

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладної екології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 101 «Екологія»

Тема: Дослідження екологічної безпеки опалого листя

Завідувач кафедри Пляцук Л. Д. _____
(підпис)

Керівник проекту Васькіна І. В. _____
(підпис)

Консультанти:

з охорони праці Васькін Р. А. _____
(підпис)

з економічної частини Павленко О. О. _____
(підпис)

Виконавець

студент групи ТС.м-91/20С Джафарова В. Р. _____
(підпис)

Суми 2020

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної екології
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
Джафарової Вікторії Русланівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження екологічної безпеки опалого
ЛІСТЯ

затверджена наказом по університету від “23” листопада 2020 р. № 1810-III

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 14 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Опале листя з міських територій

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) _____

експериментально визначити вміст важких металів в опалому листя ;

проаналізувати існуючі шляхи поводження з опалим листям;

довести економічну ефективну користь від вироблення добрива з опалого листя ;

вибрати найбільш прийнятний метод поводження з опалим листям;.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

Можливі рецептори в трьох основних видах міських наземних екосистем; Збір листя на досліджуваних ділянках; Карта точок відбору проб; Структура транспортного потоку та інтенсивність руху на досліджуваних ділянках за 1 годину (ранок, година пік); Інтенсивність руху автотранспорту на досліджуваних ділянках автодоріг; Середній вміст солей важких металів у золі листя досліджуваних порід дерев; Вміст цинку у золі досліджуваних порід дерев;. Вміст купрум у золі досліджуваних порід дерев

6. Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці			
Економічна частина			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд за досліджуваною проблематикою	Вересень 2020 р.	
2	Проведення методики дослідження вмісту важких металів в опалому листі	Жовтень 2020 р.	
3	Робота з результатами за проведеною методикою	Жовтень 2020 р.	
4	Надання рекомендацій щодо підвищення ефективності біоремедіації	Листопад 2020 р.	
5	Робота над розділом «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	3.12.19	
6	Робота над економічною частиною	6.12.19	
7	Оформлення роботи	14.12.19	

7. Дата видачі завдання _____

Студент _____

Керівник проекту _____

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 52 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 65 с., у тому числі 3 таблиць, 7 рисунків, 0 додатків, список використаних джерел на 6 сторінках.

Метою даної роботи є дослідження вмісту важких металів в опалому листі з міських територій для визначення його екологічної безпеки. Для досягнення поставленої мети буде потрібно вирішити такі *завдання*:

- провести оцінку шляхів переробки опалого листя;
- визначити найбільш екологічно прийнятний метод утилізації опалого листя з міських територій;
- експериментально визначити вміст важких металів в опалому листі;
- обґрунтувати економічну доцільність виробництва добрива на основі опалого листя.

Об'єкт дослідження – опале листя деревних порід з міських територій.

Предмет дослідження – вміст важких металів в опалому листі з міських територій.

Методи дослідження: аналітичні, інформаційні, атомно-абсорбційний аналіз.

Ключові слова: ОПАЛЕ ЛИСТЯ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, КОМПОСТ, ГУМУС.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ	8
1.1 Вплив важких металів на рослинні насадження	8
1.2 Механізми поглинання важких металів рослинами	11
1.3 Аналіз існуючих підходів до переробки опалого листя	17
1.4 Вибір способу переробки опалого листя з міських територій	24
1.5 Постановка завдання дослідження.....	25
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ОПАЛОМУ ЛИСТІ	27
2.1 Огляд методів визначення важких металів	27
2.2 Методика визначення вмісту важких металів у листі листяних рослин.....	35
2.3 Характеристика місць відбору матеріалу для дослідження	38
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	43
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	48
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	50
5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи фахівця-еколога	50
5.2 Дії працівників підприємства під час виникнення пожежі на підприємстві.....	52
ВИСНОВКИ	58
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	60

Піпп і дата									
Інв № докл									
Взаєм інв									
Піпп і дата									
						ЕК 19510173			
Вип Арк	№ докум	Піпп	Дата						
Розроб	Джафарова					Дослідження екологічної безпеки опалого листя	Літ	Арквил	Арквилів
Перев	Васькіна							4	78
Н Конт	Васькін						СумДУ, ф-т ТеСЕТ		
Затв	Пляцук						ар. ТС.м-91/20С		

ВСТУП

Актуальність роботи. Проблема відходів стала сьогодні однією з найважливіших екологічних проблем, з якою зіткнулося людство. Дослідження міського середовища і пов'язані з ними екологічні проблеми актуальні, так як міста стають основним середовищем існування людини.

В урбанізованому середовищі дерева живлять киснем атмосферу та поглинають значну частину забруднюючих речовин. Зелені насадження мають вагомe значення у захисті повітря міста від шкідливих речовин. По-перше, це зниження концентрації озону, оксидів азоту, оксиду вуглецю, діоксиду сірки, вуглекислого газу. Листя вбирає на своїй поверхні дрібні частинки, які можуть залишитися на листках рослин, або змитися дощем. Опале листя також вбирає шкідливі викиди, якими перенасичене повітря міста. Разом з вуглекислим газом, листя вбирають автомобільні та просиллові викиди, інші шкідливі речовини. Перебуваючи на газонах протягом зими, воно утворює під снігом кірку. Парниковий ефект, що виникає під купою листя, заважає надходженню кисню до трави. Накопичення такого листя завдає шкоди деревам та негативно впливає на трав'яний покрив.

В той же час, з опалого листя утворюється перегній, який є корисним добривом, і його можна використовувати в парниках, оскільки він виділяє багато тепла, сприяє збереженню вологи в ґрунті. Повне забирання опалого листя із подвір'їв та парків призводить до виснаження ґрунтового покриву і загибелі зелених насаджень. Прибираючи опале листя, ми позбавляємо перегною землю, а ґрутових комах та їх личинки - можливості перезимувати, сховавшись в утвореній підстилці. Потрібно залишати листя попід деревами в лісопарках і лісах, частково прибирати в історичних парках, в той час як потрібно обов'язково вивозити їх з міських вулиць і бульварів, зі скверів, садів і внутрішньоквартальних систем озеленення.

Піпп і дата
Інв №олубл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №поллд

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата

ЕК 19510173

Арк

5

Спалювання опалого листя це найшвидший та найзручніший спосіб утилізації опалого листя і розчищення міської території. На сьогоднішній день листя частіше спалюють на звалищах, що завдає значної шкоди для людини та наколишнього середовища.

Світові тенденції у поводженні з відходами наполягають на якнайбільшому повторному використанні різних типів відходів. Це особливо актуальним є для органічних відходів, які добре піддаються переробці. Опале листя також можна використовувати в якості вторинної сировини. Відомі різні технології переробки опалого листя в органічні добрива, паливні брикети, теплоізоляційні матеріали тощо. Але, на жаль, найчастіше в Україні опале листя утилізується шляхом вивезення на полігони, за територію міста або несанкціонованим спалюванням. При цьому в навколишнє середовище потрапляє ціла низка шкідливих речовин. Вони мають різне походження і різну хімічну природу, але окреме місце серед них належить важким металам, як правило, пов'язаним з антропогенною діяльністю, в результаті якої в атмосферу потрапляє більше 60% від їх загальної кількості, а свинцю, кадмію, нікелю – до 90-99%.

Встановлено, що хоча багато важких металів і не є необхідними для нормальної життєдіяльності рослин хімічними елементами, проте можуть ними активно поглинатися і довго зберігати токсичні властивості, здійснюючи тим самим тривалий негативний вплив і післядію на організми. Їх прямий вплив на рослини починається з моменту контакту і сорбції надземними органами, переважно листям. В умовах міського середовища як важливий бар'єр на шляху розповсюдження важких металів можуть виступати деревні рослини. Їх асиміляційні органи (листя), що мають широко розвинену поверхню обміну з навколишнім повітрям, поглинають та осаджують із повітря найбільшу кількість атмосферних домішок, але при цьому самі піддаються пошкодженням набагато сильніше за інші органи.

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

Вид	Арк	№ докум	Пілл	Дата
-----	-----	---------	------	------

EK 19510173

Арк

6

Встановлено, що серед представників листяних деревних порід (береза, липа, горобина, тополя), які найбільш часто використовуються для озеленення міст, добре виражену здатність до акумуляції важких металів має береза, для якої характерно накопичення найбільш токсичних елементів – кадмія, свинцю і нікелю, а також марганцю.

Відповідно до викладеного вище, **метою** даної роботи є дослідження вмісту важких металів в опалому листі з міських територій для визначення його екологічної безпеки.

Об'єкт дослідження – опале листя деревних порід з міських територій.

Предмет дослідження – вміст важких металів в опалому листі з міських територій.

Для досягнення поставленої мети буде потрібно вирішити такі **завдання**:

- провести оцінку шляхів переробки опалого листя;
- визначити найбільш екологічно прийнятний метод утилізації опалого листя з міських територій;
- експериментально визначити вміст важких металів в опалому листі;
- обґрунтувати економічну доцільність виробництва добрива на основі опалого листя.

В роботі використано дані аналізу літературних джерел (включаючи іноземні джерела), а також експериментальні методи дослідження – атомно-абсорбційний метод аналізу (вміст важких металів у золі опалого листя), статистичну обробку результатів.

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

Вип.	Арк.	№ докум.	Піпп.	Дата	EK 19510173	Арк 7

РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Вплив важких металів на рослинні насадження

Мінеральні ресурси є важливою матеріальною базою для соціально-економічного прогресу. Незважаючи на значення корисних копалин, видобуток та використання корисних копалин у різних промислових процесах спричинили серйозну екологічну проблему, особливо проблему забруднення навколишнього середовища важкими металами [1]. Виникнення високих рівнів важких металів у навколишньому середовищі є потенційною загрозою здоров'ю людини та екосистем, внаслідок їх токсичності, схильності до біоаккумуляції та дуже високої стійкості в екосистемі [2]. Хоча деякі важкі метали такі як марганець (Mn), цинк (Zn), хром (Cr), мідь (Cu), залізо (Fe) та нікель (Ni) необхідні як мікроелементи для живих організмів, включаючи рослини, вони можуть спричинити шкідливий ефект при більш високих рівнях. Інші метали можуть викликати сильну токсичність для живих організмів навіть при низькому рівні. Це ртуть (Hg), кадмій (Cd), миш'як (As) та свинець (Pb) [3].

Завдяки швидкій і неконтрольованій індустріалізації та урбанізації, а також суворому землеробству, глобальне середовище зазнало значного тиску. Сучасний розвиток спричинив низку токсичних забруднювачів атмосфери завдяки численній діяльності людини. Викиди важких металів в атмосферу в результаті антропогенної діяльності в кілька разів перевищують їх природні викиди. Індустріалізація характеризується значними викидами важких металів в атмосферу, і має серйозну загрозу для здоров'я людини та наземної екосистеми [4]. Метали викидаються в атмосферу як антропогенними, так і природними джерелами. Важкі метали, що виділяються в повітря з природних або антропогенних джерел можуть транспортуватися на великі відстані. Отже, підвищений рівень важких металів зазвичай спостерігається в атмосфері, ґрунті, рослинній сировині та водоймах поблизу міських територій або ділянок,

Піпп і дата
Інв. №/обл.
Взаєм. інв.
Піпп і дата
Інв. №/обл.

Вип.	Арк.	№ докум.	Піпп.	Дата	ЕК 19510173	Арк. 8

прилеглих до промислових одиниць (табл. 1.1). Вплив стійких і токсичних важких металів, що адсорбуються на атмосферних частинках пилу, може становити серйозний ризик для здоров'я людини. З цієї причини необхідно оцінити потенційні екологічні та людські ризики, пов'язані з атмосферними явищами міграції важких металів, що виділяються у навколишнє середовище з промислових підприємств [5].

Таблиця 1.1 – Можливі рецептори в трьох основних видах міських наземних екосистем [4]

Рецептори	Екосистеми		
	Умовно-природні	Паркові	Газони
Грунтові мікроби	+	+	+
Рослини			
Фітотоксичність	+	+	+
Якість с/г продукції	–	–	+
Наземна фауна	+	+	+
Домашні тварини	+	+	+

Небезпека для здоров'я, пов'язана з цими забруднювачами атмосфери, може виникати насамперед від вдихання атмосферних частинок пилу і потрапляння в організм забруднених сільськогосподарських культур/овочів переважно в міських районах з високою щільністю населення. Більшість важких металів, що накопичуються в ґрунтовій системі, поглинаються рослинами переважно через кореневу систему. На додачу до коренів, повітряні органи рослин, такі як листя, плоди та квіти також можуть поглинати важкі метали [6]. Це означає, що повітряні органи рослин – це ефективні поглиначі. Також метали можуть накопичуватися в листі рослин через позакореневе перенесення після осадження атмосферних частинок на їх поверхні. Рослини, які ростуть поблизу гірських і промислових районів, а також у міських районах зазвичай

ПІЛП І ДАТА
 ІНВ. № 00000
 ВЗАЄМ. ІНВ.
 ІНВ. № 00000
 ПІЛП І ДАТА
 ІНВ. № 00000

демонструють підвищені концентрації важких металів [7]. Тому дослідження більше уваги приділяють оцінці забруднення металами через атмосферне осадження / перенесення.

Оцінка рівня впливу важких металів та трасування їх шляхів забруднення організмів є критичною для розуміння пов'язаних із цим ризиків для здоров'я. Ризики для здоров'я пов'язані із забрудненнями атмосфери можуть виникати в основному від вдихання частинок, а також споживання забрудненої їжі. Механізми поглинання металів, транслокація, компартментація, токсичність та детоксикація в значній мірі змінюються із шляхами шляхами накопичення металів, що, в свою чергу, може вплинути на накопичення металу в їстівних частинах рослин і, отже, потенціал є пов'язаний з ризиком. Отже, необхідно робити оцінку ризику щодо накопичення важких металів в листі. Рівень важких металів у їстівній частини рослини можна використовувати для оцінки потенціалу ризику для здоров'я, наприклад, розрахунок щоденного споживання, індекс небезпеки, допустимий добовий прийом, коефіцієнт небезпеки та канцерогенний ризик. Ці параметри ризику для здоров'я є порівняльними із стандартними значеннями токсичності або пероральною референтною дозою, які представляють передбачуваний щоденний вплив металів на людину, який не має шкідливого впливу протягом життя [8]. Значення референтної дози для Cd, Pb, Ni, Cr, Cu, Mn і Zn складають 0,001, 0,004, 0,02, 1,5, 0,04, 0,033 та 0,30 (мг / кг маси тіла на добу) відповідно [8].

Окрім потенційних ризиків для здоров'я людей наявність токсичних металів в рослинних продуктах (олія, рослинні корми та харчові продукти) також можуть спричинити загрозу здоров'ю. Хоча концентрації важких металів у них мало, метали можуть накопичуються в організмі людини завдяки постійному вживанню цих рослинних продуктів. Ефірні олії широко використовувались як ароматичні речовини у фармацевтичній, парфумерній, харчовій промисловості. Потрапляння до організму важких металів навіть у дуже малій концентрації може негативно впливати на різні біохімічні та

Піпп і дата
Інв №001/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №001/д

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата

EK 19510173

фізіологічні функції організму. Однак існують поодинокі дані щодо накопичення важких металів у лікарських, ароматичних рослинах.

Вплив та вміст важких металів після поглинання листя на якість та вміст ефірних масел залишаються невиявленими. Дослідження показали, що деякі ароматичні рослини можуть вирощувати безпечно (з низьким вмістом важких металів) навколо плавильних заводів, але аспект потрапляння важкого металу до такого листя достеменно не описаний. Більше того, повідомляється, що ефірні олії мають антимікробну активність та містити значну кількість антиоксидантів [9]. Тим не менше, жодне дослідження ще не оцінило ефект перенесення металу на антимікробну активність рослин. Так само, фізіологічні ознаки лікарських, ароматичних та рослинних рослин ще не досліджені.

Незважаючи на значний прогрес за останні роки щодо вивчення поглинання важких металів рослинами, існує розрив у знаннях, і дана тема все ще заслуговує на увагу.

1.2 Механізми поглинання важких металів рослинами

Відкладення важких металів в листі рослин здійснюється через три механізми: хімічний, фізичний та біологічний [10]. У фізичному механізмі кальційна адсорбція металів пов'язана з механічним захопленням важких металів з урахуванням фізичних характеристик рослинності. Хімічна та біологічна адсорбція важких металів враховує початкові утримання/осадження металів рослинною кутикулою. Більше того, проникна здатність кутикули та хімічні процеси поглинання регулюють адсорбцію важких металів в листі рослин. Дрібні частинки проникають всередину листя, при цьому великі частинки застрягають на поверхні воску. Частинки пилу, які містять метали, як правило, вловлюються воском кутикули і потім дифузується в листя. Розчинні сполуки взаємодіють безпосередньо з кутикулою, яка є восковим шаром і надає гідрофобну властивість поверхні рослин. Ступінь полярності і гідрофобність поверхні рослин змінюється залежно від видів рослин.

Піпп і дата
Інв №010173
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №010173

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата
-----	-----	---------	------	------

EK 19510173

Арк

11

Кутикула рослин містить такі функціональні фрагменти, як карбонові кислоти, отже, діє як поліелектроліт [11]. Кутикула листя рослин виступає ефективним бар'єром проти поглинання металів. Склад та структура поверхні листя рослини суттєво впливає на позакореневе перенесення важких металів. Як правило, кутикула рослини – це позаклітинне покриття, складене з біополімерної матриці з восками. Матриця, як правило, складається з біополіефірного кутину, що розвиває полотно етерифікованого гідроксилу. Структурний склад біополімерної матриці змінюється залежно від генотипів рослин, видів та органу, а також умов вирощування та стадію розвитку [12].

Конфігурація біополімерної матриці змінюється залежно від типу рослини, генотипу, виду та органу, умов вирощування та стадії розвитку [12]. Більш того, такі поверхневі обробки, як кремній (Si) або додавання органічних сполук із низькою вагою (елікатори) може модифікувати характеристики поверхні листка та реакційну здатність. Проникнення важких металів через кутикулу листя передбачає переважно чотири етапи:

- прилипання до кутикули;
- проникнення через кутикулу;
- десорбція в апопласті;
- поглинання сусідніми клітинами.

Деякі метали, такі як кобальт, купрум або манган, можуть проникати через рослинну кутикулу повітряних органів. Однак в цілому проникнення через кутикулу залежить від розміру частинок важкого металу. Після проникнення метали, як правило, транспортуються за допомогою активного транспорту всередину клітини. Активний транспорт важких металів всередину рослини суттєво залежить від біохімічних і метаболічних процесів рослини [13].

Поглинання важких металів сильно залежить від таких факторів як фізико-хімічні характеристики кутикула та метали, морфологія та площа поверхні листя рослини, хімічні та фізичні форми адсорбованого металу, текстура площі листя (опушення та жорсткість), рослинний габітус (листяні або вічнозелені),

Піпп і дата
Інв №04/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №04/д

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата	EK 19510173	Арк 12
-----	-----	---------	------	------	-------------	-----------

тривалість впливу, стан навколишнього середовища та газообмін. Осадження та адсорбція важких металів на листках рослин сильно варіюється залежно від рівня важкості металів в атмосферних твердих частинок.

Видоутворення металів розглядається як предмет значущості через високі розбіжності в біогеохімічній поведінці різних хімічних форм металу. Специфікація важких металів регулює біогеохімічну поведінку металів в екосистемі: поглинання, токсичність, компартментація та детоксикація всередині рослин. Насправді різні форми металів різняться за своєю здатністю проникати в рослини через позакореневе або корінне поглинання. Тому дуже практичним є розуміння ролі металевих сполук при оцінці ризиків для здоров'я. Повітря змінюється залежно від розміру твердих частинок, до яких ці метали адсорбують повітря. Видовий склад металу може змінюватися після взаємодії з листям рослин [14]. Однак майже немає даних щодо ефекту видоутворення металу в твердих частинках щодо його позакореневого поглинання рослинами.

1.2.1 Вплив морфологічних характеристик листя на поглинання важких металів

Морфологічні характеристики рослин суттєво впливають на поглинання листям важких металів. За однакових кліматичних умов різні види рослин демонструють різний ступінь адсорбції металів та можливості позакореневого поглинання. Поглинання листям важких металів різниться залежно від структури крони рослини, кута нахилу листя, щільності гілок, а також таких факторів, як морфологічні та анатомічні параметри листкової пластинки, характеристика будови та площі листя. На рослину впливають такі характеристики як довголіття листя, структура кутикули, площа поверхні листя та функціональний тип. Серед різних факторів, розмір і щільність продохів і поверхня листя є найбільш важливими факторами, які регулюють ступінь адсорбованого пилу /твердих частинок та важких металів. Такі фактори як індекс продоху та щільність і довжина трихоми впливають на ефективність збирання пилу рослинами[15].

Піпп і дата
Інв №04убл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №0404д

				ЕК 19510173		Арк
Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата		
					13	

Фізичні та фізіологічні особливості виду рослин значною мірою впливають на здатність листя рослин до адсорбції та поглинання твердих частинок та важких металів. Щодо поверхонь листя, деякі характеристики, такі як щільність, жорсткість, питома площа листя та епікутикулярний віск може впливати на осадження важких металів на поверхні листя. Рослини, що мають листя з грубими поверхнями і менший розмір здатні поглинати більше пилу ніж листя з гладкими поверхнями та більшими розмірами. Фізіологічні та обмінні процеси всередині рослин а також фізичні характеристики, такі як жорсткість поверхні та товщина сильно варіюються для молодих і старих листків. Зазвичай молоді рослини здатні накопичувати більше металу порівняно із зрілими або старими рослинами. Молоде листя з незрілими сорусами поглинає приблизно на 69% більше порівняно зі старим листям [16]. Насправді в нових листках кутикули дещо тонкіші, завдяки чому збільшується проникність для металу. Більше того, товщина епікутикулярного воску у молодих листках менша [16].

Положення або орієнтація дерев щодо джерел промислових викидів та транспорту також впливає на кількість металів, які осідають і адсорбуються на листі рослин. З іншого боку, розчинення металів із ростом рослин може зменшити загальну концентрацію металу в рослинах з їх віком.

1.2.2 Вплив метеорологічних умов на поглинання важких металів

Кліматичні умови значно змінюють потенціал поглинання металів шляхом прямого впливу на фізико-хімічні властивості рослини та листяної поверхні. Кліматичні умови також впливають на біологічні та обмінні процеси всередині рослини і, в свою чергу, впливають на перенесення та розділення металів. Безпосередні кліматичні умови, такі як вологість, температура та світло впливають на метаболізм рослин і тим самим в – на процеси проникнення через листову поверхню і рух усередині листових просторів. Подібним чином умови, в яких рослини культивуються може змінити проникнення металу через вплив на характеристики поверхні листя, вплив на фізіологію рослини, а також її склад і розмір.

Піпп і дата
Інв. № док. бл.
Взаєм. інв.
Піпп і дата
Інв. № док. бл.

Вип.	Арк.	№ докум.	Піпп.	Дата

EK 19510173

Відносна вологість є ще одним важливим кліматичним фактором, що впливає на поглинання важких металів. Вона впливає на проникність поверхні листя рослини. Більше того відносна вологість сильно впливає на фізико-хімічні реакції рослини з точки зору розчинності або окислювально-відновного складу. При високій вологості, потенціал проникності поверхні листя рослини може бути посиленим за рахунок зволоження кутикули. Аналогічно і важкі метали залишаються вологими при високому відносному зволоженні. Це сприяє проникненню важких металів у листя рослин. Це пов'язано з тим, що при високій відносній вологості, важкі метали теоретично залишаються розчиненими речовинами та тривалість їх проникнення в листя буде довшою. Відносна вологість також може посилити проникнення гідратованих іонів в листя, зменшуючи гідрофобний потенціал поверхні [17]. В умовах високої відносної вологості проникнення важких металів може бути високим через:

- затримку висихання крапель;
- тривалу гідратацію листяних відкладень;
- повторне розчинення солей.

Рівень вологості призводить до закриття продихів і усадження кутикули, тим самим гальмуючи потрапляння металу в листя. Проникнення важких металів через кутикулу, як правило, найвище в умовах високої відносної вологості. Це через те, що в умовах високої відносної вологості, кутикула знаходиться в найбільш набряклому і розкритому стані.

Дощі – ще один метеорологічний фактор, що впливає на відкладення металу на рослинах та їх позакореневе поглинання. Протягом дощових періодів, розширенню кутикули сприяє високий рівень проникнення металу з атмосфери.

Таким чином, важкі метали є тим поллютаном, що обов'язково наявний у міському середовищі та потенційно може створювати високі концентрації у листі деревних порід. Тому дослідження екологічної безпеки такого листя є актуальною проблемою, вирішення якої передуює розробці ефективних шляхів переробки органічних відходів.

Піпп і дата
Інв №04/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №04/дд

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата

ЕК 19510173

Арк

15

Техногенними факторами, які забруднюють навколишнє середовище важкими металами є:

1. Автотранспорт. Такі елементи як: алюміній, кобальт, мідь, залізо, марганець, свинець, нікель, фосфор, титан, цинк потрапляють у ґрунт поблизу дороги в результаті стирання автомобільних покришок. Результатом зношення шин і стирання асфальту є потрапляння кадмію у навколишнє середовище. Нікель та хром є продуктами зношення антикорозійного покриття автомобільних кузовів.

Свинець та кадмій вважаються найбільш небезпечними з важких металів для навколишнього середовища. Специфічність їх поведінки у верхньому шарі ґрунтів та властивості їх розсіювання від дороги добре вивчені.

Свинець надходить в атмосферу з відпрацьованими газами автомобілів. З 1942 р. свинець додавали в бензини для підвищення якості у вигляді тетраетилсвинцю. До 2003 р. коли додавання тетраетилсвинцю було заборонено, накопичення свинцю відбувалося протягом 61 року. При спалюванні такого бензину близько половини містився свинцю викидається в атмосферу. Тетраетилсвинцю більш токсичний ніж металургійний свинець в 8 разів. Викиди сполук свинцю в залежності від групи атомобілів становлять 0,019–0.041 г/км, для автомобілів, які знаходяться в зоні перехрестя показник збільшується 0,044–0,075 г/км дороги. На сьогоднішній день цей шлях потрапляння свинцю не є вагомим, але в екосистемах спостерігаються залишки накопиченого свинцю.

Техногенне забруднення важкими металами від автотранспорту обумовлюється в основному зношенням покриття проїжджої частини, зношенням автопокришок (Cd, Zn, Pb, Cr, Cu, Ni) і гальмівних колодок (Zn, Pb, Cr, Cu, Ni), паливно-мастильними матеріалами (Zn, Pb, Cr, V, Cu, Ni), корозією автомобілів (Zn, Pb, Cu) [18].

2. Промисловість. До такого типу забруднення відносяться багато відходів підприємств промисловості. Це викиди агломераційних фабрик, фабрик окатишів, доменних печей, які частіше за все працюють за киснево-

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

Вид	Арк.	№ докум.	Піпп.	Дата

ЕК 19510173

Арк

16

конверторною технологією. Основними галузями промисловості в Сумах є: машинобудування і металообробка, хімічна і нафтохімічна промисловість; харчова промисловість; легка промисловість; виробництво будівельних матеріалів; конструкцій і деталей; чорна металургія; лісова і деревообробна промисловість. [19].

3. Теплові електростанції. При роботі ТЕЦ в атмосферу викидаються в великій кількості оксиди вуглецю, сірки, азоту, пил, сажа, летюча зола, аерозоль свинцю, оксиди марганцю і заліза і ін. Вміст цих речовин в димі залежить від виду палива, що спалюється, а також від способу спалювання і пристрої топок. Пріоритетними забруднюючими речовинами від ТЕЦ є вугільний пил, діоксиди азоту і сірки, чадний газ і вугільна зола. З перерахованих речовин в атмосферне повітряміста від ТЕЦ в найбільшій кількості викидається вугільний пил і зола, які містять частинки важких металів таких як Co, Zn, Pb, Cu/[20].

1.3 Аналіз існуючих підходів до переробки опалого листя

1.3.1 Мульчування

Мульчуванням листя є його подрібненням на дрібніші частинки. Воно може виконуватися за допомогою газонокосарки або подрібнювача листя. При мульчуванні, листя може бути залишено на місці, або його можна зібрати у купу та навкруги коріння чагарників, де взимку воно слугує захисним шаром, а у вегетаційний період запобігає росту бур'янів та допомагає зберігати вологу. Листяна мульча розкладається, поживлюючи структуру ґрунту.

Коли на газоні залишається занадто багато листя після того, як велика купа була зачищена, то це листя треба перерозподілити граблями в спеціальні ями або розкласти навкруги газону.

Переваги мульчування є наступними:

- застосування мульчі з листя буферизує температуру ґрунту, щоб підтримувати ґрунт теплішим взимку та прохолоднішим влітку, тим самим захищаючи рослини;

Піпп і дата
Інв №04/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №04/бл

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата

EK 19510173

Арк

17

- мульчування покращує родючість ґрунту в міру розкладання, що зменшує потребу в його підживленні;
- мульча листя допомагає утримувати вологість ґрунту, зменшуючи потреби в зрошенні;
- мульча листя пригнічує бур'яни, зменшуючи їх кількість та необхідність використання гербіцидів;
- мульча сприяє зменшенню ерозії ґрунту.

Мульчування може здійснюватися невеликою газонокосаркою, або комерційним озеленювачем, який є відносно недорогим інструментом для мульчування. Обмеженням його використання є те, що для озеленювачів не підходять великі купи листя. При мульчуванні за допомогою звичайної газонокосарки можливо буде потрібне додаткове скошення в листовому сезоні [21].

Найкращий спосіб мульчування опалим листям є мульчування газонокосаркою, оскільки даний спосіб забезпечує траву живильним та захисним перегноєм, також очищує непомітне листя і захищає газон від напруження при листопаді.

Для мульчування краще за все застосувати газонокосарку роторну. Для цієї мети існує два типи газонокосарок: високопотужні газонокосарки та газонокосарки з боковим викидом. Якщо мульча залишається на газоні, то потрібно розподілити листя по всій його площі. Для цього використовують граблі, щоб листя можна було рівномірно розподілити по всій площі [22]. Далі газонокосарку встановлюють на висоту 7,53 см, і нею можна користуватися.

Далі залишається шар мульчі не більше 2,5 см, щоб листя могло змиватися дощем, розкладатися і таким способом удобрювати землю [22].

Наприклад, у статті авторів Incrocci, L., Thompson, R.B., Fernandez-Fernandez, M.D., De Pascale, S., Pardossi, A., Stanghellini, C., Roupheal, Y., Gallardo, M. [23] розглядається сучасний рівень методів та інструментів, які доступні або розробляються для оптимізації управління мульчуванням як

Піпп і дата
Інв № докл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв № докл

ґрунтових, так і безплідних овочевих культур у теплицях. Представлені результати опитування, яке оцінювало використання для парникових овочевих культур у Європі використання різних типів мульчувальних систем та методів управління мульчуванням як для ґрунтового, так і для безплідного виробництва.

1.3.2 Компостування

Іншим альтернативним способом утилізації відходів опалого листя, є компостування. Воно представляє собою біохімічний процес перетворення опалого листя на стабільний гумусоподібний продукт – компост. На відміну від процесу природного гниття, процеси компостування протікають у контрольованих умовах за встановлених параметрів вологості, температури, реакції середовища тощо.

Компостування можна поділити на аеробне та анаеробне. Більш поширеним є аеробне компостування, яке в свою чергу можна поділити на польове або виробниче [24]. Польове компостування зазвичай здійснюють на спеціальних майданчиках у штабелях. Виробниче компостування проводять, використовуючи біобарабани, тунелі для компостування або басейни витримки. Такий процес має декілька послідовних стадій: підготування відходів (сортування та мелення), дозрівання компосту та зберігання готового компосту.

Також видом органічної переробки опалого листя є процес вермікомпостування, де можна отримати таке органічне добриво, як біогумус. В цьому способі використовують черв'яків. Для виробництва такого добрива використовують спеціальні види хробаків. У практиці вермікомпостування опалого листя найчастіше використовують червоних каліфорнійських хробаків, оскільки вони мають здатність до розмноження як у польових умовах, так і в теплицях. Вермікомпостування з використанням такоговиду хробаків дозволяє з 1 т органічних відходів рослинного походження отримати до 600 кг біогумусу та 100 кг білкової біомаси [25].

Біогумус, отриманий у процесі компостування опалого листя, містить необхідні органічні та поживні речовини, мікроелементи, ферменти, ґрунтові

Піпп і дата
Інв №олубл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №поллд

				ЕК 19510173		<i>Анк</i>
Вип	Анк	№ докум	Піпп	Дата		
						19

антибіотики, вітаміни, гормони росту та розвитку рослин. Біогумус такого походження рекомендований для відновлення та покращення родючості сільськогосподарських угідь та зон міських зелених насаджень – при озелененні парків, зон відпочинку, для рекультивації ґрунтів міських територій [26].

1.3.3 Виготовлення сорбентів

Перспективним методом переробки опалого листя може стати його використання для виробництва сорбентів нафтопродуктів та їх похідних [27]. Перспектива використання опалого листя у цьому методі є завдяки таким властивостям як великий вміст целюлози й пористість структури опалого листя. Економічний інтерес викликає його невелика вартість та поширеність цього відходу. Такі сорбенти на основі опалого листя мають низьку собівартість та високу поглинальну здатність до широкого спектру нафтопродуктів [28]. Ці показники витримують порівняння з показниками традиційних синтетичних сорбентів.

Сорбенти на основі опалого листя широко використовуються при очищенні природних і стічних вод від нафтопродуктів [29].

Найбільш відомий сорбент на основі опалого листя [27] має у своєму складі опале листя та активоване вугілля, яке просякнуте біологічно-активними сполуками (алкалоїдами, амінокислотами, глікозитами). Опале листя та сорбенти на його основі засотосовують при очищенні стічних вод промислових підприємств. Комбіновані сорбенти на основі біомаси показують вибіркочу здатність до сорбційного очищення води від нафтопродуктів та важких металів олів, та органічних барвників.

Наявність органічних барвників у водному середовищі є серйозною глобальною проблемою через серйозний негативні наслідки для якості екосистем. Серед різних фізико-хімічних методів адсорбцію можна вважати перспективною альтернативою для видалення барвників із водних середовищ завдяки своїй ефективності, високій селективності, низькій вартості, простоті

Піпп і дата	
Інв №09/бл	
Взаєм інв	
Піпп і дата	
Інв №09/лл	

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата

EK 19510173

експлуатації. Однак усі ці переваги тісно пов'язані з природою адсорбуючого матеріалу, що використовується в процесах адсорбції барвників.

Laura Bulgariu, Leticia Belén Escudero, Olugbenga Solomon Bello, Munawar Iqbal, Jan Nisar, Kayode Adesina Adegoke, Fadi Alakhras , Michael Kornaros, Ioannis Anastopoulos [30] пропонують використовувати матеріали на листяній основі, у сирому або модифікованому вигляді, як адсорбенти для видалення барвників з водних стоків, із застосуванням в очищенні стічних вод. Огляд публікацій цих авторів стосується характеристики адсорбентів на основі листя, можливе використання адсорбентів на основі листя для видалення барвника та можливе застосування в пілотних та повномасштабних системах.

1.3.4 Виробництво біогазу

Біопаливо – це тип відновлюваного джерела енергії, виготовленого з біологічного джерела, включаючи водорості, дерева або відходи сільського господарства, переробки деревини, харчові матеріали. Виробництво біогазу шляхом анаеробного бродіння стало одним із видів виробництва відновлюваної енергії [31]. Біогаз – горюча суміш газів. Він складається переважно з метану (CH_4) та вуглекислого газу (CO_2) і утворюється від анаеробного бактеріального розкладу органічних сполук, тобто без кисню. Біомаса може перетворюватися на біогаз через анаеробне бродіння. Матеріал на рослинній основі часто використовується для виробництва біогазу. Крім того, біомасу також можна отримати за рахунок відходів сільськогосподарського матеріалу та опалого листя.

Біогаз – це відновлювана енергія, яка виробляється із доступної сировини. Для його виробництва використовуються будь-які органічні рештки, починаючи від харчових відходів та закінчуючи шламом стічних вод. В сільській місцевості утилізуються такі рослинні рештки як солома, силос, багас, лушпиння, а також послід худоби. У міській місцевості сировиною є сміттєзвалища, підприємства харчової промисловості та відходи побуту.

Піпп і дата
Інв № докл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв № докл

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата

ЕК 19510173

Виробництво біогазу може покращити екологічну ситуацію, вирішити питання зберігання та подальшої утилізації відходів, зменшити викиди парникових газів та отримати безперервний потік сировини для ТЕС, електроенергетики та транспорту.

З-поміж усіх видів відновлюваних транспортних палив біогаз має найменші викиди парникових газів та найкращу ефективність виробництва, якщо врахувати повний ланцюг виробництва. У процесі виробництва біогазу переробляється не тільки вуглець, але й переробляються поживні речовини. І внаслідок, як результат господарської діяльності в підземні води потрапляє менша кількість штучних добрив. Біогаз є необхідним при переході до економіки, незалежної від викопного палива.

Виробництвом біогазу може вирішити одразу кілька питань:

- утилізації листя;
- звільнення місця на звалищі, яке раніше займало зібране листя;
- отримання біогазу із відходів та його використання для потреб міста;
- уникнення викидів токсичних речовин до атмосфери.

Переробка листя, як і всієї органічної сировини, відбувається шляхом анаеробного перетравлення в спеціальних герметичних контейнерах – варочних апаратах. Для того щоб листя стало повноцінним субстратом, його треба очистити від різних домішок (сміття, пластик, камінь, великі гілки), потім подрібнити, додати воду і завантажити в ферментаційну установку [32]. Для того, щоб процес був більш активним, підкладка повинна відповідати певним композиційним параметрам. Для його оптимізації до суміші додають інші компоненти. Це можуть бути харчові відходи або інші рослинні рештки.

Підкладка злегка нагрівається і витримується протягом певного часу. Під час бродіння виділяється біогаз, який містить метан від 50% до 70%. Він потрапляє в резервуари для зберігання - бензобаки, звідки далі подається до котла, або для подальшого очищення. Після збагачення газ можна

Піпп і дата	
Інв. №	
Взаєм. інв.	
Піпп і дата	
Інв. №	

ЕК 19510173

Арк
22

Вип.	Арк.	№ докум.	Піпп.	Дата

використовувати на когенераційних установках, подавати до загальної газотранспортної мережі, продавати на автозаправних станціях для автомобілів.

Дігестат залишається у бункері для бродіння, який може використовуватися як добриво. Він не містить шкідливих домішок і є досить концентрованим [33].

Біогазова суміш, яка потрапляє у приводи, має цінний енергетичний компонент, який називається метан. Без додаткового очищення такий газ можна використати в опалювальних котлах теплоелектроцентралі і, таким чином, зменшити використання природного газу.

Збагачення біогазу до рівня, який є близьким до природного, дає більш широкі можливості його використання. В такому випадку вміст метану в біогазі має бути щонайменше 95-97%. Є технології, завдяки яким можна досягти цього результату [32]. Поперше, газ очищається від води, сірководню та вуглекислого газу.

Очищений газ (біометан) можна використати як паливо для автомобілів, які обладнані газовою установкою. Використавши біометан на газогенераторних установках, можна отримувати електроенергію з листя.

Дослідження оптимізованих умов для виробництва біогазу при анаеробному перетравленні опалого листя тополі проводили Zhang, S., Wang, Y., Liu, S[34]. Було визначено концентрацію гідроксиду кальцію, бактерій та час компостування, значення яких використовувались як параметри для оптимізації стану попередньої обробки ферментації. Також була проведена серія ферментаційних випробувань для вивчення найкращих параметрів процесу та характеристик виробництва біогазу. Результати показали, що біологічна та хімічна попередня обробка ефективно покращує біогазову продуктивність листя тополі як субстрату бродіння, а параметром, який мав найбільший ефект під час анаеробного перетравлення, була температура, а потім – концентрація твердої речовини та значення рН.

1.3.5 Тверде біопаливо

Піпп і дата
Інв №04/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №04/бл

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата

EK 19510173

Арк

23

Опале листя є перспективною сировиною при виробництві різних видів палива. На даний момент використовують декілька технологій виготовлення твердого палива на основі опалого листя [35]. Типовим є спосіб переробки опалого листя без застосування в'язучих компонентів описаний у [35], де помелену органічну сировину з об'ємними частками до 1,0 см³ сформовують і пресують за температури до 350°C та під тиском понад 120 кг/см². За таким способом можна виготовляти паливні брикети з вмістом опалого листя в суміші до 80%.

Такий метод утилізації опалого листя має чіткі вимоги щодо сировини. Це низька вага частинок, дрібна фракція, та вологість до 10% від ваги, наявність долі сировини, яка містить лігнін або штучне додавання в'язучої основи.

Слід зазначити, про вироблення брикетів з опалого листя, які можуть використовуватися як паливо або альтернативна суміш для корму [36]. Брикети мають високу теплоту згоряння та великі можливості для використання – від твердопаливних промислових котлів до домашніх камінів.

Іншим способом утилізації опалого листя у виготовленні палива є виробництво матриці з целюлози, яку просочують горючими некондиційними рідинами. Найпопулярнішим є метод отримання твердого палива з біомаси з опалого листя завдяки додаванню горючих складників: вугільного пилу, сланців або використаних нафтопродуктів [37].

1.4 Вибір способу переробки опалого листя з міських територій

Проаналізувавши наведені вище дані, ми рекомендуємо переробляти опале листя з міських територій методом компостування. Адже окрім утилізації рослинних відходів ми отримуємо цінний продукт (компост), який можна використовувати у зеленому господарстві міста. Такий спосіб має наступні переваги:

- збільшує родючість ґрунту та робить його структуру кращою;

Піпп і дата
Інв №04164
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №04044

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата	ЕК 19510173	Арк
						24

лабораторних досліджень отриманого компосту не завжди є можливим. Отже в якості показника екологічної безпечності опалого листя ми обираємо вміст в ньому важких металів. Якщо у вихідній сировині (опалому листі) відсутні високі концентрації важких металів, то таке листя можна використовувати для компостування.

Піпп і дата	Інв № 01/16	Взаєм інв	Піпп і дата	Інв № 01/16	<p>ЕК 19510173</p>	<p>Арк 26</p>
Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата		

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ОПАЛОМУ ЛИСТІ

2.1 Огляд методів визначення важких металів

2.1.1 Атомно абсорбційний метод

Атомна абсорбція – процес поглинання електромагнітного випромінювання специфічної довжини хвилі атомом в основному стані з переходом в стан збудження. Атоми в основному стані накопичують енергію з резонансною частотою, і в результаті такого поглинання електромагнітне випромінювання ослабляється. Поглинута енергія фактично є прямо пропорційною стосовно кількості присутніх атомів.

Атомно-абсорбційний спектрометричний метод визначає концентрацію елемента у експериментальному зразку способом вимірювання поглинутого електромагнітного випромінювання, яку поглинула атомна пара елемента випробуваного зразка. Випробування проводять при довжині хвилі однієї з ліній поглинання (резонансних ліній) визначаемого елемента. Кількість поглиненого випромінювання, відповідно до закону Бугера–Ламберта–Бера, пропорційна концентрації елемента.

Основними складовими частинами приладу для проведення аналізу є:

- джерело випромінювання;
- система введення і розпилення зразка;
- атомізатор;
- монохроматор або поліхроматор;
- детектор;
- блок збору даних [38].

Прилад зазвичай оснащують системою корекції фону. Як джерело випромінювання використовують лампи з повним катодом та безелектродні газорозрядні лампи. Випромінювання таких ламп має спектр елемента, що

Піпп і дата
Інв №01/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №01/дд

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата
-----	-----	---------	------	------

ЕК 19510173

Арк

27

визначається елемента, яке складається з дуже вузьких ліній з напівшириною близько 0,002 нм.

Існує три типи атомізаторів.

Полум'яний спосіб. Полум'яний атомізатор складається з системи розпилення з пневматичним пристосуванням для отримання аерозолю, регулятора газу та пальника. Для отримання температури 2000–3000 К використовують різні суміші горючого газу (пропан, водень і ацетилен) і окислювача (повітря і оксид азоту). Конфігурацію пальника адаптують під використовувані гази, швидкість подачі газу регулюється. Зразки розпилюють, використовуючи підкислену воду як розчинник для приготування випробовуваних розчинів і розчинів порівняння. Можуть бути використані і органічні розчинники, якщо гарантовано, що вони не впливають на стабільність полум'я.

Спосіб електротермічної атомізації. Основними складовими електротермічного атомізатора є графітова трубчаста піч і джерело електроенергії. При використанні графітової трубчастої печі відбувається повна атомізація зразка і атомний пар утримується на шляху випромінювання протягом тривалого часу, що покращує межу визначення. Зразки (рідини і тверді речовини) вводять безпосередньо в графітову трубчасту піч, яка нагрівається поступово за заданою програмою, спочатку висушуючи зразок, потім видаляючи основні компоненти матриксу шляхом піролізу, після чого атомізуючи весь елемент, що визначається. Очищають піч, нагріваючи її до температури більш високою, ніж температура атомізації. Продування графітової печі інертним газом під час піролізу призводить до більш якісного процесу атомізації.

Спосіб холодної пари і гідридний метод. Атомна пара може бути отриманий і поза спектрометром. Такий спосіб отримання атомної пари використовують в методі холодної пари при визначенні ртуті або для визначення таких елементів, що утворюють гідриди, як миш'як, сурма, вісмут, селен і олово. У разі визначення ртуті, атоми генерують хімічним відновленням за допомогою

Піпп і дата
Інв № док
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв № док

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата

EK 19510173

Арк

28

хлориду олова або боргїдрїду натрію, після чого атомний пар швидко переносять за допомогою інертного газу в холодну кварцову кювету, розташовану на шляху випромінювання, що випускається лампою. Гїдрїди, генеровані таким чином, переносяться за допомогою інертного газу в гарячу кювету, де вони дисоціюють на атоми[39].

При вимірюваннях атомної абсорбції можуть мати місце хїмічна, фізична, іонізаційна і спектральна інтерференції. Хїмічну інтерференцію компенсують використанням модифікаторів матриксу або вивільняючих агентів, або використанням високих температур полум'я оксид азоту - ацетилен. Іонізаційну інтерференцію компенсують використанням спеціальних іонізаційних буферів (наприклад, лантанових або цезієвих). Фізичну інтерференцію, обумовлену високим вмістом солі або в'язкістю, компенсують, використовуючи розведення зразка, за допомогою методу стандартних добавок або підбором матриксу. Спектральна інтерференція відбувається при перекриванні резонансних ліній, і для її виключення використовують іншу резонансну лінію. Використанням корекції фону Зеємана також компенсують спектральну інтерференцію і перешкоди, пов'язані з поглинанням випромінювання молекулами, особливо при використанні способу електротермічної атомізації. Також до спектральної інтерференції може призводити використання багатоелементних ламп з порожнистим катодом. Специфічне або неспецифічне поглинання вимірюють в спектральному діапазоні, що визначається обраної шириною щїлини монохроматора (0,2–2 нм) [39].

Розсіювання та фон збільшують значення вимірюваного поглинання при атомізації полум'ям або при електротермічній атомізації. Поглинання фоном охоплює широкий діапазон довжин хвиль, в той час як атоми поглинають в дуже вузьких діапазонах порядку 0,005–0,02 нм. Поглинання фоном може бути скориговано використанням контрольного розчину, що має точно такий же склад, що і розчин зразка, за винятком визначеного елемента, що, однак, часто є неможливим. При електротермічній атомізації температура піролізу повинна

Інв. № 00000
Підп. і дата
Взаєм. інв.
Інв. № 00000
Підп. і дата

Вид	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

EK 19510173

Арк

29

бути підібрана так, щоб виключити розкладання матриксу, що викликає фонове поглинання. Корекція фону може бути проведена також з використанням двох різних джерел енергії: лампи з порожнистим катодом, за допомогою якої вимірюють загальне поглинання (елемент+фон), і дейтерієвої лампи з безперервною емісією, з за допомогою якої вимірюють фонове поглинання. Для корекції фону сигнал, отриманий від дейтерієвої лампи, вираховують із сигналу, отриманого від лампи з порожнистим катодом. Цей спосіб лімітований спектральним діапазоном дейтерієвої лампи (від 190 нм до 400 нм). Фонове поглинання також може бути знайдено шляхом вимірювання поглинання при двох довжинах хвиль: резонансної лінії і довжини хвилі, близької до резонансної, але при якій не спостерігається поглинання зразком, і наступним відніманням з поглинання резонансної лінії поглинання другий довжини хвилі.

Після підбору підходящої довжини хвилі і ширини щілини для елемента, що визначається, розглядають наступні моменти:

- корекцію неспецифічного фонового поглинання;
- необхідність збільшення хімічних модифікаторів або іонізаційних буферів до зразка, а також до контрольного розчину і розчинів порівняння;
- розведення зразка;
- деталі температурної програми, попередній нагрів, висушування, піроліз, атомізацію та постатомізацію;
- витрата інертного газу;
- модифікатори матриксу для електротермічною атомізації;
- хімічні відновлюють реагенти для визначень ртуті або інших гідридоутворюючих елементів разом з температурою кювети з холодним паром або температури кювети, що нагрівається;
- технічні вимоги по виконанню печі [38].

Атомно-абсорбційний спектрометр налаштовують відповідно до інструкції, яка була надана заводом-виробником та налаштовують необхідну

Піпп і дата
Інв №0418
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №0418

				EK 19510173		Арк
Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата		
					30	

довжину хвилі. До генератору атомної пари набирають контрольний розчин і налаштовують реєструючий пристрій на максимальне пропускання. Значення для контрольного розчину може бути визначено завдяки використанню розчинника для встановлення приладу до нульового значення. Далі набирають порівняльний розчин елемента, що визначається з найбільшою концентрацією та налаштовують прилад так, щоб отримати максимально реєстрований сигнал. Для уникнення забруднення та ефекту пам'яті прилад ретельно промивають. Після завершення аналізу прилад промивають дистильованою або підкисленою водою.

2.1.2 Атомно емісійний метод аналізу

При атомно-емісійному спектральному аналізі вихідний зразок спочатку атомізується (тобто вихідні молекули, що становлять аналізовану речовину, поділяються термічним або іншим способом на окремі атоми). Потім, за рахунок тієї ж термічної енергії атомізатора порушуються зовнішні (валентні) електрони отриманих атомів. Після чого, через $\sim 10^{-8}$ с вищезгадані електрони переходять знову в звичайний свій стані з меншою енергією. А надлишок енергії, що утворюється при цьому випускається у вигляді квантів світла з довжинами хвиль (λ), однозначно обумовленими різницею енергій збуджених і незбуджених електронних станів атомів аналізованого зразка [40].

Потім, згадані кванти світла проходять через лінзу-конденсор (яка їх фокусує) і лінзу-коліматор (що робить з різноспрямованого світла паралельний його пучок) на диспергуючу призму (яка розкладає поліхроматичне світло в лінійний монохроматичний спектр – за рахунок різних кутів заломлення світла з різними довжинами хвиль) або дифракційну решітку (дзеркало з нарізками - за рахунок дифракції-розкладання і інтерференції-складання світлових хвиль з різними довжинами хвиль також здатне розкладати поліхроматичне світло в лінійний монохроматичний спектр).

Після чого, механічно пересуваючи по отриманому лінійному спектру щілину монохроматора або повертаючи диспергуючу призму (або дифракційну решітку) – або на одиничний фотодетектор направляються кванти світла з

Піпп і дата
Інв № 001/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв № 001/д

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата

EK 19510173

Арк

31

визначеною довжиною хвилі (вірніше, з λ з невеликого діапазону, що визначається шириною спектральної щілини монохроматора, дискретністю кута повороту хроматичної призми, властивостями лінзи-коліматора, розмірами фотодетектора, відстанню між борозенками нарізки на дифракційної решітці і т.п.); або за допомогою матриці, що складається з безлічі різних світлочутливих елементів, реєструється одразу весь спектр, отриманий для аналізованого зразка.

У якісному атомно-емісійному спектральному аналізі реєструються всі лінії, видимі на спектрі зразка після його атомізації. А потім визначається, яким хімічним елементам вони можуть належати. Причому, робиться це для кожного елемента з 3-5 найбільш інтенсивних і віддалених один від одного характерних для нього спектральних ліній (оскільки спектральну лінію при одній довжині хвилі можуть мати відразу кілька різних хімічних елементів, а набір з спектральних ліній при декількох довжинах хвиль унікальний для кожного хімічного елемента). Відповідно до вже наявних довідкових даних, де вказані довжини хвиль найбільш інтенсивних спектральних ліній, характерних для кожного з відомих в даний час хімічних елементів, а також інтенсивність і ширина цих ліній один щодо одного [40].

Як правило, для їх встановлення елемента використовують набір стандартних зразків для градування, які по своєму валовому складу та структурі найближчі до аналізованих пробам і містять відомі кількості визначених елементів.

Подібними стандартами можуть служити і спеціально приготовлені металеві сплави, і сухі суміші різних речовин, і їх розчини. При аналізі однотипних матеріалів можна застосовувати одні і ті ж градувальні залежності (які періодично коригують за повірочним зразкам). Для усунення впливу на результати аналізу неминучої відмінності властивостей аналізованих і стандартних зразків використовують такі прийоми, як введення в аналізовані і в стандартні зразки так званого «Елемента порівняння», близького по своїх хімічних і фізичних властивостями до визначеного. Після чого інтенсивність

Піпп і дата
Інв № 09/10/173
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв № 09/10/173

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата
-----	-----	---------	------	------

ЕК 19510173

ліній у спектрах цих зразків визначають по відношенню до гомологічних спектральних ліній «елемента порівняння».

Якщо в пробі, після попередньо проведеного для неї якісного елементного аналізу зареєстровано присутність відразу декількох хімічних елементів, для яких характерна інтенсивна спектральна лінія при одній і тій же довжині хвилі, то для кількісного аналізу змісту цих хімічних елементів в розглянутій пробі: (1) або вибирають інші спектральні лінії (не пересічні по елементному вмісту аналізованої пробі); (2) або визначають зміст в пробі хімічних елементів, що заважають аналізу, по інших характерних для них спектральних лініях; і вже виходячи з цього, враховують вклад даних елементів в інтенсивність аналітичної лінії.

При атомно-емісійному спектральному аналізі можуть мати місце такі додаткові чинники, які заважають [41]:

1. Фонове випромінювання, яке може обумовлюватися:

- світінням газу, використовуваного в атомізаторі для отримання плазми;
- суцільним випромінюванням, що виникає при уповільненні електронів, які пролітають повз іонів;
- світінням, обумовленим рекомбінацією радикалів, отриманих при атомізації зразка;
- світінням твердих частинок, які можуть бути присутніми в атомізаторі.

2. Фізико-хімічні перешкоди, які обумовлюються тим, що спочатку проба випаровується і атомізується; потім вона може порушуватися або іонізуватися; а після цього утворені іони можуть, в свою чергу, збуджуватися або іонізуватися далі. Таким чином, аналізоване речовина може перебувати в великому числі форм. А аналітичний сигнал від нього, реєстрований методом атомно-емісійного спектрального аналізу, формують тільки порушені одноатомні частки. І відповідно, будь-який чинник, що знижує концентрацію вищезазначених частинок, буде приводити до зменшення аналітичного сигналу [41].

2.1.3 Рентгенофлуорисцентний метод аналізу

Піпп і дата
Інв № докл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв № докл

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата

ЕК 19510173

Арк

33

Рентгенофлуорисцентний аналіз використовується для одночасного як якісного, так і кількісного багатоелементного аналізу зразків. Тільки в цьому методі немає необхідності в досить складному процесі атомізації зразків. Оскільки в даному випадку в якості збудника використовується електромагнітне випромінювання з довжинами рентгенівського діапазону, яке вибиває електрони з їх внутрішніх атомних оболонок (які не беруть участі в утворенні ні внутрішньо ні міжмолекулярних хімічних зв'язків, в результаті чого, характеристики стану цих електронів залежать тільки від того, в склад атома якого хімічного елемента вони входять, і не залежать від того, до складу якої молекули входить їх атом). Після чого, утворені в іонізованому атомі електронні вакансії заповнюються в результаті переходу на них електронів з вищих енергетичних рівнів тих же атомів (але теж не валентних, і тому, не залежать по своїй енергії від того, до складу якої молекули входить їх атом) [42].

Надлишок енергії, що виходить при цьому виділяється атомами аналізованого зразка у вигляді: (1) або рентгенівських фотонів з іншою довжиною хвилі і спрямованістю, ніж первинне рентгенівське випромінювання; (2) або додаткових Оже-електронів (що відрізняються за своєю енергії від «фото-електронів»), що призводить до збільшення ступеня іонізації аналізованого зразка.

Причому, обидва згаданих вище процеси в атомах одних і тих же хімічних елементів відбуваються паралельно. Але у атомів важких елементів переважає 1-й процес. А у атомів легких елементів (особливо, з порядковими номерами менше 12) – другий. Так що даний метод не може бути застосований до хімічних елементів більш легким, ніж Mg.

Як джерело первинного рентгенівського випромінювання в даному методі використовують безпосередньо радіоактивні ізотопи або, найчастіше, рентгенівські трубки [43]. На інтенсивність рентгенівської флуоресценції визначених елементів може впливати концентрація в аналізованому зразку

Інв. №	№ док.	Підп.	Дата	Взаєм.	Інв.	№ док.	Підп.	Дата

інших хімічних елементів, здатних поглинати первинне або вторинне рентгенівське випромінювання (це явище називається «Матричний ефект»), стан поверхні зразка, розподіл в ньому фаз, розміри зерен і т.д.

2.2 Методика визначення вмісту важких металів у листі листяних рослин

Дослідження кількості важких металів було проведено методом атомно-абсорбційного аналізу. Важкі метали в пробах рослин визначаються в їх зольних розчинах. Різна концентрація рухомих форм важких металів у листяних такнинах рослин показує вміст їх у природному середовищі.

Для вивчення вмісту важких металів у листях рослин дослідний матеріал було озолено по методиці [44] і золу було оброблено 5М-розчином нітратної кислоти що перевести токсичних елементів в нітрати та задля кращого розчинення у фоновому розчині приладу. Через 3 години золяні тиглі у розчині нітратної кислоти було охолоджено. Після чого визначали вміст солей важких металів в окремій пробі. Всі проби було виконано три рази, і було визначено середнє значення. Рівень вагомості у відмінностях між дослідними ділянками було визначено за t-критерієм Стюдента. За достовірний було обрано рівень 5 %. Отримані розчини було проаналізовано за допомогою спектрофотометра С115-М1 (виробництва ВАТ «СЕЛМІ», Україна), який має електротермічний атомізатор (рис. 2.1).

Інв. №	№ докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. №	№ докл.	Підп. і дата	Вип. №	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ЕК 19510173	Арк.
													35



Рисунок 2.1 – Спектрофотометр С115-М1 (кафедра нормальної анатомії СумДУ)

Використовувалися такі аналітичні лінії: для цинку – 213,8 нм, для купруму – 324,7 нм. Щоб атомізувати елементи було використано повітряно-ацетиленове полум'я.

Мінералізація проб рослин була проведена шляхом сухого озолення [19]. Визначення вмісту Cu та Zn проводилося в розчині золи після мінералізації матеріалу для аналізу.

Золу було змочено кількома краплями бідистильованої води, потім дозатором до золи було додано 10 куб. см розведеної нітратної кислоти (1:1). Тигель було покрито годинниковим склом і витримано на киплячій водяній бані 30 хв.

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

Вип.	Арк.	№ докум.	Піпп.	Дата

ЕК 19510173

Вміст тигля було профільтрувано у мірну колбу об'ємом 50 см³ крізь маленький фільтр "біла стрічка". Фільтр попередньо було ретельно промито за допомогою розведеної HNO. Тигель та фільтр три рази було промито гарячою бідистильованою водою, доводячи до мітки об'єм розчину. Вміст колби було перемішвано та залишено до наступного дня задля відстоювання. Після відстоювання розчини було використано для аналізу.

Одночасно було проведено контрольний дослід, який включав усі стадії аналізу, окрім відбору проб рослинного матеріалу.

Визначення кількості важких металів у розчинах золи було здійснено за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра С-115-М1 (рис. 2.1).

Вміст металів у досліджуваних пробах рослин розраховується за формулою:

$$x = \frac{V \cdot (A_1 - A_0)}{m} \cdot K \quad (2.1)$$

де x – масова концентрація метала, що визначається, у рослинній пробі, мг л⁻¹

V – об'єм досліджуваного розчину золи, куб. см;

A_1 – концентрація метала в розчині золи, мг/куб. дм (визначається за градуувальним графіком);

A_0 – концентрація метала в холостой пробі, мг/куб. дм (визначається за градуувальним графіком);

m – маса повітряно-сухої проби рослин, г;

K – коефіцієнт, що враховує зменшення маси наважки рослинної проби (приймали $K = 1$) [44].

Аналіз було проведено із двома паралельними і середнє арифметичне двох паралельних було результатом визначення однієї проби.

Результати було розраховано до другого десяткового знаку. Допустимі розбіжності між результатами двох паралельних визначень за імовірності $P=0,95$ не перевищували 30 %.

Піпп і дата	
Інв. № док. бл.	
Взаєм. інв.	
Піпп і дата	
Інв. № док. бл.	

Вид	Арк	№ докум.	Піпп	Дата

EK 19510173

Арк

37

2.3 Характеристика місць відбору матеріалу для дослідження

Для дослідження вмісту важких металів в опалому листі було використано опале листя дерев з різних районів міста Суми. Вибір ділянок було обумовлено наявністю потейнійних джерел викидів важких металів, а саме крупних автодоріг, промислових підприємств. При збиранні опалого листя з примагістральних ділянок відстань між деревами та дорогою була від 2 до 6 м.

Для загальної характеристики забрудненості атмосферного повітря було використано такі типи дерев, які зростають у кожному дослідному районі за однакових екологічних умов вологості та освітленості. Спільними породами дерев для всіх обраних дослідних ділянок виявились береза повисла і тополя чорна, які було обрано для проведення дослідження. Обрані для дослідження рослини відносять до відділу покритонасінних (*Angiospermae*) класу дводольних (*Dicotilidones*). Ці рослини є деревними, листяними, світлолюбними та вологолюбними:

– тополя чорна (*Populus nigra L.*) – це дерево, яке має світлу кору із нечисленними чорними тріщинами у стовбурі. Висота може сягати до 30 м. Листя дельтоподібної форми із значними нерівними тупими зубцями. Верхня поверхня листка темно-зеленого кольору. Черешки біля основи листової пластинки мають дуже розвинені залозки, які значно різняться по розмірам від залозок країв листової пластини;

– береза повисла (*Betula pendula Roth*) – це дерево з білою корою і заввишки до 20 м. Листя загострене, зубчасте із закругленими боками, довжиною 4–6 см. Середня жилка листової пластини різко виступає. Серезки циліндричніт а повислі, довжиною 3–4 см. Гілки у берези є повислими.

Дослідження були розпочаті у жовтні-листопаді 2019 р. в рамках підготовки наукової роботи для участі у Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт за напрямом «Екологічна безпека комплексу «автомобіль-навколишнє середовище»» (Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків) проведено у жовтні-листопаді 2020 р. [45] Листя

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

Вип.	Арк.	№ докум.	Піпп.	Дата

ЕК 19510173

Арк

38

збиралося протягом 1 дня на всіх ділянках при сухій погоді. До моменту збору опадів не було 15 днів. Збиралося листя у поліетиленові пакети – рис. 2.2. Пакети було промарковано відповідно до ділянки. Листя тополі та берези збиралися окремо.



Рисунок 2.2 – Збір листя на досліджуваних ділянках

Місцем дослідження вмісту важких металів у опалому листі було обрано 7 районів на території міста Сум. Вибір ділянок дослідження було обумовлено інтенсивністю руху автомобільного транспорту на досліджуваних ділянках та наявністю інших потенційних джерел важких металів. На автомобільних дорогах обиралися місця інтенсивного руху із наявністю та відсутністю транзитного вантажного транспорту. Це такі райони (рис. 2.3):

1. Міський парк культури та відпочинку ім. Кожедуба, який розташовується в центрі міста, оточений автомобільними дорогами із інтенсивним рухом автотранспорту, транзитного транспорту немає на даній ділянці. Умовно ділянка називається Центр;
2. Проспект Курський, де наявний інтенсивний рух автотранспорту. Цей район є густонаселеним, а також тут розташоване виробниче підприємство «NICMAS», пролягає транзит у напрямку м. Курськ (на сьогоднішній день доля транзитного транспорту не така висока, через обмеженість торгових відносин із Російською Федерацією);

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

Вид	Арк.	№ докум.	Піпп.	Дата

ЕК 19510173

3. вул. Харківська (район вул. Сумсько-Київських дивізій), де спостерігається інтенсивний рух автотранспорту (транзитного руху немає). Умовна назва ділянки – вул. СКД;
4. вул. Харківська 111, наявний доволі інтенсивний рух автотранспорту, дана дорога є транзитною в напрямку Харкова. Умовна назва ділянки – вул. Харківська;
5. вул. Лінійна – розташування заводу АТ «Технологія», який виробляє алюмінієвий ковпачок на пляшки для напоїв та етикетку (поліграфічне виробництво);
6. ПАТ «Сумхімпром» – джерело забруднення атмосфери в результаті хімічного виробництва;
7. вул. Тополянська – ділянка із помірним рухом автотранспорту, але з наявністю транзитного, близьке розташуванням Сумської ТЕЦ.

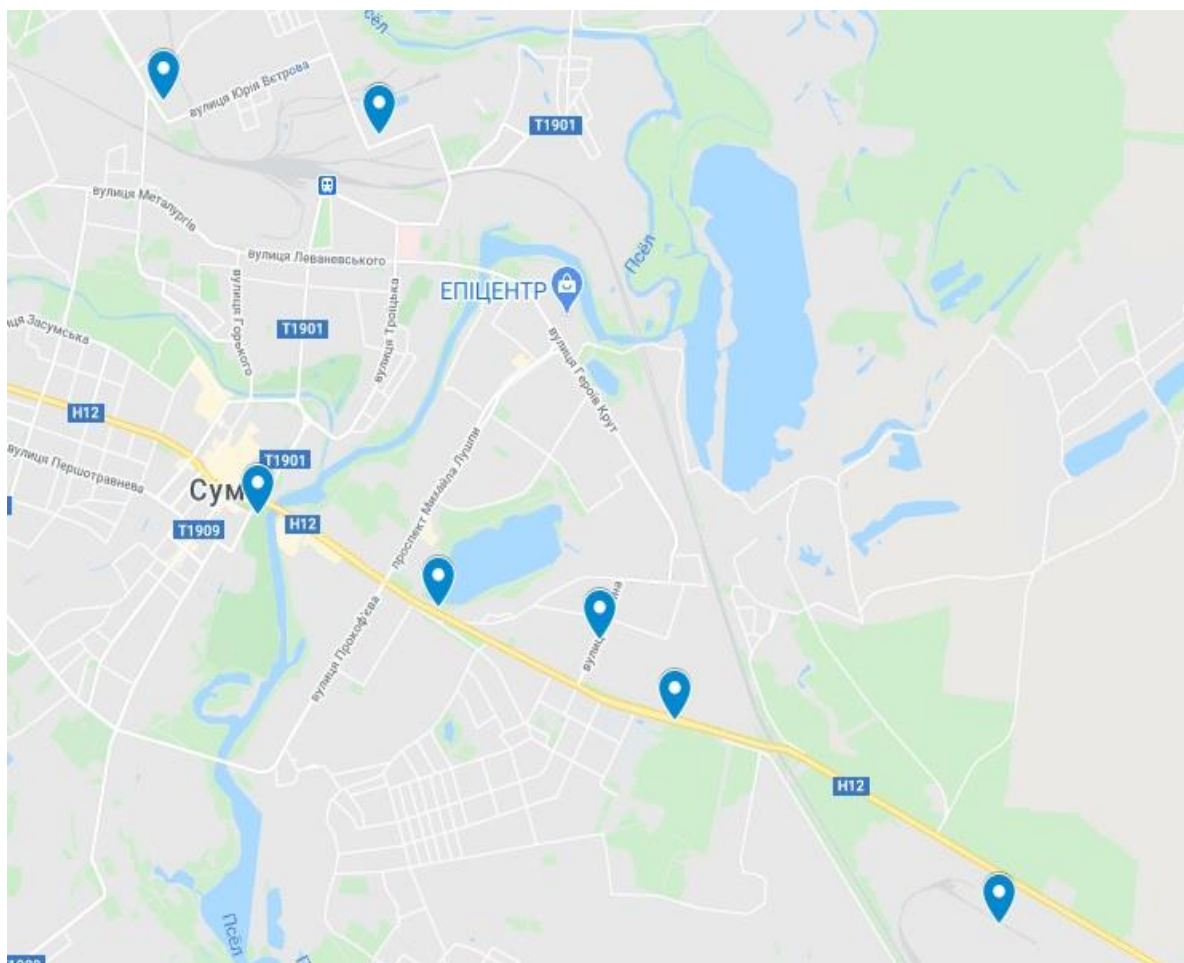


Рисунок 2.3 – Карта точок відбору проб

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

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата
-----	-----	---------	------	------

ЕК 19510173

Контрольну ділянку для відбору листя було обрано поза містом (с. Могриця, Сумського р-ну) – майже відсутній рух автотранспорту, немає промислових підприємств, наявні потрібні породи дерев.

Через те, що рух автотранспорту в тій чи іншій мірі представлений на всіх досліджуваних ділянках, було визначено структуру транспортного потоку та інтенсивність руху автотранспорту. Було враховувано обидва напрямки руху. При виборі досліджуваних ділянок додатково була врахована кількість смуг руху (три смуги в обох напрямках – загальна кількість смуг), вид забудови та присутність дерев, які є індикаторами.

Інтенсивність руху автотранспорту з урахуванням структури транспортного потоку на досліджуваних ділянках, що наведена на у табл. 2.1 та графічно відображена на рис. 2.4.

Таблиця 2.1 – Структура транспортного потоку та інтенсивність руху на досліджуваних ділянках за 1 годину (ранок, година пік)

Ділянка дороги	Вантажні	Пасажирські (автобуси та маршрутні таксі)	Легкові
Центр	4	268	863
пр. Курський	96	236	740
вул. Харківська	169	153	687
вул. СКД	6	204	732
вул. Лінійна	176	6	700
ПАТ «Сумхімпром»	180	0	987
вул.Тополянська	118	3	876
Контроль	0	2	5

Піпп і дата
Інв №001/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №001/д

				EK 19510173		Арк
Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата		
						41

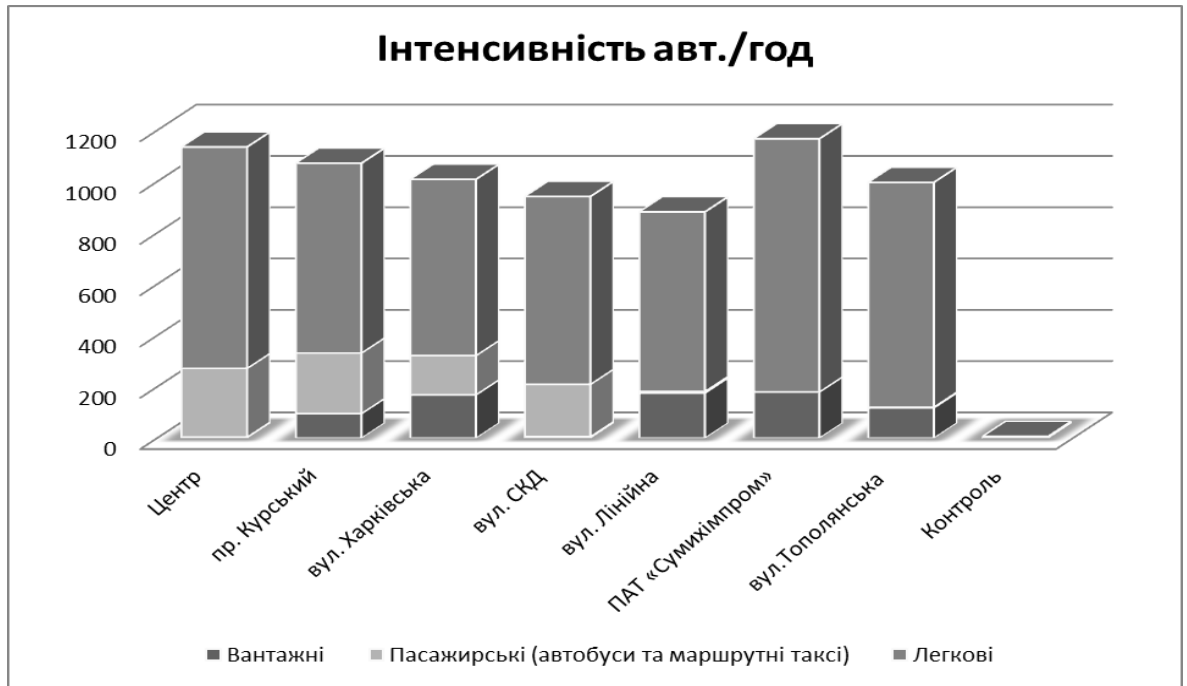


Рисунок 2.4 – Інтенсивність руху автотранспорту на досліджуваних ділянках автодоріг

Таким чином, інтенсивність руху автотранспорту на досліджуваних ділянках в межах міста не відрізняється істотно. Найбільша інтенсивність спостерігається на виїзді з міста (район ПАТ «Сумхімпром») і складає 987 авт./добу, при чому частка вантажних – 20%. Середня інтенсивність транспортного потоку по місту – 1201 авт./добу.

Піпп і дата	
Інв № обл бл	
Взаєм інв	
Піпп і дата	
Інв № обл бл	

РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Щоб оцінити вплив важких металів (купрум, цинк) на придорожні екосистеми було проведено дослідження на вміст важких металів в листях тополі чорної (*Populus nigra* L.) та берези повислої (*Betula pendula* Roth). Зважаючи на різну інформативність обраних листяних рослин [46] їх спільна оцінка дає найбільш комплексну характеристику техногенного впливу на довкілля. Надходження солей важких металів у тканини досліджуваних рослин відбувається з ґрунту і у процесі дихання рослин скрізь відкриті продихи. Процес дихання у рослин відбувається у світлу пору доби, коли продихи відкриті. Найбільш істотне атмосферне забруднення також припадає на денні години доби. Особливо активна накопичуваність відбувається при відсутності опадів, коли концентрація забруднюючих речовин є максимумальною, а процеси самоочищення атмосфери відбуваються повільно.

Вміст солей важких металів у золі листя тополі чорної та берези повислої було наведено у табл. 3.1 та на рис. 3.1–3.2.

Найбільше накопичення важких металів в тканинах берези повислої і тополі чорної було виявлено в зразках, які зростають у придорожній зоні на вул. Лінійній та вул. Харківській та поблизу ПАТ «Сумхімпром». Тут можна відмітити не тільки високу інтенсивність автотранспортного потоку але і наявний інтенсивний потік вантажного автотранспорту. Як підсумок, у вмісті важких металів в опалому листі та кількості викидів є пряма залежність, оскільки від вантажного автотранспорту їх завжди більше.

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № докл.	Підп. і дата					ЕК 19510173	Анк
Вип. Анк.		№ докум.		Підп.		Дата		43		

Таблиця 3.1 – Середній вміст солей важких металів у золі листя досліджуваних порід дерев

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

* ГДК купруму у рослинній сировині 55 мг/кг, цинку – 100 мг/кг [14]

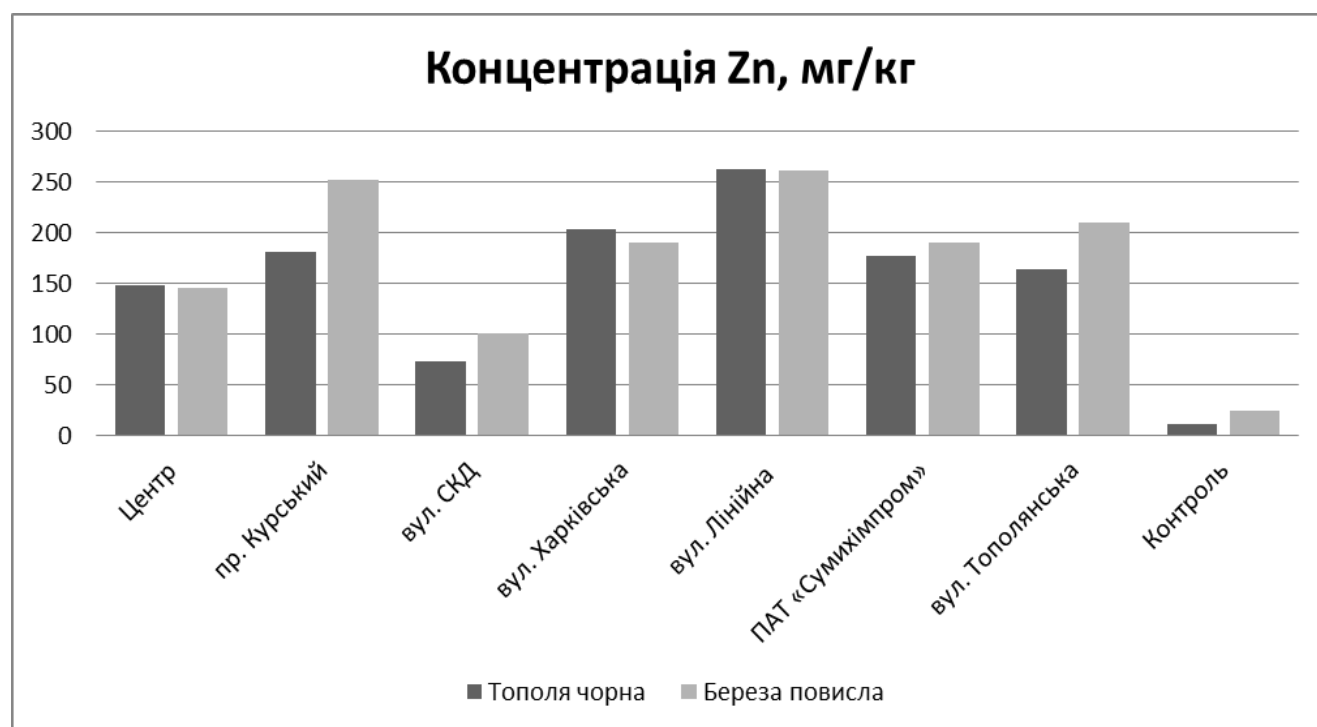


Рисунок 3.1 – Вміст цинку у золі досліджуваних порід дерев

Інв. № 00000
Пілл. і дата
Взаєм. інв.
Інв. № 00000
Пілл. і дата

Вип. Арк. № докум. Пілл. Дата

ЕК 19510173

Арк

44

На рисунку 3.1 показано концентрацію цинку у золі листя дослідних порід дерев, на рис. 3.2 – концентрацію купруму. У золі берези повислої з різних ділянок уміст цинку сягає 271,55 мг/кг, купруму – 2,16 мг/кг, а в золі тополі чорної – 203,41 мг/кг та 8,45 мг/кг відповідно.

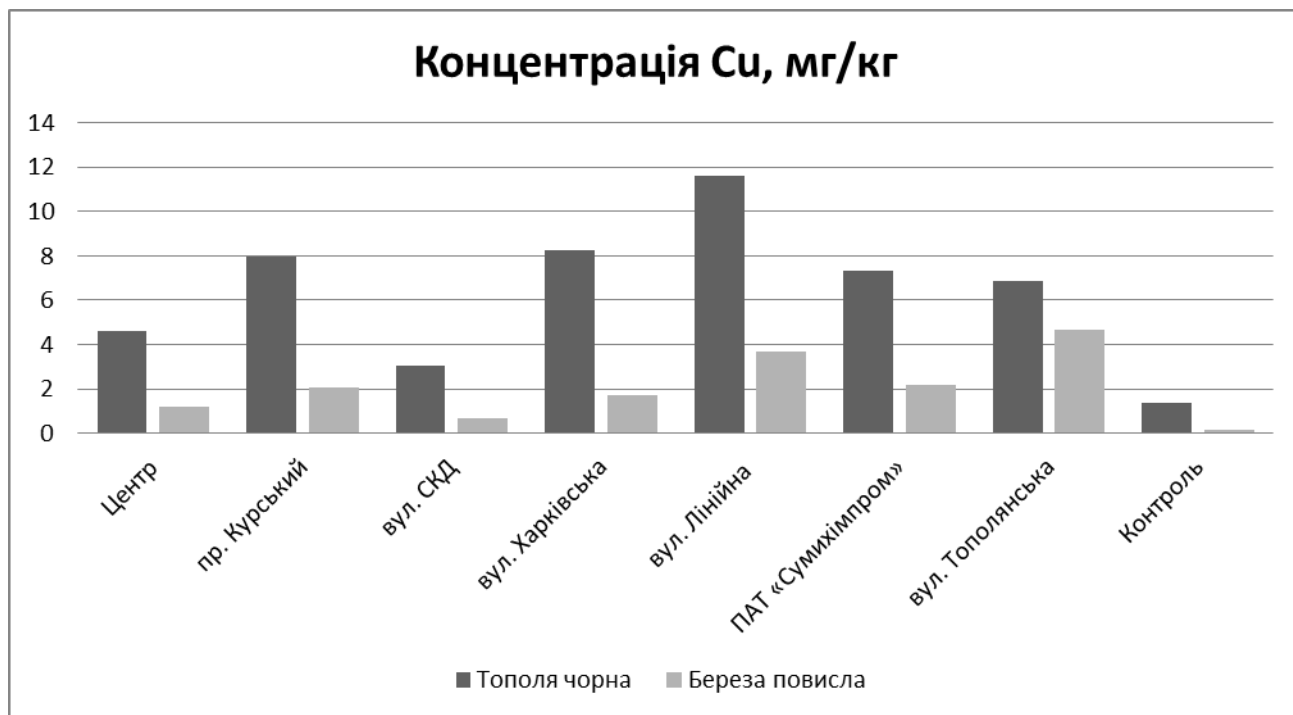


Рисунок 3.2 – Вміст купруму у золі досліджуваних порід дерев

Як можна побачити із вищенаведених результатів вимірювання, в золі листя рослин, які досліджувалися, по кількості переважає цинк. Його найбільша кількість була виявлена в пробах з ділянок на пр. Курський та вул. Лінійній. Менше всього цинку зафіксовано на вул. СКД. Концентрація цинку перевищує гранично-допустимі концентрації важких металів у рослинній сировині на всіх досліджуваних ділянках крім вул. СКД (табл. 3.1, рис. 3.1).

Стосовно купрума перевищень ГДК в рослинній сировині не було виявлено. Його концентрації набагато нижчі від цього показника (табл. 3.1, рис. 3.2).

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

Вип. № докл.	Арк. № докум.	Піпп	Дата	ЕК 19510173	Арк. 45
--------------	---------------	------	------	-------------	---------

По аналізі можна побачити, що різні види дерев по різному накопичують окремі важкі метали. Як приклад, береза повисла накопичує цинк більш інтенсивно, в свою чергу тополя чорна більше накопичує купрум.

Рослини як індикатори, в першу чергу реагують сильніше там, де рівень забруднення вище, а конкретніше в районах із більшою інтенсивністю транспортного потоку, особливо вантажного та у поєднанні із промисловими викидами.

Cu в ґрунті знаходиться у вигляді різних форм, таких як водорозчинні сполуки, обмінна форма, в формі поглиненої органічними і мінеральними структурами, у вигляді важкорозчинних сполук, в складі мінералів, і металоорганічних сполук. Cu є елементом біогенної акумуляції. Головними факторами, які сприяють накопиченню міді в ґрунтах, є: значний вміст органічної речовини і карбонатних з'єднань, лужна реакція середовища розчину ґрунту, значний вміст глинистих мінералів.

Cu²⁺ володіє різноманітними властивостями, і в ґрунтах і опадах проявляють проявляє велику схильність до хімічної взаємодії з мінеральними і органічними компонентами. Іони Cu²⁺ можуть також легко осідати сульфідами, карбонатами і гідроксидами. Тому мідь є малорухливим елементом в ґрунтах. Наслідком дії даних чинників є Cu в верхніх горизонтах ґрунтового профілю, але в першу чергу відображає її біоаккумуляції і сучасний антропогенний вплив.

Купрум є мікроелементом, але при концентраціях 20–100 мг/кг стає токсичним металом для рослин і характеризується накопиченням в рослині. Cu і Zn, маючи загальний механізм поглинання, знаходяться у взаємній конкуренції, і інгібують поглинання один одного кореневою системою.

Цинк може знаходитися в ґрунті на різних формах, наприклад, у складі кристалічної решітки мінералів, в обмінній формі, а також у вигляді водорозчинних солей і у складі органічної речовини. Цинк у формі ґрунтових мінералів практично недоступний рослинам, але добре доступні його обмінні і водорозчинні форми.

Інв. № 00000	Підп. і дата
Взаєм. інв.	Інв. № 00000
Підп. і дата	

Цинк також, як купрум, легко адсорбується мінералами і органічними сполуками, тому спостерігається його акумуляція в поверхневих горизонтах.

Такі автори як Khageshwar Singh Patel, Reetu Sharma, Nohar Singh Dahariya, Ankit Yadav, Borislav Blazhev, Laurent Matini, Jon Hoinkis [47] вивчали забруднення навколишнього середовища важкими металами, оскільки це представляє великий інтерес через їх серйозну небезпеку для здоров'я. У їх роботі було описано забруднення листя дерев важкими металами в найбільш забрудненому промисловому місті Корба, Індія. Листя звичайних дерев були відібрані для оцінки забруднення важкими металами як біоіндикатора. Спостерігалася підвищена концентрація важких металів. Накопичуючи більші концентрації важких металів, показали більш високу ефективність як біоіндикатор міського забруднення.

В цілому отримані дані корелюються із даними досліджень інших авторів [48, 49,50].

Інв. № поклд.	Піпп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № олімбл.	Піпп. і дата	ЕК 19510173				Арк				
									47				
									Вид	Арк	№ докум.	Піпп.	Дата

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для оцінки економічної ефективності переробки опалого листя шляхом компостування розрахуємо економічні показники отримання біогумусу. В якості основи для отримання біогумусу пропонується використовувати опале листя зелених міських насаджень.

Ціна на збір опалого листя – 8,17 грн за 1 м³. Вартість організації збору в розмірі 100 м³:

$$8,17 \text{ грн} \cdot 100 \text{ м}^3 = 817 \text{ грн.}$$

Компостування пропонується проводити в компостерах.

Вартість компостера на 1000 л становить 2210 грн.

Для компостування знадобиться 10 компостерів, і їх сумарна вартість буде становити:

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

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. 4.1). Його вартість за одну упаковку 50 грам становить 125 грн. Норма внесення 1 упаковка на тонну.

Таким чином, витрати на біопрепарат становлять:

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

Витрати на 1 цикл виробництва становлять:

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

Піпп і дата
Інв №юлбл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №юлбл

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата	ЕК 19510173	Арк
						48



Рисунок 4.1 – Біопрепарат «Компост Детач»

Готовий біогумус можна використовувати у зеленому господарстві міста для підживлення клумб, газонів та інших зелених насаджень. Також можливо поставляти його на продаж. Він користується попитом серед садоводів, дачників, фермерських та тепличних господарств, а також серед організацій житлово-комунального господарства та благоустрою міста.

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:

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

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:

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

Це є чистий прибуток.

Піпп і дата										
Інв №04/бл										
Взаєм інв										
Піпп і дата										
Інв №04/дд										
Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата	ЕК 19510173					Арк
										49

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи фахівця-еколога

Небезпечний фактор є чинником, дія якого на людину за деяких умов приводить до травмування або значного погіршення стану здоров'я. Даний чинник може спричинити серйозну хворобу або значно погіршити стан здоров'я та навіть привести до смерті.

Шкідливий фактор є чинником, дія якого на людину при деяких умовах може спровокувати професійну хворобу, інше погіршення стану здоров'я, неповну або повну витрату працездатності.

Небезпечні та шкідливі фактори за характером дії діляться на наступні групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

Фізичні факторами є: рухомі машини та механізми; рухомі частини виробничого обладнання; шум; вібрація (загальна та місцева); інфразвук; ультразвук; радіочастотні електромагнітні поля; електричні поля промислової частоти; електростатичні поля; лазерне випромінювання; іонізуюче випромінювання; освітленість; ультрафіолетове випромінювання; мікроклімат у виробничому приміщенні (температура повітря, швидкість повітря, відносна вологість, інтенсивність інфрачервоного (теплого) випромінювання); аероіонізація повітря; атмосферний тиск (високий, низький)[51].

До хімічних факторів відносяться: токсичні; подразнюючі; канцерогенні; мутагенні.

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

Вип.	Арк.	№ докум.	Піпп.	Дата

ЕК 19510173

Арк

50

До біологічних факторів належать: патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, найпростіші та ін.) та продукти їх метаболізму; мікроорганізми (рослини, тварини); природні компоненти організму.

Психофізіологічні виробничі фактори визначаються показниками тяжкості та інтенсивності трудового процесу.

Основними показниками тяжкості трудового процесу є:

- значення фізичного динамічного навантаження;
- разова кількість вантажу, піднятого вручну (маса піднятого та перевезеного вантажу вручну);
- статичне навантаження;
- робоча поза і переміщення в просторі (робоча поза; нахил корпусу; переміщення в просторі внаслідок технологічного процесу);
- темп роботи (трудові рухи);

Основними показниками інтенсивності трудового процесу є:

- інтелектуальні навантаження;
- напруженість уваги (сенсорне навантаження);
- функції аналізаторів (сенсорне навантаження);
- монотонність (монотонність навантажень);
- емоційний стрес;
- естетичний дискомфорт;
- фізіологічний дискомфорт;
- порушення режиму роботи.

Перелік шкідливих та небезпечних факторів за джерелом походження:

- ергономічні - пов'язані зі зручністю, природним відповідністю необхідних робіт для особливостей людського організму;
- природні - клімат, особливості регіону, погодні явища;
- техніко-технологічні - прямо пов'язані з обладнанням, технікою.

Піпп і дата	
Інв №01/бл	
Взаєм інв	
Піпп і дата	
Інв №01/дд	

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата

ЕК 19510173

Одне і те ж явище може бути зараховане до різних груп, тому поділ по групах є умовним, навіть відмінність між основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами є умовною[51].

5.2 Дії працівників підприємства під час виникнення пожежі на підприємстві

Системи пожежного сповіщення мають забезпечити процес сповіщення водночас по площі всієї будівлі або направлено до окремих її частин (поверхи, блоки, секції і т. п.).

В спеціальних інструкціях має бути зазначений порядок експлуатації систем сповіщення, де мають бути зазначені особи, яким надано право приводити системи сповіщення до дії.

В приміщеннях, де немає необхідності встановлювати системи сповіщення, керівник має затвердити порядок попередження про пожежу, та визначити осіб, на яких буде покладена така відповідальність.

Попередження про пожежу забезпечується звуковою, світловою та гучномовною сигналізацією.

Сповісвачі (звукові, світлові або комбіновані) розміщуються у евакуаційних виходів, в коридорах в робочих зонах.

Сповісвачі (гучномовці) мають бути без регулятора звуку, але повинні бути під'єднані до мережі.

Для забезпечення передавання текстів сповіщення та керування евакуацією допустимо використати внутрішні мережі радіотрансляції та інші засоби мовлення, якими володіє підприємство.

Задля підвищення якості попередження людей про пожежу основну установку попередження дублюють звуковими та/або світловими сигналами.

Текстове сповіщення транслюють допоки загроза для життя та здоров'ю людей не буде усунена.

Піпп і дата
Інв № док
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв № док

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата
-----	-----	---------	------	------

ЕК 19510173

Арк

52

Світлові сигнали у вигляді світних знаків повинні включатися одночасно зі звуковими сигналами. Частота мерехтіння світлових сигналів повинна бути не вище 5 Гц. Візуальна інформація повинна розташовуватися на контрастному фоні з розмірами знаків відповідними віддалі розгляду.

На підприємствах з одночасним знаходженням 50 і більше осіб в додаток до плану евакуації у вигляді схеми має бути наявна інструкція, де має бути прописано дії працівників по забезпеченню безпечного та швидкого евакуювання людей.

На евакуаційному плані при пожежі розміщуються: схема підприємства, установи, організації, на якій позначаються місця розміщення телефонів, вогнегасників, кнопок включення систем пожежної сигналізації, пожежних кранів, ключів від приміщень, електрощитової, пожежної драбини, а також основні і запасні шляхи евакуації;

За виникнення пожежі:

- сповістити про пожежу в пожежну бригаду із вказанням адреси підприємства, прізвище;
- вивести з приміщення людей через евакуаційні виходи;
- знеструмити електромережу, вимкнути систему вентиляції;
- прийняти заходів щодо гасіння пожежі;
- зустрівши пожежну бригаду, показати їй джерело пожежі і проінформувати її про наявність працівників, які знаходяться в палаючих приміщеннях.

Для об'єктів з нічним перебуванням в інструкції повинні передбачатися два варіанти дій: у денний та нічний час. Керівники зазначених об'єктів щодня, у встановлений державної протипожежною службою час, повідомляють в пожежну частину в районі виїзду якої знаходиться об'єкт, інформацію про кількість людей, що знаходяться на кожному об'єкті.

За виявленням пожежі кожен співробітник зобов'язаний негайно:

1. Сповістити про це в міську пожежну бригаду за номером «01» і диспетчерів організації за допомогою робочого або мобільного телефону. Треба

Піпп і дата
Інв. №/обл.
Взаєм. інв.
Піпп і дата
Інв. №/обл.

					ЕК 19510173		Анк
Вип.	Анк.	№ докум.	Піпп.	Дата			53

вказати детальну адресу і найменування місця виникнення пожежі, ймовірну можливість загрози людям, а також інші відомості, необхідні диспетчеру пожежної охорони. Крім того, слід назвати себе і номер телефону, з якого робиться сповіщення про пожежу.

2. негайно сповістити про пожежу інших співробітників, що знаходяться поблизу, оповістити усіх співробітників про пожежу та вжити необхідних заходів для евакуації всіх співробітників з приміщення. Також сповістити про пожежу керівникам і посадовим особам.

3. При можливості, використовуючи вогнегасники, загасити вогнище пожежі. До погашення слід приступати тільки в разі, якщо немає загрози життю і здоров'ю і існує можливість в разі необхідності залишити небезпечну зону.

Як з перерахованих дій є першочерговим, повинен вирішити в кожному конкретному випадку сам співробітник, який виявив пожежу.

По виникненню пожежі необхідно зберігати спокій і не допускати виникнення паніки.

Керівник або інша посадова особа, що перебуває біля осередку пожежі зобов'язана:

- упевнитися, що усі евакуаційні виходи з приміщення відкриті.
- повторити повідомлення пожежі до пожежної бригади за телефоном «01».
- здійснити організацію евакуації працівників та цінних матеріальних речей, використовуючи всі існуючі сили і засоби.
- при необхідності забезпечити відключення електроенергії, відключити наявні системи загальнообмінної вентиляції, застосувати інші дії, які допоможуть запобігти розвитку пожежі та задимлення приміщення.
- зупинити всю роботу, яка не пов'язана з діями та зусиллями щодо тушіння пожежі.
- виділити осіб для зустрічі пожежної бригади, які знають під'їзні шляхи до будівлі, розташування пожежних гідрантів і планування приміщень.
- до прибуття пожежних очолити тушіння пожежі.

Піпп і дата
Інв №001/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №001/д

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата

ЕК 19510173

Арк

54

–викликати швидко медичну допомогу за необхідності, та інші необхідні аварійні служби міста.

–доповісти про пожежу вищому керівництву[52].

По прибуттю пожежної бригади необхідно:

–вказати пожежним-рятувальникам місце пожежі і найкоротші шляхи до цього місця;

–розповісти про знаходження людей в небезпечній зоні і під час евакуації;

–забезпечити вказівку, розташування і супровід до джерел водопостачання, засобів пожежогасіння та зв'язку;

–на вимогу керівника гасіння пожежі забезпечити залучення необхідної автотракторної, поливальної та іншої техніки;

Крім того, потрібно розповісти про конструкцію та технологічні характеристики будівлі, наявності небезпечних факторів.

При виникненні загоряння для порятунку людей, майна або обладнання потрібно виконувати такі правила:

–коли виникає загоряння, необхідно, за можливості, спробувати його погасити за допомогою спеціально призначеного для цього вогнегасника або водопровідної води. Невеликі осередки пожежі можна накрити кодрою або щільною тканиною, для того щоб закрити доступ повітрю;

–якщо ліквідування загоряння не можливо, треба активувати ручний сповіщувач;

–щоб погасити полум'я, яке виникло на проводах, потрібно відключити електрику;

–при початку пожежі, обов'язково потрібно повідомити про це в пожежну охорони. Треба буде назвати точну адресу підприємства, своє прізвище та ім'я. По приїзду пожежної служби за можливості організувати доступ до місця загоряння, звільнивши для них проїзд;

–якщо в підприємстві спрацювала пожежна сигналізація, обов'язково треба почати евакуацію згідно з планом, який має знаходитися на кожному

Піпп і дата
Інв №001/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №001/д

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата

ЕК 19510173

Арк

55

поверсі. Використувати ліфт під час пожежі категорично заборонено. Щоб евакуюватися з нижніх поверхів, можна використовувати вікна як якості виходів;

–при пересуванні на близькій відстані до джерела полум'я треба накритися мокрою ковдрою. У задимлених приміщеннях треба пересуватися так, щоб дихальні шляхи перебували якомога ближче до підлоги. Аби не вдихати токсичні гази, бажано прикрити рот і ніс шматком вологої тканини або хустки;

–якщо вогонь потрапив на одяг, не треба бігти. У таких ситуаціях необхідно лягти на землю та перевертатися із спини на живіт та загасити полум'я землею, водою або снігом;

–зону пожежі необхідно залишати з навітряного боку;

–коли прибуває пожежна служба, керівник підприємства має повідомити старшого співробітника бригади про виконану евакуацію співробітників, локалізацію загоряння, розповісти про виконані дії з метою ліквідації вогню, а також про конструктивні і технологічні особливості будівлі.

Для забезпечення пожежної безпеки:

–територія підприємства та кожне робоче приміщення має бути чистим. Промислові відходи та сміття повинно прибиратися вчасно як по мірі їх накопичення, так і після завершення роботи. Не допускається зберігання в робочих приміщеннях горючих та інших легкозаймистих засобів.

–усі проходи мають завжди бути в справному стані та не захаращуватися. В кожному робочому приміщенні мають знаходитися вогнегасники в достатній кількості.

–паління на підприємстві суворо заборонено. Для цього треба обладнати окремо відведені місця. Пожежонебезпечні роботи повинні виконуватися тільки за наявності вогнегасників і при дотриманні безпечної дистанції до легкозаймистих матеріалів.

Піпп і дата
Інв №04/бл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв №04/дд

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата

ЕК 19510173

Арк
56

- якщо система автоматичної сигналізації в несправному стані, то треба вжити невідкладні міри стосовно її ремонту. Даного пристрій має працювати цілодобово.
- забороняється самостійно проводити ремонтні роботи електрики, вимикачів, електричних приладів, пристроїв освітлення. На світильниках мають бути встановлені захисні плафони.
- протипожежна водопровідна мережа завжди повинна бути справною та видавати потрібний обсяг води для гасіння пожежі. Перевіряти стан пожежних гідрантів за інструкцією необхідно раз на півроку у весняний та осінній сезони.
- водопровід, який розташовано в робочих приміщення, обов'язково має мати пожежні рукава, які розташовуються поруч з кранами[52].

Інв.№	№ докл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№	№ докл.	Підп. і дата	ЕК 19510173	Арк
Вид	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	57			

ВИСНОВКИ

Опале листя є серйозною проблемою, адже воно забруднює дороги і тротуари, а також псує зовнішній вигляд облагороджених територій, при цьому воно ж є хорошим матеріалом, придатним для різних способів переробки.

В даній роботі було розглянуто такі методи утилізації опалого листя як: мульчування; компостування; виготовлення сорбента; виробництва біогазу; виробництво твердого палива.

Було обрано компостування як найбільш раціональний спосіб утилізації опалого листя, оскільки в результаті можемо отримати цінне біологічне добриво.

В якості показника екологічної безпеки опалого листя прийнято концентрацію важких металів. В роботі було проведено дослідження вмісту важких металів в опалому листі на різних ділянках м. Суми, задля визначення доцільності використання такого листя для виготовлення якісного добрива.

Дослідження кількості важких металів було проведено методом атомно-абсорбційного аналізу. Важкі метали в пробах рослин визначаються в їх зольних розчинах. Різна концентрація рухомих форм важких металів у листяних такнинах рослин показує вміст їх у природному середовищі.

Для аналізу екологічної безпеки опалого листя в якості показника було обрано вміст в ньому важких металів, а саме купрум та цинк. Такий вибір було зроблено виходячи із наступного:

- купрум проявляє велику схильність до хімічної взаємодії з мінеральними та органічними компонентами, а також є малорухливим металом, завдяки чому може накопичуватися в рослині та спричиняти свій токсичний ефект;
- цинк легко адсорбується мінералами і органічними сполуками та може знаходитися в рослині в різних формах (в складі кристалічної решітки або у вигляді водорозчинних солей), що знову ж таки обумовлює

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

Вид	Арк	№ докум	Піпп	Дата

ЕК 19510173

Арк

58

накопичення даного елемента в рослині та може завдавати токсичного ефекту рослині.

По аналізу отриманих даних також можна встановити таку залежність і побачити, що різні види дерев по різному накопичують окремі важкі метали. На нашому прикладі ми спостерігали, що береза повисла накопичує цинк більш інтенсивно, коли, в свою чергу тополя чорна більше накопичує купрум.

Концентрація цинку у золі досліджуваних порід дерев змінюється у діапазоні 11,56-262,47 мг/кг в тополі чорній та 24,74-160,71 мг/кг в березі повислій, а купрум у 1,36-11,63 мг/кг в тополі чорній та 0,15-4,68 мг/кг в березі повислій. При цьому найбільша концентрація цинку спостерігається на вул. Лінійній, а купрум – на вул. Лінійній в тополі чорній та на вул. Тополянській в березі повислій.

В результаті було встановлено, що збільшення вмісту важких металів залежить від величини транспортного потоку, особливо вантажного, а також наявності промислових підприємств, що зумовлюють підвищений рівень забруднення атмосферного повітря. Саме на таких ділянках, які поєднують промислові підприємства та інтенсивний транспортний потік і було зафіксовано найвищі рівні досліджуваних важких металів.

В роботі також було визначено економічну ефективність виготовлення добрива з опалого листя шляхом його переробки методом компостування. Задля прискорення процесу компостування було запропоновано використати біопрепарат, як стимулятор для скорочення часу компостування і утворення біогумусу. Це є доцільним для кліматичних умов нашої країни, оскільки в нас значна частина року є холодною, і така температура не є придатною для процесу компостування.

Піпп і дата
Інв № 09/01/01
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв № 09/01/01

Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата

EK 19510173

Арк

59

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Z. Li, Z. Ma, T.J. van der Kuijp, Z. Yuan, L. Huang, A review of soil heavy metal pollution from mines in China: pollution and health risk assessment, *Sci. Total Environ.* (2014) 843–853.

2. S. Goix, T. Lévêque, T.-T. Xiong, E. Schreck, A. Baeza-Squiban, F. Geret, G. Uzu, A. Austruy, C. Dumat, Environmental and health impacts of fine and ultrafine metallic particles: assessment of threat scores, *Environ. Res.* 133 (2014) 185–194.

3. M. Shahid, S. Khalid, G. Abbas, N. Shahid, M. Nadeem, M. Sabir, M. Aslam, C. Dumat, Heavy metal stress and crop productivity, in: K.R. Hakeem (Ed.), *Crop Production and Global Environmental Issues SE – 1*, Springer International Publishing, 2015, pp. 1–25.

4. C.A. Harguinteguy, M.N. Cofré, A. Fernández-Cirelli, M.L. Pignata, The macrophytes *Potamogeton pusillus* L. and *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc. as potential bioindicators of a river contaminated by heavy metals, *Microchem. J.* 124 (2016) 228–234.

5. B. Chen, A.F. Stein, N. Castell, Y. Gonzalez-Castanedo, A.M. Sanchez de la Campa, J.D. de la Rosa, Modeling and evaluation of urban pollution events of atmospheric heavy metals from a large Cu-smelter, *Sci. Total Environ.* 539 (2016) 17–25.

6. B.R. Bondada, S. Tu, L.Q. Ma, Absorption of foliar-applied arsenic by the arsenic hyperaccumulating fern (*Pteris vittata* L.), *Sci. Total Environ.* 332 (2004) 61–70.

7. E. Schreck, C. Laplanche, M. Le Guédard, J.J. Bessoule, A. Austruy, T. Xiong, Y. Foucault, C. Dumat, Influence of fine process particles enriched with metals and metalloids on *Lactuca sativa* L. leaf fatty acid composition following air and/or soil-plant field exposure, *Environ. Pollut.* 179 (2013) 242–249.

8. A. Mahmood, R.N. Malik, Human health risk assessment of heavy metals via

Інв. № 00000 Пільг і дата
Інв. № 00000 Взаєм. інв.
Інв. № 00000 Пільг і дата
Інв. № 00000 Пільг і дата

					EK 19510173	Анк
						60
Вид	Анк	№ докум.	Пільг	Дата		

consumption of contaminated vegetables collected from different irrigation sources in Lahore, Pakistan, Arab. J. Chem. 7 (2014) 91–99.

9. P.J. Delaquis, K. Stanich, B. Girard, G. Mazza, Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill cilantro, coriander and eucalyptus essential oils, Int. J. Food Microbiol. 74 (2002) 101–109.

10. R. Kinnersley, L. Scott, Aerial contamination of fruit through wet deposition and particulate dry deposition, J. Environ. Radioact. 52 (2001) 191–213.

11. V. Fernández, T. Sotiropoulos, P.H. Brown, Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices, International fertilizer industry association, 2013.

12. G. Kerstiens, Plant cuticle, eLS (2010).

13. B. Pourrut, M. Shahid, F. Douay, C. Dumat, E. Pinelli, Molecular Mechanisms Involved in Lead Uptake, Toxicity and Detoxification in Higher Plants, In: Heavy Metal Stress in Plants, Springer, 2013, pp. 121–147.

14. G. Uzu, S. Sobanska, G. Sarret, J.J. Sauvain, P. Pradère, C. Dumat, Characterization of lead-recycling facility emissions at various workplaces: major insights for sanitary risks assessment, J. Hazard. Mater. 186 (2011) 1018–1027.

15. M. Rao, P. Dubey, Occurrence of heavy metals in air and their accumulation by tropical plants growing around an industrial area, Sci. Total Environ. 126 (1992) 1–16.

16. B.R. Bondada, S. Tu, L.Q. Ma, Absorption of foliar-applied arsenic by the arsenic hyperaccumulating fern (Pteris vittata L.), Sci. Total Environ. 332 (2004) 61–70.

17. J. Hagemeyer, M.N.V. Prasad, Heavy Metal Stress in Plants: From Molecules to Ecosystems, Springer Verlag, 1999.

18. Амбарцумян В. В., Носов В. Б., Тагасов В. И. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. Москва, 1999. 208 с.

19. Economic Evaluation of Air Quality Targets for Heavy Metals. European Commission. - Entec:UK Limited. 2001. 235 p.

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

EK 19510173

Арк

61

Вид	Арк	№ докум.	Піпп	Дата

20. Ревуцкая И.Л. Пылевое загрязнение атмосферного воздуха в окрестностях ТЭЦ г. Биробиджан // Аспирант и соискатель. — 2006. — № 3. — С. 250—252.

21. Гречкосій В. Д. Мульчування рослинних решток у системі органічного землеробства / В. Д. Гречкосій, Р. В. Шатров // Сучасні аграрні технології : інформаційно-аналітичне видання. - 2013. - № 9. - С.42-46.

22. В. В. Медведев, Т. Є. Линдіна. Мульчування як засіб поліпшення фізичних властивостей ґрунтів та ефективності дії мінерального живлення сільськогосподарських рослин.

23. Incrocci, L., Thompson, R.B., Fernandez-Fernandez, M.D., De Pascale, S., Pardossi, A., Stanghellini, C., Rouphael, Y., Gallardo, M. Irrigation management of European greenhouse vegetable crops (2020) Agricultural Water Management, 242, стаття № 106393.

24. Protecting our water, soil and air: A code of good agricultural practice for farmers, growers and land managers. Belfast: TSO Ireland. 2009. 214 p. ISBN: 978-0-11-243284-5.

25. Сметанин В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. Москва: Издательство Колос, 2003. 230 с. ISBN: 5-9532-0068- 4.

26. Павличенко А. В., Борисовська О. О. та Паршуткін М. А. Шляхи вирішення проблеми поводження з рослинними відходами у м. Дніпропетровськ. Форум гірників – 2012: матеріали міжнар. конф. (м. Дніпропетровськ, 3-6 жовтня 2012 р.). м. Дніпропетровськ: НГУ, 2012, Т. 1. С. 197-202. URI: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/150157>.

27. Сорбційний матеріал для очистки поверхні водних середовищ та ґрунту від нафти та нафтопродуктів: Пат. 38206 Україна: МПК07 B01J 20/16, C02F 1/28. № 2000063298; заяв. 06.06.2000; опубл. 15.05.2001; Бюл. № 4. 5 с.

28. Bailey, S. E., Olin, T. J., Bricka, R. M., Adrian, D. D. A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals. Water research. 1999. Vol. 33, Issue 11. P. 2469-2479. DOI: 10.1016/S0043-1354(98)00475-8.

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

ЕК 19510173

Анк
62

Вид	Анк	№ докум	Піпп	Дата

29. Hamdaoui, O. Removal of cadmium from aqueous medium under ultrasound assistance using olive leaves as sorbent. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. 2009. Vol. 48, Issue 6. P. 1157-1166. DOI: 10.1016/j.cep.2009.04.002.

30. Laura Bulgariu, Leticia Belén Escudero, Olugbenga Solomon Bello, Munawar Iqbal, Jan Nisar, Kayode Adesina Adegoke, Fadi Alakhras, Michael Kornaros, Ioannis Anastopoulos, Journal of Molecular Liquids 276 (2019) 728–747 p.

31. Y. Unpaprom, O. Intasaen, P. Yongphet and R. Ramaraj (2015). Cultivation of microalga Botryococcus braunii using red Nile tilapia effluent medium for biogas production. J. Ecol. Environ. Sci., 3: 58-65.

32. A. Burton and H. Wu (2016). Bed agglomeration during the drying of mallee leaf in fluidized bed. Ind. Eng. Chem. Res., 55: 1796-1800.

33. R. Pantawong, A. Chuanchai, P. Thipbunrat, Y. Unpaprom and R. Ramaraj (2015). Experimental investigation of biogas production from water lettuce, Pistia stratiotes L. Emer. Life Sci. Res., 1: 41-46.

34. Zhang, S., Wang, Y., Liu, S. Process optimization for the anaerobic digestion of poplar (Populus L.) leaves (2020) Bioengineered, 11 (1), pp. 439-448.

35. Спосіб утилізації відходів у вигляді опалого листя: Пат. 52029 Україна: МПК09 C10L 5/00. № u201001711; заявл. 18.02.2010; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15. 4 с.

36. Спосіб виготовлення паливного або кормового, або теплоізоляційного екологічно чистого біобрикету: Пат. 81138 Україна: МПК06 C05F 9/00, C05F 9/04, C05F 11/00. № u201104648; заявл. 15.04.2011; опубл. 25.11.2011, Бюл. № 20. 6 с.

37. Запорожець О.І., Савченко В.І., Карабцов Г.П. та інші. Паливо з біомаси на основі опалого листя. Вісник Національного Авіаційного Університету. 2010. Вип. 42.1. С. 185-190.

38. Skoog, Douglas (2007). Principles of Instrumental Analysis (6th ed.). Canada: Thomson Brooks/Cole. ISBN 0-495-01201-7.

Піпп і дата
Інв № докл
Взаєм інв
Піпп і дата
Інв № докл

				ЕК 19510173		Арк
Вип	Арк	№ докум	Піпп	Дата		
					63	

39. B.V. L'vov (2005), Fifty years of atomic absorption spectrometry; J. Anal. Chem., 60: 382–392.

40. Stefánsson A, Gunnarsson I, Giroud N (2007). "New methods for the direct determination of dissolved inorganic, organic and total carbon in natural waters by Reagent-Free Ion Chromatography and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry". Anal. Chim. Acta. 582 (1): 69–74 p. ^

41. Mermet, J. M. (2005). "Is it still possible, necessary and beneficial to perform research in ICP-atomic emission spectrometry?". J. Anal. At. Spectrom. 20: 11–16 p.

42. Pessanha, Sofia; Queralt, Ignasi; Carvalho, Maria Luísa; Sampaio, Jorge Miguel (1 October 2019). "Determination of gold leaf thickness using X-ray fluorescence spectrometry: Accuracy comparison using analytical methodology and Monte Carlo simulations". Applied Radiation and Isotopes. 152: 6–10 p.

43. Kalnickya, Dennis J.; Raj Singhvi (2001). "Field portable XRF analysis of environmental samples". Journal of Hazardous Materials. 83 (1–2): 93–122 p.

44. McDonald, A.G., Bealey, W.J., Fowler, D., Dragosits, U., Skiba, U., Smith, R.I., Donovan, R.G., Brett, H.E., Hewitt, C.N. and Nemitz, E. (2007). Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations. Atmospheric Environment, 41, 8455–8467.

45. Джафарова В.Р., Богомолова А.В., Васькіна І.В. Влиw автотранспорту на вміст важких металів у опалому листі. / Збірка тез наукових робіт II туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за напрямом «Екологічна безпека комплексу «автомобіль – навколишнє середовище»», спеціальність «Автомобільний транспорт». – X., 2020. – С. 11–13.

46. Vos, P.E.J., Maiheu, B., Vankerkom, J. and Janssen, S. (2012). Improving local air quality in cities: To tree or not to tree? Environmental pollution, 183, 113–122.

Піпп і дата
Інв. №
Взаєм. інв.
Піпп і дата
Інв. №

Вид	Арк	№ докум.	Піпп	Дата	ЕК 19510173	

47. Khageshwar Singh Patel, Reetu Sharma, Nohar Singh Dahariya, Ankit Yadav, Borislav Blazhev, Laurent Matini, Jon Hoinkis. (2015). American Journal of Analytical Chemistry, 6, 687-693p.

48. Lee, M.-E., Park, J.H., Chung, J.W. Adsorption of Pb(II) and Cu(II) by ginkgo-leaf-derived biochar produced under various carbonization temperatures and times (2017) International Journal of Environmental Research and Public Health, 14 (12), article № 1528.

49. Xiao, R., Zhang, H., Wang, Z., Zhang, Z., Du, J., Li, R., Luo, N., Ali, A., Sun, Z., Zhang, Z. Foliar litters: Sources of contaminants in phytoremediation sites by returning potentially toxic metals (PTMs) back to soils (2019) Chemosphere, 222, pp. 9-14.

50. Lin, Y.-C., Leño, E.M., Pang, K.-L. Effects of Cu(II) and Zn(II) on growth and cell morphology of thraustochytrids isolated from fallen mangrove leaves in Taiwan (2010) Botanica Marina, 53 (6), pp. 581-586.

51. Кобилянська І. М., Кобилянський О. В., Яблочников С. Л. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник. Вінниця, 2007. 128 с.

52. Бондаренко Є. А. Пожежна безпека: Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2008. – 109 с.

Піпп і дата	
Інв №	
Взаєм інв	
Піпп і дата	
Інв №	

EK 19510173

Арк

65

Вид Арк № докум Піпп Дата