

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Леонід ПЛЯЦУК
(підпис)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньо-
професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища»
на тему:

ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ РОСЛИННОГО
ПОХОДЖЕННЯ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Здобувача групи ТС-01 Гончаренка Миколи Олеговича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Микола ГОНЧАРЕНКО
(підпис)

Керівник – старший викладач кафедри екології
та природозахисних технологій,
кандидат технічних наук

_____ Віра Фалько
(підпис)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ___ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студентові Гончаренку Миколі Олеговичу

Група ТС-01

1. Тема кваліфікаційної роботи: Технології поводження з відходами рослинного походження озеленених територій.
2. Вихідні дані: фізико-хімічні та еколого-токсикологічні властивості рослинних відходів. Традиційні і новітні технології поводження з відходами рослинного походження.
3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:
 - послідовність дослідження процесу виготовлення «дров»;
 - схема будови експериментального штамбу для прямого видавлення пелет;
 - схема природного циклу з екопластику з рослинних відходів;
 - конструкція сорбційного патрону для превентивного накопичення сорбентів у зоні локалізації розливу нафтопродуктів.
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання – 03.04.2024

Керівник _____

ст. викладач к.т.н. Фалько В.В.

АНОТАЦІЯ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 24 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 52 сторінки, у тому числі 2 таблиці, 17 рисунків, перелік джерел посилання 3 сторінки.

Мета роботи – дослідження технологій поводження з відходами рослинного походження озелених територій.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі *завдання*:

- проаналізувати фізико-хімічні, еколого-токсикологічні властивості відходів рослинного походження озелених територій, визначити вплив на стан і якість атмосферного повітря при несанкційному їх спалюванні;
- дослідити і проаналізувати традиційні і новітні технології поводження з відходами рослинного походження озелених територій;
- дослідити проблеми з відходами рослинного походження в м. Суми.

Об'єкт дослідження – технології поводження з відходами рослинного походження озелених територій.

Предмет дослідження – відходи рослинного походження озелених територій.

У кваліфікаційній роботі досліджено і проаналізовано традиційні й новітні технології поводження з відходами рослинного походження озелених територій. Запропоновано муніципальним службам список технологій поводження з відходами рослинного походження.

Ключові слова: відходи рослинного походження, утилізація відходів, опале листя, мульчування, компостування, біопаливо з опалого листя, папір з опалого листя, сорбенти з опалого листя, ефективне використання ресурсів

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. Проблеми, які створюють біовідходи.....	6
2. Актуальність теми «Технології поводження з відходами рослинного походження озелених територій».....	7
3. Мета, задачі роботи, об'єкт дослідження, предмет та методи дослідження....	8
РОЗДІЛ 1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД, ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ, НА ЕКОЛОГІЮ ВІДХОДІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ОЗЕЛЕНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	11
1.1. Фізико-хімічні та еколого-токсикологічні властивості опалого листя та інших відходів рослинного походження озелених територій.....	11
1.2. Вплив несанкційного спалювання опалого листя на стан і якість атмосферного повітря, на здоров'я людини.....	12
РОЗДІЛ 2. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТРАДИЦІЙНИХ СПОСОБІВ ПОВОДЖЕННЯ З РОСЛИННИМИ ВІДХОДАМИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	15
2.1. Мульчування.....	15
2.1.1. Особливості перегнивання опалого листя.....	15
2.1.2. Мульчування – це аграрний прийом.....	16
2.1.3. Мульчування парків та газонів.....	17
2.2. Компостування.....	19
2.2.1. Використання технології компостування в Україні.....	19
2.2.2. Використання технології компостування за кордоном.....	22
2.3. Використання як природного декору.....	23
2.4. Використання відходів у садівництві.....	27
2.5. Проблеми з відходами рослинного походження в м. Суми.....	28

ТС 21510003

Підп. і дата										
Підп. і дата										
Взаєм. інв. №										
Інв. № дубл.										
Інв. № подл.										
Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Технології поводження з відходами рослинного походження озелених територій			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Гончаренко								4	52
Перев.	Фалько							СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС-01		
Н.Контр Затв.	Батальцев Пляцук									

РОЗДІЛ 3. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	30
3.1. Технології використання відходів рослинного походження в альтернативній енергетиці.....	30
3.2. Папір з опалого листя.....	34
3.3. Використання технологій біорозкладання.....	38
3.4. Отримання сорбентів різного призначення з опалого листя.....	40
ВИСНОВКИ.....	44
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	46
ДОДАТКИ.....	49

Інв.№подокл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510003					Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						5

ВСТУП

1. Проблеми, які створюють біовідходи

Відходи – побічні продукти діяльності людини, непридатні до вжитку. [1, стор.29]

Процеси природи влаштовані так, що органічні відходи утилізуються природним шляхом. Та життєдіяльність людини призводить до надлишку сміття. Це вимагає додаткових утилізаційних заходів. Біологічні відходи при неправильній переробці несуть небезпеку для життя й здоров'я населення. Вони також можуть стати фактором поширення інфекційних хвороб. Тому утилізація органічних відходів повинна виконуватися представниками спеціалізованих компаній.

В літературі ми знаходимо різні визначення поняття «біологічні відходи». Ось деякі з них.

Біовідходи – це органічні матеріали, що виникають в результаті життєдіяльності живих організмів[2]. Це можуть бути тварини, люди, рослини а також продукти їх розкладу. Біовідходи включають в себе:

- а) рослинні залишки: трава, гілки, листя тощо;
- б) харчові відходи: залишки їжі, що не використовуються;
- в) тваринні відходи: шерсть, пір'я, фекалії тощо;
- г) людські відходи: сеча, фекалії, волосся тощо.

Згідно з визначенням, яке наведене в нормативних актах ЄС, біовідходи – це біорозкладні садові та паркові відходи, продуктові і харчові відходи з домогосподарств, офісів, ресторанів, підприємств оптової торгівлі, їдалень та інших закладів громадського харчування, роздрібною торгівлі, а крім того аналогічні відходи з підприємств.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

6

Як сказано в Законі України «Про управління відходами» [3, розділ 1, стаття 1], біовідходи – це відходи, що мають властивість піддаватися анаеробному або аеробному розкладу, такі, як відходи харчових продуктів або відходи харчової промисловості на всіх етапах виробництва та споживання, відходи від зелених насаджень.

Існує окрема категорія – медичні біовідходи. Це найбільш небезпечні біовідходи. Вони вимагають особливого методу переробки, щоб виключити можливу шкоду екології й населенню. Ці відходи представлені залишками тканин, що утворюються в результаті оперативної практики медичних установ. Такі біовідходи можуть містити небезпечні інфекції і віруси. Тому їх і вважають дуже небезпечними.

Для держав – членів ЄС проблема біовідходів набуває все більшого значення. Для більшості з них ця проблема доволі тривожна. Рівень збору біовідходів у більшості держав – членів ЄС досі низький. Органи самоврядування мають визначитися з планами та рішеннями через наближення крайнього терміну щодо обов’язкового відокремлення та збору біовідходів за допомогою систем управління твердими побутовими відходами для держав – членів ЄС.

2. Актуальність теми «Технології поводження з відходами рослинного походження озелених територій»

Останні роки великою проблемою стало накопичення рослинних відходів на урбанізованих територіях. З цією проблемою сьогодні стикаються усі країни. Тому актуальним є пошук способів безпечної утилізації сміття і можливості практичного використання продуктів його трансформації.

23.04.2024р. на базі кафедри екології та природозахисних технологій факультету ТеСЕТ Сумського державного університету відбулася XI Всеукраїнська науково-технічна конференція «Сучасні технології у

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

7

промисловому виробництві» (СТПВ-24) за напрямком «Екологія і охорона навколишнього середовища». Конференція проходила в режимі он-лайн.

З доповіддю «Спалювання листя та сухостою: небезпека для довкілля і суспільства» виступила Карташева Д.М. гр. ОС-21, керівник Трунова І.О. доцент; каф. ЕПТ Сум ДУ, м.Суми.

«Оцінка впровадження виробництва біопалива на основі опалого листя для міста Суми». Доповідач: Гончаренко М.О., студент Сум ДУ, м. Суми. Керівник: Фалько В.В.; к.т.н., ст.. викладач, Сум ДУ м. Суми.

Навесні в нашій країні прийнято спалювати торішню траву, восени – опале листя. У пік осіннього та весняного спалювань листя та трави повітря у великих містах стає важким та гірким. Це призводить до збільшення випадків захворювань дихальних шляхів. Ситуація ускладнюється ще й сезонними особливостями погодних умов. Це – підвищення кількості туманних днів, безвітряна погода, висока вологість. Як наслідок, дим не піднімається вгору. Він стелиться низько над землею. При цьому охоплюється не тільки територія підпалу, але й прилеглі райони[4].

Значна частина випадків спалювання опалого листя спостерігається в м. Суми. Атмосфера міста і так забруднена викидами промислових підприємств та автотранспорту.

Прибирання міста – трудомістка робота. Її впродовж десятиліть з року в рік виконують двірники, садово-паркові служби, громадяни на суботниках.

Проблема з біовідходами рослинного походження на озеленених територіях в містах є дуже складною. З одного боку опале листя, гілки повинні бути вивезеними за територію міста, з іншого боку видалення та спалювання їх є причиною цілого комплексу екологічних проблем. Тому тема «Технології поводження з відходами рослинного походження озеленених територій» є актуальною.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

8

3. Мета, задачі роботи, об'єкт дослідження, предмет та методи дослідження

Метою даної дипломної роботи є дослідження технологій поводження з відходами рослинного походження озеленених територій.

Відповідно до мети поставлено наступні *завдання*:

- проаналізувати фізико-хімічні та еколого-токсикологічні властивості відходів рослинного походження озеленених територій;
- визначити вплив на стан і якість атмосферного повітря несанкційного спалювання опалого листя;
- дослідити традиційні способи поводження з рослинними відходами урбанізованих територій: мульчування, компостування, біорозкладання, використання як природного декору, використання у садівництві;
- дослідити проблеми з відходами рослинного походження в м. Суми;
- проаналізувати новітні технології поводження з відходами рослинного походження озеленених територій в альтернативній енергетиці, в виготовленні паперу з опалого листя.

Об'єктом дослідження є технології поводження з відходами рослинного походження озеленених територій.

Предметом дослідження – відходи рослинного походження озеленених територій.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених у роботі завдань використано загальноприйняті методи наукового пізнання і дослідження: монографічні (при розгляданні теоретичних засад та вивченні наукових підходів до вивчення технологій поводження з відходами рослинного походження озеленених територій), індукції та дедукції (при аналізі різних технологій), порівняльні, аналізу та синтезу (при обґрунтуванні використання різних технологій), кількісного і якісного аналізу.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

9

Інформаційною базою дослідження є база законодавств, матеріали праць вітчизняних та зарубіжних науковців, матеріали наукових конференцій, дані з Інтернет – джерел з дослідження даної проблеми.

Практична значущість результатів дослідження полягає у можливості вибору оптимального розв'язку даної проблеми.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Інв.№покл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510003	Арк
						10
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1 ХІМІЧНИЙ СКЛАД, ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ, НА ЕКОЛОГІЮ ВІДХОДІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

1.1 Фізико-хімічні та еколого-токсикологічні властивості опалого листя та інших відходів рослинного походження озеленених територій

Органічні рештки рослин (біосміття рослинного походження) розкладаються та впливають на екосистему. Біосміття включає в себе гілки, кору, листя, квіти, плоди тощо. Розкладаючись біосміття віддає вуглець та інші поживні речовини, які знову будуть використовуватись іншими поколіннями рослин. Цей процес є важливим для підтримки життя на Землі.

Зелені насадження виконують роль біологічних фільтрів, які очищують навколишнє середовище. Вони затримують на собі величезну кількість забруднювачів.

Листя рослин на 1 кг насаджень поглинають за сезон вегетації: 200-400 кг сірчистого газу, 5-10 кг вуглекислого газу, 14-65 г пилу, 370-380 мг свинцю. Листя затримує і інші токсичні метали – цинк, кобальт, мідь, залізо, марганець тощо. Одне доросле дерево «чистить» майже 20 тисяч метрів кубічних на висоту до 10 м від поверхні ґрунту. Завдяки фільтруючій здатності рослин, вміст шкідливих речовин в атмосферному повітрі знижується на відстані 5 км від джерела забруднення на 75-86%, на відстані 2-2,5 км – на 45-60%, на відстані 1 км – на 25-29%.

Але опале листя може бути не тільки цінним ресурсом, якому можна знайти багато застосувань. Воно може бути й серйозною проблемою.

По-перше, вчасно не прибраний листовий опад перетворюється на розкислу кашу. Вона не тільки псує естетичний вигляд у парках і скверах, але й знижує зчеплення між взуттям чи колесами машин.

Інв.№подош.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510003				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

По-друге, на опалому листі формуються зимуючі стадії патогенних грибів, які можуть бути збудниками хвороб деревних порід (на опалих листках берези – *Mycosphaerellaribis* Lindd., на листках вишні, черешні – гриб *Polystigma*, на листках липи – *Gloesporiumtiliae* тощо).

По-третє, опале листя містить токсичні забруднювачі, які можуть являти загрозу здоров'ю людей. Так, проводилось дослідження впливу важких металів (мідь, цинк) на придорожні екосистеми м. Суми.[5,стор.39-45] Вивчався вміст важких металів в золі листя тополі чорної та берези повислої. Найбільше накопичення важких металів було виявлено в тканинах рослин, які зростають в придорожній зоні на вулиці Лінійній і вулиці Харківській поблизу ПАТ «Сумихімпром». Тут спостерігається не тільки висока інтенсивність автотранспортного потоку, але й наявний інтенсивний потік вантажного автотранспорту. Тобто, вміст важких металів в опалому листі і кількість викидів залежать напряму – від вантажного транспорту їх завжди більше. (Додатки А – В.)

По-четверте, вологе опале листя може виділяти речовини, які подразнюють дихальні шляхи та сприяють алергічним реакціям.

По-п'яте, якщо листя опадає на газон, він може стати рідким, погано рости. Втрачає естетичний вигляд.

По-шосте, опале листя може заповнити водостоки, отвори, нірки. Це завадить стоку дощової, снігової води. Як наслідок – затоплення чи інші проблеми з водовідведенням.

1.2. Вплив несанкційного спалювання опалого листя на стан і якість атмосферного повітря, на здоров'я людини

Кожного року восени постає питання: що робити з опалим листям? Видалення опалого листя з території міста є необхідним. Проте, замість збору та вивезення в багатьох містах України спостерігаються непоодинокі випадки його

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

12

спалювання. Кожної осені власники господарств, власники присадибних ділянок по всій країні збирають опале листя в купи і спалюють його. Шкода від таких дій багатолітка й надзвичайно небезпечна.

Будь-який органічний матеріал – незалежно від того, чи це кістки тварин, чи частини рослини, чи продукти органічного синтезу – згораючи, утворюють одні і ті ж продукти: водяну пару, карбон (IV) оксид, незначна кількість оксидів нітрогену. Але відбувається це лише при дуже високій температурі та достатній кількості кисню. Та якщо матеріал має навіть незначну вологість, температура спалювання знижується. Це ми і спостерігаємо, коли горять опале листя та трава. Тільки сама верхня частина купи отримує досить кисню. Середні шари тліють та димлять, виділяючи при цьому токсичні та просто шкідливі для здоров'я людини хімічні речовини.

Головна складова диму від спалювання рослинних залишків – карбон (II) оксид (чадний газ). Підраховано, що тонна тліючої купи листя виділяє до 30 кг чадного газу. Рівень CO біля тліючої купи рослинних відходів так само високий, як і на міській вулиці з інтенсивним рухом. У поєднанні з іншими забруднювачами (вихлопні гази, промислові викиди) токсична дія CO значно зростає в порівнянні з дією окремих компонентів.

Дим сприяє активному утворенню туману. При цьому дим з туманом ще й змішується – утворюється смог, який є дуже шкідливим для органів дихання.

Вплив часток диму на організм залежить від їх розмірів. Великі частки (більше 10 мкм в діаметрі) уловлюються носовим слизом та глибше не проходять. Дрібніші частки диму можуть досягти легенів. Шкода, яку вони наносять, значніша.

З 1 т рослинних відходів, що спалені на тліючому вогнищі, генерується близько 9 кг таких мікрочасток. Ці мікрочастки зв'язуються з водяними парами, затрудняють функціонування альвеол, бо змішаний з туманом дим в набагато більшому об'ємі осідає в легенях. Чим менша частка, тим швидше проникає в середину, і тим більшу шкоду вона може нанести. Небезпекою є

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

13

неповне згорання целюлози – основи рослинної тканини. Целюлоза розпадається на фрагменти з коротким вуглецевим ланцюгом або ж утворює поліциклічні з'єднання. Найбільшу небезпеку несуть ПАВ – ароматичні полі циклічні вуглеводи (бензпирени, інденопирени, бензантрацени). Багато з них є дуже сильними канцерогенами.

Дим вогнища деревини містить в 350 разів більше канцерогенних бензпиренів ніж тютюновий дим.

В купу опалого листя можуть потрапити і поліетиленові пакети, і пластикові пляшки, і одноразові стаканчики та інше сміття. Вироби на основі ПВХ – полівінілхлориду (іграшки, деякі види упаковок, тканини тощо) утворюють цілий ряд токсикантів. І, якщо температура горіння нижче 1100 °С, вироби з ПВХ перетворюються в дібензофурани та діоксини. Діоксини – це універсальна клітинна отрута, яка вражає усі види тварин та більшість рослин. В середніх і невеликих дозах вони мають мутагенний, канцерогенний характер, у великих дозах – летальний.

Дим від сміття, що горить, може спричинити ще більший негативний вплив, якщо він буде збиратися і концентруватися навколо будинків. Його маленькі часточки можуть погіршити роботу серця через зменшення об'єму кисню, що надходить до тканин. Можуть викликати приступи астми у хворих на цю хворобу. Значно погіршують протікання інфекційних хвороб органів дихання. Вони є алергенами. Спалене листя може спричинити і інші довгострокові проблеми зі здоров'ям.[6, стор.197-198].

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Інв.№попл.	ТС 21510003					Арк
										14
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

РОЗДІЛ 2 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТРАДИЦІЙНИХ СПОСОБІВ ПОВОДЖЕННЯ З РОСЛИННИМИ ВІДХОДАМИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

На сьогодні в Україні прийнята наступна схема поводження з опалим листям: під керівництвом місцевих структур житлово-комунальних господарств восени проводиться збір листя. Потім, в найбільш оптимістичному варіанті, вивезення цього листя на полігони твердих побутових відходів. В гіршому випадку, в деяких віддалених районах міст збір опалого листя не проводиться взагалі.

На території України площа полігонів та звалищ складає приблизно 6 тис. га, а їх кількість більше 3,5 тис.. І більшість з них є об'єктами екологічної небезпеки.

Розглянемо варіанти деяких технологій екологічного поводження з рослинними відходами озеленених територій.

2.1. Мульчування

2.1.1. Особливості перегнивання опалого листя

Встановлено, що опале листя має подвійну природу – це продукт життєвої діяльності урбанізованого ландшафту і відходи, що потребують збору і утилізації. На даний час відсутня нормативна класифікація й екологічна оцінка опалого листя як відходу. Можливі шляхи раціонального поводження з опалим листям ґрунтуються на вмісті целюлози, на його походженні, на рівні антропогенного забруднення.

Порівняно з трісками, тирсою, стружкою у листка велика площа. Тому перегнивання у нього відбувається не так як у відходів станочної обробки деревини.

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	Підп. і дата
Інв. № подл.	Інв. № дубл.

ТС 21510003

Арк

15

Цей матеріал має неміцну структуру. Структура ще більше втрачає міцність під впливом вологи, при перетинанні температури через нульову відмітку. Частина листового опаду стає їжею для біфідобактерій та грибів, які перетворюють органіку в гумус. Інша частина листкової маси стає кормом для дощових черв'яків та різних комах, що розпушують ґрунт. Високий вміст мікроелементів в листковій масі робить ґрунт більш збалансованим. Є ще один плюс перегною з опалого листя – він більш ефективний для розпушування ґрунту ніж гумус з відходів деревини.

2.1.2. Мульчування – це аграрний прийом

Процес мульчування полягає в укладанні на поверхню ґрунту захисного шару з будь-якого матеріалу. Мульчування оберігає ґрунт від пересихання й дисбалансу водного та повітряного середовища у верхньому шарі, захищає ґрунт від надмірного зростання бур'янів.

- Мульча захищає кореневу систему від перегріву й холоду, від вітру. Завдяки мульчі рослини легше переносять зимівлю та спеку. Перепади температури відбуваються менш різко.
- Завдяки мульчі у ґрунті довше зберігається волога. Це значно зменшує кількість поливів.
- Мульча зберігає поживні речовини в ґрунті. Вона є поживним субстратом для земляних хробаків.
- Мульча регулює рН ґрунту.
- Мульча підвищує врожаї – вона захищає листя і стебла від гниття.
- Мульча зупиняє поширення однорічних бур'янів. Вона звільняє від виснажливої прополки.
- Під шаром мульчі покращується структура ґрунту. Ґрунт стає більш пухким, більш повітряним. В ньому оселяється велика кількість ґрунтових мікроорганізмів. Завдяки цьому зростає родючість ґрунту.

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	
Інв. № дубл.	
Підп. і дата	
Інв. № покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

16

Де в господарствах, що займаються озелененням міст можна використовувати мульчування?

1. В оранжереях.
2. В садівництві.
3. При вирощуванні квітів на вулицях міста.
4. При окультуренні паркових територій.
5. В зонах відпочинку.

2.1.3. Мульчування парків та газонів

Відходи рослинного походження з озелених територій можуть бути використані як мульча.

Для мульчування дерев та чагарників можна застосовувати відходи від кущів і дерев, каштанову та горіхову шкаралупу, опале листя паркових та садових зон, скошену газонну траву.

Існує два види техніки мульчування: декоративне (тріскою, шкаралупою горіхів тощо) і корисне (перегноєм).

В скверах і парках навколо дерев листя можна насипати без обмежень. Але потрібно слідкувати, щоб паркові доріжки не були засипані опалим листям, адже листя швидко розкисає.

При мульчуванні газонів, заселених багаторічними травами чи квітами, стебла яких повністю зрізують перед приморозками, газон засипають шаром опалого листя товщиною 10-20см. Навесні, після того, як сніг розтане, стебла рослин легко проб'ють шлях через тоненький шар перегнившого листя. А на протязі року комахи та дощові черви повністю перероблять залишки мульчі. Як наслідок, отримаємо збагачений та розпушений ґрунт.

Мульчування – корисна функція в сучасних газонокосарках.(Рис.2.1)

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

17



Рисунок 2.1 – Сучасна газонокосарка (джерело:

<https://machinspec.com/kommunalnaya/kosilka/mulchirovanie.html>)

Функція мульчування в газонокосарці є технологією, яка спрямована на стрижку та подальше подрібнення трави й рівномірний розподіл на ділянці. Є деякі нюанси в експлуатації такої газонокосарки. Мульчування травою з газонокосарки потрібно проводити у весняно - осінній період. Це дуже важливо. Адже в цей період газон потребує додаткового підживлення. Причому перше скошування трави в новому році для мульчування газонів не годиться. Перша трава, що проросла після заморозків, ще досить грубувата й чимало пошкоджена. Добриво з такої неякісної сировини не вийде. А скошена і перероблена на мульчу трава, врешті решт перетвориться на звичайну солому на галявині. А це не той ефект, на який ми очікуємо.

Мульчування за допомогою газонокосарки не можна проводити одразу після випадання опадів, бо ґрунт та трава будуть дуже вологими. Це негативно позначиться на якості всього процесу. У сильну спеку також потрібно прибрати скошену траву, не використовуючи її як мульчу. Адже вона не зможе належним чином удобрити газон у посушливу погоду.

Трав'яне покриття потрібно очищати від гілок та каміння, опалого листя, омертвілої трави. Сміття заважає траві рости і є сприятливим середовищем для розвитку шкідливої мікрофлори.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

18

Крім того, під неприбраною травою та опалим листям газон поступово починає випривати й гнити. І, якщо залишити сміття на лужку на зиму, то весною на ній з'явиться безліч лисин.

Траву і листя з газонного покриття слід згрібати щотижня на клумби, до приствольних кіл дерев та квітників.

2.2. Компостування

2.2.1. Використання технології компостування в Україні

Компостування – процес природного розкладання органічного матеріалу. Компостування призводить до виникнення матеріалів багатих на поживні речовини, які живлять ґрунт.[7, стор.31-33].

Компост – це органічні добрива, які утворилися внаслідок розкладання органічних речовин мікроорганізмами. Для виготовлення компосту використовують відходи рослинництва (листя, бур'яни, зіпсовані фрукти та овочі), а також деякі види сміття, фекалії, відходи м'ясного виробництва тощо.

Ще у Стародавньому Римі використовували компостування для виробництва якісних добрив. Це було дуже важливо для отримання врожаїв на бідних ґрунтах Італії.

Істинна цінність компостування полягає у можливості отримувати компост, який є надзвичайно корисним для землі й рослин. [8].

Загальновідомо, що компост поступово призводить до відновлення родючості ґрунту, до стабілізації та збільшення врожайності культур. Він покращує біологічні, хімічні й фізичні властивості ґрунтів, сприяє зниженню їхньої мінералізації і накопиченню органічної речовини. Компост потребують і мікроорганізми, які живуть у ґрунті[9].

Підп. і дата				
Інв.№докл.				
Взаєм.інв.№				
Інв.№дубл.				
Підп. і дата				
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

19

Переваги використання компосту.

- Підвищення родючості ґрунту. Компост містить багато поживних речовин, які потрібні для росту рослин (калій, азот, фосфор тощо). При використанні компосту земля стає більш родючою і поживною для рослин.
- Зменшення кількості відходів. Використання компосту дозволяє переробити органічні залишки, які б просто були викинуті на смітник. А з погляду на тему моєї дипломної роботи, компост дає змогу переробити рослинні відходи з озелених територій міст. Це дає змогу покращити екологічну ситуацію в населених пунктах, особливо в великих містах.
- Компост допомагає зберегти вологу в ґрунті. Це є особливо корисним у суху погоду. Воду, яка зберігається в ґрунті, можуть використовувати рослини для свого росту й розвитку.
- Можливість «розвантажити» роботу комунальних служб великих міст, адже близько 30% усіх рослинних відходів міста (гілки з дерев, трава, листя) можна компостувати.

Є кілька способів переробки органічних відходів. Їх можна поділити на біологічні і термічні. *Біологічні способи.* Один з них анаеробний (холодне компостування). Органічні матеріали укладаються дуже щільно, кисень при цьому компостуванні відсутній. Цей спосіб використовують на фермах. На сьогодні він вважається непрофесійним, шкідливим. Адже при анаеробному компостуванні зберігаються й потрапляють в ґрунт гниль, глисти, насіння бур'янів, яйця шкідників.

Найкращим є аеробний спосіб компостування. В процесі переробки додається кисень, за потребою, волога, солома, глина чи торф.

При правильному компостуванні потрібно чітко розуміти якість органічних відходів на даний момент.

Технологія компостування – це цілий завод, і він потребує затрат. Потрібен обладнаний майданчик – зона компостування і зона зберігання готового продукту. Розташування і обладнання такого майданчика обов'язково треба погоджувати з

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№покл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

20

екологічними службами. Потрібне обладнання: аератори, навантажувачі, змішувачі тощо. Це все витрати. І витрати на початкових етапах чималі. Для отримання 10000 т компосту щорічно знадобиться до 6 млн. гривень. Проте ці витрати у підсумку не раз виправдаються і покращенням екологічної ситуації, і врожайми, і розумним управлінням відходами. Вартість якісного компосту сягає 2000-2500 гривень за 1 тонну, а вермикомпосту – 4000 гривень за 1 тонну.

Основними перешкодами для використання цієї технології в Україні є такі фактори:

- 1) Відсутність повної й достовірної інформації про компостування, про його переваги і особливості.
- 2) Відсутність скоординованих дій державних екологічних служб.
- 3) Відсутня практика створення якісної органічної сировини.

Утилізація опалого листя шляхом компостування з подальшим використанням для збагачення й рекультивації земель паркової зони в Україні здійснюється ще в малому обсязі. Так, в Харкові у 2016 р. з більш ніж 120,0 тисяч метрів кубічних опалого листя компостували тільки 24500 кубічних метрів. Це трохи більше 20% від загального обсягу. Це можна пояснити недостатньою виробничою потужністю існуючих компостних ділянок та відсутністю сучасних технологій.

З економічного й екологічного погляду метод польового прискореного компостування у буртах на відкритих чи закритих майданчиках спеціальних ділянок компостування є найбільш привабливим. Так, середня виробнича потужність існуючих компостних ділянок КО «Київзеленбуд» складає 1,263 метра кубічних на 1 м² площі ділянки на рік. Максимальна потужність компостної ділянки (наприклад, у Оболонському, Шевченківському, Печерському, КП УЗН) при діючих технологіях може досягти 3,5-4,0 м³ на 1 м² площі на рік. При такій потужності на існуючих площах компостних ділянок можлива переробка 70000 м³ (майже 60%) загальної кількості відходів опалого листя й трави в Києві.[10, стор.59-70].

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Отже, при існуючих виробничих потужностях й застарілих технологіях переробити на компост усі відходи трави і листя, що утворюються в м.Київ, неможливо. І, навіть при максимальній інтенсивності переробки рослинних відходів (3,5 м³ компосту на 1 м² площі ділянки), необхідно практично в 2 рази збільшити площі для компостування чи терміново впроваджувати сучасні технології переробки опалого листя і трави, такі як *біоконверсії* відходів рослинного походження, *вермикомпостування* тощо. (Рис. 2.2)



Рисунок 2.2 – Вид вермигосподарства відкритого типу (джерело: https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/senchuk_2_2021-137-145.pdf)

З червня 2020 року у Львові працює перша в Україні комунальна компостувальна станція, де з органічних відходів виробляють екологічно чисті добрива.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

22

2.2.2. Використання технології компостування за кордоном

Тоді, як в Україні суху траву, опале листя і інші рослинні відходи переважно спалюють чи вивозять на сміттєзвалища, у розвинених країнах ЄС, США, Ізраїлі, Великій Британії цю сировину визнають цінним ресурсом. Так, Директивою ЄС №2008/98/ЄС «Про відходи та скасування деяких Директив» [11.Глава II, стаття 22]рослинні рештки визнано як окремий вид відходів із комплексними алгоритмами їх переробки і використання. Це дозволяє істотно знизити парникові викиди згідно з Кіотським протоколом. Продукти переробки відходів рослинного походження широко використовують в енергетиці, сільському господарстві, ЖКГ, будівництві та інших сферах. Це дозволяє і розвивати економіку, і зберігати довкілля.

У Німеччині переробка трави і листя є прибутковим бізнесом, у якому панує висока конкуренція. В більшості міст Німеччини створено розгалужену логістику для збирання й переробки рослинних відходів.

У Франції, Італії, Іспанії з опалого листя й сухої трави виробляють органічні добрива для підвищення родючості ґрунтів у сільському господарстві. Сировину переробляють за допомогою спеціальних видів хробаків (компостного черв'яка, червоного каліфорнійського хробака) у спеціальних установках – вирмикомпостування.

Вирмикомпостування дозволяє з 1 т органічних відходів рослинного походження отримати до 600 кг біогумусу і 100 кг білкової маси, яку використовують у тваринних кормах. Спеціалізовані дослідження свідчать, що біогумусу, який отримують у процесі інтенсивного компостування опалого листя і сухої трави містить комплекс необхідних органічних речовин: ферментів, ґрунтових антибіотиків, мікроелементів, вітамінів, гормонів росту і розвитку рослин.[12, стор.74-78]

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

23

2.3. Використання як природного декору

Говорячи про декоративне використання рослинних відходів урбанізованих територій, ми фактично звертаємось до теми екологічного дизайну.[13]. Це порівняно нове соціокультурне явище. Це популярний сучасний напрямок, який активно формується, розвивається і залучає нових прихильників, професіоналів й шанувальників серед широких кіл споживачів. Цей напрям опановує новітні гуманітарні процеси та продукує актуальні технологічні ідеї. Активно екологічний дизайн поширюється та розвивається в Європі, а саме – у Великій Британії, Іспанії, Німеччині, країнах Скандинавського півострову. Значно менше проектів цього напрямку можна виявити у дизайнерів Азії та Америки. Поясненням є те, що в політиці Західної Європи екологічні питання вирішуються на найвищому рівні:

- активно розвивається індустрія переробки і утилізація відходів;
- впроваджуються енергозберігаючі системи;
- розробляються нові методи проектування.

Ситуація в Україні дещо інша. Україна ніби знаходиться на рубежі століть по відношенню до розвиненого світу. У нас вже використовується екодизайн, екотехнології. Але це ще поодинокі випадки. Проте попит на екологічні послуги високий. Головною проблемою, що суттєво гальмує поширення екодизайну в нашій країні, є дорожнеча більшості матеріалів.

У сферу екологічного дизайну залучаються сьогодні найрізноманітніші явища художньо-конструкторської практики. Під екологічними розуміються будь-які концепції дизайну, спрямовані на гармонізацію з навколишнім світом.

Цінним в цьому напрямку дизайну є можливість використовувати численні рослинні відходи з парків і скверів міст.

До розуміння поняття «екологічний дизайн» можна підійти розглядаючи цілісно «промислове мистецтво», декоративно-прикладне. Тобто, зробити спробу визначити ступінь взаємозв'язку дизайну та декоративно-прикладного мистецтва.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

24

Потреба у речах, які допомагають організувати працю, побут, спілкування людей є однорідною, а самі речі близькі між собою за структурою. І їх призначення – задоволення утилітарних, практичних, духовних, естетичних потреб людини.

Наприклад, для створення доріжок найчастіше застосовують природні матеріали, такі як деревина, кора, камінь, гравій. (Рис. 2.3)



Рисунок 2.3 – Стежка в парковій зоні (деревина, гравій) (джерело:

<https://ru.pinterest.com/pin/579908889499255844/>)

Можна прикрасити стежку великими половинками горіхової шкаралупи. Малюнок можна не ускладнювати, робити в геометричному стилі. Щоб шкаралупи прослужили довше, залити їх розчином цементу чи алебастру.

Приклади виробів з опалого листя, гілок, пнів та інших рослинних відходів (Рис. 2.4–2.7):

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

25



Рисунок 2.4 – Пень-клумба (Джерело: <https://bezgoroda.com/klumby-v-staryh-pnyah-i-stvolah-derevev-60-neozhidannyh-idej/>)



Рисунок 2.5 – скульптура паркова (матеріал дерево) (джерело: <https://klau.club/31067-cvetnik-v-pne.html>)



Рисунок 2.6 – Кошик (матеріал шишки) (джерело: <https://ar.pinterest.com/pin/711146597385689291/>)

Підп. і дата	
Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

26

2.4. Використання відходів у садівництві

Як вже й зазначалось, рослинні відходи успішно використовуються в садах і парках міст.

- 1) *Мульчування* (зупиняє поширення однорічних бур'янів, захист від перегріву і замерзання кореневої системи рослин, збереження вологи в ґрунті тощо).
- 2) *Компостування* (підвищує родючість ґрунту, зберігає вологу в ґрунті тощо).

Використовують в розсадництві, в органічному садівництві. Так, одним із найбільш використовуваних субстратів для вирощування садивного матеріалу деревних порід із закритою кореневою системою є суміш садового ґрунту (40%), лісового ґрунту (40%) та тирсокомпосту з рН=5,5 (20%). При посадці плодкових дерев рекомендують вносити близько 2-х відер компосту безпосередньо в лунку. Таким добривом можна удобрювати саджанці і на 2-3-й роки після посадки. Це роблять восени, неглибоко закопуючи компост у верхній шар ґрунту пристовбурового кола або просто розклавши й присипавши землю.

При розмноженні живцюванням декоративних кущів (бузок, гортензія,



Рисунок 2.7 – Картина (листя, горобина, ягоди) (джерело: <https://ru.pinterest.com/pin/5911043258100368>)

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Інв.№подл.				

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

27

жасмин та ін.) дно ями глибиною 35-40 см засипають щебенем або керамзитом (10-15 см), потім – шар компосту (15-20 см), зверху – ґрунтова суміш (5-8 см). Можна просто вкрити компостом землю навколо живців. Пагони, що вкоренились, пересаджують у шкільки, до ґрунту яких можна додати 300-500 г/м² компосту. Для живцювання троянд у відкритий ґрунт використовують садову ґрунтосуміш (50%), річковий пісок (25%), компост на основі опалого листя (25%). Посадку живців самшиту проводять у суміш компосту, вермикуліту та піску. При вегетативному розмноженні хвойних (тис, туя, ялівець тощо) достатньо підсипати компост 1 раз на рік (восени) в пристовбурове коло.

3) Деякі рослинні відходи можна використовувати як *природний декор*.

2.5. Проблеми з відходами рослинного походження в м. Суми

Однією з гострих й невирішених проблем в м. Суми залишається збирання й вивезення відходів рослинного походження.

Протягом періоду активного прибирання територій юридичними та фізичними особами, обрізки гілля, збору опалого листя неодноразово фіксується складування відходів рослинного походження біля контейнерів збору сміття ТОВ «Сервісресурс». Для ліквідації утворених сміттєзвалища бюджетним організаціям, керівництву ТОВ «Сервісресурс» доводиться залучати додаткову спеціалізовану техніку. (Рис. 2.8)

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

28

Площа озелених територій в м. Суми станом на 2023 рік становить 93,1 га.
Обсяги утворених рослинних відходів, які потребують переробки, складають:

- опале листя – 654 м³;
- трави – 60 м³;
- гілок дерев і кущів – 774 м³;
- стовбурів дерев – 1608 м³.

Загальний об'єм – 3096 м³.

Враховуючи такий великий об'єм рослинних відходів зазелених



Рисунок 2.8 – м.Суми. прибирання стихійного сміттєзвалища (фото Цапенко Романа) (джерело: <http://www.servisresurs.sumy.ua/index.php?start=10>)

територій міста, що потребують переробки, є сенс пропонувати запровадження виробництва біопалива на основі опалого листя для міста Суми. З урахуванням того, що утилізація відпрацьованих нафтопродуктів теж є однією з задач екологічної безпеки, технологія переробки опалого листя у паливо дозволяє одночасно утилізувати і опале листя і нафтопродукти [14].

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№покл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

29

РОЗДІЛ 3 НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

3.1 Технології використання відходів рослинного походження в альтернативній енергетиці

В останні роки все частіше опале листя розглядається як перспективна сировина для різних видів палива. Еколого – економічні дослідження, проведені науковцями, вказують на доцільність використовувати ці відходи в альтернативній енергетиці в якості енергетичної сировини.[8, стор.263]

На сьогодні розроблено декілька технологій виготовлення твердого палива з опалого листя та інших відходів рослинного походження.[15],[7,стор. 33]

Спосіб глибокої переробки опалого листя без застосування в'язучих компонентів дозволяє виготовлення паливних брикетів. 80% ваги брикетів складає опале листя. Це перспективний спосіб переробки опалого листя.

Подрібнену органічну сировину з об'ємними частками до 1,0 см³ формують та пресують під тиском понад 120 кг/см², температура 350 °С. Цей метод має чіткі обмеження щодо вихідної сировини:

- низька об'ємна вага часток;
- дрібна фракція;
- вологість до 10% ваги;
- в сировині присутня частка лігніну або штучно додають в'язучу основу.

Теплотворна здатність паливних брикетів

Очевидною перевагою такого палива є висока питома теплота згоряння й широкий спектр використання – від побутових камінів до твердопаливних котлів.

Для зменшення частки золи після спалювання брикетів або гранул, від 6% до 1% можливе додавання в рослинну суміш воску у консистенції 30%. Таким чином досягається висока теплота згоряння брикету до 27,8 МДж/кг. Це можна порівняти з теплотворністю високоякісного вугілля.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

30

Розробка ліній з виготовлення паливних брикетів або гранул виконується під замовника на основі стандартних варіантів комплектації та цін.[16].

18.02.2010 р. Запорожець О.І., Савченко В.І., Карабцов Г.П., Соловейкін А.К., Карпенко С.В. запатентували «Спосіб утилізації відходів у вигляді опалого листя». Патент 52029. Це спосіб утилізації біологічного матеріалу у вигляді опалого листя чи відходів сільськогосподарської діяльності.

Паливні брикети отримують шляхом змішування, пресування й спікання двокомплектної маси, яку подрібнюють до розмірів, що не перевищують 10-14мм, й вологістю не більше 5-15%, та відпрацьованих масел з добавкою 2-5% водного розчину полівінілового спирту.

Цей спосіб відрізняється тим, що поверхню брикету після його пресування й спікання покривають захисною легкозгораючою плівкою. Плівка складається з 1-3% водного розчину полівінілового спирту у суміші 0,01-0,03% одновалентної селітри з легкозгораючими матеріалами.[17].

Переваги цього методу:

- 1) Для виготовлення брикету використовують тільки перероблене опале листя й відпрацьоване масло, яке не підлягає регенерації. Це дозволяє знизити собівартість паливних брикетів за рахунок добавок у вигляді допоміжних горючих матеріалів (торфу, вугілля). Крім того, одночасно проводиться утилізація опалого листя й відпрацьованих масел.
- 2) Наявність захисної легкозгораємої плівки дозволяє виключити допоміжну пропитку брикетів вологою, а також підвищити ефективність горіння паливних брикетів.

Існує технологія (маловитратна!) виготовлення дров (брикетів та пелет) із опалого листя *без додавання сторонніх речовин (воску).*

Підп. і дата	
Інв.№докл.	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

31

З урахуванням технології виготовлення, методика експериментального дослідження процесу виготовлення «дров» включає в себе етапи, що наведені на рис. 3.1.

Результати експерименту

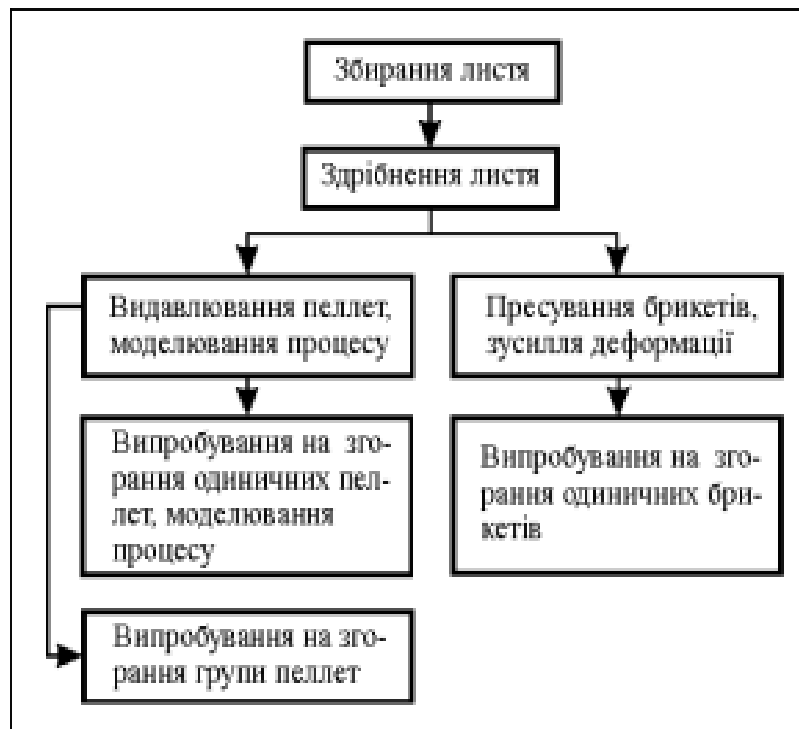


Рисунок 3.1 – Послідовність дослідження

Для виготовлення пелет та брикетів використовувалось опале листя клена. Густину мокрого листя у мішку (густину сировини) визначили як середню арифметичну від густини листя в 5-ти мішках. Вона становила $0,14 \text{ г/см}^3$.

Некомпактне листя займає великий об'єм.

Крім того, осінній лист (лист клена) за своєю структурою неоднорідний:

- відносно твердий черешок з діаметром 1-2 мм;
- плоска листкова пластинка (товщина до 0,1 мм);
- відносна жорсткість листка, яка характеризується відношенням найбільшої її ширини до товщини листкової пластинки сягає 2000;
- на листковій пластинці віялоподібно відходять від черешка затверділі жилки (товщиною до 0,5 мм);
- речовина основи листка – клітковина.

Підп. і дата	
Інв.№докл.	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Підп. і дата	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

32

Крім того, опале листя не однорідне за ступенем зів'ялості. Тому, для утворення більш міцної структури брикетів і пелет за рахунок використання однорідної маси сировини, перед пресуванням опале листя піддають здрібненню. Для цього використовують шнековий здрібнювач. Густина опалого осіннього листя після здрібнення підвищується в 6,5 рази (до $0,92 \text{ г/см}^3$).

Для прямого видавлювання пелет й пресування брикетів в закриту матрицю використовувалася експериментальний штамп (рис. 3.2).

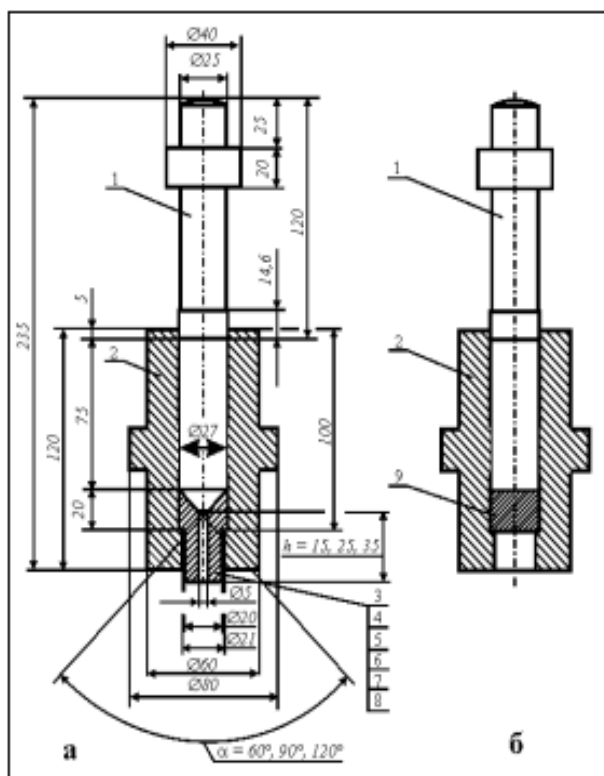


Рисунок 3.2 – Експериментальний штамп

В рамках експерименту густина мокрих пелет змінювалась у межах $1,19-1,30 \text{ г/см}^3$, що приблизно в 1,3-1,4 рази перевищує густину опалого листя після здрібнення і попереднього ущільнення.

Густина отриманих мокрих пелет внаслідок природного сушіння з часом зменшилась.

Сухі пелети та брикети є кінцевим продуктом виробництва. Це є паливо (рис. 3.3).

Підп. і дата
Інв. № докл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № докл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

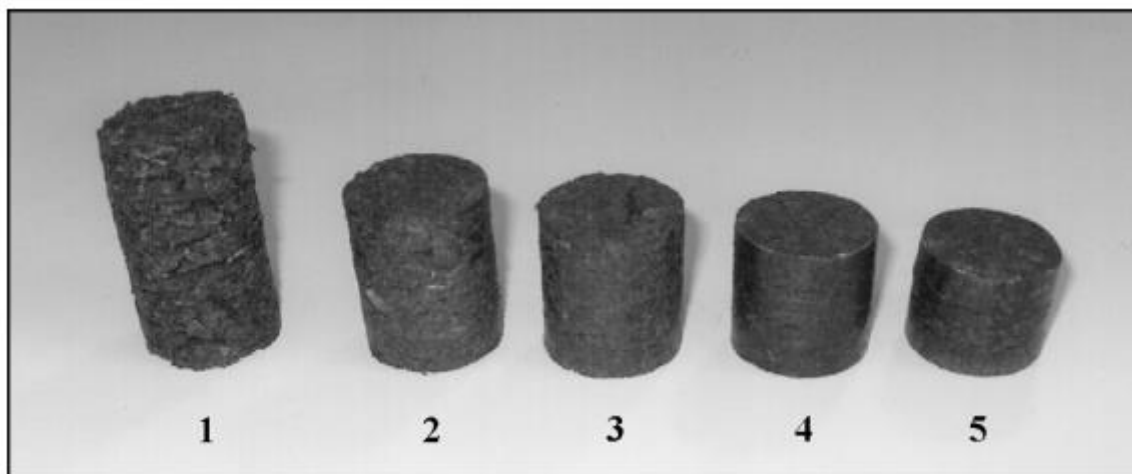


Рисунок 3.3 – Брикети із сухого здрібненого листя різної густини

1 – $\rho=0,77 \text{ г/см}^3$, 2 – $\rho=1,06 \text{ г/см}^3$, 3 – $\rho=1,15 \text{ г/см}^3$, 4 – $\rho=1,30 \text{ г/см}^3$, 5 – $\rho=1,33 \text{ г/см}^3$

Висновок. В результаті виконання роботи:

- 1) Удосконалено технологію пресування брикетів із осіннього листя за рахунок розробки маловитратної технології їх пресування без додавання сторонніх речовин (воску).
- 2) Вперше запропоновано, досліджено, розроблено технологію прямого видавлювання пелет з опалого листя.
- 3) Проаналізовано, що брикети з густиною $1,23 \text{ г/см}^3$ горять в 3 рази довше, ніж деревина клена.

Отже, брикети із опалого листя за інтенсивністю горіння можна порівняти із м'яким вугіллям. [18, стор.232-240]

3.2. Папір з опалого листя

У 2016 р. учень звичайної школи закарпатського села Валентин Фречка розпочав пошуки збереження лісів від вирубів. Ця вирубка значною мірою відбувається через заготівлю сировини для паперового виробництва. Приблизно за 1 рік праці в шкільній лабораторії Фречкі вдалось створити метод отримання паперу з опалого листя. Свій проєкт він представив на кількох конкурсах. І проєкт

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

34

кожного разу привертав увагу і отримував нагороди. Фречка здобув золоту медаль на Міжнародній олімпіаді з екології, що проходила 4-11 квітня 2018 року в Кенії. У червні 2018 року винахідник із Закарпаття Валентин Фречка отримав золоту медаль на Genius Olympiad (Нью-Йорк, США) за свій проект Recycle Of Fallen Leaves.

Після закінчення школи Фречка провів досліди на виробництві. Він завершив розробку технології й отримав на неї патент. У 2021 р. з'явилися перші покупці незвичайного паперу й кілька упаковок з нього. Протягом 2021 року було виготовлено 50 тонн продукції.

Але чимало цікавих стартапів припиняють свій розвиток на етапі експериментів або випуску першої продукції. Адже для промислового виробництва потрібні кошти, потрібна команда й успішний менеджмент. А винахідники найчастіше нічого з переліченого не мають. І хист до менеджменту винахідникам притаманний рідко.

Могла залишитись нереалізованою до кінця і ідея виробництва паперу з опалого листя. І от, невдовзі після першого успіху, створене В.Фречком ТОВ «науково – виробниче підприємство RE – leaf TECHNOLOGY» залишилося без усього необхідного – інвестицій, виробництва, менеджменту. Тоді Фречка вирішив його «перезавантажити». Доленосним і для Фречка, і для його технології виявилось знайомство із Олександром Соболенком. Соболенко – підприємець, який заснував на той час кілька компаній у сфері циркулярної економіки.

Валентин Фречка й Олександр Соболенко стали засновниками нової компанії Releaf Paper (рис. 3.4).

Соболенко в цьому тандемі відповідає за менеджмент та є генеральним директором. Фречка працює над питаннями технології виробництва й обіймає посаду технічного директора. Обидва співзасновники мають майже рівні частини компанії. Контрольний пакет залишається у Фречка.

Перезавантаження стартувало у 2021 році. А за кілька місяців в Україні

Підп. і дата	
Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

35

розпочалася повномасштабна війна. Це стало однією з причин перебазування стартапу за кордон.



Рисунок 3.4 – Засновники компанії Releaf Paper Валентин Фречка й Олександр Соболенко (джерело: <https://innovationorigins.com/en/ukrainian-start-up-releaf-bag-makes-sustainable-paper-packaging-from-leaves/>)

Нажаль, в Україні екологічною продукцією підприємців-новаторів зацікавились небагато дрібних замовників. Українські великі компанії шукають дешеві рішення, а не екологічні. А папір з опалого листя – це не те, що нічого не коштує. Хоча сировина – опале листя – фактично безкоштовна, саме виробництво складається з кількох етапів та вимагає вкладень. І взагалі, у світі «зелені технології» коштують дорожче, як у прямому, так і в переносному значенні. А вітчизняні споживачі – хоч пересічні громадяни, хоч підприємства не готові доплачувати за те, що певний продукт допомагає зберігати природу.

За досвідом засновників стартапу і у східній частині Євросоюзу (Польща, Чехія), і США поки що не дуже цікавляться екологічним папером і пакуванням. В цих країнах теж більше звертають увагу на ціну. А от північноєвропейські і західноєвропейські країни стартап оцінили гідно. За словами О.Соболенка до

Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Інв.№дубл.
Підп. і дата
Інв.№покл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

36

третини споживачів в цих країнах звертають увагу на те, в що запакована продукція, яку вони купують. Перші достатньо великі замовлення ще 2021 р. зробили компанії, які походять із Західної Європи або мають там свої офіси (L'Oreal, Weleda, Samsung та інші).

Отже, цілком логічним стало рішення переїздити до Європи. Головну компанію ReleafPaper зареєстрували у Франції. Її представники працюють і в інших країнах.

Споживачам на європейському ринку потрібно було показати, чим папір українських підприємців відрізняється від продукції конкурентів. Адже в Європі є невеликі фірми, які теж використовують у виробництві пакувальних матеріалів траву, соломку та іншу природну сировину. Однак її в масу для виготовлення паперу додають небагато (близько 5%). Решта – целюлоза з деревини. Тож така технологія вберегти ліси від вирубування не дуже допоможе. А технологія В.Фречка дозволяє повністю обходитися лише опалим листям. Крім того, і збирають листя не в лісах. Адже вилучати листя з природи теж не годиться. Листяний опад дуже важливий: в ньому зимує й живиться чимало різних тварин, він запобігає промерзанню коренів дерев, з нього утворюється гумус тощо. А от в містах – інша справа. Листя в парках, скверах збирають, вивозять. Для виробництва паперу таке «сміття» - потужне джерело сировини. Для того, щоб виробити 1 тону паперу потрібно 2,3 тони листяного опаду. Якщо зважати, що його восени прибирають в кожному місті, і не лише в Україні, сировинну базу можна вважати практично невичерпною.

Водночас зазначимо, що для виробництва 1 тону целюлози за традиційною технологією потрібно зрубати 17 дерев. То необхідність відмови від старих методів на користь екологічних є очевидною.

Восени 2023 року компанія була визнана найвідомішим у світі «зеленим» українським стартапом й була внесена до Звіту Українського фонду стартапів, Technosystem й Міністерства цифрової трансформації України «Перспективні українські стартапи». В грудні 2023 Releaf Paper увійшов до престижного списку

Інв.№поздл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510003					Арк
										37
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

Folbes Україна «25 найперспективніших стартапів». В січні 2024 р. компанія увійшла до двадцятки кращих фіналістів премії Green Alley Award та має непогані шанси на перемогу.

Успішна участь в рейтингах та конкурсах приносить не тільки славу. Бренд стає все більш впізнаваним. Попит на його продукцію зростає. Відповідно збільшується і дохід. Стає більше шансів отримати гранти та інвестиції.[19]

3.3. Використання технологій біорозкладання

Пластик захоплює нашу планету дуже швидко. Нові дослідження щороку показують нам наскільки ми близько від катастрофи, яку спричиняє діяльність людини. Раніше інноваційний винахід – поліетилен – сьогодні перетворився на справжню загрозу для людства.

Світова спільнота постала перед необхідністю вироблення нових правил поводження з пластиком. Вчені шукають більш безпечні його замітники[20].

Біопластик – це пластик отриманий із відновлених біомас, таких як рослинні жири та олії, кукурудзяний крохмаль або мікроорганізми [21].

Переваги й недоліки біопластиків

Переваги:

- підвищення ефективності використання ресурсів за рахунок замкненого циклу;
- зменшення споживання електроенергії, зниження викидів вуглекислого газу (неабсорбція рослинами);
- екологічний склад, потенційно висока безпечність;
- зниження забруднення довкілля;
- відновлюваність сировини;
- утилізація з іншими органічними відходами;
- можливість переробки (bio – PE, bio-PP);
- зниження залежності від пластиків з нафти.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

38

Недоліки:

- висока ціна;
- можуть забруднювати довкілля за неправильної утилізації;
- не завжди кращі властивості у порівнянні з пластиками з нафти. (Рис. 3.5)



Рисунок 3.5 – Відмінності біопластиків від пластиків з нафти (фото Степана Брині)

Вчені з Австрії й Швейцарії винайшли біорозкладний пластик. Цей екопластик може стати альтернативою термопластика, з якого зазвичай виготовляють пляшки.

Матеріал створено із неїстівних частин рослин, термостійкий. Зносостійкий. Його можна буде використовувати для виробництва харчового пакування.

Керівник дослідження Джеремі Лютербахер пояснює: «По суті, ми просто «варимо» деревину або інший неїстівний рослинний матеріал, у недорогих хімікатах, щоб виготовити прекурсор пластику за один етап».

Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Інв.№дубл.
Підп. і дата
Інв.№покл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

39

Аналогічних до звичайного термопластика механічних властивостей вдалось досягти завдяки лігніну. (Лігнін – органічний полімер. Це один із основних компонентів здрев'янілих тканин судинних рослин. Поряд з целюлозою зумовлює міцність стовбурів та стебел рослин.)

Новий біорозкладний матеріал з рослинних відходів можна нагрівати до 100 °С. Цей біорозкладний пластик не пропускає кисень, пар, воду. Він може перероблятися хімічно або розкладатися на сахариди у природному середовищі. (Рис. 3.6)[23].

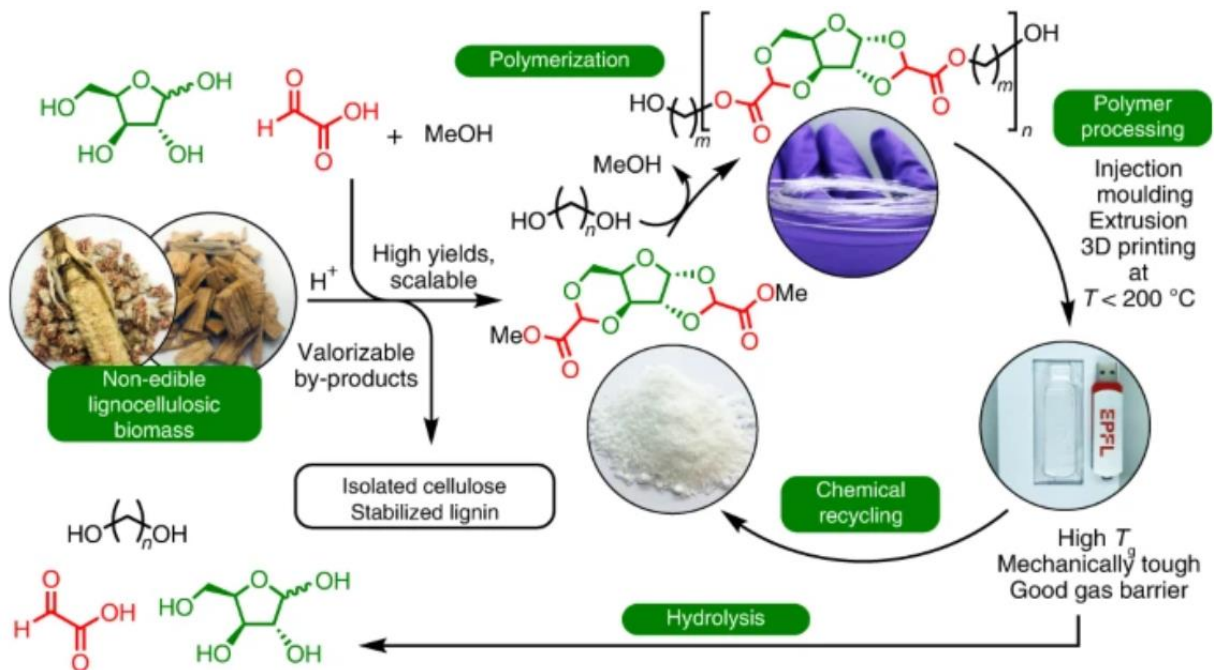


Рисунок 3.6 – Схема природного циклу з екопластику з рослинних відходів (фото Огієнко Світлани)

3.4. Отримання сорбентів різного призначення з опалого листя

Інтенсивний розвиток нафтової й нафтопереробної галузей все більше створює проблеми, які пов'язані із забрудненням навколишнього середовища. Останніми роками забруднення довкілля нафтовими вуглеводнями стало найгострішою екологічною проблемою. І ця проблема не тільки для України, а й для всіх розвинених країн світу. Щорічно у світі трапляється понад 60 великих аварій та близько 20 тисяч випадків, які супроводжуються значними розливами

Підп. і дата
Інв.№доудл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№поодл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

40

нафти й нафтопродуктів на великі території. Такі аварії призводять до забруднення водних об'єктів, забруднення ґрунтів, подекуди спричиняють загибель тварин і рослин.[24]

Методи очищення ґрунтів від нафтового забруднення можна поділити на такі групи:

- механічні;
- фізико-хімічні;
- біологічні;
- комплексні.

З огляду на той факт, що промислові зразки сорбентів мають значну вартість, вони є важкодоступними. Спеціалісти вважають перспективними відходи багатотоннажних виробництв, відходи місцевої промисловості та природні матеріали.

Слід зазначити, що використання природних матеріалів (опалого листя) дозволяє вирішити такі проблеми:

- створення бази матеріалів для локалізації та збору розливів нафтопродуктів й вуглеводів;
- утилізація опалого листя з зон озеленення міст;
- економія витрат на доставку сорбенту з інших регіонів;
- мінімізація часу на підготовчі роботи з організації заходів ліквідації аварії.

Ефективність використання сорбентів нафтопродуктів зумовлюють такі параметри:

- максимальна поглинальна здатність сорбенту (P , г/г) – визначає витрату сорбенту на цільові потреби;
- час насичення до показника 80% від максимальної поглинальної здатності (P_{80} , хв.);
- залежність показника поглинальної здатності сорбенту від його гігроскопічного зволоження й перезволоження ($P_{(w)}$, г/г).

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№попл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

41

Також до сорбентів нафтопродуктів є низка інших вимог: еколого - токсикологічна безпека, універсальність застосування, пожежна безпека тощо.

Результати експериментального вимірювання показників Р та Р₈₀ для зразків опалого листя наведені в таблиці 3.4 (додатки Г).

Аналіз даних, наведених в таблиці свідчить про те, що:

- опале листя демонструє поглинальну здатність на рівні з матеріалами, що широко застосовують для локалізації збору розливів нафтопродуктів на залізничному транспорті;
- опале листя різних порід дерев демонструє виражені сорбційні властивості до широкого спектру нафтопродуктів й вуглеводнів.

Основний період утворення й накопичення опалого листя на території України – жовтень-листопад. Накопичення стратегічного запасу сорбентів на основі цього продукту можливо тільки в цей період. Для досягнення поставленої мети необхідно дослідити умови довгострокового зберігання, за яких буде гарантовано збереження високих експлуатаційних сорбційних властивостей опалого листя.

Дослідження показали, що зберігати опале листя у відвалі в умовах природного середовища недоцільно.

Для ефективного довгострокового накопичення опалого листя (як сорбентів нафтопродуктів) достатніми мінімальними умовами зберігання є захист від гігроскопічного перезволоження і захист від атмосферних опадів.

Опале листя має низьку гідрофобність. Тому воно не ефективне для очищення водної поверхні або системи «вода-нафтопродукти».

Його рекомендують застосовувати для збору розливів нафтопродуктів на транспорті.

Для реалізації стратегії превентивного накопичення сорбентів розроблена технологія локалізації й збору розливів нафтопродуктів на залізничному транспорті, яка складається з таких етапів:

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

42

- 1) Попереднє накопичення ліквідаційних матеріалів (сорбентів нафтопродуктів).
- 2) Превентивне розміщення накопичених сорбентів на вагоні – цистерні для перевезення небезпечних вантажів у спеціальних пристроях.
- 3) У разі виникнення технологічного чи аварійного розливу небезпечного вантажу – цільове використання сорбентів.
- 4) Транспортування насичених сорбентів на утилізацію в спеціальних пристроях непошкоджених вагонів.

У рамках технології рекомендується накопичувати сорбенти нафтопродуктів у вигляді гнучких сорбційних патронів (рис.3.7)

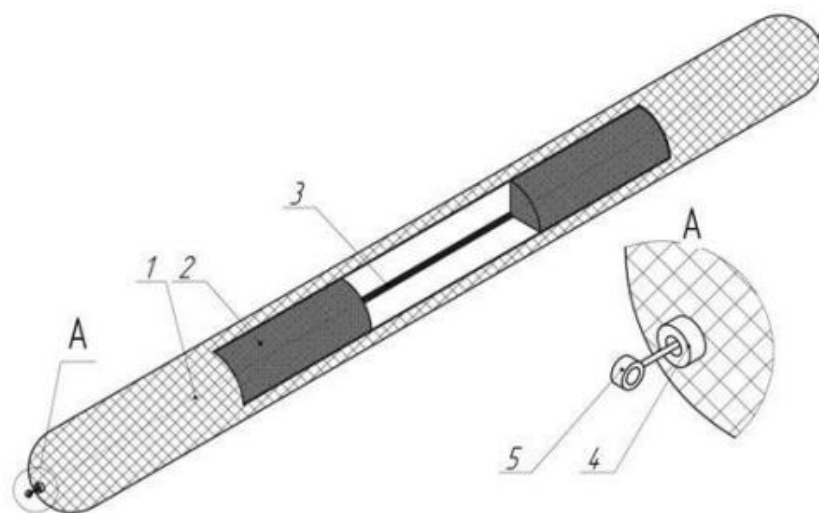


Рисунок 3.7 – Конструкція сорбційного патрону для превентивного накопичення сорбентів у зоні локалізації розливу нафтопродуктів

1 – мішок із металевої або полімерної сітки, 2 – сорбент або інший матеріал для поглинання розлитого небезпечного вантажу, 3 – центральний стержень, 4 – фіксатори мішка, 5 – маніпуляційне кільце (джерело:

<https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/dissertation/1780/arefsoroka.pdf>)

Ця нова технологічна схема локалізації та ліквідації розливів нафтопродуктів на залізничному транспорті дозволяє використовувати сорбенти на основі опалого листя в умовах урбанізованих територій.[7,стор.129-131]

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№покл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

43

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки.

Зроблено аналіз фізико-хімічних та еколого-токсикологічних властивостей відходів рослинного походження озелених територій, дослідили вплив їх несанкційного спалювання на стан і якість атмосферного повітря, на здоров'я людини.

Виявлено проблеми утилізації відходів рослинного походження з озелених територій в м. Суми.

Досліджено технології поводження з відходами рослинного походження озелених територій:

- традиційні способи поводження з рослинними відходами (мульчування, компостування) в Україні та за кордоном;
- новітні технології (використання відходів рослинного походження в альтернативній енергетиці; виготовлення паперу з опалого листя; використання опалого листя і інших відходів рослинного походження в технології біорозкладання; отримання сорбентів різного призначення з опалого листя).

Розглянули варіанти використання відходів рослинного походження в екодизайні (природний декор).

Практична значущість результатів дослідження полягає у можливості рекомендувати відповідним організаціям технології утилізації відходів рослинного походження з озелених територій. Адже цілком очевидно, що в нашій країні вже сьогодні критично необхідно і на державному рівні запобігти масовому спалюванню сухої трави, опалого листя і інших рослинних залишків. Потрібно зводити до мінімуму руйнівний техногенний вплив на природу й суспільство. На державному рівні потрібно визнати ці відходи цінними

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

44

енергетичними, промисловими, сільськогосподарськими ресурсами. Необхідно розробити комплексні алгоритми поводження з рослинним сміттям на всіх етапах.

Інв.№покл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510003	Арк
						45
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Попович М. УСЕ. Універсальний словник енциклопедія Київ : Всеувито, 2003. 1414с.
2. Практичні аспекти управління відходами в Україні : Посібник / Барінов М.О. та ін. Київ : «Поліграф плюс», 2021. – 118 с.
3. Про управління відходами : Закон України від 31.03.2023, № 2320-ІХ.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 25.05.2024).
4. Тітамир О. Як налагодити переробку рослинних відходів в Україні.
URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/comments/yak-nalagoditi-pererobku-roslinnih-vidhodiv-v-ukraini/> (дата звернення: 25.05.2024).
5. Джафарова В.Р. Дослідження екологічної безпеки опалого листя, Кваліфікаційна робота магістра, Сумський державний університет. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/81544> (дата звернення: 25.05.2024).
6. Павличко А. Шляхи вирішення проблеми поводження з рослинними відходами у м. Дніпропетровськ. URL: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/150157> (дата звернення: 25.05.2024).
7. Сорока М. Л. Підвищення екологічної безпеки урбанізованих територій при поводженні з відходами рослинного походження : дис. канд. тех. наук: 21.06.01. Дніпро, 2019. 192 с.
8. Д'яконов О. Шляхи утилізації опалого листя на територіях міста.
URL: <http://srd.pgasa.dp.ua:8080/bitstream/123456789/3644/1/Dyakonov.pdf> (дата звернення: 25.05.2024).
9. Д'яконов В.І., Дьяконов О.В., Скрипник О.С., Нікітченко О.Ю. Еколого-економічні питання утилізації опалого листя на територіях міста. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/78067729.pdf> (дата звернення: 26.05.2024).

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№покл.	

					ТС 21510003	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		
					46	

10. Екологічна стратегія міста Києва до 2030 року. URL: https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_zatverdzhennya_kontseptsi_ekologichno_politiki_mista_kiyeva_ekologichna_strategiya_mista_kiyeva_do_2030_roku/ (дата звернення: 26.05.2024).

11. Про відходи та про скасування деяких директив : Директива Європейського Парламенту і Ради ЄС від 19.11.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text (дата звернення: 26.05.2024).

12. Скіп О.С., Буцяк А.А., Гавриляк В.В., Швед О.В. Альтернативне використання субстратів опалого листя у вермикультивуванні. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/dec/15273/181935verstkan.pdf> (дата звернення: 26.05.2024).

13. Черты и особенности природного стиля в ландшафтном дизайне. URL: <https://green-design.pro/> (дата звернення: 27.05.2024).

14. Фалько В.В. Оцінка впровадження виробництва біопалива на основі опалого листя для м. Суми. URL: https://conf.teset.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/04/stpv-2024_v4.pdf (дата звернення: 27.05.2024).

15. Майданюк А.Д., Васильківський І. В. Використання рослинних відходів для виробництва енергії URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/10594/869.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (дата звернення: 27.05.2024).

16. Запорожець О.І., Савченко В.І., Карабцов Г.П. Паливо з біомаси на основі опалого листя. Вісник Національного Авіаційного Університету. Київ, 2010. Вип. 42.1. С. 185–190.

17. Боков В.М. Використання осіннього листя для виготовлення альтернативних видів палива. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILEA=&2_S21STR=znpkntu_2013_26_40 (дата звернення: 27.05.2024).

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510003	Арк
						47

18. Папір з опалого листя: від шкільної лабораторії до фабрик у Європі.
URL: <https://agrostory.com/uk/info-centr/knowledgelab/paper-from-fallen-leaves/>
(дата звернення: 28.05.2024).

19. Петриченко С.В. Біорозкладаємі полімерні матеріали для упаковки.
URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FI LA=&2_S21STR=Ptdau_2015_15_1_30 (дата звернення: 28.05.2024).

20. Що робити з опалим листям восени: поради від еколога.
URL: <https://life.pravda.com.ua/society/2023/10/28/257294/> (дата звернення: 28.05.2024).

21. Бідюк Д. Біорозкладання як важливий етап управління відходами біопластиків. URL: https://snau.edu.ua/wp-content/uploads/2021/02/4_23.12.2020.pdf (дата звернення: 28.05.2024).

22. Дослідники створили екопластик із рослинних відходів. URL: <https://pragmatika.media/news/doslidniki-stvorili-ekoplastik-iz-roslinnih-vidhodiv/>
(дата звернення: 28.05.2024).

23. Бабаджанова О.Ф., Гринчишин Н.М. Роль сорбентів при ліквідації аварійних виливів нафти і нафтопродуктів із поверхні ґрунту. URL: <https://media.neliti.com/media/publications/388809-none-fed5ebd9.pdf> (дата звернення: 28.05.2024).

Підп. і дата	
Інв.№докл.	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

48

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця 1.1

Середній вміст солей важких металів у золі листя досліджуваних порід дерев в м. Суми (стор.9), [11, стор.44].

Ділянка	Тополя чорна (Populus nigra L.)		Береза повисла (Betula pendula Roth)	
	Zn, мг/кг	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Cu, мг/кг
Центр	148,35	4,62	145,73	1,18
пр. Курський	180,76	7,94	252,55	2,04
вул. СКД	73,52	3,05	101,18	0,68
вул. Харківська	203,44	8,23	190,53	1,72
вул. Лінійна	262,47	11,63	260,71	3,67
ПАТ «Суміхіпром»	176,53	7,33	189,63	2,18
вул. Тополянська	163,91	6,89	210,11	4,68
Контроль	11,56	1,36	24,74	0,15

*ГДК купруму у рослинній сировині 55 мг/кг, цинку – 100 мг/кг

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Інв. № покл.	Вип	Арк	№ докум.
			Підп.
			Дата

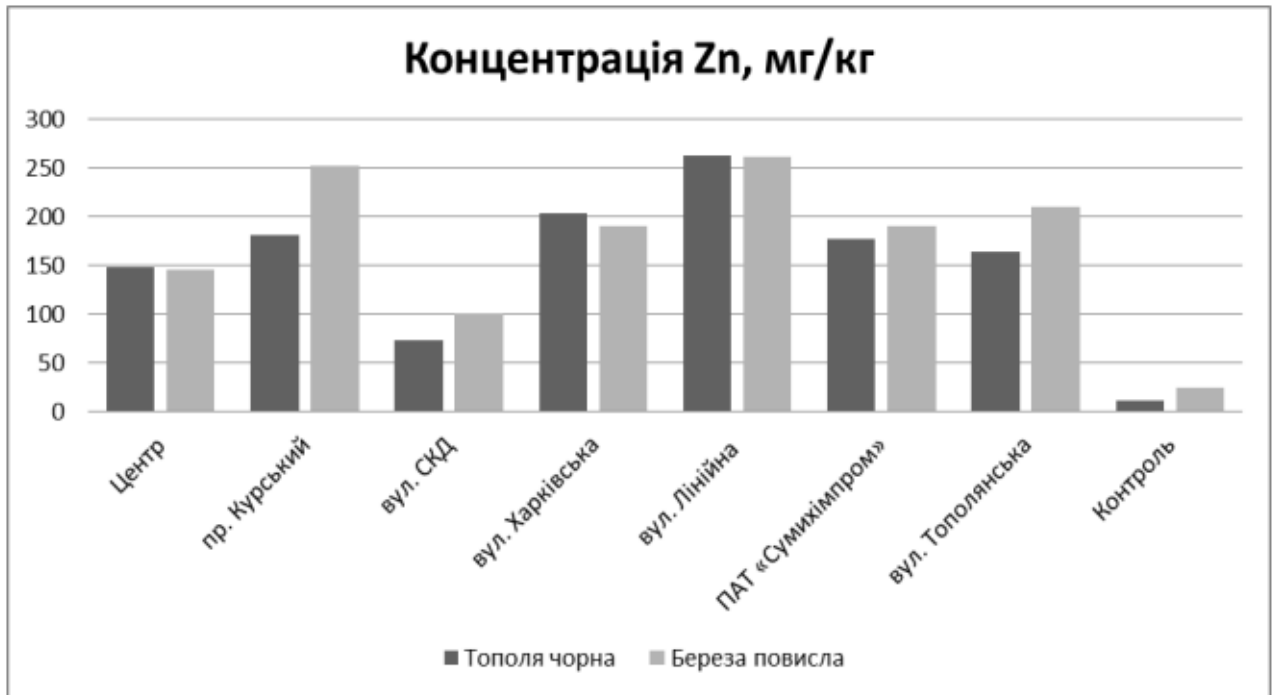
ТС 21510003

Арк

49

Додаток Б

Рис. 1.1.1. (стор.9),[11, стор.44] – Вміст цинку у золі листя досліджуваних порід дерев (м. Суми)



Підп. і дата		Підп. і дата		Підп. і дата		Підп. і дата		
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.							
Інв. № подл.								
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510003			Арк
								50

Додаток В

Рис. 1.1.2 (стор.9), [11, стор.45] – Вміст купруму у золі листя досліджуваних порід дерев (м. Суми)



Інв.№попл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510003

Арк

51

Додаток Г

Таблиця 3.4

Результати експериментального дослідження сорбційних властивостей опалого листя до спектру нафтопродуктів та вуглеводнів (стор. 36), [10, стор.113]

Видове походження опалого листя	Максимальна поглинальна здатність Р, г/г, n=5, P=0,95					
	Сорбат*					
	А	Б	В	Г	Д	Е
Каштан	4,64 (2,3)	3,51 (2,1)	2,23 (2,5)	2,00 (3,0)	2,55 (3,6)	2,45 (5,7)
Липа	4,61 (2,4)	3,46 (2,2)	2,15 (2,5)	2,00 (3,2)	2,43 (3,6)	2,55 (6,0)
Робінія	4,5 (1,9)	3,02 (1,8)	2,03 (2,0)	1,87 (2,4)	2,13 (2,9)	2,06 (4,8)
В'яз	4,48 (1,9)	3,05 (1,9)	2,07 (2,0)	1,91 (2,5)	2,25 (3,0)	2,15 (5,0)
Клен	4,5 (2,2)	3,10 (2,0)	2,10 (2,5)	1,95 (2,8)	2,35 (3,5)	2,48 (4,2)
Тополя	4,00 (2,8)	3,00 (2,6)	2,10 (3,2)	1,75 (3,7)	1,95 (4,6)	1,85 (6,0)
Середнє значення	4,38 (2,2)	3,19 (2,1)	2,11 (2,4)	1,91 (2,9)	2,27 (3,5)	2,25 (5,2)
Середнє квадратичне відхилення об'єднаної вибірки	0,25 (0,25)	0,21 (0,27)	0,06 (0,40)	0,08 (0,47)	0,12 (0,48)	0,25 (0,76)
*У дужках наведений час насичення до показника 80% від максимальної поглинальної здатності P ₈₀ , хв., n=5, P=0,95						

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	
Інв. № дубл.	
Підп. і дата	
Інв. № покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510003

Арк

52