

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
Навчально-науковий інститут цивільного захисту  
Кафедра екологічної безпеки

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри екологічної безпеки,

д. с.-г. н., професор

\_\_\_\_\_ Андрій КУЗИК

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

# ДИПЛОМНА РОБОТА

## БАКАЛАВРА

на тему: “Фітоіндикаційна оцінка токсичності ґрунтів КЗЗМ Львова”

Виконав:

здобувач 4 курсу, групи ЕК – 41  
спеціальності 101 «Екологія»

Лагетко І. І.

Керівник:

к. с.-г. н., викладач Шуплат Т. І.

Рецензент:

д.с.-г.н., професор Кучерявий В. П.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
Навчально-науковий інститут цивільного захисту  
Кафедра екологічної безпеки

Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри  
екологічної безпеки  
\_\_\_\_\_ Андрій КУЗИК  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

### ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу

Здобувачу \_\_\_\_\_ Лагетко Ірині Ігорівній \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Фітоіндикаційна оцінка токсичності ґрунтів КЗЗМ Львова

керівник роботи: \_\_\_\_\_ Шуплат Тарас Ігорович, к.с.-г.н. \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЛДУ БЖД від «07» лютого 2023 року №74од

2. Термін подання слухачем роботи: «27» березня 2023 р.

3. Початкові дані до роботи:

3.1. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. К.: “Знання”, КОО, 2007. 422 с.

3.2. Закон України від 25.06.91 № 1264-ХІІ “Про охорону навколишнього природного середовища”.

3.3. Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля. К.: Академія, 2006. 360 с.

3.4. Закон України “Про охорону земель” (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, № 39, ст.349).

3.5. Дідух Я. П. Основи біоіндикації. Київ: Наукова думка, 2012. 361 с.

## 4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):

Розділ 1. Моніторингові дослідження, як інструмент оцінки стану довкілля.

Розділ 2. Урбоекологічна характеристика міста Львова.

Розділ 3. Оцінка токсичності едафотопів комплексної зеленої зони міста Львова методом фітоіндикації.

Розділ 4. Проект заходів, спрямованих на зниження антропогенного впливу на ґрунти комплексної зеленої зони міста Львова.

5. Перелік графічного матеріалу: презентація Microsoft Power Point.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1.	Гоцій Н. Д., к.с.-г.н, викладач кафедри екологічної безпеки ЛДУ БЖД		

7. Дата видачі завдання: «10» 02 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	13.02.23-16.02.23	виконано
2.	Розділ 1. Моніторингові дослідження, як інструмент оцінки стану довкілля.	20.02.23-24.02.23	виконано
3.	Розділ 2. Урбоекологічна характеристика міста Львова.	27.02.23-03.03.23	виконано
4.	Розділ 3. Оцінка токсичності едафотопів комплексної зеленої зони міста Львова методом фітоіндикації.	06.03.23-15.03.23	виконано
5.	Розділ 4. Проект заходів, спрямованих на зниження антропогенного впливу на ґрунти комплексної зеленої зони міста Львова.	16.03.23-22.03.23	виконано
6.	Підготовка презентації та доповіді.	23.03.23-24.03.23	виконано

Здобувач

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ірина ЛАГЕТКО

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Тарас ШУПЛАТ

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Лагетко І. І. “Фітоіндикаційна оцінка токсичності ґрунтів КЗЗМ Львова”.  
Дипломна робота бакалавра за спеціальністю 101 «Екологія». Складається з  
текстової частини, що містить 4 розділи, 77 сторінок, 26 рисунків, 2 таблиці, 43  
літературних джерел та 6 додатків.

Предмет дослідження – рівень токсичності едафотопів комплексної зеленої  
зони міста Львова

Об’єкт дослідження – процес росту і розвитку рослинного матеріалу  
(представників родини капустяні (*Brassicaceae*)) у субстратах, відібраних у  
різних еколого-фітоценотичних поясах міста Львова.

Мета роботи – порівняльний аналіз проростання дослідних рослин у  
відібраних міських субстратах та обґрунтування комплексу заходів,  
спрямованих на зниження антропогенного впливу на ґрунти комплексної  
зеленої зони міста Львова.

Методи дослідження – порівняльний аналітичний огляд літературних  
даних; біоіндикаційний; ґрунтознавчий; маршрутних спостережень;  
фітомеліоративний.

МІСТО, ЕКОСИСТЕМА, МОНІТОРИНГ, БІОІНДИКАЦІЯ,  
КОМПЛЕКСНА ЗЕЛЕНА ЗОНА, ФІТОІНДИКАЦІЯ, ЕДАФОТОП,  
ТОКСИЧНІСТЬ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. МОНІТОРИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ.....	9
1.1. Основні визначення, напрямки діяльності моніторингу.....	9
1.2. 1.2. Законодавчі акти в галузі моніторингу навколишнього природного середовища.....	.....
<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>	
1.3. Фітоіндикація, її роль в оцінці стану довкілля.....	15
1.4. Реакція рослин на умови техногенно забрудненого середовища.....	17
1.5. Забруднення ґрунтів урбанізованих територій.....	20
РОЗДІЛ 2. УРБОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІСТА ЛЬВОВА.....	24
2.1. Природні умови міста.....	24
2.2. Зелені насадження комплексної зеленої зони міста Львова.....	30
2.3. Містобудівні умови та забруднення едафотопів.....	32
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ТОКСИЧНОСТІ ЕДАФОТОПІВ КОМПЛЕКСНОЇ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ МІСТА ЛЬВОВА МЕТОДОМ ФІТОІНДИКАЦІЇ.....	37
3.1. Рослинний асортимент для фітоіндикації міських едафотопів.....	37
3.2. Порядок відбору проб та опис досліджуваних площ.....	39
3.3. Оцінка рівнів фітотоксичності ґрунтів комплексної зеленої зони міста Львова.....	44
РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ЗНИЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТИ КОМПЛЕКСНОЇ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ МІСТА ЛЬВОВА.....	51
4.1. Вирішення екологічних проблем спричинених міським транспортном, шляхом оптимізації транспортного навантаження.....	51
4.2. Концепція управління впливом автотранспорту на середовище.....	53
4.3. Фітомеліоративні заходи, як засіб зменшення забруднення	

міської екосистеми.....	58
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69
ДОДАТКИ.....	73

## ВСТУП

Пришвидшені темпи урбанізаційних процесів є невід’ємною складовою життя сучасного суспільства. Наслідками його є забруднення компонентів навколишнього середовища: повітряного басейну, трансформація ландшафтів, забруднення і ущільнення ґрунтів, поверхневих і підземних вод, вплив на флору, фауну та людей.

Фактори впливу міського середовища поділяються на три групи: фізичні, хімічні та антропогенні. Фізичні впливають зокрема на функціонування на розвиток підземної частини міських рослин спричиняючи ущільнення поверхні, дефіцит поживних речовин, вологи, лужну реакцію ґрунту. Хімічні впливають на надземну частину викликаючи запиленість та загазованість повітряного басейну і атмосферних опадів, забруднення ґрунтової поверхні і товщі, підвищену ксерофілізацію, температурний баланс, порушення розвитку та зниження рівня життєвості об’єктів системи озеленення.

Промислові викиди, вихлопи громадського і приватного автотранспорту, кількість якого збільшується, суттєво впливають на життєвість і декоративні якості міських зелених насаджень. Транспортні вихлопи містять до 200 шкідливих компонентів, особливо небезпечним із яких є сполуки свинцю, що осідають на поверхню ґрунту, а потім поглинаються кореневими системами рослин.

Трансформується і міський ґрунт, зокрема едафотопи, які поділяють на природні та насипні урбоземи. Наслідком збіднення ґрунтів є ослабленість і передчасне старіння рослин, податливість до дії фітопатологічних захворювань і ентомологічних шкідників. Другій групі – насипним урбоземам притаманна нейтральна або слабо лужна реакція і достатня кількість поживних речовин, вище значення гумусу, ніж у природних, висока щільність, порушені аераційні процеси. Результатом є порушення поверхні та структури ґрунтового вкриття, режимів живлення та вологозабезпечення рослин.

Метою представленої роботи був порівняльний аналіз проростання дослідних рослин у відібраних міських субстратах та обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на зниження антропогенного навантаження на ґрунти комплексної зеленої зони міста Львова.

Для досягнення цієї мети потрібно було виконати наступні завдання:

- збір інформації про роль екологічного моніторингу, як інструменту контролю та оцінки стану довкілля;
- вивчення законодавчої і нормативної бази з питань організації та проведення екологічного моніторингу;
- ознайомитись із особливостями прийомів фітоіндикації;
- проаналізувати джерела забруднення міських едафотопів;
- здійснити оцінку рівнів фітотоксичності ґрунтів комплексної зеленої зони міста Львова у лабораторних умовах;
- розробка заходів захисту міських едафотопів.

## **РОЗДІЛ 1.**

### **МОНІТОРИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ**

#### **1.1. Основні визначення, напрямки діяльності моніторингу**

Найважливішими екологічними проблемами нашого часу, внаслідок антропогенного забруднення довкілля, є глобальні тенденції зміни складу і якості компонентів біосфери, а саме атмосфери, ґрунтів, земельних ресурсів, поверхневих і підземних вод, запасів природних ресурсів, збереження біорізноманіття, перенесення поллютантів на великі відстані, на територію інших держав (транскордонне забруднення), вплив на довкілля кислотних опадів, фотохімічних оксидантів і хлорфторвуглеводів та інших речовин на озоновий шар та вплив на клімат “парникових газів”. Дана проблематика носить як глобальний, так регіональний і локальний масштаби.



Дуже важливим інструментом, який дозволяє кількісно та якісно оцінити стан довкілля як в поточний період, так і в минулому та майбутньому, є система екологічного моніторингу.

Моніторинг – це система спостережень, оцінювання, контролю та прогнозу стану навколишнього середовища. Дана система не включає в свою організаційну структуру органи управління якістю навколишнього середовища, але постачає їм вкрай важливу інформацію для здійснення управлінського процесу та розроблення інженерних проектів і наукових методів захисту довкілля. Причому постачає в системному і регулярному аспектах [13, 27].

Загально прийнято виділяти наступні основні напрямки діяльності системи моніторингу:

- оцінка фактичного стану природного середовища;
- спостереження за фактичним станом та за факторами впливу на навколишнє природне середовище;
- контроль відповідності фактичного стану діючим нормативам та стандартам;
- прогноз можливих змін стану природного середовища і оцінка його розвитку.

Комплекс завдань системи моніторингу визначений необхідністю забезпечення досягнення наступних важливих цілей:

- спостереження і реєстрація параметрів стану навколишнього середовища, їх оцінка і контроль достовірності даних вимірювання;
- виявлення каналів надходження поллютантів у навколишньому середовищі та оцінювання їх потоків;
- вивчення негативних наслідків забруднення навколишнього середовища;
- вивчення фізичних, хімічних, біологічних процесів, що визначають асиміляційну ємність, та оцінка асиміляційної ємності екосистем;
- вивчення причинно-наслідкових зв'язків між рівнем забруднення навколишнього середовища і його змінами, обумовленими цим рівнем;

- визначення критичних рівнів концентрації речовин, що можуть викликати порушення біологічних і біохімічних процесів;
- забезпечення уніфікації методів спостереження, відбору проб, обробки даних, аналізу й оцінювання для одержання результатів, які можна зіставляти і порівнювати незалежно від місця і часу їх одержання;
- забезпечення користувачів інформацією, необхідною для прийняття природоохоронних рішень;
- моделювання екологічних процесів для удосконалення прогнозу екологічних ситуацій на локальному, регіональному і глобальному рівнях [27].

Система екологічного моніторингу є відкритою інформаційною системою, пріоритетами функціонування якої є захист екологічних інтересів суспільства, збереження природних екосистем різного рівня організації та масштабу, відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання гіпотетично можливим надзвичайним екологічним ситуаціям.

Моніторинг служить для практичної реалізації збору, обробки даних, що мають первинну інформативність при першому ознайомленні з ними (даних вимірювання, одержаних при спостереженні за допомогою технічних приладів), та вторинної інформації (показників, що мають інформативність для користувача при другому, третьому вивченні), зібраних шляхом обробки і переробки первинних аналітичних даних.

Місце моніторингу в системі охорони довкілля визначається його функціональним призначенням. Досліджуваний елемент біосфери з рівнем стану  $A_0$  під впливом ряду зовнішніх факторів (В) змінює свій стан ( $A_0 \rightarrow A_1$ ). Система моніторингу (М), яка дозволяє це зафіксувати, розробляє узагальнені дані, проводить аналіз і здійснює оцінку його фактичного і прогнозованого станів. Отримана комплексна інформація передається на блок управління (У), тобто органи прийняття природоохоронних рішень. Тут залежно від рівня науково-технічних розробок й економічних можливостей і з урахуванням еколого-економічних критеріїв безпеки приймаються рішення для обмеження чи припинення дії антропогенних факторів впливу або з профілактичного

зміцнення чи подальшого поліпшення елементу навколишнього середовища (рис. 1.1.)

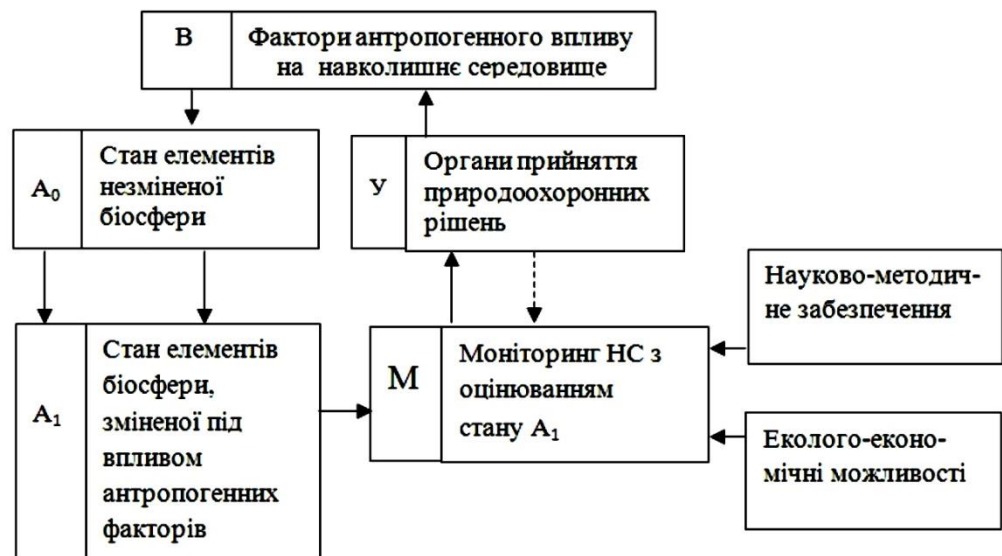


Рис. 1.1 Місце екологічного моніторингу у системі регулювання рівня антропогенного впливу на навколишнє середовище [13]

Важливим є організаційна структура служб моніторингу, які забезпечують виконання його основних обов'язків, у практичній площині. Вона складається з основних і допоміжних складових. Основні служби виконують такі функціональні обов'язки: спостереження, контроль, оцінка та аналіз стану досліджуваного об'єкта. Допоміжні ж служби представлені відділами матеріального, фінансового, технічного, інформаційного, методичного, нормативного, правового забезпечення.

Функціональна схема моніторингу складається з наступних служб: спостереження і збору первинних даних та контролю їх достовірності і первинної обробки, контролю рівня забруднення, аналізу та оцінки стану середовища, моделювання і прогнозу стану середовища, можливих його змін та розроблення рекомендацій, підготовки інформації для користувачів та її представлення (рис. 1.2).

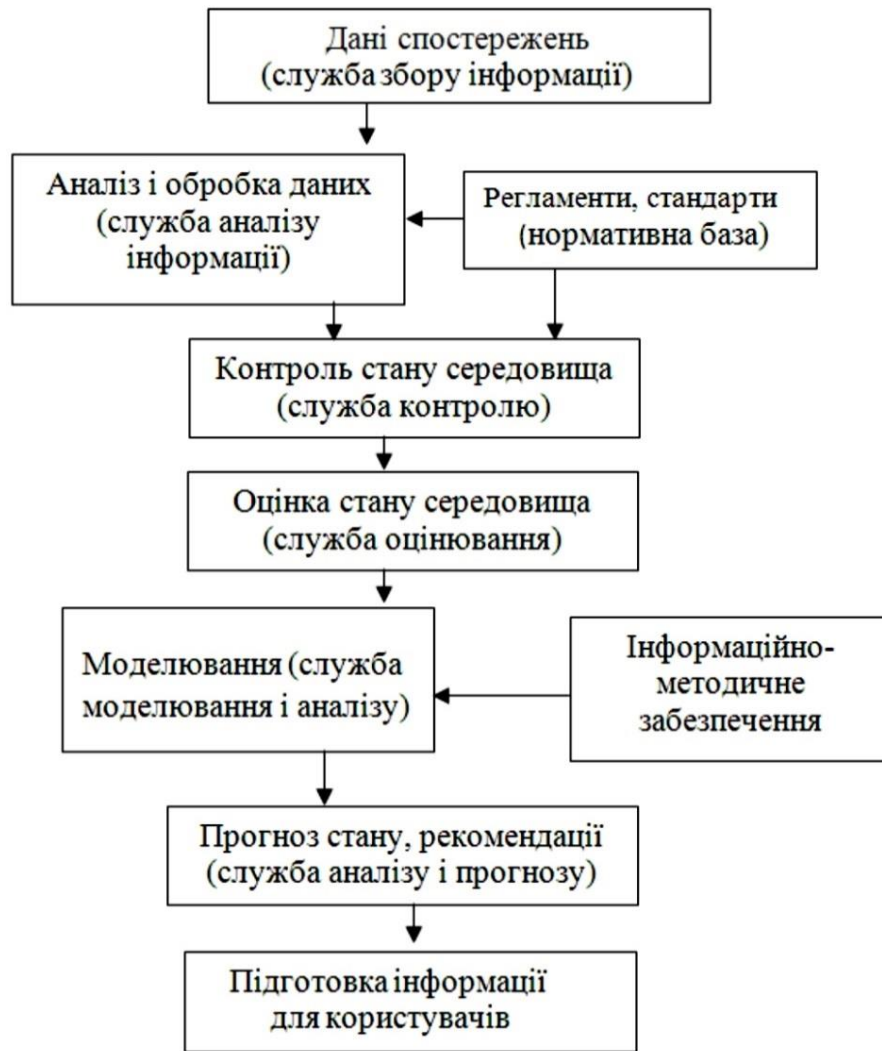


Рис. 1.2 Функціональна схема екологічного моніторингу [13]

### 1.3. Законодавчі акти в галузі моніторингу навколишнього природного середовища

Система моніторингу навколишнього природного середовища в Україні була створена ще у далекому 1972 р. З цього часу суттєво зросла, розширилась мережа законів, постанов, які регулюють різні аспекти моніторингової діяльності в Україні.

Законом України “Про охорону навколишнього природного середовища” (ст. 20, 22) передбачено створення державної системи моніторингу довкілля та проведення регулярних спостережень за станом навколишнього природного середовища та рівнем його забруднення. Виконання цих функцій покладено на Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України та інші

центральні органи виконавчої влади, котрі є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля, а також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або ж може призвести до погіршення стану довкілля, спричиняючи його деградацію [22].

“Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища” було затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р. №785. Нова редакція “Положення про державну систему моніторингу довкілля” була затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391. У даний законодавчий акт було внесено ряд змін (07.08.2013) [37].

Перелік основних законодавчих актів, що регламентують моніторинг об'єктів довкілля є наступним:

– постанова Кабінету Міністрів України від 09.03.1999 № 343 “Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря”;

– постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 № 815 “Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод”;

– постанова Кабінету Міністрів України від 20.08.1993 № 661 “Про затвердження Положення про моніторинг земель”;

– постанова Кабінету Міністрів України від 26.02.2004 № 51 “Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення”;

– Закон України “Про державну геологічну службу України” [2, 18, 19, 20, 21].

З метою координації діяльності міністерств та відомств, визначення основних принципів державної політики з питань розвитку системи моніторингу навколишнього середовища, забезпечення її функціонування на основі єдиного нормативно-методологічного забезпечення постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2001 № 1551 утворено Міжвідомчу комісію з питань моніторингу довкілля. Міністерство захисту довкілля та

природних ресурсів України, якою здійснюється організаційне й технічне забезпечення роботи комісії та її профільних секцій [24].

Існуюча система моніторингу довкілля базується на виконанні розподілених функцій її суб'єктами і складається з підпорядкованих їм підсистем. Кожна підсистема на рівні окремих суб'єктів системи моніторингу має свою структурно-організаційну, науково-методичну та технічну бази.

Функціонування здійснюється на трьох масштабних рівнях, за територіальним принципом:

- загальнодержавний рівень, який охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах усієї країни;

- регіональний рівень, який охоплює пріоритетні напрямки та завдання в масштабах територіального регіону;

- локальний рівень, який охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах окремих територій із підвищеним антропогенним навантаженням [24].

Правові засади щодо діяльності системи державного моніторингу ґрунтів України, оцінка яких, знаходиться у фокусі дипломних досліджень розкриті в наступних державних законодавчих документах: Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” (25.06.1991), Земельний кодекс України (25.10.2001), “Положення про державну систему моніторингу довкілля” (30.03.1998), Закон України “Про охорону земель” ( у поточній редакції 19.11.2022), “Про державний контроль за використанням та охороною земель” (19.06.2003), Постанова Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. (із змінами від 25.04.2012 р.) “Про затвердження Положення про моніторинг земель”, а також Наказ Мінагропрому України № 51 від 26.02.2004 р. “Про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення” [2, 18, 19, 20, 21, 24].

### 1.3. Фітоіндикація, її роль в оцінці стану довкілля

Одним із прийомів моніторингу стану довкілля за кількісно-якісними змінами параметрами живих об'єктів є фітоіндикація.

Фітоіндикація – невід'ємна складова частина біоіндикації, котра дозволяє здійснити оцінку впливу факторів середовища за станом рослинного матеріалу або ж характером їхньої реакції на зміни стану середовища. Інструментарій методів фітоіндикації досить широко застосовується в системі моніторингу. Вони мають важливі переваги серед інших методів, зокрема – дешевизну, можливість одночасно охопити великі території для індикації, відносну простоту інтерпретації отриманих результатів. Фітоіндикацію проводять на різних рівнях організації рослин – від клітинного до екосистемного, що теж є важливою перевагою [8, 9,12].

Фітоіндикація є складовою частиною екологічного моніторингу – системи спостережень за станом навколишнього середовища на певній території з метою раціонального використання природних ресурсів та охорони складових довкілля [12].

Під час оцінки екологічного стану території метод фітоіндикації є досить ефективним, тому що живі системи є дуже чутливі до змін навколишнього середовища і реагують на ранніх етапах на ці зміни. Навіть часто до масштабного їх прояву. Перевагою фітоіндикаторів є те, що вони підсумовують усі біологічно важливі дані про навколишнє середовище і відображують його стан в цілому; не потребують застосування дорогих методів дослідження; вказують шляхи та місця накопичення в екосистемах різного роду забруднень та дають можливість оцінити ступінь шкідливості речовин для живої природи [8].

За допомогою фітоіндикації можна здійснити оцінку зміни як видового розмаїття організмів тієї чи іншої місцевості, так і їхнього хімічного складу, який відображує здатність накопичувати елементи та сполуки, що надходять з навколишнього середовища [12].

Фітоіндикатор є своєрідним “маркером”, за допомогою якого можна виявити присутність тієї чи іншої забруднюючої речовини, без отримання кількісних характеристик [9]. У ролі індикаторів можуть виступати рослини, які мають здатність до акумуляції у своїх тканинах забруднюючих речовин, продуктів метаболізму, утворених у результаті взаємодії рослини із зовнішніми забрудниками: важкими металами (свинець і кадмій), фтористим воднем, сульфатами та ін. Унаслідок їхньої дії у рослин можуть змінюватись параметри розвитку (швидкість і якість росту, цвітіння, утворення плодів та насіння), процесів розмноження; знижуватися продуктивність і врожайність. Кожен параметр окремо або їх комплекс можна використати, щоб визначити наявність забруднюючих речовин та у контрольованих умовах для того, щоб зіставити ознаки ушкодження або зміни у стані рослини із наявністю певної забруднюючої речовини чи суміші кількох політантів [16].

Використання рослин-індикаторів доцільне як для виявлення конкретних забруднюючих речовин, так і для оцінки загального стану довкілля. Моніторинг може здійснюватися на рівні рослинних угруповань – фітоценозів, або окремих видів. Деякі анатомо-морфологічні та фізіолого-біохімічні ознаки рослин також можуть слугувати критерієм кількості поглинутого рослинами токсиканта [16].

При оцінці стану навколишнього природного середовища методом фітоіндикації важливо враховувати тип наявного ґрунту та ряд його характеристик: відсоток зволоження, вміст поживних речовин, метеорологічні умови, наявність фітопатологічних захворювань або ж ентомологічних збудників захворювань.

Інструментарій методів фітоіндикації є доволі широким, зокрема він включає: фенологічний, морфо- і біометричний, анатомо-цитологічний, фізіологічний, біохімічний, біофізичний, дендрологічний, флористичний, популяційний та екосистемний [36].

Таким чином проблема захисту навколишнього природного середовища в наш час носить глобальний характер. Для оздоровлення природного середовища необхідна розробка методів моніторингу, спрямованих на



виявлення, ідентифікацію та визначення концентрації забруднюючих докілья речовин. Необхідним елементом його є рослини, які реагують на стан забруднення докілья [28].

#### **1.4. Реакція рослин на умови техногенно забрудненого середовища**

У великих містах або ж мегаполісах, особливо відчувається забруднення навколишнього середовища, як наслідок автотранспортного навантаження. У ґрунтах придорожніх зон найінтенсивніше накопичуються валові і рухомі форми важких металів. Традиційно виділяють дві зони накопичення транспортного забруднення в ґрунтах: перша розташована на відстані до 15 – 20 м від автодороги, а друга – на 20-100 м. На відкритих просторах друга зона виявляється, як правило, слабше, що може бути пов'язано зі сприятливими умовами розсіювання повітряного потоку.

В містах із дуже інтенсивним транспортним навантаженням виділяють появу і третьої зони вмісту елементів в ґрунтах, що знаходяться від дороги на відстані 150 м. Саме у верхній частині шару ґрунту, де знаходяться коренева система деревно-чагарникових рослин, відбувається нагромадження мікроелементів [17].

Більше тисячі різних шкідливих речовин, містяться у відпрацьованих газах автотранспорту, які чинять негативний вплив на як здоров'я людини так і на стан навколишнього середовища. Основними серед них є: оксид карбону II, вуглеводні, альдегіди, канцерогенні речовини (бенз(а)пірен), оксиди нітрогену, сполуки сульфуру, тверді частки (сажа), сполуки свинцю ( $PbO_4$ ) [6, 11].

Перші ознаки порушень в організмі рослини з'являються значно раніше, і є невидимими оку, адже їх не завжди можна виявити за допомогою фізіологічних або біохімічних показників або ж у лабораторних умовах. Дані порушення пов'язані зі змінами забарвлення листя, які виявляють у більшості випадків неспецифічну реакцію на різноманітні стресори. До основних видів пошкодження рослин в результаті дії атмосферних забруднювачів належать: зміна форми і положення органів рослин, аномальна конфігурація листя (хвої),

хлорози, некрози, які, призводять до дефоліації. Незворотні зміни пігментів, що входять до складу рослин, свідчать що рослини були ушкоджені газами чи аерозолями. У результаті такого впливу відбувається руйнування клітинних та субклітинних структур [4, 32].

Потенційну небезпеку для рослин становить  $\text{SO}_2$ , завдяки своєму широкому розповсюдженню в світі та своїй фітотоксичності [40, 42]. Наприклад, рослини, які ростуть на територіях, повітря яких забруднене сірчистим ангідридом, інтенсивно акумулюють у своїх тканинах сульфур, і чим вищий вміст цього елементу в рослинах, тим більше пошкоджується листя. На перших етапах листова пластинка вкривається опіками, пізніше листові пластинки зморщуються, скручуються, відмирають й опадають. У рослин спостерігається різке зниження вмісту хлорофілу, значне порушення структури хлоропластів. Такі рослини мають низьку інтенсивність фотосинтезу, що призводить до сповільнення росту і розвитку рослин, зниження врожайності, зниження стійкості рослин до впливу збудників різноманітних захворювань.

Хвойні породи теж мають чітку реакцію на сірчистий ангідрид, під дією якого хвоя сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) набуває темно-червоного кольору, який поширюється від основи хвоїн, до їх гострого кінця, а потім хвоїни відмирають і опадають [40].

Флуор також дуже шкідливий для рослин. При проникненні його у клітини на рослинах з'являється хлороз, який супроводжується відмиранням вегетуючого покриття. Особливо чутливими до дії флуору є ялина звичайна (*Picea abies* (L.) H. Karst.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) і чорна (*Pinus nigra* J.F. Arnold). Перелічені види, які зустрічаються у озелененні міста Львова, страждають уже при концентрації фтористого водню  $0,5 \text{ мкг/м}^3$ . Найхарактернішою ознакою пошкодження хвойних порід є побіління, а потім потемніння кінців хвої [1, 5, 30].

Найчастіше при надлишку того чи іншого елементу у рослин спостерігаються хлорози. Під хлорозом розуміється процес втрати зеленого забарвлення, що супроводжується пожовтінням, а іноді навіть побілінням

листіків. Надлишок у ґрунті сполук алюмінію, марганцю, міді, газодимове забруднення повітря призводить до хлорозу рослинного матеріалу. Про перенасичення ґрунту цинком свідчить виникнення хлорозу від верхівки листка до його основи [8, 23, 29].

Підвищений вміст того чи іншого хімічного елемента призводить до зміни забарвлення квіток. Зокрема, під дією йоду квіти набувають жовто-червоного забарвлення. Зокрема при збільшенні у ґрунті вмісту марганцю квітки деяких рослин набувають нехарактерного жовто-червоного забарвлення [30].

При дослідженні впливу  $\text{NO}_2$  на рослини виявлено, що дія низьких концентрацій стимулює їх ріст, а зелень стає більш насиченою. Також можлива поява явища хлорозу з наступним передчасним опаданням листя, наприклад, знебарвлення по краях листкової пластинки барвінку (*Vinca rosea* L.).

У результаті ураження трав'янистих рослин та листяних дерев характерною є поява некротичних ділянок, в основному, між жилками листка, іноді – у рослин з вузькими листками – на кінчиках листків та по краях. При дії сірчистого ангідриду утворюється інтенсивно розвиваючийся міжжилковий некроз. Крайові некрози характерні для листків липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) під дією хлориду натрію, яким взимку посипають міські вулиці для танення льоду. А у однодольних хвойних рослин виникають у свою чергу верхівкові некрози [9, 25].

Дуже часто після некротичних і хлорозів можна спостерігати опадання листя (явище дефоліації). Наприклад, газодимове забруднення повітря призводить до опадання хвої у ялини звичайної (*Picea abies* (L.) H. Karst.) та сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) а від накопиченої солі для танення льоду, осипається листя липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) і гірко каштанів звичайних (*Aesculus hippocastanum* L.) [25].

Важливим біоіндикаційним показником є асиметрія рослин. Стан організмів можна оцінити шляхом аналізу величини флуктуючої асиметрії, що є відзеркаленням стану навколишнього середовища. Головною вимогою цього

методу є підбір рослин, що мають чітко виражену двосторонню симетрію. Принцип методу ґрунтується на виявленні порушень цієї симетрії в результаті дії антропогенних факторів [14,15].

Як показує практика досліджень багатьох науковців, найкращими біоіндикаторами є такі види рослин: трав'янисті – яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.), мати-й-мачуха звичайна (*Tussilago farfara* L.); деревні – тополя бальзамічна (*Populus trichocarpa* Torr. & A.Gray), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) і ясенелистий (*Acer negundo* L.), береза бородавчаста (*Betula verrucosa* Ehrh.), водні – рдести пронизанолистий (*Potamogeton perfoliatus* L.), представники родини капустяні (Brassicaceae). Часто для біомоніторингу використовують: подорожник великий (*Plantago major* L.), приворотень звичайний (*Alchemilla vulgaris* L.), конюшина гібридна (*Trifolium hybridum* L.) і повзучу (*Trifolium repens* L.) [25].

### **1.5. Забруднення ґрунтів урбанізованих територій**

На території міст ґрунти піддаються інтенсивному забрудненню, яке можна розділити на хімічне, механічне і біологічне.

Механічне забруднення полягає в засміченні ґрунтів різнофракційним матеріалом (будівельне сміття, бите скло, кераміка). Як наслідок – вплив на механічні властивості ґрунтів.

Хімічне забруднення ґрунтів пов'язане з проникненням у них речовин, що змінюють природну концентрацію хімічних елементів до рівня, що перевищує норму, наслідком чого є зміна фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Вважається, що цей вид забруднення є найбільш розповсюдженим, довгостроковим та небезпечним для довкілля.

Біологічне забруднення пов'язане із занесенням у ґрунтове середовище і розмноженням у ньому небезпечних для людини організмів. Бактеріологічні, гельмінтологічні й ентомологічні показники стану ґрунтів міських територій визначають рівень їхньої епідеміологічної небезпеки.

На урбанізованих територіях забруднення ґрунтів звичайно відбувається в результаті викидів промислових підприємств, приватного і комунального транспорту, підприємств теплоенергетики, скидів із каналізаційної мережі і відстійників, впливу промислових та побутових відходів, використання добрив і пестицидів, як елементу системи післяпосадкового догляду за рослинним матеріалом [31, 38, 41].

Викиди промислових підприємств є джерелом забруднення ґрунтів міських територій важкими металами, канцерогенними речовинами, сполуками азоту і сірки. Однак даних, що дозволяють оцінити кореляційні зв'язки між вмістом хімічних елементів у викидах, їхньою концентрацією в атмосферному повітрі, у випаданнях на поверхню землі і ступенем забруднення ґрунтів, недостатньо.

Внесення відходів з підвищеним вмістом токсичних елементів як добрив приводить до збільшення концентрації металів у рослинах. Доцільним є використання добрив, отриманих на основі міських відходів, для підвищення родючості ґрунтів міських зелених насаджень.

Надходження забруднюючих хімічних речовин із ґрунту в організм людини зв'язано з процесом їхньої міграції по біологічних ланцюгах: ґрунт – рослина – людина, ґрунт – рослина – тварина – людина; ґрунт – вода – людина; ґрунт – атмосферне повітря – людина [39].

Для міських умов забруднені ґрунти розглядають як значне джерело вторинного забруднення атмосферного повітря. На основі сполучених геохімічних і гігієнічних досліджень встановлена можливість використання рівня хімічного забруднення ґрунтів як індикатора неблагополучного стану атмосфери й оцінки ступеня небезпеки забруднення території для здоров'я населення. Базою для оцінки рівня забруднення ґрунтів у цьому випадку є значення фонові концентрації розглянутої речовини в ґрунтах.

Геохімічним фоном називають середній вміст хімічного елемента в ґрунтах за даними вивчення статистичних параметрів його розподілу.

Геохімічний фон є регіональною чи місцевою характеристикою ґрунтів та порід.

Ділянка території, у межах якого статистичні параметри розподілу хімічного елемента вірогідно відрізняються від геохімічного фону, називається геохімічною аномалією. Геохімічні аномалії, у межах яких вміст забруднюючих речовин досягає концентрацій, що роблять несприятливий вплив на здоров'я людини, називають зонами забруднення.

Рівень забруднення характеризується величиною коефіцієнта концентрації  $K_c$ , що визначають зі співвідношення:

$$K_c = C_i / C_f,$$

де  $C_i$  – концентрація забруднюючого речовини в ґрунті;

$C_f$  – фонові концентрація забруднюючої речовини, мг/кг ґрунту [10].

Важкі метали (мідь, кадмій, свинець, цинк і ін.), не тільки небезпечними для здоров'я людини, але і служать індикаторами присутності більш широкого спектра забруднюючих речовин (газів, органічних сполук). Величину сумарного показника забруднення ґрунтів використовують для оцінки рівня безпеки забруднення території міста. Значення сумарного показника забруднення до 16 відповідають допустимому рівню безпеки для здоров'я населення, від 16 до 32 – помірковано небезпечному, від 32 до 128 – небезпечному, понад 128 – надзвичайно небезпечному [23].

Геохімічне вивчення ґрунтів у місті на регулярній основі дозволяє одержати просторову структуру забруднення територій і виявити ділянки з найбільшим ризиком для здоров'я населення.

За величинами зон та рівнем ураження міських ґрунтів, виділяють фонове, локальне, регіональне, глобальне забруднення едафотопів.

Фоновим вважається такий вміст забруднюючих речовин у ґрунті, який відповідає або близький до його природного складу.

Локальним вважається забруднення ґрунту поблизу одного або сукупності декількох джерел забруднення.

Регіональним є таке забруднення ґрунту, котре виникає внаслідок переносу забруднюючих поллютантів на віддаль не більше 40 км від техногенних та більше 10 км від сільськогосподарських джерел забруднення.

Глобальним вважається забруднення ґрунту, яке виникає внаслідок дальнього переносу забруднюючих поллютантів на віддаль понад 1000 км від джерел забруднення [10, 33].

За ступенем забруднення міські ґрунти поділяються на сильнозабрудненні, середньозабруднені, слабкозабруднені. У сильнозабруднених ґрунтах кількість забруднюючих речовин у декілька разів перевищує діючі ГДК. Вони характеризуються низькою біологічною продуктивністю і змінами фізико-хімічних, хімічних й біологічних характеристик. У середньозабруднених ґрунтах перевищення нормативів ГДК незначне, що не призводить до помітних змін його властивостей. У слабкозабруднених ґрунтах вміст хімічних речовин не перевищує діючих ГДК, але перевищує фонове значення.

Відповідно за ступенем стійкості до хімічних забруднень та характером зворотної реакції міські ґрунти поділяються на дуже стійкі, середньостійкі та малостійкі [7].

## РОЗДІЛ 2.

### УРБОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІСТА ЛЬВОВА

#### 2.1. Природні умови міста

Місто Львів міститься на стику чотирьох фізико-географічних районів – Давидівського пасма, Львівського Опілля, Розточчя і Грядового Опілля. Географічні координати міста: широта –  $49^{\circ}50'17''$  пн. ш., довгота –  $24^{\circ}01'23''$  сх.д., висота над рівнем моря – 284 м (рис. 2.1)



Рис. 2.1 Картосхема географічного розташування міста Львова

**Геоморфологія.** Місто Львів закладалося в XIII ст. на схилах Давидівського пасма. Найвищі відмітки даного пасма становлять 350-380 м н.р.м. Південно-західний схил переходить у Львівське Опілля - підвищену рівнину, із численними розділеними долинами річки Зубра та ряду водних потоків: Зимної Води, Щирця та Сокільницького. Абсолютні висоти місцевості знаходяться у діапазоні 320-350 м н.р.м.

Львівське Опілля та Давидівське пасмо на північному заході межують із Розточчям. На стику знаходяться північні та північно-західні околиці міста. Однією із долин є заглиблення Клепарівського потоку, яке відділяє останець Кортумової гори (376 м н.р.м.) від Голоска (382 м н.р.м.) [35].

Новобудови сучасного міста знаходяться на території Грядового Побужжя, що є складовою Малого Полісся. Це рівнинний район, розділений



долинами річок Полтви, Маруньки та річок басейну Західного Бугу. У околицях міста є три наступні гряди: Винниківська, Чижківська і Малехівська. Їх абсолютні висоти знаходяться у діапазоні 260–270 м н.р.м.

Із заходу до межі міста підступає Львівсько-Любінська рівнина, яка складається із широких долин Білогорського, Ряснянського та потоків. Абсолютні висоти місцевості знаходяться у діапазоні 290–315 м н.р.м.

Центр міста (середмістя), знаходиться в улоговині – місці з'єднання п'яти вище перерахованих структур. Улоговина утворена верхньою течією р. Полтви та її притоками Вулькою і Пасікою. Абсолютні відмітки днища – 270–280 м н.р.м.

**Орогідрографія.** Місто Львів розташоване на лінії Головного європейського вододілу, який розділяє річки Балтійського та Чорного морів. На південь знаходяться витoki невеликих річок Давидівки, Зубри та Щирки, а на північ – витoki річки Полтви. Від с. Сигнівка лінія даного вододілу повертає на північ, через вул. Городоцьку, головний залізничний вокзал, Кортумову гору та тягнеться на Розточчя [3, 35] (рис. 2.2).

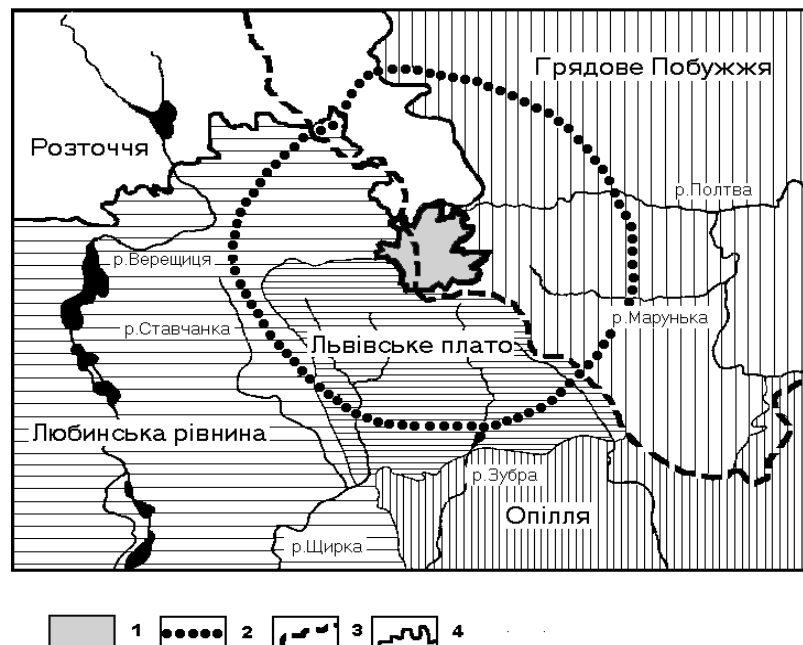


Рис. 2.2 Схема природно-географічних районів околиць міста Львова:

- 1 – межа міста; 2 – межа зеленої зони; 3 – Головний європейський вододіл; 4 – межа природно-географічних районів [35]

Міська територія з півночі обмежена наступними пагорбами: Високий Замок (413 м н.р.м.), Піщана гора (288 м н.р.м.), Кайзервальд, височина Знесіння та гора Чортова Скеля (414 м). У кінці вул. К. Левицького височина Погулянка, становить 350 м н.р.м. та розділені долиною р. Пасіка. У кінці проспекту Т. Шевченка піднімається останець Залізна Вода. В центрі міста розташований ерозійний останець гора Цитадель, розташована у Галицькому районі, поміж вулицями Коперника, В. Стефаніка, М. Драгоманова і Дмитра Вітовського.

Південно-західна та західна частина Львівської улоговини обмежена схилами Львівського плато. Від вул. С. Бандери до Полтвинської котловини місцевість знижується, переходячи вул. Городоцькою в уступ, на якому знаходиться собор св. Юра [3, 35].

Північно-західна частина між вулицями Клепарівською і Т. Шевченка обмежується схилами Кортумової гори. У південній частині міста знаходиться долина р. Зубри, шириною до 250 м із пологими схилами (рис. 2.3).

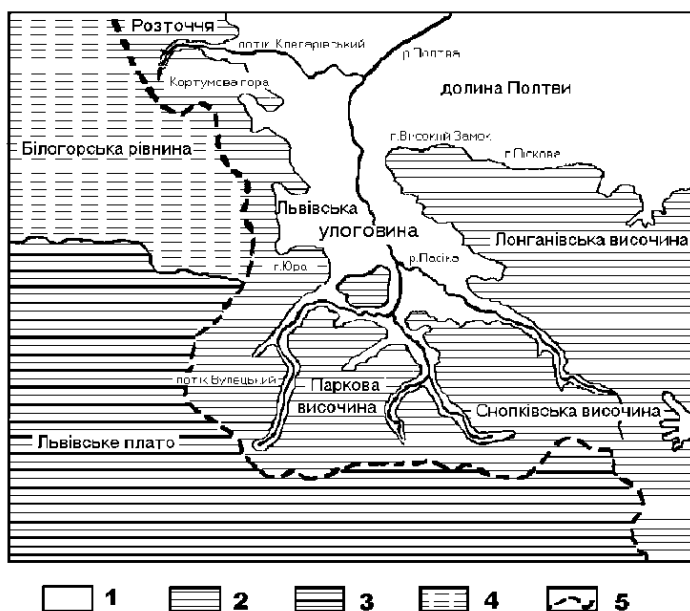


Рис. 2.3 Орографічна схема міста Львова: 1 - долини; 2 – височини; 3 – плато; 4 – рівнини; 5 – Головний європейський вододіл [35]

**Гідрологія.** Гідрологічні об'єкти міста представлені водоймами (станом на 2023 рік – біля 40), джерелами (біля 100), потоками та річками, протяжністю 51 км. Переважаюча частина міста відноситься до басейну р. Полтви та її

приток: Бережанська Вулька, Сигнівська, Вулька, Марунька, Чижківська Вулька. Близько 80% потоків каналізовано.

Регуляція русел річок і потоків протягом 1909-1935 рр. призвела до спрямлення та зменшення довжини. Річка Полтва зменшилась на 4 км, були спрямлені потоки Клепарівський, Голосківський, Збоївський та Лисинецький.

Водні джерела у місті є слабо дебетні та зазвичай необлаштовані. Вода більшості джерел потрапляє у міську каналізаційну мережу. Природно-антропогенні водойми представлені озерами на розі вул. Стрийська-Наукова, Стрийська-Володимира Великого, у парку “Знесіння”, парку Горіховий Гай та Піщаними озерами. Більшість штучних водойм – це маленькі потоки, які зараз використовуються із декоративною метою (Вулецький, Голосківський і Клепарівський потоки) [3, 35].

**Басейн Чорного моря** представлений річковими системами річок Верещиці та Зубри. До Зубри належать Персенківський та Сихівський потоки. Швидкість їх течії є незначною (0,2-0,3 м/сек.).

У південно-західній частині міста в Білогоро-Мальчицькій долині є значні болотні масиви: Білогорський – 3 км<sup>2</sup>, Рясненський – понад 1 км<sup>2</sup>. Потужність торфів становить 1-2 (4-6) м.

**Геологія.** Територія розташована в межах *Львівського палеозойського прогину* та ділянці кристалічного фундаменту Східно-Європейської платформи. В геологічній будові беруть участь породи палеозою, мезозою та кайнозою. *Верхньокрейдяний комплекс* входить до складу *Львівської крейдяної мульди*. Крейдяні породи представлені сірими, світло-сірими, зеленувато-сірими мергелями. Вони містять домішки піщаного матеріалу, численні кристали піриту, подекуди в тріщинах лімоніт та гіпс. Верхня частина крейдяної товщі дуже вивітрена. *Неогеновий комплекс* складається із значної кількості осадових порід.

Неогенові відклади поширені в межах Львівського плато, гряди Розточчя, в Білогоро-Мальчицькій долині та відсутні у долині р. Полтви і на лесових Винниківській і Малехівській грядах. Нижня частина комплексу відноситься до

нижньотортонського під'ярусу і об'єднується в опільський горизонт, верхня складає верхньотортонський під'ярус [3, 35].

**Клімат.** Територія міста характеризується помірно-теплим, вологим кліматом з впливом повітряних мас Атлантичного океану. У зимово-весняний період спостерігається надходження континентальних арктичних мас повітря, що спричиняє холодну, безхмарну погоду і низькі температури. У літньо-осінній період переважає вплив морського арктичного повітря, яке приносить холодну, вологу погоду.

Протягом року переважають західні і південно-західні вітри. Середньорічна швидкість вітру становить 4 м/с. Середньорічна кількість опадів у місті – 782-798 мм, з яких понад 70% припадає на теплий період року. Для Львова зафіксовано максимальну (1320 мм) у 1893 р. і мінімальну (369 мм) 1904 р. кількість опадів. Середньорічна температура повітря у Львові становить +7,7 - +7,9<sup>0</sup>С, середньомісячна температура січня -4,9<sup>0</sup>, липня +18,3<sup>0</sup>С. За даними багаторічних спостережень, в окремі періоди мають місце різкі похолодання – до -35,8<sup>0</sup>С, підвищення температури може сягати до +37<sup>0</sup>С. Річна амплітуда температур – 20,8<sup>0</sup>С. Середньорічна кількість сонячних днів на території Львова – біля 50, похмурих – 150, решта є з мінливою хмарністю.

Середньорічна відносна вологість повітря у місті становить 79%. Зимовою вона становить 80-95%, влітку може знижуватися до 50-60%. Порівняно з іншими районами Львова, у центральній частині наступна мікрокліматична ситуація: влітку фіксуються максимальні значення температури (вищі на 2,1 - 2,5<sup>0</sup>С), нижчі значення вологості та швидкості вітру, сповільнюють циркуляцію і темпи очищення атмосферного повітря [3, 35].

**Ґрунтовий покрив.** Ґрунтовий покрив характеризується значним різноманіттям. Основні типи ґрунтів природного походження у Львові і на околицях є дерново-підзолистими, сірими і світло-сіро опідзоленими, зустрічаються дерново-карбонатні ґрунти та чорноземи карбонатні.

*Дерново-підзолисті ґрунти* на безкарбонатних породах під лісопарками, характерні для Грядового Побужжя та Розточчя. Вони характеризуються

незначним вмістом гумусу, кислою реакцією, малою кількістю поживних речовин.

*Сірі і світло-сірі опідзолені ґрунти* на карбонатних лесовидних суглинках під широколистяними лісами Давидівського пасма і Львівського плато та Розточчя.

*Карбонатні чорноземи* мають незначне поширення і зустрічаються у терасах річок і сформувалися на лесовидних суглинках під луками. Характеризуються високим ступенем насичення основами і гумусу, мають нейтральну- або слаболужну реакцію, вирізняються високою родючістю.

*Болотні ґрунти* зустрічаються на Грядовому Побужжі в долинах річок. Серед болотних ґрунтів виділяють лучно-болотні, болотні, торфово-болотні і торфовища. В наш час багато з цих ділянок є осушеними [3, 35].

**Рослинність.** Природна рослинність на території міста Львова визначається положенням у межах Східноєвропейської та Центральноєвропейської геоботанічних провінцій на стику 4-х геоботанічних районів – Немирово-Магерівського району букових, дубово-соснових та дубово-грабових лісів, Гологоро-Вороняківського району букових лісів, Щирецького району дубових лісів та Кам'янсько-Бусько-Винниківського району дубово-соснових, дубових та грабово-дубових лісів.

На схилах Давидівського пасма поширені дубово-соснові, дубові та грабово-дубові ліси. Ліси такого типу збереглися у зоні міста лише на окремих ділянках у РЛП “Знесіння”. На решті території поширені штучні насадження з участю кленів, липи дрібнолистої, граба, каштана, червоного дуба, модрини сибірської і сосни звичайної. Характерною особливістю Давидівського пасма є те, що на схилах присутня лучно-стєпова рослинність (у Львові вона збереглася лише на горі Хоμεць) [3] (рис. 2.4).

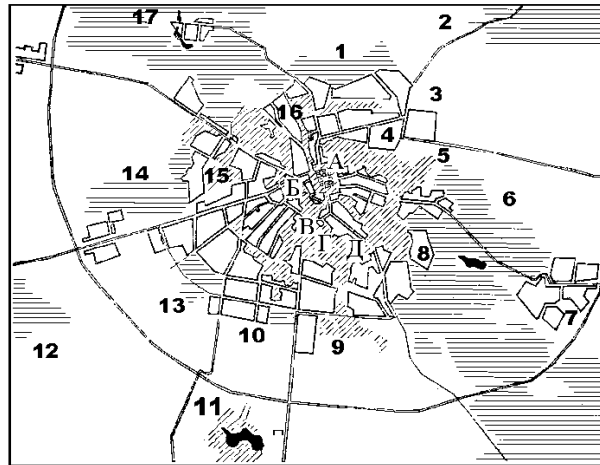


Рис. 2.4 Схематичний план комплексної зеленої зони міста:

А – мережа садів та скверів; Б – парк ім. І. Франка; В – Стрийський парк; Г – парк культури і відпочинку ім. Б. Хмельницького; Д – парк “Залізна вода”: 1 – Голоско, 2 – Збоїща, 3 – долина р. Полтви, 4 – парк “Високий Замок”, 5 – РЛП “Знесіння”, 6 – лісовий заказник “Винники”, 7 – м. Винники; 8 – лісопарк “Погулянка, 9 – Сихів, 10 – Богданівка, 11 – Глинна Наварія, 12 – Лапаївка, 13 – парк “Скнилівський”, 14 – лісопарк “Білогорща”, 15 – парк “Левандівський”; 16 – Кортумова гора, 17 – Брюховичі [35].

На Львівському Розточчі поширені природні дубово-соснові, дубово-грабові і букові ліси, в заплавах річок на лучно-болотних ґрунтах – заплавні луки і евтрофні болота. Окремі ділянки рослинності Розточчя збереглися у зоні житлового масиву Рясне.

У районі Львівсько-Любінської рівнини збереглися ділянки із лучно-болотними і торф’яними рослинними угрупованнями.

Флора Львова нараховує 1060 видів, які належать до 503 родів і 111 родин. В її складі зафіксовано 785 синантропних видів [3, 35].

## 2.2. Зелені насадження комплексної зеленої зони міста Львова

Зелені насадження Львова є складовою містобудівного каркасу міста. До системи зелених насаджень належать міські ліси та міські насадження загального користування, внутрішньо-квартальні насадження житлових районів, насадження вулиць, парків, скверів, газони, квітники та інші насадження, включаючи об’єкти природно-заповідного фонду (рис. 2.5).

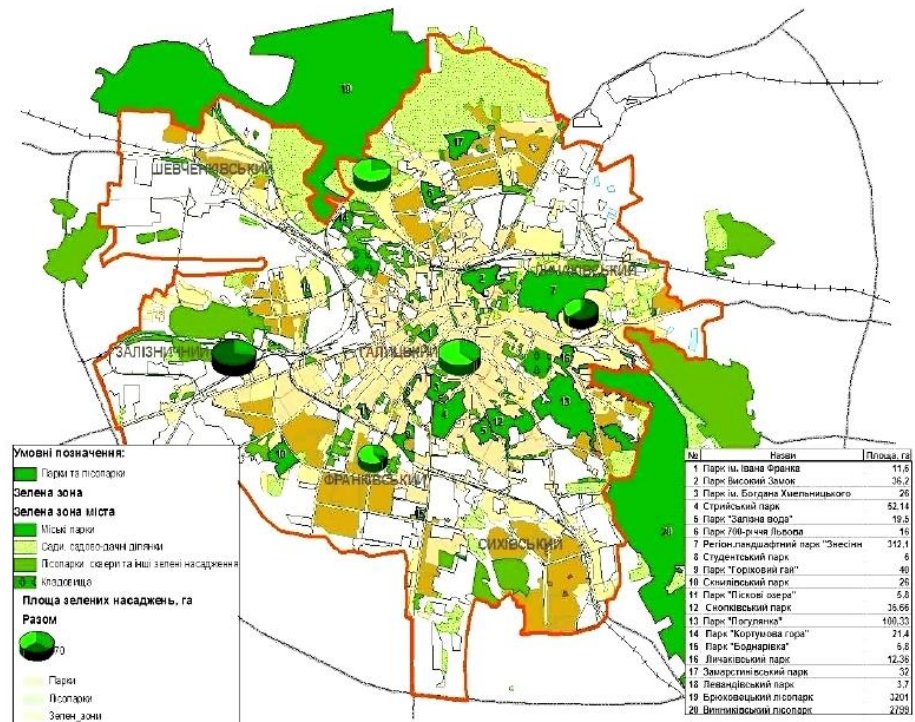


Рис. 2.5 Комплексна зелена зона міста Львова [34]

Площа зелених насаджень Львова за різними категоріями становить біля 33286 га, з них у межах міста – 4419 га (26% від площі міста) (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Структура зелених насаджень Львова у межах міста, га (на 01.01.2023р.) [34]

<i>Насадження загального користування:</i>	1466,0
парки	470,0
лісопарки	509,9
сквери	48,0
бульвари	7,6
зони відпочинку	211,5
інші об'єкти	219,0
<i>Насадження спеціального призначення</i>	481,0
Внутрішньо-квартальні насадження	1386,0
<i>Насадження обмеженого користування</i>	921,0
Вуличні насадження	135,0
Ботанічні сади	17,0
Квіткові господарства	13,0
Загалом	4419

Лісопаркова площа зеленої зони міста займає 25690 га. До неї відносять ліси І-ї групи, в яких не проводяться рубки головного користування. Догляд за ними передбачає проведення лише рубок догляду (проріджування, прохідні, вибірково-санітарні, суцільно-санітарні і лісовідновні рубки).

На одного мешканця Львова припадає близько 54 м<sup>2</sup> зелених насаджень. Забезпечення потреб міста посадковим матеріалом здійснюють ряд квіткових господарств ЛКП “Зелений Львів”, ВАТ “Агрокультура”, ВАТ “Зеленбуд” і ряд приватних садових центрів [34].

### **2.3. Містобудівні умови та забруднення едафотопів**

Транспортна галузь міста є провідним чинним забруднення і привнесення поліутантів у всі складові міської екосистеми: забруднення повітряного басейну, ґрунтів, рослинного матеріалу комплексної зеленої зони міста.

Забруднення атмосферного повітря комунальним і приватним транспортом підсилюється за рахунок рельєфу, напрямку і сили вітрових потоків, ширини вулиць, щільності забудови житлової і промислової зон міста. Особливо це відчувається у центральній частині міста. Похідними екологічними проблемами, пов'язаними із використанням автотранспорту, є шумове забруднення, вібраційне руйнування, порушення теплового режиму атмосферного повітря, формування “теплого острова” у середмісті [30].

Вулична мережа міста формувалась протягом тривалого часу під впливом різних чинників: планувальної структури, економіко-географічного положення Львова, як найбільшого економічного і політичного центру західного регіону, зовнішніх економічних зв'язків, природно-географічних умов. Загальними недоліками вуличної мережі є: недостатня ширина вулиць в межах забудови, нераціональне розміщення мережі трамвайних колій. Перелічені обставини призводять до зниження швидкості та пропускнуої здатності головних магістралей. Наслідком цих причин також є наявність великої кількості ділянок магістральних вулиць із несприятливими умовами для руху транспорту і



пішоходів. Щільність транспортних вулиць змінюється від периферії до центру у межах 1,8–4,3 км/км<sup>2</sup>. Для міста характерна проблема щодобових транспортних корків та відсутності достатньої кількості парковок.

Головними магістралями, які утворюють автотранспортний вузол Львова є магістралі регіонального та загальнодержавного значення: Київ-Львів-Перемишль; Вінниця-Тернопіль-Львів-Краковець; Київ-Львів-Мукачеве; Львів-Ужгород-Чоп; Львів-Жовква-Червоноград-Ковель -Брест. Ці магістралі в районі зовнішньої межі міста з'єднані між собою кільцевою дорогою, яка дозволяє розподілити всі зовнішні потоки між різними напрямками та забезпечити під'їзд з усіх напрямків до промислових та складських районів міста, та в'їзд до міста по головних магістралях [34].

У центральній частині міста в 72 автогосподарствах знаходиться понад 850 од. автотранспорту. Транспорт Львова щорічно споживає близько 260 тис. т пального і 520 тис. т кисню, а замість нього викидає 65 тис. т чадного газу, 11 тис. т вуглеводнів, 5 тис. т оксидів азоту. Середній рівень шуму на основних магістралях досягає 80-97 дБ, а у житлових кварталах 50-65 дБ [23, 26].

У Львові, в результаті досліджень, виділені наступні категорії вулиць: до першої (понад 1000 авт./год.) відносяться найбільш напружені за інтенсивністю рухомого складу вулиці (Городоцька, Зелена, Проспект Свободи, Шевченка, Личаківська, проспект ім. В. Чорновола, Кульпарківська); до другої (500-1000 авт./год.) - вулиці з середньою інтенсивністю (Пасічна, Героїв УПА, Міцкевича, І. Мазепи, Стрийська, Сахарова); до третьої (до 500 авт./год.) - вулиці із незначною інтенсивністю автомобільних потоків.

Основні міські магістралі при такій градації належать до перших двох категорій. Забруднення природного середовища в межах цих вулиць у 5-10 разів перевищує ГДК основних забруднюючих речовин. У районах із низькою інтенсивністю руху спостерігається перевищення ГДК в 3-4 рази.

За рік середньостатистичний легковий автомобіль забирає з атмосферного повітря 4350 кг кисню, а замість нього викидає 3250 кг вуглекислого і 530 кг чадного газу (оксиду вуглецю), 90-150 кг вуглеводнів, 40 кг оксидів азоту, 1 кг

свинцю. Один легковий автомобіль щогодини викидає близько 60 м<sup>3</sup> відпрацьованих газів, а вантажний – 120 м<sup>3</sup>. Частина шкідливих викидів має токсичну та канцерогенну і небезпечну мутагенну дію [23, 41] (рис. 2.6)

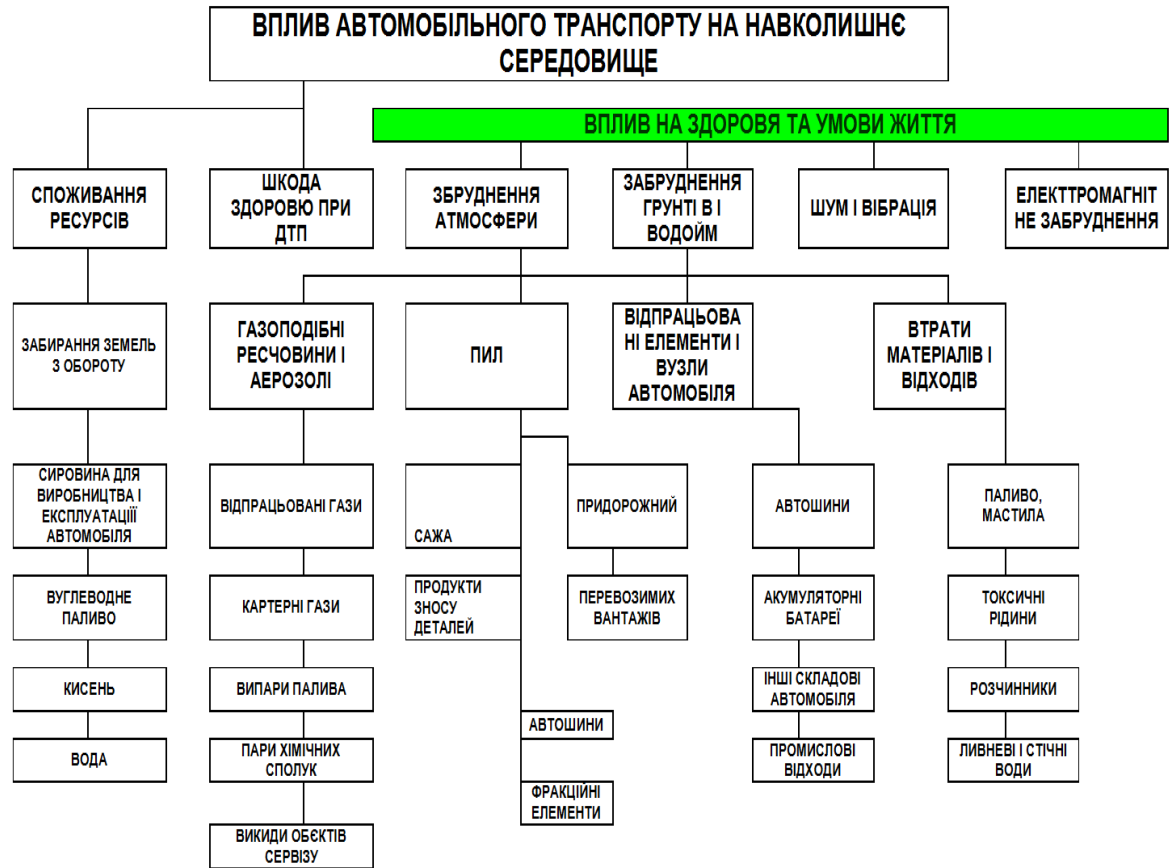


Рис. 2.6 Комплексний вплив автотранспорту на придорожню територію [23]

Природна складова міського середовища не встигає відновити природні біохімічні процеси. Автомобілізація захоплює міську територію і знижує об'єм її біомаси, що погіршує стан природного комплексу міста. Це викликає потребу в раціоналізації автомобільних перевезень не лише за економічними, але й за екологічними критеріями та у переході на екологічно-безпечніші види транспорту.

Важливим фактором забруднення міських ґрунтів є іони важких металів, які є токсичними і перешкоджають активності мікрофлори ґрунту. Їх концентрація у ґрунті може зберігатися впродовж десятиліть і навіть століть.

У багатьох випадках важкі метали містяться у ґрунтах в незначних кількостях і не є шкідливими. Проте, концентрація їх у ґрунті може збільшуватись за рахунок викидів вихлопних газів транспортними засобами, внесення фосфорних та органічних добрив, застосування пестицидів та інших агрохімікатів. Таким чином, ґрунт є основним джерелом надходження цих речовин в продукти харчування, а через них і в організм людини.

Оцінку екологічного стану ґрунтів за вмістом важких металів проводять шляхом порівняння фактичного вмісту їх у ґрунті з такими показниками, як гранично-допустима концентрація (ГДК) та геохімічний фон для певного типу ґрунтів.

Найчастіше ґрунт забруднюється сполуками металів та органічними речовинами, олівами, дьогтем, пестицидами, токсичними речовинами, радіоактивними, біологічно активними горючими матеріалами та іншими шкідливими продуктами.

Джерелом цих сполук найчастіше є промислові або побутові відходи, захороненні у визначених місцях, або ж несанкціонованих звалищах.

Досить небезпечним є забруднення ґрунту важкими металами такими, як ртуть, кадмій, свинець, хром, мідь, цинк [23, 41].

Важкі метали присутні в ґрунті як природні домішки, але причини підвищення їх концентрацій пов'язані з:

- промисловістю (кольорова і чорна металургія, енергетика, хімічна промисловість);
- сільським господарством (зрошування забрудненою водою, застосуванням різних груп гербіцидів);
- спалюванням викопного палива та відходів;
- автотранспортом.

Проблеми екологічної безпеки автомобільного транспорту є складовою частиною екологічної безпеки країни. Значущість і гострота цієї проблеми ростуть з кожним роком. Зростання автопарку істотно впливає на навколишнє природне середовище. Викликає тривогу той факт, що, не дивлячись на роботу,

що проводиться, викид забруднюючих речовин в атмосферу від автотранспорту збільшується в рік в середньому на 3,1% [30, 41].

Один автомобіль щорічно поглинає з атмосфери в середньому більше 4 т кисню, викидаючи при цьому з відпрацьованими газами приблизно 800 кг чадного газу, 40 кг оксидів азоту і майже 200 кг різних вуглеців. В результаті по Росії від автотранспорту за рік в атмосферу поступає величезна кількість тільки канцерогенних речовин: 27 тис. т бензолу, 17,5 тис. т формальдегіду, 5 тис. т свинцю. В цілому загальна кількість шкідливих речовин, що щорічно викидаються автомобілями, перевищує цифру 20 млн. т.

Необхідно відзначити, що з погляду завданого екологічного збитку, автотранспорт лідирує у всіх видах негативної дії: забруднення повітря – 95%, шум – 49,5%, дія на клімат – 68% [23].

### РОЗДІЛ 3.

## ОЦІНКА ТОКСИЧНОСТІ ЕДАФОТОПІВ КОМПЛЕКСНОЇ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ МІСТА ЛЬВОВА МЕТОДОМ ФІТОІНДИКАЦІЇ

### 3.1. Рослинний асортимент для фітоіндикації міських едафотопів

Важливе місце у питанні біоіндикації стану довкілля є використання рослинного матеріалу в якості тест-культур. Особливо це стосується едафотопів, які в наслідок тривалого антропогенного впливу зазнають значних забруднень поллютантами, структурно-механічних трансформацій та зміни родючості під впливом екзогенних факторів.

Вивчення даного параметру, дозволяє провести ґрунтовну оцінку екотоксикологічних властивостей субстратів та спрогнозувати інтенсивність обмінних і фітомеліоративних процесів [32, 36].

Тут важливим є акцентування на використанні груп рослин із яскраво вираженими ідентифікаційними властивостями, в якості яких було підібрано види, які належать до родини Капустяні (*Brassicaceae*).

Представники даної родини добре адаптовані до природно-кліматичних умов регіону досліджень, зокрема переносять суворі зимові періоди, часті зимові та ранньовесняні відлиги, перепад інтенсивності природних опадів, який часто супроводжується в умовах Львова тривалими періодами літньої засухи. Крім того, що є вкрай важливим для фітомеліоративних процесів, покриття ними едафотопів є ефективним заходом боротьби проти ерозії ґрунту, адже в наслідок вирощування рослин родини *Brassicaceae*, у субстратах накопичується багато поживних речовин, особливо азоту, що в перспективі сприятиме збагаченню ґрунту поживними речовинами, структуризації товщі ґрунту та кращому засвоєнню вологи, що сприятиме створенню сприятливих умов для зростання інших трав'янистих та деревно-чагарникових видів на суміжних ділянках.

Лабораторні дослідження проводились в приміщенні науково-дослідної лабораторії екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

В якості досліджуваних видів рослин вибрано наступні види: хрінниця широколиста (*Lepidium latifolium* L.) і рукола городня *Eruca vesicaria* (L.) Cav.).

Хрінниця сійна (*Lepidium sativum* L.) (крес-салат) – аборигенна, однорічна перехреснозапильна трав'яниста салатна рослина родини капустяні (*Brassicaceae*). У культурі вирощують ранній (з видовженими вузькими часточками листка), середньостиглий (з короткими часточками листка) і пізньостиглий (цілолистий) крес-салати. Дана культура є холодостійкою, вимогливою до регулярного забезпечення ґрунту вологою (рис. 3.1)



Рис. 3.1 Стиглі дорослі культури хрінниці сійної (*Lepidium sativum* L.)

Агротехніка вирощування вимагає, щоб насіння висівалось весною. Проростки появляються на 2-3-й день. Повна стиглість (збирання в тепличних умовах) настає на 25-30-й день. Рекомендована схема посіву 6х3 см, із доступом освітлення. Сіють хрінницю сійну доволі густо. Зрізають пророслі рослини через 15-18 днів, коли вони досягнуть висоти 8-10 см. У природних умовах через 30-35 днів рослина зацвітає, а наприкінці липня дозріває насіння, урожайність якого становить 200 г з 1 м<sup>2</sup>.

Рукола городня (*Eruca vesicaria* (L.) Cav.) – інтродукована однорічна рослина родини капустяні (*Brassicaceae*). Природній ареал – країни середземноморського басейну. У культурі в Україні із 80-тих років ХХ століття (рис. 3.2)



Рис. 3.2 Стиглі дорослі культури руколи городньої (*Eruca vesicaria* (L.) Cav.)

Рукола городня росте на сухій та достатньо аерованій землі. Вегетативний цикл цієї рослини дуже короткий. Від висадки насіння в сиру землю, яке проводиться навесні, до збору врожаю проходить декілька тижнів. Росте гарно як на сонці, так і у затінку, проте повинна бути захищеною від сильних вітрів. Добре вирощується у контейнерах.

### **3.2. Порядок відбору проб та опис досліджуваних площ**

Проби річкових вод відбирались під час польових досліджень 22 грудня 2022 року у відповідності із вимогами КНД 211.1.4.010 – 94. Згідно із вимог даного КНД.

Оскільки рівень антропогенного навантаження відрізняється у різних зонах міста, було підібрано ряд пробних площ, розташованих у різних еколого-фітоценотичних поясах міста Львова (ЕФП):

I ЕФП – Винниківський лісопарк, Ботанічний сад НЛТУ України (вул. Генерала Чупринки, 103);

II ЕФП – парк “Боднарівка”, парк ім. І. Франка;

III ЕФП – сквер на вул. В. Стефаніка, сквер на площі Соборній;

IV ЕФП – проспект Свободи, площа Митна.

### Місце розташування досліджуваних площ:

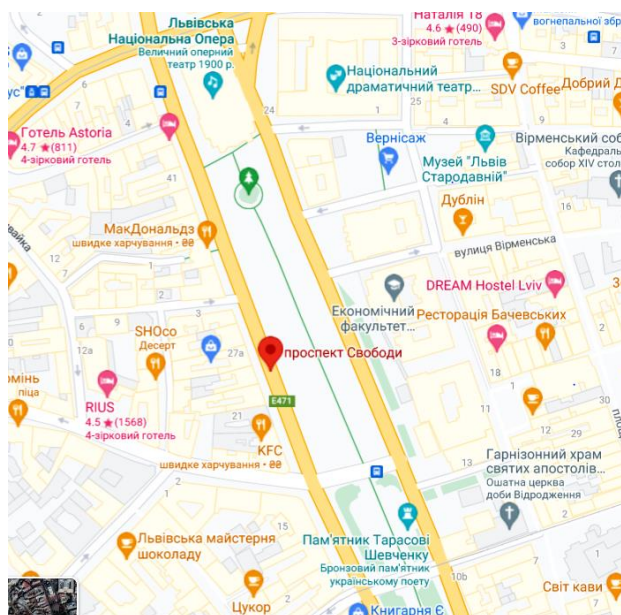


Рис. 3.3 Проспект Свободи у середмісті Львова

Ділянка розташована у центральній частині міста Львова, одна з найкрасивіших і найпрестижніших у місті, епіцентр ділового й культурного життя. Тут присутні щоденні значні транспортні потоки та корки. Загальна довжина проспекту становить близько 575 метрів. З південного боку він обмежений площею Міцькевича, а з північного – вул. Городоцькою, за якою проспект Свободи переходить у проспект В. Чорновола.



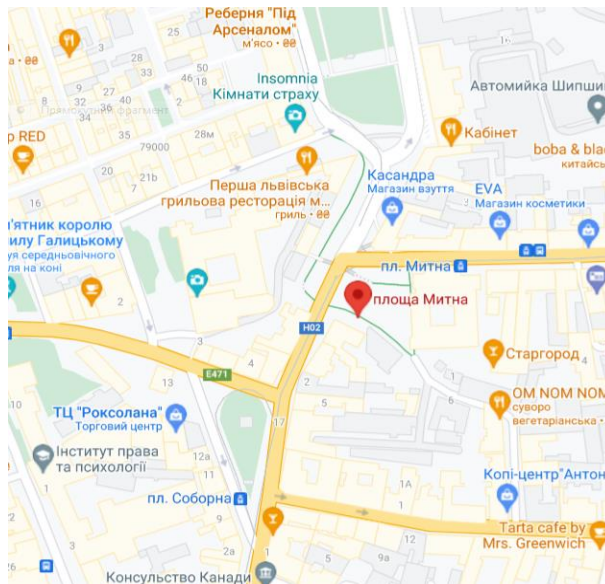


Рис. 3.4 Площа Митна у середмісті Львова

Площа у історичній забудові міста Львова, поруч з центром міста. Розташована на початку вул. Личаківської. Західну частину площі перетинає вул. Винниченка, до північної частини прилягає вул. Личаківська, а до південно-східної – вул. Римлянина.

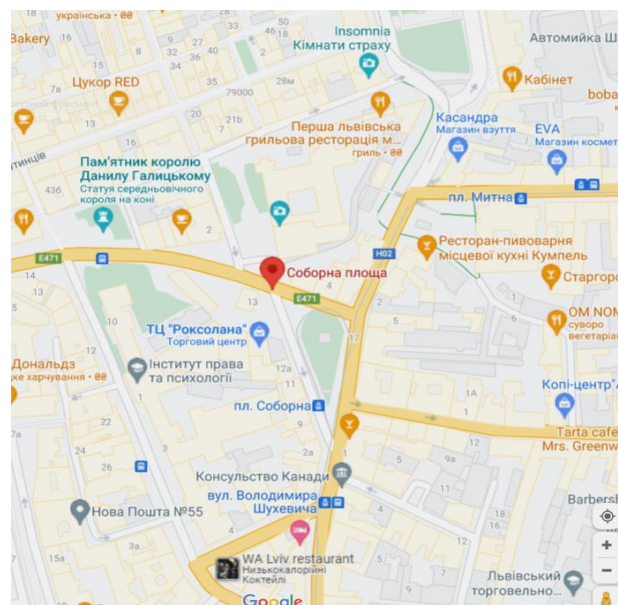


Рис. 3.5 Місцезорозташування ділянки на площі Соборній

Ділянка, розташована у історичному центрі міста Львова у Галицькому районі. Розташована між площею Галицькою і початком вул. Винниченка та Івана Франка.

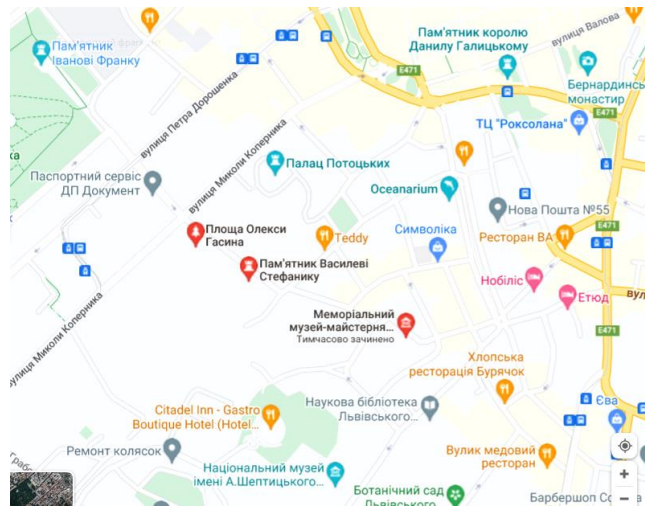


Рис. 3.6 Сквер вул. В. Стефаника

Досліджувана ділянка, розташована у сквері на площі Гасина, поблизу Львівської національної наукової бібліотеки ім. В. Стефаника. Розміщена на розі вулиць Коперника та В. Стефаника. Пішохідна (транзитного типу) зі сквериком, присутні газони та асфальтове покриття.

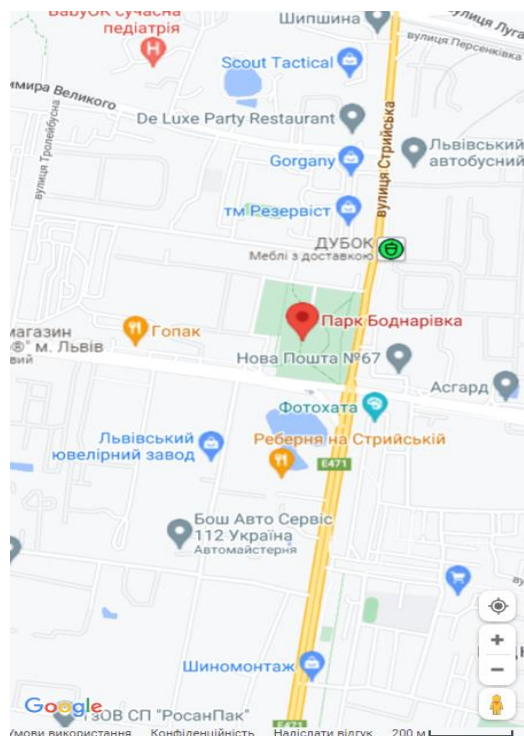


Рис. 3.7 Місцерозташування парку “Боднарівка”

Ділянка розташована поруч із центральною алеєю парку. Даний парк розташований у Франківському районі міста біля перехрестя вулиць Стрийської та Наукової. Загальна площа – 5,8 га. У парку є невелике озеро. У парку ростуть

дерева і кущі: спірея, сніжноягідник, форзиція, тополі, верби, туї західні, ялівці, ялини, ясени, клени, берези та ін.

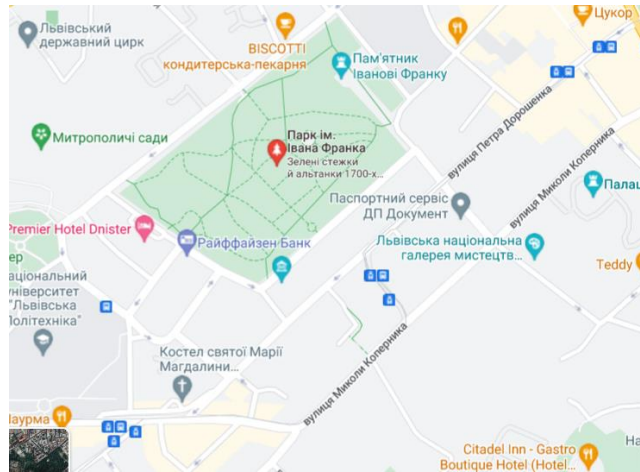


Рис. 3.8 Місцерозташування парку ім. І. Франка

Досліджувана ділянка розташована у глибині парку (поруч із декоративною ротондою). Це найстаріший міський публічний парк в Україні. Розташований перед головним корпусом Львівського національного університету ім. Івана Франка. Площа 10,5140 га (за іншими даними – 11,6 га).

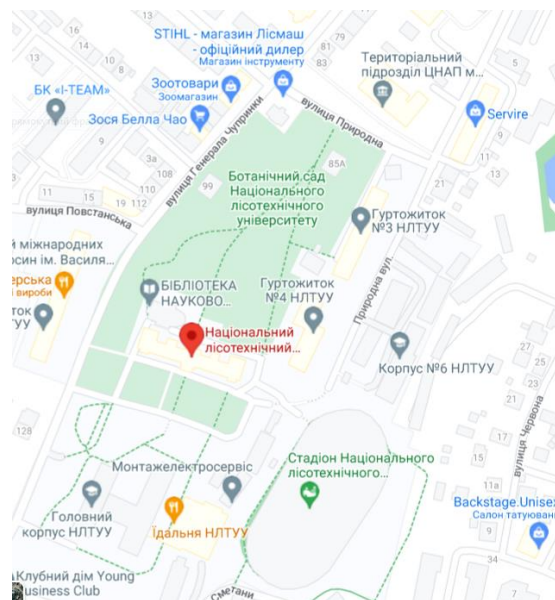


Рис. 3.9 Ботанічний сад НЛТУ України (вул. Генерала Чупринки, 103)

Ділянка розташована на території ботанічного саду Національного лісотехнічного університету України у глибині паркової зони. Даний

ботанічний сад є єдиним в Україні ботсадом лісівничо-ботанічного спрямування і має загальнонаціональне значення.

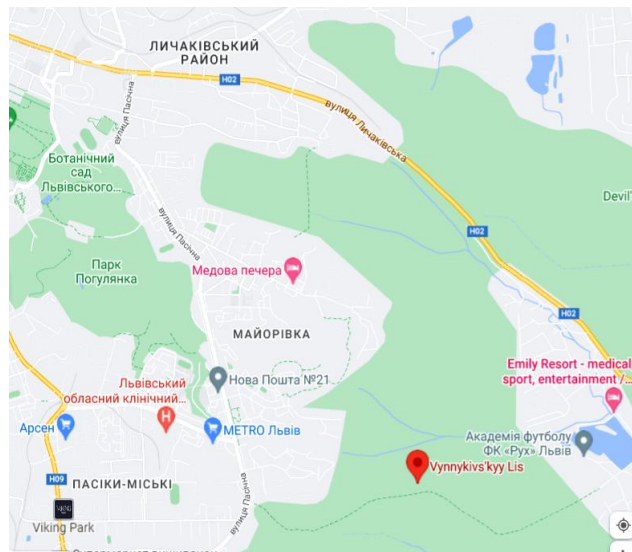


Рис. 3.10 Місцерозташування Винниківського лісопарку

Ділянка розташована на території лісового масиву Винниківського лісопарку Площа його 2799 га. Простягається від міських мікрорайонів Майорівка і Пасіка (східна частина Львова) і простягається до меж міста. Через ліс проходить автомобільна дорога Н02 Львів – Винники – Золочів – Тернопіль, яка розділяє ліс на північну та південну частини. У ландшафтному плані Винниківський лісопарк розташований на пагорбах Львівського плато і межує на півночі із Малим Поліссям, на півдні – з Львівським Опіллям. Основні лісоутворюючі породи сосни (звичайна, гірська, чорна), модрина японська, ялина звичайна, дуб червоний, ясен звичайний та ін.

### 3.3. Оцінка рівнів фітотоксичності ґрунтів комплексної зеленої зони міста Львова

Практично усі об'єкти транспортної сфери чинять сильний негативний вплив на ґрунти та поверхневі води міських екосистем. Проте на практиці виявляється дуже важко оцінити стан міських екосистем, зокрема й едафотопів, порушених антропогенною діяльністю. Стрімкий розвиток автотранспортної інфраструктури призводить до скорочення частки умовно чистих ґрунтів, у той

час, як загальна кількість антропогенно порушених ділянок постійно зростає. Ґрунти можуть бути сильно забруднені, але нетоксичні (слабко токсичні) і, навпаки, слабо забруднені, однак дуже токсичні [7].

Водночас токсичність одних сполук може бути нейтралізованою чи підсиленою дією інших (так званий “*ефект сумачії*”). Тому вкрай важливим є встановлення інтегральної токсичності ґрунтів, яка відображає вплив усього комплексу шкідливих елементів та їх сполук на ґрунти. Ефективним методом оцінки екологічного стану антропогенно порушених земель є, метод біотестування, який базується на реакціях-відповідях рослинного матеріалу на антропогенний тиск [17].

Специфіка полягає у тому, що відбувається тісний контакт тестових рослин із субстратом, а отже, і з наявними токсикантами. Контакт відбувається через кореневу систему, яка є дуже чутливою до наявності забруднюючих поліутантів. Провідними біометричними показниками є довжина коренів рослин та висота їх наземної стеблової частини.

У приміщенні науково-дослідної лабораторії екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності відбувся даний експеримент. Для цього відібрані на дослідних площах субстрати поміщались у чашки Петрі, а у субстрат висівалось насіння хрінниці сійної (*Lepidium latifolium* L.) та руколи городньої (*Eruca vesicaria* (L.) Cav.) (по 20 шт.). Період дослідження 13.03.2023–23.03.2023. Впродовж цього періоду проводилось дрібно крапельне зрошування субстрату та керування. Температура повітря становила – 13-15°C, а рівень відносної вологості становив 60-70%, інтенсивність освітлення – 3200-4000 лк (додаток 6).

У ході дослідження фіксувалися ряд важливих біометричних параметрів, таких як час проростання насіння, загальна кількість насінин, що зійшли, висота стебел на першому та другому тижнях експерименту. Упродовж усього експерименту спостерігалися та фіксувалися зміни у стані рослин на різних стадіях їх розвитку. Кількість насінин, що зійшли під час різних етапів експерименту, наведено нижче (рис. 3.11)

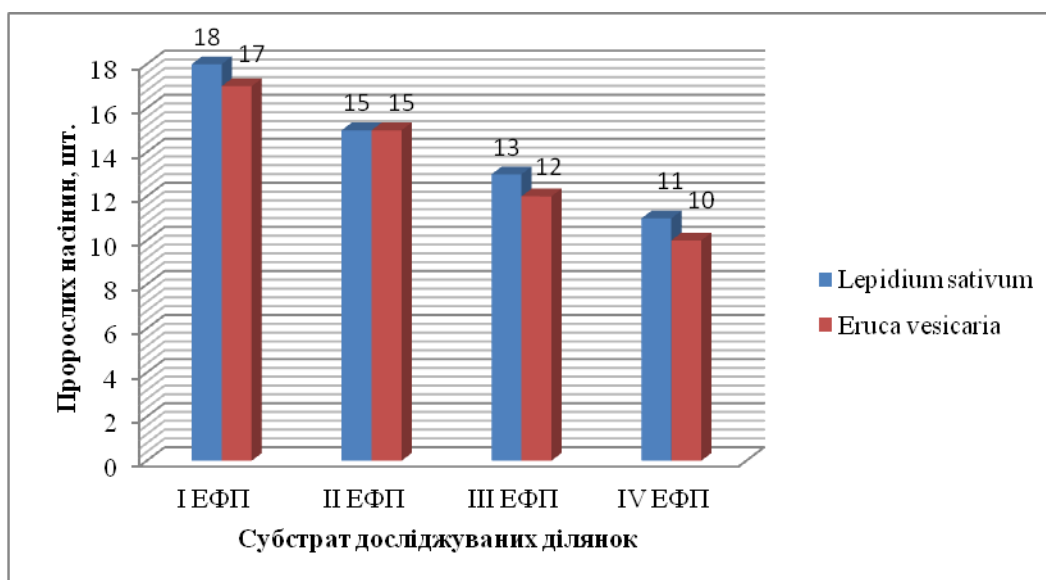


Рис. 3.11. Загальна кількість насінин хрінниці сійної та руколи городньої, що зійшли за час експерименту, штук

Спостерігалася закономірна тенденція збільшення чисельності проростання насінин, у залежності від покращення екологічних умов місцевості і зменшення числа антропогенних стресорів. Розподіл кількості пророслих насінин хрінниці сійної (*Lepidium sativum* L.) був наступним (шт.): I ЕФП – 18, II ЕФП – 15, III ЕФП – 13 і IV ЕФП – 11. Розподіл руколи городньої (*Eruca vesicaria* (L.) Cav.) був дещо нижчим (шт.): I ЕФП – 17, II ЕФП – 15, III ЕФП – 12 і IV ЕФП – 10.

Рівні забруднення досліджуваного середовища оцінювали за шкалою [7]:

1. Забруднення відсутнє (мінімальне) – сходження насіння 90–100%; паростки однорідні, щільні, міцні, рівні.
2. Забруднення слабе – сходження насіння 60–90%; паростки майже однакової довжини, міцні.
3. Забруднення середнє – сходження 20–60%; паростки тонкі, порушені морфологічно.
4. Забруднення сильне – сходження до 20%; паростки дрібні, спотворені.

На етапі сходження насіння виконувалася візуальна оцінка стану пророслих рослин: міцність стебел, рівність, забарвлення наземної частини. На

етапі пророщування можна дати приблизну оцінку рівня забруднення субстрату, якщо пагони дрібні, тонкі, спостерігається раннє пожовтіння рослини, а частка насіння, що зійшло, менше 20% від загальної кількості, то має місце сильний рівень забруднення середовища. Вимірювані значення висоти стебел, що зійшли впродовж експерименту, наведено на рис. 3.12

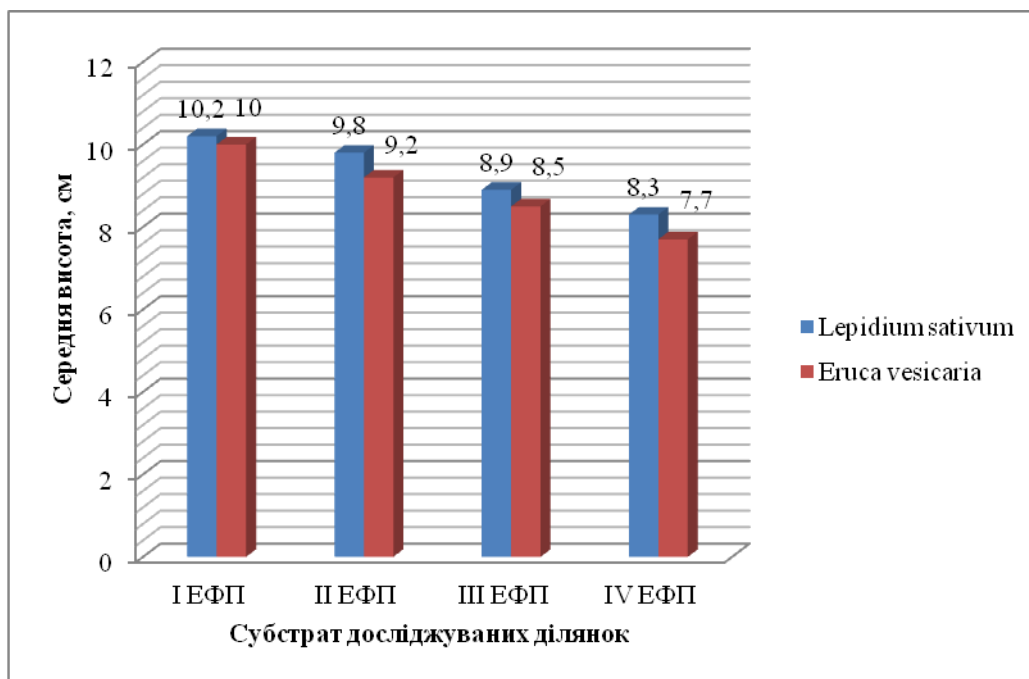


Рис. 3.12. Середня висота стебел рослин упродовж експерименту, см

Підрахунок середніх висот цих пророслих насінин, станом на дату завершення експерименту показав наступний розподіл (см.): хрінниця сійна (*Lepidium sativum* L.): I ЕФП – 10,2, II ЕФП – 9,8, III ЕФП – 8,9 і IV ЕФП – 8,3; рукола городня (*Eruca vesicaria* (L.) Cav.): I ЕФП – 10, II ЕФП – 9,2, III ЕФП – 8,5 і IV ЕФП – 7,7.

Важливим для оцінки токсичності досліджуваних субстратів є встановлення фітотоксичного ефекту. Даний показник визначається у відсотках за будь-яким біометричним параметром, зокрема, за масою рослин, довжиною кореневої або стеблової системи, кількістю пригнічених рослин або кількістю насінин, що зійшли. Мною для розрахунку обрано висоту стебел рослин, що проросли за час всього експерименту. Показник фітотоксичності розраховували за наступною формулою [17, 28]:

$$\Phi E = (B_0 - B_x) / B_0 \times 100, \%$$

де  $B_0$  – значення біометричного параметра (висота стебел) у посудині з контрольним зразком, см;  $B_x$  – значення аналогічного біометричного параметра у посудині з досліджуваними зразками, см. Отримані результати представлені (рис. 3.14)

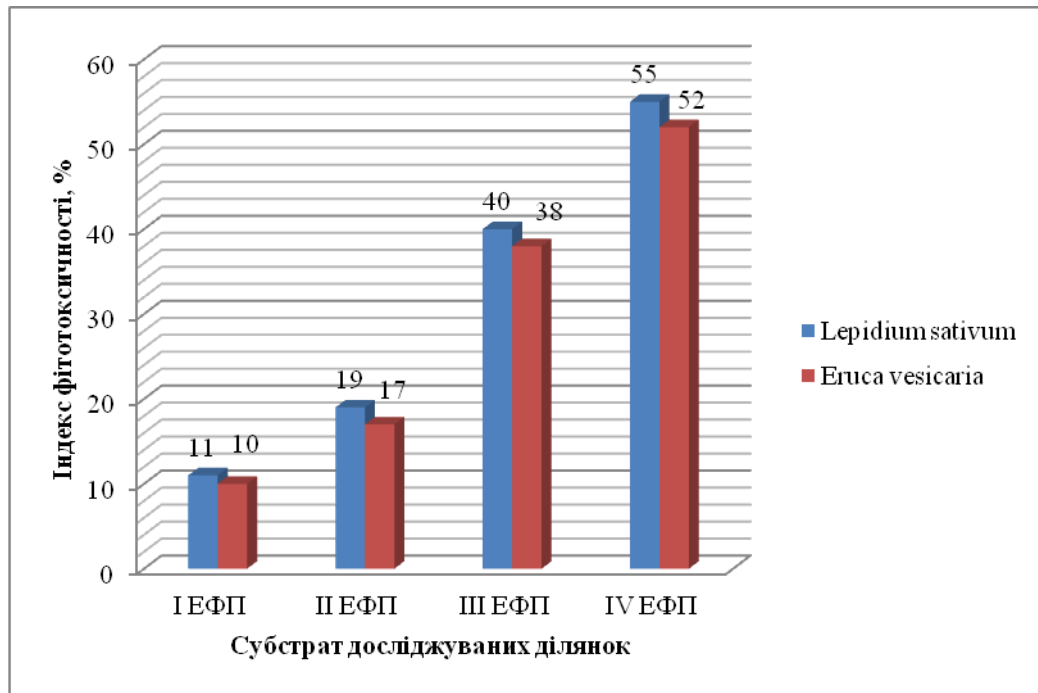


Рис. 3.14 Показник фітотоксичності досліджуваних зразків ґрунту, %

Як і слід було очікувати даний параметр найнижчий в умовно благополучних умовах місцезростань I ЕФП, де практично відсутні джерела антропогенного впливу на едафотопи, у II ЕФП (паркова зона) показник зростає практично вдвічі (основним стресором є автотранспорт, який рухається віддаленими вулицями, а саме Стрийською, Науковою, Соломії Крушельницької). Стрімко рівень фітотоксичності зростає у III ЕФП – в чотири рази та в IV ЕФП – у понад 5 разів.

Показник фітотоксичності має прямопропорційну залежність із рівнем техногенного навантаження на едафотопи експериментальних ділянок. Однак водночас необхідно враховувати також і вплив факторів зовнішнього середовища, в тому числі комплексні утворення забруднюючих речовин у досліджуваних зразках ґрунту, його тип та потенційну індивідуальну родючість



кожної насінини. Різниця у фітотоксичності ґрунтів також може бути зумовлена особливостями їх гранулометричного складу, різницею у вмісті гумусу. Проведений аналіз показав, що досліджувані ґрунтові ділянки міста Львова функціонують у антропогенно порушеному режимі різних рівнів. Зберігається загроза зростання техногенного навантаження, яка може призвести до змін буферних властивостей ґрунтів, переходу нерозчинних форм токсикантів у розчинну, міграційну форму, що ще більше підвищить ступінь їх небезпеки.

За результатами експерименту встановлено, що забруднення ґрунтів I ЕФП (Винниківський лісопарк, Ботанічний сад НЛТУ України) відносяться до I-ї категорії, а рівень забруднення едафотопів є мінімальним. Зразки, відібрані з II ЕФП (парки “Боднарівка” та ім. І. Франка), відносяться до II-ї категорії, для якої характерне слабе забруднення едафотопів. Ґрунти з III ЕФП (сквери на вул. В. Стефаніка і на площі Соборній) віднесені до III-ї категорії із середнім рівнем забруднення. Зразки ж відібрані у центральній частині міста у IV ЕФП (проспект Свободи, площа Митна) – до IV-ї категорії із сильним забрудненням едафотопів.

Додатково проводилося порівняльне визначення сумарних мас 20-х пророслих у чашках Петрі пагонів із кожного (I–IV) ЕФП (табл. 3.1)

Таблиця 3.1

## Маса пророслих пагонів

Місцерозташування	Сумарна маса пророслих 20 пагонів, г	
	Індикаторний вид	
	<i>Lepidium sativum</i> L.	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.:
I ЕФП	18,55	17,40
II ЕФП	17,30	16,65
III ЕФП	15,65	15,10
IV ЕФП	11,75	10,90

Як бачимо із отриманих результатів сумарна маса пагонів обох видів знижується пропорційно погіршенню екологічних умов, в наслідок зростання антропогенного навантаження на місцевість. Важливим фактором є також те,

що розвиток і ріст коренів за впливу стресорів різного походження є чутливим процесом. Забруднювачі у більшості видів рослин накопичуються саме в кореневій системі, що відображається на її морфометричних показниках. При наявності помірних концентрацій забруднюючих речовин у ґрунтах, коренева система набуває компактнішого вигляду, оскільки кількість бічних корінців зменшується меншою мірою порівняно із довжиною головного кореня. Важливими факторами впливаючими на ріст і розвиток є температура, відносна вологість, перерозподіл пластичних запасуючих речовин.

За результатами спостережень встановлено інгібіторну дію токсичних речовин досліджуваних ґрунтів на ростові процеси обидвох видів-фітоіндикаторів.

Таким чином, з отриманих результатів можна дійти висновку, що ґрунти біля центральних вулиць Львова чинять значний фітотоксичний вплив на досліджувані тест-культури. Безсумнівно, ці урбоземи потребують подальшого детального дослідження і вжиття заходів, спрямовані на їх захист від антропогенних чинників.

## РОЗДІЛ 4.

### ПРОЕКТ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ЗНИЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТИ КОМПЛЕКСНОЇ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ МІСТА ЛЬВОВА

#### **4.1. Вирішення екологічних проблем спричинених міським транспортом, шляхом оптимізації транспортного навантаження**

Існує ряд технічних та планувальних прийомів оптимізації транспортного навантаження на магістральній мережі міста. Перш за все, рівномірно розміщувати зони праці, житлові райони та місця відпочинку і центри культурно-побутового обслуговування. Найбільш завантажені ділянки транспортної мережі слід доповнювати новими транспортними лініями.

Магістральні вулиці в містах складають біля 20-30% загальної протяжності усіх вулиць і проїздів. На них зосереджується до 60-80% всього автомобільного руху великих міст, тобто магістралі в середньому завантажені приблизно в 10-15 разів більше, ніж решта вулиць і проїздів.

Створення мережі магістралей швидкісного руху дозволяє збільшити швидкості суспільного транспорту і легкових автомобілів, підвищити пропускну спроможність, скоротити число імовірних дорожньо-транспортних пригод, ізолювати житлові райони і суспільні центри від концентрованих потоків транспортних засобів. Така магістраль швидкісного руху – дорога споруда. Будівництво її є ефективне на напрямках, що забезпечують потужні і стійкі транспортні потоки з великою в межах міста дальністю поїздок, де відчуватиметься ефект від збільшення швидкості руху. Тому такі об'єкти доцільно будувати у великих містах з поліцентричною структурою і розтягнутою територією, до якої можна віднести і Львів [34].

Важливим завданням, яке вирішується при будівництві і реконструкції міст проектувальниками, це обмеження кількості автомобілів, що в'їжджають в міські центри, розроблення нових систем регулювання вуличного руху, що зведуть до мінімуму утворення транспортних корків. Це дуже важливо, тому

що, зупиняючись і потім знову набираючи швидкість, автомобіль викидає в повітряний басейн міста у декілька разів більше шкідливих речовин, чим при рівномірному русі. Ефективними профілактичними заходами є розширення вулиць (якщо дозволяє містобудівний планувальний ансамбль), створення між проїжджою частиною доріг та житловими будинками фільтрів – стін і зелених насаджень.

Для зниження шкідливого впливу автотранспорту потрібне винесення з міської межі вантажних транзитних потоків. Вимога ця зафіксована в будівельних нормах і правилах, але на практиці дотримується рідко.

Ефективним заходом зниження шкідливого впливу автомобільного транспорту на мешканців міста є організація пішохідних зон з повною заборонаю в'їзду транспортних засобів на житлові вулиці. Менш ефективний, але реальніший захід – це введення системи пропусків, що дають право на в'їзд в пішохідну зону тільки спеціальним автомобілям, власники яких живуть в конкретній зоні житлової забудови. При цьому повинен бути повністю виключений наскрізний проїзд автотранспорту через житловий квартал [23].

Розвиток суспільного транспорту в місті Львові, обумовлює необхідність пошуку шляхів оптимального використання міських територій, оскільки наприклад для перевезення одного пасажера у трамваї потрібно 0,9 м<sup>2</sup>, автобусі – 1,1, легковому автомобілі – понад 20 м<sup>2</sup> міської території.

У ХХІ ст. двигун внутрішнього згорання залишається поки основною рушійною силою автомобіля. У зв'язку з цим єдиний шлях вирішення проблеми автотранспорту є створення альтернативних видів палива. Нове пальне повинне задовольнити дуже багатьом вимогам: мати необхідні сировинні ресурси, низьку вартість, не погіршувати роботу двигуна, якомога менше викидати шкідливих речовин, по можливості поєднуватися із системою постачання паливом [23, 41].

Аналіз міжнародного досвіду показує перспективність використання як палива для автомобілів замінників нафти: метанолу і етанолу, синтетичного палива, що отримуються із вугілля. Їх використання допоможе істотно

понизити токсичність і негативну дію автомобіля на навколишнє середовище, відповідно зменшити забрудненість міських едафотопів.

Серед альтернативних видів палива в першу чергу слід зазначити спирти, зокрема метанол і етанол, які можна застосовувати не тільки як добавку до бензину, але і в чистому вигляді. Їхніми перевагами є висока детонаційна стійкість і хороший ККД робочого процесу, недолік – знижена теплотвірної здатності, що зменшує пробіг поміж заправками і збільшує витрату палива в 1,5-2 рази в порівнянні із бензином.

Використання спиртів, як автомобільного палива вимагає незначної переробки двигуна. Наприклад, для роботи на метанолі достатньо перерегулювати карбюратор, встановити пристрій для стабілізації запуску двигуна і замінити деякі схильні до корозії комплектуючі. Враховуючи значну токсичність чистого метанолу, необхідно передбачити ретельну герметизацію паливоподаючої системи автомобіля [41].

Останнім часом все ширшого поширення набуває ідея використання чистого водню як альтернативного палива. Інтерес до нього пояснюється тим, що на відміну від інших це найпоширеніший в природі елемент. Водень - один з головних претендентів на звання палива майбутнього. Для отримання водню можуть бути застосовані різні термохімічні, електрохімічні і біохімічні способи з використанням енергії відновних джерел. Екологічні переваги водню доведені дослідженнями, проведеними фірмою “General Motors” порівняльні випробування 63-х експериментальних автомобілів, що працюють на всіляких видах палива, виявили, що у водневого “Volkswagen” відпрацьовані гази менш шкідливі, чим всмоктуване двигуном повітря [23].

Стиснений природний газ – високоефективне, економічно привабливе для споживача і екологічно чисте (відповідає нормам Євро-5) моторне паливо.

#### **4.2. Концепція управління впливом автотранспорту на середовище**

Концепція управління впливом автотранспорту на середовище передбачає три основні групи заходів.

*Заходи першої групи* стосуються технічних питань розвитку автомобілебудування, зокрема:

**а) Управління викидами транспорту**

– перехід на газомоторне паливо (будівництво АГЗС, закупівля автомобілів, оснащених газовим устаткуванням). Основним видом палива протягом останніх 5 років є етильований бензин, який використовує біля 70% усіх транспортних засобів, на другому місці – дизельне паливо (25,4%). Стиснений газ, який вважається найприйнятнішим з екологічної точки зору видом палива, використовує лише 3% транспортних засобів. Протягом останніх років кількість автомобілів, що заправляються цим видом палива, зменшилася майже вдвічі. У Львові є вже чимало автогазозаправних станцій, тоді як автозаправних – майже у 20 разів більше;

– зниження токсичності вихлопних газів за рахунок поступової заміни парку автомобілів і переходу на стандарти ЄВРО 5, який діє у Євросоюзі із 2009 року (рис. 4.1).

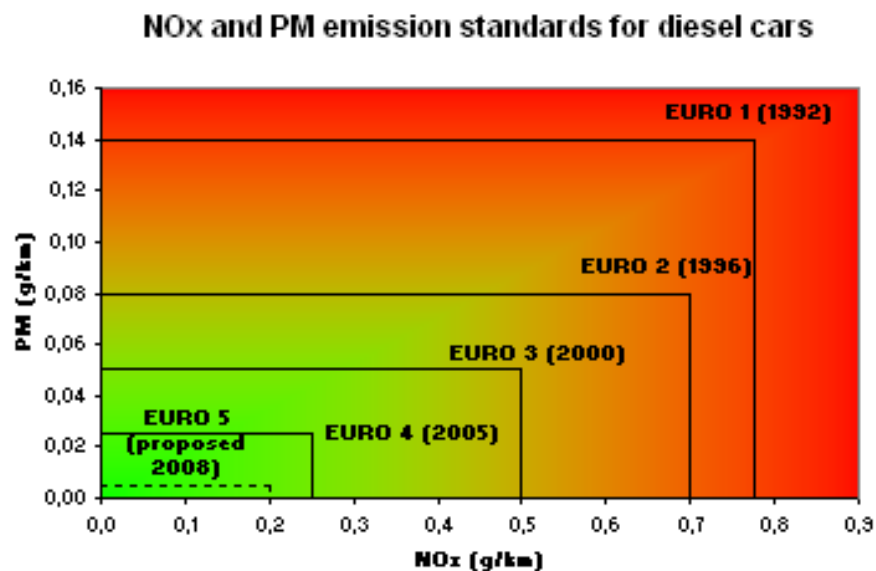


Рис. 4.1 Обмеження які накладаються різними версіями стандарту Євро-х на дизельні автомобілі [23]

– контролю якості палива (ліквідація заправок контейнерного типу, посилення контролю за якістю ПММ, впровадження технології доочистки

моторних палив, чищення засобів зберігання і транспортування ПММ). Токсичність газів можна зменшити шляхом попередження утворення токсичних компонентів або їх нейтралізації. Зменшення вмісту діоксиду азоту у відпрацьованих газах досягається обмеженням максимальних температур згорання і зменшення кількості пального або одночасним використанням цих двох способів. Виділення свинцю та сірки можна зменшити шляхом обмеження їх вмісту у пальному або повного виключення;

- серійний випуск двигунів, альтернативних карб'юраторному: дизелів, електромобілів, роторних двигунів;
- виробництво більш екологічних сортів палива.
- вдосконалення існуючих двигунів (поліпшення системи запалення, зокрема оснащення безконтактними системами запалення).
- контролю стану транспортних засобів при проходженні щорічного технічного огляду, виробничого контролю [23].

#### **б) управління чинниками вторинного забруднення**

- регулярне прибирання доріг, полив доріг у літній час;
- прочищення ґрат зливної каналізації;
- контроль за дотриманням правил при перевезенні сипких ґрунтів (закриття тентом, зволоження);
- збільшення мережі міських парковок, адже у Львові із цим складні проблеми;
- будівництво підземних пішохідних переходів на перехрестках із високим рівнем забруднення повітря та інтенсивністю транспортних потоків.

#### **в) навчання та просвітництво**

- управління кваліфікацією водіїв в області охорони навколишнього середовища, навчання та інформування;
- підготовка керівників автотранспортних і автосервісних підприємств в області охорони навколишнього середовища;
- пропаганда переваг переходу на газомоторне паливо.

Ефект від заходів цієї групи виявлятиметься у міру збільшення частки вдосконалених автомобілів в автопарку міста. Дані заходи допоможуть зменшити забруднення повітря, а відповідно і ґрунтів, оксидом вуглецю і вуглеводнями [23, 41].

*До заходів другої групи відносяться* – організаційно-технічні заходи:

**а) Розвиток управлінської і контролюючої основи**

- розробка пропозицій по вдосконаленню законодавства;
- розробка нормативних правових актів на місцевому рівні;
- економічне стимулювання поліпшення екологічних характеристик автотранспорту з введенням адміністративних і податкових пільг;
- розвиток муніципального екологічного контролю;
- організаційно-технічні заходи, які включають проведення комплексу заходів, що забезпечують виконання розпоряджень державних і галузевих стандартів (з 100% контролем токсичності автотранспорту);
- забезпечення регулярного контролю за токсичністю автотранспорту на міських і транзитних, що проходять через місто, магістралях;
- організація централізованої мережі міських постів для контролю і регулювання автомобілів по токсичності і задимленості для автомобілів індивідуального користування.

В цілому реалізація всього комплексу заходів даної групи по попередніх оцінках може забезпечити зниження забруднення повітря автотранспортом приблизно на 50-60% [23, 41].

**б) Управління чисельністю транспорту**

- розвиток мережі міського електротранспорту;
- розвиток виробничого електротранспорту.

**в) Управління структурою транспорту**

- розвиток суспільного транспорту, окремі смуги для нього із метою збільшення швидкості його пересування і збільшення привабливості;
- розвиток надземного і підземного транспорту.



### г) Управління транспортними потоками

- збільшення частки транзитних потоків по об'їзних дорогах;
- збільшення пропускної спроможності внутрішньоміських доріг;
- поліпшення стану доріг, переїздів, проведення ремонту;
- будівництво мережі розв'язок, підземних переходів;
- організація дорожнього руху;
- будівництво і організація паркувань, в т.ч. біля офісів, культурно-масових, торгових центрів і крапок, в місцях відпочинку населення;
- оптимізація роботи дорожньо-транспортної міської інфраструктури як засобів регулювання дорожнього руху. Рівномірний рух автомобілів забезпечуватиме зниження викиду вуглеводнів у 1,7–1,9 разів. Раціональна організація транспортного потоку сприятиме зменшенню тривалості роботи автомобіля на режимах прискорення та сповільнення [41].

*Заходи третьої групи* – архітектурно-планувальні заходи, які включатимуть:

- обмеження руху транспорту (по зонах, напрямках, періодах доби, метеоумовах, видам транспорту). Вирішення проблеми центральної частини міста Львова вбачається у виведенні потоку автотранспорту за межі історико-архітектурного ансамблю середмістя та розробці альтернативних джерел переміщення в межах центру міста з найменшою шкодою для довкілля;
  - виведення головних магістралей за межі міста;
  - вибір оптимальних містобудівних рішень, пов'язаних із будівництвом підземних переходів, транспортних розв'язок, визначенням архітектурно-планувальних характеристик автомагістралей, що будуються і реконструюються (генплан міста, транспортна схема);
    - перепланування транспортного руху на довготривалий період;
    - створення “безавтомобільних” зон, в першу чергу в центральній частині міста;
    - введення платного проїзду в години “*пик*” в міській зоні із найбільшим забрудненням довкілля;

– часткова заборона руху індивідуального транспорту в окремих районах міста в періоди особливо несприятливих метеорологічних умов. Це дуже ефективна і економічно вигідна міра, оскільки при цьому не вимагається особливих додаткових витрат (на крупних магістралях потік зменшується на 25–40%);

– раціональну організацію руху з використанням автоматизованих систем управління дорожнім рухом у поєднанні з системою контролю за забрудненням атмосферного повітря. Ефект від цих заходів найбільш буде відчутним в районах окремих автомагістралей і зонах їх перетину, і залежить від обґрунтованості проектних рішень і повноти їх реалізації;

– оптимізація розташування кінцевих зупинок міських автобусних маршрутів (віддалити від ближніх будинків, оскільки в зимовий період двигуни не вимикаються і поблизу стоянок підвищується рівень забруднення повітря);

– розширення і оптимізація мережі вуличного захисного озеленення [23].

#### **4.3. Фітомеліоративні заходи, як засіб зменшення забруднення міської екосистеми**

Оскільки забруднення міської екосистеми дуже тісно взаємопов'язано із забрудненням окремих складових докільля, які впливають одне на одну, то важливу роль в зменшенні забруднення відіграє система міського озеленення. Якнайбільшу роль тут відіграватимуть насадження загального користування.

Вуличні насадження озеленюють в єдиному комплексі із забудовою, підземними і надземними вуличними спорудами із урахуванням санітарно-гігієнічних, транспортних та інших вимог. Беручи до уваги постійно зростаючий потік транспорту, збільшення загазованості і запиленості повітря, підвищення шумового забруднення, вуличне озеленення з кожним роком стає все більше необхідним.

Виділяють наступні елементи вуличного озеленення: рядові посадки дерев та чагарників на тротуарах, висаджені в лунках, рядові посадки дерев у

смугах газонів чи квітників, зелені смуги перед будинками (між тротуаром та відмосткою), на бульварах [30].

Рядові посадки на тротуарах у лунках – найпоширеніший тип посадок. Тут слід дотримуватись певних вимог. Величина посадкових лунок повинна бути не менше 1,25×1,25 м, а при посадці крупних дерев, зокрема гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.), тополя біла (*Populus alba* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), особливо при наявності щільних ґрунтів та асфальтованого покриття, не менше 1,5×1,5 м або 1,8 м в діаметрі. Зменшення розмірів лунок часто погіршує розвиток дерев і зумовлює дефоліаційні процеси. Щоб лунки не затоптували, їх закривають захисними решітками, переважно чавунними, а край лунок підіймають над рівнем тротуару на 10 см.

Рекомендовані варіанти створення вуличних ґрунтозахисних посадок показаний нижче (рис. 4.2.).

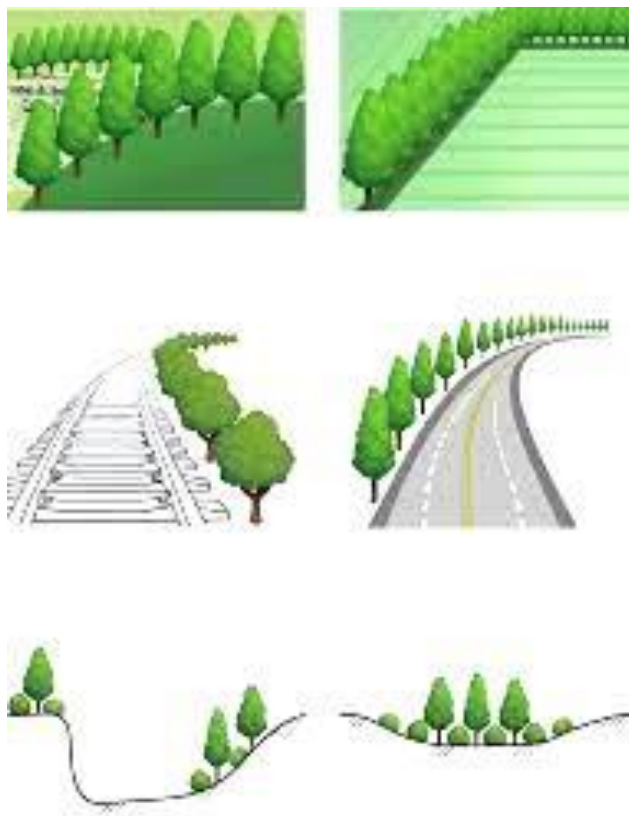


Рис. 4.2 Типи вуличних ґрунтозахисних посадок на різних формах рельєфу [31]

Рекомендую для створення більшої кількості вуличних посадок, як природнього санітарно-гігієнічного бар'єру, використовувати чотири типи дерев із різними кронами:

– з **правильною овально-яйцеподібною формою крони:** гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.), липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.);

– з **неправильною розложистою кроною:** клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), тополя чорна (*Populus nigra* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), ясен зелений (*Fraxinus viridi* L.);

– з **правильною пірамідальною формою крони:** тополя чорна (*Populus nigra* L.), пірамідальна (*Populus pyramidalis* Rozier.) та берлінська (*Populus x berolinensis* K. Koch.), липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.);

– з **правильною кулеподібною формою крони:** клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia* L.), ясен звичайний (*Fraxinus viridi* L.) (рис. 4.3)

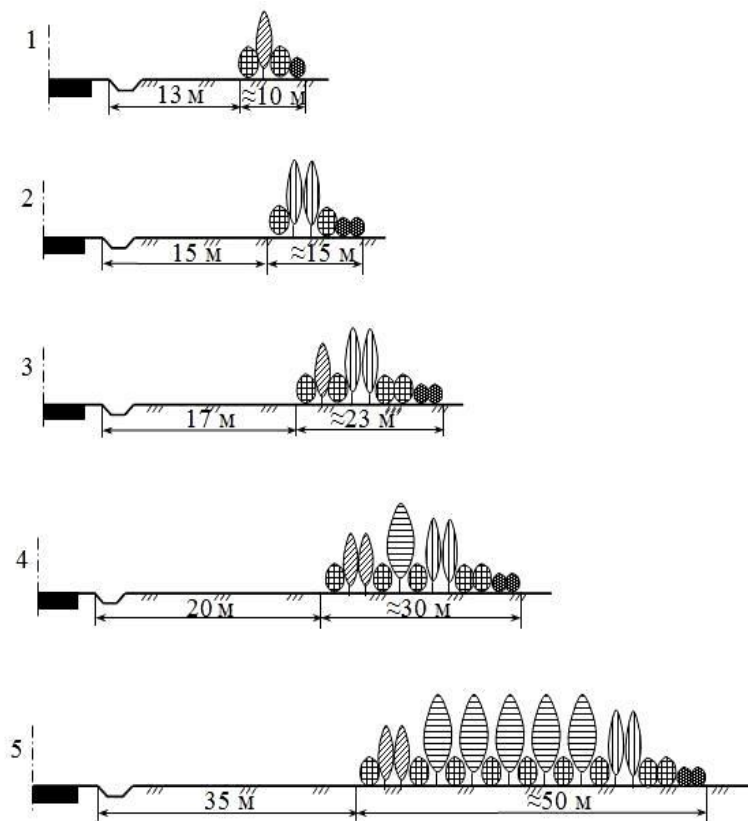


Рис. 4.3 Формування вуличних насаджень із різним типом крони [31]

### **Особливості створення посадок на вулицях:**

Процес росту і розвитку деревних рослин на вулицях і площах відбувається в складних екологічних умовах (підвищена температура повітря і ґрунту, ущільненість ґрунту, дефіцит зволоження, підвищена загазованість, запиленість і задимленість повітря) і тому при посадці дерев і чагарників слід враховувати наступні чинники [30].

1) Висаджувати на вулицях великорозмірний посадковий матеріал (у віці не менше 10 років);

2) Підбирати стійкі породи дерев щодо загазованості, задимленості, пилу (клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) і сріблястий (*Acer saccharinum* L.), липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.) і широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.));

3) З метою створення довговічних і високо-декоративних деревних насаджень на міських вулицях і площах, а також на щербенистих і ущільнених ґрунтових дорогах у парках, скверах, бульварах і площах, слід проводити посадку дерев не в обмежену за об'ємом в посадкову яму, а в смугу відкритого ґрунту або газону шириною не менше 2,0-5 м – на вулицях і 1,5-2 м – на щербенистих і ґрунтових ділянках;

4) На асфальтованих вулицях та з іншим покриттям розмір оброблювальної пристовбурної лунки повинен бути не менше 2×2 м і у районах із старою забудовою 1,5×1,5 м (територія Львівського середмістя);

5) Не допускається посадка деревних порід з низько опущеною деревною кроною та низько звисаючими гілками (плакучі форми верби білої (*Salix alba* L.), шовковиці чорної (*Morus nigra* L.), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.)), таких, які засмічують пішохідні доріжки плодами;

6) Віддаль між деревами в рядових насадженнях на вулицях для ширококронних високорослих дерев – 8-10м, середньо рослих – 6-8 м, низькорослих (до 10 м) – 4-5 м і вузькокронних різної висоти – 3-4 м;

7) Віддаль від будівель, споруд, комунікацій до дерев та чагарників згідно діючих ДБН.

Важливу роль у захисті середовища у місті Львові відіграватиме створення живоплотів, у тих місцях, де це можна зробити (дозволяє ширина вулиці, наявність ґрунтової території).

Засобом обмеження розповсюдження забруднення від джерела забруднення до ґрунту та людини в умовах міста Львова може бути використання живоплотів з рози зморшкуватої (*Rosa rugosa* L.). Даний чагарниковий вид може рости і розвиватись в умовах надсильного забруднення викидами автомобільного транспорту і не знижувати своєї життєвості. У вуличних посадках вона квітне з травня до кінця вересня. Рекомендована висота цих живоплотів до 1,2м, що достатньо для перехоплення кроною значної маси викидів автомобільного транспорту, які зосереджені на висоті до 1 м [30].

Рекомендуємо наступну схему будови такого живоплоту (рис. 4.4)

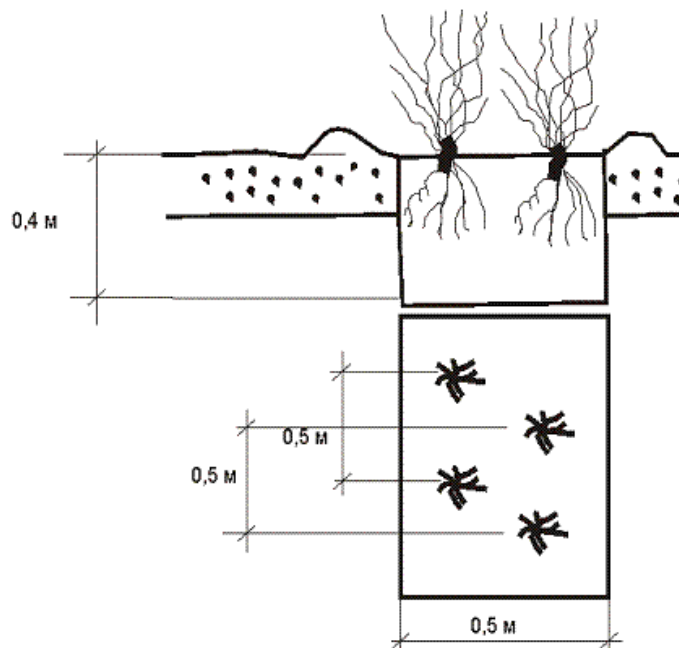


Рис. 4.4 Схема будови живоплоту за участю *Rosa rugosa* L.

Рослини для створення живоплотів повинні вирізнятися гарним розгалуженням і кущуватістю. Рекомендовані риси – посухостійкість, стійкість до вітру та підвищеної інсоляції. Відстань між рослинами залежить від біологічних властивостей виду та призначення живоплоту.

Живоплоти класифікують по висоті, числу рядів у них, за системою догляду за ними (стрижені або формовані, і вільнозростаючі). Вільнозростаючі живоплоти мають природний вигляд, часто створюються з різних видів і сортів. Формовані живі огорожі більш підходять для організації обмежених просторів.

***Виділяють наступні класи вуличних живоплотів за висотою:***

***Високі*** – вище 2 м – застосовують для повної ізоляції простору;

***Середні*** – 1-2 м – використовують для огороження територій, котрі не потребують повної ізоляції вуличного простору;

***Низькі*** – 0,5-1 м;

***Бордюри*** – менше 0,5 м [30].

Система після посадкового догляду за живоплотами є дуже важливою. Живоплоти із регулярною формою завжди повинні мати широку основу. Підстригання таких огорож починають від основи, визначивши необхідну ширину, і рухаються догори. Живоплоти, які формуються, починають стригти в перший рік після висаджування. Підстригання виконують згори на певній висоті від поверхні землі та з боків. Живопліт із світлолюбних кущів формують у вигляді зрізаної піраміди з нахилом бічних сторін 20-25°С та ширшою основою внизу. У перший рік кущі живоплоту підстригають один раз за вегетаційний сезон – ранньою весною до початку сокоруху, пізніше – 3-5 разів за вегетаційний період в міру відростання пагонів.

Модель посадки живоплоту, рекомендованого для вуличних посадок у місті Львові представлена нижче (рис. 4.5).

Більш сучасний спосіб утримання живоплотів у міських умовах (при ризику недостатнього догляду) – використання хімічних стимуляторів росту: інгібіторів. Наприклад гідрозиду малеїнової кислоти (ГМК). Ефективність і тривалість дії препарату залежить від концентрації розчину, видових особливостей рослини і строків обробки. Обробка живоплоту ГМК дає можливість обмежитись одноразовою стрижкою за весь період вегетації.

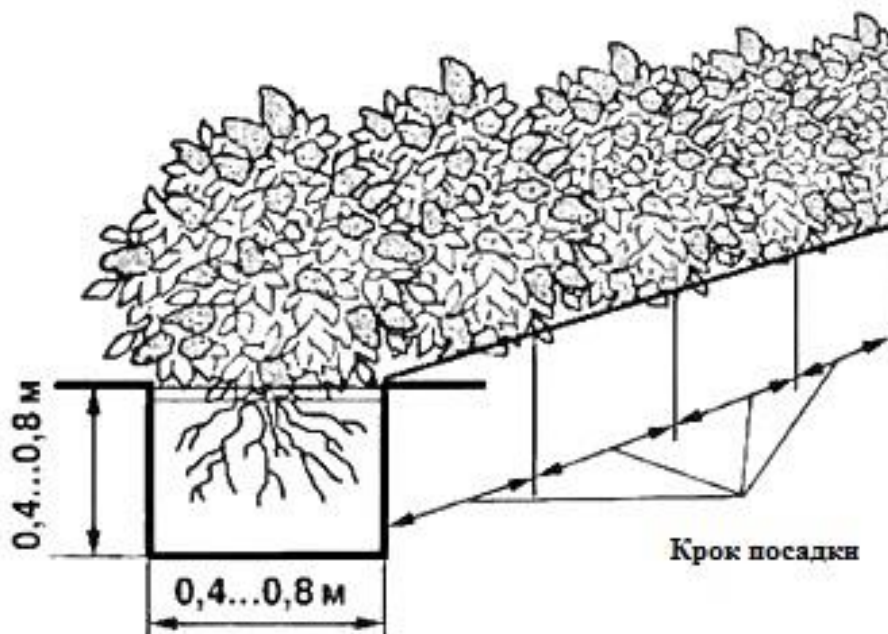


Рис. 4.5 Посадкова схема влаштування живоплоту у вуличних посадках міста Львова

Рекомендують наступні концентрації ГМК для різних кущових видів:

- кизильник блискучий (*Cotoneaster lucidus* Schtdl.) – 1,5%;
- жовта акація кущова (*Caragana frutex* (L.) K. Koch.) – 0,4%;
- глід одноматочковий (*Crataegus monogyna* Jacq.) – 0,25%.

На 100 м<sup>2</sup> живої огорожі потрібно 10 л розчину ГМК у фазу повного облісіння рослин. Перед обробкою живопліт слід підстригати. Повільнорослі живоплоти систематично не підстригають. У них вирізають старі (всихаючі) та надто загущені пагони. Один раз за два – три роки вільнорослі живоплоти проріджують у період спокою. Запущені живоплоти омолоджують (поява старіючих та перерослих пагонів). Гілки зрізують біля молодого пагона, а якщо його немає – обрізують повністю [30].

У системі захисту ґрунтів від забруднюючих поллютантів з повітряного басейну, які в умовах міста Львова на 70% припадають на викиди міського транспорту, важливу роль відіграє надґрунтове вкриття. Воно прийматиме на себе це забруднення. Тому рекомендую як невід’ємний елемент ґрунтозахисту – створення газонів.



Газони є елементом, що об'єднує прибудинкові палісадники, садиби, і міські райони, парки, і вуличні території. Вони являють собою допоміжний прийом озеленення, який виконує як екологічну, так і декоративно-естетичну роль.

Виділяють газонні суміші за призначенням (спортивні, партерні, мавританські, звичайні), за типом ґрунтово-кліматичними умовами (для глинистих, піщаних, торф'яних ґрунтів, для посушливих або затінених ділянок), а також специфічного застосування (для узбіччя доріг і укосів).

За способом їх використання виділяють газони створені посівом насіння у підготовлений ґрунт і укладанням готового газону в рулонах.

Газон – це певна ділянка однорідної території з штучним дерновим покривом, який створюється посівом і вирощуванням дерноутворювальним трав (переважно багаторічних злаків) для декоративних, спортивних, ґрунтозахисних або інших цілей.

Рекомендую створення мережі саме партерних газонів, які створюють у головних вузлах архітектурної композиції: у партерних композиціях парків, площ, скверів, поблизу громадських будівель, площ.

Асортимент трав'янистого матеріалу для створення партерних газонів повинен бути довговічним і впродовж усього вегетаційного періоду утворювати низький, густий, рівномірно-зімкнений травостій із однаковим яскраво-зеленим забарвленням.

Якнайповніше цим вимогам відповідають багаторічні низькорослі злакові трави із тонкими стеблами, відносно-вузьким листям, з високою інтенсивністю кущіння: тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.), райграс пасовищний (*Lolium perenne* L.), польовиця тонка (*Agrostis capillaris* L.), польовиця пагононосна, костриця лучна (*Lolium pratense* (Huds.) Darbysh. ), луговик повзучий (*Aira flexuosa* L.) [30].

В процесі експлуатації газонів необхідно проводити регулярний полив, боротьбу із бур'янами, підстригання, поверхнєве удобрення, захист рослин від

шкідників та захворювань, аерацію дернини, регулювання росту трав із використанням фізіологічно активних речовин.

Щоб забезпечити нормальний ріст і розвиток газонів в посушливих умовах центральної частини міста Львова, протягом усього вегетаційного періоду, їх регулярно поливають, змочуючи поверхневий шар ґрунту на глибину 15-20 см. В Україні за вегетаційний період звичайні газони поливають у середньому 16 разів, партерні – 30 разів. За біологічними вимогами на легких піщаних ґрунтах у посушливий період достатньо поливати через кожні 3 дні із нормою 20-30 л/м<sup>2</sup>, на глинистих ґрунтах – один раз на 7-10 днів із нормою 35-40 л/м<sup>2</sup>.

Для знищення бур'янів на газоні проводять скошування та прополювання. Режим скошування повинен відповідати типу, призначенню газонів і складу травосуміші. Максимальна висота травостою має бути на партерних газонах – 5, звичайних – 10. Висота скошування травостою партерних газонів – 2-4 см., звичайних – 3-5 см. У посушливий період висоту скошування дещо збільшують (особливо на недавно закладених газонах), бо низьке скошування дуже послаблює рослини. В Україні за вегетаційний сезон партерні газони викошують у середньому 15-18, звичайні – 10-14 разів [23, 26].

Щоб пригальмувати ріст і зменшити кількість скошувань, рекомендовано застосувати регулятори росту. Для підвищення продуктивності і стійкості газони підживлюють добривами. Для цього вносять сухі чи рідкі добрива. Терміни та норми внесення добрив залежать від ґрунтово-кліматичних умов і віку травостою. Орієнтовні дози внесення добрив за весь вегетаційний період на малородючих ґрунтах становлять з азоту – 40-80, фосфором – 60-120, калію – 100-120 кг/га. Для підвищення довголіття газонів слід виконувати аерацію – проколювання або прорізування дернини на глибину до 10 см у поєднанні із землюванням.

## ВИСНОВКИ

Однією з гострих екологічних проблем України є погіршення екологічного стану міських ґрунтів в цілому, і особливо на ділянках, прилеглих до автомобільних доріг. Це ускладнюється низькою пропускнуою спроможністю вуличної мережі, високою щільністю світлофорів і міської забудови та малою площею ґрунтового під зеленими насадженнями.

У дипломній роботі проведено дослідження рівнів забруднення едафотопів I–IV ЕФП комплексної зеленої зони міста Львова, за допомогою фітоіндикаційного методу тест-культур.

1. Виявлено тенденцію збільшення чисельності проростання насінин, у залежності від покращення екологічних умов місцевості і зменшення числа антропогенних стресорів. Розподіл кількості пророслих насінин хрінниці сійної (*Lepidium sativum* L.) був наступним (шт.): I ЕФП – 18, II ЕФП – 15, III ЕФП – 13 і IV ЕФП – 11. Розподіл руколи городньої (*Eruca vesicaria* (L.) Cav.) був дещо іншим (шт.): I ЕФП – 17, II ЕФП – 15, III ЕФП – 12 і IV ЕФП – 10.

2. Підрахунок середніх висот пророслих насінин, станом на дату завершення експерименту був наступним (см.): хрінниця сійна (*Lepidium sativum* L.): I ЕФП – 10,2, II ЕФП – 9,8, III ЕФП – 8,9 і IV ЕФП – 8,3; рукола городня (*Eruca vesicaria* (L.) Cav.): I ЕФП – 10, II ЕФП – 9,2, III ЕФП – 8,5 і IV ЕФП – 7,7.

3. Найнижчий рівень індексу фітотоксичності міських едафотопів у I ЕФП, де практично відсутні джерела антропогенного впливу на едафотопи, у II ЕФП (паркова зона) показник зростає практично вдвічі (основним стресором є автотранспорт, який рухається віддаленими вулицями, а саме Стрийською, Науковою, Соломії Крушельницької). Стрімко рівень фітотоксичності зростає у III ЕФП – в чотири рази та в IV ЕФП – у понад 5 разів.

4. Заходи, запропоновані нами на зниження впливу викидів автотранспорту на придорожні території передбачають заходи по переходу на більш екологічно-чисті види палива та влаштування перешкод між автодорогою та пішохідним тротуаром у вигляді живоплоту з дуже стійкої до

автомобільних викидів рози зморшкуватої (*Rosa rugosa* L.), ряду дерев із різним типом крони: гірकोкаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.), клену-явора (*Acer pseudoplatanus* L.), липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.), клену гостролистого (*Acer platanoides* L.), тополі берлінської (*Populus x berolinensis* K. Koch.), липи широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) та ін.

5. У роботі наведено також комплекс управлінських, організаційних, контролюючих заходів, спрямованих на раціоналізацію мережі транспортних потоків у місті Львові та зменшення негативного впливу транспортних засобів на компоненти довкілля міста Львова.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеева Т. М., Козловська Т. Ф., Безденежних Л. А. Стан ґрунтового покриву як індикатор екологічної небезпеки. *Екологічна безпека*. 2011. № 1 (11). С. 73–77.
2. Андрусевич А. О., Андрусевич Н. І., Козак З. Я. Довідник чинних міжнародних договорів України у сфері охорони довкілля. Львів, 2009. 203 с.
3. Бабіченко В. М., Зузука Ф. М. Клімат Львова. Луцьк : Основа, 1998. 188с.
4. Бешлей З. М., Бешлей С. В., Баранов В. І., Терек О. І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. *Вісник Харків. нац. аграр. ун-ту. Сер. Біологія*. 2014. Вип. 1 (31). С. 97–102.
5. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології. К.: Либідь, 2005. 408 с.
6. Бугай О. В., Бойчук Ю. І., Солошенко Е. С. Екологія і охорона навколишнього середовища. К.: Університетська книга. 2016. 316 с.
7. Булигін С. Ю., Барвінський А. В., Ачасова А. О. Оцінка і прогноз якості земель. Харків: ХНАУ, 2006. 262 с.
8. Вакерич М. М., Швартау В. В., Гасинець Я. С., Боднарюк Р. М., Король М. В., Васильняк К. В. Фітотоксичний ефект урбоземів Ужгорода за умов інтенсивного впливу викидів автотранспорту. *Фізіологія рослин і генетика*, 2018. Т. 50. № 6. С. 540-548 <https://doi.org/10.15407/frg2018.06.540>
9. Васькін Р. А., Васькіна І. В. Аналіз динаміки забруднення атмосферного повітря України викидами автотранспорту. *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету ім. М. Остроградського*. 2009. Вип. 5 (58).ч.1. С. 109–112.
10. Геник Я. В. Нагромадження важких металів у ґрунтах та фітомасі комплексної зеленої зони міста Львова: Автореф. дис. канд... с.-г. наук. Львів: УкрДЛТУ, 1994. 23 с.

11. Голубець М. А. Урбанізація, її суть соціальна суть та екологічні наслідки / урбанізація як фактор змін біогеоценотичного покриву. Львів: Академічний експрес, 1994. С. 3-5.

12. Губачов О. І. Особливості використання рослин для біотестування ґрунтів з метою визначення рівня екологічної безпеки промислових територій. *Наук. вісник КУЕІТУ. Нові технології*. 2010. № 3 (29). С. 164–171.

13. Гурець Л. Л. Моніторинг довкілля. Суми: Сумський державний університет, 2016. 250 с.

14. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г. Екологія та автомобільний транспорт. Київ : Арістей, 2006. 292 с.

15. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. К.: “Знання”, КОО, 20007. 422 с.

16. Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів. Київ: Наукова думка, 1994. 280 с.

17. Домусчи С., Тригуб В. Біотестування як метод визначення екологічного стану міських ґрунтів. *Конструктивна географія і геоecологія*. Наукові записки № 2. 2020. С. 156–164 DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.20.1.16>

18. ДСТУ ISO 10381-5:2009. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 5. Настанови з процедури дослідження міських і промислових ділянок щодо забрудненості ґрунту (ISO 10381-5:2005).

19. Закон України “Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення”

20. Закон України “Про охорону атмосферного повітря” (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, №50, ст.678). **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**

21. Закон України “Про охорону земель” (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, № 39, ст. 349). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>

22. Закон України від 25.06.91 № 1264-ХІІ “Про охорону навколишнього природного середовища”. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>
23. Запорожець О. І., Бойченко С. В., Матвєєва О. Л., Шаманський С. Й., Дмитруха Т. І., Маджд С. М. Транспортна екологія. Київ: НАУ, 2017. 507 с.
24. Земельний кодекс України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 3-4, ст. 27 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>
25. Каніло П. М., Бей І. С., Ровенський О. І. Автомобіль та навколишнє середовище. Х.: Прапор, 2000. 304 с.
26. Клименко М. О., Пилипенко Ю. В., Мороз Ю. С. Екологія міських систем. Херсон: Олді-плюс, 2010. 294 с.
27. Клименко М. О., Прищєпа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля. К.: Академія, 2006. 360 с.
28. Крайнюкова А. М. Біотестування – метод оцінки токсичних властивостей компонентів природного середовища та джерел їх забруднення. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. Харків: «Райдер», 2006. Вип. XXVIII. С. 15–33.
29. Криштоп Є. А., Волощенко В. В. Міські ґрунти як невід’ємний елемент урбанізованих і техногенно забруднених територій. Вісник ХНАУ №2, 2013, Екологія ґрунтів. С. 200–206.
30. Кучерявий В. П. Урбоекологія. Львів : “Новий Світ-2000”, 2020. 460 с.
31. Лаптев О. О. Біогеоценотичний покрив сучасного великого міста: його стан та шляхи оптимізації / О.О. Лаптев // Пробл. експерим. ботаніки та екології рослин. К., 1997. Вип. 1. С. 248–251.
32. Лисиця А. В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій. Рівне: Дока-центр, 2018. 94 с.
33. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. Київ: “Знання”, КОО, 2002. 550 с.
34. Назарук М. М. Львів на початку ХХІ століття. Львів : “Видавництво Старого Лева”, 2015. 240 с.

35. Назарук М. М. Львівська область: природні умови та ресурси. Львів : “Видавництво Старого Лева”, 2018. 592 с.

36. Никифоров В. В., Дігтяр С. В., Мазницька О. В., Козловська Т. Ф. Біоіндикація та біотестування. Кременчук: КрНУ, 2016. 100 с.

37. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля” від 30 березня 1998 № 391. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text>

38. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2021 році. ЛОДА, 2022. 296 с.

39. Фоменко Г. Р. Транспортна інфраструктура і проблеми міст. Проблеми розвитку міського середовища: збірник наукових праць Вип. 2 (16). Київ: Національний авіаційний університет, 2016. С. 177-185

40. Чемерис І. А., Загоруйко Н. В., Конякін С. М. Фітомоніторинг викидів автотранспорту в умовах міського середовища. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2013. № 3-4. С. 141–146.

41. Чернюк Л. Г. Транспорт і охорона навколишнього середовища. К.: Наук. Світ, 2002. 189 с.

42. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.

43. Якість ґрунту. Відбір проб. Ч. 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб (ISO 10381–1:2002, IDT): ДСТУ ISO 10381–1:2004. [Чинний від 2006-04-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2006. 13 с.



## **ДОДАТКИ**

## Додаток 1

**Порівняльні дані по масових викидах забруднюючих речовин з  
відпрацьованими газами двигунів транспортних засобів в умовах  
повсякденної експлуатації**

Вид транспорту	Вид палива	Приведені викиди (умовні кг СО)	Зменшення викидів в в порівнянні з бензином	Природоохоронний ефект в порівнянні з бензином, %	Зменшення викидів в порівнянні з дизельним паливом	Природоохоронний ефект в порівнянні з дизельним паливом, %
Вантажні автомобілі	Бензин	6663	0	0,00	-1994	-42,71
	Природний газ	2093	4570	68,59	2576	55,17
	Дизельне паливо	4669	1994	29,93	0	0,00
	Газодизельний цикл	2200	4463	66,98	2469	52,88
Автобуси	Бензин	5198	0	0,00	-1546	-42,33
	Природний газ	1221	5442	104,69	2431	66,57
	Дизельне паливо	3652	3011	57,93	0	0,00
	Газодизельний цикл	2037	4626	89,00	1615	44,22

## Додаток 2

**Зниження концентрації оксиду вуглецю може бути досягнуте за допомогою зелених насаджень**

№ пп.	Тип посадок	коефіцієнт зниження концентрації оксиду вуглецю			
		ажурності, %		концентрації %	
		Зима	літо	Зима	літо
1.	однорядна смуга дерев	0,11	0,22	0-3	7-10
2.	дворядна смуга дерев	0,15	0,37	3-5	10-20
3.	дворядна смуга дерев з дворядним чагарником	0,18	0,58	5-7	30-40
4.	трирядна смуга дерев з дворядним чагарником	0,20	0,68	10-12	40-50
5.	чотирирядна смуга дерев з дворядним чагарником	0,23	0,75	10 -15	50-60

## Додаток 3

**Відомість розрахунку вартості посадкового матеріалу, для створення живоплоту з *Rosa rugosa* L.**

№ п/п	Урочище	Витрати посадматеріалу, штук	
		Всього шт.	в т.ч. по породах
			роза зморшкувата
1.	2	3	4
<b>садіння живоплоту</b>			
1.	чисельність садивного матеріалу, шт.	2000	2000
2.	Ціна за 1 шт., грн.		5,45
	<b>Вартість всього, грн</b>		10900,00
<b>доповнення живоплоту, 25%</b>			
3.	чисельність садивного матеріалу, шт.	500	500
4.	Ціна за 1 шт., грн.		5,45
	<b>Вартість всього, грн.</b>		2725,00
	<b>Всього</b>		13625,00

## Додаток 4

**Розрахунок потреби добрив для створення живоплоту довжиною 1 км**

№ пп.	Добрива	Площа, га	Одиниця виміру	Норма внесення на 1 га	Загальна потреба
1.	Органічні: гній	0,05	т	25,00	1,25
	Мінеральні:				
2.	натрієва селітра	0,05	кг	300,00	15,00
3.	калійна сіль	0,05	кг	200,00	10,00

## Додаток 5

**Вартість добрив для створення живоплоту довжиною 1 км**

№ пп.	Добрива	Одиниця виміру	Потреба в добривах	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
	Органічні:				
1.	гній	т	25,00	45,00	1125
	Мінеральні:				
2.	натрієва селітра	кг	15,00	1,08	16
3.	калійна сіль	кг	10,00	1,42	14
	Всього		50,00		1155

*Додаток 6***Проведення експерименту із тест-культурами у науково-дослідній лабораторії екологічної безпеки ЛДУ БЖД**