості отриманих пофарбувань.

Дослідження стійкості забарвлень до дії світлопогоди. Стійкість пофарбувань до дії світлопогоди, отриманих натуральними барвниками на текстильних матеріалах, проводили відповідно до ДСТУ ISO 105-B03:2009.

за наступною методикою: зразки, пофарбовані за запропонованими методиками, розміром 40x40 см закріплювалися на відбіленому лляному нефарбованому полотні, розміром 220x220 см, яке фіксувалося на дерев'яних рамах. Рами встановлювалися на даху будинку під кутом 45° до горизонту у м.Львові. Інсоляцію зразків проводили тільки у безхмарні дні з 8.00 до 18.00 у кінці травня-серпні 2004 року. Через кожні 75 год. інсоляції зі зразків відрізали частину, яку поміщали у паперовий нефарбований конверт відповідного розміру для оцінки зміни

світлостійкості та механічних характеристик пофарбованих тканин. Загальна тривалість опромінення становила 375 год. Після закінчення інсоляції, опромінені взірці порівнювалися з еталоном, який не піддавався дії світлопогоди.

Визначення стійкості забарвлень до штучного опромінення. Світлостійкість пофарбованих натуральними барвниками текстильних матеріалів проводили моделюванням умов експлуатації на приладі штучної світлопогоди марки ИП – 3 з періодами опромінення 25, 50, 75 та 100 год. відповідно до ДСТУ ISO 105-B02:2009 за загальноприйнятою методикою.

Дослідження стійкості до хімічткки. Вивчаючи стійкість до хімічної чистки текстильних матеріалів, пофарбованих натуральними барвниками, ми обмежувалися дослідженням зміни забарвлення у процесі хімічного чищення, а також впливу тих чинників, які певною мірою моделюють процес хімічного чищення в реальних умовах.

Чищення тетрахлоретиленом проводилася у поєднанні із механічною дією (перемішування взірців за допомогою спеціального пристрою), а також періодичним впливом підвищеної температури. Для вовняних та шовкових тканин основні параметри хімічної чистки відповідали м'якому режиму чищення, а для бавовняних та віскозних – нормальному (табл. Б.1.)

Таблиця Б.1

Параметри проведення хімічного чищення

Вид тканини	Режим	Температура розчинника, °С	Тривалість обробляння за циклами, хв.				сушіння	
			прання	проміжне віджимання	полоскання	заключене віджимання	температура, °С	час, хв.
бавовняна, віскозна	нормальний	30±3	15	2	5	3	60±3	20
вовняна, шовкова	м'який	30±3	10	2	3	2	50±3	20

Методика дослідження біоцидності пофарбованих тканин

Останнім часом дуже актуальним стало надавати текстильних виробам нових корисних властивостей, зокрема бактерицидності. Оскільки більшість натуральних

барвників містять сполуки, які здатні пригнічувати розвиток патогенних організмів, нами було досліджено біоцидність пофарбувань, отриманих екстрактом лушпиння цибулі ріпчастої на вовняній та бавовняній тканинах. Державною Фармакопеею України передбачені методики дослідження бактерицидності, які були використані у цій роботі. Однак, у зв'язку з тим, що мікроорганізми в сучасних умовах швидко мутують і змінюються, стандартні штами, вказані у стандартних методиках на сьогодні зустрічаються дуже рідко у лікарській практиці. Тому замість передбачених стандартних штамів бактерій, нами були використані музейні та колекційні штами умовно патогенних бактерій, які зустрічаються значно частіше.

Для оцінки антибактеріальної активності досліджуваних зразків нами використано штами умовно патогенних для людини бактерій колекційного і клінічного походження: музейний штам стафілокока *Staphylococcus aureus* 209-P (АТСС 6538P) із колекції ДІСК ім. Л.О.Тарасевича (Москва), а також клінічні штами метіцилінорезистентного *S. aureus* «Кунда», кишкової палички *Escherichia coli* «Вітовська» і синьогнійної палички *Pseudomonas aeruginosa* 16. Чутливість до антибіотиків мікроорганізмів, використаних у даній роботі досліджена за загальноприйнятою методикою.

Із кожної тканини попередньо готували зразок розміром 5,0×5,0 см, який поміщали на дно стерильної чашки Петрі. Із добових агарових культур тест-штамів за оптичним стандартом мутності виготовляли вихідні суспензії мікроорганізмів у фізіологічному розчині із вмістом мікробних клітин 10^9 КУО(колонієутворюючих одиниць)/мл. Шляхом десятикратних серійних розведень з них виготовляли робочі суспензії з кінцевою концентрацією 10^5 КУО/мл. По 1,5 мл робочих суспензій додавали до 13,5 мл розплавленого та остудженого агару, старанно перемішували і заливали в чашки Петрі на строго горизонтальній поверхні на поміщені в них зразки тканин. Після застигання агару чашки інкубували в термостаті при 37°C впродовж 1 доби і ще 1 добу – при кімнатній температурі. Під лупою ($8\times$ - $16\times$) підраховували кількість колоній у 4 квадратах площею $1/4$ см² над поверхнею досліджуваних зразків тканин (фотографічні зображення досліджуваних зразків тканин наведені у дод. Д), а потім розраховували середнє значення для 1 см² за допомогою відповідних

статистичних методів. Контрольні дослідження проведено з використанням незабарвлених зразків тканин та без тканини.

Визначення вмісту важких металів у тканинах, пофарбованих екстрактами натуральних барвників. Для дослідження екологічної безпечності було обрано зразки вовняних тканин, пофарбованих натуральними барвниками, оскільки вовна має найбільшу гігроскопічність з усіх досліджуваних текстильних матеріалів, і ймовірність попадання та закріплення у ній металів є найбільш ймовірною. Волокна вовни є об'ємними за своєю природою, тому частина важких металів може фіксуватися всередині волокна, і, фактично, неможливо екстрагувати їх звідти у навколишнє середовище, на шкіру людини чи у водні розчини за будь-яких умов. Ця частина важких металів, фактично, не представляє небезпеки для людини, але вона може попадати в навколишнє середовище при утилізації текстильного матеріалу.

Частина металу може екстрагуватися під дією різноманітних чинників (не є закріплена достатньо міцно або може вступати у додаткові реакції). Тому важливо визначити саме вміст “рухомої” форми металу, яка представляє загрозу для людини і знижує екологічність пофарбованих матеріалів в процесі експлуатації.

Для визначення вмісту “рухомих” форм металів нами було обрано атомно-адсорбційну спектрофотометрію (ААС), а для визначення залишкових концентрацій – атомно-емісійну спектрографію (АЕС). Дані методи дозволяють з достатньо високою точністю визначати концентрації металів у субстратах різної природи, зокрема, і для вовняних волокон.

Дослідження вмісту металів у зразках вовняної тканини, пофарбованої натуральними барвниками, проводилося за наступною методикою:

1. Підготовка зразків для дослідження. Кожен зразок окремо був висушений при 105°C протягом 24 год. і подрібнений ножицями до мінімальних розмірів. Для аналізу відбиралися наважки по 5,0 г подрібненої тканини.

2. Атомно-адсорбційний аналіз (ААС) зразків мав на меті визначити вміст рухливих форм важких металів і проводився у витяжках ацетатним буфером відповідно до рекомендованих методик роботи на атомно-адсорбційному

спектрофотометрі С-115 МІ. Для атомізації використовувались газові та ацетиленові горілки відповідно до методик, рекомендованих для кожного конкретного елемента. Розрахунок вмісту металів у досліджуваних зразках проводився за еталонними розчинами з відомим їх вмістом.

3. Мінералізація зразків проводилась шляхом ступінчатого озолення у муфельній печі при (попередньо) 300, 400 і 600°C. При останньому значенні зразки витримувались до постійної маси (охолодження – в печі, а згодом витримуванням у ексикаторі над CaCl_2). При цьому вираховували вміст золи.
