

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 206 «Садово-паркове господарство»
Освітньо-професійна програма «Садово-паркове господарство»

«Допускається до захисту»
Зав. кафедри садово-паркового
мистецтва та ландшафтного
дизайну доц. Ольга ІВАНЧЕНКО

«__» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
«ВМІСТ ТА РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОПАДО-
ПІДСТИЛКОВОМУ БЛОЦІ НАСАДЖЕНЬ ЗАГАЛЬНОГО
КОРИСТУВАННЯ М. ДНІПРО»

Здобувач: _____ Аліна КРИКУН

Керівник кваліфікаційної роботи

к.б.н., доц. _____ Марина ЯКУБА

Дніпро – 2024

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра садово-паркового мистецтва та ландшафтного дизайну
Спеціальність 206 «Садово-паркове господарство»
Освітньо-професійна програма «Садово-паркове господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри садово-паркового
мистецтва та ландшафтного дизайну
доц. Ольга ІВАНЧЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Крикун Аліни Костянтинівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Вміст та розподіл важких металів в опадо-підстилковому блоці насаджень загального користування м. Дніпро».

Керівник роботи: к.б.н., доц. Якуба М.С., затверджено наказом вищого навчального закладу від “31” жовтня 2024 року № 3648

2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру: «16» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: просторові, функціональні та екологічні характеристики насаджень загального користування міста Дніпра.

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

1) опрацювати та проаналізувати літературні джерела щодо історії існування, видового складу та особливостей функціонування і практичного значення паркових угруповань загального користування в межах великих індустріальних міст;

2) з метою визначення вмісту та розподілу важких металів обрати ділянки паркових угруповань трьох парків міста Дніпра (парки ім. Ю. Гагаріна, ім. Б. Хмельницького та ім. Т. Шевченка) зі схожими за видовим складом, віком деревних порід та фізіологічним станом рослинності характеристиками;

3) дослідити морфологічні властивості підстилкового шару паркових екосистем міста, відібрати проби підстилки та листяного опаду для аналізу вмісту у їх масі важких металів;

4) з'ясувати вміст важких металів першої категорії небезпеки Pb, Cd та Zn у підстилці та опаді паркових насаджень міста Дніпро;

5) виявити особливості акумулятивної здатності відмерлої фітомаси насаджень, щодо накопичення та утримання важких металів як одного зі шляхів їх інактивації та створення сприятливих для проживання містян екологічних умов міського середовища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): рисунки, діаграми і таблиці.

6. Дата видачі завдання: 6 травня 2024 року

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Марина Якуба

Завдання прийняв до виконання _____ Аліна Крикун

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Планування етапів виконання кваліфікаційної роботи	травень 2024	Виконано
2	Огляд та опрацювання літературних джерел	червень-вересень 2024	Виконано
3	Дослідження морфологічних параметрів підстилкового шару та визначення запасів підстилки у паркових насадженнях міста Дніпро. Відбір проб підстилки та їх попередня обробка	травень-серпень 2024	Виконано
4	Дослідження кількості важких металів у зразках відмерлої фітомаси (підстилки) паркових угруповань. Попередня обробка отриманих результатів.	червень-листопад 2024	Виконано
6	Відбір проб та визначення запасів листяного опаду, визначення вмісту Pb, Cd та Zn у листяному опаді парків	листопад 2024	Виконано
7	Написання та оформлення роботи згідно з встановленими правилами	листопад- грудень 2024	
8	Збір матеріалу та написання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	грудень 2024	Виконано

Здобувач

Аліна КРИКУН

Керівник

Марина ЯКУБА

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП	7
1. ОСНОВНІ РИСИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МІСЬКИХ НАСАДЖЕНЬ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ.....	11
1.1 Роль насаджень загального користування як важливого компоненту системи містобудування.....	11
1.2 Будова і склад міських насаджень загального користування та особливості кругообігу органо-мінеральних речовин і хімічних елементів у міських парках.....	13
1.3 Роль існування, принципи формування та нюанси деструкції фідмерлої фітомаси у міських паркових насадженнях.....	16
1.4 Забруднення міського середовища важкими металами та санітарно- захисна роль підстилкового шару деревних насаджень у оптимізації екологічного стану промислових міст.....	20
2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА, ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІСТА ДНІПРО	23
3. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ І РОЗПОДІЛУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У НАСАДЖЕННЯХ МІСТА ДНІПРО.....	26
3.1. Об'єкти дослідження.....	26
3.2. Методи дослідження.....	31
4. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ОПАДОУТВОРЕННЯ ТА ПІДСТИЛКОНАКОПИЧЕННЯ У НАСАДЖЕННЯХ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МІСТА ДНІПРА.....	32
5. ВАЖКІ МЕТАЛИ У КОМПОНЕНТАХ ОПАДО-ПІДСТИЛКОВОГО БЛОКУ ПАРКОВИХ УГРУПОВАНЬ МІСТА ДНІПРО.....	38
5.1. Особливості біогенного впливу важких металів першої категорії небезпеки та їх токсичність.....	39
5.2. Вміст Pb, Cd та Zn у підстилці та опаді паркових насаджень міста Дніпра.....	42
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	47
ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 59 с., 3 табл., 8 рис., 61 літературне джерело.

Об'єкт дослідження: опадо-підстилковий блок та вміст і розподіл у ньому важких металів у насадженнях загального користування міста Дніпро (парки ім. Тараса Шевченка, Богдана Хмельницького та Юрія Гагаріна).

Мета роботи: дослідження морфологічних ознак та принципів формування опаду і підстилки у парках міста Дніпра, виявлення особливостей вмісту та розподілу важких металів в опадо-підстилковому блоці насаджень загального користування. Обґрунтування доцільності використання цих показників у визначенні ролі та потенційних можливостей використання підстилкового шару у паркових насадженнях, як важливого компонента в забезпеченні нормального функціонування насаджень та біобар'єру і природного фільтру у процесах надходження та кругообігу важких металів у екосистемах. Використання підстилкових характеристик для визначення функціонального стану та ступеня стійкості парків.

Методи дослідження: методи польових досліджень та маршрутних обстежень, лабораторні фізико-хімічні та хімічні методи.

Проаналізовано інформацію щодо основних рис та екологічних принципів функціонування міських насаджень загального користування, виявлено їх роль, основні риси опадо-підстилкового блоку парків, його складу і особливостей кругообігу речовин та хімічних елементів у міських парках. Досліджено особливості процесів опадоутворення та підстилковнакопичення у насадженнях загального призначення міста Дніпра. Вивчено вміст важких металів у підстилці та опаді парків Дніпра, виявлено акумулятивні властивості опадо-підстилкового блоку міських парків та їх значення у підтримці стабільного стану паркових екосистем.

Ключові слова: насадження загального користування, парки, опад, підстилка, важкі метали, особливості функціонування підстилки, характеристики опаду і підстилки, функціональний стан парків.

ВСТУП

Більшість представників сучасної екологічної спільноти одногосно дотримується теорії незворотності та невпинного і стрімкого процесу урбанізації, що буде й надалі прогресувати [4, 19]. Промислові міста та урбанізовані території, що сформовані на теперішній час, мають низку переваг для комфортного проживання містян, ці переваги пов'язані зі створенням зручних на соціально-побутовому, інформаційному, виробничо-технологічному, комунікативному, транспортному та інших рівнях існування людини, умов. Однак, такі зміни характеристик міського середовища мають свої недоліки, що є катастрофічним і виявляються здебільшого у частковій, а подекуди майже повній, втраті зв'язку міських мешканців з природним середовищем [28, 41]. Погіршення мікрокліматичних та екологічних властивостей міста зумовлює виникнення низки складних проблем, що стосуються зниження рівня психологічного та фізичного здоров'я містян, погіршення стану компонентів міського середовища (грунтів, повітря, води, тощо), скорочення біоріноманіття міських флори та фауни тощо [28].

З огляду на вищезазначені обставини, важливим завданням науковців є виявлення та впровадження дієвих шляхів екологізації місць проживання населення і створення належних умов для зростання стійкої до впливів негативних факторів рослинності. Парки це публічні місця на території міст, що виступають надійними осередками відпочинку, відновлення психологічного стану та підтримки здоров'я містян [8, 12]. Оскільки щільна забудова міст та сучасні технології облаштування міського простору зумовлюють брак територій для озеленення, наявні сучасні міські насадження повинні максимально успішно виконувати санітарно-гігієнічні, містобудівельні, рекреаційні, естетичні та інші функції. Для цього вони повинні перебувати у функціональному стані, що наближений до стану природних систем з наявністю зв'язків та компонентних складових, що тісно пов'язані між собою та функціонують злагоджено і надійно як єдине ціле.

Нааявність тісних функціональних зв'язків між складовими паркової системи приводить до формування стійкості насаджень та їх здатності протистояти згубним впливам факторів урботехногенного середовища і при цьому успішно виконувати роль міських рекреаційних осередків [51].

Одною з важливих умов забезпечення успішного функціонування міських парків є максимальне збереження нагрунтового відмерлого рослинного матеріалу - лісової підстилки [46].

Лісова підстилка предствалє собою відмерлу рослинну масу, що створюється у вигляді нагрунтового шару з опалого листя, кори, гілок, брунькових лусок, квітів та інших частин рослин в результаті природних фізіологічних процесів протягом тривалого кількарічного періоду під кронами деревних і чагарникових рослин. Це унікальне утворення виконує низку надважливих функцій і зумовлює нормальний перебіг життєвих процесів в межах екосистем. В процесі деструкції лісової підстилки поживні речовини вивільняються у ґрунт та довкілля, повертаючись до активної участі у біокругообігах органічно-мінеральної речовини і постачаючи рослинам поживні речовини для росту та розвитку. Частина підстилки, розкладення якої потребує більше часу, концентрується у верхніх шарах ґрунтового покриву біогеоценозів і перетворюється на гумус [47, 51] .

Лісова підстилка слугує місцем існування безлічі видів хребетних та безхребетних тварин, рослин, грибів та мікроорганізмів. Відмерла фітомаса оптимізує водний, повітряний і температурний режими ґрунту, концентрує в своїй товщі та у верхніх ґрунтових шарах життєво необхідні для росту і розвитку рослин поживні органічні компоненти та мінеральні елементи. Продукти розкладання відмердої фітомаси, які надходять у ґрунтові шари внаслідок фільтрації атмосферними опадами, змінюють властивості та компонентний склад ґрунтового розчину в їх фільтраційній зоні. Крім того, у лісовій підстилці постійно синтезуються важливі органічні та гумінові кислоти, що беруть активну участь у ґрунтових процесах та є важливими для життя рослин. Результат взаємного впливу цих кислот та мінеральної

складової ґрунту визначає напрямки та особливості перебігу процесу ґрунтоутворення у екосистемі [35].

Лісова підстилка є екосистемною ланкою біогеоценозу, що тісно пов'язує абіотичні й біотичні його складові в цілісну єдину систему. Зазвичай формування та функціонування підстилкового шару у насадженні відображає зональні особливості місця існування фітоценозу, тому дослідження цього компонента екосистем потребує врахування багатьох факторів і географічного аспекту в тому числі. Варто також брати до уваги вплив факторів антропо-техногенного походження на процеси формування та функціонування підстилкового шару, особливо актуальним це зауваження є для міських насаджень, що зазвичай перебувають під посиленням впливом рекреаційного та техногенного навантаження.

Надзвичайно важливими є лісомеліоративні функції підстилкового шару у насадженнях оскільки він визначає водозатримувальні, вологонакопичувальні, водорегулювальні, буферні, очисні, ґрунтозахисні, протиерозійні, акумулятивні та інші функції, що зумовлюють напрям та темпи розвитку насаджень та його середовищепокращуючий вплив та роль в оптимізації міського середовища. Важливою є також здатність підстилки накопичувати та утримувати у неактивному стані хімічні сполуки, важкі метали та токсичні речовини різного походження, що зазвичай присутні в межах міського середовища у значних кількостях і є загрозливими для життя містян та тваринного і рослинного населення міст. Тому дослідження вмісту та розподілу важких металів у опаді та мортмасі (підстилці) насаджень загального користування міста Дніпра є важливими та актуальними.

Мета роботи: дослідити вміст та розподіл важких металів у опадо-підстилковому блоці насаджень загального користування міста Дніпро.

З метою досягнення мети у роботі вирішувались наступні задачі:

- ознайомитися з відомостями про основні риси та екологічні принципи функціонування міських насаджень загального користування;

- дослідити запаси та морфометричні показники підстилки та опаду міських насаджень загального користування;
- визначити компонентний вміст металів у складових опадо-підстилкового блоку паркових насаджень міста Дніпра;
- виявити особливості розподілу важких металів у опадо-підстилковому блоці паркових екосистем;
- виявити акумулятивні властивості підстилки та її потенційні можливості у очищенні міського середовища від забруднення важкими металами.

Об'єкт дослідження: опадо-підстилковий блок насаджень загального користування міста Дніпро.

Предмет дослідження: запаси та морфо-метричні показники опаду і підстилки та вміст у них важких металів.

Методи дослідження: польові, лабораторні, описові методи та методи порівняння, аналізу і синтезу інформації.

Наукова новизна отриманих у роботі результатів: вперше проаналізовано вміст важких металів та вивчено їх розподіл в опадо-підстилковому блоці насаджень загального користування міста Дніпро.

Практичне значення та можливості використання результатів роботи: отримані під час виконання дипломної роботи результати можуть бути використані для визначення функціонального стану паркових екосистем міста Дніпро та наданні практичних рекомендацій, щодо догляду за парковими насадженнями а впровадження заходів з оптимізації їх життєвого стану. Результати досліджень акумулятивних властивостей підстилки та її здатність до накопичення й утримання шкідливих речовин у неактивному стані будуть корисними при плануванні та здійсненні процедур з покращення та оптимізації екологічного стану урбогенних середовищ.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ РИСИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МІСЬКИХ НАСАДЖЕНЬ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

Серед усього різноманіття насаджень міст до складу яких входять міські сади, парки, сквери, осередки озеленення лікувальних та освітніх закладів, насадження мікрорайонів та селітебних зон міста, бульвари та набережні, колективні городи і садові комплекси та інші об'єкти озеленення, особливе місце займають насадження загального користування. Ці локації у містах виконують важливу роль у створенні комфортних кліматичних умов для проживання містян та виконують важливі рекреаційну, естетичну, оздоровлювальну, пізнавальну, освітню, комунікативну та інші функції [3, С. 107-108]. Особливою спільною рисою міських насаджень загального призначення є їх поліфункціональність, що спрямована на задоволення рекреаційних потреб усіх вікових та соціальних категорій містян і людей з різними вимогами та потребами, щодо організації дозвілля у природному середовищі.

1.1 Роль насаджень загального користування, як важливого компоненту систем містобудування

Сучасні тенденції світового прогресу тісно пов'язані зі стрімким зростанням кількості міст та збільшенням їх розмірів. Разом з тим, у містах спостерігається постійне погіршення умов проживання людей, що зумовлене ростом концентрації промислових підприємств, виробничих зон та кількості викидів поллютантів у довкілля, збільшенням кількості транспортних засобів тощо [7, 38]. Ці процеси у сукупності зі змінами клімату на планеті приводять до необхідності пошуку шляхів та методів вирішення проблем забезпечення комфортних умов проживання містян. Розумний підхід до створення структури сучасного міського середовища передбачає обов'язкову та добре сплановану і обгрунтовану розбудову комплексної зеленої зони міст [37, 44 С. 263-270]. У

більшості сучасних великих міст України спостерігаються високі темпи забудови значних площ міських територій, при чому площі під зелені насадження залишаються мінімальними. Це явище приводить до зниження комфортності середовища і впливає на погіршення стану фізичного та ментального здоров'я містян [28].

Існування сучасного міста без облаштування належної кількості паркових насаджень наразі не можливе. І, оскільки, більша частина площі міст відведена під забудову, а ті ділянки, що залишаються вільними, для зручності містян обладнані твердим покриттям, існування рослинності дедалі ускладнюється. За таких обставин, у межах міст складаються умови гострого браку зелених насаджень, хоча з цього приводу існують нормативи, дотримання яких є обов'язковою умовою облаштування міського середовища. Згідно положень, висвітлених у «Правилах утримання зелених насаджень...» частка озеленення міських вулиць повинна становити понад 25 % від загальної території міста, а відсоткова частка зелених зон різного призначення серед забудованої частини міста має бути рівною понад 40-50 % [22, 25].

Структурне планування міських зелених насаджень загального призначення розробляється в розрахунку на одного мешканця і залежить від рельєфу, природно-кліматичних умов, кількості людей, що проживають у місті, специфіки та темпів міського життя тощо. Кількість зелених насаджень на городянина може істотно різнитися, але для визначення ступеню забезпечення населення комфортними умовами проживання затверджені мінімально допустимі показники озеленених площ, які для міських поліфункціональних парків дорівнюють 15 га, парків спеціального призначення – 10 га, для садів, створених в межах житлових районів, більше 3 га, а міських скверів не менше 0,5 га. Якщо розглядати норми озеленення міської території по відношенню до загальної площі міста, то це значення не повинно бути нижчим за 70 % [31].

За даними нормативних документів, площа загальноміського парку культури і відпочинку має бути більшою за 15-20 га, повинна мати розміри у перерахунку 50-60 м² на одного відвідувача, бути розміщена у селітебній

густонаселеній зоні міста з середнім радіусом доступності 5 км, та витратою часу для того щоб дістатися до парку - 20 хвилин на транспорті [26, 30].

Сучасна ситуація з забудовою міст свідчить про її хаотичність та недотримання забудовниками багатьох правил та нормативів щодо озеленення міста. Ця ситуація посилюється зі зростанням кількості транспорту в межах міста, інтенсифікації виробничих процесів та веденні активних бойових дій, що тривають з лютого 2022 року, з моменту вторгнення на територію України російських загарбників. Такі обставини негативно впливають на екологічний стан міського середовища, позбавляючи мешканців належних умов проживання. У зв'язку з браком зелених насаджень у містах майже по всій Україні спостерігається значне забруднення повітря, води, ґрунтів, несприятливий температурний режим та режим зволоження середовища, проблеми з санітарним станом міського довкілля тощо.

Ландшафтно-естетична роль міських парків полягає у тому, що ці осередки являють собою зелені масиви, локалізовані на близькій відстані від забудови міста і призначені для відпочинку усіх категорій населення. Часто крім рекреаційної функції, міські парки здатні виконувати фітомеліоративну та ґрунтополіпшувальну функції, що реалізуються шляхом позитивного впливу на присутні на певній території міста складені історично, або змінені під впливом антропо-техногенного тиску, гідрокліматичні умови та характеристики ґрунтів [6, 13].

Усі міські зелені насадження мають свою специфіку існування, оскільки зростають в умовах, що істотно відрізняються від природних, складених історично і типових для певних кліматичних зон та регіонів. Природні екосистеми, складені впродовж дуже тривалого часу і максимально пристосовані до умов місця зростання є стійкими і витривалими відносно впливу на них факторів довкілля і частково, в певних межах, стійкими до антропо-техногенного впливу [43]. На відміну від природних угруповань, штучні або істотно урбанізовані паркові насадження природного походження є дуже не стійкими та вразливими відносно впливу на них несприятливих

факторів довкілля [40]. В рослинних угрупованнях, що існують в межах міст як правило істотно змінені міграційні шляхи хімічних елементів, біологічні кругообіги орґано-мінеральних речовин та хімічних елементів є незамкненими і порушеними у зв'язку з чим такі екосистеми втрачають здатність до саморегуляції і підтримки свого функціонування та тривалої стабільності. За таких умов штучна підтримка функціонального стану та процесів життєдіяльності вразливих та незахищених паркових екосистем є обов'язковою умовою їх успішного, тривалого та ефективного існування.

Зелені насадження міст повинні виконувати низку різноманітних функцій. Міські парки, як різновид насаджень загального користування, повинні зменшувати кількість хворобочинних бактерій у довкіллі, оптимізувати рівень шумового навантаження та температурний режим урбосередовища, насичувати повітря корисними фітонцидними речовинами, знижувати швидкість руху повітряних мас, зменшувати швидкість руху повітряних мас та очищати повітря від пилового забруднення та вмісту шкідливих речовин і газів тощо [12, 14].

1.2 Будова і склад міських насаджень загального користування та особливості кругообігу орґано-мінеральних речовин і хімічних елементів у міських парках

Позитивне значення паркових насаджень в межах промислового міста зумовлене здатністю оптимізувати санітарно-гігієнічні, мікрокліматичні та естетичні властивості міського довкілля.

В процесі створення зелених насаджень завжди беруть до уваги їх здатність забезпечувати такі процеси: 1) знешкодження радіонуклідів, інактивація їх шляхом накопичення у фітомасі; 2) постачання у повітря кисню та активне поглинання CO_2 ; 3) фільтрація повітря та зниження рівня його запиленості; 4) іонізації повітря; 5) звільнення довкілля від радіонуклідів, полютатнів, важких металів, токсичних газів, ароматичних вуглеводнів та інших небезпечних речовин; 6) оптимізація режиму зволоження,

температурного та радіаційного фону в межах міста; 7) захист міського середовища від надмірного шумового навантаження; 8) регулювання швидкості вітру та спрямування повітряних потоків у потрібному напрямку; 9) створення своєрідного і неповторного архітектурно-художнього стилю міста; 10) регулювання та підтримка властивостей ґрунтового покриття міста на належному рівні; 11) створення гармонійного, високоестетичного середовища та підвищення художньої виразності міських територій.

Організація стійких та ефективних паркових насаджень передбачає використання принципу біоценотичної єдності та екологічності, а це означає, що умови територій, обраних для облаштування парків, повинні бути максимально наближеними до типових для них природних середовищ, а рослини повинні бути максимально повно забезпечені усіма необхідними ресурсами для їх росту та розвитку.

Варто зазначити, що паркові угруповання у містах істотно різняться за своїм видовим складом, часто штучно створені деревні екосистеми характеризуються монопородністю, або мають досить збіднений і обмежений видовий склад, що приводить до зниження їх стійкості відносно згубного впливу несприятливих, часто руйнівних, факторів міського середовища [9, 20].

Численні дослідження особливостей кругообігів органо-мінеральних речовин та важких металів у паркових екосистемах міста демонструють відмінності та особливості цих процесів від аналогічних у лісах природного походження. Як вказують дослідники, ці відмінності зумовлені багатьма факторами, визначальними серед яких є їх несприятлива дія на різноманітні ростові процеси і розвиток трав'янистих рослин, чагарників та деревних паркових рослин в умовах досить специфічних і часто істотно змінених параметрів міського середовища та несприятливих умов існування рослин [5, 11, 46 С. 250 - 260].

Негативний вплив на розвиток і функціонування деревних міських насаджень чинить значний антропо-техногенний пресинг на ці насадження, що пов'язаний з:

- присутністю у повітрі і ґрунтовому покриві міста токсичних речовин;
- нестачею ґрунтової та атмосферної вологи;
- ущільненням та погіршенням фізико-хімічних властивостей ґрунту;
- збідненням видового складу ґрунтово-підстилкової фауни та обмеженням кількості мікробного населення екосистеми;
- механічним впливом на підстилку та ґрутовий покрив на території парків, у зв'язку з інтенсивним пішохідним рухом територією парків;
- витоптуванням та прискоренням процесів трансформації відмерлої фітомаси.

Внаслідок інтенсифікації процесів деструкції відмерлих рослинних решток у паркових екосистемах часто відбувається повне розкладання органіки впродовж дуже короткого терміну, і шар підстилки у таких випадках у піднаметовому просторі парків не утворюється або має вкрай малу щільність та потужність, що унеможлиблює виконання підстилкою низки важливих функцій, які забезпечують стійкість екосистем. Кругообіги орґано-мінеральних речовин та важких металів у багатьох досліджених паркових екосистемах як правило дуже інтенсифіковані, що негативно впливає на стабільність існування деревних насаджень в межах урбанізованого середовища.

1.3. Роль існування, принципи формування та нюанси деструкції відмерлої фітомаси у міських паркових насадженнях

Відомо, що процеси накопичення та розкладання трансформованої відмерлої фітомаси у екосистемах демонструють особливості загального кругообігу речовин, що у них відбуваються і суттєво впливають на загальний рівень продуктивності та функціональності фітоценозів [51 С. 47-55, 55 С. 47-49].

Лісова підстилка є важливим і необхідним компонентом усіх екосистем з деревними рослинами та чагарниками у складі, не залежно від їх зонального розташування, але, у випадку існування деревних насаджень в межах Степової зони України, з яскраво вираженим дефіцитом зволоження, ця потреба значно

актуалізується. Факт присутності підстилкового шару у просторовому складі деревних угруповань набуває вирішального, у сенсі життєздатності та стійкості, значення для існування екосистеми.

Вкрай важливе значення належить лісовій підстилці у рекреаційних насадженнях, у яких, внаслідок значного антропогенного впливу, часто спостерігається ознаки порушення структури рослинного угруповання та його компонентів, у тому числі й лісової підстилки [15, С. 284-294, 27, С. 64-73]. Нажаль, більшість наявних результатів вивчення цього питання епізодичні, досить розрізнені і часто стосуються насаджень, розташованих поза міськими межами. У багатьох насадженнях міст, особливо тих, що активно використовуються у якості рекреаційних осередків, спостерігається інтенсивне вилучення підстилки з території внаслідок витоптування або свідомого прибирання опалого листя восени. В результаті таких процесів часто у парках спостерігається порушення верхніх шарів ґрунтового покриву, яке приводить до зменшення вологозапасів та втрати структури верхніх шарів ґрунту, зменшення видового складу тваринного та мікробного населення. Зниження підстилкової маси у екосистемі неодмінно приводить до зменшення обсягів поживних речовин, що повертаються у ґрунт та знову залучаються у біокругообіг, потрапляючи у харчові ланцюги рослин [17].

Джерелом утворення лісової підстилки у деревних угрупованнях є переважно листяний опад, його кількість, за даними різних дослідників становить від 54 до 78 % від загального об'єму опалої з дерев фітомаси. У більшості деревних екосистем на 1 га площі щорічно надходить по декілька тонн органіки та до декількох сотень кілограмів зольних елементів у складі яких містяться і сполуки важких металів [16]. Внаслідок щорічного утворення опаду у листяних листопадних рослин та цілорічного опадання хвої у хвойних видів відбувається кругообіг органогенних хімічних елементів, мікро- та макроелементів і важких металів. Цей процес забезпечує безперервність існування живих організмів та зумовлює існування тісних зв'язків між складовими компонентами біосфери планети [45].

Підстилка може накопичувати у своєму складі як біогенні елементи, необхідні для існування живих організмів, так і важкі метали або токсини, надходження яких відбувається в результаті утворення відходів промислового виробництва, роботи транспортних засобів, антропо-техногенної діяльності і не є корисним та необхідним для рослин. Забруднюючі речовини, що потрапляють у міське середовище осідають на поверхні ґрунту та на листових пластинках рослин, надходять у їх біомасу. Після надходження опадів на ґрунт осілі речовини разом з відмерлою органікою опиняються у складі підстилки, де впродовж певного часу вони підлягають впливу різних процесів переробки, механічного і хімічного впливу, трансформації та деструкції. Маса листового опадів, що потрапив на ґрунт, починає зменшуватись внаслідок процесів гниття та руйнування структури відмерлої фітомаси. Речовини та сполуки, які під час цього процесу вивільняються виносяться з талими водами та атмосферними опадами як у горизонтальній площині так і вниз, по ґрунтовому профілю, потрапляючи в зону розташування кореневої системи рослин і опиняючись у зоні доступності для поглинання їх коренями.

З досліджень низки авторів відомо, що у перший рік формування опадів ця субстанція перебуває у найактивнішій стадії трансформації, при цьому втрачається близько половини її маси [16, С. 213-214]. Загальний час до остаточного розкладання опалої фітомаси у складі підстилки може істотно коливатися і залежить від кліматичних умов, специфіки та фракційного складу опадів, видового складу рослинного угруповання, активності тваринного та мікробного населення екосистеми, рекреаційного навантаження тощо. У середньому, терміни повного розкладання опадів істотно коливаються і становлять від одного року до 10 і більше. Досить логічним є той факт, що в процесі розкладання та перебігу деструкції і вилугування у осінньо-зимовий період відбувається істотна зміна складу мортмаси і активності речовин, що вимиваються.

Наразі рослинність міських парків України налічує не мало деревних та чагарникових видів та сортів і форм (понад 1000) [35, С. 30-33]. Значна кількість з цих рослин не є аборигенними видами, вони інтродуковані з інших місць з метою залучення високодекоративних та стійких форм для озеленення техногенно-трансформованого середовища зі складними умовами зростання. Ці рослини, будучи чужорідними для нових умов і не маючи природних ворогів та конкурентів, часто швидко і вдало пристосовуються активно використовуючи життєві ресурси та обираючи експансивну тактику виживання. Ця «загарбницька» поведінка має низку проявів серед яких і специфіка розкладання морстмаси та утворення підстилки. Такі алохтонні чужорідні види постачають з опадом у ґрунт складні за хімічною природою сполуки, які потрапляючи у ґрунт здатні поводити себе досить непередбачувано [24, С. 328-334; 29, С. 73-79].

Утворення підстилки у міських насадженнях загального призначення має свою специфіку, що значно вирізняє ці процеси у природних лісових екосистемах та відображається на процесах кругообігу речовин і важких металів. Як правило опадоутворення у міських парках, особливо на місцях інтенсивного відвідування, перебуває під контролем міських парковпорядників, що намагаються прибрати відмерлу фітомасу для надання насадженню доглянутого естетичного вигляду та створення зручного простору для відвідувачів. Однак, не зважаючи на значну критику здійснення процедури прибирання опалого листя чітко прописаних правил поводження з деревним опадом у межах парків України не існує. Доведено, що наявність підстилки, створеної внаслідок розкладання та накопичення нерозкладених залишків на ґрунті парків є бажаним та позитивним явищем, що забезпечує стійкість деревних угруповань та зумовлює аналогічний до природних лісів перебіг кругообігів речовин [54, С. 99-105].

До недавня опале листя, що ретельно прибирали у насадженнях міст та інтенсивно спалювали, аргументуючи цей процес тим, що у підстилці можуть міститися хворобочинні організми, шкідники та токсичні сполуки,

накопичені рослиною в процесі вегетації в межах забрудненого урбогенного середовища. Згодом процедуру спалювання опад категорично заборонили, висунувши аргументи щодо шкідливості диму та негативного впливу високих температур і зміни мінерального складу ґрунтового покриву в межах паркових насаджень [48, 53]. Наразі вчені переконливо доводять, що у паркових екосистемах опад і підстилку необхідно максимально зберігати з метою наближення життєвих процесів у насадженнях до природного сценарію. Вчені стверджують, що чим більші запаси підстилки накопичуються у паркових насадженнях, тим стійкішим є насадження і при цьому воно має кращі перспективи щодо успішного подальшого розвитку. Вилучення з паркової екосистеми опалої органо-мінеральної речовини вкрай виснажує ґрунт, змінює у бік погіршення його фізичні властивості та порушує цілісність процесу кругообігу і міграції речовин та хімічних елементів, тим самим поглиблюючи проблематику існування паркових рослин у несприятливих урбогенних умовах.

1.4. Забруднення міського середовища важкими металами та санітарно-захисна роль підстилкового шару деревних насаджень у оптимізації екологічного стану промислових міст

Економічні тенденції, науково-технічні процеси та військові дії, що відбуваються на значній частині Україні з 2022 року зумовлюють погіршення екологічного стану довкілля. Однією з найнебезпечніших загроз для живого населення та людей на територіях з надмірними теногенним навантаженням є забруднення токсичними сполуками і важкими металами [1, С. 62-67; 32, С. 111-117].

Важкі метали є вкрай небезпечними для живих істот, оскільки можуть акумулюватись у органах організмів на усіх рівнях харчової піраміди, а їх вплив на живе населення не завжди передбачуваний і часто може проявлятися пролонговано в часі, спричиняючи дуже небезпечні віддалені ефекти. Забруднення довкілля важкими металами часто приводить до

зниження стійкості щодо впливу імунітету у людей та тварин і приводить до виникнення важких захворювань, серед яких ракові хвороби. Небезпечними високі концентрації важких металів є і для рослин та мікроорганізмів. Враховуючи той факт, що кожен важкий метал діє специфічно, варто брати до уваги що сукупна дія декількох металів на організм та їх поведінка у довкіллі можуть бути вкрай непередбачуваними та непрогнозованими.

Важкими металами прийнято вважати понад сорок хімічних елементів, що інтенсивно використовуються у різних галузях промисловості, вони є складовими компонентами неорганічних та органічних сполук, пестицидів, медичних препаратів, беруть активну участь у виробництві, пов'язаному з хімічною, будівельною та іншими галузями. До важких металів відносять хімічні елементи, що мають питому вагу більше ніж $4,5 \text{ г/см}^3$ [42].

Серед факторів, які суттєво підвищують ризик надходження та акумуляції важких металів і їх сполук у довкіллі, є інтенсифікація транспортного руху, функціонування металургійної промисловості, збільшення використання синтетичних матеріалів у побуті, будівництві, сільському господарстві тощо. Нажаль, навіть за умов значної небезки впливу важких металів на живе населення, повне припинення їх використання у сучасних технологічних процесах виробництва не є можливим [39, С. 39-51].

По ходу еволюції людства дослідники давно фіксують стійку і незмінну тенденцію росту концентрації важких металів у ґрунтовому покриві планети. Специфіка накопичення цих забруднювачів полягає у тому, що більшість з них дуже активні і реакційно здатні та виявляють активну міграційну діяльність, тому, потрапляючи у певний компонент середовища, важкі метали швидко змінюють свою локалізацію отруюючи довкілля та живі організми. З цієї причини, одним з дієвих та результативних шляхів протидії забруднення навколишнього середовища важкими металами є їх відносно стійка локалізація у відмерлій фітомасі, а саме у лісовій підстилці, що здатна

накопичувати забруднюючі речовини та утримувати їх певний час у неактивному, відносно безпечному для довкілля стані [52].

Дуже активно здатні накопичувати небезпечні важкі метали ґрунти [39; 52]. За даними низки авторів, що вивчали питання акумулятивних властивостей екосистемних компонентів, близько 90 % від усієї кількості металів, що різними шляхами надходять у міське середовище, осідають і затримуються на певний час саме у верхніх шарах урбоґрунтів та відмерлої органічної маси, переважно рослинного походження, що накопичується у вигляді наґрунтового покриву різної потужності і має специфічні акумулятивні властивості.

Особливо актуальним це питання залишається при вирішенні проблеми забруднення важкими металами міського середовища, де концентрація важких металів є максимальною, а формування та темпи розкладання відмерлої фітомаси досить інтенсифіковані. Розкриття законів накопичення та тривалої акумуляції небезпечних речовин у підстилках та ґрунтах міських насаджень дасть можливість обирати оптимальні заходи щодо збереження чистоти міського середовища та вдало запроваджувати заходи з очищення урбогенних середовищ від негативних наслідків техногенного прогресу.

РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА, ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІСТА ДНІПРО

Місто Дніпро – поліфункціональний, адміністративний, промисловий та обласний центр Дніпропетровської області, розташований у степовій зоні на території південно-східної частини України, на обох берегах річки Дніпро. Основна, центральна частина міста розташована на Придніпровській височині, яка простирається на високому, правому березі головної річки країни - Дніпро. Загальна площа міста становить 405 км². Станом на 2016 рік 55 % від міської площі було зайнято забудовою, 30 % відведено під ландшафтно-рекреаційні території, інші 15 % - це водні та інші об'єкти [56].

Територія міста займає проміжне положення між Дніпровсько-Орільським та Сурсько-Дніпровським фізико-географічними районами, що зумовлює значну складність рельєфної будови міської території. Частина міста, розташована на лівобережжі, має заплавно-рівнинний рельєф, а правобережна представлена сильно розчленованим рівнинно-водороздільним рельєфом. Перепади висот тут становлять 51,0 – 180 м. На території правобережжя міста Дніпро розташовано більше 20 ярів та 17 основних балок, таких як Аптекарьська, Запорізька, Тунельна, Діївська та інші. Такі досить складні рельєфні особливості мають важливе естетичне значення при планувальній міській організації та є своєрідною «родзинкою» міста [58].

Унікальною особливістю обласного центру є його специфічна геологічна будова, з притаманною їй присутністю лесових покладів та інтенсивним розвитком техногенного підтоплення, що зумовлює вірогідність небезпечних геологічних процесів таких як зсуви геологічних шарів, що приводять до деформації покривів і руйнування споруд і житлових будівель.

Кліматичні показники міста Дніпро дають підставу класифікувати місцевий клімат як м'який континентальний але з сухим та досить спекотним літом. Середня температура у місті на рік становить + 9⁰С. Максимальний температурний рівень характерний для липня + 22⁰С, а мінімальний як,

правило спостерігається у січні, коли становить близько -4°C . Найвологіший місяць на території міста Дніпро це червень, а найсухіший - жовтень. Унікальне розташування міста на пагорбах зумовлює виникнення в межах адміністративного центру температурних інверсій. За рік у місті нараховують близько 260 сонячних днів. Виникнення мікрокліматичних особливостей в межах міста зумовлене впливом річки Дніпро, завдяки чому може істотно збільшуватися вологість повітря впродовж весняно-осіннього періоду [57].

На рік у місті в середньому випадає 540 мм опадів. На тлі загальної посушливості найбільше опадів в межах міста випадає на період з жовтня по квітень. Як правило літо, що триває у Дніпрі з травня до кінця вересня досить посушливе, а опади, що стаються досить рідко, випадають у вигляді інтенсивних грозових злив. Зими, за кількістю снігу що випав у місті Дніпро, істотно різняться і можуть з однаковою вірогідністю бути як безсніжними так і з дуже потужним та доволі стійким впродовж усього зимового періоду сніговим покривом. Зимовий період у місті як правило досить м'який з середньою температурою $-3-4^{\circ}\text{C}$, але відчувається ця температура значно холоднішою за рахунок високої вологості повітря та інтенсивних рвучких вітрів. Раз на 10-15 років у місті можуть відбуватися значні але не тривалі заморозки, у такі дні температура може сягати до -25°C і нижче. Стійке зимове похолодання у місті настає приблизно у середині грудня [57].

Негативним явищем для містян та тваринного і рослинного населення міста є висока вірогідність значних температурних коливань, особливо у зимовий період коли температура впродовж доби може змінюватися на 10°C як у бік похолодання так і у бік потепління. Характерними для клімату міста є щільна хмарність, часті випадки ожеледиці взимку та присутність вологих рвучких вітрів наявність яких пов'язана з розташуванням міста на берегах великої річки.

Останні десятиріччя у місті спостерігається значний рівень забруднення атмосферного повітря, що виникає з різних причин. Основною з цих причин є інтенсивна робота великої кількості транспортних засобів та

промислових підприємств. Розповсюдження поллютантів у повітрі міста часто має застійний характер, у зв'язку з розташуванням основної частини міста у долині річки Дніпро, тому повітряне забруднення тут часто проявляється у вигляді смогу, наявність якого спостерігається у період з травня по жовтень.

Ґрунти області здебільшого чорноземи звичайні, малогумусні, що внаслідок активного антропо-техногенного впливу на них набули нових, здебільшого негативних рис і за загальноприйнятою класифікацією належать до групи трансформованих урбаноземів. На схилових частинах міста чорноземи зберегли свої властивості більшою мірою, але тут присутні ознаки різного ступеню змитості ґрунтового покриву. На заплавних територіях Дніпра мають місце лучні, лучно-болотні та лучно-чорноземні ґрунти з різним ступенем засоленості. Ці різновиди ґрунтів мають низький вміст гумусу але досить родючі, вони добре придатні для ведення зеленого господарства та облаштування рекреаційних осередків міста [56].

Природною рослинністю Дніпра є ділянки різнотравно-типчаково-ковилового степу, і лише на крайній південно-західній частині – типчаково-ковиловий степ, що залишився здебільшого на схилових ділянках балок, на ділянках вододілів та у перелісках, де ґрунтовий покрив мало придатний під використання у народному господарстві та під забудову. На вододільних територіях, схилах ярів, балок та на річкових долинах часто зустрічаються типові степові рослинні види. Багато на дніпровських землях зростає лікарських, рідкісних рослин та медоносів. У якості економічно вигідних та рентабельних культурних рослин аграрії часто вирощують різні сорти кукурудзи, пшениці, сої, рапсу, соняшнику, багатьох видів овочів та фруктів. У заплавах річки Дніпро та її приток історично виникли заплавні ліси з притаманною їм заплавною флорою [59].

Фауна Дніпра досить різноманітна і включає степові та деякі лісові види тварин, а саме 246 видів птахів, 59 видів риб, 10 земноводних, 69 видів ссавців, 12 видів і підвидів плазунів. Останнім часом до видового складу природної фауни додаються нові акліматизовані види тварин [57].

РОЗДІЛ 3. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ І РОЗПОДІЛУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У НАСАДЖЕННЯХ МІСТА ДНІПРО

3.1 Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження вмісту та розподілу важких металів в опадо-підстилковому блоці насаджень загального кристування міста Дніпра були парки ім. Б. Хмельницького, Ю. Гагаріна та Т. Шевченка. Ці рекреаційні об'єкти перебувають в умовах різного ступеню антропо-техногенного впливу та характеризуються різною популярністю серед мешканців міста та неоднаковою відвідуваністю міським населенням [57].

Парк імені Богдана Хмельницького являє собою пам'ятку монументального мистецтва міського значення і розташовується поряд з просп. Богдана Хмельницького у Шевченківському районі міста (Рис. 1).

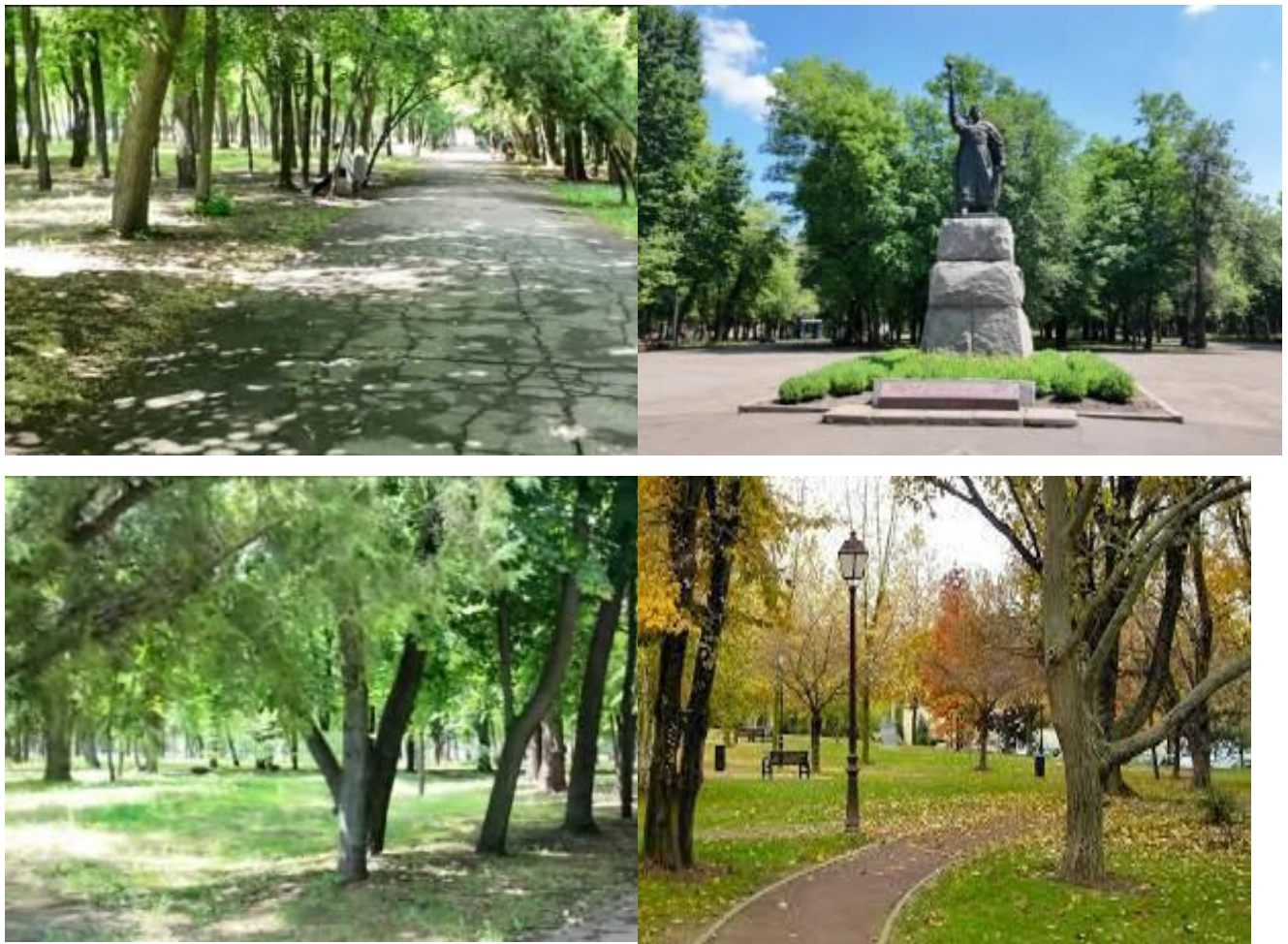


Рисунок 1 Ділянки парку імені Богдана Хмельницького

Утворення парку, як об'єкта культурної спадщини датується двома роками 1954 та 1976. Парк є зеленою зоною відпочинку, яку відвідують переважно ті городяни, що мешкають неподалік від паркової зони. Територія парку оснащена спортивним знаряддям та дитячими майданчиками, але їх стан бажає бути кращим. Поруч з парком розташовано навчальний заклад – Дніпровський базовий медичний коледж і територія прилеглого до закладу парку часто використовується вихованцями коледжу як осередок проведення вільного часу між заняттями. Парк імені Богдана Хмельницького є оптимальним варіантом спокійного сімейного відпочинку для малолітнього населення або мешканців похилого віку.

В 2012 році міською владою Дніпра територію парку було реконструйовано і додано локацій для спортивних ігор (волейбольний та баскетбольний майданчики, тимчасові тенісні корти).

Нажаль сучасний стан інфраструктурної організації парку перебуває на вкрай низькому рівні. У 2020 році міською владою було заплановане здійснення масштабної реконструкції парку і на його території планувалося облаштування урбан-парку з безліччю цікавих локацій, спортивних майданчиків, атракціонів тощо. На будівництво урбан-парку планувалося виділити близько 90 млн. грн. але повномасштабне вторгнення в Україну російських загарбників змінило плани і на сьогодні парк залишається у незміненому, захаращеному і занедбаному стані [60].

Парк імені Юрія Гагаріна - один з чудових куточків міста з природною рослинністю та унікальним рельєфом, його було засновано шляхом відокремлення частини Ботанічного саду у 1964 році і лише у 2002 році територію парку знову було повернуто назад до складу Ботанічного саду (рис. 2). Парк розташовано та території між проспектом ім Ю. Гагаріна, вул. Ніла Армронстронга та Червоноповстанською балкою, що частково облаштована під навчальні корпуси та площі ДНУ імені О. Гончара. Взагалі, історія паркової зони відпочинку почалася у дореволюційні часи і з тих пір зазнавала багатьох руйнівних та трагічних історичних подій. З 2019 р. тут

відбувається реорганізація паркового простору. З того часу на території парку облаштовано сучасну дорожньо-стежкову мережу, що виконана по типу «лабіринт», прокладено доріжки, створено широкі та зручні алеї, оновлено та встановлено нові лави та ліхтарі, розміщено цікаві тематичні інсталяції. Поступово, з метою популяризації серед містян та залучення відвідувачів, до парковоо простору додаються елементи сучасного арт-простору, що пов'язані з тематикою розвитку космічної галузі у місті Дніпро.

Сучасний Gagarin Park один з улюблених містянами, відомих і перспективних соціальних проєктів міста з благоустрою ділянки паркової зони Ботанічного саду, що спроектований і втілюється в життя громадською організацією «Асоціація Ноосфера» [58].

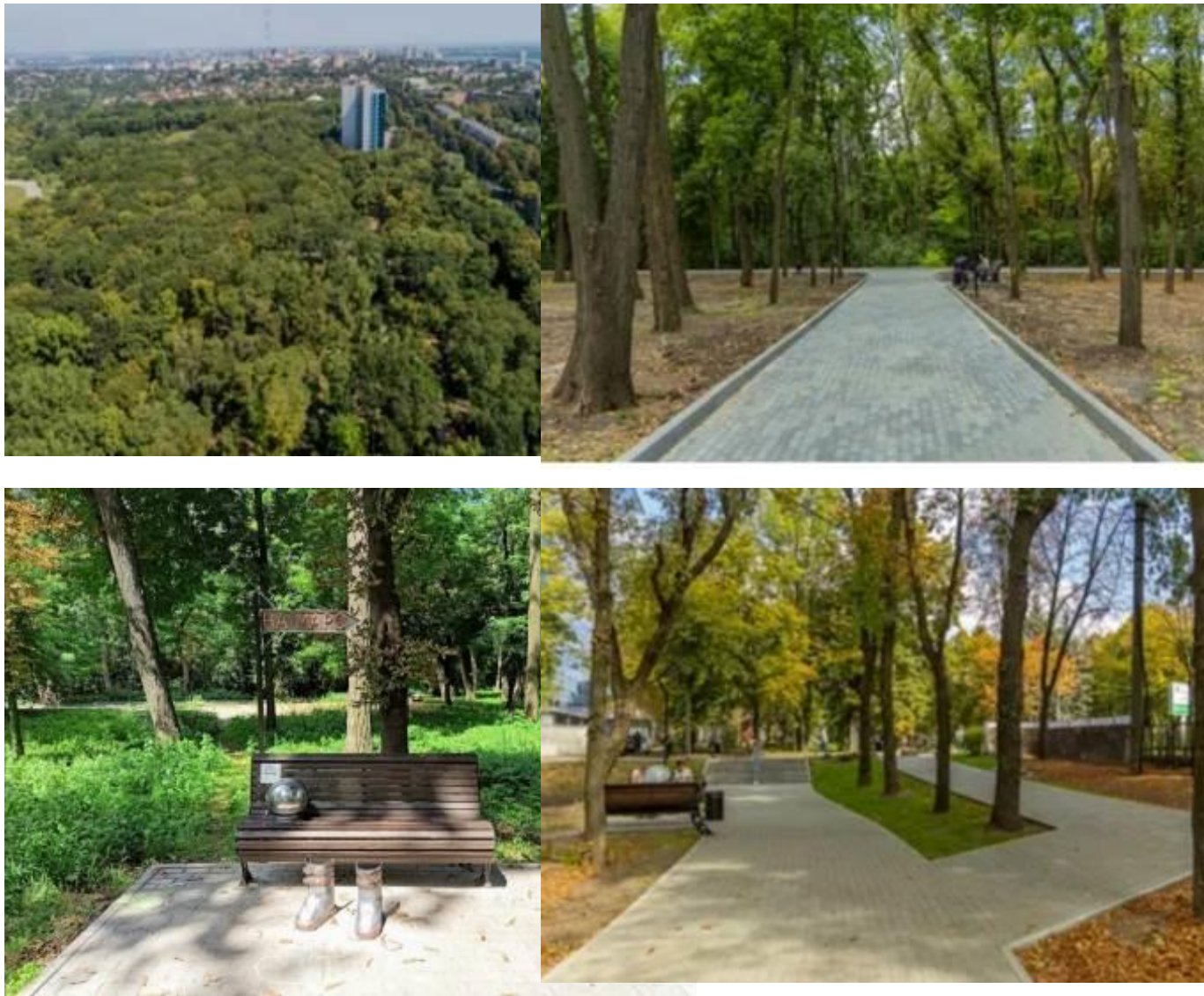


Рисунок 2 Ділянки парку імені Юрія Гагаріна

Парк імені Тараса Шевченка є центральним міським парком культури і відпочинку, він найстаріший, найвідвідуваніший і дуже популярний серед мешканців та гостей міста Дніпра (рис. 3).

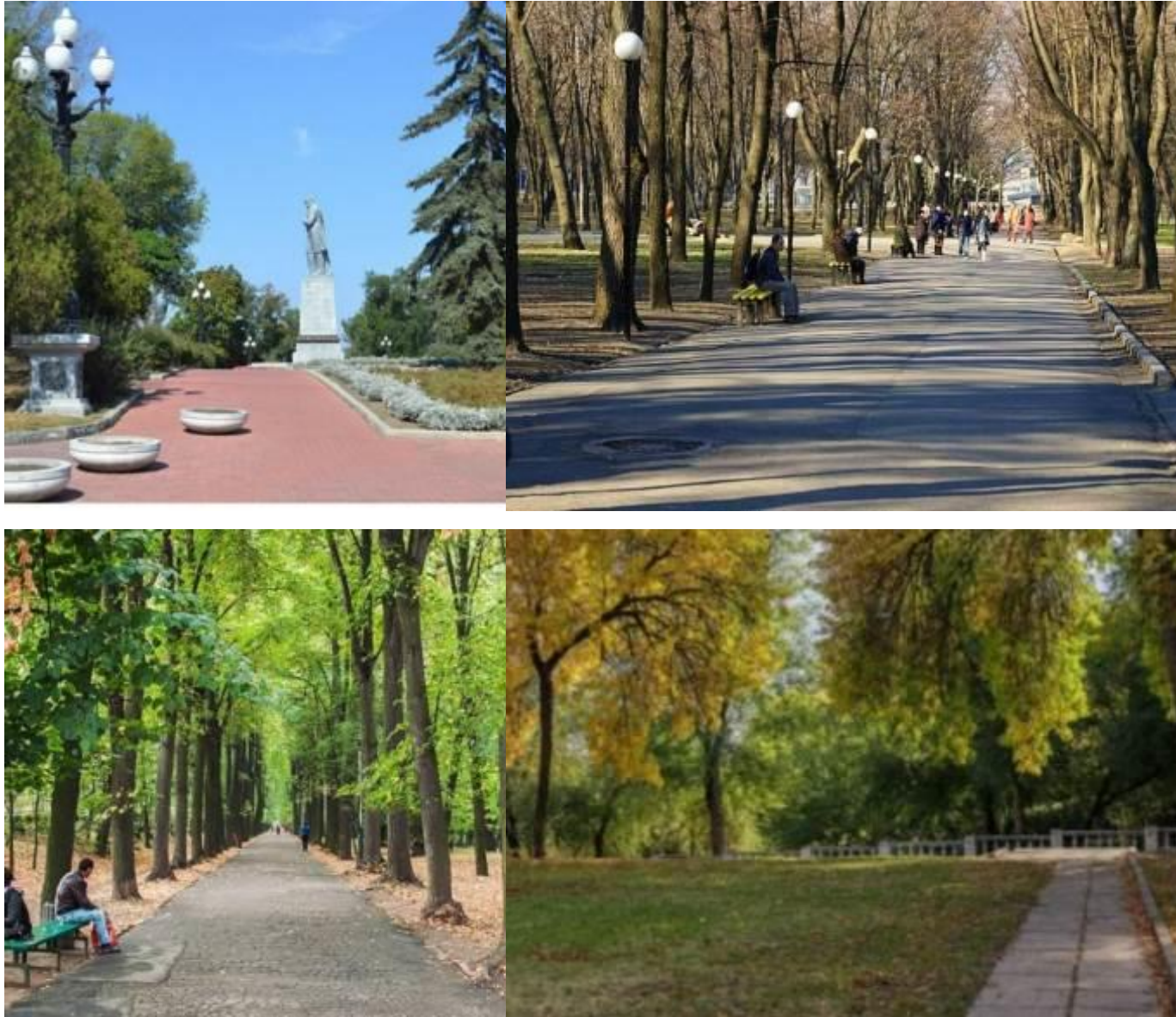
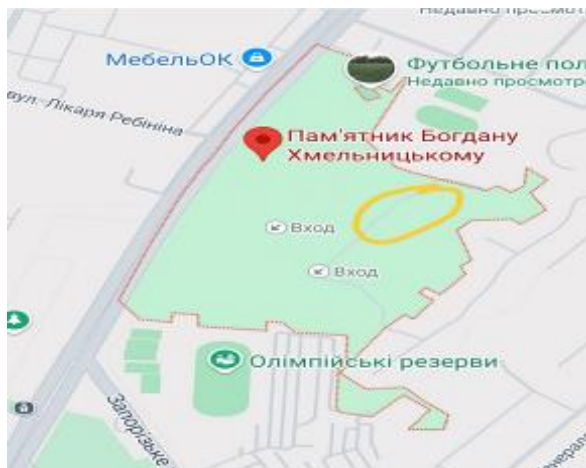


Рисунок 3 Ділянки парку імені Тараса Шевченка

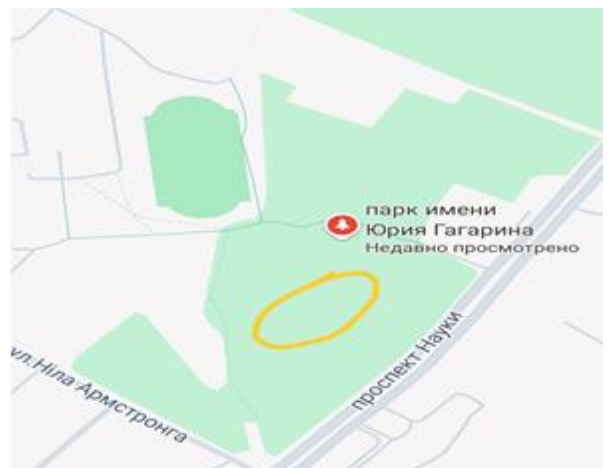
Парк має вигідне географічне розташування і розміщений на північно-східному боці великого пагорба, що височить над Дніпром. Ця унікальна пам'ятка садово-паркового мистецтва складається з двох частин – материкової та острівної, представленої на Монастирському острові. Сучасну назву та статус міського парку він отримав у 1925 році, тоді, колишній

Потьомкінський палац (головну історичну споруду на території парку) було переобладнано на Будинок відпочинку, нині ці споруда відома як Палац студентів. У 1935 році у східній частині паркової території було споруджено унікальний Зелений театр. Під час війни 1941-1945 років парк перебував у занепаді і був частково пошкоджений. У повоєнний час було здійснено глобальну реконструкцію парку і тоді його територію збільшили за рахунок приєднання частини площі Шевченка, крім того було встановлено декоративну чавунну огорожу навколо парку та прокладено нові алеї з урахуванням збільшення кількості відвідувачів. З часів 70-80 років 20 ст. парк набув сучасного вигляду і до сьогодні зазнає змін та удосконалень згідно вимог часу та потреб і уподобань відвідувачів [56].

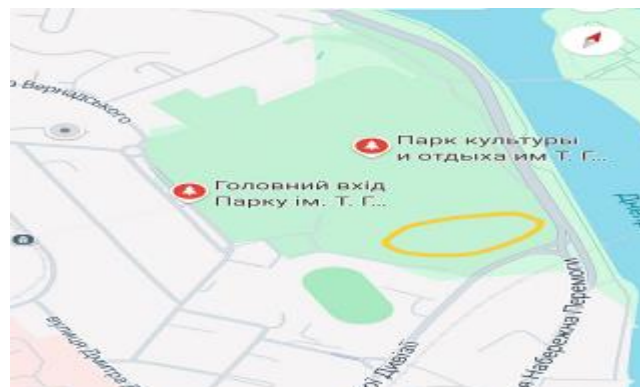
Для відбору проб опаду і підстилки у парках обрано ділянки зі схожим флористичним та віковим складом і фізіологічним станом дерев (рис. 4).



Парк ім. Б. Хмельницького



Парк ім. Ю.Гагаріна



Парк ім. Т.Г. Шевченка

Рисунок 4 Точки відбору проб у парках міста Дніпро

3.2 Методи дослідження

У трьох парках міста Дніпро, що належать до насаджень загального користування, для дослідження вмісту важких металів відбиралися проби підстилки та листяного опаду (повторність відбору трикратна). Ділянки парків, на яких здійснювали пробовідбір, були підібрані з використанням принципу подібності, на кожній з них був схожий видовий склад деревної рослинності, їх відсотковий вміст був такий - 30 % Ясен звичайний, 30 % Робінія псевдоакація, 20 % Клен гостролистий та 10 % Липа серцелиста. Типологічна формула усіх досліджених паркових насаджень мала вигляд ЗЯс.зв 3 Роб. Пс. 2 Кл.г. 1 Л.с. Обрані для дослідження виділи деревостану були приблизно одного віку, що коливався в межах 50-60 років. Підстилка у цих угрупованнях не прибиралася.

Проби опаду відбирали у листопаді 2024 року після закінчення періоду масового падолісту за допомогою рамки з розміром 33×33 см, знімаючи з поверхні спресованого матеріалу підстилки лише свіжоопале листя та інші частки рослинного походження. Проби підстилки відбирали за тим же принципом на початку весни (травень 2024 року), після сходження снігового покриву та просихання ґрунту. Відмерлу напіврозкладену фітомасу знімали з поверхні ґрунту, намагаючись вилучити лише рослинні рештки і не брати до підстилки ґрунтові частки. Перед відбором проб вимірювали потужність підстилки, визначали ступінь її щільності. Після відбору проби очищали від коренів, листя й мінеральних домішок та висушували і зважували, потім доставляли у закриті приміщення де висушували на відкритому повітрі протягом декількох діб, зважували і розраховували запаси відмерлої фітомаси. Далі здійснювали попередню пробопідготовку для дослідження вмісту металів у зразках в лабораторії. У пробах визначали валовий вміст важких металів [2] використовуючи концентровану азотну кислоту. Визначення кількості металів здійснювали атомно-абсорбційним спектральним методом на спектрофотометрі AAS – 30 [45]. Результати обраховували методами варіаційної статистики, з рівнем значущості 95 %.

РОЗДІЛ 4 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ОПАДОУТВОРЕННЯ ТА ПІДСТИЛКОНАКОПИЧЕННЯ У НАСАДЖЕННЯХ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МІСТА ДНІПРА

Процеси підстилкоутворення і формування стійкого та функціонального підстилкового шару у лісових екосистемах є запорукою нормального функціонування деревного угруповання, особливо якщо мова йде про штучні деревні насадження, створені в умовах посушливості степової зони України [61]. Підстилка у міських деревних екосистемах чинить позитивний вплив на формування стійкості та підвищення життєздатності деревних екосистем, оскільки зазвичай створює сприятливі мікрокліматичні умови для існування ґрунтової фауни та мікробоценозу. Підстилковий шар сприяє накопиченню та затримці вологи у ґрунті і забезпечує деструкцію мортмаси, що супроводжується поступовим вивільненням поживних речовин та хімічних елементів, які знову залучаються у біокругообіги речовин.

У процесі утворення лісової підстилки відбуваються складні зміни, що не обмежуються лише збільшенням маси та об'єму відмерлого шару рослинної речовини на певній території, тут відбуваються процеси формування органо-мінеральних речовин з унікальними властивостями.

Спочатку формування підстилки її компоненти підлягають механічному подрібненню та руйнації за рахунок механічного та хімічного впливу на них тваринного населення та мікробного блоку. Внаслідок цього процесу значно збільшується швидкість перебігу хімічних реакцій і далі до підстилкоутворення долучається складний процес утворення нових хімічних зв'язків, що зумовлює синтез складних сполук гумусової природи.

Формування шару лісової підстилки є складним і досить тривалим процесом, що відбувається за певними закономірностями і залежить від впливу низки одночасно діючих факторів, таких як видовий склад насадження, кліматичні показники, вік та життєвий стан рослинного

угруповання тощо [50]. У певний момент, з початку процесу підстилкоутворення, відмерла органічна речовина, що перебуває на різних стадіях деструкції, стабілізується у вигляді нагрунтового шару зі своїми морфологічними та хімічними характеристиками, структурними властивостями та параметрами. Цей стабілізований підстилковий шар здатний впродовж тривалого багаторічного терміну підтримувати свою стабільність і функціонувати без суттєвих змін. Така властивість підстилки і її реалізація в межах насадження може слугувати показником його стійкості відносно впливів факторів довкілля, функціонального стану деревного угруповання та показником напрямку його розвитку [49].

З метою виявлення особливостей процесів у опадо-підстилковому блоці досліджених насаджень загального користування міст Дніпра нами були досліджені обсяги листяного опаду, який щорічно утворюється рослинністю парків та визначено запаси підстилки, сформованої на поверхні ґрунтового покриву парків впродовж тривалого кількарічного періоду (табл. 1). Було з'ясовано що кількість опаду утвореного у 2024 році коливалася від $5,92 \pm 0,9$ ц/га у насадженні парку ім. Т. Шевченка до $8,29 \pm 0,8$ ц/га у насадженні ім. Ю. Гагаріна.

Таблиця 1 Запаси опаду та підстилки і опадо-підстилковий коефіцієнт у парках міста Дніпро

Назва парку	Запаси опаду, ц/га	Запаси підстилки, ц/га	Опадо- підстилковий коефіцієнт (ОПК)
Парк ім.Т. Шевченка	$5,92 \pm 0,9$	$20,3 \pm 2,7$	3,42
Парк ім. Б. Хмельницького	$6,79 \pm 1,2$	$25,3 \pm 4,1$	3,63
Парк ім Ю.Гагаріна	$8,29 \pm 0,8$	$24,4 \pm 3,3$	2,90

Запаси підстилки у досліджених екосистемах варіювали в межах від $20,3 \pm 2,7$ ц/га у парку ім Т. Шевченко до $25,3 \pm 4,1$ ц/га у парку ім. Б. Хмельницького. Результати щодо запасів підстилки демонструють залежність швидкості деструкції відмерлої фітомаси від ступеню механічного пошкодження підстилкового шару внаслідок витоптування

відвідувачами. Закономірним є найшвидша механічна руйнація підстилки і подальша її деструкція, що супроводжується втратою маси, у головному найпопулярнішому та найвідвідуванішому парку міста Дніпро - парку ім. Т. Шевченка. Як відомо, лісова підстилка у парках являє собою складний інтегральний показник, що характеризує стійкість екосистем відносно впливу факторів довкілля на екосистему, при цьому дуже впливовим є саме рекреаційне навантаження. Характеристики підстилки можна досить вдало використовувати у якості ефективного показника функціонального стану та стійкості лісової екосистеми в ракурсі спостереження за наслідками рекреаційного лісокористування.

З метою визначення темпів кругообігу речовин нами було розраховано інедекс – опадо-підстиковий коефіцієнт (ОПК), що являє собою відношення запасів підстилки до запасів опаду у екосистемі і, по суті, цифрове значення цього коефіцієнту можна вважати показником швидкості повної деструкції відмерлої фітомаси. Отримані нами дані свідчать про те, що у парках Дніпра відмерла фітомаса підлягає повній деструкції з поверненням вивільнених сполук назад у білогічний кругообіг за 2,9- 3,4 роки. Такі значення свідчать про гальмування кругообігу у деревних паркових насадженнях та про позитивні тенденції у підстилконакопиченні в межах парків. Процес накопичення підстилки відіграє позитивну роль у створенні сприятливих мікрокліматичних умов для захисту кореневої системи рослин від пересихання та негативних впливів температурних коливань, сприяє розвитку корисної мікрофлори та ентомофауни у екосистемі.

Визначення потужності шару підстилки у парках демонструє незначну розбіжність у значенні цього показника, який коливається від 1,2 см до 3,7 см з макисмальним значенням для підстилки у парку ім. Т. Шевченка і мінімальним – у парку ім. Ю.Гагаріна.

Для виявлення закономірностей деструкційних процесів під час утворення підстилки у роботі досліджувався фракційний склад відмерлої фітомаси у парках (рис. 5-7)



Рисунок 5 Відмінності фракційного складу підстилки та деревного опаду у парку ім Т. Шеченкоа

Було відмічено загальну тенденцію, що виявлялася у зменшенні відсоткового вмісту листя у загальному складі підстилки, порівняно з цим показником для опаду. Для усіх парків вміст листя в середньому у 3 рази зменшувався у підстилці, відносно цього показника у опаді. Таке явище пояснюється швидким розкладанням листових пластинок, що пов'язано з особливостями їх будови та специфіки хімічного складу листових пластинок та швидкою втратою ними будови і структури, так значна частина

листя у підстилці за декілька місяців її формування розкладається настільки інтенсивно, що перетворюється на труху.

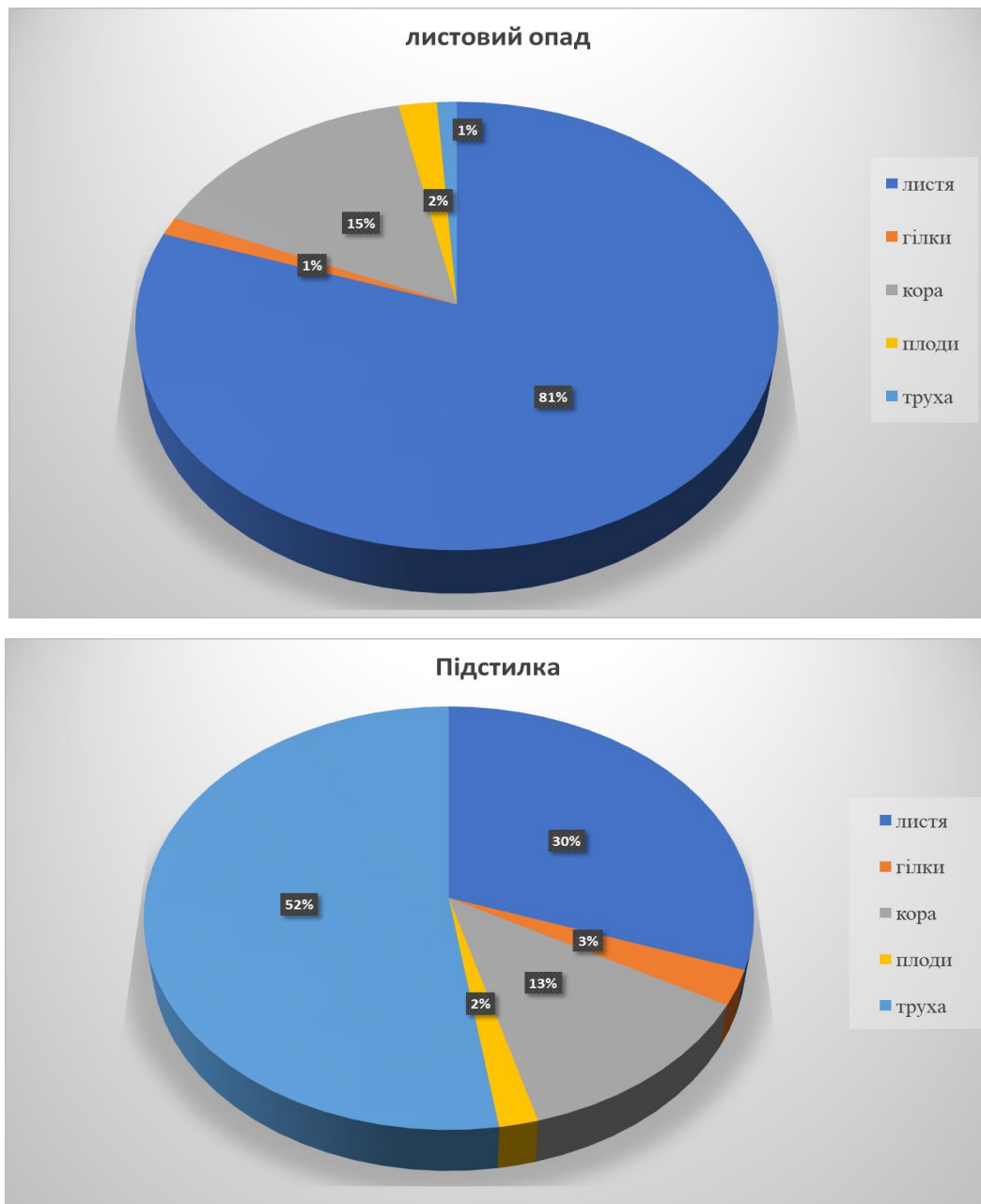


Рисунок 6 Відмінності фракційного складу підстилки та деревного опаду у парку ім Б. Хмельницького

Значних змін у процесі розкладання опаду та утворення підстилкового шару зазнає фракція трухи. У досліджених насадженнях різних парків її кількість у підстилці відносно цього показника у опаді збільшується у 15 – 50 разів. Це явище пояснюється концентруванням та акумуляцією стійких,

слаборозчинних сполук у підстилці, що в складі труховидної фракції тривалий час залишаються у незмінному стані.

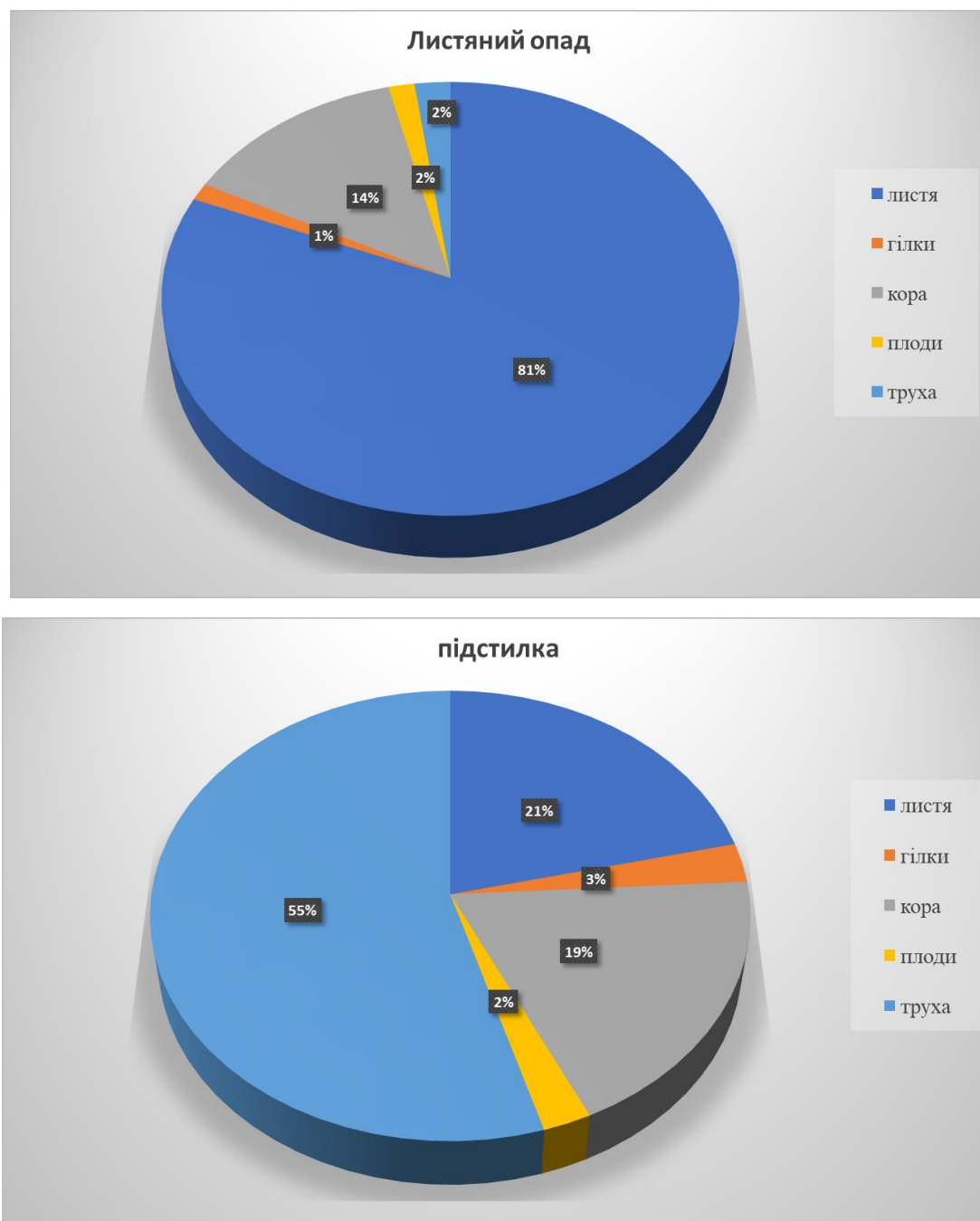


Рисунок 7 Відмінності фракційного складу підстилки та деревного опаду у парку ім Ю. Гагаріна

Щодо закономірностей відносно зміни співвідношення фракцій гілок, кори та плодів, відмічено, що у підстилці відсоток їх участі збільшується, оскільки ці фракції мають грубу структуру і тривалий час зберігають свою цілісність не піддаючись процесам розкладання.

РОЗДІЛ 5. ВАЖКІ МЕТАЛИ У КОМПОНЕНТАХ ОПАДО- ПІДСТИЛКОВОГО БЛОКУ ПАРКОВИХ УГРУПОВАНЬ МІСТА ДНІПРО

Індустріальне місто Дніпро має яскраво виражені ознаки сучасного техногенно-трансформованого осередку, що сформувався і функціонує в умовах сукупного впливу високої концентрації промислових підприємств, щільної та насиченої транспортними засобами дорожньо-транспортної мережі, високої щільності міського населення тощо. Ці фактори у сукупності зумовлюють максимально високий ступінь техногенного навантаження на міське середовище та населення, що у ньому проживає. У багатьох сучасних містах світу і України спостерігається досить складна і напружена екологічна ситуація [61], відмічається високий рівень забруднення компонентів довкілля.

Одним з факторів загострення небезпечної екологічної ситуації в індустріальних центрах є надходження та накопичення шкідливих речовин і важких металів, що виявляють небезпечний токсичний вплив на людей і усі живі компоненти екосистем. Загрозливим фактом, щодо забруднення довкілля важкими металами та їх сполуками, є постійне збільшення їх концентрації у компонентах міського середовища та їх досить висока хімічна активність, що може зростати на фоні інших екологічних негараздів (підвищення рівня рН міських ґрунтів та атмосферних опадів, порушення температурного режиму у міському середовищі тощо) в межах промислових міст [2].

Для здійснення моніторингу екологічної ситуації у екосистемах міста необхідним є аналіз екологічного стану міських рослинних угруповань, серед яких дуже важливим є міські парки, оскільки вони являють собою чи не єдиний варіант доступного рекреаційного дозвілля містян. Невід'ємною складовою міських насаджень є відмерла фітомаса, що утворюючись у вигляді щорічного опаду накопичується у паркових системах у вигляді підстилкового шару. Пістилки у парках належить низка важливих середовищепокращуючих функцій, а її наявність та притаманні їй

властивості зумовлюють можливість участі цього утворення в регулюванні екологічного та функціонального стану паркових насаджень міста та наданні якісних рекреаційних послуг парковими осередками містянам.

Наразі вченими проводилися дослідження щодо вмісту важких металів у ґрунтах паркових фітоценозів, з'ясовувалися акумулятивні та інактиваційні здатності компонентів біогеоценозів відносно небезпечних забруднювачів довкілля та важких металів [34], однак, подібні дані стосовно відмерлої фітомаси паркових угруповань дуже епізодичні, а відомості, щодо деяких важких металів, практично відсутні. З огляду на висвітлену вище проблематику у роботі досліджували вміст та розподіл важких металів першої категорії небезпеки (Pb, Cd, Zn) у листяному опаді та підстилці парків міста Дніпра.

5.1. Особливості біогенного впливу важких металів першої категорії небезпеки та їх токсичність

Свинець в природному середовищі присутній у земній корі в невеликій кількості, де представлений у вигляді руди галеніту і являє собою досить стабільний, відносно процесів розпаду, продукт трансформації радіоактивного урану. Природними джерелами надходження свинцю до повітряного простору є діяльність вулканів та продукування ними насиченого вулканічного диму, утворення морських аерозолів з солями, силікатного та метеоритного пилу. Не зважаючи на наявну потенційну небезпеку пливу на живі організми цей елемент має в цілому низьку фітотоксичність за якої більшість рослин за рахунок вироблених у них спеціальних систем з інактивації токсичних хімічних елементів. У разі проникнення цих елементів до організму, рослини здатні накопичувати їх у кореневій системі і не постачати до усіх інших органів. Дуже високі концентрації Pb здатні до значного гальмування ростових процесів у рослин і

можуть викликати небезпечне явище хлорозу у зв'язку з порушенням надходження у рослини життєво важливого та необхідного Fe [17].

Основними та дуже небезпечними джерелами отруєння довкілля свинцем та його сполуками є діяльність металургійних підприємств, виробництво лаків та фарб, виготовлення і використання акумуляторів, виробництво мастил та спеціальних присадок до різних видів палива, виробництво пластмас, поліетилену тощо. Свинець дуже леткий і легко розповсюджується з потоками повітря у складі овітрянних аерозолів. Регіональний ґрунтовий кларк Pb у степовій зоні України дорівнює 13 мг/кг і може коливатися в межах 10-15 мг/кг [17].

Кадмій дуже токсичний для живих істот елемент і, водночас, він володіє значною здатністю до пересування у шарах ґрунту. Ці притаманні йому властивості зумовлюють його високу токсичність для біологічних об'єктів. У більшості живих організмів кадмій швидко засвоюється організмами, у значній мірі і досить швидко накопичується рослинами. Цей хімічний елемент у сенсі участі у фізіологічних процесах є небезпечним біоконкурентом цинку, тому його фітотоксичність подібна до цієї властивості відносно цинку. Внаслідок значної акумуляції кадмію у рослинах можуть відбуватися хлороз та почервоніння вегетативних органів. Оскільки кадмій може заміщати Zn у низці біохімічних процесів, він часто порушує роботу важливих рослинних ферментів, а це, в свою чергу, приводить до нестачі цинку у рослин, пригнічення їх росту та загибелі. ГДК Cd у валовій формі для ґрунтів дорівнює - 3 мг/кг, у рухомій – 0,7 мг/кг [18].

У природних екосистемах надмірний вміст кадмію та його сполук може перешкоджати самоочищенню водних об'єктів, та у значних кількостях затримуватися у відмерлій фітомасі і ґрунті, звідки активно вилучається рослинами. Це явище підтверджується тими фактами, що у зонах з високим вмістом ґрунтового кадмію спостерігається надмірне (у 20–30 разів понад норми) перевищення його концентрації у різних рослинних органах [51].

Цинк – є важливим біогенним елементом, що бере активну участь у різних фізіологічних процесах рослинних організмів. Вміст цього хімічного елементу у органах рослин становить близько 0,003 % від загальної маси [17]. Цинк виступає потужним активатором понад трьох десятків клітинних ферментних систем. Дуже активно і у значних кількостях Zn здатні накопичувати хвойні рослини, гриби та різні види лишайників. Серед фізіологічних функцій цинку зазначають такі: участь у процесах дихання та обмінних процесах; регуляція росту рослин та активація синтезу рослинним організмом важливої амінокислоти – триптофану; підвищення посухо-, жаро- та холодостійкості рослин, особливо в умовах забруднення природного середовища при здійсненні технологічних операцій на промислових підприємствах [18, 33].

Нестача Zn порушує поділ рослинних клітин, що приводить до утворення деформованих, схожих на вузькі спіралі листків, що мають типове нерівномірне бліде забарвлення. Надмірний вміст Zn у ґрунтах може також приводити до деформації рослинних органів та хлоротичних реакцій на листі. На сьогодні відомі рослини-індикатори високого ґрунтового вмісту цинку, це фіалка триколірна, хвощ польовий та інші види рослин [17].

Нестача цинку часто провокує виникнення різних захворювань у рослин (дрібність листя та його міжпрожилковий хлороз, розетковість на місці утворення ростових та плодових гілок у фруктових дерев та інші порушення). Фруктові дерева, які зростають в умовах тривалого браку цинку погано плодоносять, а утворені за таких умов плоди часто бувають дрібні та деформовані. Цинк відносно швидко вивільняється з відмерлої фітомаси і майже відразу знову залучається до кругообігів рослин. Частка водорозчинного цинку у природних компонентах як правило дуже мала, але ця форма хімічного елементу зазвичай високореакційноздатна. Цинк досить активно проявляє себе в процесах масообміну між атмосферою та твердою оболонкою планети. Гранично допустимі ґрунтові концентрації (ГДК) цинку у валовій формі становлять 100, а у рухомій – 23 мг/кг [18].

5.2. Вміст Pb, Cd та Zn у підстилці та опаді паркових насаджень міста Дніпра

Для дослідження ступеню накопичення важких металів у відмерлій фітомасі паркових деревних насаджень та з'ясування ступеню акумулятивної здатності підстилки у роботі вазначено вміст Цинку, Свинцю та Кадмію у насадженнях загального користування міста Дніпро .

З'ясовано що у підстилці досліджених парків, вміст усіх важких елементів різнився не істотно (табл. 2), так, вміст цинку у підстилці парків становив від $124,8 \pm 12,9$ до $167,2 \pm 18,6$ мг/кг сух речовини, для вмісту Свинцю цей показник коливався від $12,4 \pm 3,4$ до $18,9 \pm 3,0$ мг/кг сух речовини, при чому і для вмісту цинку і для вмісту свинцю відмічено, що максимальні кількості цих елементів у підстилці зафіксовані у екосистемі парку ім. Б. Хмельницького, а мінімальні - у підстилці парку ім. Шевченко.

Таблиця 2 Вміст Цинку, Свинцю та Кадмію у підстилці парків міста Дніпро

Назва парку	Важкі метали, мг/кг сух. речовини		
	Цинк	Свинець	Кадмій
Парк ім. Т. Шевченка	$124,8 \pm 12,9$	$12,4 \pm 3,4$	$0,97 \pm 0,03$
Парк ім. Б. Хмельницького	$167,2 \pm 18,6$	$15,8 \pm 2,9$	$0,76 \pm 0,03$
Парк ім. Ю. Гагаріна	$143,7 \pm 14,5$	$18,9 \pm 3,0$	$0,67 \pm 0,03$

Щодо вмісту кадмію у підстилці, то максимальна кількість цього елемента зі значенням $0,97 \pm 0,03$ мг/кг сухої речовини зафіксована у відмерлій фітомасі на території парку ім Т. Шевченко, а мінімальна – у підстилці парку ім. Ю. Гагаріна.

Кількості важких металів у складі свіжоопалої відмерлої фітомаси у досліджених деревних екосистемах міських парків коливалися для цинку в межах $44,8 \pm 5,9$ - $67,7 \pm 14,5$ мг/кг сух. речовини, для свинцю від $3,7 \pm 2,9$ до

5,2 мг/кг сух речовини з максимальним вмістом цього елементу для опаду, сформованого у насадженні парку ім. Ю.Гагаріна, тоді як вміст кадмію у опаді цього рослинного угруповання бів мінімальним серед аналогічних показників у парках Дніпра і становив $0,02 \pm 0,003$ мг/кг сух. речовини.

Таблиця 3 Вміст Цинку, Свинцю та Кадмію у опаді парків міста Дніпро

Назва парку	Важкі метали, мг/кг сух. речовини		
	Цинк	Свинець	Кадмій
Парк ім. Т. Шевченка	$44,8 \pm 5,9$	$4,4 \pm 3,4$	$0,07 \pm 0,004$
Парк ім. Б. Хмельницького	$53,2 \pm 18,6$	$3,7 \pm 2,9$	$0,06 \pm 0,002$
Парк ім. Ю. Гагаріна	$67,7 \pm 14,5$	$5,2 \pm 3,0$	$0,02 \pm 0,003$

При дослідженні міграційних процесів хімічних елементів та вивченні акумулятивних властивостей відмерлої фітомаси необхідно враховувати, що розкладання листяного опаду і повторне залучення хімічних елементів у трофічні ланцюги рослин у паркових біогеоценозах часто загальмовується в результаті захоплення та міцного і досить тривалого затримання хімічних елементів у хелатних сполуках та у складі колоїдів органічних речовин. З цієї причини відмерла фітомаса у паркових екосистемах часто виконує роль локації у якій відбувається блокування хімічних зв'язків, тимчасова інактивація хімічних речовин, у тому числі й небезпечних забруднювачів довкілля як важкі метали та вилучення їх з біологічного кругообігу речовин в системі фітоценоз-підстилка-грунт [17; 51]. Цей процес виступає як один з природних способів самоочищення міського довкілля за умов наявності та активної участі у міському середовищі паркових насаджень.

Більшістю ґрунтознавців та фахівців-екологів лісову підстилку прийнято вважати нульовим або верхнім ґрунтовим горизонтом, що не завжди може бути чітко відокремленим від ґрунтової товщі. У роботі нами були порівняні величини кількості досліджених важких металів у підстилках

з гранично-допустимими концентраціями (ГДК), що є загальноприйнятими для вмісту цих елементів у ґрунтах України.

З'ясовано, що вміст цинку у підстилках усіх досліджених парків первищує показник ГДК у середньому на 50 %, але враховуючи той факт, що цинк зазвичай характеризується високою рухомістю та швидким залученням у нові біологічні кругообіги речовин у рослинах, це явище не є небезпечним для мешканців міста.

Щодо вмісту Свинцю у підстилці, виявлено що його кількість у підстилках парків ім Б.Хмельницького та ім Ю.Гагаріна перевищує показник ГДК у ґрунті для цього хімічного елементу (майже 16 та 19 мг, порівняно з межами ГДК, що становлять від 10-15 мг/кг сух речовини), це явище пов'язане із суттєвим забрудненням цих міських територій внаслідок досить близького розташування до насаджень жвавих проїзжих автотрас. Відомо, що основним джерелом Свинцю в межах міст виступають, здебільшого, продукти згоряння автомобільного палива, тому підвищена кількість цього важкого металу у підстилках міських парків, розташованих поблизу автодоріг, виглядає як закономірне явище і має логічне пояснення. Щодо насаджень у парку ім. Ю. Гагаріна, то, оскільки воно розташоване найбільш віддалено від проїзжих частин, то і вміст свинцю у підстилці цього насадження є мінімальним ($12,4 \pm 3,4$ мг/кг сух. реч) і лежить в межах допустимих значень ГДК для ґрунтів України.

Щодо накопичення Кадмію, в усіх підстилках відмічений нижчий вміст цього елементу від показника ГДК, що може свідчити або про відсутність акумулятивних процесів у підстилці по відношенню до цього елементу або про його низький вміст у довкіллі.

Використовуючи значення вмісту Pb, Cd та Zn у підстилці та опаді паркових насаджень міста Дніпро нами було розраховано індекс інтенсивності кругообігів (ОПК) цих хімічних елементів. Згідно з даними низки авторів ОПК можуть використовуватися у якості показників швидкості повернення хімічного елементу у кругообіг речовин (рис. 8). З іншого боку ці

показники ОПК можуть дати наближену уяву про термін впродовж якого цей елемент буде залишатися у відмерлій фітомасі у «законсервованому», неактивному стані. Отже чим більшим є цей показник, тим краще підстилка у парковому насадженні виконує аккумулятивну роль, забираючи до свого складу небезпечні для живих організмів та мешканців міста важкі метали та їх сполуки, тимчасово звільняючи міське середовище від їх згубного впливу.

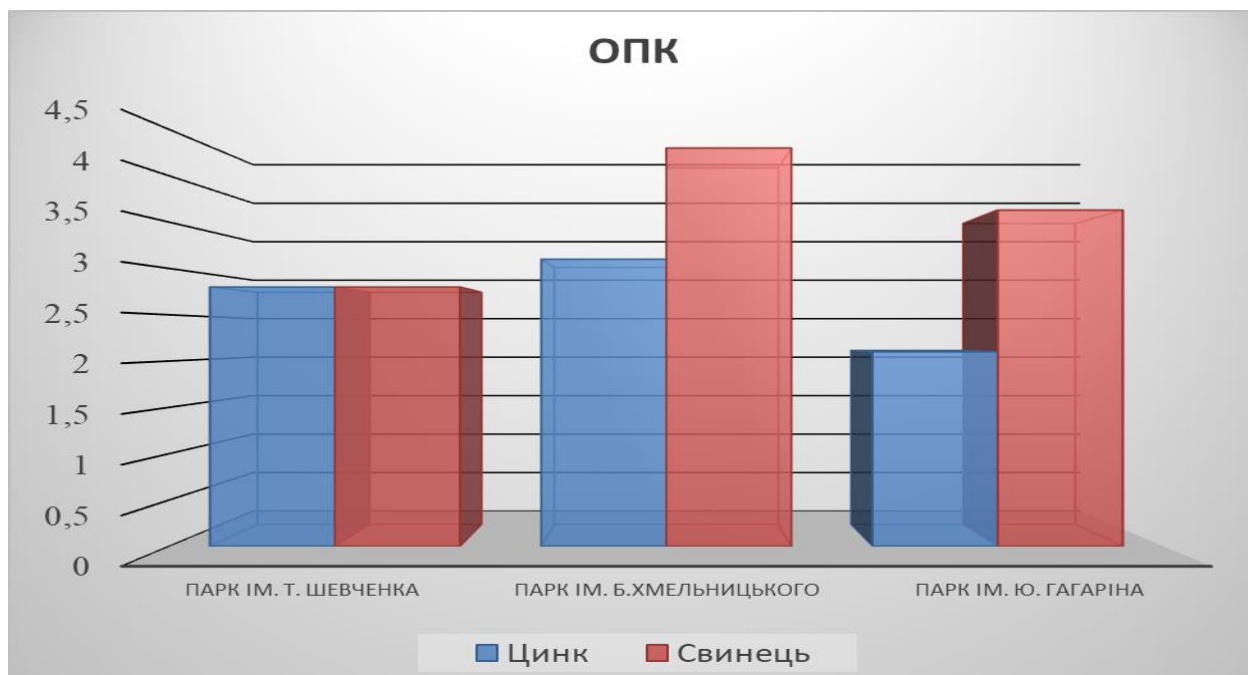


Рисунок 8 Індекси інтенсивності кругообігу цинку та свинцю у парках міста Дніпра

Згідно результатів розрахунку ОПК для цинку і свинцю, найбільш загальмований кругообіг цих елементів спостерігається у парку ім. Б. Хмельницького де показники ОПК становлять 3,1 та 4,3, відповідно, тоді як у парку ім. Т. Шевченка значення ОПК для цинку і свинцю були рівними і становили 2,8. З'ясовано що кругообіг Цинку і Свинцю у парку ім. Ю. Гагаріна характеризується показниками ОПК 2,1 та 6,3, відповідно.

В цілому можна припустити що цинк та свинець, потрапляючи у вигляді різних сполук до складу підстилки затримуються там у середньому на 2 – 4 роки.

Терміни перебування Кадмію у складі підстилки паркових екосистем є значно більшими і, згідно показників ОПК для цього важкого металу у парках міста Дніпра, коливаються від 11 до 22 років з мінімальним показником для парку ім. Б. Хмельницького та максимальним у парку ім. Ю. Гагаріна. Враховуючи факт про дуже високу токсичність цього елемента для живого населення та людини ці результати є досить позитивними і свідчать про високу імобілізаційну здатність підстилки.

Показники вмісту важких металів у листяному опаді та підстилці, що сформувалася на території паркових екосистем міста Дніпро, можуть бути використані для визначення потенційної здатності паркових екосистем до виконання санітарно-оздоровчої функції у міському середовищі. Показники індексів інтенсивності кругообігів хімічних елементів можуть бути використані для демонстрації тривалості перебування важких металів у складі підстилки у неактивному стані.

Отримані у роботі результати свідчать про важливу позитивну роль підстилки у підтримці стійкості та екологічної стабільності міського середовища та здатності паркових систем індустріального міста до залучення механізмів інтоксикації середовища та здійснення процесів самоочищення міського довкілля.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Робота з виконання кваліфікаційного проєкту передбачала проведення досліджень у польових умовах під відкритим небом. Дослідження марфологічних ознак опадо-підстилкового блоку та відбір проб здійснювали в паркових насадженнях міста Дніпра. На організм дослідника при цьому мали вплив білогічні або природні фактори та виробничі фактори, що мали місце в лабораторних умовах.

Небезпечними факторами при проведенні досліджень у природних умовах можуть бути такі негативні впливи факторів довкілля як несприятливі температурний та вологісний режими, вітер, стихійні погодні явища, патогенна мікрофлора, шкідливі комахи та небезпечні тварини, механічні ушкодження тощо). При роботі в лабораторії небезпеку для дослідника можуть представляти вплив електричного струму, дія небезпечних або отруйних хімічних речовин, електромагнітне випромінення, шумове навантаження від голосно працюючих приладів, тощо. Оскільки на робочому місці дослідника завжди присутня низка потенційних загрозливих небезпек обов'язковим правилом вдалої роботи є чітке дотримання виробничих вимог та обов'язкових правил з техніки безпеки.

Під час виконання етапів досліджень, що проводять в природних умовах на людину можуть негативно впливати такі досить небезпечні фактори як висока або низька температура довкілля, забруднення повітря чадними газами або його надмірна чи недостатня зволоженість, присутність у повітрі алергенів, полютантів або патогенної мікрофлори, надмірно високий рівень шумового навантаження, активний рух міського транспорту, присутність на дослідних ділянках парку ям, канав, заболочених ділянок або відкритих каналізаційних люків, побутового чи промисловго сміття з гострими або отруйними компонентами, що можуть бути загрозливими для здоров'я людини. Небезпечними на територіях парків можуть бути отруйні

комахи, кліщі або тварини, які часто виступають у ролі переносників збудників небезпечних інфекційних захворювань [24].

У післявоєнний час території, відведені під дослідні ділянки, повинні бути обов'язково ретельно обстежені на предмет наявності вибухонебезпечних предметів та пристроїв і, за необхідності і при високій вірогідності наявності на території вибухової небезпеки ці площі оглядаються, а виявлені вибухові пристрої знешкоджуються представниками розмінувальних служб.

Якщо під час здійснення польових досліджень виконавець робіт вимушений працювати під палкими променями сонця та за умов високих температур, він обов'язково повинен бути вбраний у зручний легкий одяг з натуральних тканин, що захищатиме шкіру від перегріву та сонячних опіків. Голова виконавця робіт у польових умовах повинна бути вкрита захисним головним убором, підібраним по сезону. Взуття для роботи повинно обиратися закрите, зручне але не жарке, бажано з повітропроникних матеріалів або з перфораціями. Працівник завжди повинен мати у вільному доступі прохолодну питну воду та дотримуватися правильного питного режиму (пити часто але маленькими дозами). У разі перегріву, за якого спостерігається загальна втома та млявість, зниження інтенсивності розумової діяльності, підвищення температури тіла, запаморочення, сухість слизових оболонок, втрата свідомості необхідно терміново пермістити постраждалого в затінене прохолодне місце, дати йому пити та надати необхідну медичну допомогу на місці або викликати швидку допомогу.

Небезпечним при перегріві є сонячний удар, для упередження якого необхідно уникати тривалого перебування під спекотним сонцем.

При дії низьких температур для працівника в польових умовах виникає загроза переохолодження, що є не менш небезпечним явищем ніж перегрівання. Переохолодження справляє негативний вплив на стан здоров'я людини і у разі його виникнення можлива втрата імунітету та хворобовість, пригнічення життєвих функцій, падіння температури тіла. При тривалому

впливі морозу на тіло людини може статися обмороження, особливо небезпечним таке явище є для ділянок, що не вкриті одягом: ніс, вуха, шкіра обличчя, пальці рук та ніг, оскільки при дії температур ці частини тіла швидко втрачають чутливість і людина може не помітити, що замерзає. Типовими симптомами обмороження є бліде забарвлення шкіри, озноб, посиніння губ, збудження нервової системи людини, пришвидшене серцебиття, задуха. Людину з такими симптомами слід негайно перемістити у тепле приміщення, роздягнути, напоїти теплим питтям і за необхідності звернутися до медиків по допомогу.

Якщо дослідники при роботі у польових умовах доводиться використовувати воду з природних джерел її перед використанням необхідно обов'язково ретельно очистити доступними засобами та знезаразити шляхом кип'ятіння або спеціальними засобами, не можна купатись у водоймі не знаючи про характеристики води у ній та про особливості дна водойми, що може містити гострі предмети чи іншу небезпеку.

Як надмірна сухість повітря так і висока зволоженість (> 85 %) ускладнює терморегуляційні процеси в тілі людини, часто це стається через зменшення потовипаровування в результаті чого може значно погіршитися самопочуття працівника.

Дуже небезпечним є поранення під час роботи працівника колючими гілками, арматурою, гострими предметами тощо. Небезпечні фізичні ушкодження та отруєння викидами з відпрацьованого палива може завдати працівнику міський автотранспорт або робочі механізми, що використовуються під час реалізації програми досліджень.

Важливими заходами безпеки в процесі проведення дослідних робіт у польових умовах є: періодичне проходження медогляду і виявлення проблем зі здоров'ям, регулярне проходження інструктажу з охорони праці та дотримання положень, що у ньому розкриті, зручне робоче взуття та спеціальний одяг для захисту тіла від ушкоджень та інфікування; наявність головного убору згідно сезону; правильне та безпечне використання

робочого приладдя, особливо якщо воно має гострі кінці або кути; періодичне влаштовування перерв для уникнення перенавантажень; наявність під час роботи питної води та засобів надання першої домедичної допомоги.

При виконанні робіт в лабораторних умовах часто використовують різні прилади та електроустаткування. У цьому разі необхідно обережно поводитися з мехнізмами, що під'єднані до мережі, оскільки прямий контакт з електричним струмом може викликати серйозні ушкодження і привести до летальних наслідків. Основні правила безпеки при роботі зі струмом та запитаним устаткуванням це відсутність прямого контакту робочого з блоками обладнання які перебувають під напругою, обов'язковим є застосування ізоляційних засобів та засобів електрозахисту

Здійснення етапів досліджень у лабораторних умовах передбачає у багатьох випадках використання комп'ютерної техніки, яка теж може становити небезпеку для дослідника. Це підвищений шум, високий рівень статичної напруги, виникнення несприятливого рівня електромагнітного випромінення, надмірне навантаження на зоровий апарат людини тощо. Наслідками надмірно тривалої роботи перед монітором можуть бути: серцево-судинної хвороби, хвороби органів зору, порушення роботи шлунково-кишкового тракту; захворювання шкіри та виникнення пухлин; викривлення хребта, мігрені тощо.

При роботі з комп'ютером треба віддалятися від екрану комп'ютера на відстань щонайменше 60 см; слідкувати з рівнем освітлення приміщення; не торкатися екрану задньої стінки монітору, дротів і елементів заземлення; регулярно робити перерви та влаштовувати коротку гімнастику для очей, на клавіатурі працювати лише сухими та чистими руками.

Виконуючи роботи у хімлабораторії завжди дотримуватись правил роботи з агресивними речовинами, не їсти і не пити, одягати захисний одяг та взуття, за потреби використовувати засоби індивідуального захисту (респіратор, окуляри для захисту очей, гумові рукавички тощо). Не вмикати прилади та вимірювальні установки без дозволу відповідальної особи.

ВИСНОВКИ

1. Насадження загального користування у містах виконують важливу роль у створенні комфортних кліматичних умов для проживання містян та виконують низку важливих функцій.
2. Процеси опадутворення і формування стійкого та функціонального підстилкового шару у паркових міста є запорукою нормального функціонування насаджень.
3. Кількість опадутвореного у 2024 році у досліджених парках коливалася від $5,92 \pm 0,9$ ц/га у насадженні парку ім. Т. Шевченка до $8,29 \pm 0,8$ ц/га у насадженні ім. Ю. Гагаріна.
4. Запаси підстилки варіювали в межах від $20,3 \pm 2,7$ ц/га у парку ім. Т. Шевченко до $25,3 \pm 4,1$ ц/га у парку ім. Б. Хмельницького. Ці результати демонструють залежність процесів деструкції фітомаси від ступеню механічного пошкодження підстилки внаслідок витоуптування відвідувачами.
5. Вміст цинку у підстилці парків становив від $124,8 \pm 12,9$ до $167,2 \pm 18,6$ мг/кг сух речовини, для Свинцю цей показник коливався від $12,4 \pm 3,4$ до $18,9 \pm 3,0$ мг/кг сух речовини, при чому максимальні кількості цих елементів зафіксовані у парку ім. Б. Хмельницького, а мінімальні у парку ім. Т. Шевченко.
6. Максимальна кількість кадмію зі значенням $0,97 \pm 0,03$ мг/кг сух.речовини зафіксована у відмерлій фітомасі на території парку ім. Т.Шевченко, а мінімальна – у підстилці парку ім. Ю. Гагаріна.
7. Кількості важких металів у складі свіжоопалої відмерлої фітомаси у досліджених деревних екосистемах міських парків коливалися для цинку в межах $44,8 \pm 5,9$ - $67,7 \pm 14,5$ мг/кг сух. речовини, для свинцю від $3,7 \pm 2,9$ до $5,2$ мг/кг сух речовини. Вміст кадмію у опаді цього парку був мінімальним серед аналогічних показників у інших парках Дніпра і становив $0,02 \pm 0,003$ мг/кг сух. речовини.

8. Кількість Свинцю у підстилках парків ім Б.Хмельницького та ім Ю.Гагаріна перевищує показник ГДК у ґрунті для цього хімічного елементу. Щодо накопичення Кадмію, в усіх підстилках відмічений нижчий від показника ГДК вміст цього елементу, що може свідчити або про відсутність акумулятивних процесів у підстилці щодо цього елементу або про його низький вміст у довкіллі.
9. Найбільш загальмований кругообіг цинку і свинцю спостерігається у парку ім. Б. Хмельницького де показники ОПК становлять 3,1 та 4,3, відповідно, тоді як у парку ім. Т. Шевченка значення ОПК для цинку і свинцю були рівними і становили 2,8. З'ясовано що кругообіг Цинку і Свинцю у парку ім. Ю. Гагаріна характеризується показниками ОПК 2,1 та 6,3, відповідно.
10. Терміни перебування Кадмію у складі підстилок коливаються від 11 до 22 років з мінімальним показником для парку ім. Б. Хмельницького та максимальним у парку ім. Ю.Гагаріна. Ці результати свідчать про високу імобілізаційну здатність підстилки щодо цього важкого металу
11. Показники вмісту Pb, Cd та Zn у рослинному опаді та підстилці, парків міста Дніпро можуть бути використані для визначення потенційної здатності паркових екосистем до виконання санітарно-оздоровчої функції у міському середовищі. Показники індексів інтенсивності кругообігів хімічних елементів демонструють тривалість перебування металів у масі паркової підстилки у неактивному стані.
12. Отримані результати свідчать про важливу роль підстилки у підтримці стійкості та екологічної стабільності міського середовища та здатності паркових систем індустріального міста до залучення механізмів інтоксикації забрудників та здійснення процесів самоочищення міського довкілля.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бессонова В.П., Зайцева І.А. Вміст важких металів у листі дерев і чагарників в умовах техногенного забруднення різного походження. *Питання біоіндикації та екології*. 2008. Т. 13 (2) С. 62-77.
2. Бессонова В.П., Іванченко О.Є. Аналіз видового складу та стану деревної рослинності парку ім. Богдана Хмельницького у м. Дніпропетровську. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2013. № 187 (1). С. 11-15.
3. Беляєва С.С., Хмара С.О. Сучасний стан і стратегія розвитку міських парків (на прикладі парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Тальнівський» у м. Тальне). *Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання: матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції*, Черкаси, 23–24 березня 2023 року: у 2-х томах. Т. 2. С.107-108.
4. Білявський Г.О., Падун М.Н., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. К.: Либідь. 1995. 367 с.
5. Боднарук М. А. Оцінка стійкості лісових екосистем до рекреаційних навантажень. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2006. Вип. 109. С. 89-96.
6. Бодров В. О., Герасименко П. І., Лавриненко Д. Д. та ін. Лісова меліорація з основами лісництва. К. 1972. 193 с.
7. Бурак О. М. Проблеми і перспективи розвитку сфери озеленення в Україні / О. М. Бурак. [Електрон. ресурс]. Режим доступу: www.ej.kherson.ua/journal/economic_09/141.pdf
8. Вернигорова Н.В. Міські парки як інноваційний соціальний простір і чинник суспільного й екологічного добробуту. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія «Економіка»*. Т. 8, № 4, 2021. С. 69-78.

9. Вернігорова Н.В. Інституційні новації розвитку міських парків в Україні. *Економічний журнал Одеського політехнічного університету*. 2023. № 2 (24). С. 35-43. Режим доступу до журн.: <https://economics.net.ua/ejopu/2023/No2/35.pdf>. DOI: 10.15276/EJ.02.2023.4. DOI: 10.5281/zenodo.8128451.
10. Вишенська І. Г., Дідух Я. П., Скіданова А. А., Альошкіна У. М. Порівняльна оцінка енергетичного запасу лісової підстилки хвойних та листяних типів фітоценозів. *Наукові записки НаУКМА*. 2009. Том 93. Біологія та екологія. С. 40–44.
11. Власенко Н.О. Опадо-підстилковий коефіцієнт у лісових біогеоценозах зеленої зони м. Полтави. *Світ медицини та біології*. 2013. № 4(42). С. 138–141.
12. Горохів В. А., Лунц Л. Б. Парки світу. М.:Стройиздат, 1985.328 с.
13. Грицан Ю.І. Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище: монографія. Дніпро: ДНУ. 2000. С. 46.
14. Дудин Р.Б., Курницька М.П., Левусь Т.М. Паркознавство. Новий світ. 2023. 191 с.
15. Дунаєвська О.Ф., Козловський О.Ю. Вивчення дигресії екосистем міського парку внаслідок зростання рекреаційного навантаження. *Географія та туризм*. 2013. Вип. 26. С. 284–294.
16. Жицька Н.В. Особливості процесів мінералізації підстилки в штучних лісових біогеоценозах. *Актуальні проблеми ботаніки та екології*. Матер. Між нар. Конф. молодих учених. Сімферополь: ВД «АРІАЛ». 2020. С. 213–214.
17. Жовинський Е.Я., Кураєва І.В. Еколого-геохімічні дослідження об'єктів довкілля України. Київ: Альфа-реклама, 2012. 156 с
18. Жовинський Э.Я., Кураева И. В. Геохимия тяжелых металлов в грунтах Украины. К.: Наук. думка. 2002. 213 с.
19. Заверуха Н.М., Сребряков В. В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібн. 3-тє вид. К.: Каравела. 2013. 288 с.

20. Кисельов В., Кисельова Г. Архітектурно-ландшафтна організація парків, як міських громадських просторів (на прикладі м. Одеса) *Містобудування та територіальне планування*. 2024. Вип. 85, С. 236–244. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.85.236-244>.
21. Ковалевский С.Б. Динаміка лісового опаду й підстилки в соснових насадженнях в умовах свіжого бору. *Наук. вісник Національного аграрного університету*. Київ. 2001. № 3. С. 127-132.
22. Копієвська О. Р. Паркова індустрія: підручник. Київ: НАКККиМ, 2015. 208 с.
23. Кроїк Г.А. Екологічна безпека: проблеми забруднення промислових територій важкими металами. Екологічні проблеми гірничо-металургійного комплексу України за умов формування принципів збалансованого розвитку. Мат. науково-практ. конф. Д.: Центр екол. освіти та інформації. 2008. С. 123–127.
24. Клименко Т.К., Сягайло І.О. Успішність впровадження інвазійних видів деревних рослин в урбофітоценози. *Екологічні науки*. 2020. № 1(28). С.328–334.
25. Кутя М. М., Гірс О.А. Характеристика рекреаційних навантажень та рекреаційної місткості лісопаркових ландшафтів Києва *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.12. С. 86-90.
26. Кухтар Д.В., Качала Т.Б. Оцінка рівня озеленення урбоєкосистеми міста та розроблення заходів щодо його оптимізації на прикладі м. Івано-Франківська. *Науково-технічний журнал*. № 1(23). 2021. С. 33-44.
27. Леневиц О.І. Вплив рекреаційного навантаження на морфологічні особливості лісової підстилки (НПП «Сколівські Бескиди» Українські Карпати). *Біологія та валеологія*. 2019. Вип. 21. С. 64–73. <https://doi.org/10.34142/23122218.2019.21.06>.
28. Моніторинг довкілля: підручник / за ред. проф. В.М. Боголюбова. Вид. 2-ге, переробл. і доповн. Київ: НУБіПУ. 2018. С. 20-47.

29. Москалик Г.Г., Легета У.В. Алелопатичні властивості деяких інвазійних видів рослин-трансформерів. Наук. Зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2019, № 1 (75). С. 73-79.

30. Мусієнко С. І., Румянцев М.Г., Тарнопільська О.М. Рекреаційне лісівництво: конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 206 – Садово-паркове господарство). Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 165 с.

31. Назарук М., Жук Ю. Зелені зони малих та середніх міст Львівської області: сучасний стан та проблеми функціонування. *Фізична географія та геоморфологія*. 2013. Вип. 1. С. 54-62.

32. Пасічний Г. В., Сердюк С.М. Динаміка важких металів в ґрунтовому покриві у зв'язку з техногенним забрудненням оточуючого середовища (на прикладі м. Дніпропетровська). *Наук. пр. Ін-ту проблем природокористування та екології НАН України «Екологія і природокористування»*. Вип. 4. Д., 2002. С. 111 – 117.

33. Погребняк А. В., Якуба М.С. Вміст металів у підстилці і опаді насаджень білої акації як показник ступеня антропогенного навантаження. *«Фундаментальные и прикладные исследования в биологии» Материали I международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных*. Том І. Донецк. 2009. С. 378–379.

34. Самчук А.І., Єгоров О.С., Стадник В.О. та ін. Важкі метали в ґрунтах Київського мегаполісу. *Вісник Дніпропетровського університету. Геологія. Географія*. 2002. № 4. С. 154-161.

35. Сегеда Ю. Ю. Морфолого-фракційний склад і запаси лісової підстилки дубових насаджень у лісовому фонді державного підприємства «Смілянське лісове господарство» / Наук. вісн. НЛТУ України. 2014. Вип. 27(4). С. 75–78.

36. Сердюк С. М., Пасічний Г.В. Ґрунтово-екологічні моніторингові дослідження техногенного забруднення важкими металами міського

середовища (на прикладі м. Дніпропетровська). *Матеріали конф. «Екологічний світогляд XXI віку»*. Д., 2002. С. 58-61.

37. Синько Б., Огаренко Ю. Реконструкція та благоустрій паркових зон: посібник. URL: [https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/287/](https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/287/DOBRE_Handbook_Landscaping.pdf)

DOBRE_Handbook_Landscaping.pdf

38. Сичова А. В. Ландшафтна архітектура: навчальний посібник для вузів / А. В. Сичова [2-е вид.]. М.: ОНІКС 21 століття, 2004. 87 с.

39. Сплодитель А.О., Кураєва І.В., Злобіна К.С. Особливості акумуляції важких металів у ґрунтах урбанізованих ландшафтів м. Бровари. *Геологічний журнал*. 2020. № 2 (371). С. 39—51. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.2.200245>

40. Стадник А. П. Ландшафтноекологічна оптимізація систем захисних лісових насаджень України: автореф. дис. ... докт. с.-госп.наук : спец.03.00.16 «Екологія». Ін-т агроекології. К. 2008. 46 с.

41. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля. Навч. пос. для студ. вищ. навч. закл. К.: Центр навчальної літератури. 2016. 394 с.

42. Фатєєв А. І., Пащенко Я. В., Балюк С.А. Фоновий вміст мікроелементів в ґрунтах України. Харків. 2003. 120 с.

43. Фрейндліна В.В. Міські парки як симбіоз культури й природи (на прикладі парків Сполучених Штатів Америки). *Культура України*. Вип. 69.2020. С. 59-70.

44. Царик Л. П. До проблем озеленення і ролі паркових комплексів у функціонуванні урбоекосистеми Тернополя / Л. П. Царик, І. Б. Позняк // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія. 2016. №1. С. 263-270.

45. Цветкова Н. М., Якуба М. С. Біокругообіг речовин у біогеоценозах Присамар'я Дніпровського. Д.: РВВ ДНУ. 2008. 112 с.

46. Чонгова А.С., Якуба М.С., Єр'оміна К.Г. Характеристики підстилки міських парків як показники ступеню їх рекреаційної стійкості.

Український журнал природничих наук, № 7, м. Житомир, 2024. С. 250-260.
ISSN: 2786-6335 print, ISSN: 2786-6343 online, DOI
<https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.26>

47. Чорнобай Ю. М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах. Львів: ДЛМ НАН України. 2000. 352 с.

48. Шарпило Д.В., Десятерик А.В., Кабак О.М. Щорічний потік листового опаду деревних насаджень парку ім. Б. Хмельницького (м. Кривий Ріг). Екологічний вісник Криворіжжя. 2015. №1, С. 102–104.
<https://doi.org/10.31812/ecobulletinkrd.v1i0.6421>

49. Штофель М. О. Лісова меліорація. Основи агролісо-меліоративного районування та принципи добору деревних та кущових порід для лісомеліоративних насаджень (методичні поради). К.: НАУ. 2004. 40 с.

50. Щурова В. А. Міський і ландшафтний дизайн: ландшафт. орг. міськ. просторів: [конспект лекцій для студ. V курсу спец. 7.120103]. М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. К.: КНУБА, 2008. 34 с.

51. Якуба М. С. Характеристики лісової підстилки біогеоценозів Присамар'я Дніпровського. *Пит. степового лісознавства та лісової рекульт. земель*. Міжвуз. збірн. наук. пр. Вип. 8 (33). Д.: РВВ ДНУ. 2004. С. 47–55.

52. Якуба М.С. Моніторингові дослідження розподілу важких металів у лісових біогеоценозах Присамар'я Дніпровського (фітоценоз-підстилка-грунт): дис... канд. біол. наук: 03.00.16 / Дніпропетровський національний ун-т. Дніпропетровськ. 2006. 205 с

53. Якуба М. С. Фракційний склад підстилки як показник функціонування природних лісових екосистем Присамар'я Дніпровського. *Сучасні проблеми фізіології та інтродукції рослин: Мат. всеукр. наук.-практ конф. до 80-річчя проф. Л. Г. Долгової*. Д.: ДНУ. 2007. С. 146-147.

54. Якуба М. С. Характер та амплітуда біологічного кругообігу органо-мінеральних речовин у штучних лісових біогеоценозах степу. *Пит степ. лісозн. та ліс. рекульт. земель*. Д.: РВВ ДНУ. 2003. Вип. 7. С. 99-105.

55. Якуба М.С., Чонгова А.С. Роль листяного опаду та специфіка накопичення підстилки у парках міста Дніпро. *Рослини та урбанізація: Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції*. Дніпро, 2024. С. 47-49.
56. [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE_\(%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE_(%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE))
57. <https://gorod.dp.ua/pogoda/?pageid=44>
58. <https://dniprorada.gov.ua/upload/editor/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82.PDF>
59. <https://znanija.com/task/24306089>
60. <https://gorod.dp.ua/news/200406>
61. <https://kufer.media/misto/parky-ta-zony-vidpochynku-navishho-mistam-zeleni-zony-ta-yak-yih-pravyлно-stvoryuvaty/>