

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.04 – КМР. 1857 “С” 2020.11.01. 010 ПЗ

СИНГАЇВСЬКА ВІКТОРІЯ ВІКТОРІВНА

2022 р.

Н

Н

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 502.174:712.253 (477.411)

ПОГОДЖЕНО **ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**
 Декан факультету Захисту рослин, біотехнологій та екологічного контролю
 Завідувач кафедри екології агроферми та екологічного контролю

(назва факультету (ННІ))

(назва кафедри)

Ю. Коломієць **О. Наумовська**
 (підпис) (ПІБ) (підпис) (ПІБ)
 “ ” 2022 р. “ ” 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Екологічне оцінювання системи поводження з відходами паркових зон м. Києва
 Спеціальність 101 Екологія
 (код і назва)

Освітня програма Екологічний контроль та аудит
 (назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми
 Доктор с.-г. наук, професор Чайка В.М.
 (науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
 (науковий ступінь та вчене звання)

Наумовська О.І.
 (підпис) (ПІБ)

Виконав **Сингаївська В.**
 (підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ	8
1.1 Методологічні основи обліку відходів державної системи екологічного управління відходами	9
1.2 Основні положення санітарного очищення, поводження з відходами та інженерний захист міста Києва	15
1.3 Основні технології утилізації і переробки органічних відходів мегаполісів	16
1.4 Технологічні характеристики та хімічний склад опалого листя, як субстрату для вермикультивування	18
1.5 Відповідальність за спалення листя (рослинних відходів)	20
Обов'язки утримувачів житлових будинків та прибудинкових територій	
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА	24
2.1 Характеристика об'єктів природоохоронного значення міста Києва	
2.1.1 Біокліматичні умови проведення досліджень	27
2.2 Основні принципи існуючих технологій компостування	32
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ПАРКОВИХ ЗОН КИЄВА	34
3.1 Аналіз запроваджених технологій утилізації опалого листя паркових територій в місті Києві	
3.2 Економічне оцінювання переробки опалого листя шляхом компостування	42
3.3 Мікробіологічні і біохімічні характеристики компостування опалого листя	44
3.3.1 Основні хімічні процеси, що лежать в основі компостування	
3.3.2 Умови, необхідні для процесу компостування	49
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

РЕФЕРАТ

Міжнародна політика в останні десятиліття відображає основні пріоритети розвитку і збереження природних систем, які є основою високого економічного розвитку кожної держави. Україна є підписантом Порядку денного у сфері сталого розвитку до 2030 року, прийнятими усіма учасниками членами ООН. Це міжнародне зобов'язання, щодо досягнення цілей сталого розвитку в контексті виконання 17 визначених цілей, які в сукупності мають забезпечити зменшення впливу антропогенних чинників на довкілля.

В контексті державної політики щодо дотримання основних Цілей сталого розвитку великі міста опинилися в зоні екологічних ризиків, які передбачені в основних пріоритетних питаннях. Однак, є очевидним, що муніципальній владі необхідно вирішувати питання, пов'язані з видатками, які необхідні для досягнення цілей політики, а також системи управління життєдіяльності великих мегаполісів, які базуються на еколого-орієнтованих, «зелених» технологіях. Різні міста реагують на виклики сучасності по-різному, і в останні роки стало зрозуміло, що рішення можуть стосуватися всього спектру діяльності міста, направленої на досягнення тіснішої інтеграції розвитку з екологічними пріоритетами.

Під час формування стратегії розвитку міста Києва враховуються основні положення Указу Президента України від 30 вересня 2019 року № 722/2019 «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року», Указу Президента України від 24 лютого 2022 року № 64/2022 «Про введення воєнного стану в Україні», Закону України «Про правовий режим воєнного стану», постанови Верховної Ради України від 04 жовтня 2019 року № 188-ІХ «Про Програму діяльності Кабінету Міністрів України», наказу Міністерства фінансів України №1 від 02 січня 2019 року «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо впровадження та застосування гендерно орієнтованого підходу в бюджетному процесі», Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року, затвердженої рішенням Київської міської ради від 15 грудня 2011 року № 824/7060 (у редакції рішення Київської міської ради від 06 липня 2017 року

№ 724/2886) та Плану заходів на 2021–2023 роки з реалізації Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року, затвердженого рішенням Київської міської ради від 28 липня 2020 року № 73/9152.

Для ефективного впровадження екологічної політики розвитку міста, вкрай важливо здійснювати вивчення впливу основних антропогенних чинників, пріоритетними з яких є система поводження з відходами, що і входило в завдання виконання кваліфікаційної магістерської роботи.

Мета дослідження – здійснити екологічну оцінку системи поводження з відходами паркових зон міста Києва за основними критеріями і показниками.

Об'єктом дослідження є система управління і технології утилізації органічних відходів територій природно-заповідного фонду в умовах урбоекосистем.

Предмет дослідження – еколого-орієнтовні способи утилізації відходів на територіях ПЗФ м. Києва, що забезпечує реалізацію державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Завдання досліджень:

1. Проаналізувати стан досліджуваного питання щодо еколого-орієнтовних технологій в системі поводження і вторинного використання відходів.
2. Вивчити стан досліджуваного питання, а саме існуючу систему поводження з відходами лісопаркових зон міста Києва.
3. Охарактеризувати кліматичні умови міста Києва.
4. Здійснити аналіз технологій компостування органічних відходів урбоценозів.
5. За результатами дослідження сформулювати основні висновки.

За результатами досліджень опубліковано тези II Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених, 21-23 вересня 2022 року: Аналіз основних шляхів управління відходами міста Києва.

ВСТУП

З прогресивним зростанням урбанізації, розширенням виробничої і сільськогосподарської діяльності, транспортних мереж та інших комунікацій

негативні наслідки людської діяльності стають все більш відчутними. Дуже серйозною екологічною проблемою на цьому фоні виступає забруднення

природних екосистем. Щорічно в Україні утворюється близько 13 млн. тон сміття, з якого в середньому лише 4 % надходить в повторну переробку.

Зібрані тверді побутові відходи накопичуються і зберігаються на переповнених сміттевих звалищах і полігонах, 6,5 тисяч з яких законні, а

близько 35 тисяч - незаконні, загальна площа яких в сумі становить понад 7 % від території країни. На сьогодні 170 тис. га землі зберігає в собі близько

40 млрд. тон різних відходів. Зростання споживчої активності висуває на перший план проблему накопичення відходів, яка в 90-ті роки ХХ століття

була в Україні малопомітною. Актуальним є вирішення питання з управлінням та переробкою твердих побутових відходів. Складне економічне становище в

країні зумовлює необхідність розробки ефективних способів поетапного вирішення проблеми ТПВ на основі їх залучення в промислову переробку з

мінімальними витратами, одночасним вирішенням питань ресурсозбереження, економічної вигоди та екологічної безпеки.

Проблемним питанням залишається переробка органічної складової твердих побутових відходів, оскільки потрапляючи в навколишнє середовище,

вони швидко піддаються природним процесам біодеградації та несприятливо впливають на довкілля (неприємний запах, забруднення ґрунтів і поверхневих

вод, підвищення ризику поширення збудників захворювань інше.

Органічні відходи повинні розглядатися не як джерело забруднення навколишнього середовища, якого потрібно позбутися, розмістивши на

звалищах або спалюючи в сміттєспалювальних установках, а як цінний ресурс, який можна перетворити на товарну продукцію, що забезпечує додатковий

прибуток підприємству та створює нові робочі місця. Слід зазначити, що існуючі на сьогоднішній день технології переробки органічних відходів

засновані на роздільній переробці окремих фракцій, що потребує створення різнопрофільних підприємств і одного населеному пункті. У вивченій технології вирішується дане питання шляхом організації сортування компостування та утилізації пластику в одному місці. Крім того процес компостування передбачає великі витрати енергії, в той час як запропонована комплексна переробка дозволяє використовувати побічні продукти і надлишкові теплові ресурси (наприклад, топкові гази), що підвищує енергоефективність підприємства і зменшує кількість теплових забруднень.

Новизна проекту полягає у використанні гною та анаеробного активного мулу зі станції водочищення, як добавки до основної сировини на стадії компостування для підвищення ефективності біологічної деструкції органічної фракції твердих побутових відходів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З

ВІДХОДАМИ

В останні роки вирішення завдань екологічно-обґрунтованого поводження з відходами стають дедалі більш актуальними. Причинами цього є зростання обсягів утворення відходів, структурні зміни у їх складі, а також зміни в системі регіонального й місцевого управління та у законодавчій сфері поводження з відходами в Україні.

За останні роки збільшується кількість відходів, які не піддаються швидкому розкладанню і потребують значних площ для розміщення. Кількість перевантажених звалищ, а також сміттєзвалищ, які не відповідають нормам екологічної безпеки, зростає в регіонах України з кожним роком.

Згідно до «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України № 820 від 08.11.2017 р.) регіональні плани (програми) управління відходами розроблюють не пізніше ніж через два роки після її схвалення, але запропоновані цільові показники повинні відповідати тим же самим рокам.

Відповідно до цієї Стратегії з метою уніфікації підходів до розроблення регіональних планів (РП) управління відходами розроблені «Методичні рекомендації з розроблення регіональних планів управління відходами» (наказ Міністерства екології і природних ресурсів № 142 від 12.04.2019 р.).

Розробникам РП рекомендується включати наступні розділи:

вступ;

характеристика регіону;

аналіз поточного стану системи управління відходами в регіоні;

планування системи управління відходами в регіоні;

індикатори та моніторинг виконання плану;

інформація про Стратегічну екологічну оцінку.

У кожному регіоні чи населеному пункті формуються особливості, які необхідно враховувати при обґрунтуванні, програм управління та поводження

з відходами, в тому числі твердими побутовими відходами, але принципові підходи до наукового обґрунтування цих програм можуть бути багато в чому схожі.

Аналіз сучасного стану системи управління та поводження з відходами міста Києва підтверджує, що не усі плани були реалізовані. Деякі позиції програми поводження з відходами направлені на «латання дірок», а не на втілення нових технологічних схем. Не в повній мірі реалізовано та впроваджено «пілотні» проекти, які могли б дати змогу практичного опробування та здійснення вибору технологій для широкого втілення.

Екологічні програми столиці формуються з врахуванням підвищення екологічної безпеки проживання населення, зменшення негативного впливу на довкілля шляхом удосконалення і модернізації існуючої системи поводження з відходами з досягненням рівня «нульових відходів» за рахунок переведення максимальної кількості відходів у придатну для подальшого використання вторинну сировину, альтернативний енергоносіє і екологічно безпечне organo-мінеральне добриво.

1.1 Методологічні основи обліку відходів державної системи

екологічного управління відходами

Проводячи аналіз статистичної інформації щодо утворення відходів за результатами сучасних досліджень, можна виокремити ряд недоліків, які ускладнюють процес практичного застосування сучасних технологій і способів утилізації відходів загалом, і органічних, зокрема:

1) недостатня інформативність у довідникових матеріалах щодо отриманих статистичних показників та методик їх обрахунку (наприклад, кількість утворених та розміщених за один рік відходів відрізняється у 1500 раз; ідентичність понять «розміщено відходів у спеціально відведених місцях та об'єктах» та «видалено відходів у спеціально відведені місця та об'єкти»);

2) відсутність відкритої єдиної державної системи обліку щодо обліку утворення відходів різних галузей виробництва (наприклад, по деяким регіонам України відсутні дані щодо кількості утворених відходів;

3) відсутність доступу до інформації про обсяги утворення відходів загалом і ТПВ, зокрема.

Існують деякі управлінські способи щодо вирішення завдань районування регіонів за набором показників, що описують розміщення відходів, на основі об'єднання адміністративних районів у характерні групи за допомогою кластерного аналізу.

Наприклад, для території районів Одеської області дослідниками було виділено 5 кластерів за такими показниками:

кількість звалищ;

площа, яка зайнята під ТПВ; проектна площа полігонів ТПВ, га;

проектна маса ТПВ, що будуть розміщені на полігонах, т;

частка площі району, зайнята місцями видалення відходів, %;

кількість звалищ у перерахунку на 1 тис. мешканців; динаміка зміни середньої площі одного полігону за окремий період [1].

Результати кластерного аналізу слугують для обґрунтування принципів реалізації кластерної стратегії у сфері управління та поводження з ТПВ на території певних адміністративних районів або ОТГ, а також можуть бути впроваджені при визначенні необхідної кількості і потужності смітесортувальних та сміттепереробних підприємств.

При цьому, важливо провести інвентаризацію сміттєзвалищ, і насамперед, несанкціонованих звалищ. Необхідною умовою є фіксація особливостей розташування, розмірів, можливих джерел надходження, пріоритетних компонентів, а також наявність екологічно небезпечних складових звалищ ТПВ.

Для перевантажених, закритих звалищ доцільно впроваджувати рекультивационні технології відновлення і «оздоровлення» порушених територій. Питання не ефективного поводження з відходами характерна для

усіх регіонів нашої держави, так як утворені відходи, як правило, розміщуються в на спеціальних територіях без попередньої обробки чи переробки

Протягом останніх років, вкрай актуальним є потреба у виділенні нових територій, призначених для складування відходів. Водночас, в найближчому майбутньому Україна не спроможна відмовитися від полігонного складування відходів. В цьому випадку доцільно обґрунтувати можливість нових (резервних) полігонів з лініями сортування відходів різних категорій, впровадженням технологій біохімічної переробки та отримання біогазу і цінних органічних добрив.

За даними Департаменту екології та природних ресурсів Київської області та міста Києва на території області розташовано 37 сміттєзвалищ, а, власне, місто обслуговує два полігони сміттєзвалищ, які мають критичних обсяг і використали свої ресурси. Більшість з них знаходяться у незадовільному стані та експлуатуються з порушенням природоохоронного законодавства та вимог санітарно-епідеміологічних безпеки. Варто зазначити, що вони, на теперішній час, є досить потужним джерелом забруднення довкілля.

Нагальним є вирішення питання впровадження екологоорієнтованих способів утилізації і повторного використання відходів, які утворилися внаслідок руйнувань будівель і споруд в результаті російської військової агресії на території, не лише Київської області і міста Києва, а і інших також.

У зв'язку з цим доцільно виконати аналіз фізико-географічних, інженерно-геологічних, гідрогеологічних, техногенних і соціально-економічних показників, що визначають можливості розміщення сучасних полігонів на території регіонів і областей окремих регіонів України.

Класифікація ТПВ і їх складових є необхідною умовою вирішення проблеми управління та поводження з ними в регіонах України, а тому нами запропоновані новітні підходи щодо принципів, прикладних аспектів, класифікації ТПВ і їх складових та поводження з ними [4].

До ТПВ відносяться відходи житлового сектора, відходи муніципальної інфраструктури та муніципальних установ. Загальний потік ТПВ складається з: органічних відходів, що легко розкладаються, потенційних вторинних ресурсів (великогабаритних відходів та відходів контейнерного збору); небезпечних відходів [5].

Утворення і накопичення ТПВ є процесами, що відбуваються в часі, тому методологія управління і поводження з ТПВ ґрунтується на динамічному підході.

Складові ТПВ розглядаються як диференційовані потоки відходів:

1) органічні відходи, що легко розкладаються (харчові відходи, садово-паркові відходи, відходи ринків тощо);

2) потенційні вторинні матеріальні ресурси (ВМР): великогабаритні предмети домашнього вжитку (старі меблі, побутова техніка); відходи контейнерного збору (різноманітна тара і упаковка, макулатура, текстиль, метали, скло, шкіра, гума тощо); інертні мінеральні великогабаритні відходи (будівельне сміття);

3) небезпечні відходи (медичні відходи, ртутні лампи, джерела струму, акумулятори).

При впровадженні ефективної системи управління відходами важливо враховувати наступне:

на початковому етапі життєвого циклу муніципальних ТПВ від загального потоку відходів у момент їх утворення відділяється потік органічних відходів, які легко розкладаються; потік структурується залежно від місця утворення (тип житлового будинку, об'єкт міської інфраструктури);

— потік потенційних вторинних матеріальних ресурсів, що генерується в результаті життєдіяльності міського населення і господарської діяльності об'єктів інфраструктури розподіляється за складовими:

а) старі меблі, побутова техніка прянують до спеціалізованих організацій для демонтажу з подальшою утилізацією;

б) тара і упаковка, макулатура, текстиль, метали, скло, шкіра, гума збираються в пересувні, маркіровані для кожного виду ВМР контейнери і вивозяться для подальшої переробки;

в) інертні мінеральні великогабаритні відходи, що утворюються при проведенні будівельних і ремонтних робіт в домашньому господарстві і на об'єктах міського підпорядкування;

потік небезпечних відходів, що утворюються в домашньому господарстві і на об'єктах інфраструктури міста, виділяється із загального потоку ТПВ за допомогою організації адресного збору компонентів потоку.

Розроблені принципи еколого-безпечного управління відходами для міста Києва на нашу думку, мають враховувати наступне:

принцип альтернативного примушення суб'єктів господарювання (потік органіки, що легко розкладається);

принцип економічної доцільності в ланцюгу «виробник відходів» – «сортувальник відходів» – «переробник ВМР» (потік потенційних вторинних матеріальних ресурсів);

принцип матеріальної зацікавленості сторін (потік інертних мінеральних великогабаритних відходів);

принцип усвідомленої безпеки (потік небезпечних відходів).

Вирішення актуальних завдань поводження з відходами в межах міста Києва має здійснюватися на підставі комплексного підходу.

Захист довкілля та забезпечення умов щодо безпеки життєдіяльності населення забезпечуються за допомогою системи організаційно-економічних заходів, які базуються на принципах сталого розвитку та враховують специфіку розвитку столиці та області.

Враховуючи значні фінансові витрати, пов'язані з цим процесом, першим кроком до диференціації потоків відходів загалом, і побутових, зокрема, може бути обов'язкове виокремлення органічних відходів, які легко розкладаються і ефективно можуть бути використані для виробничого використання при

озелененні міста, а також, що є дуже важливим, небезпечної складової побутових.

Органічні відходи, що легко розкладаються, є вторинною сировиною для отримання біогазу і органо-мінерального добрива, а тому впровадженні нових об'єктів, які спеціалізуються на утилізації відходів і при будівництві нових полігонів необхідно планування біохімічної переробки з екологічно чистого потоку органічних відходів, що дасть змогу отримати екологічно чисте, цінне і еколого-безпечне органічне добриво та альтернативне джерело енергії.

За даними дослідників і практичного досвіду кардинально змінити ситуацію у сфері управління та поводження з ТПВ можливо за допомогою кластерного підходу.

Принцип диференціації потоків ТПВ, покладений в основу концепції управління та поводження з ТПВ міських агломерацій, є ключовим і при формуванні структури кластера поводження з ТПВ. Кластер у сфері поводження з ТПВ є багатогалузевим, а тому у ньому повинні бути присутніми об'єкти таких типів [7]:

- 1) «ядро» – об'єкти, навколо яких групується кластер, що виконують основний вид діяльності, що випускають кінцеву продукцію;
- 2) «доповнюючі» – об'єкти, безпосередньо забезпечують функціонування об'єктів «ядра»;
- 3) «обслуговуючі» – об'єкти, наявність яких є обов'язковою, але діяльність яких безпосередньо не пов'язана з функціонуванням об'єктів «ядра»;
- 4) «допоміжні» – об'єкти, наявність яких бажана, але не обов'язкова для функціонування інших об'єктів кластера.

Отже, еколого-орієнтовну систему управління відходами варто формувати і реалізувати за основними чотирма напрямками:

- 1) втілення системи поводження з ТПВ в місті (відділення органічної фракції, що легко розкладається та небезпечних відходів, створення пунктів і центру рециклінгу тощо);

2) робота на полігоні (будівництво смітесортувального підприємства, створення біохімічної переробки – компостування, отримання біогазу);

3) розробка логістичного обслуговування (перехід на малогабаритні смітєвози – окремі машини для окремих компонентів ТПВ або машини з окремими секціями без підпресування відходів);

4) просвітницька робота з населенням, підготовка кадрів, реклама тощо.

1.2 Основні положення санітарного очищення, поводження з відходами та інженерний захист міста Києва

Загальний річний обсяг побутових відходів, що утворюються в м. Києві, становить близько 1,2 млн. тон. Щомісячно з житлової забудови міста Києва вивозиться 400-450 тис. куб. м побутових відходів (змішаних твердих побутових, роздільно зібраних, великогабаритних), тобто добовий обсяг вивезення відходів з житлової забудови міста становить близько 15,5 тис. куб. м, або 3,0 тис. тон.

Відходи міста Києва вивозяться до місць захоронення та знешкодження, а саме:

полігону ТПВ № 5 ПрАТ «Київспецтранс» (с. Підгірці Обухівського району Київської області);

полігону великогабаритних та будівельних відходів № 6 ПрАТ «Київспецтранс» (вул. Пирогівський шлях, 94-96);

смітєспалювального заводу «Енергія» ПАТ «Київенерго» (вул. Колекторна, 44, м. Київ);

смітєзвалищ Київської області (Бориспільський, Бородянський, Броварський, Васильківський райони).

Варто зазначити, що у столиці застосовується планово-регулярна система збору твердих побутових відходів (ТПВ): відходи збираються у металеві

контейнери та впроваджено двох контейнерну технологічну схему роздільного збирання побутових відходів, а саме контейнери для збирання

ресурсоцінних складових («сухі» відходи) та контейнери для збирання решти змішаних відходів («мокрі» відходи).

На теперішній час роздільний збір запроваджено та впроваджено у всіх районах столиці.

У житловій забудові міста встановлено за останній рік понад 12000 контейнерів для побутових відходів, з них 3050 контейнерів для роздільного збору відходів, що становить 25,4 % їх загальної кількості.

1.3 Основні технології утилізації і переробки органічних відходів

мегаполісів

При вирішенні проблем утилізації органічних відходів, а саме опалого листя, то його щороку в столиці накопичується близько 100 тисяч кубометрів опалого листя, яке необхідно переробляти. Часто люди, насамперед жителі приватного сектора, замість того, щоб направити його на утилізацію чи переробку, просто спалюють. Наслідком таких дій є утворення пожеж. Тому, наразі не зупиняється тісна співпраця з підприємствами, які здатні забезпечити якісну переробку листя. Для досягнення цієї мети комунальні підприємства укладають відповідні угоди, що дають змогу переробляти опале листя, перетворюючи його на біогумус за допомогою сучасних технологій, зокрема із застосування каліфорнійського червяка. Суть цієї технології полягає у таких основних етапах: складування, обробка розчином та ферментація, а потім вже його переробка на біогумус.

Технологія виробництва компосту за допомогою вермикультивування здійснюється за допомогою застосування каліфорнійських червоних хробаків, які переробляють органічні відходи в біогумус, який містить комплекс поживних речовин.



1.1 Знезараження тіла складування органічних відходів від збудників хвороб і шкідників



Рис. 1.2 Застосування червоних каліфорнійських хробаків для перетворення органічних відходів



1.3 Біогумус, отриманий в результаті вермикультивування

1.4 Технологічні характеристики та хімічний склад опалого листя, як субстрату для вермикультивування

Утилізація опалого листя дерев і інших органічних мієвких екосистем вимагають значних фінансових втрат, враховуючи те, що зелені насадження здатні акумулювати значну кількість поллютантів, їх утилізація шляхом спалювання наносить значну шкоду довкілля і формує еколого-небезпечні умови життєдіяльності мешканців [1].

При згоранні однієї тони опалого листя у повітря виділяється біля 9 кг мікроскопічного пилу. До його складу входять: оксиду азоту, чадний газ, важкі метали та інші канцерогенні сполуки. У тліючому, без доступу Оксигену листі виділяється бензапірен, що здатний викликати в людей онкологічні захворювання. Крім того, з димом у повітря вивільняються доксини – одні з найнебезпечніших для організму людей речовини.

Окрім безпосередньої загрози людському організму, спалювання листя призводить до зникнення корисних комах, порушення ґрунтового покриву, через загибель ґрунтоутворюючої мікрофлори, його збільшення та збільшення у два рази глибини промерзання.

Згідно чинного законодавства [2] регламентовано, що складування, зберігання та розміщення виробничого, побутового сміття та інших відходів, які є джерелами забруднення атмосферного повітря пилом, шкідливими газоподібними речовинами та речовинами з неприємним запахом або іншого шкідливого впливу, допускається при наявності спеціального дозволу на визначених місцях органами державної виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, територіях у межах встановлених ними лімітів з додержанням нормативів екологічної безпеки і при можливості їх подальшого господарського використання. Одним із напрямків роботи щодо утилізації опалого листя і дрібних гілок є використання його, як складової частини поживного середовища для вермикультивування [3].

Комплексна переробка того чи іншого виду рослинної сировини або його відходів обумовлюється особливістю їх технологічних властивостей і біохімічного складу. З досвіду фахівців екології і біотехнології відомо, що органічна речовина, яка підлягає вермикультивуванню, повинна містити легкозасвоювані вуглеводи та клітковину у кількості не менше 20–25% [4]. Дослідження вчених показують, що опале листя дерев (липи широколистої, клена гостроверхого, гіркокаштану звичайного – містять значну кількість біополімерів, зокрема вуглеводів (клітковини від 16,3 – до 24,6%, легкозброджуючих вуглеводів від 6,9 до 12,4%, крохмалю від 2,5 до 5,8% абсолютно сухої маси листків) та інших біологічно активних речовин, які можуть служити поживним середовищем.

Попередні дослідження на придатність такого листя для вермикультивування каліфорнійського черв'яка показали, що використання опалого листя в нативному стані не піддається культивуванню через великі розміри листя. Для підвищення реакційної здатності субстрату (опалого

листа) необхідне зниження ступеню впорядкованості його надмолекулярної структури. Попередня підготовка органічних відходів методом подрібнення або компостування дасть можливість підвищити доступ до біологічно активних речовин в процесі адаптації вермикюльтури *Eisenia foetida*.

Переробку такого листа пропонують здійснювати пресуванням у паливні брикети (зокрема, заплановано побудову переробного комплексу біля Бортницької станції аерації Київських очисних споруд), або ж використовувати для компостування.

З іншого боку, аграрії пропонують покращувати стан ґрунту біоконверсією листового субстрату, збагаченого відповідними додатками, з отриманням біогумусу вермикюльтивуванням червоними каліфорнійськими черв'яками, найчастіше видів *Eisenia foetida*, *Lombricus rubellus* та червоний гібрид [2, 3]. Такий біогумус містить вищі рівні та доступніші форми азоту, фосфору, калію, кальцію та магнію, чим зумовлює значне підвищення родючості ґрунтів, їх пористість та вологість, окрім того, забезпечує живлення мікробної популяції, яка теж суттєво впливає на стан ґрунту.

1.5 Відповідальність за спалення листа (рослинних відходів)

Обов'язки утримувачів житлових будинків та прибудинкових територій

Згідно статті 50 Конституції України, яка гарантує кожному безпечне для життя і здоров'я довкілля, кожен з нас має законне право боротися із несанкціонованим спалюванням сухотрав'я і рослинних залишків.

У Статті 20 Закону України "Про охорону атмосферного повітря" вказано, що не допускається спалювання промислових і побутових відходів, які є джерелами забруднення атмосферного повітря забруднюючими речовинами та речовинами з неприємним запахом, або іншого шкідливого впливу, на території підприємств, установ, організацій і населених пунктів, за винятком випадків, коли це здійснюється з використанням спеціальних

установок при дотриманні вимог, встановлених законодавством про охорону атмосферного повітря.

Власники, або уповноважені ними органи підприємств, установ, організацій та громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності зобов'язані забезпечувати переробку, утилізацію та своєчасне вивезення відходів, які забруднюють атмосферне повітря, на підприємства, що використовують їх як сировину, або на спеціально відведені місця чи об'єкти.

Відповідно до п.3.7.4. та 3.6.14. Правил утримання житлових будинків та прибудинкових територій прибудинкова територія:

- повинна постійно утримуватися в чистоті, систематично очищатися від сміття, тари, опалого листя.
- спалювання всіх видів відходів на території домоволодінь і в сміттєзбірниках забороняється.

У відповідності до з п.9.1.19 «Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України, затверджені наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства» від 10.04.2006 № 105 згрібати листя з-під групи дерев і чагарників у лісопарках, парках, гідропарках, скверах, садах, за винятком ділянок загонів тощо, забороняється, тому що це призводить до винесення органічних добрив, зменшення ізоляційного шару для ґрунту, який запобігає випаровуванню ґрунтової вологи, та промерзанню коріння. Листя має залишатися на зиму під деревами, а весною його можна неглибоко прикопати, або за допомогою механізмів змішати з ґрунтом, що приведе до його мінералізації.

Згрібати листя слід лише тоді, коли воно негативно впливає на зовнішній вигляд (партерний газон, пам'ятники і меморіальні комплекси, площі, дитячі майданчики, спортивні комплекси, головні алеї зелених насаджень, галявини, квітники тощо). На звичайних газонах листя слід згрібати тільки вздовж магістралей і паркових доріг з інтенсивним рухом у смузі завширшки 10-25 м залежно від значущості об'єктів.

Спалювати листя категорично забороняється. Листя, подрібнені гілки деревини рослин і трав'янисті рештки квітково-декоративних рослин та скошених газонних трав необхідно вивозити на спеціальні полігони або на відведені площадки на підприємствах зеленого господарства для приготування компостів, садових земель та інших органічних добрив.

З метою недопущення виникнення вищезгаданих позицій, а також керуючись природоохоронним законодавством, Державною екологічною інспекцією проводяться спеціальні рейди-перевірки суб'єктів господарювання, які допустили на своїй території спалювання сухої рослинності та її залишків без відповідного дозволу.

Види відповідальності. Самовільне спалювання сухої трави наносить шкоду довкіллю, об'єктам рослинного та тваринного світу, а також навколишньому середовищу, забруднюючи атмосферу. За недотримання вимог законодавства громадянам загрожує не лише адміністративна, а й кримінальна відповідальність.

Адміністративна відповідальність. Відповідно до ст. 77-1 Кодекс України «Про адміністративні правопорушення» від 7 грудня 1984 року № 8073-X випалювання стерні, луків, пасовищ, ділянок із степовою, водно-болотною та іншою природною рослинністю, рослинності або її залишків та опалого листя на землях сільськогосподарського призначення, у смугах відводу автомобільних доріг і залізниць, у парках, інших зелених насадженнях та газонів у населених пунктах без дозволу органів державного контролю у галузі охорони навколишнього природного середовища або з порушенням умов такого дозволу, а так само невиконання особою, яка отримала дозвіл на випалювання зазначеної рослинності або її залишків та опалого листя, заходів щодо своєчасного їх гасіння тягнуть за собою накладення штрафу на громадян від десяти до двадцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян і на посадових осіб – від п'ятдесяти до сімдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

При притягненні винних осіб до адміністративної відповідальності, враховуються всі обставини правопорушення та тяжкість його наслідків. Дії, виннені в межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду, тягнуть за собою стягнення штрафу на громадян від 20 до 40 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян і на посадових осіб - від 70 до 100 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Кримінальна відповідальність. Відповідно до ст.245 Кримінального кодексу України від 5 квітня 2001 року № 2341-III знищення або пошкодження лісових масивів, зелених насаджень навколо населених пунктів, вздовж залізниць, а також етерні, сухих дикоростучих трав, рослинності або її залишків на землях сільськогосподарського призначення вогнем чи іншим загальнонебезпечним способом караються штрафом від трьохсот до п'ятисот неоподатковуваних мінімумів доходів громадян або обмеженням волі на строк від двох до п'яти років, або позбавленням волі на той самий строк.

Ті самі дії, якщо вони спричинили загибель людей, масову загибель тварин, або інші тяжкі наслідки, караються позбавленням волі на строк від п'яти до десяти років утримання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

2.1 Характеристика об'єктів природоохоронного значення міста Києва

Київ – столиця країни із дуже великими потенціалами та сировинною базою. Київ – велике місто, що знаходиться по обох сторонах потужної водної артерії – річки Дніпро, яка з давніх-давен була відома як «зелена», оскільки її характерною рисою були квітучі береги та пагорби, які буквально утопали у зелені. На сьогодні у Києві нараховується 127 парків, 500 скверів, 78 бульварів. На одного жителя Києва припадає 20 м^2 зелених насаджень. Для порівняння, у Парижі ця цифра становить 14 м^2 , в Лондоні – 12 м^2 , у Берліні – 10 м^2 .

Однак, за останні декілька років в столиці України йде масштабне будівництво нових кварталів та житлових комплексів у зв'язку зі збільшенням численності мешканців міста.



Рис. 1. Картографічна схема розташування досліджуваних паркових екосистем: 1 – "Нивки", 2 – Політехнічний, 3 – імені Пушкіна, 4 – Маріїнський, 5 – "Феофанія"

Fig. 1. Cartographic scheme of studied park ecosystems location: 1 – Nivky Park, 2 – Kyiv Polytechnic Institute Park, 3 – Pushkin Park, 4 – Maryinsky Park, 5 – Feofaniya Park

Рис. 2.1 Картографічна схема розташування деяких паркових зон міста Києва: 1- Нивки, 2-Політехнічний, 3-імені Пушкіна, 4-Маріїнський парк, 5-Феофанія.

З архітектурної та екологічної точки зору, місто Київ переживає не найкращі часи. Забудова центру та історичних районів ущільняється неспривабливими висотними будинками, а околиці забудовуються потворними багатоповерховими «гігантами». Місто стрімко втрачає своє архітектурне обличчя, нарощуючи «скляні вежі», збільшує промислові викиди без попереднього очищення, хоча спеціалісти стверджують, що «таким чином Київ розвивається» [1].

За останні 20 років у межах Києва концентрація діоксиду азоту зросла на 50%, а формальдегіду – на 200%. Це наслідок зростання кількості транспортних засобів у місті та, відповідно, збільшення викидів зазначених речовин в атмосферу [2]. Неодноразово, за рішенням Київради удвічі було збільшено штраф за знищення зелених насаджень, але це не зупиняє випадки масової їх рубки, особливо при освоєнні нових територій під будівництво.

Державну ж програму озеленення досі не розроблено і не затверджено [3].

За останні три роки ми спостерігаємо декілька наступних проблем [4]:

- лісопаркам та лісам загрожує перетворення на буферні парки, що сприяє скороченню площі зелених насаджень близько 2 га. Буферні парки – це зелені зони загального користування, які створюються біля збудованих житлових масивів та комплексів. Для цього на території лісів прокладають доріжки, ставлять ліхтарі, лавочки та облаштовують іншу паркову інфраструктуру. Зокрема, йдеться про Біличанський ліс, який завдяки президентському указу у 2014 році набув найвищого природоохоронного статусу – національного парку. Однак, зараз навіть він потрапляє під загрозу зникнення;

- неодноразово відбувалися страйки та блокування проїзду будівництва парку «Крістєрова гірка» у Подільському районі Києва. Це призвело до того, що у грудні 2019 року договір із забудовником було розірвано, однак за цей час було вирубано вже понад 300 дерев для забудови, що одразу позначилося на екологічних показниках району,

- біля станції метро Дружби Народів на зсувонебезпечному схилі зводять масивний будок, кількість поверхів якого – більше тридцяти. Окрім цього,

будівництво ведеться на озері Глинка, що у Печерському районі Києва. Окрім очевидної загрози зсуву будинку, можуть постраждати теплові магістралі, що опалюють три райони столиці України: Голосіївський, Шевченківський та, власне, Печерський.

Доведено, що зелені насадження і лісові екосистеми підвищують якість життя мешканців великих міст, а також спроможні забезпечити значну частку збереження енергії. Проблеми регіональних змін клімату, при яких зелені насадження відіграють неабияку роль, все більше привертають увагу наукової спільноти і суспільства.

Що стосується збільшення «зелених» зон – то з цією справою ситуація є значно складнішою. Наразі проблемою збереження зелених насаджень займаються здебільше екологічні організації та місцеві активісти. Як приклад, можна навести урочище Горбачиха, ландшафтний заказник місцевого значення, де ростуть червонокнижні рослини. Проте, вже кілька років місцеві мешканці воюють проти забудови Горбачихи та знищення рослин, які й так постраждали через великий вплив індустріалізації [5].

Від 2018 року прокуратура міста Києва вимагає в судовому порядку припинити забудову земель природно-заповідного фонду – урочища «Бичок», що входить до території Національного природного парку «Голосіївський», який від 2007 року отримав статус ПЗФ. Однак, в той же час, Київською міською радою у 2010 році укладено з ТОВ «Авеста-Буд» договір оренди земельної ділянки площею понад 2,5 га, розташованої на території урочища Бичок, що входить до Національного природного парку «Голосіївський».

Згідно до екологічного законодавства правовий режим земель природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного призначення – це встановлений правовими нормами порядок охорони земель, передбачає збереження і відтворення, а також використання за цільовим призначенням земель різних форм власності, забезпечення охорони прав всіх суб'єктів на ці землі, здійснення управління землями і забезпечення контролю за

дотриманням законодавства та застосування відповідальності за його порушення.

Слід згадати і парк-пам'ятку загально-державного значення «Феофанія», площа якого за останні роки скоротилася вдвічі, внаслідок зміни призначення земель і порушення екологічного законодавства.

На жаль, таких прикладів порушення екологічного законодавства в місті Києві переважна кількість.

2.1.1 Біокліматичні умови проведення досліджень

Найкоротший день року — день зимового сонцестояння (22 грудня) — триває 8,3 години, а висота Сонця опівдні — лише $16,2^\circ$. Постійна різниця між середнім сонячним та московським декретним поясним часом для Києва — 58 хвилин: коли за середнім сонячним часом настає полудень, то за московським часом буде 12 годин 58 хвилин.

Сумарна радіація — розсіяна та пряма — в літній день досягає 765 ккал/см^2 , тоді як у хмарний зимовий день вона буває малою — лише 8 ккал/см^2 . За рік у середньому сумарна сонячна радіація становить близько $97\text{--}100 \text{ ккал/см}^2$. У сонячні дні сумарна радіація досягає 17 ккал/см^2 на місяць, а у повну безхмарність може становити до 20 ккал/см^2 на місяць.

Радіаційний баланс — залишкове тепло, що засвоєне поверхнею Землі, загалом за рік величина позитивна. Радіаційний баланс в ясні літні дні досягає 45 ккал/см^2 за годину. Взимку баланс від'ємний, а літньої ясної ночі він становить близько мінус 5 ккал/см^2 за годину. Це тому, що земля віддає тепло, накопичене за день. У листопаді-грудні земна поверхня втрачає тепла більше, ніж одержує від сонця вдень. Радіаційний баланс за рік у Києві становить близько 40 ккал/см^2 . На півдні України він досягає 45 , а, наприклад, у районі Мурманська — лише 5 ккал/см^2 .

Розходження між місячним та річним радіаційними балансами для Києва певною мірою характеризує особливості місцевого клімату. Радіаційний баланс у літній день становить близько $60\text{--}64\%$ сумарної радіації. За

абсолютної безмарності річний радіаційний баланс перевищував би 55 ккал/см².

Температура. Для Київщини характерний широкий діапазон змін температури. Середня температура літніх місяців — близько +19°C, зимових — близько -5°C. Найнижча зафіксована температура -36°C, найвища близько +40°C у тіні. Погода часто мінлива, особливо взимку. Хвилі тепла й холоду тривалістю 3-5 діб (інколи до 15-22 діб) змінюються в середньому 2-5 разів на місяць.

Температура у цей час може значно відхилитися від середньої багаторічної для даної пори року. Середня місячна температура повітря в кожному окремому випадку відхиляється від середньої багаторічної (так званої норми), це відхилення інколи досягає від -10,7° до +6,4°C. Так, у 1936 р. середня температура січня становила +0,4°C, в 1942 р. — -15°C. Середня місячна температура червня становила в 1936 р. +26°C, а в 1878 р. — +17°C.

Одній третині зим властиві аномалії температур у межах $\pm 1,5^\circ \text{C}$, решта характеризується більшою аномалією.

Відмінна риса клімату Києва — велика мінливість погоди взимку, різноманітність її комбінацій. Навіть у аномально холодному січні буває не менше трьох діб з різким потеплінням, а в аномально тепломусічні — близько 12 діб з відлигою. У п'ятій п'ятиденці січня потепління відмічали частіше, ніж у інших. Середня температура лютого рідко наближається до норми. Відмічено часті відлиги (в 1957 р. — 25 діб з відлигою), за якими приходило похолодання. Найбільше діб з відлигою (67) спостерігали взимку 1960 — 1961 рр. Як правило, 22 лютого середня добова температура повітря піднімається вище -5°C. В останній декаді березня вже буває кілька сонячних днів, температура іноді досягає +22°C.

Перехід середньої добової температури через нуль до додаткової у 80% випадків відбувається в межах ± 10 діб від середнього нормативного строку (18 березня). Але в 1914, 1925, 1957, 1961 та 1966 рр. це сталося на 2-3 декади раніше, а в 1929 та 1942 рр. — на дві декади пізніше.

Середня добова температура на північному сході України піднімається від нуля до $+5^{\circ}$ у середньому протягом 15, а на південному заході — 30 діб. У 1952 р. зміна сталася протягом 10 діб, а в 1914, 1918 та 1925 рр. — довелося чекати більше місяця.

Середня річна температура в Києві становить $+7,4^{\circ}\text{C}$. Середня температура трьох літніх місяців — близько $+19^{\circ}\text{C}$. Середня температура трьох зимових місяців становить -1 — -9°C .

Для характеристики річного ходу температури важливо знати, що середня температура поверхні ґрунту перевищує $+10^{\circ}\text{C}$ вже в кінці квітня. На цей час до земної поверхні вже надійшло 20% річної суми сонячного тепла. На початку чи в середині червня, коли температура перевищує $+20^{\circ}\text{C}$, ґрунт одержує понад 40% річного балансу. На час, коли температура опускається нижче $+20^{\circ}\text{C}$ (на початку вересня), ґрунтом засвоюється понад 80% річної суми сонячного тепла.

У нижньому шарі повітря температура знижується в середньому на 6° на кілометр висоти. Над Києвом часто спостерігається інверсія, тобто підвищення температури у атмосфері з висотою замість звичайного зниження.

Наприклад, у безхмарну ніч при ясному небі, вихолодженні ґрунту через випромінювання, виникає приземна інверсія. Тому на перших поверхах будівель буває холодніше, ніж на дахах високих споруд. Інверсія спостерігається і на висоті, наприклад при шаруватих низьких хмарах. Під час інверсії холодне забруднене повітря застоюється в пониззях рельєфу та в місцях, які захищені від вітру.

Вологість повітря. Відносна вологість нічного повітря взимку становить 80-90%, влітку — близько 65%; удень — відповідно 80-85% та близько 50%. В окремі періоди повітря буває дуже сухим. Відомий випадок, коли вологість знизилася до 12%. Середній місячний дефіцит вологості повітря у жовтні-березні менший — 1,5 мб, а в червні-серпні — 8,5-9,2 мб. У серпні 1948 р. абсолютна вологість досягла 24,5 мб. Відчувалася сильна задуха. Взимку, незважаючи на високу відносну вологість повітря, абсолютна вологість дуже

мала (завдяки низьким температурам). Так, при температурі 0° у м^3 повітря може міститися не більше 6 г водяної пари. Надлишок конденсується, оскільки відносна вологість за таких умов наближається до 100%. У січні 1950 р. абсолютна вологість знизилася до 0,3 мб.

У середньому за рік абсолютна вологість повітря в Києві становить близько 8,7 мб, влітку — 8-18 мб, взимку — 2-6 мб.

Атмосферні опади. У Києві щороку в середньому нараховується 160 днів з опадами. У 1912 р. таких днів було 204, а в 1881 — 117. Сума опадів у середньому за рік становить 620 мм. Однак у різних районах міста та його околиць в одному й тому ж році вона буває різною. Відхилення від норми становить 30-50%. Наприклад, у 1961 р. у Немішаєво випало 380 мм, на Багряній горі (південь міста) — 419 мм, у деяких частинах міста — понад 700 мм. У 1951 р. сума опадів у різних районах міста коливалася від 400 до 810 мм. Причина такої різноманітності — неоднорідність і строкатість ландшафту.

Найбільша річна сума опадів — 356 мм — відмічена в 1947 р. в Пущі-Водниці. У 1933 р. в центрі міста вона становила 925 мм.

Велика різниця у кількості річних та місячних опадів відбиває особливості місцевого клімату, які складаються під впливом строкатості ландшафту та заліснення.

Найбільша місячна кількість опадів відмічена в червні (до 239 мм) і в серпні (до 223 мм). Найменша місячна сума опадів спостерігається взимку.

Щороку в середньому буває 95 днів з сніговим покривом. Майже дві третини зимових опадів — тверді (сніг, снігові зерна). Одна чверть їх — змішані. Влітку переважають опади у вигляді дощу. Навіть у найсухіші літні місяці випадає не менше 4-6 мм. Але восени ця сума знижується до 1 мм за місяць. У такі сухі періоди велике значення має роса. За рік роса, іній, паморозь дають додатково до 30 мм вологи.

Для літа характерна нерівномірність опадів. У одну зливу може випасти місячна норма опадів. 28 серпня 1858 р. злива за добу дала 108 мм вологи, до 103 мм випало 20 червня 1902 р. та 4 червня 1954 р.

Літні опади іноді супроводжуються грозою та градом. Щороку спостерігається близько 25 днів з грозою, в окремі роки (1906 р.) — до 45. Найчастіше грози бувають влітку (в середньому по 6-7 днів з грозою в червні та липні). Грози взимку — явище виняткове. Наприклад, у лютому гроза спостерігалася лише один раз (1970 р.) на сто років.

Град випадає до дев'яти разів на рік (1912 р.). Однак в окремі роки граду в місті зовсім не було. Град — явище швидкоплинне, більше як у половині випадків його тривалість не перевищує 5 хвилин. Однак 9 травня 1945 р. град тривав з перервами майже півтори години. Як і гроза, град найчастіше буває в другій половині дня. Іноді випадають дуже великі градини. Так, 22 серпня 1972 р. після великої спеки (температура досягала після полудня 32°C) о 19-й год. 45 хв. у Верзелі протягом 15 хв. випав град, який супроводжувався грозою та зливою.

2.2 Основні принципи існуючих технологій компостування

Переробка опалого листя може здійснюватися різними способами

Компостні ями.

Необхідно вирити поглиблення в землі (приблизно 0,3 м). По ширині підійде розмір 1x1 або 2,5x2,5 в залежності від можливості не зайнятої площинки, відведеної під компостування. Вигода такого методу приготування компосту полягає в безперервному процесі компостування навіть в зимовий період. Укладати компоненти необхідно шарами, просочуючи їх рідиною. Кожного місяця необхідно перевертати шари компосту за допомогою вил або лопати для насичення повітрям матеріалу і, відповідно, прискорення дозрівання.

Компостна купа. Необхідно приготувати місце для зберігання і дозрівання компосту на невеликій ділянці городу, обгородивши його дерев'яними планками. Можна зробити невелику хвіртку в огорожі для вільного доступу до компосту. Конструкція створюється шляхом укладання шарами листя з розрахунку 5 частин листового опадку на 1 ч. Харчових

відходів. Потрібно періодично ворухити компост. Перше перевертання необхідно провести не раніше, ніж через 21 день після закладки. У суху погоду доцільно проводити зволоження купи. Зверху конструкцію рекомендовано накрити плівкою для підтримки теплоти всередині.

Компост в мішках. При нестачі вільної площі для компостної купи можна використовувати в якості ємності для приготування добрива поліетиленові пакети. Процес закладки компонентів ідентичний для всіх методів компостування. Різниця тільки в зберіганні компоста. Листья плодкових дерев і багатьох лісових насаджень перегниває швидше, ніж опад вічнозелених

культур. Період готовності може доходити до 3 років. Для прискорення цього процесу сировину подрібнюють. У продажу є апарат під назвою «лісництво», який допоможе впоратися з задачею. В мішку необхідно виконати кілька дірок

для безперешкодного надходження повітря. Верх пакета не зав'язується, оскільки наявність вологи в дозріванні готового компосту грає першорядну роль. Мішок для закладання компосту продається в спеціалізованих садівничих магазинах. Рослинники також використовують звичайні сміттєві пакети (великі). Головною умовою є чорний колір і висока щільність упаковки.

Забороняється додавати в компост:

- хворі рослини;
- свіжий гній;
- токсичні засоби і залишки від них;
- недавно скошені бур'яни;
- кістки, м'ясо тварин.

Новизною технічного рішення є те, що з опалого листя формують перший шар бурту висотою від 3 до 10 см і поливають його ферментаційним розчином, після цього формують слідуєчі шари листя такої ж висоти і кожний шар одноразово поливають ферментаційним розчином, таким чином формують бурт до необхідної висоти.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі утилізації опалого листя, що включає фермування буртів з опалого листя, компостування в

природних умовах, згідно корисної моделі, бурт з опалого листя формують шириною від 1 м до 1,5 м, висоту формують пошарово, причому висота першого шару становить від 30 до 40 см, який поливають ферментаційним розчином до отримання вологості не менше 70% з наступним формуванням

чергових шарів опалого листя такої ж висоти і відповідним разовим поливом

кожного шару з можливістю отримання висоти бурту від 1 м з наступним компостуванням суміші в буртах.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМИ ПОВЕДІННЯ З ВІДХОДАМИ ПАРКОВИХ ЗОН КИЄВА

3.1 Аналіз запроваджених технологій утилізації опалого листя паркових територій в місті Києві

На теперішній період в столиці прийнято використовувати наступну схему поводження з органічними відходами (переважно опале листя): під керівництвом місцевих структур житлово-комунального господарства, в осінній період, проводиться збір листя (рис. 3.1) і, в найбільш оптимістичному варіанті, вивезення на полігони твердих побутових відходів. Хоча це суперечить тим правилам, які прописані в законодавчих документах, які рекомендують прибирати спале листя лише з певної категорії ділянок паркових зон населених пунктів.

Однак, в деяких віддалених районах великих міст збір опалого листя не проводиться взагалі, що на нашу думку позитивним моментом, оскільки, таким чином, максимально знижуються ризики, пов'язані з перепадами температурного режиму в осінньо-зимовий період. А з іншого боку, листя слугує захисним шаром в якості запобігання ерозійних процесів ґрунтового покриву урбоземів.



Рис. 3.1 – Приклад вивезення опалого листя з територій піско-паркових зон населених пунктів

Максимальна потужність пропускну́ї спроможності компостної ділянки (наприклад, у Печерському, Шевченківському, Оболонському КП УЗН) при діючих технологіях може досягати 3,5-4,0 м³ компосту на 1 м² площі ділянки на рік.

При такій потужності на існуючих площах компостних ділянок можлива переробка до 70 000 м³ або майже 60,0% загальної кількості відходів опалого листя та трави по місту Києву.

Таким чином, при існуючих виробничих потужностях та застарілих технологіях переробити усі відходи листя і трави, що утворюються у м. Києва неможливо.

При максимальній спроможності переробки рослинних відходів (3,5 м³ компосту на 1 м² площі ділянки) необхідно практично вдвічі збільшити площі для компостування або терміново впроваджувати сучасні технології переробки опалого листя та трави, такі, як біоконверсії відходів рослинного походження, вермикомпостування та інші.

Загально відомо, що за рахунок процесу біоконверсії органічних відходів можна отримати компост, добрива, метан, метанол, етанол, ацетон, бутанол, органічні кислоти, вітаміни, антибіотики, мікробний білок, а також продукти вермикюльтури – гумус з комплексом поживних речовин.

В міру насиченості ділянок засобами механізації цей метод має можливість реалізовувати широкую гаму різних технологій і режимів компостування, забезпечити високій рівень рентабельності та високу якість кінцевої продукції. Типова ділянка компостування розрахована на виробництво до 10 тис. тонн компосту в рік (рис.3.2). Основна сировина рослинного походження: гілки дерев, листя, груба трава. Окрім того, стічних вод також можуть бути використані в кількості, яка необхідної для інтенсифікації процесу компостування (30-50% по масі) [11].



3.2 Компостування рослинних відходів

Для прискореного компостування можуть використовуватись принципи схеми з двостадійною обробкою рослинних відходів з попереднім подрібненням, просіюванням, розміщенням компостної маси в закритих приміщеннях першої стадії компостування, переміщенням маси різними пристроями у відсіки для аерації та складування для дозрівання на другій стадії компостування вже на відкритих майданчиках.

Питомі капіталовкладення для впровадження технології прискореного компостування вищі ніж при відкритому польовому компостуванні (26-30 грн./т), але час компостування скорочується до 1 - 1,5 місяця, що дає можливість значно зменшити площі, потрібні для компостних ділянок.

Прийнятною є також схема застосування виробництва компосту та його переробки за допомогою вермикультування з використанням червоних кільцевих хробаків. Рослинні відходи урбанізованих територій вже зараз дуже поширено розглядають як джерело для альтернативної енергетики.

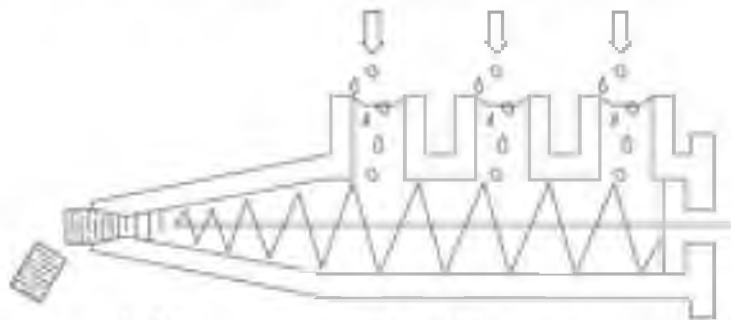
Використання опалого листя в якості енергетичної сировини [5] дозволяє одночасно вирішувати екологічні, соціальні, і економічні питання, адже реалізація проекту з видобування біогазу з опалого листя може стати альтернативою об'єктам традиційної енергетики, а розвиток біогазової індустрії вирішує проблеми зайнятості, та сприяє розвитку енергетичної інфраструктури (рис. 4).



3.3 Видобуток біоналива з відходів біологічного походження

Паливо на основі рослинних відходів дозволяє скоротити об'єми споживання традиційних джерел енергії газу та вугілля (рис. 3) [12]. Але при розробці та впровадженні таких матеріалів слід пам'ятати, що дим від горіння сухої трави і листя дуже шкідливий, оскільки містить у собі отруйні речовини (сполуки свинцю, ртуті та інших важких металів), які шкодять здоров'ю населення і можуть викликати гострі реакції організму у окремих груп населення.

При згорянні однієї тони рослинних залишків у повітря вивільняється біля 9 кг мікрочастинок диму, до складу якого входять пил, окиси азоту, чадний газ, важкі метали і низка канцерогенних сполук. У тіло людини без доступу кисню листя виділяється здатен викликати у людини рак, захворювання бензошпрен. Окрім того, з димом у повітря вивільняються діоксини – одні з найотруйніших для людини речовин.



3.4 Переробка опалого листя в брикети та пелети для опалення

За допомогою гнучкої мобільної установки [13] процес переробки відходів можливо здійснити прямо на місці утворення, без затрат коштів на вивезення сировини, закінчуючи цикл переробки паливною продукцією – брикетами. Окрім того існують шляхи використання рослинної сировини у якості сорбентів у випадках необхідності локалізації та збору розливів нафтопродуктів (рис. 3.5) [6].



3.5 Застосування рослинної сировини для локалізації та збору розливів нафтопродуктів

Поряд з традиційним використанням матеріалів з відходів деревини у волокнистих та стружкових плитах, альтернативним є дослідження у напрямку розробки плит на основі гіпсового зв'язуючого та добавки опалого листя (рис.3.6) [6].



Рис. 3.6 Використання опалого листя для виготовлення волокнистих, стружкових та гіпсових плит

Великі обсяги потенційного ресурсу викликають значний інтерес до напрямів можливого застосування. Енергетичний, екологічний, конструкційний та ін. шляхи використання рослинних відходів з урбанізованих територій міста, мають за собою прямий економічний прибуток.

Технічні умови закладки і експлуатації компостних буртів з метою утилізації опалого листя

Вибір місця для компостування

Місце для компостування має розташовуватись не ближче за 15 м від джерел питної води, у напівзатіненому місці, з метою запобігання висихання

компосту, та в мієці, яке добре провітрюється. Висота компостної маси не повинна перевищувати 100—150 см, такою ж повинна бути ширина, при необмеженій довжині (параметри можуть змінюватися). Для попередження фільтрації рідини з компостного ящика у ґрунт, його рекомендується встановлювати на бетонну платформу висотою 10 см над рівнем землі, що стоїть на фундаменті заглибленому на 10 см у землю, або передбачити інші гідроізоляційні заходи.

Корисно передбачати поблизу від компостної системи місце або ящик для матеріалу, що додається (ґрунт для перемішування з подрібненою масою аналого листя).

Оптимальні умови компостування

Співвідношення вуглецю до азоту в компостній масі, C:N має бути 20—30:1 (C — кількість вуглецю, N — кількість азоту). Рекомендується додавати 2—3 частини ґрунту й 1 частину компостованого матеріалу.

Співвідношення C:N в деяких компонентах для компостування:

Сировина для компосту C:N:

Скошена трава 20:1

Листя 50:1

Хвоя 70:1

Солома 100:1

Кора 120:1

Деревина, гілки 200:1

3

Матеріал, який компостується необхідно перемішувати після 3—6 місяців або 1—4 рази за весь цикл, щоб забезпечити достатній доступ кисню в усі шари.

Вологість матеріалу треба утримувати на рівні 50—60%. Компостований матеріал на дотик повинен бути як «добре вичавлений рушник».

Подрібнювання всіх матеріалів збільшує поверхню контактування та взаємодії з мікроорганізмами, що прискорює процес компостування.

Відходи необхідно укладати шарами товщиною не більше 15 см. Занадто товстий шар одного матеріалу уповільнює процес компостування.

Для прискорення процесу компостування кожний шар слід присипати невеликою кількістю землі або готового компосту задля збагачення ґрунтовими бактеріями та вологою.

Щоб запобігти вимиванню поживних речовин під час дощу, компостну кучу/ящик краще накрити зверху гідроізоляційним матеріалом.

За умов надлишку вуглецю процес розкладання уповільнюється, а при малому вмісті азотного матеріалу компост буде бідним на азот.

Спорудження компостного бурта (ящика).

Запропонований компостний ящик добре пристосований до умов нашої зони з холодним вологим кліматом. Це теплоізоляційний ящик, обов'язково з кришкою, захищений по дну від мілких гризунів за допомогою мілкої металевої сітки. Для забезпечення доступу повітря передбачені отвори в нижній частині передньої та задньої стінок, що з'єднуються по полю дренажною трубою. Загальний вигляд термоізоляційного двосекційного компостного ящика. Дві секції, має верхні і бокові кришки, внизу — вентиляційні отвори з встановленими в них дренажними трубками.

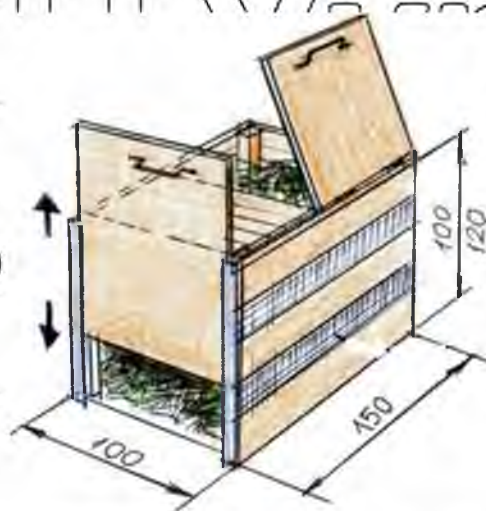


Рис. 3.7 Оптимальні розміри бурта для утилізації органічних відходів

* параметри можуть бути змінені залежно від умов їх розміщення і обсягів компостуємої маси опалого листя

Термоізоляція стінок та кришок двосекційного компостного ящика. Бокові стінки, бокові кришки, а також перегородка всередині викладені пінопластом (товщина 5 см), що закривається пластиком або лінолеумом.

Ящик для компостування може бути зроблений з дерева, розміром 1х1х1м, що встановлюється на бетонну платформу висотою 10 см над рівнем землі, що стоїть на фундаменті заглибленому на 10 см у землю. Ящик закривається дерев'яною кришкою для захисту від потрапляння в середину осадів, гризунів, мух, шкідників, котрі можуть розносити хвороботворні бактерії. Бажано при будівництві компостного ящика передбачати також гідроізоляцію.

Таблиця 3.1 - Перелік матеріалів для встановлення двосекційного компостного ящика (1 шт.)

Матеріал	Кількість	Призначення
Дошки обрізні, 24мм, ширина 12 см	85 мп	На стінки ящика, перегородку, кришки
Брусок 5х5	10 мп	На каркас
Оцинкована метал. сітка, отвір 5 мм	3,5м ²	На дно та вентиляційні отвори
Петлі	8 шт.	На верхні та бокові кришки
Ручки	4 шт.	На верхні та бокові кришки
Будівельний пінопласт, товщиною 5 см	9м ²	На внутрішні стінки та кришки
Вологостійкий тонкий пластик або лінолеум	9м ²	Для покриття пінопласту
Пластикові дренажні труби, діаметр 50мм	4 шт., загальна довжина 4 м	В вентиляційні отвори
Цвяхи 70мм	100 шт.	Для закріплення дошок і брусків
Шурупи 70мм з шайбами 30мм	40 шт.	Для закріплення пластику та пінопласту
Шурупи 25 мм	70 шт.	Для петель і сітки
Садовий пилофос з подрібненням листя	1 шт.	Для подрібнення компостованого матеріалу

Як закладати компост

Перед закладанням компосту на дно (сітку) ящика, для забезпечення доступу повітря, вкладають шар крупного матеріалу, наприклад, обрізки гілок або кори. Потім додають шарами садово-городні та харчові відходи, а

також матеріал, що затримує вологу (торф, подрібнену кору або гілки, стружки, тирсу). Це забезпечить доступ повітря до компосту.

Що може покращити експлуатацію бурти при закладці компосту та його експлуатації:

1. Подрібнення відходів перед компостуванням. Для цього варто придбати садовий пиросос з подрібненням листя (орієнтовна сума 3000 грн.);

2. Ретельне перемішування відходів – сухі відходи з вологими, масу крупних фракцій з мілкими;

3. Додавання в компост декількох крупних гілок, які попередять зайве ущільнення компостної маси (за необхідністю).

Процес розкладу йде тим краще та швидше, чим різноманітніші органічні матеріали, що закладаються. Якщо робити компост із одного матеріалу, наприклад сіна або скошеної трави, то процес компостування не піде.

В компостну масу в якості затравки можна додати небагато готового компосту або просто родючої землі, вони мають необхідні для компостування мікроорганізми та прискорять процес компостування.

Призначення персоналу за наглядом та технічним супроводом компостної ями.

Провести навчання та інструктаж персоналу щодо особливостей проведення технологічного процесу та техніки поводження з компостною ямою, забезпечення персоналу засобами персонального захисту.

Візуальні приклади компостних буртів



Рис. 3.8 Приклади компостних буртів

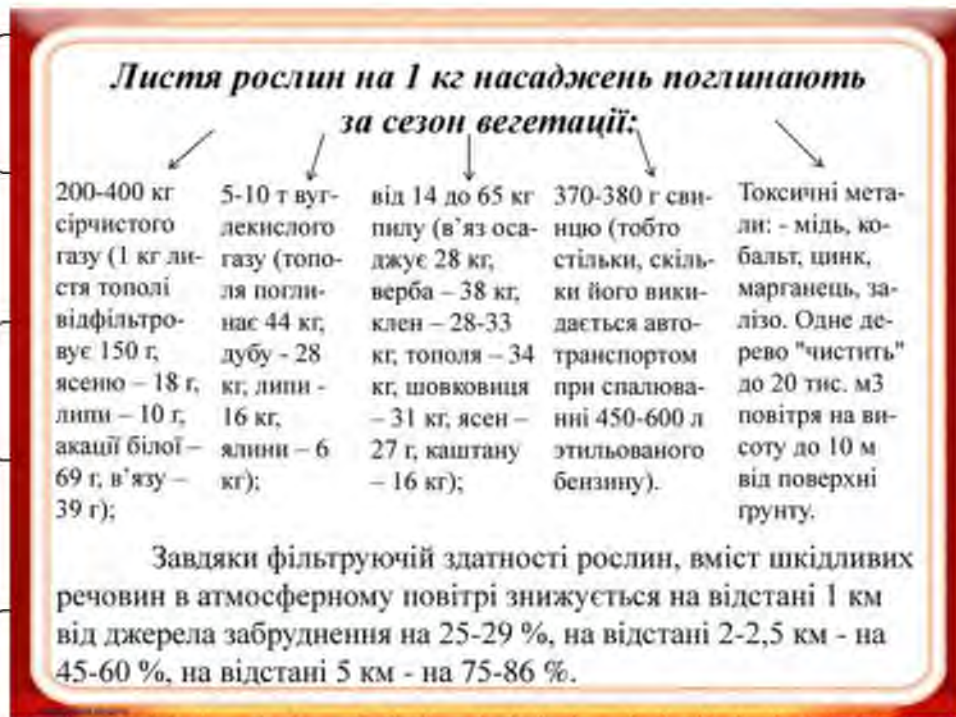


Рис. 3.9 Характеристика формування біомаси за інтенсивністю поглинання хімічних сполук за вегетаційний період

3.2 Економічне оцінювання переробки опалого листя шляхом компостування

Для оцінювання і економічного обґрунтування ефективності компостування опалого листя шляхом наведемо економічні показники отримання органічного добрива – біогумусу (розрахунки здійснено без врахування кошування грошових одиниць за цінами 2021 року). В якості основної сировини для отримання біогумусу використано опале листя зелених міських паркових зон.

Ціна на збір опалого листя складає 9,00 грн за 1 м³.

Вартість збирання обсягом 100 м³: 9,00 грн * 100 м³ = 900 грн. Закладання компосту пропонуємо здійснювати через спорудження компостних ям – компостерах.

Вартість компостера на 1000 л становить 2210 грн. Для компостування на території парку-пам'ятки «Феофанія» необхідно 10 компостерів, і їх сумарна вартість буде становити:

$$10 \text{ компостерів} * 2210 \text{ грн} = 22100 \text{ грн.}$$

На проведення робіт, пов'язаних з транспортуванням, утрамбуванням опалого листя з остаточним вилученням біогумусу знадобиться 4500 грн.

Маса 100 кубічних метрів субстрату, зволоженого до 60% буде становити приблизно 40 тонн. Для прискорення процесу компостування пропонуємо додавати біопрепарат «Компост Детач» (рис. 3.1). Його вартість за одну упаковку 50 грам становить 125 грн. Норма внесення 1 упаковка на тону.

Таким чином, витрати на біопрепарат становлять:

$$125 \text{ грн} \cdot 40 \text{ тонн} = 5000 \text{ грн}$$

Витрати на 1 цикл виробництва становлять:

$$817 + 22100 + 4500 + 5000 = 32417 \text{ грн}$$

Готовий до використання субстрат біогумусу широко використовують у зеленому господарстві для підживлення клум, газонів, квітів, кущів та зелених насаджень.

З 40 тонн субстрату в процесі компостування буде утворено приблизно 30 тонн готово на продаж біогумусу.

Ціна біогумусу, в середньому, становить 20 грн за 1 кг

Вартість 30 тонн органічного добрива складе:

$$20 \text{ грн} \cdot 30 \text{ 000 кг} = 600 \text{ 000 грн}$$

При продажі всього об'єму утвореного біогумусу буде становити: 600 000 грн. Затрати становили: 32417 грн.

Прогнозований прибуток (з урахуванням податку у розмірі 5% від доходу) складе:

$$600 \text{ 000} - 32417 - 600 \text{ 000} \cdot 0,05 = 600 \text{ 000} - 32417 - 30 \text{ 000} = 537583 \text{ грн.}$$

Це є чистий прибуток.

3.3 Мікробіологічні і біохімічні характеристики компостування

опалого листя

3.3.1 Основні хімічні процеси, що лежать в основі компостування

Аеробні біохімічні реакції, що протікають при компостуванні, можна представити в загальному вигляді:



Як видно з реакції, целюлоза окислюється до вуглекислого газу і води при аеробних умовах. Перероблені таким чином відходи вступають в природний кругообіг речовин в природі за рахунок їх знешкодження і перетворення в компост.

Кубарева О. Г. та співавтори, вивчаючи мікробіологічні процеси, що відбуваються в компостах, приготованих з різного органічної сировини, прийшли до висновку, що зміна агрохімічних показників якості компостів і накопичення поживних речовин тісно пов'язане з мікробіологічною активністю [24].

З точки зору мікробіології, компостування - це екзотермічний процес біологічного окислення, в якому органічний субстрат піддається аеробного біодеградації змішаною популяцією мікроорганізмів в умовах підвищеної температури і вологості. Ця спонтанна популяція мікрофлори визначає якість і швидкість дозрівання компостів [25].

У процесі компостування при розкладанні посліду або гною, які мають певний склад, в певних умовах (температура, вологість, концентрація речовин, рН, вміст токсинів) виділяються 2-4 домінуючих види мікроорганізмів, які здійснюють процес розкладання органічної речовини. При цьому, якщо змінити умови, то з'являються інші і види мікроорганізмів, отже, внесення додаткової кількості попередньо виділених мікроорганізмів-деструкторів на початковій стадії компостування навряд чи може сильно підвищити швидкість процесу, але, за твердженням П. Фетгун, більша концентрація мікроорганізмів дає більш швидкий старт, що може бути важливим для прискорення компостування [25, 26].

Процес компостування можна умовно розділити на 4 стадії:

1. мезофільна;
2. термофільна;
3. охолодження;

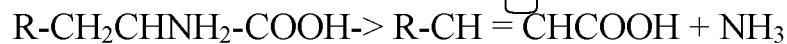
4. дозрівання.

У період мезофільної стадії мікроорганізми починають досить швидко розмножуватися, температура відходів поступово підвищується до 40° С і середовище підкислюється через утворення органічних кислот [25]. При розкладанні амінокислот білків мікроорганізмами *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium sporogenes* азот звільняється у вигляді аміаку (так званий процес амоніфікації (мінералізації) азоту), а з сірки, що міститься в білках утворюються сірчисті сполуки.

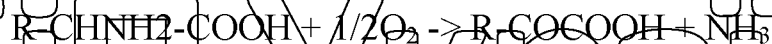
Шляхи внутрішньоклітинного або позаклітинного розщеплення амінокислот можуть бути різними.

В принципі, можливі такі процеси:

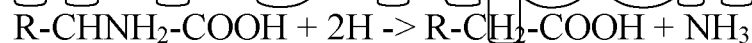
а) дезамінування:



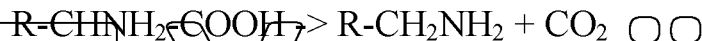
б) окислювальне дезамінування:



в) відновне дезамінування



г) декарбоксилювання:



Як випливає з цих даних, в процесі перших трьох реакцій виділяється аміак, при декарбоксилюванні виділяється діоксид вуглецю [24, 27]. Вуглець використовується мікроорганізмами для отримання енергії, а азот - для побудови структури клітини, оптимальне співвідношення вуглецю та азоту в матеріалі для компостування становить 30:1.

Якщо на початку процесу компостування співвідношення вуглецю і азоту значно перевищує 30:1, то компостування відбувається повільно, якщо співвідношення вуглецю менше, ніж це необхідно для перетворення азоту білка, то цей вуглець витрачається, а залишкова кількість азоту виділяється у вигляді аміаку. У разі досягнення певного оптимуму в співвідношенні вуглецю

і азоту бактерії та інші мікроорганізми розвиваються добре і втрати азоту мінімальні [26].

Зміна рН середовища також є результатом хіміко-мікробіологічних перетворень. Аміак, який утворюється в компостній масі при окисненні органічних речовин, досить швидко окиснюється в азотисту, потім в азотну кислоту, відбувається процес нітрифікації. Даний процес викликаний бактеріями роду *Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*, *Nitrosolobus* і ін. [24].

У процесі компостування втрачається у вигляді вуглекислого газу і води близько 40% маси органічної речовини, відповідно, збільшується зольність.

Азотисті сполуки твердих відлень і підстилки, головним чином білок, також розкладаються з утворенням аміаку, але дуже повільно, тому що при великій кількості вуглецевих сполук утворюється аміак, який повністю використовується мікроорганізмами [25,26].

При підвищенні температури понад 40°C відбувається перехід від мезофільної стадії до термофільної, в результаті такого переходу температура суміші досягає 60 °С.

Протягом термофільної фази легко розкладаються субстрати, такі, як цукри, крохмаль, білки, жири, досить швидко споживаються. Більш стійкі субстрати знижують активність термофільних мікроорганізмів.

У процесі компостування спостерігається швидке, практично повне розкладання жирів і перетворення лігноцел-люлози в гумусоподібні речовини з високою ємністю катіонного обміну. При цьому швидкість тепловиділення стає рівною швидкості тепловтрат, що відповідає досягненню температурного максимуму.

За рахунок біотермічних і біолітичних процесів компостування дає можливість знезаражувати ТПВ, гній ВРХ, пташиний послід від патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів. У процесі компостування гинуть такі патогенні мікроорганізми, як кишкова паличка, стафілококи, а також стійкий штам *Salmonella Dublin* [25].

У період стадії охолодження, яка йде після температурного максимуму, рН повільно знижується. Швидкість тепловиділення стає дуже низькою, а температура знижується до рівня навколишнього середовища.

Перші три стадії компостування протікають дуже швидко за дні або тижні, в залежності від системи компостування, в той час як заключна стадія - дозрівання, протягом якої втрати маси і тепловиділення малі, триває кілька місяців [25,28].

У період дозрівання протікають складні реакції між залишками лігніну з відходів і білками відмерлих мікроорганізмів, що призводять до утворення гумінових кислот. Для визначення дозрівання досить часто використовують відношення $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$, оскільки на заключній стадії процесу компостування зростає вміст нітратів і знижується вміст солей амонію [29].

За даними Поманского А.А., спад сухої речовини в гної за 6 місяців його зберігання становить 17-21%, при дозріванні гною в ньому значно зростає вміст перегнійних з'єднань. Роботи Пряхнікова В.П. підтверджують, що мінеральних речовин при зберіганні гною втрачається менше, ніж органічних, проте він щодо збагачується основними поживними для рослини елементами (особливо калієм і фосфором) [29].

Деякі виробники компосту додають в суміші певну кількість сухого ґрунту для зменшення вмісту вологи і зниження виділення аміаку при низькому співвідношенні вуглецю і азоту в матеріалі. Щоб забезпечити співвідношення вуглецю і азоту на рівні 30 : 1 найбільш ефективно додавати целюлозу. Сухий ґрунт додають при значному рівні кислотності, проте зайва ґрунт знижує проникнення повітря в матеріал і впливає на досягнення оптимальної температури суміші [26,27].

Фізико-хімічні процеси і продукти мікробіологічних перетворень гною становлять великий інтерес з практичної точки зору. Корозія конструкційних елементів і технічних пристроїв пояснюється специфічними іонними реакціями, причому найбільш важливу роль відіграє зміст сульфідів, сульфатів і аміаку, а також вуглекислоти. Якщо не дотримуватися правил техніки

безпеки і не враховувати місцеві умови, то виділяються газоподібні продукти, наприклад сірководень, аміак, аміни, меркаптани і нижчі жирні кислоти, можуть зумовити різкий запах та представляти серйозну небезпеку для здоров'я людини і тварин [25,30].

Таким чином, всі процеси, які відбуваються при зберіганні і переробці органічної сировини і гною є результатом діяльності мікроорганізмів, при цьому видовий склад мікробного угруповання нестійкий і змінюється в залежності від умови компостування. Слід також зазначити, що всі ці процеси взаємопов'язані і невіддільні один від одного, вивчення мікробіологічних процесів є ключем до розуміння будь-яких перетворень, а також до розробки способів і прийомів регулювання цих процесів.

3.3.2 Умови, необхідні для процесу компостування

Розмір частинок матеріалів для компостування повинен бути настільки малим, наскільки це можливо. Це дозволяє ефективно проводити аерацію (у разі аеробного компостування) полегшує розкладання загальної маси бактеріями, грибами та актиноміцетами. Тому органічну фракцію твердих побутових відходів та сільськогосподарських залишків подрібнюють до невеликих шматків перед компостуванням.

Органічні добавки - це матеріали, додані до загальної маси для збільшення кількості деградованого органічного C, зменшення об'ємної ваги, і збільшення повітряних порожнин компостної суміші; Приклади цих матеріалів є тирса, рисова солома, торф, т.д. Сушені водяні гіацинти (*Eichhornia crassipes*) і рисова солома, подрібнена на дрібні шматочки (довжиною 2-3 см) були визнані найкращими матеріалами для компостування Polprasert et al., 1980).

Контроль вологості. Для належного розвитку мікробної асоціації, важливий оптимальний вміст вологи компостної суміші. Вода необхідна в процесі компостування, так як поживні речовини для мікроорганізмів повинні розчинятися у воді перед тим, як будуть доступні для споживання.

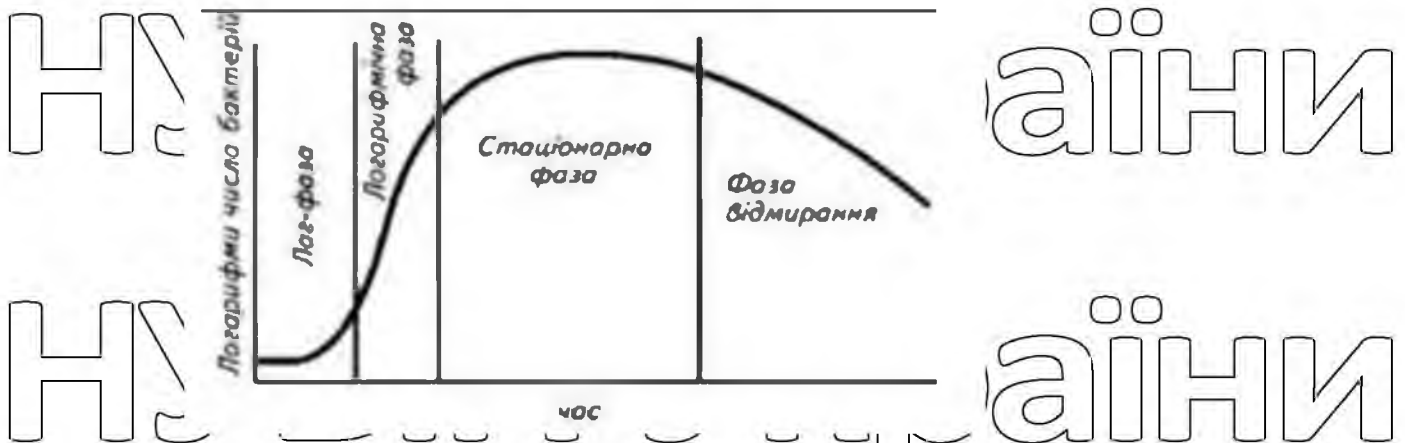


Рис. 3.10 Графік динаміки росту та розвитку мікроорганізмів

При вологості менше 30% від загальної маси швидкість біологічних процесів різко падає, а при високій вологості 20% вони можуть зупинитись. При надто великій вологості порожнини у структурі компосту заповнюються водою, яка обмежує доступ кисню для мікроорганізмів. Деякі матеріали, наприклад папір, при нагріванні швидко втрачають структурну стійкість, злипаючись в однорідну масу. Однак матеріали типу соломи стійкі до високої вологості. Таким чином, оптимальна вологість варіює і залежить від природи та розміру часток.

Рекомендована оптимальна вологість знаходиться в межах 50-60%, але при використанні носіїв можливі і великі значення. У аеробному компостуванні великий вміст води блокує прохід повітря, завдяки чому процес компостування стає анаеробним.

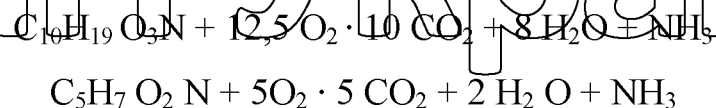
Саме вміст вологи в межах 50-70% (в середньому 60%) найбільш підходить для компостування і повинен підтримуватися протягом періодів активного росту бактерій, тобто *lag*-фази та логарифмічної фази росту. Вологість компостної суміші можна контролювати шляхом додавання води до компостного штабелю або барабану один або два рази на день.

Вимоги до аерації Аеробне компостування вимагає належної аерації для забезпечення достатнього рівня кисню для аеробних мікроорганізмів, які сприяють стабілізації органічних відходів. Це досягається завдяки певним немеханічним засобів, такі як періодичний поворот компостів, встановлення перфорованих стовпів у складові купи або скидання компосту з купи на

полігон та навпаки. Найбільш ефективним, механічним способом є повітряна аерація, при якій повітря прокачується через перфоровані труби та отвори в компостні купи. При компостуванні у біобарабанах використовується комплексна аерація суміші - перемішуванням та аерацією повітрям шляхом подачі повітря по трубопроводу. Оскільки немеханічна аерація не може забезпечити достатній рівень кисню мікроорганізмам, аеробні умови переважають лише на зовнішній поверхні для компостних куп, в той час як всередині розвиваються умови, сприятливі для факультативних та анаеробних мікроорганізмів.

Без додаткової аерації швидкість компостування сповільнюється і процес протікає набагато довше. При застосуванні механічної аерації - кількість або швидкість потоку повітря має також контролюватися. Занадто багато аерації може викликати втрату тепла від скупчень компосту, тоді як занадто мало аерації призведе до виникнення анаеробних умов усередині компостних куч.

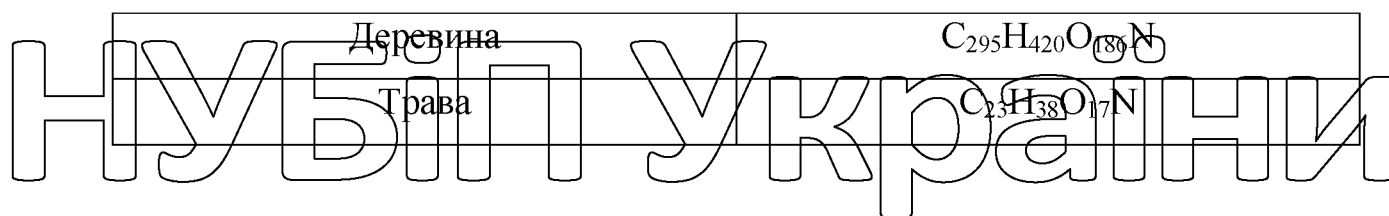
Простий спосіб визначення аераційних вимог базується на стехіометричній реакції окиснення відходів. Знання хімічного складу відходів, що підлягають компостуванню (табл. 3.11), полегшують розрахунок. Оскільки компостована суміш - це комбінація різних органічних речовин, формули $C_{10}H_{19}O_3N$ і $C_5H_7O_2N$ використовувалися для позначення його хімічного складу. Стехіометричні рівняння для повного окиснення цих сполук наступні:



Частина NH_3 , отримана з перерахованих вище реакцій, буде втрачена через випаровування, у випадку, якщо рН складатиме більше 7. Решта NH_3 буде окиснена до NO_3^- - під час дозрівання компосту.

Таблиця 3.2 Загальний хімічний склад різних органічних матеріалів

Вуглеводи	$(C_6H_{10}O_5)_x$
Протеїн	$C_6H_{24}O_3N_4$
Жир	$C_{50}H_{90}O_6$



Температура та рН.

Біологічно вироблене в межах процесу є важливим з двох основних причин.

- максимізація швидкості розкладання,
- утворення матеріалу, який є мікробіологічно "безпечним" для використання на виході.

Загальновідомо, що термофільний діапазон температур компосту близько 60-65 ° C, дозволить значно знизити швидкість біодеградації. В останніх дослідженнях було продемонстровано оптимальна температура для компостування, що вимірювалось за мікробною активністю - 55 ° C. З іншого боку, більшість патогенних мікроорганізмів ефективно інактивуються при температурах вище 50 ° C.

Отже, основним завданням є контроль температури в компості для покращення переробки органічного матеріалу, так і інактивації (приблизно 55 ° C). Температуру можна контролювати за допомогою регулювання аерації та вологості. Температурні закономірності у складах компосту впливають на види і типи зростання мікроорганізмів. У багатьох випадках, термофільна температура може навіть досягати 55-65 ° C і тривати кілька днів, сприяючи ефективній інактивації збудників. Аеробне компостування звичайно протікає з нейтральним рН і рідко зустрічається екстримальне падіння або підвищення рН. Невелике зниження рН може відбутися протягом перших кількох днів анаеробного компостування внаслідок утворення летких жирних кислот. Після цього періоду знову рН стає нейтральним, після перетворення метану та діоксиду вуглецю реакціями метаногенів.

Характеристика кінцевого продукту компостування Компост на основі твердих побутових відходів по своїм хімічним і санітарним показникам повинен відповідати нормам, що розроблені Академією комунального

господарства спільно із санітарними і сільськогосподарськими організаціями.

Отриманий компост можна використовувати:

- як добриво:
- у сільському господарстві;
- у лісному господарстві;
- у зеленому будівництві;
- для рекультивації земель;

- як паливо з попереднім брикетуванням; брикетування треба проводити

за стандартними технологіями, які включають попередню сушку компосту до

вологості від 3% до 8% та оброблення на пресі.

Компост з опалого листя треба використовувати тільки в зеленому господарстві та для рекультивації земель. В зв'язку з цим доцільно

розташовувати обладнані ділянки для компостування опалого листя на

території комунальних підприємств з утримання зелених насаджень [34].

Таблиця 3.3 Агрохімічні і фізико-хімічні показники добрив, що призначені для використання у лісному господарстві, зеленому будівництві та для рекультивації земель

Назва показника	Норма
Вміст фракції крупніше ніж 50 мм, на суху речовину, % не більше	2
Масова доля органічної речовини, на сухий продукт, %, не менше	40
Вологість, %	20-80
Реакція середовища, рН	6,5-8,0
Масова доля поживних речовин, на сухий продукт, %, не менше	1,5
азот (N) загальний	
фосфор (P ₂ O ₅) загальний	1,8
калій (K ₂ O) загальний	0,1

Добрива за мікробіологічними показниками повинні відповідати нормам, що наведені у таблиці 3.3 [34].

Таблиця 3.4 Мікробіологічні показники добрив

Назва показника	Норма I
Індекс БГКЦ, куо/дм ³ , не більше	10000
Наявність патогенної мікрофлори	не допускається
Наявність життєздатних яєць гельмінтів, шт/кг	не допускається

Допустимі норми токсикологічних показників добрив не повинні перевищувати межі, зазначеної в таблиці 3.4 [34].

Таблиця 3.5 Допустимі норми токсикологічних показників добрив, що призначені для використання у лісному господарстві, зеленому будівництві та для рекультивації земель

Назва показника	Норма, мг/кг сухої речовини, не більше
Залізо	45000
Кадмій	250
Кобальт	300
Марганець	7000
Мідь	6000
Нікель	900
Ртуть	50
Свинець	2000
Стронцій	600
Хром 3+	5000
Цинк	9000

Наявність в добриві інших елементів, не зазначених в таблицях, допускається з дозволу органів санітарного нагляду. Класифікаційні групи добрив і допустимі величини вмісту в них важких металів, обмеження у дозах, частоті внесення і областях застосування повинні відповідати показникам таблиці.

Дози добрив треба розраховувати згідно з таблицею 3.5 [34].

Таблиця 3.5 Групи добрив і допустимі величини вмісту в них важких металів, мг/кг сухої речовини, обмеження у дозах, частоті внесення і областях використання у лісному господарстві, зеленому будівництві та для рекультивації земель

Назва показника	Група А Використання в якості добрив (або для виготовлення компосту) у дозах, адекватних стандартним добривам	Група Б Використання у дозі (10-15) т/га на рік по сухій речовині або не більше 50 т/га раз у 3 роки	Група В Використання у дозі (10-20) т/га по сухій речовині раз у 5 років з обов'язковим контролем фонового вмісту елементів
	Лісові культури, зелене будівництво	Лісові культури, зелене будівництво	Лісові культури, зелене будівництво, рекультивування земель
Стронцій	до 300	300-450	450-600
Свинець	до 750	750-1500	1500-2000
Ртуть	до 15	15-30	30-50
Кадмій	до 30	30-100	100-250
Нікель	до 300	300-600	600-900
Хром 3+	до 750	750-2000	2000-5000
Марганець	до 2000	2000-4000	4000-7000
Цинк	до 3500	3500-7000	7000-9000
Мідь	до 1500	1500-3000	3000-6000
Кобальт	до 100	100-200	200-300
Залізо	до 25000	25000-35000	35000-45000

ВИСНОВКИ

Використання опалого листя є перспективним напрямом, а сама сировинна база не достатньо задіяною. Серед пріоритетних варіантів використання опалого листя, як вторинного ресурсу є компостування з подальшим отриманням біогазу і добрив. Таким чином, розглянуті вище методи поводження з опалим листям дозволяють розглядати його в якості вторинної рослинної сировини, розширюють межі використання та застосування опалого листя з метою зменшення інтегрального екодеструктивного впливу на навколишнє середовище та подальшого отримання економічної вигоди.

Скупчені в багатьох місцях відходи часто виступають в ролі техногенних забруднювачів. Наявність в них різних видів небажаних інгредієнтів вимагає комплексного підходу, що враховує безліч факторів поводження з відходами, в тому числі визначення найбільш оптимальних методів і способів переробки, можливості використання в корисних цілях в різних технологічних процесах. Тому, утилізація органічних відходів дозволяє вирішувати і екологічну проблему – з категорії забруднювачів навколишнього середовища вони переходять в розряд ґрунтових меліорантів.

Шляхом дослідження існуючих технологій було досягнуто поставлених завдань:

- представлено основи технологій компостування опалого листя шляхом компостування буртів та здійснено економічне обґрунтування застосування компостування;
- проаналізовано та описано склад твердих побутових відходів та визначено, що органічна частка твердих побутових відходів там може складати від 20 до 60% загальної маси відходів;
- розглянуто біохімічні та мікробіологічні процеси, що відбуваються при компостуванні ТПВ, які дозволяють зрозуміти, що основою утворення компосту є перетворення органічної речовини мікроорганізмами до простих сполук;

• наведено характеристику та норми компосту, що утворюється в процесі компостування органічної фракції твердих побутових відходів;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Manczarski P. Kompostowanie odpadów komunalnych // Referat na Forum Technologii Ochrony Środowiska . POLEKO. – 2007, UP – 1–16 s.
2. Manczarski P. Kompostowanie odpadów komunalnych // Referat na Forum Technologii Ochrony Środowiska. POLEKO. – 2007, UP – 1–16 s.
3. Metabolic Responses of *Eisenia Fetida* to Individual Pb and Cd Contamination in Two Types of Soils // Scientific Report. 7: 13/110. DOI:10.1038/s41598-017-13503-z.
4. Relative Toxicity of two Selected Fungicides on Acid Phosphatase and Alkaline Phosphatase activity of Epigeic Earthworm *Eisenia Fetida* (Oligochaeta) // S. Mandal, P. P. Chakravorty, J. K. Kundu // World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development. 2017; 4(2): 14–17.
5. S. Pattnaik, M. V. Reddy/Nutrient Status of Vermicompost of Urban Green Waste Processed by Three Earthworm Species—*Eisenia fetida*, *Eudriluseugeniae*, and *Perionyx excavatus* // Applied and Environmental Soil Science Volume 2010, Article ID 967526, 13 p. doi/10.1155/2010/967526.
6. Vermicomposting of Leaf Litters: Way to convert waste into Best/ R. Nagar, A. Titov, P. Bhati // Int. J. Curr. Sci. – 2017, 20(4). – P 25–30.
7. www.eko.portal.lviv.ua/ Суха трава і листя. Чому їх не можна спалювати?
8. Билай В. И., Билай Т. И., Мусич Е. Г. Трансформация целлюлозы грибами. – К.: Наук. думка, 1982. – 296 с.
9. Болотецкий Н.М. О технологи получения гибридных линий навозного червя *Esenia foetida*./ Болотецкий Н.М., Кодолова О.П., Нефедов Г.Н. // Тез. докл. 2-Международный конгресс «Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды». – Ивано-Франковск. – 1992. – С.157.
10. Гапоненко Г. М., Хоменко І. О. / Проблеми утилізації сміття в Україні // Збірник тез Міжнародної наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених «Юність науки 2017: соціально-економічні та

гуманітарні аспекти розвитку суспільства” (м. Чернігів, 26–27 квітня 2017 р.): ЦНГУ – Чернігів: Черніг. нац. технол. ун-т, 2017. – С. 17–18.

11. Гелетуґа Г.Г. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. – Ч.

1. Відходи сільського господарства та деревинна біомаса / Г.Г. Гелетуґа,

Т.А. Железна, М.М. Жовмір та ін. // Промислова теплотехніка. – 2010. –

Т. 32. – № 5. – С. 58–65.

12. Д'яконов В.І. Утилізація рослинних і деревних відходів паркової зони міста / В.І. Д'яконов, О.В. Д'яконов, О.С.Скрипник // Комунальное

господарство міст: Наук.-техн. зб. / ХНУМГ ім. А. Бекетова. Х., – 2015.

– Вип. 124. – С. 49–52.

13. Даниляк Н. И., Семичевский В. Д., Дудченко Я. Г., Грютнева И. А. Ферментные системы высших базидомицетов. – К.: Наука, 1989. – 280 с.

14. ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. Держбуд України. - К., 2005.

15. Д'яконов В.І. Особливості функціонування гнучких технологій переробки рослинних та деревинних відходів / В.І. Д'яконов, Скрипник

О.С., Д'яконов О.В. // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. вып. 83, – Днепропетровск :

ПГАСА, 2015. – С.113–117.

16. Єлізаров О. І. Отримання біогазу з опалого листя / О. І. Єлізаров, О. І. Лисенко, // Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського. – 2013. – №4. –

С. 166-169.

17. Закон України «Про охорону атмосферного повітря». Стаття 22.

Виконання вимог щодо охорони атмосферного повітря від забруднення виробничими, побутовими та іншими відходами

18. Запорожець О. І. Паливо з біомаси на основі опалого листя / О. І.

Запорожець, В. І. Савченко, Г. П. Карабцов, А. К. Соловейкіна // Вісн.

Нац. авіац. ун-ту. – 2010. – № 1. – С. 185-190

19. ЗУ «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», від 21.12.2010 р.

20. Комплексна програма поводження з твердими побутовими відходами у
Полтавській області на 2022 – 2030 роки. Вилучено з: [https://www.adm-
pl.gov.ua/advert/oprilvudnennya-dlvaobgovorennya-proekt](https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilvudnennya-dlvaobgovorennya-proekt)

21. Легені мегаполісів. Чому потрібні зелені насадження? [Електроний
ресурс] – Режим доступу:

[https://hmarochos.kiev.ua/2017/07/20/legeni-megapolisiv-chomu-mistam-
potribni-zeleni-nasadzhennya/](https://hmarochos.kiev.ua/2017/07/20/legeni-megapolisiv-chomu-mistam-potribni-zeleni-nasadzhennya/) (дата звернення: 4.11.20)

22. Методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах
сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992 – 61

с. Reitman S., Franceel S. // Amer. J. Clin. Pathology. – 1957. Vol. 28. – P.
56.

23. Місто має розвиватись: як Київ руйнують хаотичною житловою
забудовою [Електроний ресурс] – Режим доступу:

[https://hmarochos.kiev.ua/2016/10/05/misto-maye-rozvivatis-yak-kiyiv-
guynuyuthaotichnoyu-zhitlovoyu-zabudovoyu/](https://hmarochos.kiev.ua/2016/10/05/misto-maye-rozvivatis-yak-kiyiv-guynuyuthaotichnoyu-zhitlovoyu-zabudovoyu/) (дата звернення: 3.11.20)

24. Пати́ка В. П., Копилов Є. П., Скуловато О. В. Целюлолітична
активність ґрунтового гриба *Chaetomium globusum* // Вісник Уманського
національного університету садівництва. “Мікробіологія”. – 2016. – №

1. – С. 27–30.

25. Ушченко І., Палюх Г., Червцова В., Заярнюк Н., Швед О., Новіков В.
Оптимізація умов культивування нагромаджувальної культури

целюлолітичних мікроорганізмів // Матеріали Міжнародн. наук.-практ.

інтернет-конференції “Біотехнологія : досвід, традиції та інновації,

присвячена 50-ти річчю започаткування біотехнологічної освіти в

Україні (14–15 грудня 2016). – К.: НУХТ, 2016. – С. 350–356.

26. Пересипкіна Т. Н., Дубова О. В., Приступа І. В. Лабораторний
практикум з ґрунтознавства // Для студентів біологічного факультету. –

Запоріжжя: ЗНУ, 2005. – 62 с.

27. Повхан М.Ф. Вермикультура: производство и использования / Повхан,
М.Ф., Мельник И.А., Андриенко В.А. и др. – К.: УкрИНТЭН, 1994. – 128с.

28. Попик О.В. Еколого-економічні аспекти поводження з органічними відходами в урбанізованих територіях / О.В. Попик // Економічні інновації: Зб. наук. пр. – Одеса: ШПРЕД НАН України, 2014. – Вип. 58. – С. 266-272

29. Програма утилізації рослинних відходів у м. Києві на 2007-2010 роки

Режим

доступу:

http://www.uzakon.com/documents/date_60/pg_censtr.htm

30. Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року». Вилучено з: <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-planupravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy>

31. Розвиток столиці або поблажки для забудовників? Як виглядає проєкт нового генплану Києва [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.pravda.com.ua/rus/articles/2020/05/19/7252274/>

(дата

звернення: 4.11.20).

32. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. №820-р «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року». Вилучено з:

<http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80/page>

33. Сазанова Е. Э. Способ утилизации органических отходов для получения биогумуса в условиях города / Е.Э. Сазанова // «Проблеми збору, переробки та утилізації відходів», (25-26 жовтня, 2007, Одеса) 36..

матер. Конф. / відп. ред. В.М. Небрат – Одеса: ТОВ «ІНВАЦ» – 2007 р.

– 200с.

34. Сафранов Т.А., 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. 30-36.

35. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Шаніна Т.П. Проблема розміщення відходів на звалищах та полігонах Одеської області // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія». Вип. 14. 2016. - С. 83-90.

36. Сафранов Т.А., Черкез Є.А., Шаталін С.М. Оцінка еприятливості території Одеської області для розміщення полігонів твердих побутових відходів // Український гідрометеорологічний журнал. 2018. №21. - С.98-109.

37. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Приходько В.Ю., Філатова О.А. Кластеризація як необхідна умова вирішення проблеми поводження з твердими побутовими відходами // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2017. № 3-4 (28). - С. 105-113.

38. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Приходько В.Ю. Класифікація твердих побутових відходів як передумова формування системи поводження з ними в регіонах України: монографія. - Дніпро: Видавешь Біла К.О., 2018. - 100 с.

39. Сендецький В. М. Переробка органічних відходів у біогумус методом вермикультивування // Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства УААН". - 2009. - Вип. 1-2. - С. 50-55.

40. Синицын А. П., Гусаков А. В., Черноглазов В. М. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов: учеб. пособие. - М. : Изд-во МГУ, 1995. - 224 с.

41. Синицын А. П., Черноглазов В. М., Гусаков А. В. Методы изучения и свойства целлюлозолитических ферментов // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология - 1993. - Т. 25. - 152 с.

42. Скип О. С., Швед О. В., Буцяк В. И. Перспективы альтернативности субстратов опавших листьев в вермикультивировании // Technological aspect of modern agricultural production and environmental protection/Proceedings XIII International scientific-applied conference daRostim. - Алматы Казах. ун-т, 2017. - С. 102-103.

43. Скип О. С., Швед О. В., Буцяк В. И. Перспективы альтернативности субстратов опавших листьев в вермикультивировании // Technological aspect of modern agricultural production and environmental

protection/proceedings XIII International scientific-applied conference. daRostim. – Алмати Казак. ун-т, 2017. – С. 102–103.

44. Скіп О. С., Буцяк В. І., Печар Н. П. Технологічні властивості та хімічний склад опалого листа як субстрату для вермікультивування // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. – Львів, 2011. – Т. 13, № 2 (48), ч. 1. – С. 466–470.

45. Скіп О. С., Буцяк В. І., Печар Н. П. Активність ферментації субстратів за різного кількісного співвідношення компосту з опалого листа та гною ВРХ у процесі вермікультивування *Eisenia foetida* // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. – Львів, 2011. – Т. 13, № 4 (50), ч. 2. – С. 209–212.

46. Скомаровекий А. А., Марков А. В., Гусаков А. В. и др. Новые целлюлазы для высокоэффективного гидролиза лигноцеллюлозной биомассы // Прикл. биохим. микробиол. – 2006. – Т. 42, № 6. – С. 674–680.

47. Слободян В. А. Развитие вермикультуры на различных видах органических отходов. Укр. НИЦ «Биогумус». / Слободян В. А. // Тез. докл. 2 Международной конгресс «Биоконверсия органических отходов народног хозяйства и охрана окружающей среды». – Ивано-Франковск, 1992. – С. 157.

48. Сорока М. Л. Опыты производства строительных гипсовых плит на основе опавшей листвы / М. Л. Сорока // Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды: сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I. – Красноярск: ЛФ СибГТУ. – 2014 г. – 403с.

49. Сорока М. Л. Перспективы применения опавших листьев для целей локализации и сбора разливов нефтепродуктов / М. Л. Сорока, Л. А. Ярышкина // Восточно-Европейский журнал передовых Технологий. – 2013. – №1/6. – 37-41.

50. Сотник І.М. Еколого-економічні механізми мотивації ресурсозбереження. Монографія / І.М. Сотник – Суми : ВВП «Мрія» ТОВ, 2008. – 330 с.

51. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. – М.: Колос, 1983. – 295 с.

52. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку сценарії розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами. Підсумковий звіт Міжнародної фінансової корпорації (IFC, Група Світового банку) – 2018.

53. ТОП-7 проблем з екологією в Києві. Як вижити у столиці [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://hubryka.com/article/ecology-kyiv/> (дата звернення: 4.11.20).

54. Трубіна М. В. Нормативно-правове та інституційне забезпечення управління відходами в Україні / М. В. Трубіна // Фінансове право . - 2013. - № 2. – С. 27-29.

55. У Києві проводиться дослідження якості атмосферного повітря [Електроний ресурс] – Режим доступу: https://kyivcity.gov.ua/news/u_kiyevi_provoditsya_doslidzhennya_yakosti_atmosfer_nogo_povitrya/ (дата звернення: 3.11.20).

56. Шалимов Н.А. Утилизация тепловых ресурсов / Н. А. Шалимов // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2011. – №3. – С.128-130.

57. Шаніна Т. П., Губанова О. Р., Сафранов Т. А. Спосіб утилізації твердих побутових відходів. Патент на корисну модель № 53606. Опубл 11.10.2010 р., Бюл. №19.