

60 Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища
та здорового способу життя

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
“ _____ ” 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему
“ Дослідження використання відходів кави, що
утворюються в закладах громадського
харчування”

Виконала здобувачка вищої освіти
__ІІ__ курсу, групи __ЕО 22 М__
ОПП «Екологія»
спеціальності 101 «Екологія»
_____ Анастасія ВІЛЯДА
« _____ » _____ 2024 р.
Керівник роботи
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
« _____ » _____ 2024 р.

Рецензент
_____ Микола КОВАЛЬОВ
« _____ » _____ 2024 р.

м. Кропивницький, 2024

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет _____ агротехнічний _____
 Кафедра _____ Екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя _____
 Рівень вищої освіти _____ магістр _____
 Галузь знань _____ 10 – Природничі науки _____
 Спеціальність _____ 101 - екологія _____
 Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _____ Екологія _____

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
 екології, ОНС та ЗСЖ
 _____ Ольга МЕДВЕДЄВА

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Віляда Анастасія Вячеславівна _____
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Дослідження використання відходів кави, що утворюються в закладах громадського харчування

2. Керівник роботи

_____ Медведєва Ольга Володимирівна, к.б.н., доцент _____
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 05.01.2024 _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Мета роботи:

Дослідити існуючі напрямки використання кавової гущі та визначити можливість її застосування в умовах м.Кропивницький.

Завдання:

- Проаналізувати можливі напрямки використання кавової гущі;
- Здійснити аудит відходів кав'ярні і визначити кількість гущі, яка утворюється за різні періоди;
- В лабораторних умовах визначити фізико-хімічні показники гущі;
- Провести лабораторні дослідження щодо можливості ефективного використання кавової гущі.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина	Медведєва О.В.		
Економічна частина	Мірзак Т.П.		
Охорона праці	Лузан П.Г.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Огляд літератури Розділ 6. Охорона праці	До 10.11.2023	
2	Розділ 2. Технологія утворення кавової гущі в умовах закладів харчування	До 20.11.2023	
3	Розділ 3. Методика дослідження	До 25.11.2023	
4	Розділ 4. Результати досліджень Розділ 5. Економічна частина	До 20.12.2023	
5	Вступ, список літератури, висновки	До 28.12.2023	
6	Оформлення роботи і презентації	До 4.01.2024	

Дата видачі завдання «5» вересня 2023 р.

Підпис керівника

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 2023 р.

Підпис здобувача

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему «Дослідження використання відходів кави, що утворюються в закладах громадського харчування»

Випускна кваліфікаційна робота виконана на 60 сторінках, містить рисунків, таблиць, літературних джерел, додатків.

Об'єктом дослідження є можливі шляхи використання кавової гущі.

Метою дослідження є дослідити існуючі напрямки використання кавової гущі та визначити можливість застосування її в якості добрива.

У вступі розкривається актуальність теми, мета і задачі дослідження.

У першому розділі зроблено огляд літератури за темою дослідження.

У другому розділі наведено характеристику відходів споживання кави.

У третьому розділі наведено методiku дослідження.

У четвертому розділі наведено результати дослідження.

У п'ятому розділі розглянуто економічну доцільність розроблених заходів.

Шостий розділ містить охорону праці.

У висновках наведені результати магістерської роботи.

КАВОВА ГУЩА, КОМПОСТУВАННЯ, ДОБРИВА, ВІДХОДИ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. Аналітичний огляд	10
1.1. Процес вирощування кави.....	11
1.2. Відходи, що утворюються при виробництві кави.....	13
1.3. Фізико-хімічні властивості кавової гущі.....	15
1.4. Використання кавової гущі як цінного ресурсу.....	16
1.5. Роль органічних відходів у сільському господарстві.....	18
1.6. Проблема виникнення супутніх відходів разом з кавою.....	20
1.7. Система сортування відходів в Україні.....	22
2. Характеристика відходів виробництва і споживання кави	25
3. Методи дослідження.....	30
Розділ 4. Результати дослідження	34
Розділ 5. Еколого-економічна ефективність	44
Розділ 6. Охорона праці.....	46
6.1. Аналіз ризиків, які можуть виникнути під час переробки відходів, що утворилися на рівні окремих домогосподарств.....	46
6.2. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращенню умов праці.....	47
6.3. Розробка заходів з пожежної профілактики.....	50

ВИСНОВКИ.....	54
Список літератури.....	56

ВСТУП

Актуальність теми

Ринок кави представляє собою один із найшвидше зростаючих сегментів у світі, що відзначається постійними інноваціями у продукті. Протягом останніх 50 років як виробництво, так і споживання кави відзначає значний ріст. На сьогодні каву виробляють більше ніж у 70 країнах, причому понад 50% обсягу належить лише трьом з них. Понад 20 мільйонів людей у всьому світі зайняті вирощуванням та торгівлею кавою. Прогнозується, що світовий обсяг доходів, який становив 76 мільярдів доларів США у 2017 році, зросте до 89 мільярдів доларів США до 2021 року [1]. Попит на каву продовжить зростати, що пов'язано із постійним наростанням населення та розвитком культури споживання кави.

Відходи кави утворюють значну частину відходів у закладах громадського харчування. Вони можуть включати в себе використану кавову гущу, фільтри, та інші компоненти. Дослідження цих відходів дозволяє розглядати ефективніші методи їх обробки, уникнення забруднення довкілля та сприяння сталому споживанню.

Знаходження способів використання відходів кави може мати економічні переваги. Використання кавових відходів у стравах, напоях або як сировини для виробництва інших товарів може допомогти закладам громадського харчування зменшити витрати на утилізацію відходів та створити додаткові доходи.

Дослідження використання відходів кави може призвести до новаторських методів приготування їжі та напоїв. Це може сприяти розвитку кулінарних традицій, створюючи нові, цікаві та екзотичні смакові враження.

Акцент на використанні відходів кави в закладах громадського харчування підкреслює соціальну відповідальність та збільшує свідомість

споживачів. Розробка екологічно та соціально орієнтованих практик може покращити репутацію закладу та залучити нових клієнтів.

Використання відходів кави може допомогти в ефективному використанні ресурсів. Замість того, щоб вважати відходи кави проблемою, дане дослідження спрямоване на перетворення цих відходів у цінні ресурси для подальшого використання.

Загалом, дослідження використання відходів кави в закладах громадського харчування ставить перед собою завдання поєднання екологічної, економічної та соціальної ефективності, сприяючи сталому розвитку у галузі харчової індустрії.

Мета роботи:

Дослідити існуючі напрямки використання кавової гущі та визначити можливість застосування її в якості добрива.

Завдання:

- Проаналізувати можливі напрямки використання кавової гущі;
- Провести аудит відходів кав'ярні і визначити кількість гущі, яка утворюється за добу;
- В лабораторних умовах визначити вологість та рН гущі;
- Провести лабораторні дослідження щодо використання кавової гущі в якості добрива для окремих видів рослин.

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є можливі шляхи використання кавової гущі.

Предметом дослідження є застосування кавової гущі в якості добрива для ґрунту.

Наукова новизна роботи полягає в розробці і експериментальному дослідженні процесу використання кавової гущі в якості органічного добрива.

Практична цінність: результати роботи можуть бути використані при розробці заходів щодо поліпшення якості ґрунтів.

Особистий внесок здобувача в наукові дослідження. Викладені в роботі результати отримано автором самостійно.

Апробація результатів роботи. Основні положення випускної кваліфікаційної роботи доповідалися на круглому столі «Екологічні проблеми сучасності», проведеному на кафедрі екології, ОНС та ЗСЖ ЦНТУ 30.11.20223 р..

Публікації. За результатами проведених досліджень опубліковано статтю: А. Віляда. Дослідження характеристик відходів кави, що утворюються в закладах громадського харчування. Збірник праць молодих науковців ЦНТУ Вип. 14, 2024 р., С.64-66.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

За останні роки споживання натуральної кави в Україні виросло майже вдвічі. Цей ріст зумовлений переважно створенням мережі невеликих кав'ярень і появою індивідуальних кав'ярень другої та третьої хвилі. Щороку відкриваються понад нові точки продажу натуральної кави.

Процес приготування кави з натуральних зерен у спеціальних кавових машинах призводить до утворення органічного відходу - кавової гущі. Наразі всі відпрацьовані кавові відходи разом з іншими відходами кав'ярень викидаються на полігон, що призводить до збільшення навантаження на нього. Згідно з вимогами статті 32 Закону України "Про відходи" від 1 січня 2018 року всі підприємства повинні впроваджувати сортування утворених відходів та безпечно їх видаляти або використовувати повторно (при можливості). Це також відповідає вимогам двох директив ЄС - 1999/31/ЄС та 2008/98/ЄС, що регулюють відношення до сміття в країнах Європейського Союзу.

Відходи кави утворюються під час різних етапів виробництва, приготування та споживання кави, таких як вирощування, збір, обробка, підготовка, приготування кави, утилізація кавових відходів, пакування [5].

Перший етап утворення відходів пов'язаний із вирощуванням та збором кавових зерен. Під час цього процесу фермери обробляють кавові плоди, відокремлюючи зерна від плодової м'якоті. Плодовий м'якуш та оболонки, які відділяються від зерен, можуть стати першими відходами на цьому етапі.

Кавові зерна проходять через різні етапи обробки, такі як сушіння, відбирання та обсмажування. Кожен з цих процесів може призводити до утворення відходів, таких як сушені оболонки, дрібні частки зерен, а також відходи від обсмажування.

У закладах громадського харчування відходи кави утворюються під час приготування напоїв. Використана кава, яка залишається в кавоварках або фільтрах, стає відходом. Також, використовуючи вищий тиск для приготування кави (наприклад, у випадку еспreso), можуть виникати відходи, такі як кавова гуща [3].

Після того, як кава випивається, залишаються відпрацьовані кавові зерна. Ці зерна можуть бути використані в якості органічного добрива або матеріалу для створення біопалива, що робить цей процес менш відходним.

Упаковка кави, яка включає пакети, пакети-фільтри та інші матеріали, також може призводити до утворення відходів. Особливо важливо вивчати можливості використання екологічно дружніх матеріалів для пакування та розглядати альтернативи для зменшення пластикового сміття.

Розуміння цих процесів і вивчення способів оптимізації використання та утилізації відходів кави є ключовими аспектами дослідження, яке спрямоване на сталість та зменшення впливу кавової індустрії на довкілля.

1.1.Процес вирощування кави

Вирощування кави - це складний і трудомісткий процес, який включає в себе кілька етапів. Різні країни можуть мати свої власні методи та технології вирощування кави, оскільки кліматичні умови, ґрунтові характеристики та сорти кавових рослин різняться. Розглянемо основні етапи вирощування кави у різних країнах:

У багатьох країнах фермери вибирають певні сорти кавових рослин, які найкраще адаптовані до місцевих кліматичних умов. Підготовка ґрунту включає обробку ґрунту, видалення бур'янів та відповідність певним агротехнічним стандартам [7, 8].

Кавові рослини висаджуються в рядки на плантації. Рослини потребують ретельного догляду, включаючи полив, добрива, захист від хвороб та шкідників. Важливо також регулювати тінь та вологість, оскільки це може впливати на якість кавових зерен.

Вибір сортів кави для висаджування є важливим етапом вирощування кавових рослин і визначає якість та характеристики кави. Процес вибору сортів кави включає багато факторів, таких як кліматичні умови, властивості ґрунту, висота вирощування, схильність до захворювань та економічні фактори.

Кожен сорт кави має свої власні кліматичні вимоги. Наприклад, *Coffea arabica* краще росте в більш високогірних областях з помірним кліматом, тоді як *Coffea robusta* володіє більшою стійкістю до тепла та вологи, що робить його більш витривалим для низинних тропічних регіонів.

Висота вирощування має велике значення для якості кави. Зазвичай, кава, вирощена на великій висоті, має більш яскравий смак і вишукані ароматичні властивості. Вибір сортів, які добре адаптовані до високогір'я, може забезпечити вищу якість зерен [11].

Кавові рослини вибираються враховуючи характеристики ґрунту, такі як дренаж, рН та наявність поживних речовин. Кавові дерева воліють до добре дренованих ґрунтів, багатих органічними речовинами та з легкою кислотністю.

Стійкість кавових рослин до захворювань та шкідників є важливим аспектом вибору сортів. Вирощування менш стійких до хвороб сортів може вимагати більшого застосування пестицидів та інших заходів захисту рослин, що може впливати на якість та сталість вирощування.

Вибір сортів також залежить від економічних факторів. Деякі сорти можуть мати вищий врожай, але меншу якість, тоді як інші можуть бути менш

продуктивними, але з вищою ціною за кг. Фермери враховують ці аспекти для максимізації свого доходу.

Якість та смак кави є ключовими факторами для вибору сортів. Фермери та кавовари звертають увагу на особливості смаку, аромату, кислотності та післясмаку кожного сорту. Вони вирощують та вибирають сорти, які відповідають смаковим вподобанням споживачів.

Факторами вибору сортів також можуть бути локальні традиції вирощування та запити ринку. Деякі регіони можуть спеціалізуватися на вирощуванні конкретних сортів через традиції ринку.

Неперервне дослідження та впровадження нових сортів, стійких до захворювань та з вдосконаленими характеристиками смаку, грає важливу роль у виборі сортів кави [19].

Збір кавових зерен може бути ручним або механізованим. У багатьох країнах, особливо там, де працівники дорогі, використовують машини для збору. У інших регіонах, де важливий високий стандарт якості, використовують ручний збір, де важливий відбір зерен, що дозволяє вибирати тільки дозрілі.

Обробка зерен може відбуватися мокрим або сухим способом. Під час мокрої обробки зерна обмиваються та очищуються від плодового м'якуша. При сухій обробці зерна висихають на сонці без видалення плодового м'якуша. Обробка визначає смак та аромат кави.

Після обробки зерна проходять через процес сортування за розмірами та якістю. Потім вони пакуються в мішки для подальшого експорту або внутрішнього використання. Якість сортування визначає клас кави, яка може бути високою якості (спеціальна кава) або масового використання.

Далі кавові зерна експортуються на світові ринки. Важливою є торгівля кавовими зернами, яка визначає ціни, умови та економічну взаємодію між країнами-виробниками та країнами-імпортерами.

Цей процес вирощування кави відрізняється в залежності від географічних умов, вибраних сортів кавових рослин та традицій кожної конкретної країни. У результаті, світова кавова індустрія представляє різноманіття смаків та ароматів, яке визначається умовами вирощування та технологією обробки.

1.2. Відходи, що утворюються при виробництві кави.

Виробництво кави породжує різноманітні відходи, які можна класифікувати на кілька основних категорій. Ці відходи виникають на різних етапах виробництва, від збору кавових ягід до обробки та упаковки кавових зерен [20].

Кавові ягоди мають захисну шкірку та м'ясистий плід (пульпу). Під час обробки кавових ягід для видобутку зерен, відокремлюється пульпа та шкірка, які утворюють значну кількість відходів.

Деякі ферми використовують ці відходи для виробництва біопалива, компосту або додаткового добрива.

Під час сортування та обробки кавових зерен виникає пил, дрібні фрагменти та биті зерна. Ці відходи можуть включати кавовий порошок, обрізки, шлаки та інші дрібні частинки, які виникають у процесі обробки зерен і можуть бути використані для виробництва енергії або в якості добрива для сільського господарства.

Під час видобутку кавових зерен з плодів можуть виникати залишки плодового тіла та оболонки.

Відходи можуть включати м'якші частини ягід, які не використовуються для видобутку зерен.

Ці відходи можуть слугувати сировиною для виробництва біопалива або комбінуватися з іншими відходами для компостування.

Процеси обробки кавових зерен включають видалення покриттів, сушіння та обсмажування.

Застосування тепла та енергії в процесі обсмажування може призводити до викидів газів та пилу.

Покращення ефективності процесів обробки та використання енергозберігаючих технологій може зменшити вплив цих відходів.

Виробництво кави включає упаковку в пакети, при цьому може використовуватись папір, картон, пластик, алюміній та інші матеріали.

Пакувальні матеріали, які не можуть бути перероблені або вторинно використані, стають відходами.

Важливо використовувати відновлювальні та екологічно чисті матеріали для упаковки, а також впроваджувати системи вторинного використання та враховувати екологічні аспекти, впроваджувати сталий підхід до управління відходами у кавовій промисловості. Застосування технологій вторинного використання, використання відходів для виробництва енергії та пакування може значно зменшити негативний вплив виробництва на навколишнє середовище.

1.3. Фізико-хімічні властивості кавової гущі.

Фізико-хімічні властивості кавової гущі визначаються складом та структурою цього відходу виробництва кави. Основні характеристики кавової гущі включають фізичний стан, хімічний склад, текстуру, температурні властивості та інші параметри.

Кавова гуща зазвичай представлена у вигляді тонкого порошку або гранул. Залежно від ступеня обсмажування та виду кавового напою, кавова гуща може мати різний колір, від темно-коричневого до світло-коричневого.

Цей відхід містить залишки кофеїну, який може мати стимулюючий ефект, а також включає органічні речовини, такі як кислоти, поліфеноли та

ароматичні сполуки, може містити залишки вуглеводів та білків з кавових зерен.

Гуща може мати різну ступінь зернистості, від дрібної до більш крупної текстури, може бути сухою або мати певну вологість, що впливає на її консистенцію.

Також вона має властивості теплопровідності, що важливо при розгляді її використання в різних процесах, а також може взаємодіяти з різними рідинами, що впливає на її розчинність, може віддавати або поглинати вологу, впливаючи на зовнішній вигляд та властивості.

Кавова гуща може мати характерний аромат кави, який залишається після виробництва напою і частково зберігає смакові властивості кави, але може також мати власний специфічний смак.

Також володіє здатністю віддачі вологи під впливом тепла чи інших факторів.

Враховуючи ці фізико-хімічні властивості, можна визначити оптимальні способи використання кавової гущі у різних сферах, таких як сільське господарство, косметика, виробництво енергії та інші промислові галузі.

1.4. Використання кавової гущі як цінного ресурсу

У сучасній Україні спостерігається значна проблема із утилізацією органічних відходів, оскільки їх заборонено вивозити на звичайні сміттєзвалища, але це обмеження часто порушується у багатьох місцях.

Наразі використання кавової гущі як ресурсу є практично відсутнім. Важливо відзначити, що підприємства тільки починають розглядати кавову гущу як потенційний ресурс [18, 19].

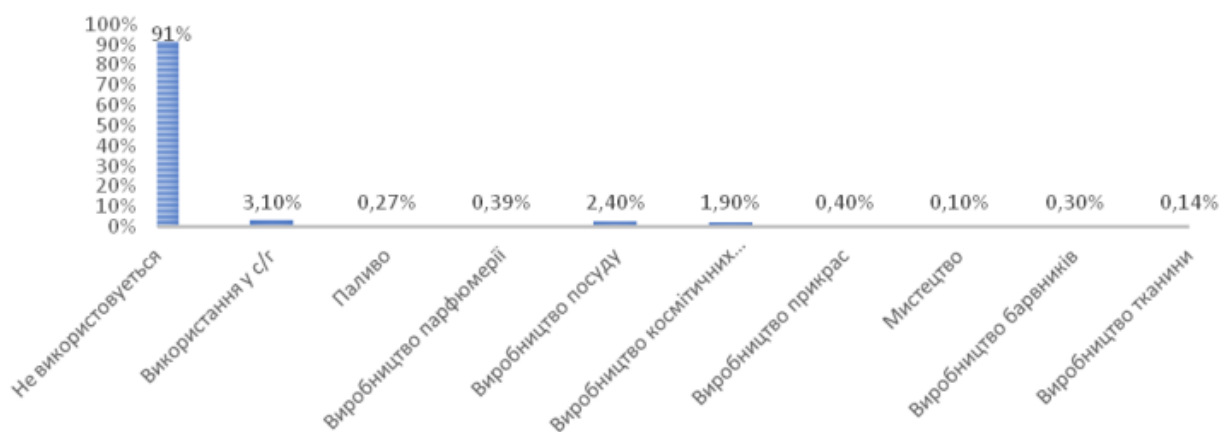


Рис. 1. Можливості використання кавової гущі, як ресурсу

Строк зберігання кавових зерен є значно великим і може тривати понад 5 років. Вологість зерен кави відносно низька, досягає максимуму в 12%, і значно знижується під час сушіння. Суха речовина зерен кави містить в собі велику кількість екстрактивних речовин, яких у зернах кави знаходиться від 29 до 37%, а також високий вміст моно-, оліго- та полісахаридів відповідно 0,5%, 5-12% і 30-40%. Кавові зерна багаті білками та живими макро- та мікроелементами, яких у них відповідно 10-17% та 10-20%.

У зернах кави також міститься ряд біологічно активних речовин і органічних кислот. Кава включає до 12% дубильних речовин, до 3% кофеїну і теоброміну, до 11% хлорогенової кислоти, а також різні органічні кислоти, такі як лимонна, яблучна, щавлева, винна та кавова, у кількості до 1%.

Основною біологічно активною речовиною у складі кави є кофеїн, який є похідною пуринових основ і хімічно представлений як 1,3,7-триметилксантин. Кава володіє багатьма біологічними ефектами завдяки кофеїну, такими як вазоконстрикція судин, позитивний вплив на рівень глюкози в крові та стимуляція працездатності мозкової активності.

Важливою є інформація про те, що кофеїн у каві співвідноситься із хлорогеновою кислотою і калієм, утворюючи кофеїн-хлорогеново кислий калій. Високоякісний сорт кави, наприклад, арабіка, містить менше кофеїну, у

порівнянні з африканською робустою, яка може накопичувати до 3,5% кофеїну.

Зберігання кавових зерен з правильною технікою забезпечує стабільний вміст кофеїну без суттєвих змін. Процес обсмажування кави в певній мірі сприяє збільшенню концентрації кофеїну.

Можливості використання кавової гущі як цінного ресурсу є широкими і різноманітними. Кавова гуща, яка виникає як відход в процесі приготування кави, має потенціал для використання у різних галузях.

Вона може служити відмінним органічним добривом, оскільки містить різні поживні речовини, такі як азот, фосфор, калій та інші макро- та мікроелементи.

Використання гущі як мульчі допомагає утримувати вологу в ґрунті, запобігає росту бур'янів та покращує структуру ґрунту.

Кавова гуща може бути використана в процесі виробництва біопалива. Вона містить вуглеводи, які можуть бути перероблені в енергію.

Зерна кави у гущі можуть слугувати ефективним компонентом для виробництва природних скрабів та масок для обличчя.

Екстракти з кавової гущі додаються до антицелюлітних кремів та олій через свої властивості сприяння кровообігу та розщеплення жирових відкладень.

Налагоджується виробництво біорозкладних пакувальних матеріалів на основі кавової гущі, також розглядається можливість використання гущі як додаткового волокнистого матеріалу для виробництва паперу.

В кулінарії додавання гущі до деяких страв може надати ароматичний смак та запах.

Відходи споживання кави можуть слугувати сировиною для виробництва екологічно чистих та стійких до вологості плит для виробництва меблів та декоративних виробів.

Вміст антиоксидантів у гуші може знайти застосування в харчових добавках або медичних препаратах.

Використання відходів споживання кави в цих сферах не лише сприяє ефективному використанню відходів, але й створенню більш сталого та екологічно чистого виробництва в різних галузях.

1.5. Роль органічних відходів у сільському господарстві

Органічні відходи - це природні матеріали, які походять від живих організмів або виробничих процесів, і можуть підлягати біологічному розкладанню. Найповніша характеристика органічних відходів включає такі аспекти.

Вони включають рослинні та тваринні залишки, продукти переробки їжі, ґрунт, гумус, та інші природні матеріали.

Види органічних відходів:

Живі рослинні відходи: листя, гілки, трава.

Харчові відходи: залишки їжі, корки фруктів і овочів, кавова гуща

Відходи людської діяльності: компост, гумус, відходи від сільського господарства.

Бактерії, гриби та інші мікроорганізми розкладають органічні відходи на елементарні речовини.

Різні матеріали розкладаються з різною швидкістю. Наприклад, фруктові шкірки розкладаються швидше, ніж деревні гілки.

В якості мульчі використовується для утримання вологи, запобігання росту бур'янів та ерозії.

Створення високоякісного компосту для садівництва та сільського господарства.

Органічні відходи сприяють створенню замкненого циклу використання ресурсів та зменшують навантаження на полігони.

Використання органічних відходів для виробництва електроенергії та біопалива.

Сприяє формуванню свідомості щодо важливості відповідального поводження з відходами серед населення.

Органічні відходи є ключовим компонентом сталого управління відходами та можуть послужити джерелом корисних ресурсів для природи та людини.

1.6. Використання відходів споживання кави в сільському господарстві

Відходи споживання кави, зокрема кавова гуща, мають значний потенціал для використання у сільському господарстві.

Кавова гуща містить азот, фосфор, калій, кальцій та інші макро- та мікроелементи. Органічні речовини у гущі розкладаються поступово, справляючи тривалий ефект.

Додавання її на поле як органічного добрива сприяє поліпшенню ґрунтової структури та забезпеченню рослин поживними речовинами.

Використання гущі у вигляді компосту також сприяє підвищенню вмісту органічної речовини в ґрунті.

Накладання гущі в якості мульчі допомагає утримувати вологу в ґрунті, запобігає ерозії та підтримує сталість температури.

Кава містить природні речовини, такі як кофеїн, які можуть відлякувати деяких шкідників.

Поширення гущі навколо рослин чи на полі може відганяти деяких комах, таких як мурахи та слизняки.

Гуща має високий вміст вуглеводів та інших органічних матеріалів, що її робить ідеальним для виробництва компосту.

Додавання гущі до компосту допомагає збагаченню його поживними речовинами та підвищенню його якості.

Кавова гуща створює ідеальні умови для росту аеробних грибів. Це робить можливим використання гущі для створення субстрату для грибів, таких як шампіньйони.

Аромат гущі може відлякувати тварин, а підсипання її на ділянці може допомогти запобігти тваринам заходженню на неї.

Використання гущі у сільському господарстві сприяє створенню замкнутого циклу використання ресурсів та допомагає зменшити екологічний вплив відходів.

1.7. Проблема виникнення супутніх відходів разом з кавою

Зростаючий обсяг споживання кави в усьому світі призводить до збільшення відходів у формі упаковки та одноразового посуду, що вимагає серйозного уваги та наукового підходу.

Наприклад, паперові стаканчики, що використовуються для подачі кави, виготовлені з паперу, який часто має поліетиленове покриття. Це покриття стає чинником ускладнення їх переробки, що може суттєво впливати на ефективність вторинного використання цих матеріалів.

Трубочки для кави, виготовлені з різних матеріалів, також стають предметом дослідження з огляду на їх шкідливість для екології. Пластикові трубочки, як відомо, мають обмежену біорозкладність та можуть стати основним джерелом забруднення навколишнього середовища.

Поширена проблема також полягає в упаковці кави, яка включає різні матеріали, такі як папір, фольга та пластик. Багатошарові упаковки можуть

створювати труднощі у вторинній переробці, особливо коли вони містять не перероблювані компоненти.

Розв'язання цих проблем вимагає комплексного підходу, включаючи розробку та впровадження екологічно чистих матеріалів для упаковки та посуду, а також підтримку використання біорозкладних альтернатив. Крім того, важливим є п необхідність удосконалення системи переробки та вторинного використання, щоб забезпечити більш ефективне управління відходами у сфері кавового бізнесу.

У контексті сталого розвитку та оптимізації використання ресурсів важливо розглядати можливості переробки різних компонентів упаковки, пов'язаної із споживанням кави. Паперові стаканчики та упаковка можуть бути піддані переробці, де паперові волокна використовуються для створення нових упаковочних матеріалів або паперових виробів.

Пластикові трубочки, існуючи як проблемний компонент, також можуть бути відновлені через механічну або хімічну переробку, або замінені біорозкладними альтернативами. Упаковка, що включає фольгу, має потенціал бути переробленою для створення нових фольгованих виробів.

Пластикові кришки, етикетки, мішки та інші компоненти можуть також входити в систему переробки, де їх можна використовувати для вироблення нових пластикових виробів або елементів упаковки. Особливість вакуумних упаковок полягає в можливості їх переплавлення або переробки, якщо вони складаються з одного матеріалу.

Зазвичай ефективна переробка відходів від кави включає розгляд усіх компонентів, починаючи від паперу та пластику і закінчуючи етикетками та додатковими аксесуарами. Пошук інноваційних методів та впровадження нових технологій в цей процес є важливим етапом у покращенні екологічного впливу кавової індустрії.

1.8. Система сортування відходів в Україні

Україна увійшла до переліку країн з найвищим обсягом сміття на одного мешканця, згідно з даними Світового банку, повідомляє Хмарочос, зосереджуючись на інформації від USA Today. Цей непохідний рейтинг ставить Україну в печальний контекст порівняно з розвиненими країнами, такими як Канада (на першому місці за кількістю відходів на душу населення), США (на третьому) та Фінляндія (на п'ятому). Звернімо увагу на те, що майже 95% сміття в Україні відноситься до небезпечних відходів, що знову підкреслює актуальність теми відповідального поводження з відходами.

Наша країна практично не сортує сміття, і це стає проблемою, оскільки закон про сортування відходів діє з січня 2018 року. Проте, через відсутність ефективної інфраструктури і низьку мотивацію громадян, цей закон фактично залишається на папері []. Навіть не дивлячись на спроби регулювання сортування, воно не стало навичкою для більшості населення (рис.1.6). Іноді лише як мода, викликана, наприклад, публічною заявою голлівудських зірок щодо шкідливості людської діяльності для навколишнього середовища.

Сортування відходів в Україні є невід'ємною частиною управління відходами. Першою і найлегшою категорією для відокремлення від загального відходів є органічні відходи. Світовий досвід показує, що органічні відходи легко можна перетворити на добрива (компост) та використовувати як відновлювальне джерело енергії за допомогою виробництва біогазу (метану).

В місті Кропивницький практично не функціонує система сортування відходів, де відокремлюються лише ПЕТ-пляшки та небезпечні відходи, такі як батарейки та люмінісцентні лампи [].

Серед всіх закладів харчування, що становлять основне джерело органічних побутових відходів, важливо виділити кав'ярні та заклади, де пропонується кава в меню. Розрахунки свідчать про існування понад 300 точок продажу кави в Кропивницькому, які відрізняються обсягами продажів,

асортиментом та кількістю відвідувачів. Проте всі ці заклади спільно мають одну рису - приготування кави з натуральних зерен за допомогою кавових машин, де неухильно виникають однотипні відходи - кавова гуща.

Щодня в місті Кропивницький утворюється понад 3 тонни вологої кавової гущі, яка, як правило, потрапляє на полігон разом із іншим побутовим сміттям. Для порівняння, у Києві ця кількість становить 18 тонн на день, у Львові - 15 тонн, у Дніпрі - 10,5 тонн, а в європейських столицях може сягати 20 тонн на день. Наведені цифри є результатом власних досліджень, оскільки статистичних даних щодо кількості утворення кавової гущі в Україні немає.

Важливо відзначити, що кавова гуща представляє собою цінний ресурс, який можна використовувати для поліпшення екологічної ситуації у мегаполісі. Однак проблема утилізації кавової гущі в Україні перш за все полягає у відсутності мотивації, заохочення чи відсутності відповідних санкцій.

Поглянемо на успішні бізнес-проекти з вторинного використання кавової гущі, які вже реалізовані у світі. П'ять років тому Джуліан Лехнер, студент дизайну одного з італійських університетів, отримавши дозу інспірації разом з чашкою еспресо, вирішив присвятити свою дипломну роботу створенню нових матеріалів із використаної кавової маси. Нині він проживає в Берліні і реалізував свою ідею в матеріал для виготовлення кавових чашок та блюдець, які можна мити в посудомийній машині (див. Додаток А).

Інший підприємець, Але Аман Адвані, засновник компанії Ministry of Supply, розташованої в Массачусетсі (США), представив на ринок шкарпетки, виготовлені із додаванням кавової гущі, які ефективно запобігають появі неприємного запаху. Ці шкарпетки містять перероблений поліестер з часточками кави для контролю запаху [9].

Компанія S.Cafe, що виробляє інноваційні текстильні матеріали, використовує більше 110 відомих модних брендів, таких як American Eagle,

Timberland і LL Bean. Текстиль S.Cafe створюється з пряжі, що містить від 1,2% до 1,5% наночастинок кавової гущі () та використовується головним чином для виробництва спортивного одягу, а також білизни і модного одягу.

Британська компанія bio-bean пропонує інноваційний продукт - циліндричні паливні брикети для барбекю.

Компанія Greensur з Великої Британії, яка також досліджує вторинну переробку сировини, розробила органічне добриво та засіб для боротьби зі слимаками на основі кавової гущі, яке використовується як клієнтами Greensur у значних обсягах. Засіб включає в себе кавову гущу, яку компанія виробляє в обсязі від 200 до 300 тонн щорічно, а також інші природні інгредієнти, такі як папороть і деревна зола.

Також, Розалі Макміллан, створюючи унікальні прикраси, використовує перероблену кавову гущу на 70%. Цей натхненний матеріал складається не лише з кави, але також з подрібнених шматочків джутових мішків, в яких поставляється кава, та біосмолу в якості сполучного речовини.

Під час висихання сировини слід дотримуватися правила про стабільну температуру та належну вентиляцію приміщення, які забезпечать ефективний процес..

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ КАВИ

Особливості та ефективність використання відходів виробництва кави як добрива виявляються актуальними у різних країнах світу. Кава, яка стала неодмінною частиною сільськогосподарської культури, проходить процес переробки в усьому світі, включаючи і Україну, де вона займає позицію одного з найпопулярніших продуктів харчової промисловості на сучасному ринку.

Зараз більшість споживачів (60%) віддають перевагу зерновій каві. Плід кави має складну будову, включаючи екзокарп (зовнішню шкірку), мезокарп (соковиту жовтувату пульпу), та ендокarp (зелену пергаментну оболонку, під якою знаходиться парне напівкулясте насіння). Процес обробки плодів може бути вологим (мокрим) або сухим, залежно від якості кави та технологічних умов.

При виробництві смаженої зернової кави накопичуються великі обсяги відходів, таких як кавовий шлам, який використовується для виготовлення розчинної кави, некондиційні зерна, лушпиння, кавовий пил та подрібнені частинки кавового напівфабрикату.

З 1 тонни кавових зерен отримують лише 0,33-0,37 тонни порошку розчинної кави, що призводить до утворення понад 0,5 тонни відходів, головною частиною яких є кавовий шлам.

Під час процесу обсмаження кавових зерен значно змінюється кількість окремих хімічних сполук, що можна спостерігати в табличних даних 1.2. Тому для досягнення вишуканого смаку у кінцевому продукті, а саме кавовому напої, визначення правильного термічного та часового режиму обсмаження має вирішальне значення для задоволення смакових вподобань.

Таблиця 1.2 – Зміна вмісту хімічних сполук у кавових зернах після термічної обробки

Компоненти	Вміст у кавових зернах, %	
	сирих	обсмажених
Вода	11,3	2,7
Розчинні речовини	29,5	21,6
Азотисті речовини	12,6	11,7
Жир	11,7	12,2
Цукор	7,8	0,4
Декстрин	0,4	1
Клетчатка	23,9	20,3
Геміцелюлози	5	2,4
Зольні елементи	3,8	3,3
Кофеїн	1,18	1,05
Каводубільна кислота	8,4	4,7
Хлорогенова кислота	9,6	3,8

У процесі обсмажування зерен кави не лише відбувається розпад компонентів на більшу кількість сполук, але також спостерігається їх взаємодія, що призводить до утворення нових, часто летючих, складових. Цей процес формує характерний смак та аромат кави.

Виробництво розчинної кави в середньому призводить до утворення 10-20 тис. тонн кавового шламу щорічно. Кавовий шлам, темно-коричневого

кольору із запахом кави, має високий вміст клітковини (54,0-56,0%), протеїну (12,0-14,0%), та загальних жирів (12,5-14,5%).

Кавовий шлам є основним супутниковим продуктом, який виникає внаслідок вологої обробки кавових зерен для відділення кавових гранул чи лушпиння. На жаль, на сьогоднішній день не існує оптимальної технологічної схеми для його ефективної переробки, і в більшості випадків він просто знищується або частково переробляється (вилучаючи ароматичні та фарбуючі речовини для виготовлення кавової олії).

Важливо відзначити, що наявність білка, цукрів і неорганічних речовин у кавовому шламі, а також його висока вологість сприяють активному розвитку мікроорганізмів. Якщо шлам не переробляється негайно, він може призвести до забруднення навколишнього середовища.

У сучасному світі деякі напрями використання кавових відходів набирають популярність. Це включає:

- Переробку кавових відходів у високоякісні органічні добрива.
- Використання кавової гущі як альтернативи дизельному паливу, де з 10 кг відходів можна отримати приблизно 2 літри ефективного та вуглецево-нейтрального палива.
- Створення технологічних ліній для отримання кавової олії та білково-вуглеводної кормової добавки з кавового шламу та інших відходів виробництва кави.

Незважаючи на ці перспективи, ці технології поки що не знайшли широкого застосування в промисловості через їхню складність та значні відходи, які виникають після вилучення цільового продукту з кавового шламу. Також варто відзначити, що існуючі процеси вимагають великої уваги до трудомісних технологічних процесів.

В науковій літературі описано експеримент, що проводився протягом двадцяти чотирьох місяців і включав три варіанти. Контрольний варіант, який

не включав в себе використання кавових відходів, порівнювався з двома іншими варіантами, де використовувалися саме ці відходи. За період експерименту ділянки регулярно поливали дистильованою водою, обсяг якої становив 87% від середньої норми опадів щотижня. Кожні три місяці проводилася оцінка хімічного складу ґрунту, вмісту води та катіонів.

В усіх випадках було зафіксовано підвищення рівня рН ґрунту вище 5,5 протягом трьох місяців. Катіони Ca, Mg, K показали збільшення від 6 до 7, від 3 до 4 і від 6 до 12 разів відповідно при зростанні норм внесення кавових відходів.

Вміст вуглецю та азоту істотно зросли протягом 6 місяців, на приблизно 1,5% та 0,12% відповідно, що призвело до зменшення співвідношення C/N з 17 до 13. Спільна дія підвищення рівня рН і збільшення вмісту органічного вуглецю сприяла значному зростанню коефіцієнта катіонного обміну. Збільшення доступного фосфору було також визначено, досягнувши максимального значення на 9 місяць експерименту. Використання кавових відходів значно підвищило частку збереження води в ґрунті з 53% до 60%, що в свою чергу сприяло утриманню основних катіонів, фіксації Mg, але збільшувало частку вільного заліза. Це свідчить про потенціал кавових відходів як матеріалу для вапнування ґрунту та використання як NPK добрива з позитивним впливом на збереження та утримання води та азоту.

Деякі вчені висувають пропозиції щодо використання технологій анаеробного зброджування для кавових відходів. Анаеробне зброджування вже декілька десятиліть використовується для переробки стічних вод. Останнім часом ця технологія стала цікавою для скорочення кількості відходів та отримання альтернативних джерел енергії. У зв'язку з цим існують спроби адаптації технології анаеробного зброджування для ефективної переробки кавових відходів, які виявляються високо-біорозкладними матеріалами. Наприклад, в експериментах зі свіжими відходами кавового виробництва в

Гватемалі було досягнуто максимальний щоденний обсяг виробництва біогазу на рівні 1,30 м³ з 1 м³ відходів.

Отже, використання вторинних сировинних ресурсів не лише дозволяє виробництву високоякісних повнораціональних комбікормів повністю або частково відмовитися від дорогої імпоротної сировини, але й вирішує проблему утилізації твердих відходів, які негативно впливають на довкілля. Процес переробки відходів кави в органічні добрива включає такі етапи:

1. Розмелювання відходів кави.
2. Зволоження за допомогою хімічних реагентів.
3. Електромагнітна обробка зволоженої суміші для активації процесів розкладання.
4. Витримка суміші протягом 2-3 тижнів у спеціальних буртах.
5. Додавання хімічних або біологічних компонентів для надання добриву необхідного хімічного складу чи біологічної активності.

Таким чином, існує кілька способів використання кавових відходів у сільському господарстві, зокрема їх використання як добрива. Проте на сьогоднішній день цей напрямок досліджений недостатньо, хоча в зарубіжних країнах вже є певний досвід використання відходів виробництва кави в ролі добрив.

Розглядаючи активне використання кавової гущі в розвинених країнах світу, можна констатувати, що протягом останніх 10 років індустрія вторинного використання кавової макухи знаходить нові можливості і розвиває кілька практичних напрямків.

Спостерігаючи за розвитком індустрії використання кавової макухи, можна вражатися винахідливістю та практичністю винайдених рішень.

Наприклад, у Чехії в 2017 році кавова гуща, зібрана в місцевих кав'ярнях, використовувалася для підсвічування різдвяної ялинки на головній площі

Праги, яка отримувала електроенергію з переробленої кавової гущі на протязі всього різдвяного періоду.

Інший приклад - використання кавової макухи для виробництва нового виду палива, яке живить генератори, забезпечуючи електроенергію для приватних будинків протягом шести годин.

Використання сухої кавової гущі як добрива має обмеження через нестачу наукових досліджень, які б вивчали перетворення корисних речовин з гущі в ґрунті. Інформація про використання кавової гущі в окремих фермерських господарствах є, але наукових досліджень цього питання належно не проведено. Крім того, існує інформація про можливу шкоду від кавової гущі через її кислотний рівень рН.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ростильні коробки наповнюються чистим ґрунтом на висоту 3 см.

Ростильні коробки, до яких додається кавова макуха, також наповнюються ґрунтом висотою 3 см.

Заздалегідь підготовлено кілька ростильень з різним відсотковим вмістом.

Для кожної рослини підготовлено по дві ростильні: одну з чистим ґрунтом і іншу з додаванням кавової макухи. Усі ростильні звожуються 100 мл води і зверху на ґрунти висівають по 300 насінин рослин.

Ємності для пророщування поміщалися в непрозорий пакет при температурі 22 °C і відкривалися на 1 годину щодня.

На третій день рослини відкривалися і виставлялися на освітлене місце, при цьому вимірювалася довжина стебла та кореня.

Вимірювання повторюються на третій, п'ятий, сьомий, десятий, п'ятнадцятий день.

Перед використанням кожного зразка ґрунту з добривом, до нього додається 50 г кавової гущі ().

В кожному ємність насипали 200 г ґрунту.

До кожної ємності доливали 100 мл води для пророщування. Потім коробки переставляли в сухе, темне місце на три дні.

На другому етапі було досліджено основні фізико-хімічні характеристики гущі.

Кавова гуща – це побічний продукт приготування кавового напою. Стандартна порція кави в залежності від помелу становить 10-11 грамів для приготування однієї чашки, та 18 грамів для виготовлення подвійної порції

кави. У зволоженому вигляді, при температурі 80 град С вага вологої кави становить 32 г.

Технологія виготовлення альтернативного добрива, полягає в просушуванні. При цьому, втрата вологи становить 50%. Тобто з отриманих 3 кг вологої гущі ми отримаємо 1,5 кг добрива.

Зберігання кавової гущі проводиться окремо від інших відходів. Для цього необхідні мати пластикові міцні контейнери, постійну температуру приміщення та вологість. Рівень вологості у приміщенні залежить від його типу. У середньому, в межах 40-60%.

Контейнер з кавовою гущею попередню треба перемішати, щоб покращити насичення киснем сировини і запобігти утворення плісняви. Після отримання кавової гущі у приміщення переробки та сортування, необхідно висипати вміст контейнеру, перемішати до пухкого стану та залишити висихати. При висиханні сировини, основним правилом є - приміщення з вентиляцією та стабільною температурою не нижче 15-17 °С.

Доступність сонячного освітлення не рекомендована. Тривалість часу для висихання становить приблизно 48 год (2 доби). Фінальним етапом виробництва є фасування кавової гущі.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1. Дослідження впливу кавової гущі на ріст культурних рослин в лабораторних умовах

Спочатку нами було проведено дослідження щодо впливу кавової гущі на ріст культурних рослин в умовах лабораторії.

Враховуючи нечисленні літературні дані з даного питання, нами було обрано насіння редису, моркви і крес-салату, попередньо ми провели замочування у воді для покращання проростання.

Для проведення експериментів додавали в кожную ємність для висаджування відповідно 5 і 10% кавової гущі (від загальної маси ґрунту). В якості контролю використовували звичайний ґрунт без добавок. Об'єм вибірки = 30.

Результати досліджень по крес-салату наведено в таблиці 4.1.:
Таблиця 4.1. - Результати досліджень по крес-салату

Крес-салат	10.09.23	12.09.23	14.09.23
Контроль	2,1 ± 0,15	3,2 ± 0,21	5,1 ± 0,45
5% кавової гущі	2,3 ± 0,17	3,0 ± 0,31	4,9 ± 0,56
10% кавової гущі	1,9 ± 0,17	3,1 ± 0,28	5,3 ± 0,49

Довжина надземної частини, мм

Крес-салат	10.09	12.09	14.09
Контроль	3,2 ± 0,25	6,4 ± 0,38	8,4 ± 0,59
5% кавової гущі	3,6 ± 0,30	6,2 ± 0,41	8,7 ± 0,56
10% кавової гущі	3,5 ± 0,29	6,6 ± 0,43	8,5 ± 0,50

Бачимо, що достовірної різниці між контролем і додаванням кавової гущі у кількості 5 та 10% майже немає.

Аналогічні результати було отримано по редису і моркві (з урахуванням того, що морква сходить дуже повільно, і ми фіксували схожість її насіння на 14-й день після висаджування).

Таблиця 4.2. - Результати досліджень по редису

Редис	10.09.23	12.09.23	14.09.23
Контроль	3,1 ± 0,15	3,6 ± 0,21	4,8 ± 0,45
5% кавової гущі	3,3 ± 0,17	3,5 ± 0,31	4,3 ± 0,56
10% кавової гущі	2,3 ± 0,17	2,5 ± 0,28	4,0 ± 0,49

Довжина надземної частини, мм

Редис	10.09	12.09	14.09
Контроль	3,5 ± 0,25	5,6 ± 0,38	7,4 ± 0,59
5% кавової гущі	3,7 ± 0,30	6,0 ± 0,41	8,3 ± 0,56
10% кавової гущі	3,4 ± 0,29	6,1 ± 0,43	8,2 ± 0,50

Але потрібно відмітити, що структура ґрунту при застосуванні кавової гущі явно покращилася. Це може бути актуальним при вирощуванні рослин на важких глинистих ґрунтах.

З метою вивчення можливостей використання кавової гущі як добрива, було проведено дослідження впливу гущі на проростання різних видів рослин методом біотестування. Загальна кількість паралельних дослідів становила три, і полив проводився через добу з використанням звичайної водопровідної води [12]. Зразки експонувалися в однакових умовах освітлення.

Рівень кислотності (рН) кавової гущі становить 6-6,5, і є дані, що її використання може підкислювати ґрунт. Отже, для дослідження були обрані рослини, які ефективно ростуть на нейтральних ґрунтах (крес-салат та кріп), кислих ґрунтах (ячмінь) і лужних ґрунтах (ромашка).

Попередній висновок з аналізу результатів біотестування зразків ґрунту з додаванням кавової гущі та без неї для механічно легких ґрунтів дозволяє припустити відсутність або слабкий вплив гущі як добрива на проростання рослин (див. Таблицю 2.2). Таким чином, дослідження не підтверджує інформацію щодо реальної можливості використання кавової гущі як добрива.

Таблиця 4.3. – Результати біотестування із застосуванням тестових рослин

Номер зразка	Вид (чи сорт тест-рослини)	Загальна кількість ростків в кінці контрольного строку, на ґрунті за номерами*		Довжина наземної частини рослин, мм, на ґрунті за номерами		Довжина кореневої системи рослин, мм, на ґрунті за номерами	
		№1	№2	№1	№2	№1	№2
1	Крес – салат	39	38	76	81	53	54
2	Кріп	28	26	81	82	38	37
3	Ячмінь	32	33	63	62	45	44
4	Ромашка	46	50	103	100	53	54

*Примітка: зразок ґрунту №1 –суміш для пророщування рослин без додавання кавової гущі, зразок ґрунту №2 – з додаванням 50 мас% кавової гущі сухої.

4.2. Дослідження можливості компостування органічних відходів з додаванням кавової гущі та впливу компосту на ріст рослин

Нами було зроблено припущення, що з огляду на високу доступність та органічний склад кавової гущі, компостування гущі може стати ефективним способом її утилізації та водночас покращення родючості ґрунтів.

Для підтвердження ефективності цього підходу було проведено серію експериментів, які оцінювали процес компостування кавової гущі, хімічний склад готового компосту та його вплив на рослинність.

Матеріали, що використовувалися:

- Кавова гуща;
- Органічні компоненти для компосту.

Відходи кави було зібрано з двох кав'ярень міста Кропивницький. Для дослідження використовувалися відходи, отримані від приготування чорної кави без додавання молока чи цукру.

Крім кавової гущі, у компост додавались інші органічні відходи, такі як залишки овочів та листя, щоб забезпечити правильне співвідношення вуглецю до нітрогену.

Для кожного експерименту було створено три компостні купи:

- Купа 1 (контрольна): органічні відходи без кавової гущі.
- Купа 2: суміш органічних відходів з додаванням кавової гущі у співвідношенні 1:1 за обсягом.
- Купа 3: кавова гуща у чистому вигляді без додавання інших компонентів.

Протягом усього процесу компостування проводився контроль за такими параметрами:

- Температура;
- Вологість;

- Рівень рН.

Вимірювання температури купи проводилося щодня на глибині 30 см за допомогою термометра.

Вологість матеріалів вимірювалася раз на тиждень за допомогою вологоміра. У разі необхідності додавалася вода або сухі матеріали для досягнення оптимального рівня вологості.

Аналіз рН компосту проводився двічі на місяць для оцінки кислотно-лужного балансу.

Після завершення процесу компостування (через 90 днів) було проведено хімічний аналіз отриманого компосту. Аналізувалися такі параметри:

- Вміст макроелементів (азот, фосфор, калій).
- Співвідношення вуглецю до азоту (C:N).

Для оцінки ефективності компосту в сільському господарстві було проведено експеримент на полі площею 10 м².

Поле було поділене на три частини, на кожен з яких вносили компост із різних куп:

- Ділянка 1: компост з Купи 1 (без кавової гущі).
- Ділянка 2: компост з Купи 2 (з кавовою гущею).
- Ділянка 3: чиста кавова гуща (Купа 3).

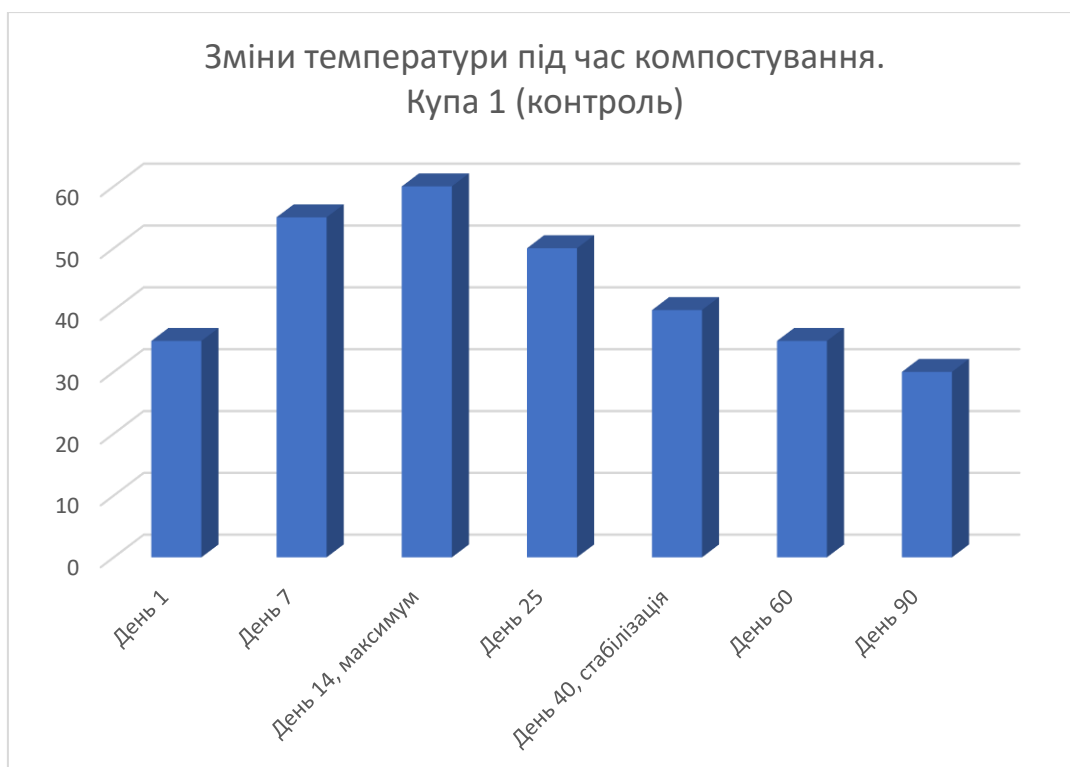
Результати аналізували за такими показниками:

- Ріст рослин (висота, кількість листків).
- Якість ґрунту (вміст поживних речовин після внесення компосту).
- Урожайність рослин на кожній ділянці.

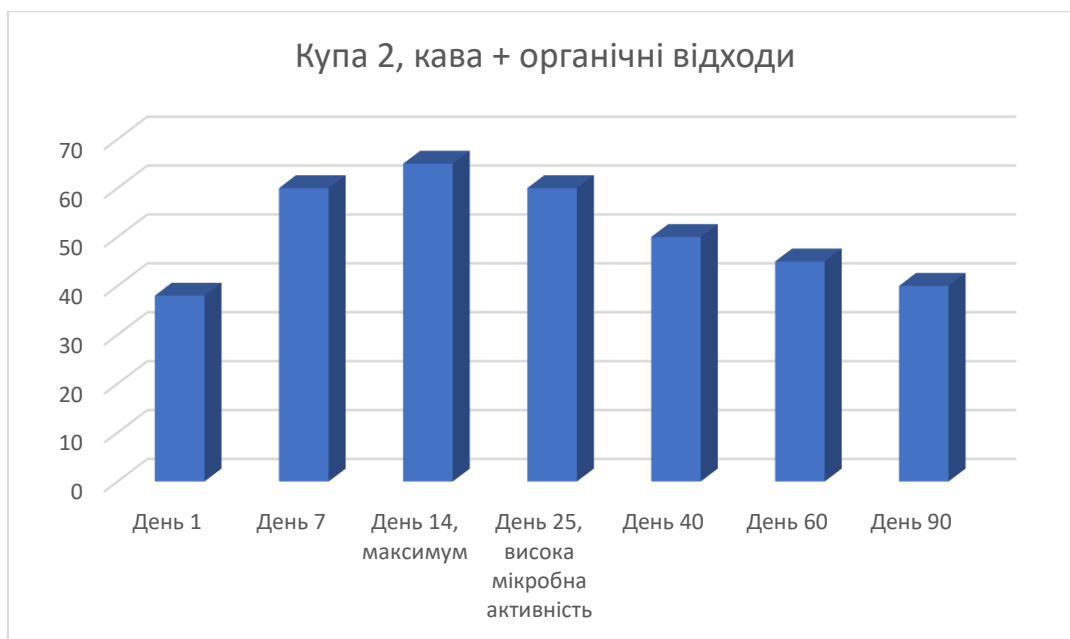
4.2.1. Результати дослідження

Температурні зміни під час компостування

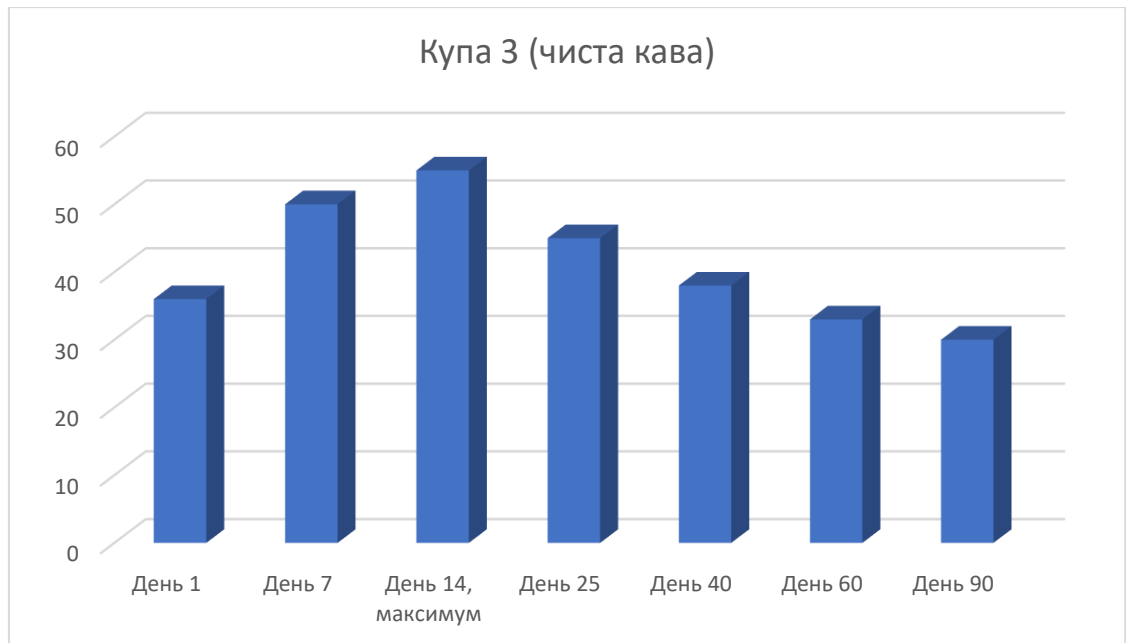
Графіки температурних змін для кожної компостної купи представлені у вигляді діаграми (Рис. 1).



У контрольній купі (Купа 1) температура досягала максимуму 60°C на 14-й день і стабілізувалась на рівні 40°C на 40-й день.



У Купі 2, де була використана кавова гуща, температура піднялася до 65°C і трималася на високому рівні до 25-го дня, що свідчить про активну мікробну активність.



У Купі 3 (чиста кавова гуща) температура була нижчою, досягала лише 55°C на 20-й день, і швидко знижувалася.

Зміни вологості

Вологість у всіх трьох компостних купах підтримувалася на рівні 50-60%.

Було встановлено, що купи з кавовою гущою мали більшу здатність утримувати вологу, що сприяло активному розкладанню органічних речовин.

Проте надмірна кількість кавової гущі у Купі 3 викликала проблеми з аерацією, що призвело до анаеробних умов на деяких етапах компостування.

Рівень рН

На початку процесу компостування всі купи мали кислотне середовище (рН 5,5-6).

Через 60 днів рН у контрольній купі (Купа 1) підвищився до 7,2, у Купі 2 — до 6,8, а в Купі 3 залишився на рівні 5,8, що вказує на неповне розкладання матеріалів у компості з чистою кавовою гущею.

Хімічний склад готового компосту

Таблиця 1 – Вміст поживних елементів у компості

Показник	Купа 1 (контроль)	Купа 2 (кава + органічні відходи)	Купа 3 (чиста кава)
Азот (N), %	1.2	2.5	3.0
Фосфор (P), %	0.6	0.6	0.5
Калій (K), %	1.0	1.8	1.5
pH	7.2	6.8	5.8

Результати хімічного аналізу показали, що компост з кавовою гущею (Купа 2) мав високий вміст азоту (2,5%) і калію (1,8%), що було значно вищим порівняно з контрольним компостом.

Однак вміст фосфору був на одному рівні в обох компостах (близько 0,6%).

Купа 3 (чиста кавова гуща) показала високий вміст азоту (3%), але через недостатнє розкладання інших елементів компост був менш стабільним і не придатним для негайного використання.

4.2.2. Вплив компосту на ріст рослин

Таблиця 2 – Ріст рослин після внесення компосту

Показник	Ділянка 1 (контроль)	Ділянка 2 (кава + органічні відходи)	Ділянка 3 (чиста кава)
Висота рослин	35 см	42 см	28 см
Кількість листіків	14	18	12
Урожайність	1,2 кг/м ²	1,5 кг/м ²	0,9 кг/м ²

Ділянка 2 (компост з кавовою гущею) показала значно вищі показники росту рослин порівняно з іншими ділянками (Таблиця 1). Рослини на цій ділянці виростили в середньому на 20% вищими, ніж на контрольній ділянці.

Ділянка 3, де використовувалася чиста кавова гуща, показала найнижчі результати через нестабільність компосту та недостатнє засвоєння поживних речовин.

4.2.3. Обговорення результатів

4.2.3.1. Температурні режими компостування

Температурні дані свідчать про те, що додавання кавової гущі сприяє підвищенню активності мікроорганізмів, що в свою чергу призводить до більш швидкого нагрівання компостної купи.

Це відповідає результатам попередніх досліджень, які показали, що кавова гуща багата на азот, що активує розкладання органічних матеріалів. Однак у випадку чистої кавової гущі (Купа 3) спостерігався дефіцит інших органічних речовин, що призвело до менш ефективного компостування.

4.2.3.2. Хімічний склад готового компосту

Високий вміст азоту у компості з кавовою гущею робить його ефективним добривом для багатьох рослин. Це особливо корисно для культур, які вимагають підвищених доз азоту, таких як зелені овочі.

Водночас, висока кислотність компосту з чистої кавової гущі може бути проблемою, оскільки вона може уповільнювати ріст деяких видів рослин.

4.2.3.3. Ефективність компосту при вирощуванні рослин

Компост з кавовою гущею значно підвищив урожайність рослин, що свідчить про його корисність як органічного добрива. Це відповідає попереднім дослідженням, які показують, що кавова гуща може покращувати структуру ґрунту та підвищувати його водоутримувальні властивості.

Водночас, використання чистої кавової гущі виявилось менш ефективним через проблеми з її розкладанням.

Висновки до розділу

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Додавання кавової гуші до органічних відходів підвищує швидкість компостування і покращує якість кінцевого продукту, зокрема, збільшує вміст азоту та калію.
2. Компост з кавовою гущею має потенціал як ефективне добриво для багатьох видів сільськогосподарських культур, підвищуючи їх ріст та врожайність.
3. Використання чистої кавової гуші для компостування є менш ефективним через проблеми з її розкладанням та підвищену кислотність кінцевого продукту.
4. Для досягнення найкращих результатів рекомендується використовувати кавову гущу в поєднанні з іншими органічними матеріалами.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ КАВИ В ЯКОСТІ ДОБРИВА

У сучасному світі, коли питання екології та сталого розвитку стають все більш актуальними, важливо розглядати інноваційні підходи до господарювання, що сприяють не лише ефективному використанню ресурсів, але й збереженню навколишнього середовища.

Однією з таких перспективних ідей є використання відходів кави у якості екологічно чистого добрива для поліпшення структури ґрунту.

Наш розрахунок еколого-економічного ефекту спрямований на вивчення конкретних вигод та змін у сільському господарстві, а також на визначення впливу цього інноваційного підходу на економіку та навколишнє середовище.

Ретельний аналіз розрахунків дозволить нам краще зрозуміти переваги використання кавової гущі та визначити його важливість для сталого розвитку у сільському господарстві.

Врожайність:

- Без використання кавової гущі: $5 \text{ кг/м}^2 * 30 \text{ соток} = 1500 \text{ кг}$.
- З використанням кавової гущі: $8 \text{ кг/м}^2 * 30 \text{ соток} = 2400 \text{ кг}$.
- Збільшення врожайності: $2400 \text{ кг} - 1500 \text{ кг} = 900 \text{ кг}$.

Вартість добрив:

- Вартість добрив без використання кавової гущі: $200 \text{ грн/5 соток} * 30 \text{ соток} = 1200 \text{ грн}$.

Вартість врожаю:

- Збільшення вартості врожаю: $900 \text{ кг} * 80 \text{ грн/кг} = 72\,000 \text{ грн}$.

Економія на вивезенні відходів за місяць: 200 грн.

Економія на добривах: 1200 грн.

Загальний еколого-економічний ефект:

Загальна економія: 200 грн (вивезення відходів) + 1200 грн (добрива) + 72 000 грн (вартість врожаю) = 73 400 грн.

Таким чином, використання кавової гуші як добрива призводить до значного збільшення вартості врожаю та економії на витратах на добрива і вивезення відходів.

6. Охорона праці

6.1. Аналіз ризиків, які можуть виникнути під час переробки відходів кави.

Переробка відходів кави, як і будь-який промисловий процес, може супроводжуватися певними небезпеками та шкідливими виробничими факторами. Потенційні ризики наступні.

Пил. Під час переробки кавових відходів може утворюватися значна кількість пилу. Це може призвести до проблем з дихальними шляхами у працівників, який може викликати респіраторні проблеми або алергічні реакції, а також створювати ризик вибуху пилу в певних умовах.

Хімічні речовини. Залежно від методу переробки, можуть використовуватися різноманітні хімічні речовини, які можуть бути токсичними або шкідливими при вдиханні чи контакті зі шкірою.

Біологічні ризики. Відходи кави можуть бути середовищем для розвитку плісняви та інших мікроорганізмів, особливо в умовах високої вологості.

Фізичні навантаження. Робота з великими масами або великим об'ємом матеріалу може призводити до мускульно-скелетних проблем у працівників.

Шум. Використання промислового обладнання для переробки відходів може створювати високий рівень шуму, що негативно впливає на слух працівників.

Температурні умови. Деякі процеси можуть включати високі температури, що створює ризик опіків або перегріву.

Ергономічні ризики. Неправильна організація робочого місця може призвести до зайвого фізичного навантаження або травм.

Психологічний стрес. Високі темпи роботи, нерегулярний графік, або монотонність можуть спричиняти стрес та психологічне вигорання.

Термічні ризики. Якщо переробка включає теплові процеси, існує ризик опіків або інших травм, пов'язаних з високою температурою.

Пожежна безпека. Кавовий пил та відходи можуть бути легкозаймистими, що створює ризик пожеж.

Неправильне обслуговування або старіння обладнання може призвести до його раптової поломки, що може викликати нещасні випадки.

6.2. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращенню умов праці.

6.2.1. Заходи запропоновані для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Заходи для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів при переробці відходів кави можуть включати наступні аспекти.

Контроль за рівнем пилу та частинок. Вентиляція та фільтрація. Встановлення ефективних систем вентиляції та повітряних фільтрів для зменшення концентрації пилу у повітрі.

Регулярне прибирання. Запровадження регулярного графіка прибирання для уникнення накопичення пилу.

Хімічна безпека. Перевірка та контроль за всіма хімічними речовинами, які використовуються у процесі переробки відходів. Забезпечення правильного та безпечного зберігання хімічних речовин.

Особисті засоби захисту (ОЗЗ). Використання захисного одягу, рукавиць, окулярів та інших ОЗЗ при роботі з хімічними речовинами.

Ергономічні заходи. Оптимізація робочого місця. Правильне розташування обладнання та робочих станцій для зменшення фізичного навантаження.

Регулярні перерви. Запровадження перерв для зменшення ризику перенапруження та пов'язаних з ним захворювань.

Заходи щодо шуму. Ізоляція джерел шуму. Використання звукоізоляційних матеріалів для зменшення шуму від обладнання. Надання працівникам захисних навушників або вушних пробок.

Проведення періодичних тренінгів з безпеки для освіти та підвищення обізнаності працівників з охорони праці.

Навчання з першої допомоги. Організація курсів з надання першої долікарської допомоги та пожежної безпеки.

Регулярні медичні огляди. Забезпечення доступу до медичних оглядів для раннього виявлення професійних захворювань.

Психологічна підтримка. Надання можливостей для психологічної підтримки, особливо у випадках, де робота може бути стресовою.

Встановлення ефективних систем для утилізації та переробки відходів. Запровадження методів та технологій, спрямованих на мінімізацію відходів.

Пожежна безпека. Забезпечення наявності вогнегасників, систем пожежогасіння та евакуаційних шляхів. Проведення регулярних навчань з пожежної безпеки.

6.2.2. Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту.

При переробці відходів кави важливо використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) для забезпечення безпеки працівників. Основні засоби захисту, які слід застосовувати наступні.

Захисний одяг. Спеціальний робочий одяг допомагає захистити шкіру від прямого контакту з відходами кави та можливими хімічними речовинами, які можуть використовуватися під час переробки.

Респіратори або маски для обличчя. Якщо є ризик вдихання пилу від кавових відходів, особливо під час подрібнення або переробки, важливо використовувати респіратори або захисні маски.

Захисні окуляри. Для захисту очей від пилу, бризок рідин та інших потенційних загроз, особливо при хімічній обробці або механічній переробці кавових відходів.

Захисні рукавиці. Використання міцних рукавиць захистить руки від порізів, абразивного впливу та можливого хімічного впливу.

Взуття з захисним носком. Захисне взуття важливе для захисту ніг від випадкових травм, особливо в робочих зонах, де є ризик падіння важких предметів.

Захист слуху. Якщо переробка відходів кави включає в себе використання гучного обладнання, захисні навушники або вушні пробки можуть бути необхідними для зниження ризику пошкодження слуху.

Шоломи або захисні каски. В зонах, де існує ризик падіння предметів, шоломи забезпечують додатковий захист голови.

6.2.3. Інструкція з охорони праці при переробці відходів кави.

Перед початком роботи працівники повинні пройти інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки.

Доступ на робоче місце дозволяється лише особам, які пройшли необхідне навчання та мають відповідний допуск.

Для особистого захисту необхідно використовувати засоби індивідуального захисту: робочий одяг, респіратори, рукавички, окуляри.

У разі викидів пилу необхідно забезпечити захист дихальних шляхів. Під час виконання робіт з хімічними речовинами необхідно забезпечити захист шкіри від контакту.

Перед використанням обладнання необхідно перевірити його на предмет несправностей. Використовувати обладнання відповідно до інструкцій виробника. Не залишати обладнання без нагляду під час роботи.

Правила поводження з хімічними речовинами. Зберігати хімічні речовини в спеціально відведених місцях. Використовувати хімічні речовини

відповідно до інструкцій і з обережністю. У разі контакту хімічних речовин з шкірою або очима, негайно промити уражену ділянку великою кількістю води.

Пожежна безпека. Необхідно забезпечити наявність вогнегасників на робочому місці. Дотримуватися правил пожежної безпеки при роботі з вогненебезпечними матеріалами. У разі виникнення пожежі негайно повідомити про це відповідні служби.

Перша допомога. Знати розташування аптечки першої допомоги. Знати правила надання першої допомоги при травмах та отруєннях. У випадку важких травм або погіршення стану здоров'я негайно звернутися за медичною допомогою.

Підтримання чистоти на робочому місці. Необхідно регулярно прибирати робоче місце. Не допускати накопичення відходів кави та інших матеріалів. Використовувати спеціальні контейнери для збору відходів.

6.3. Розробка заходів з пожежної профілактики.

Заходи з пожежної профілактики під час переробки відходів кави є важливими для забезпечення безпеки процесів та запобігання пожежам. Ключові заходи, які можна впровадити наступні.

Контроль процесу сушіння. Відходи кави часто сушать перед подальшою переробкою. Сушіння має відбуватися при контрольованих температурах, оскільки надмірний нагрів може призвести до самозаймання матеріалу.

Системи виявлення диму та тепла. Встановлення датчиків диму і тепла допоможе виявити потенційну пожежу на ранній стадії.

Автоматичні системи гасіння. Встановлення спринклерних систем або інших автоматичних систем гасіння пожеж забезпечить швидке реагування на вогонь.

Правильне зберігання відходів. Відходи кави мають бути збережені в негорючих, добре вентильованих контейнерах, подалі від джерел тепла та вогню.

Регулярний огляд та обслуговування обладнання. Все обладнання, що використовується в процесі переробки, має регулярно перевірятися і обслуговуватися, щоб уникнути перегріву або інших технічних несправностей.

Навчання персоналу. Всі працівники повинні пройти навчання з пожежної безпеки, включаючи вміння користуватися вогнегасниками та знання евакуаційних процедур.

Періодичний аудит та оцінка ризиків. Регулярний аудит та оцінка ризиків допоможуть ідентифікувати потенційні небезпеки та розробити плани їх усунення.

Плани евакуації та надзвичайних ситуацій. Необхідно розробити та чітко визначити плани евакуації та дій у випадку виникнення пожежі.

Управління пилом. Під час переробки може утворюватися пил, який є потенційним джерелом загоряння. Системи збору пилу та регулярне прибирання допоможуть мінімізувати цей ризик.

Відстеження та контроль вологості. Забезпечення належного рівня вологості у відходах кави може знизити ймовірність самозаймання.

6.4. Розробки системи видалення диму з приміщення, призначеного для зберігання відходів кави.

Для розробки системи видалення диму для приміщення, призначеного для зберігання відходів кави, слід дотримуватися наступних ключових аспектів.

Відходи кави можуть бути горючими, особливо у великих кількостях. Важливо оцінити потенційні джерела займання та розробити систему, яка відповідатиме цим ризикам.

Потрібна ефективна система вентиляції, яка зможе швидко видаляти дим у разі пожежі та забезпечувати достатній обмін повітря в приміщенні.

Детектори диму та пожежні сповіщення. Встановлення детекторів диму допоможе вчасно виявити пожежу.

Аварійні виходи та пожежні вимоги. Передбачити в приміщенні достатню кількість аварійних виходів з відповідністю усіх пожежних норм.

Вентиляційні канали. Вони повинні бути розташовані таким чином, щоб забезпечити рівномірний обмін повітря по всьому приміщенню.

Вентиляційні вентилятори. Вибрати вентилятори, які забезпечують необхідну потужність повітрообміну.

Система управління. Автоматична система, яка контролює роботу вентиляції, особливо в разі виявлення диму.

Фільтрація. Залежно від характеру відходів кави, може знадобитися фільтрація, щоб уникнути розповсюдження запахів або маленьких частинок.

Важливо позначити вихідні шляхи для евакуації у випадку пожежі та їх аварійне освітлення.

Розрахунок системи вентиляції виконаємо для приміщення з розмірами 6х10х3,5 метрів. Припустимо, що оновляти повітря в приміщенні будемо принаймні 5 разів на годину (це типовий показник для промислових приміщень). Тоді потужність вентиляції

$$L_{\text{год}} = V_{\text{пр.}} \cdot k ,$$

де $V_{\text{пр.}}$ – об'єм промислового приміщення, м³;

k – кількість обмінів повітря на годину.

$$V_{\text{пр.}} = 6 \cdot 10 \cdot 3,5 = 210 \text{ м}^3.$$

$$L_{\text{год}} = 210 \cdot 5 = 1050 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для забезпечення нормальної роботи важливо, щоб система вентиляції та видалення диму забезпечувала годинну потужність $L_{год} = 1050 \text{ м}^3/\text{год}$.

6.5. Висновки по розділу

Переробка відходів кави, як і будь-який промисловий процес, може супроводжуватися певними небезпеками та шкідливими виробничими факторами. В розділі проведений аналіз потенційних ризиків, які можуть виникнути при виконанні робіт та запропоновані заходи для їх запобігання.

ВИСНОВКИ

Кава стала обов'язковою частиною повсякденного життя значної частини населення. В Україні за останні п'ять років спостерігається позитивна тенденція до зростання обсягів натуральної кави, що визначається стрімким розвитком малих та мережевих кав'ярень. Завдяки зручності придбання кавових напоїв на шляху до роботи чи навчання та під час прогулянок, спостерігається збільшення споживання натуральної кави.

Використання натуральної кави призводить до утворення різних видів відходів, серед яких кавова гуща виступає цінним ресурсом. Посуд, в якому подається кава, може накопичуватися далеко від місця її придбання, у той час як кавова гуща утворюється безпосередньо під час приготування напою. Це відкриває можливість для окремого збору кавової гущі з урахуванням перспектив її подальшого вторинного використання.

Концепція сталого розвитку та стратегія ефективного управління відходами в Україні наголошують на важливості вторинного використання тих видів відходів, для яких це можливо, як першого кроку у зменшенні їхньої кількості.

Виконана випускна кваліфікаційна робота дозволяє зробити такі висновки:

- На основі огляду літератури нами було виділено наступні основні напрямки утилізації кавової гущі: використання в сільському господарстві, виробництво біопалива, використання в косметичній промисловості, виготовлення біорозкладних матеріалів, виробництво екологічно чистих текстильних матеріалів, застосування в процесах біологічного очищення стічних вод, застосування в якості антислизького агенту для посипання доріг.

Серед усіх напрямків найбільш перспективним, на наш погляд, для України є використання у сільському господарстві.

На основі аудиту відходів кав'ярні було встановлено, що за день утворюється в середньому 3,5 кг гущі, яка викидається у смітник;

Проведені лабораторні дослідження дозволили виявити незначний вплив на інтенсивність пророщування насіння, але також покращення вирощування полуниці.

1. Додавання кавової гущі до органічних відходів підвищує швидкість компостування і покращує якість кінцевого продукту, зокрема, збільшує вміст азоту та калію.

2. Компост з кавовою гущею має потенціал як ефективне добриво для багатьох видів сільськогосподарських культур, підвищуючи їх ріст та врожайність.

3. Використання чистої кавової гущі для компостування є менш ефективним через проблеми з її розкладанням та підвищену кислотність кінцевого продукту.

4. Для досягнення найкращих результатів рекомендується використовувати кавову гущу в поєднанні з іншими органічними матеріалами.

Ці результати свідчать про значний потенціал використання кавової гущі для покращення властивостей ґрунту і підвищення урожайності. Це дозволить зменшити навантаження на сміттєзвалища і в цілому покращить екологічну ситуацію.

- Пропозиції для подальших досліджень

- - Подальші дослідження можуть зосередитися на комбінуванні кавової гущі з іншими відходами, такими як харчові відходи з ресторанів, для покращення балансу поживних речовин у компості.

- - Рекомендується також дослідити довготривалий вплив компосту з кавової гущі на різні типи ґрунтів та культури для встановлення оптимальних доз внесення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бузіна І.М., Рябченко В.С. Переробка органічної складової твердих побутових відходів шляхом компостування. Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика (20 листопада 2020 р.). С. 29-30.
2. Вамболь В.В. Ідентифікація джерел формування екологічної небезпеки в місцях несанкціонованого нагромадження відходів. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2016. № 1(96). С. 122-128.
3. Ведмідь А. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні [Електр. ресурс] Режим доступу: [stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymyvidhodamy.pdf](#)
4. Гаценко М.В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти. Сільськогосподарська мікробіологія. 2014. Т. 19. № 1. С. 11-20.
5. Горобець О.В., Галіцький В.А. Перспективні напрями утилізації органічних відходів. Наука. Молодь. Екологія – 2016: зб. матеріалів XII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (27 травня 2016 р., Житомир) ЖНАЕУ, 2016. С. 97-102.
6. Горох Н.П. Екологічна оцінка шкідливих речовин за комплексної утилізації муніципальних відходів. Комунальне господарство міст: наук.-техн. збірник. Київ: Техніка, 2005. вип. 63. С. 172-181.
7. ГОСТ 26713-85 Добрива органічні. Метод визначення вологості та сухого залишку.
8. ГОСТ 26717-85 Добрива органічні. Метод визначення загального фосфору.
9. ГОСТ 27979-88 Добрива органічні. Метод визначення рН.
10. ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та мінеральні. Методи визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту.

11. ДСТУ 7949:2015 Добрива органічні. Метод визначення масової частки загального калію. 55
12. ДСТУ 8454:2015 Добрива органічні. Методи визначення органічної речовини.
13. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги.
14. Закон Про відходи [Електр. ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр>
15. Касімов А.М., Семенов В.Т., Александров А.Н., Коваленко А.М. Тверді побутові відходи. Проблеми і вирішення. Технології, устаткування: навч. посібн. Харків: ХНАМГ, 2006. 301 с.
16. Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. М. М. Назарука. Львів: Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.
17. Ляшенко О.О., Мовсесов Г.Є. Технологія та устаткування прискореного компостування органічних відходів. Співпраця для вирішення проблеми відходів: матеріали III міжнародної конф. (Харків, 7-8 лютого 2006 р.) С. 88- 89.
18. Мальований М.С., Мяновська М.Б., Бахарєв В.С. Склад та потенційні запаси вторинної сировини в твердих побутових відходах міста Житомира. Екологічна безпека. 2013. № 1(15). С. 83-87
19. Матвєєв Ю.Б., Пухнюк А. Ю. Полігони побутових відходів: ситуація та перспективи. Тверді побутові відходи. 2013. № 6. С. 37-42.
20. Охорона праці / К.Н. Ткачук, К.К. Ткачук, Ю.А. Гурін та ін. Кривий Ріг: ВЦ КТУ, 2011. 325 с
21. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр». / Укладач: О.В. Рибалова. Х: НУЦЗУ, 2016. 530 с.

22. Попович В.В. Пожежна небезпека стихійних сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. Пожежна безпека. №21, 2012. С. 140-147.

23. Практичні аспекти управління відходами в Україні. Посібник / Барінов М.О., Олексієвець І.Л., Родная Д.В., Журавель Т.В., Коломієць С.В., Козлова І. А., Пархоменко Г.П. –К.: «Поліграф плюс», 2021. – 118 с.

24. Проблеми державного регулювання у сфері поводження з відходами та шляхи їх вирішення. [Електр. ресурс]. Режим доступу: 56 <http://www.niss.gov.ua/articles/1386/>

25. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навч. посіб. Київ: Кондор, 2010. 552 с.

26. Розробка еколого-безпечних заходів поводження з твердими побутовими відходами на базі Львівського комунального підприємства «Зелене Місто». Голубко Д. В. – Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. – Дубляни, Львівський НУП, 2023.

27. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Приходько В.Ю. Класифікація твердих муніципальних відходів – передумова формування ефективної системи поводження з їх потоками. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2014. №18. С. 32-37.

28. СОУ ЖКГ 03.09-014:2010 «Побутові відходи. Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів». Видання офіційне, Київ, 2010. 39 с.

29. Сталінська І.В. Особливості екологічної безпеки у системі «тверді побутові відходи – навколишнє середовище – здоров'я людини». Науковий вісник НЛТУ України. 2016. Вип. 26(7). С. 238-244.

30. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку. Сценарії розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами. Підсумковий звіт. IFC, 2015. 110 с.

31. Нагорняк Т.А. Технологія переробки органічної складової твердих побутових відходів шляхом компостування. Магістерська дисертація, Київ, 2018, 132 с.

32. Тимошенко С.А., Дудар Т.В. Аналіз впливу на довкілля паперових відходів Києва та Львова та технологій їх утилізації із використанням методу оцінки життєвого циклу. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2013. № 1(78). С. 104-108.

33. Управління відходами в Україні [Електр. ресурс]. Режим доступу: http://ekosphaera.org/wpcontent/uploads/2018/02/Ukraine_Newsletter_01_ukr.pdf

34. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: підручник. Одеса: Вид-во ТЕС, 2012. 272 с.

35. Шацький В.В., Поволоцький А.А. Основні вимоги до процесу та біотехнічної системи компостування органічної сировини. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2015. Т. 157. С. 140-146.

36. Шевченко О.А., Деркачов Е. А. Еколого-гігієнічна оцінка ступеня небезпеки території муніципальних звалищ та заходи щодо їх оздоровлення. 57 Проблеми збору, переробки та утилізації відходів: зб. наук. статей IV міжнар. наук.-практ. конференції. Одеса, 2002. С. 224-227.

37. Ayilara M. S., Olanrewaju O. S., Babalola O. O., Odeyemi O. Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. Sustainability. 2020, 12, 4456; doi:10.3390/su12114456

38. De Bertoldi, M. The Science of Composting; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013. [Google Scholar]

39. Gonawala Suhas S., Jardosh H. Organic Waste in Composting: A brief review. International Journal of Current Engineering and Technology. Volume 8, No. 1 (Jan/Feb 2018) PP. 36-38, DOI:https://doi.org/10.14741/ijcet.v8i01.10884

40. Saravanan P., Sathish Kumar S., Ignesh A., Ajithan C. Eco-friendly practice of utilization of food wastes. International Journal of Pharmaceutical Science Invention. 2013, Volume 2. Issue 1. PP. 14-17.

41. Sardarmehni M., Levis J. W., Barlaz M. A. What Is the Best End Use for Compost Derived from the Organic Fraction of Municipal Solid Waste? Environ. Sci. Technol. 2021, 55, PP. 73-81. doi.org/10.1021/acs.est.0c04997

42. Vanlalmawii E., Awasthi M. Municipal Solid Waste Composting – A Review. International Journal of Advances in Science Engineering and Technology. Volume 4, Issue 2, Spl. Issue-1 Apr.-2016.