

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВТОРИННОГО ВИКОРИСТАННЯ МІШКІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ КАВИ В СИСТЕМІ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Шестопапов О.В., Цейтлін М.А., Крючкова В.В., Кочетов М.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

вул. Кирпичова, 2, 61002, м. Харків

Mykyta.Kochetov@mit.khpi.edu.ua

У статті розглянуто екологічні аспекти функціонування кавової індустрії та обґрунтовано доцільність вторинного використання джутових мішків для транспортування кави як елемента системи циркулярної економіки. Показано, що активний розвиток ринку кави в Україні супроводжується зростанням обсягів імпорту зеленої кави, що, у свою чергу, зумовлює накопичення значних обсягів транспортної мішковини з джутового волокна. Відсутність системного підходу до її вторинного використання спричиняє втрату потенційно цінного ресурсу та збільшення антропогенного навантаження на довкілля.

Метою дослідження є визначення можливостей нецільового вторинного використання кавової мішковини та оцінка впливу на довкілля різних методів її попередньої підготовки. У роботі використано комплекс експериментальних та аналітичних методів: мікроскопію волокон для оцінки морфологічної структури, випробування на розрив для визначення механічної міцності, а також порівняльний аналіз парової та миючої обробки для видалення залишкових запахів кави.

Встановлено, що натуральні джутові волокна зберігають стабільні структурні властивості після первинного використання, а обробка парою є найбільш ефективним, ресурсозберігаючим і екологічно безпечним способом їх підготовки до подальшої експлуатації. Проведено аналіз практичних переваг та недоліків основних напрямків використання мішковини у різних галузях – агротехнічній, текстильній, маскувальній, будівельній та побутовій. В результаті проведених досліджень встановлено, що найбільш поширеним в сучасній Україні є використання вживаних мішків для транспортування кави при виготовленні маскувального одягу військового призначення та його окремих елементів. Визначено, що поширення такого використання тісно пов'язано з поточною безпековою ситуацією в регіоні, функціонування кав'ярень та супутнього кавового бізнесу, а також загальної культури споживання кави.

Отримані результати підтверджують потенціал джутової мішковини як відновлюваного матеріального ресурсу, здатного до інтеграції у національну модель циркулярної економіки. *Ключові слова:* кави, мішківина, циркулярна економіка, вторинне використання, джутові волокна, обробка парою, маскувальний одяг.

Research on the possibility of reusing coffee transportation bags in a circular economy. Shestopalov O., Tseitlin M., Kryuchkova V., Kochetov M.

The coffee industry's environmental aspects are examined in the article. The feasibility to reuse jute bags for transporting coffee as an element of the circular economy system is proven. It is shown that the coffee market active development in Ukraine is accompanied by an increase in the green coffee import volume, which, in turn, leads to the accumulation of significant volumes of jute fiber from transport bags. The lack of a systematic approach to its reusing causes the loss of a potentially valuable resource and an increase in anthropogenic load on the environment.

The aim of the study is to determine the possibilities of coffee burlap non-targeted reusing and assess the environmental impact from various methods of its preliminary preparation. The work used experimental and analytical methods: fiber microscopy to assess the morphological structure, tensile testing to determine mechanical strength, as well as a comparative analysis of steam and washing treatment to remove residual coffee odors.

It was found that natural jute fibers retain stable structural properties after initial use, and steam treatment is the most effective, resource-saving and environmentally friendly way to prepare them for further use. A practical advantages and disadvantages analysis the main areas of burlap use in various industries was conducted – agrotechnical, textile, camouflage, construction and household. As a result of the research, it was found that the most common in modern Ukraine is the bags for transporting coffee reuse in the manufacture of camouflage clothing for military purposes and its individual elements. It was determined that the spread of such use is closely related to the current security situation in the region, the coffee shops functioning and the related coffee business, as well as coffee consumption general culture.

The results obtained confirm the jute burlap potential as a renewable material resource capable of integration into the national circular economy model. *Key words:* coffee, burlap, circular economy, reuse, jute fibers, steam treatment, camouflage clothing.

Постановка проблеми. Світовий ринок кави стабільно демонструє позитивну динаміку. Так, станом на липень 2025 року обсяги виробництва перевищили 11,42 млн мішків [1]. Зростання обсягів торгівлі безпосередньо пов'язане зі збільшенням використання пакувальних матеріалів, насамперед мішковини, яка традиційно застосовується для тран-

спортування зелених кавових зерен. Після виконання свого первинного призначення більшість мішків не підлягають вторинному використанню, накопичуються на складах або піддаються спаленню, що призводить до формування додаткового антропогенного навантаження на довкілля та втрати потенційно цінного ресурсу.

Актуальність дослідження. В Україні культура споживання кави набула особливого розвитку в останні 20 років. За даними аналітичних оглядів, обсяг кавового ринку країни у 2024 році перевищив 40 тис. тонн, а кількість кав'ярень продовжує зростати навіть у період воєнних дій [2]. Це свідчить про високу стійкість «ідеології кавопиття» як культурного та соціального явища. Водночас динамічне розширення кавової індустрії відбувається диспропорційно до формування екологічного мислення серед споживачів. Проблема повторного використання т.з. «кавової мішкловини», яка масово імпортується разом із зеленими зернами, фактично не відображена у чинному законодавстві й зрідка стає предметом громадських чи бізнес-ініціатив. Це втрата можливостей для розвитку екологічно орієнтованих рішень у текстильному, агротехнічному, маскувальному, будівельному та дизайнерському секторах.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Тема дослідження пов'язана з національними завданнями сталого розвитку 12.4 «Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій та виробництва» які закріплені у Національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна» [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні екологічні дослідження кавового сектору акцентують увагу на оцінці життєвого циклу продукції (LCA – Life-Cycle Assessment) [4]. Ці дослідження показують, що значна частина екологічного навантаження, включаючи викиди парникових газів та використання природних ресурсів, припадає саме на виробничі та пакувальні етапи. На промисловому рівні це стимулює розробку та впровадження заходів з оптимізації пакування, його повторного використання, а також застосування матеріалів з мінімальним впливом на довкілля.

Для транспортування зелених (необсмажених) кавових зерен традиційно використовуються мішки з натуральних волокон, таких як джут, коноплі та луб'яні волокна. Матеріалознавчі дослідження підтверджують їхні переваги для вторинної переробки: висока питома міцність, повна біорозкладність, ефективні тепло- та звукоізоляційні властивості, а також придатність для створення композитних матеріалів і текстильних виробів. Наукові роботи [5,6] демонструють, що властивості джутових волокон можуть бути покращені шляхом відповідної обробки. Це робить їх технічно придатними для широкого спектра вторинних застосувань, від будівельних матеріалів до аграрних потреб.

Практичні приклади з усього світу ілюструють успішні моделі перетворення використаних мішків (green coffee sacks) на цінні продукти в рамках концепції upcycling (переробки із підвищенням цінності). До таких прикладів належать еко-сумки, елементи інтер'єру, меблі, мульчувальні матриці для

сільського господарства, а також дизайнерські колекції. Неприбуткові та комерційні ініціативи [7] демонструють економічну життєздатність таких моделей, одночасно виконуючи важливу просвітницьку роль, що сприяє зростанню екологічної свідомості споживачів та популяризації ідей циркулярної економіки. Проте, важливо зазначити, що більшість цих ініціатив мають локальний характер і не супроводжуються системними LCA-дослідженнями, що обмежує їх масштабування на рівні галузі.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Аналіз публікацій в українському контексті свідчить про динамічний розвиток внутрішнього ринку кави, що підтверджується зростанням обсягів імпорту та розширенням мереж кав'ярень. Однак, обсяг наукових досліджень і практичних програм, присвячених вторинній переробці пакувальної мішкловини, залишається обмеженим. В Україні відсутні широкомасштабні дослідження, які б поєднували техніко-економічний аналіз, оцінку життєвого циклу (LCA) та аналіз політик для моделювання масштабного впровадження вторинного використання мішкловини.

Таким чином, для України актуальним є не лише теоретичне обґрунтування, а й адаптація світових підходів до локальних реалій. Це вимагає проведення комплексних досліджень, що включатимуть технічну та економічну здійсненність, а також розробку комунікаційних стратегій для формування екологічної культури серед учасників ринку та споживачів.

Новизна. У роботі вперше проведені дослідження перспективних напрямків використання мішків від транспортування кави за різним призначенням, спираючись на фізико-механічні властивості сировини, з якої виготовленні мішки.

Методологічне або загальнонаукове значення. Наукова й практична цінність дослідження визначається кількома чинниками, серед яких:

- розвиток ринку кави в Україні супроводжується зростанням обсягів імпорту, що прямо корелює зі збільшенням кількості транспортної мішкловини;
- інтеграція України у європейський економічний та екологічний простір потребує впровадження принципів циркулярної економіки та виконання положень європейського законодавства. Зокрема, у Директиві 2012/19/ЄС [8] акцентується на концепції розширеної відповідальності виробника (РВВ), яка передбачає відповідальність за повний життєвий цикл продукції, включно з повторним використанням та утилізацією пакувальних матеріалів;
- міжнародна практика доводить, що мішкловина має широкий потенціал застосування у різних секторах – від аграрного до креативно-дизайнерського, що створює передумови для впровадження екологічних інновацій та розвитку нових бізнес-моделей в Україні.

Таким чином, центральною проблемою дослідження є відсутність в Україні системного підходу до повторного використання кавової мішківщини як екологічно та економічно перспективного ресурсу. Її інтеграція в практики циркулярної економіки здатна стати ефективним інструментом зменшення антропогенного навантаження, сприяти розвитку «зелених» технологій, забезпечувати виконання міжнародних екологічних зобов'язань та формувати нову культуру відповідального споживання серед поціновувачів кави.

Мета роботи полягає у дослідженні фізико-механічних та якісних характеристик мішківщини, що використовується для транспортування кавових зерен, з метою оцінки її потенціалу для вторинного використання поза початковим функціональним призначенням. Особливу увагу зосереджено на аналізі придатності волокнистої основи до повторного залучення у різних галузях, як елементу системи

циркулярної економіки та інструменту зменшення антропогенного навантаження на довкілля.

Викладення основного матеріалу. Для дослідження можливостей вторинного використання кавової мішківщини було відібрано п'ять зразків пакувальних матеріалів, що використовуються для транспортування зелених кавових зерен. Зразки походили з основних країн-експортерів кави: Бразилії, В'єтнаму, Колумбії, Ефіопії та Індії. Характеристика зразків наведена у табл. 1. Отримані експериментальні дані відображають варіативність якісних характеристик кавової мішківщини залежно від країни походження та технології виготовлення

Мікроскопія волокон дослідних зразків мішківщини (рис. 1) при збільшенні $\times 200$ та $\times 600$, дозволила візуалізувати структуру переплетення, цілісність волокон та поверхневі дефекти.

Усі зразки характеризуються чітким полотняним переплетенням і щільною структурою волокон, що

Таблиця 1

Характеристика мішків для транспортування кави

Характеристика	Країна походження кави та мішка для транспортування				
	Бразилія	В'єтнам	Колумбія	Ефіопія	Індія
Тип переплетення	полотняне				
Сировинний склад	100 % джут				
Поверхнева щільність, г/м ²	250	400	360	290	390
Число ниток на 10 см (основа/уток)	10/8	20/18	15/12	12/10	18/16
Ширина, см	63				
Товщина, мм ¹	2	4	3	2	3
Розривне навантаження, кгс (основа/уток) ²	160/130	220/180	200/160	170/140	210/170

Примітки: 1 – визначали згідно стандартній методиці, описаній у [9]; 2 – визначали на розривній машині РТ-250 відповідно до стандартної методики [10].

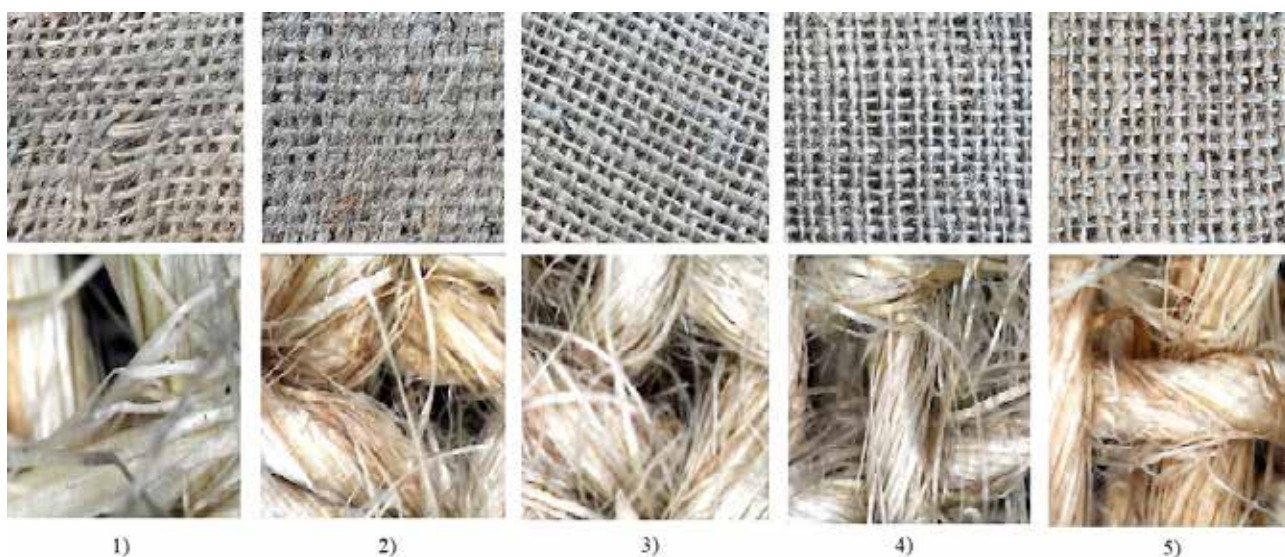


Рис. 1. Мікроскопічна структура переплетення та поверхні джутових волокон дослідних зразків кавової мішківщини з різних країн імпортерів

1) Бразилія; 2) В'єтнам; 3) Колумбія; 4) Ефіопія; 5) Індія

свідчить про високий технологічний рівень виготовлення матеріалу. Ознак заплісності, ураження пліснявими грибами чи структурних руйнувань не виявлено. Таким чином, встановлено, що джутові волокна зберігають стабільність морфологічної структури та гігієнічні властивості навіть після тривалого транспортування кавових зерен, що створює передумови для їх вторинного використання.

Для оцінки функціональної придатності мішковини до повторного використання було проведено експериментальні дослідження стійкості джутових волокон до механічної деформації та впливу різних методів попередньої обробки, спрямованих на усунення залишкових запахів кави.

Одним з чинників, що обмежує використання мішків для транспортування кави за прямим призначенням, тобто для зберігання та транспортування іншої харчової та не харчової продукції, є залишковий стійкий запах кави та мікробабруднення джуту кавовим пилом та кавовою олією. Для встановлення якісного видалення залишкових запахів кави, очистки волокон від забруднень та встановлення механічної міцності (рис. 2), зразки було поділено на дві групи:

1) Обробка парою – вплив насиченої пари за температури $+95^{\circ}\text{C}$ протягом 30 хвилин після попереднього зволоження (контакт із водою протягом 48 годин).

2) Прання з побутовими миючими засобами – занурення у водний розчин прального порошку з подальшим промиванням і сушінням за температури атмосферного повітря $+25^{\circ}\text{C}$ у природних умовах.

Порівняльний аналіз показав, що обробка парою забезпечує найкраще співвідношення між ефективністю очищення, збереженням механічних характе-

ристик волокон і екологічною безпечністю (рис. 2). Цей метод дозволяє усунути залишкові запахи кави та поверхневі забруднення без використання хімічних реагентів.

Додатковою перевагою є дезінфікуючий ефект насиченої пари, що підвищує гігієнічну якість матеріалу.

Натомість прання з миючими засобами, хоча й демонструє задовільну ефективність у видаленні запаху, характеризується низкою недоліків:

1) метод має низьку екологічну ефективність, оскільки супроводжується значним споживанням водних ресурсів і потраплянням поверхнево-активних речовин (ПАР) у суміші з забрудненнями органічного походження у стічні води, що ускладнює їх очищення;

2) повторне висушування у природних умовах потребує тривалого часу, а надмірне зволоження викликає часткове розпушення структури волокон, що знижує міцність тканини на 10–15 %.

Аналіз життєвого циклу кавової мішковини у системі циркулярної економіки (рис. 3) свідчить про значні можливості вторинного використання даного ресурсу на кожному етапі життєвого циклу за умови запровадження його сепарованого збору.

Статистичні дані свідчать про суттєві відмінності між рівнем повторного використання мішковини в Україні та країнах ЄС. Якщо у європейських державах повторно залучається від 15 до 20 % відходів, то в Україні цей показник не перевищує 3–5 % (рис. 4).

Це підтверджує існування значного нереалізованого потенціалу, особливо в аграрному та будівельному секторах, де попит на натуральні біорозкладні матеріали щорічно зростає.



Рис. 2. Порівняльний аналіз впливу методів попередньої обробки на властивості джутових волокон

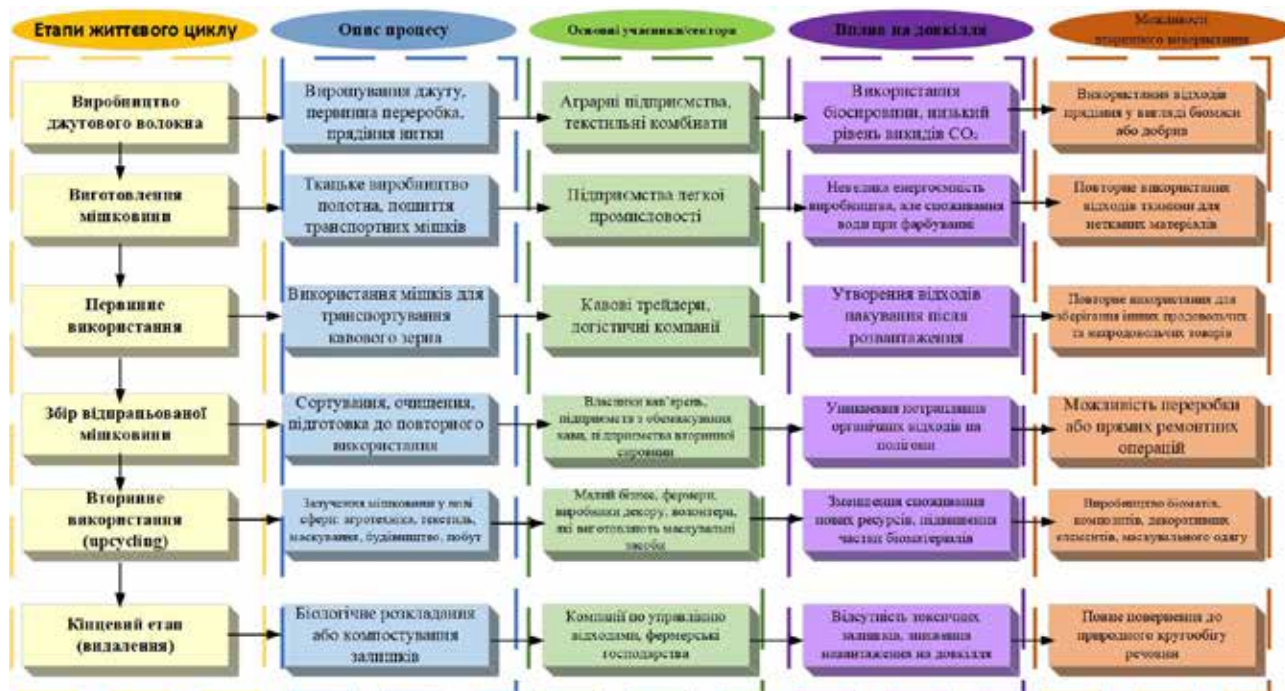


Рис. 3. Життєвий цикл кавової мішків у системі циркулярної економіки

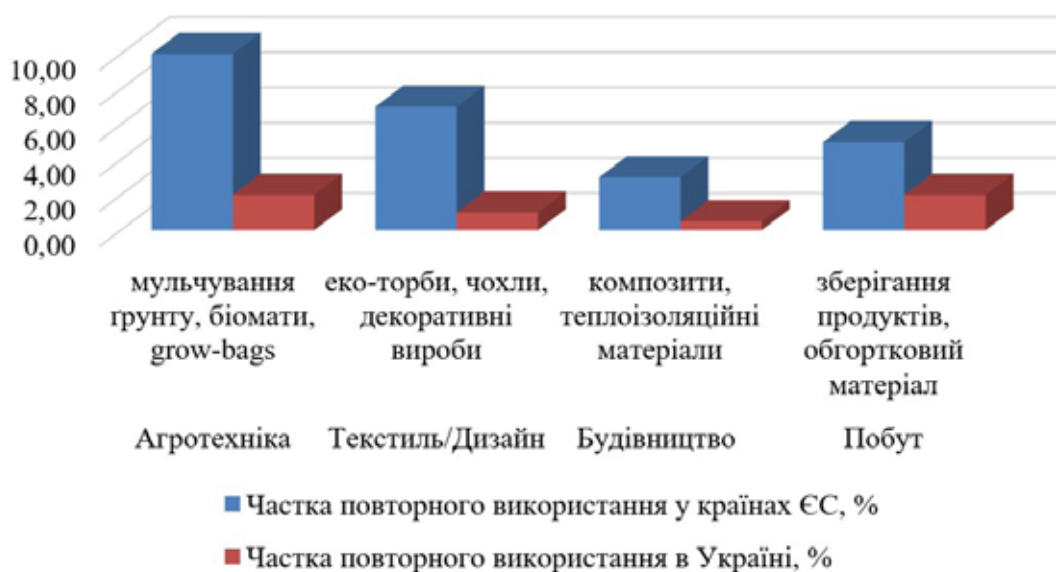


Рис. 4. Сфери та масштаби вторинного використання кавової мішків у міжнародній та локальній практиці

В країнах ЄС найбільш розповсюдженим є застосування мішків в агротехнічному секторі як біомат для мульчування, захисту ґрунтів і протиерозійних покриттів. У текстильному секторі матеріал застосовується для виготовлення еко-сумок, декоративних елементів та оббивних матеріалів.

Єдиним напрямком використання мішків для транспортування кави, який на сьогодні в Україні демонструє найбільше зростання та поширення, є виготовлення маскувального одягу для військо-

вих потреб (табл. 2). Це зумовлено перш за все повномасштабним вторгненням, адже саме після 24.02.2022 потреба в т.з. «кікіморах», нашолюмниках та інших елементах маскувального одягу зросла, що спонукало волонтерські спільноти шукати стабільні за обсягами та властивостями джерела сировини.

Поширення використання мішків для транспортування кави для виготовлення маскувального одягу почалося з західних регіонів, зокрема м. Львів, де культура споживання кави одна з найдавніших на

Таблиця 2

Переваги та недоліки різних типів вторинного використання мішків для транспортування кави

Напрямок використання	Переваги	Недоліки	Ступінь поширеності
Агробізнес-мульчування, утеплення	1) відсутність необхідності утилізації після вторинного використання; 2) відсутність необхідності попереднього очищення від залишків кави та запаху	1) необхідність транспортування від місця утворення до місця використання; 2) малі геометричні розміри мішків, що ускладнює використання на значних площах	низький
Будівельний – утеплювачі	безкоштовна екоfriendly сировина	1) необхідність виконання додаткових, складних технологічних операцій для отримання матеріалу; 2) необхідність транспортування сировини у місце переробки та готових виробів у місце використання	дуже низький
Зберігання товарів	1) міцна тара; 2) можливість відмовитись від споживання нових виробів; 3) при пошкодженні тари не утворюється мікропластик	1) необхідність попереднього очищення від залишків кави та запаху кави; 2) відсутність асортименту розмірів	низький
Декорування та пошив нових виробів	1) можливість відмовитись від споживання нових виробів; 2) унікальність об'єктів 3) може бути соціальним бізнесом та бізнесом для ветеранів	1) необхідність попереднього очищення від залишків кави та запаху кави в разі пошиття нових виробів; 2) відсутність стабільного попиту на вироби чи декор;	середній
Маскувальний	1) безкоштовна сировина; 2) відсутність необхідності попереднього очищення від залишків кави та запаху; 3) ідеальні природні кольори, що збільшують рівень маскування; 4) готові вироби мають низьку вагу та високі міцнісні характеристики	1) необхідність операції розділення на нитки, що збільшує витрати часу та людських ресурсів; 2) неможливість масштабувати у ті регіони, де відсутні великі мережеві кав'ярні або підприємства з обсмаження кави	високий, але не у всіх регіонах



а



б



в

Рис. 5. Маскувальні засоби з використанням джутових волокон, отриманих з мішків для транспортування кави (Волонтерський центр ГО «Ideya.center», м. Львів)

а – готовий виріб та мішки для транспортування кави; б – елементи маскувального одягу; в – «кікімора» з використанням джутових волокон у польових умовах

території сучасної України та де не було активних військових дій. Саме у Львові перші волонтерські спільноти вже влітку 2022 року почали співпрацювати з кав'ярнями та отримувати від них мішки (рис. 5). Далі масштабування такого досвіду йшло на схід, по мірі того як ситуація на арені військових дій стабілізувалась, окремі регіони повертались до більш спокійного життя, відновлювався сектор HoReCa та з'являлась можливість отримувати мішки.

Висновки і рекомендації. Проведене дослідження підтвердило доцільність інтеграції кавової мішківини у систему циркулярної економіки як ресурсу, придатного до повторного, у тому числі нецільового, використання. Встановлено, що натуральні джутові волокна зберігають структурну цілісність та гігієнічні властивості після первинної експлуатації, що робить їх перспективними для подальшої переробки. Експериментально доведено, що обробка парою є екологічно й економічно оптимальним методом підготовки мішківини до повторного використання, забезпечуючи ефективне видалення запахів кави без погіршення механічних характеристик волокон.

Отримані результати свідчать, що залучення кавової мішківини до повторного використання може стати важливою складовою формування національної моделі циркулярної економіки в Україні. Це відкриває перспективи розвитку нових напрямів малого та середнього бізнесу, зокрема у сферах еко-дизайну, агротехнологій, будівництва та текстилю. З огляду на низький поточний рівень повторного використання пакувальних матеріалів, необхідним є створення ефективної системи збору, стандартизації та стимулювання повторної переробки мішківини.

Реалізація подібних практик сприятиме скороченню обсягів відходів, зменшенню антропогенного навантаження, підвищенню ресурсоефективності та розвитку екологічної культури споживання. Таким чином, кавова мішківина може розглядатися не як відхід, а як відновлюваний матеріальний ресурс, здатний інтегруватися у сталий виробничий цикл сучасної української економіки.

Подальшого дослідження потребує процес трансформації та деградації джутових волокон у ґрунтах та компостних ямах або купах в умовах клімату та інших особливостей України.

Література

1. Coffee Market Report. September 2025. International Coffee Organisation. URL: <https://ico.org/> (дата звернення: 01.10.2025)
2. Россоха В.В. Потенціал ринку кави в Україні та світі. *Економіка та суспільство. Маркетинг*. Гельветика. 2024. № 56. С. 168-178. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-44>
3. Національна доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна» / Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/natsionalna-dopovid-csr-ukrainy.pdf> (дата звернення: 10.09.2025)
4. L.S. Muchangos, C. Mejia, R. Gupta, S. Sadreghazi, Y. Kajikawa. A systematic review of life cycle assessment and environmental footprint for the global coffee value chain. *Environmental Impact Assessment Review*. 2025. Vol. 111. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107740> (дата звернення: 07.09.2025)
5. О. Параска, В. Негоруй., В. Резнікова. Перспективи використання сучасних натуральних волокон для виробництва виробів військово-побутового призначення. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2023. № 5(2). С. 161-165.
6. Silva G. et al. Natural fibers as reinforcement additives for geopolymers. A review of potential ecofriendly applications to the construction industry. *Sustainable Materials and Technologies*. 2020. Т. 23. S.132-140.
7. Вітюк А. В., Залєвська А. О. Аналіз розвитку ринку кавових напоїв в Україні. *Innovation and Sustainability*. 2023. № 4. С. 72-80.
8. Директива Європейського Парламенту і Ради 2012/19/ЄС від 4 липня 2012 року про відходи електричного та електронного обладнання (БЕЕО). Редакція від 04.07.2018. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_030-12#Text (дата звернення: 10.09.2025).
9. ДСТУ ISO 5084:2004 Матеріали текстильні. Визначання товщини текстильних матеріалів та текстильних виробів (ISO 5084:1996, IDT) [Чинний від 28.10.2004]. Вид офіц. Київ : 25.01.2024.
10. Расторгуєва М.Й., Євтушенко В.В., Горізонтова О.В. Матеріалознавство та експертиза текстильних виробів : навч. посіб. для вузів. Херсон, 2009. 206 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 13.10.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 21.11.2025

Дата публікації: 15.12.2025