

Міністерство освіти і науки України  
Департамент науки і освіти Харківської обласної державної адміністрації  
Комунальний заклад «Харківська обласна мала академія наук Харківської  
обласної ради»

Відділення екології та аграрних наук  
Секція: лісове і садово-паркове господарство

## **БІОІНДИКАЦІЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ ЗА СТАНОМ ДЕРЕВ ЛИПИ**

Роботу виконала:

Кісь Єва Дмитрівна, учениця 9 класу  
Комунального закладу «Харківський  
ліцей № 47 Харківської міської ради»,  
вихованка Комунального закладу  
«Харківська обласна мала академія наук  
Харківської обласної ради»

Науковий керівник:

Садовниченко Юрій Олександрович,  
доцент кафедри медичної біології  
Харківського національного медичного  
університету, кандидат біологічних  
наук, Заслужений працівник освіти  
України

## БІОІНДИКАЦІЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ ЗА СТАНОМ ДЕРЕВ ЛИПИ

**Кісь Єва Дмитрівна;** Комунальний заклад «Харківська обласна Мала академія наук Харківської обласної ради»; Комунальний заклад «Харківський ліцей № 47 Харківської міської ради»; 9 клас; м. Харків;

**Садовниченко Юрій Олександрович;** доцент кафедри медичної біології Харківського національного медичного університету, кандидат біологічних наук, Заслужений працівник освіти України

Рослини роду *Tilia* Mill. є одними з найбільш витривалих в умовах міст. Водночас ці дерева ослаблюються під впливом забруднювачів, погіршують санітарний стан, уповільнюють ріст і стають уразливими до пошкодження комахами та кліщами й ураження збудниками хвороб. Зазначену реакцію дерев можливо використати під час біоіндикації інтенсивності забруднення, зокрема викидами транспортних засобів. Для визначення переліку найбільш інформативних показників для біоіндикації необхідно оцінити їхні значення на ділянках, які піддані впливу цього чинника різної інтенсивності.

Метою досліджень було визначити показники стану, росту, поширення й інтенсивності прояву пошкодження листя липи дрібнолистої, що можуть бути індикаторами інтенсивності забруднення повітря міста транспортними засобами.

Дослідження проведено на вулицях Шевченківського району м. Харкова з низькою, помірною та високою інтенсивністю руху транспорту. У кожній групі обстежених ділянок обстежували по 50 дерев липи дрібнолистої діаметром 18–22 см та відбирали рандомізовано по 50 листків.

Статистично обґрунтовано, що у міру підвищення інтенсивності руху транспорту розміри листків, індекс санітарного стану дерев, середній бал дефоліації та середня поширеність сухих гілок у кронах значуще збільшуються, частка дерев із механічними пошкодженнями стовбурів – не мають значущих відмінностей. У міру підвищення інтенсивності руху транспорту частка дерев із наявністю плямистостей листя, поширеність та інтенсивність пошкодження листя комахами та галовим кліщем зменшуються, а поширеність та інтенсивність опіків – збільшуються.

Пропонується оцінювати інтенсивність забруднення повітря міста транспортними засобами за допомогою комплексу індикаторів – індексу санітарного стану дерев липи, балу дефоліації, поширеності сухих гілок, довжини та ширини листків, поширеності й інтенсивності прояву пошкодження комахами та опіків токсикантами (некрозів). Матеріали науково-дослідницької роботи можуть бути використані для одержання навчального матеріалу на уроках біології, заняттях гуртків юних натуралістів.

Ключові слова: липа дрібнолиста, санітарний стан, дефоліація, плямистість листя, розміри листка, погризи, гали, некрози (опіки).

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ СТОСОВНО БІОІНДИКАЦІЇ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ.....	7
1.1. Чинники антропогенного впливу в міських насадженнях. . . .	7
1.2. Засоби та об'єкти біоіндикації .....	9
1.3. Липа у міських насадженнях та її шкідливі організми .....	13
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	16
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ .....	18
3.1. Індикатори, пов'язані з санітарним станом дерев .....	18
3.2. Індикатори, пов'язані з розмірами листків .....	22
3.3. Індикатори, пов'язані з прямим пошкодженням листя липи різними чинниками .....	22
ВИСНОВКИ .....	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	29
ДОДАТКИ .....	33

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Зелені насадження виділяють кисень і фітонциди, затримують пил і забруднювачі повітря та ґрунту, що надходять від промислових підприємств і транспортних засобів, пом'якшують добові коливання температури й вологості [5, 14]. Рослини роду *Tilia Mill.* є одними з найбільш витривалих в умовах міст [17, 24]. Водночас ці дерева ослаблюються під впливом забруднювачів, погіршують санітарний стан, уповільнюють ріст і стають уразливими до пошкодження комахами та кліщами й ураження збудниками хвороб [11, 29, 30]. Зазначену реакцію дерев можливо використати під час біоіндикації інтенсивності забруднення, зокрема викидами транспортних засобів [21, 22]. Для визначення переліку найбільш інформативних показників для біоіндикації необхідно оцінити їхні значення на ділянках, які піддані впливу цього чинника різної інтенсивності.

**Мета роботи:** визначити показники стану, росту, поширення й інтенсивності прояву пошкодження листя липи дрібнолистої, що можуть бути індикаторами інтенсивності забруднення повітря міста транспортними засобами.

Передбачалося виконання таких **завдань:**

- оцінювання показників, що характеризують санітарний стан дерев липи дрібнолистої на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту;
- оцінювання показників, що характеризують розміри листків дерев липи дрібнолистої на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту;
- оцінювання показників, що характеризують поширення й інтенсивність прояву пошкодження листя липи дрібнолистої на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту;
- визначення переліку показників, що можуть бути індикаторами інтенсивності забруднення повітря міста транспортними засобами.

**Об'єкт дослідження:** санітарний стан, розміри листків і поширеність пошкоджень дерев липи дрібнолистої.

**Предмет дослідження:** зіставлення показників, що характеризують санітарний стан, розміри листків і поширеність пошкоджень дерев липи дрібнолистої, на вулицях міста Харкова з різною інтенсивністю руху транспорту.

**Методи дослідження:** у роботі використано методи обстеження насаджень, оцінювання санітарного стану дерев, дефоліації, поширення сухих гілок, вимірювання довжини та ширини листків, визначення поширення та інтенсивності прояву чинників пошкодження дерев, а також статистичні методи аналізу отриманих даних.

Робота має фундаментальну складову, оскільки статистично обґрунтовано зміни показників стану та росту дерев липи дрібнолистої у міру збільшення інтенсивності забруднення повітря міста транспортними засобами. Прикладна складова роботи полягає у визначенні переліку показників стану та росту дерев липи, які можуть бути використані як індикатори інтенсивності забруднення повітря міста транспортними засобами.

**Нові наукові положення:**

– запропоновано використовувати як індикатори інтенсивності забруднення повітря міста транспортними засобами індексу санітарного стану дерев липи, бал дефоліації, поширеність сухих гілок, розміри листків, поширеність і інтенсивність прояву пошкодження комахами та опіків токсикантами (некрозів).

**Наукова новизна одержаних результатів.**

Статистично обґрунтовано, що у міру підвищення інтенсивності руху транспорту розміри листків, індекс санітарного стану дерев, середній бал дефоліації та середня поширеність сухих гілок у кронах значуще збільшуються, частка дерев із механічними пошкодженнями стовбурів – не мають значущих відмінностей. У міру підвищення інтенсивності руху транспорту частка дерев із наявністю плямистостей листя, поширеність та інтенсивність пошкодження листя комахами та галовим кліщем зменшуються, а поширеність та інтенсивність опіків – збільшуються.

**Рекомендації щодо використання одержаних результатів.** Доцільно оцінювати інтенсивність забруднення повітря міста транспортними засобами за допомогою комплексу індикаторів – показників стану, росту, поширення й інтенсивності прояву пошкодження листя липи дрібнолистої.

Матеріали науково-дослідницької роботи можуть бути використані для одержання навчального матеріалу на уроках біології, заняттях гуртків юних натуралістів. Моніторинг стану липи дрібнолистої у зелених насадженнях м. Харкова має бути продовжений.

**Особистий внесок автора** полягає у постановці завдань, виконанні польових і камеральних робіт, математико-статистичній обробці польового матеріалу, аналізі й узагальненні результатів, формулюванні висновків і рекомендацій, написанні роботи.

# РОЗДІЛ 1

## СТАН ПИТАННЯ СТОСОВНО БІОІНДИКАЦІЇ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

### 1.1. Чинники антропогенного впливу в міських насадженнях

Площа міст не перевищує 2 % поверхні Землі, але в них мешкають більше половини населення світу, й на них припадає до 75 % споживання ресурсів на глобальному рівні [29]. На стан навколишнього середовища у містах впливають різноманітні природні та антропогенні чинники, які взаємодіють.

Основними природними чинниками є ґрунт і клімат [7, 16, 21]. За механічним і хімічним складом ґрунт міст відрізняється від лісового. Він ущільнений, містить багато залишків цементу, фрагменти цегли та інших матеріалів, які використовують під час будівельних робіт. Місце для росту коріння дерев є обмеженим. Також у ґрунт потрапляють побутові та промислові стоки, паливо від транспортних засобів. У ґрунт осідають і накопичуються тверді частки пилу, сажі та різноманітні сполуки, які утворюються під час взаємодії викидів промисловості і транспорту. Такі відмінності ґрунту впливають на стан дерев, які необхідно вирощувати в населених пунктах для зменшення негативного впливу антропогенних чинників [13].

У містах будівлі з цегли та бетону, а також асфальт сильно нагріваються вдень, а в осінньо-зимовий період – також унаслідок опалювання. Вони поступово віддають тепло у навколишнє середовище. Внаслідок цього, а також у результаті роботи підприємств і двигунів транспортних засобів температура в місті на декілька градусів Цельсія вищі, ніж за містом. Температура повітря на декілька градусів вища в центрі міста, ніж на периферії та за його межами [16]. Це впливає на терміни початку й закінчення вегетації, зокрема розвитку листя. За підвищення температури та сухості повітря на листі дерев утворюються опіки, що зменшує поверхню, спроможну до фотосинтезу [11].

Штучне освітлення в містах упродовж цілої доби впливає на добові та сезонні ритми дерев [14]. Усі зазначені зміни впливають на фенологію дерев, їхню спроможність затримувати пил, важкі метали солі та інші забруднювачі, які надходять з повітря та ґрунту [25].

Крім непрямого впливу через ґрунт і кліматичні показники, діяльність людини прямо руйнує дерева механічно під час будівельних і ремонтних робіт, пересаджування великомірних екземплярів і кронування. Це створює умови для проникнення збудників хвороб, збільшення сприйнятливості дерев до ураження патогенами, заселення шкідливими комахами, пошкодження різних органів комахами та кліщами [18].

Разом із викидами промисловості та транспортних засобів в атмосферу надходять десятки речовин і сполук, зокрема окис вуглецю, окисли азоту, вуглеводні, альдегіди, двоокис сірки та сажа. Ці забруднювачі потрапляють у ґрунт, поверхневі води та рослини [3]. Також у водойми та ґрунт потрапляють паливо, масло, миючі засоби, у повітря – пари палива з баків. Більшість викидів потрапляють у повітря під час запуску та прогрівання двигуна, набору швидкості та гальмування, зокрема біля світлофорів та у місцях скупчення машин [2].

Дерева, ослаблені сукупністю природних і антропогенних чинників у містах, втрачають не тільки стійкість, але й спроможність виконувати екологічні функції [14].

Водночас дерева ростуть роками на одному місці та своїм станом, змінами морфології, показників росту, інтенсивності біохімічних і фізіологічних процесів відбивають сумарний вплив забруднювачів. Зразки листя чи інших органів дерев для аналізу у визначені дати відібрати нескладно. Тому міські дерева часто використовують для оцінювання негативного впливу антропогенних чинників у різних районах міста чи області, тобто як біоіндикатори [19, 22, 23].

## **1.2. Засоби та об'єкти біоіндикації**

Біоіндикація – це використання доступних для спостереження біологічних об'єктів для виявлення негативних впливів різних чинників або забруднювачів



навколишнього середовища, які важко виявити. Біоіндикація є ефективним, але не специфічним методом, тому що виявляє реакцію організмів на дію певної сукупності чинників. Основним підходом до оцінювання дії певних чинників є порівняння обліків інформативних показників на ділянках, які не піддані та піддані впливу певного чинника [26].

Біоіндикацію здійснюють на рівнях, які відповідають рівням організації живої матерії: молекулярному, субклітинному, клітинному, на рівні органів, організмів, популяцій, екосистем та, біосфери, але найчастіше – на рівні організму, виду та екосистеми [3, 6].

Для біоіндикації на рівні організмів використовують вищі та нижчі рослини, гриби, а також різних хребетних і безхребетних тварин.

Кожен організм добре себе почуває у певному діапазоні параметрів, що характеризують навколишнє середовище – клімату, вмісту певних речовин у повітрі, ґрунті чи кормі. Для біоіндикації вибирають види, які чітко реагують на зміни в навколишньому середовищі [3].

Інформативними біоіндикаторами є мохи та лишайники, які накопичують певні забруднювачі. Так лишайники дуже чутливі до концентрації сірчистого газу, а деякі види зникають навіть, якщо його концентрація втричі менша, ніж зазвичай визначається у великих містах. Чим сильніше забруднене повітря регіону, тим менше виявляють видів лишайників, тим меншу площу вони покривають на стовбурах дерев. У міру підвищення рівня забруднення повітря першими зникають куцисті лишайники, потім листоваті, останньою чергою – накипні [10].

Для індикації за змінами морфології застосовують різні види тварин і рослин. Одним із підходів є порівняння певних показників (плям, лусочок) на лівому та правому боках жаб, риб. За сприятливих умов ці ознаки розташовані симетрично або їхні розміри чи відстань від центру однакові (ширина лівої та правої половинки листків). За порушення умов навколишнього середовища збільшуються відхилення від симетрії. Розрахунки міри відхилення цих

показників дають змогу одержати показник флуктуюючої асиметрії та порівняти з граничним значенням «норми» для певного виду тварин чи рослин.

Показниками порушення рівноваги екосистем можуть бути морфологічні зміни листків і пагонів рослин, біоритмів і поведінки комах, динаміки популяцій, складу угруповань [3, 5, 13].

Так під впливом забруднювачів у рослин можна виявити некроз листків, зміну форми та розміру листків, забарвлення, знебарвлення, передчасне опадання листя, пригнічення та припинення росту пагонів [11].

Під впливом забруднювачів може змінитися співвідношення статей деяких жуків, що мають нетривалий життєвий цикл і чітко виражений статевий диморфізмом. Деякі види можуть збільшувати чисельність, а інші її зменшувати у несприятливих умовах [30].

Найбільш чутливими до змін у навколишньому середовищі є види рослин і тварин, які спроможні існувати лише за невеликих коливань умісту поживних речовин чи якості корму, температури, інтенсивності освітлення тощо. Такі види називають стенобіонтами, на відміну від інших видів, які витримують значні зміни параметрів навколишнього середовища – еврибіонтів.

Застосування біоіндикації для оцінювання якості навколишнього середовища має такі переваги:

- дає можливість виявляти мінімальні концентрації забруднювачів;
- визначати рівень забруднення на великій території без фізико-хімічних аналізів;
- оцінювати рівень забруднення й небезпеку для екосистем;
- виявляти роль окремих джерел емісій і окремих складових;
- прогнозувати розвиток екологічної ситуації в регіоні та розробляти заходи щодо поліпшення стану навколишнього середовища [22, 24].

Рослини використовують для діагностики забруднення повітря, меншою мірою – ґрунту. Серед рослин, які використовують як біоіндикатори, розрізняють види, які чутливі до забруднювачів, та види-накопичувачі [9].

Так для діагностики сумарного забруднення повітря використовують види, які чутливі до забруднювачів. Водночас види-накопичувачі доцільно використовувати для діагностики забруднення повітря та ґрунту конкретним забруднювачем. В останньому випадку попередньо експериментально визначають, яким рівням накопичення забруднювачів в організмах відповідають допустимі рівні забруднення повітря та ґрунту [2].

Біоіндикацію здійснюють фенологічними, морфо- та біометричними, анатомічними, цитологічними, фізіологічними, біохімічними, біофізичними, флористичними, генетичними, дендрохронологічними та екосистемними методами [20, 26].

Так показано, що під впливом забруднювачів порушуються феноритми росту й розвитку рослин, прискорюється старіння, прискорюються дати початку розпускання бруньок, вкриття листям пагонів, початку цвітіння, пожовтіння листя. Тривалість вегетації зменшується, але повний листопад закінчується у такі ж дати, як і в чистому середовищі. Більш ранні дати весняних явищ у містах пов'язані насамперед із більш раннім таненням снігу та стійким переходом температури повітря через 5°C, що надає змогу корінням всмоктувати вологу та мінеральні речовини з ґрунту, тобто відновлювати сокорух навесні [30].

Під час аналізу дерев визначають насамперед довжину та ширину листків, співвідношення довжини черешка та центральної жилки, показники приросту пагонів у довжину, радіального приросту стовбура тощо [3, 14].

Існують багато класифікацій біоіндикаторів забруднення середовища [14, 29].

Так індикатори поділяють на 3 великі групи – екосистемні (індикатори біологічного різноманіття), факторні (за допомогою яких оцінюють будь-які впливи на екосистеми) та індикатори стану об'єктів (рослин).

Серед екосистемних індикаторів розрізняють:

– види, які в нетипових для себе умовах швидко виявляють факт реакції на зміни;

– види, що реагують на зміни зниженням чисельності, зміни поведінки або вікової структури, тобто показниками, які можливо виміряти;

– види чи їхні групи, за наявністю яких можливо прогнозувати життєздатність, стійкість і напрям сукцесії екосистеми (прикладом є деякі лісоутворювальні породи, симбіонти, запилювачі облігатно ентомофільних рослин);

– види, які знаходяться під загрозою, якщо тип місця перебування порушується на великій території [29].

Серед факторних індикаторів розрізняють:

– види, які поселяються у новому місці або збільшують чисельність у разі порушення угруповань або забруднення середовища (наприклад рослини-рудеранти);

– види, що накопичують забруднювачі в своєму організмі (шапінкові гриби, лишайники);

– види, які використовують у лабораторних біопробах для оцінювання рівня забруднення [14].

Серед індикатори стану об'єктів (рослин) виділяють дві групи:

– види, які використовують для оцінювання рівню асиметрії морфологічних ознак під впливом комплексу чинників на фенотип і, можливо, на генотип.

– види, розмір (або маса) особин яких реагує на дефіцит нормальних умов розвитку, не пов'язаний або мало пов'язаний із коливанням чисельності та внутривидовими взаємодіями [30].

У разі застосування будь-яких підходів напрямок змін різних індикаторів слід зіставляти один із одним або з контролем за абсолютними чи відносними показниками.

У разі використання абсолютних показників порівняння здійснюють:

– із характеристиками об'єкта, який знаходиться поза зоною впливу;

– з результатами експерименту;

– з характеристиками об'єктів, які визначені до початку впливу;

– оцінюють градієнт змін того самого об'єкта.

У разі використання відносних показників установлюють кореляції:

– зі змінами чинників у просторі та часі;

– з показниками екотонних об'єктів, які знаходяться під незначним антропогенним впливом [29].

Серед деревних видів в урбоценозах значну увагу як біоіндикатору приділяють липі.

### **1.3. Липа у міських насадженнях та її шкідливі організми**

Липа належить до роду *Tilia* Mill. з родини Мальвових (Malvaceae), який нараховує понад 30 видів. Липа поширена від Норвегії до Ірану, від Південної Британії до Західного Сибіру. У насадженнях України липові насадження ростуть лише на 0,3 % від загальної площі лісів [15].

У лісах України найбільшою мірою поширена липа дрібнолиста, або серцелиста, або звичайна – *Tilia cordata* Mill. [4], у дендропарках і ботанічних садах – не менше десяти інших видів, зокрема липа широколиста (*T. platyphyllos* Scop.) та європейська (*T. × europaea* – гібрид між липами дрібнолистою та широколистою) [5, 7].

Липа в паркових і вуличних насадженнях культивується як декоративна й озеленувальна рослина. Липа має густу крону, могутній стовбур, а під час цвітіння має запашні квітки. У міських насадженнях липу використовують як завдяки її декоративності та можливості розмноження різними способами, так і у зв'язку зі спроможністю поглинання шуму та пилу, стійкістю до впливу диму й газу [17].

Дослідженням липи в парках і вуличних насадженнях України присвячено багато публікацій, зокрема у Карпатському регіоні [3], Львові [10], правобережному лісостепу [16, 17], у Києві [24], Дніпрі [6], Харкові [8, 9, 11, 12, 28] тощо.

Загалом видовий склад комах і кліщів – фітофагів липи у міських

насадженнях і навколишніх лісах дуже подібний, хоча співвідношення видів, екологічних груп і чисельність популяцій помітно відрізняються [8].

Листогризи – види з гризучим ротовим апаратом, переважно представники рядів Лускокрилі та Твердокрилі. Личинки листогризів можуть живитися відкрито, в мінах (потаємно) чи напівпотаємно (у згорнутому листку). Серед листогризів липу пошкоджують поліфаги з родин лускокрилих (зокрема чубатки та п'ядуни) та твердокрилі [9]. Твердокрилі, або жуки (листоїди, довгоносики, хрущі) живляться листям дерев на стадіях личинки та імаго: вигризають отвори в листках, обгризають краї або скелетують листки.

Більшість комах і кліщів живляться не тільки на липі, але й на інших видах дерев. Монофагами є японська липова міль-строкатка, або липовий мінер *Phyllonorycter issikii* Kumata. (Lepidoptera, Gracillariidae), липова попелиця *Eucallipterus tiliae* L. (Hemiptera, Aphidoidea), липова галиця *Dasineura tiliamvolvans* Rubs. (Diptera, Cecidomyiidae) та декілька видів кліщів із родин Tetranychidae та Eriophyidae [8, 10]. Липова попелиця живиться на нижньому боці листків, липова галиця загортає доверху край листка. Внаслідок живлення кліща *Eriophyes tiliae* на листі утворюються дуже цікавої форми гали [26].

У зв'язку вищими температурою повітря та тривалістю вегетаційного періоду комахи в містах можуть мати більшу кількість поколінь і додатково збільшувати чисельність. Водночас деякі види не витримують дії підвищених температур чи шкідливих домішок у повітрі [22]. Прибирання впалого листя на вулицях унеможлиблює зимівлю деяких фітофагів та ентомофагів. На деякі види має токсичний вплив пил на поверхні листя. Тому в умовах міста масові розмноження комах розвиваються зрідка [28].

Доведено в різних регіонах, що в умовах міста підвищується частка видів малого розміру, із сисним ротовим апаратом і потаємним способом життя, зокрема мінерів і галоутворювачів [9]. Це пов'язано з тим, що всередині рослинних тканин режим вологості є порівняно стабільним. Комахи та кліщі, що перебувають у мінах чи галах, захищені від надмірно високих і понижених температур, а також від прямої дії забруднювачів повітря [22].

Мінери відомі серед лускокрилих, твердокрилих, напівтвердокрилих і двокрилих. Гали на різних органах рослин можуть утворювати кліщі та комахи, зокрема двокрилі, попелиці і навіть твердокрилі. Колючо-сисний ротовий апарат мають клопи та попелиці. До видів із напівпотаємним способом життя належать листовійки, гусениці яких згортають листки і живляться всередині. Трубкакрути згортають листок і відкладають усередину яйце, щоб забезпечити личинок кормом – підв'яленим листком [8].

Гілки та стовбури липи заселяють златки та короїди, всихаючі дерева – вусачі [18]. Хвороби листя липи помітної шкоди деревам не завдають [10]. Некрозно-ракові хвороби гілок і стовбурів, а також стовбурові гнилі, які викликані грибами, часто уражують дерева з механічними пошкодженнями. За відсутності негайних заходів лікування таких дерев вони гинуть і їх доводиться вирубати для запобігання поширенню інфекції на сусідні здорові дерева, а також для позбавлення ризику травмування населення та працівників зеленого господарства вітками та частинами стовбура, що відламуються під час сильного вітру [26].

Таким чином, необхідно під час моніторингу стану липи у міських насадженнях оцінювати вплив різних чинників різної природи та вчасно здійснювати необхідні господарські заходи. Під час моніторингу слід застосовувати різні доступні у виконанні підходи до визначення стану дерев – оцінювання стану крон, параметрів листків, поширення й інтенсивності прояву пошкоджень різних типів. Це дасть змогу підвищити ефективність дії липових насаджень щодо очищення повітря від пилу, токсичних викидів промисловості та транспортних засобів, пом'якшення мікроклімату, зменшення рівня міського шуму тощо.

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали на вулицях Шевченківського району м. Харкова з низькою (пров. О. Яроша, пров. Шекспіра, внутрішньоквартальні насадження 5-го мікрорайону), помірною (вул. О. Яроша, вул. Шекспіра, вул. Бакуліна, вул. Єсеніна) та високою інтенсивністю руху транспорту (пр. Науки, вул. Дерев'яно, вул. О. Яроша). У кожній групі обстежених ділянок обстежували по 50 дерев липи дрібнолистої діаметром 18–22 см та відбирали рандомізовано по 50 листків.

Вимірювали діаметр стовбура кожного дерева на висоті 1,3 м. Шляхом оглядання крон і стовбурів оцінювали санітарний стан дерев, рівень дефоліації і частку сухих гілок у кронах, а також реєстрували наявність механічних пошкоджень, плямистостей листя, пошкоджень комахами та кліщами.

Санітарний стан дерев оцінювали за їхнім загальним виглядом згідно із «Санітарними правилами в лісах України» за категоріями: I – здорові, II – ослаблені, III – сильно ослаблені, IV – всихаючі, V – свіжий сухостій і VI – старий сухостій [27]. Індекс санітарного стану насаджень ( $I_{c_{1-6}}$ ) розраховували з урахуванням усіх дерев за формулою (2.1):

$$I_{c_{1-6}} = \frac{(n_1 * 1 + n_2 * 2 + n_3 * 3 + n_4 * 4 + n_5 * 5 + n_6 * 6)}{(n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6)}, \quad (2.1)$$

де  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5$  і  $n_6$  – кількість дерев 1, 2, 3, 4, 5 і 6 категорій санітарного стану відповідно.

Дефоліацію (втрату або неповний розвиток листя) оцінювали окомірно у відсотках із точністю до 10 %. Під час аналізу дефоліацію до 10 % позначали балом 1, 11–25 % – балом 2, 26–60 % – балом 3 та понад 60 % – балом 4 [20].

Поширення сухих гілок у кронах оцінювали як їхню частку від загальної кількості гілок, виражену у відсотках, а потім перераховували у бали за шкалою:



бал 0 – відсутні; бал 1 – до 10 %; бал 2 – 11–50 %; бал 3 – 51–75 %; бал 4 – понад 75 % [20].

Довжину й ширину (в найбільш широкому місці) пластинки кожного листка вимірювали з точністю до 1 мм.

Для оцінювання поширення пошкоджень листя стосовно кожного відібраного листка зазначали наявність / відсутність пошкоджень, заподіяних комахами-листогризами (погризи), галовим рожковим кліщем (гали) та некрозів (опіків під впливом забруднювачів повітря).

На кожному листку з наявністю погризів оцінювали окомірно вилучену площу з точністю до 5 %. На кожному листку з наявністю галів підраховували їхню чисельність. Інтенсивність прояву опіків оцінювали за 6-бальною шкалою: 0 – помітних опіки відсутні; 1 – дуже слабкі опіки (1–10 % поверхні); 2 – слабкі (11–20 % поверхні); 3 – помірні (21–40 % поверхні); 4 – сильні (41–80 % поверхні); 5 – дуже сильні (>80 % поверхні) [20].

Під час аналізу даних розраховували середні арифметичні та стандартні похибки показників поширення різних типів пошкодження чи ураження.

Стандартну похибку показників, виражених у відсотках, розраховували за формулою (2.2):

$$S_x = \sqrt{\frac{P\% \times (100 - P\%)}{N}}, \quad (2.2)$$

де  $S_x$  – стандартна похибка;  $P$  – значення показника у відсотках;  $N$  – обсяг вибірки [1].

Значущість різниць показників на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту оцінювали за допомогою дисперсійного аналізу [1] з використанням пакету програм MS Excel.

Первинні дані стосовно дерев відображені в табл. А.1–А.3, розміри листків і характеристик розвитку окремих типів пошкоджень – у табл. Б.1–Б.3, результати описової статистики – у табл. В.1–В.2 Додатків, а результати дисперсійного аналізу – у відповідних підрозділах розділу 3.

## РОЗДІЛ 3

### АНАЛІЗ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

#### 3.1. Індикатори, пов'язані з санітарним станом дерев

Статистичний аналіз виявив, що діаметр обстежених дерев липи на всіх ділянках становив 18–22 см, коефіцієнт варіювання – 7–8 %. Середні значення діаметра дерев липи на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту не мали значущих відмінностей ( $F=0,41$ ;  $F_{0,05}=3,1$ ;  $P=0,66$ ) (рис. 3.1).

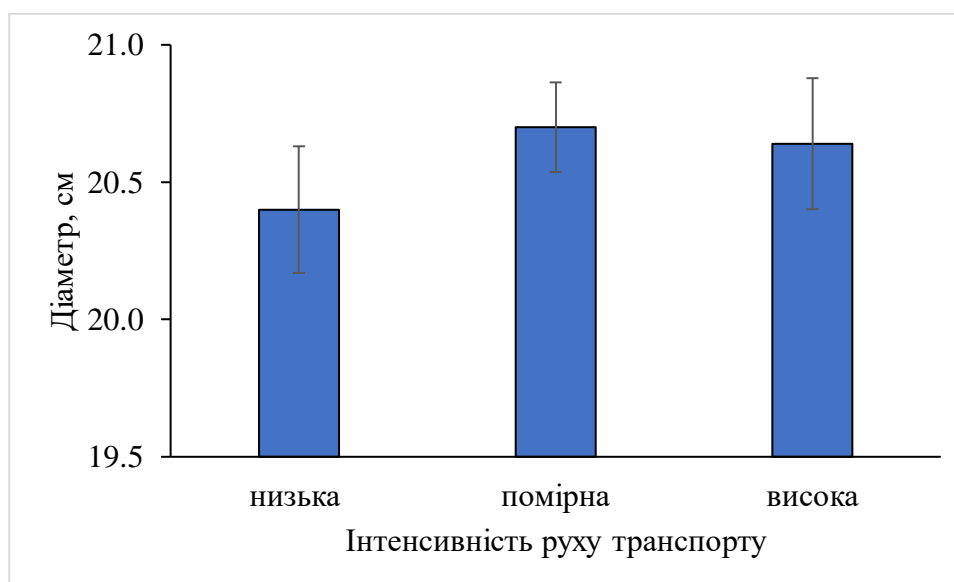


Рис. 3.1. Діаметр дерев липи, обстежених на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Це значить, що інші показники, визначені під час обстеження, не залежали від діаметра дерев.

Індекс санітарного стану дерев липи мав тенденцію до збільшення у міру підвищення інтенсивності руху транспорту (рис. 3.2). На ділянці з низькою інтенсивністю руху транспорту найгірший стан дерев становив 2 бала, а на решті ділянок 3 бала.

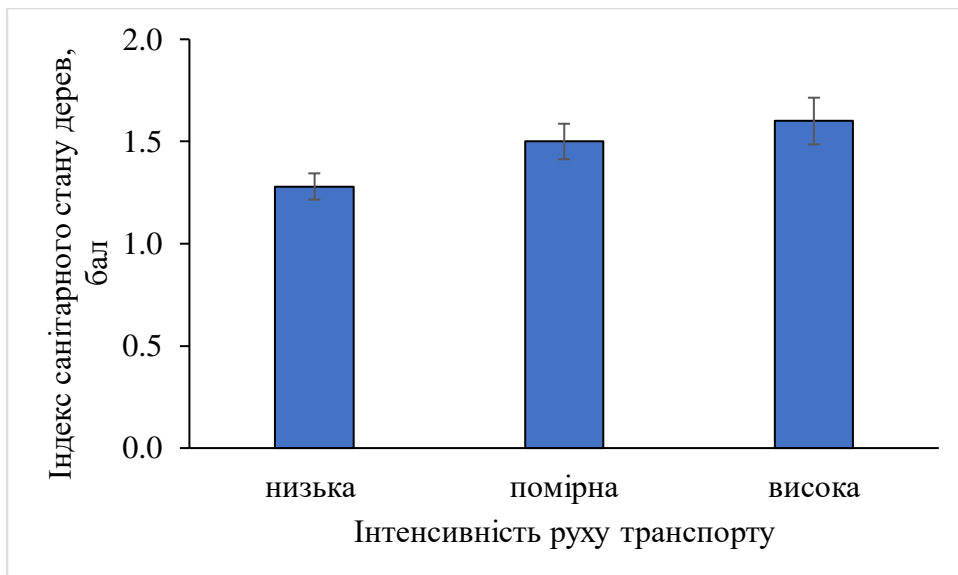


Рис. 3.2. Індекс санітарного стану дерев липи, обстежених на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Статистичний аналіз свідчить про наявність значущих відмінностей значень індексу санітарного стану дерев липи на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту ( $F=3,25$ ;  $F_{0,05}=3,1$ ;  $P=0,04$ ).

Середній бал дефоліації крон дерев липи збільшувався у міру наростання інтенсивності руху транспорту (рис. 3.3).

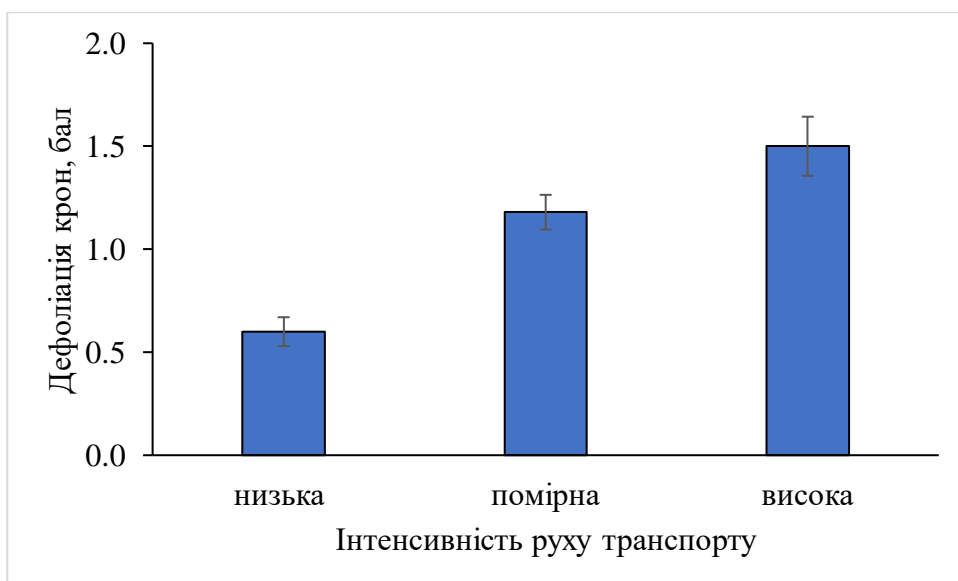


Рис. 3.3. Дефоліація дерев липи, обстежених на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Статистичний аналіз свідчить про наявність значущих відмінностей значень дефоліації дерев липи на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту ( $F=19,2$ ;  $F_{0,05}=3,1$ ;  $P<0,001$ ).

Середня поширеність сухих гілок у кронах дерев липи на вулицях із низькою інтенсивністю руху транспорту у 2,5 разу менша, ніж на вулицях із помірною інтенсивністю та у 4,2 разу – у порівнянні з вулицями, де інтенсивністю руху транспорту є високою (рис. 3.4), що підтверджено статистично ( $F=15,4$ ;  $F_{0,05}=3,1$ ;  $P<0,001$ ).

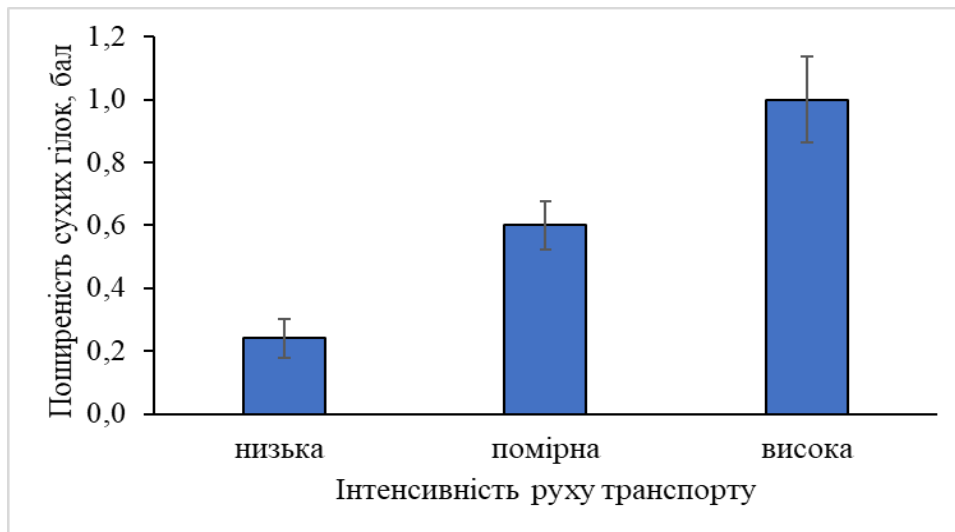


Рис. 3.4. Середня поширеність сухих гілок у кронах дерев липи, обстежених на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Механічні пошкодження стовбурів є наслідком будівельних і ремонтних робіт, кронування, а іноді спричинені діями населення (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Механічне пошкодження стовбура липи

Частка дерев із механічними пошкодженнями стовбурів становила на різних вулицях від 24 до 34 % (рис. 3.6).

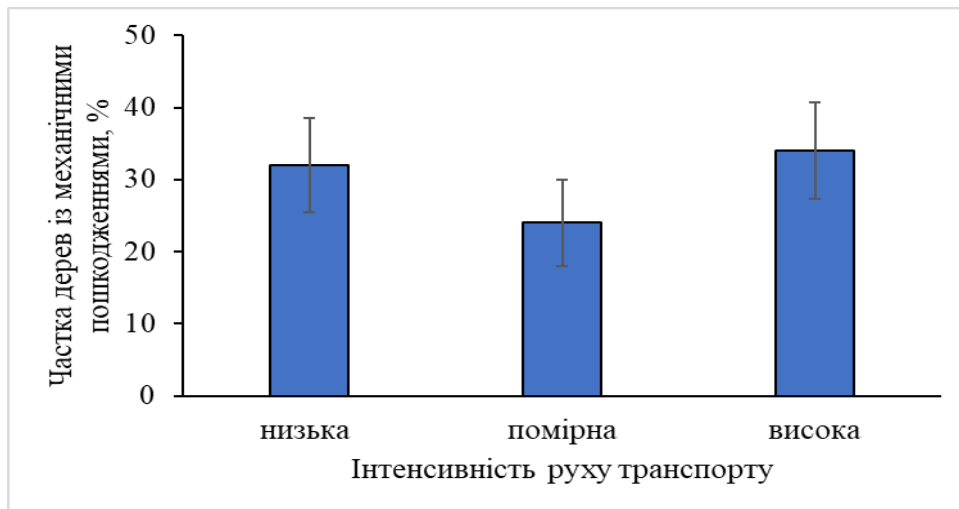


Рис. 3.6. Середня поширеність механічних пошкоджень стовбурів дерев липи, обстежених на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Водночас середні значення показника на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту не мали значущих відмінностей ( $P > 0,1$ ).

Плямистість листя липи, спричинена грибами, була поширена більшою мірою на вулицях із низькою інтенсивністю руху транспорту (рис. 3.7).

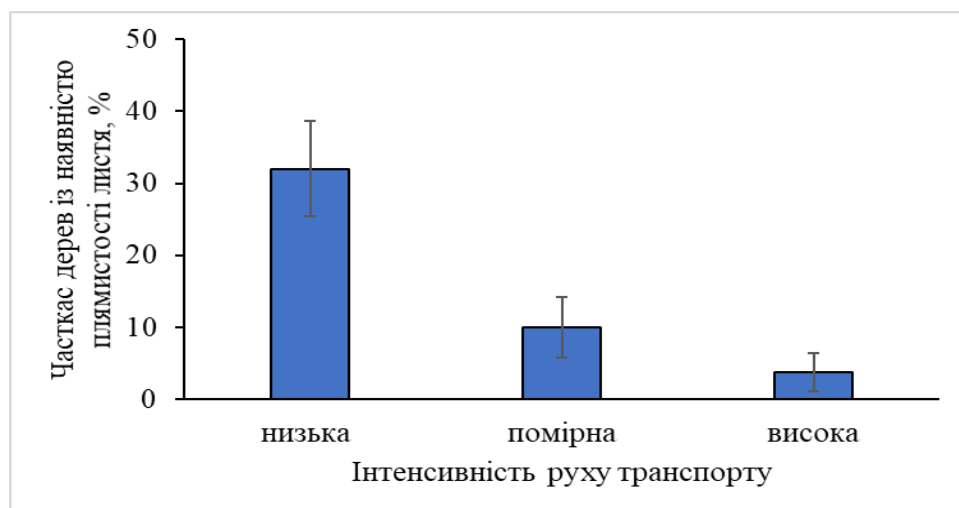


Рис. 3.7. Поширеність дерев липи з ознаками плямистості листя на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

На вулицях із помірною та високою інтенсивністю руху транспорту частка дерев із наявністю плямистостей листя була меншою у 3,2 та 8,5 разу відповідно. Одержані дані свідчать, що навіть за помірної інтенсивності руху транспорту

розвиток збудників плямистостей гальмувався, що могло бути наслідком впливу токсичних речовин на патогенні гриби.

### 3.2. Індикатори, пов'язані з розмірами листків

Розміри листя – довжина та ширина листкової пластинки є меншими за більшої інтенсивності руху транспорту (рис. 3.8 і 3.9 відповідно). Одержані дані пов'язані з токсичним впливом викидів транспорту та їхнім проникненням у листя з повітря та через ґрунт. Коефіцієнт варіювання довжини листка становив 11,6; 15,6 і 17,1%, а ширини листка – 9,9; 15,6 і 16,4 % на вулицях із низькою, помірною та високою інтенсивністю руху транспорту.

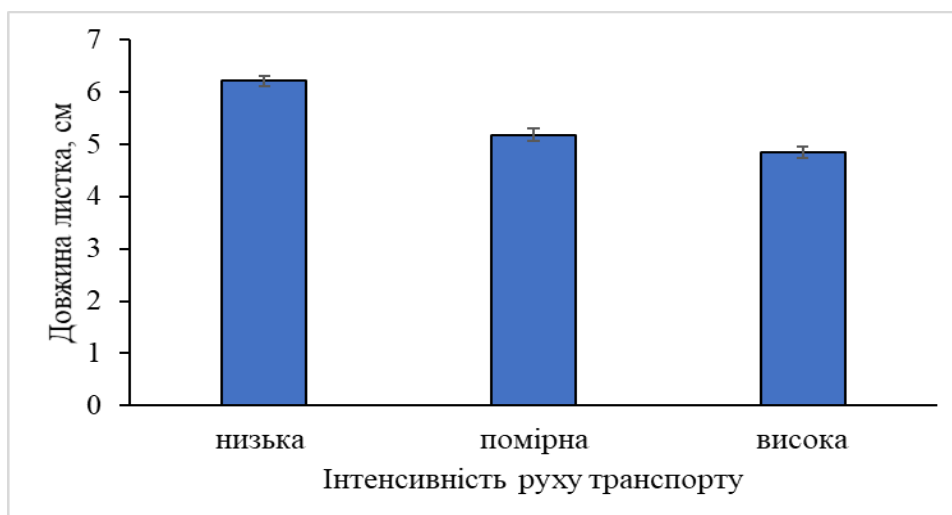


Рис. 3.8. Середня довжина листків липи на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

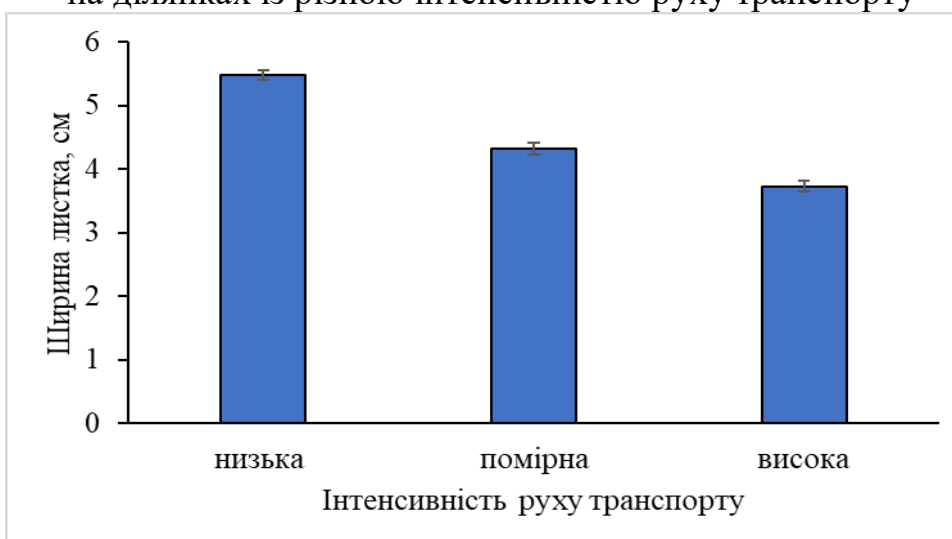


Рис. 3.9. Середня ширина листків липи на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Значущість відмінностей значень довжини листків липи на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту ( $F=40,8$ ;  $F_{0,05}=3,1$ ;  $P<0,001$ ) та ширини листків ( $F=106,6$ ;  $F_{0,05}=3,1$ ;  $P<0,001$ ) доведено статистично.

### 3.3. Індикатори, пов'язані з прямим пошкодженням листя липи різними чинниками

Під час аналізу листків липи було виявлено три основних типи пошкоджень: погризи, спричинені личинками різних видів комах під час живлення (рис. 3.10 а); гали, спричинені галовим рожковим кліщем (рис. 3.10 б); та некрози – опіки листя внаслідок прямого впливу викидів транспортних засобів (рис. 3.10 в).

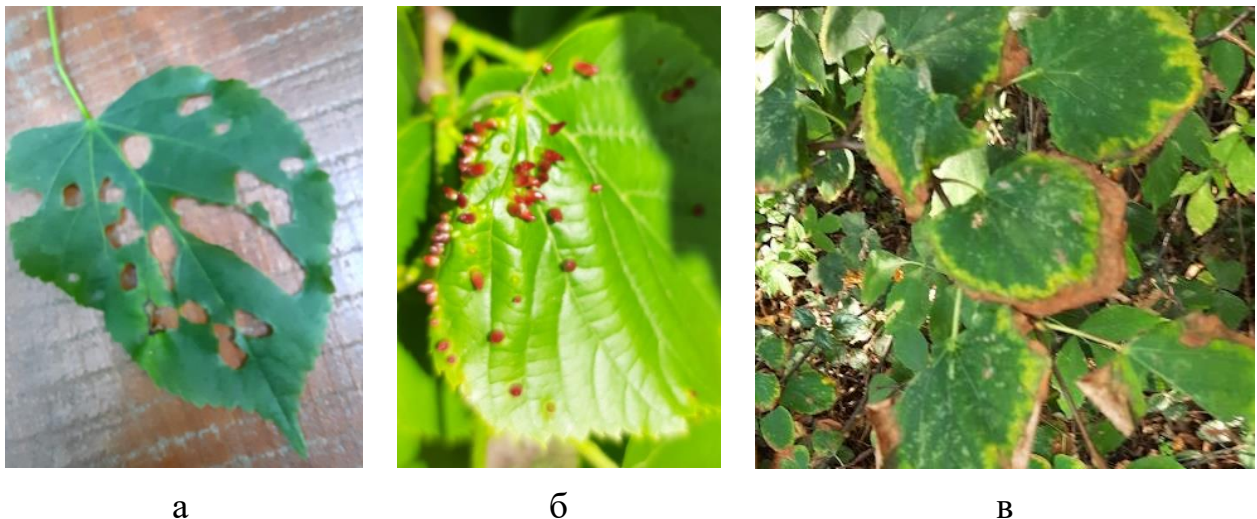


Рис. 3.10. Типи пошкодження листків липи: а – погризи, спричинені личинками комах; б – гали липового рожкового кліща; в – некрози – опіки під впливом викидів транспортних засобів (фото автора)

Діяльність комах із гризучим ротовим апаратом характеризують два показника – поширеність погризів (частка листків із наявністю погризів) та інтенсивність пошкодження (частка площі листків липи, вилучена комахами під час живлення).

Аналіз рисунків 3.11 і 3.12, свідчить, що обидва показники мали найбільші значення на вулицях із низькою інтенсивністю руху транспорту, тобто токсична

дія викидів зменшувала принадність листя липи для живлення або гальмувала розвиток комах-листогризів.

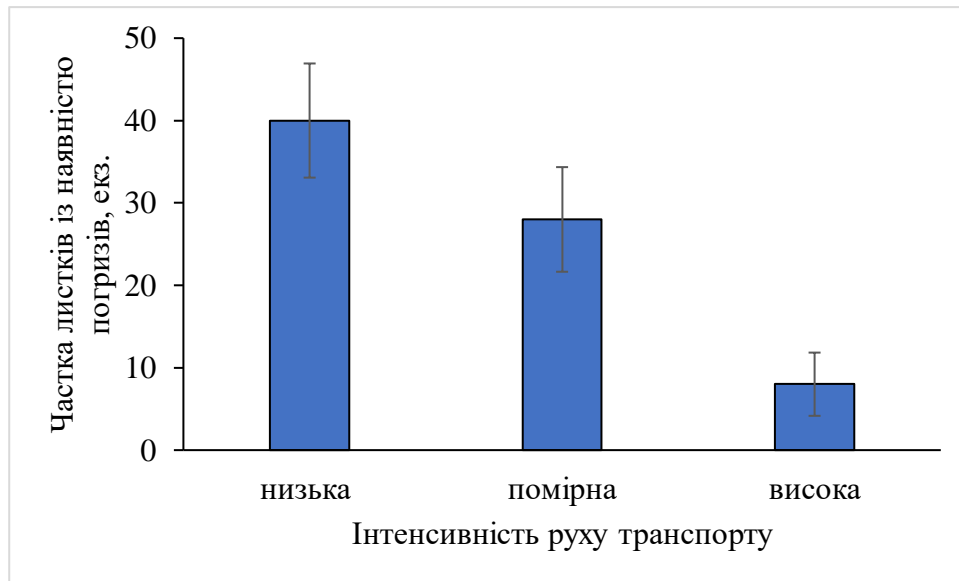


Рис. 3.11. Середня частка листків липи з наявністю погризів комах на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

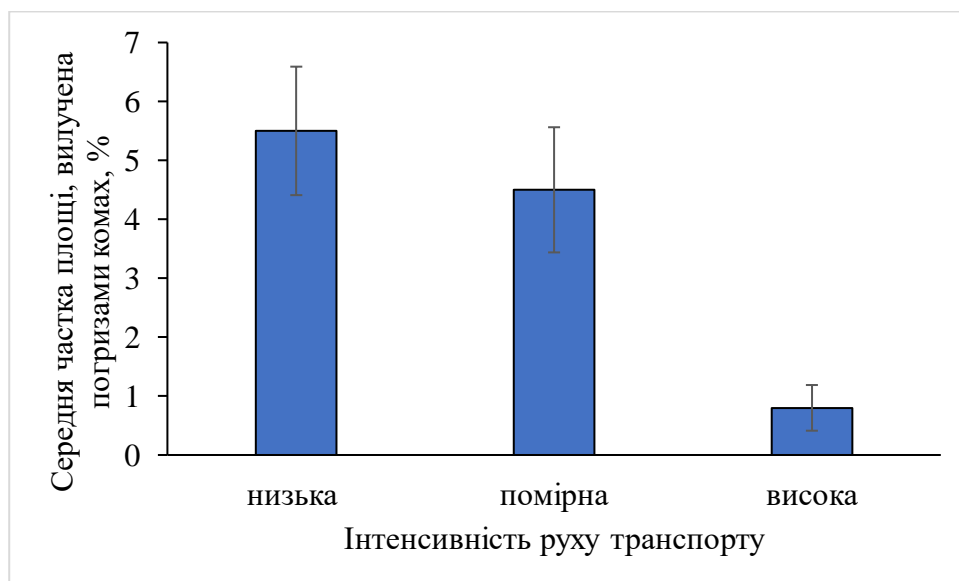


Рис. 3.12. Середня частка площі листків липи, вилучена погризами комах, на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Так поширеність погризів на вулицях із низькою інтенсивністю руху транспорту була у 1,4 разу та 5 разів більшою, ніж на вулицях із помірною та високою інтенсивністю руху транспорту відповідно (рис. 3.11). Середня частка площі листка, вилученої комахами-листогризами, буда меншою на вулицях із помірною інтенсивністю руху транспорту лише в 1,2 разу у порівнянні з



вулицями в умовах низької інтенсивності руху транспорту, тоді як цей показник на вулицях із низькою та високою інтенсивністю руху транспорту відрізнявся у 6,9 разу (рис. 3.12).

Статистичний аналіз свідчить про наявність значущих відмінностей значень інтенсивності пошкодження листя липи комахами-листогризами від інтенсивності руху транспорту ( $F=7,46$ ;  $F_{0,05}=3,1$ ;  $P=0,001$ ).

Поширеність галів, утворених під час розвитку липового рожкового кліща на листі липи була в 1,7 разу більшою на вулицях із помірною інтенсивністю руху транспорту у порівнянні з вулицями з низькою інтенсивністю руху транспорту (рис. 3.13).

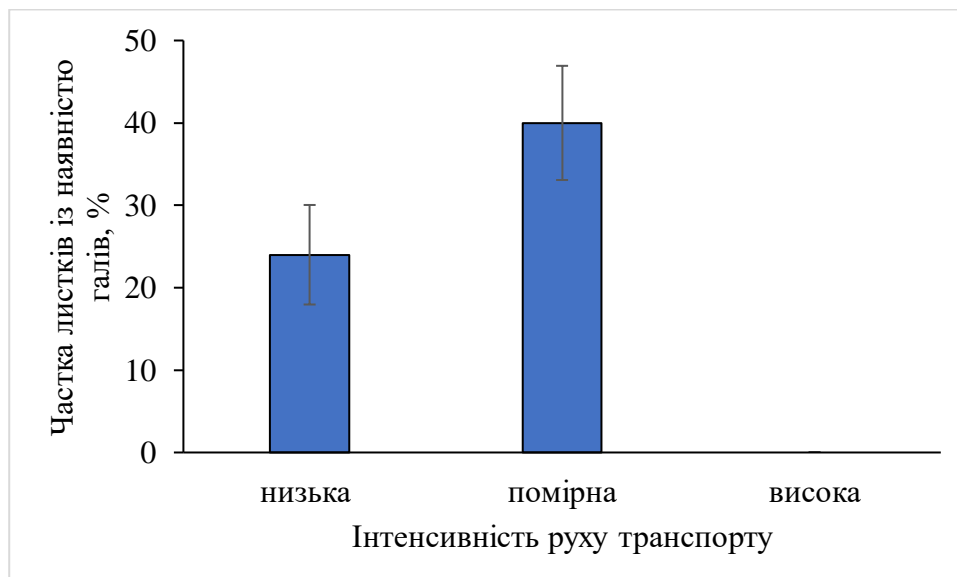


Рис. 3.13. Середня частка листків липи з наявністю галів на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

На листі дерев, що росли на вулицях із високою інтенсивністю руху транспорту, гали не виявляли. Можна припустити, що невелике ослаблення дерев приваблювало кліщів, а живлення соком ослаблених дерев сприяло їхньому розвитку. Водночас у випадку високої інтенсивності руху транспорту його викиди мали токсичний вплив як на дерево, так і на кліщів.

Середня кількість галів на одному листку липи була в 1,8 разу більшою на деревах, що росли на вулицях із помірною інтенсивністю руху транспорту, ніж на вулицях із низькою інтенсивністю. Так на один листок припадало в

середньому 3,2 та 5,6 галів, а максимально – 23 і 28 галів на вулицях із низькою та помірною інтенсивністю руху транспорту.

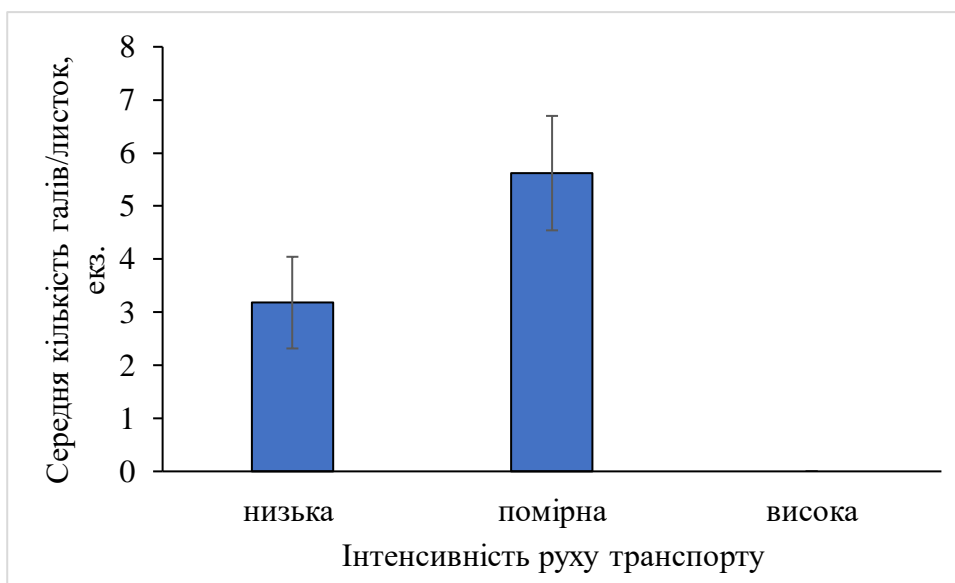


Рис. 3.14. Середня кількість галів на листок липи на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Залежність середньої кількості галів на листках липи від інтенсивності руху транспорту підтверджена статистично ( $F=12,5$ ;  $F_{0,05}=3,1$ ;  $P<0,001$ ).

На відміну від пошкодження листя липи комахами та кліщами, поширеність та інтенсивність прояву некрозів листя збільшувалися у міру наростання інтенсивності руху транспорту (рис. 3.15 і 3.16 відповідно).

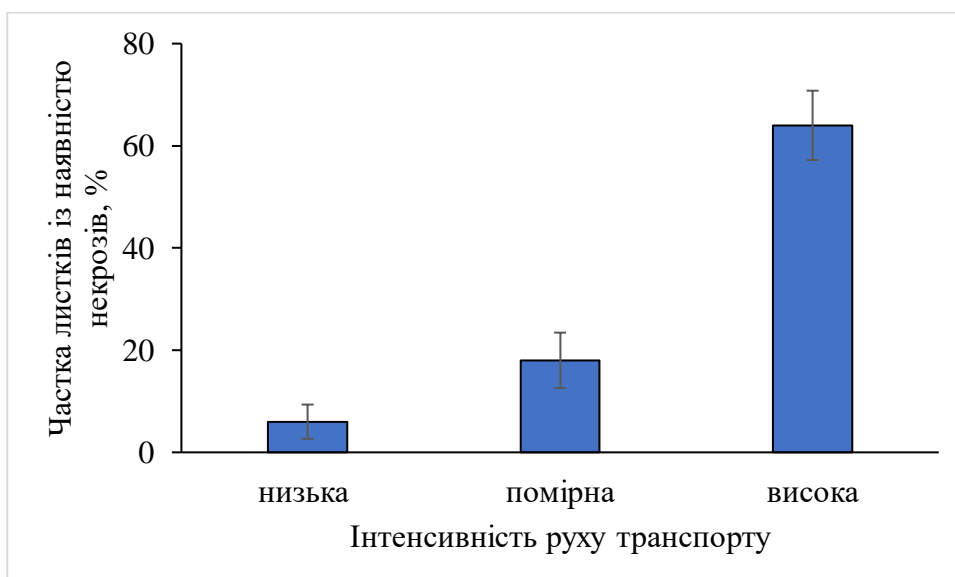


Рис. 3.15. Частка листків липи з наявністю некрозів на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Частка листків липи з наявністю некрозів на вулицях із помірною та високою інтенсивністю руху транспорту була більшою, ніж на вулицях із низькою інтенсивністю руху транспорту, в 3 та 10,7 разу відповідно, а середній бал розвитку некрозу – в 8,7 і 32,7 разу відповідно.

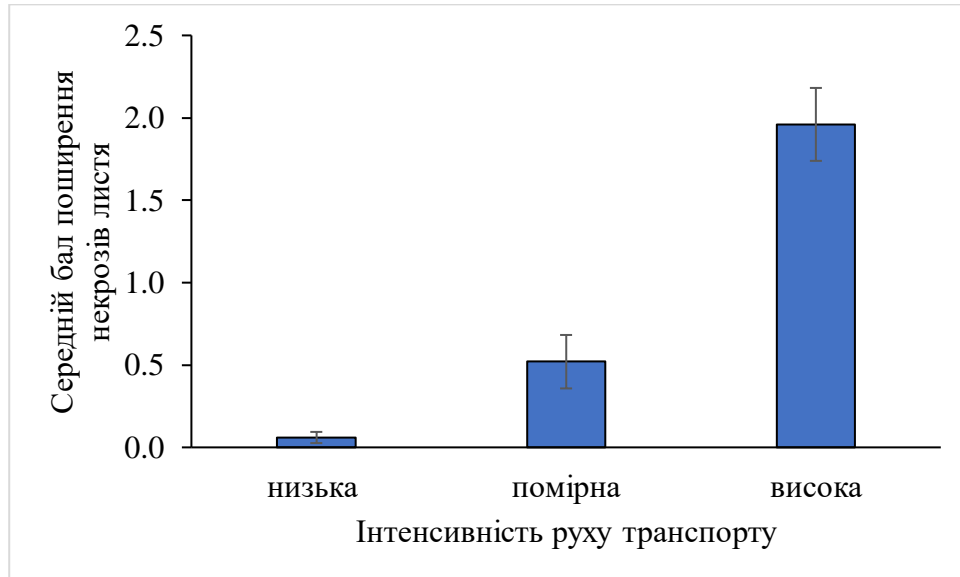


Рис. 3.16. Інтенсивність розвитку некрозів листя липи на ділянках із різною інтенсивністю руху транспорту

Статистичний аналіз свідчить про наявність значущих відмінностей значень середнього бала розвитку некрозу листя дерев липи на вулицях із різною інтенсивністю руху транспорту ( $F=38,6$ ;  $F_{0,05}=3,1$ ;  $P<0,0001$ ).

## ВИСНОВКИ

1. У міру підвищення інтенсивності руху транспорту індекс санітарного стану дерев, середній бал дефоліації та середня поширеність сухих гілок у кронах значуще збільшувалися, частка дерев із механічними пошкодженнями стовбурів – не мала значущих відмінностей, а частка дерев із наявністю плямистостей листя – зменшувалася.

2. Довжина та ширина листкової пластинки липи були меншими за більшої інтенсивності руху транспорту, що може бути пов'язане з токсичним впливом викидів транспорту та їхнім проникненням у листя з повітря та через ґрунт.

3. Пряме пошкодження листя липи спричинене комахами під час живлення (у вигляді погризів), галовим рожковим клещем (гали) та прямим впливом викидів транспортних засобів (некрози – опіки).

4. Поширеність та інтенсивність пошкодження листя комахами зменшувалися у міру збільшення інтенсивності руху транспорту, тобто токсична дія викидів зменшувала принадність листя липи для живлення або гальмувала розвиток комах-листогризів.

5. Поширеність та середня кількість галів липового рожкового кліща на листі липи були більшими на вулицях із помірною інтенсивністю руху транспорту у порівнянні з вулицями з низькою інтенсивністю руху транспорту, а на листі дерев на вулицях із високою інтенсивністю руху транспорту гали не виявляли. Можна припустити, що за високої інтенсивності руху транспорту його викиди мали токсичний вплив як на дерево, так і на кліщів.

6. Поширеність та інтенсивність прояву некрозів листя збільшувалися у міру наростання інтенсивності руху транспорту

7. Індикаторами інтенсивності руху транспорту можуть бути всі досліджені показники, за винятком поширення дерев із механічним пошкодженням стовбурів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атраментова Л. О., Утевська О. М. Статистичні методи в біології. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2007. 288 с.
2. Бабій В. Ф., Худова В. М., Кондратенко О. Є., Пономаренко А. М. Вплив транспортних чинників на екологічний стан великих міст. Гігієна населених місць: зб. наук. праць. 2011. Вип. 58. С. 57–60.
3. Глібовицька Н. І., Парпан В. І. Липа серцелиста (*Tilia cordata* L.) як біоіндикатор стану забруднення урбанізованих територій важкими металами. Ecology and noospherology. 2013. №3–4. С. 89–94.
4. Гордієнко М. І., Гордієнко Н. М. Лісівничі властивості деревних рослин. К.: Вістка, 2005. 819 с.
5. Деревя, чагарники, ліани в ландшафтній архітектурі / В. П. Кучерявий, Р. Б. Дудин, Н. П. Ковальчук, О. С. Пилат. Львів: Кварт, 2004. 138 с.
6. Зайцева І. А. Дендробіонтні філофаги *Tilia* L. у насадженнях м. Дніпро: весняна фенологічна група. Питання біоіндикації та екології. 2018. Вип. 23, № 1. С. 146–168.
7. Заїка В. К., Каленюк Ю. С., Криницький Г. Т., Матусяк М. В., Прокопчук В. М. Лісівничо-екологічна роль липи серцелистої в грабових дібровах Західного Поділля. Вінниця: ТОВ «Твори», 2022. 198 с.
8. Кардаш Є. С. Особливості трофічної активності філофагів у зелених насадженнях м. Харкова (Україна). Вісті Харківського ентомологічного товариства. 2021. Т. XXIX, вип. 1. С. 77–84.
9. Кардаш Є. С., Соколова І. М. Структура комплексів комах-філофагів листяних насаджень м. Харків. Біорізноманіття, екологія та експериментальна біологія. 2020. Т. 22(1). С. 68–81.
10. Карпин Н. І. Фітопатогени та шкідники видів роду *Tilia* L. в умовах міста Львова. Науковий вісник НЛТУ України. 2016. Вип. 26.4. С. 76–82.
11. Коленкіна М. С. Стан липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) у зелених

насадження міста Харків (за даними весняного обстеження). Науковий вісник НЛТУ України. 2020. Вип. 30(5). С. 25–30.

12. Кукіна О. М., Кардаш Є. С., Швиденко І. М. Оцінювання шкідливості гризучих комах-філофагів у міських насадженнях Харкова. Актуальні проблеми, шляхи та перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 16–17 вересня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ, 2021. С.76–78.

13. Лавров В. В., Слободенюк О. І., Савчук Л. А. Стан зелених насаджень міста Умань. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. Т. 29, № 8. С. 25–30.

14. Левон Ф. М. Зелені насадження в антропогенно трансформованому середовищі: монографія. К.: ННЦ ІАЕ, 2008. 364 с.

15. Лук'янець В. А., Румянцев М., Тарнопільська О., Кобець О. Поширення та природне відновлення липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) в рівнинних лісах України. Сучасні виклики і актуальні проблеми лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Біла Церква, 15 квітня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ, 2021. С. 27–30.

16. Масальський В. П., Кузнецов С. І. Вплив паркових насаджень на температурний режим урбанізованого середовища. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. Вип. 28 (7). С. 49–52.

17. Масальський В. П., Мордатенко І. Л. Газо- і димостійкість культивованих видів роду *Tilia* L. в умовах урбанізованого середовища Правобережного Лісостепу України (на прикладі вуличних насаджень міст Києва та Білої Церкви). Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.4. С. 104–108.

18. Матусяк М. В. Сучасний стан розвитку хвороб та шкідників зелених насаджень м. Вінниці та оцінка їхнього впливу на життєздатність деревних рослин. Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ. 2019. Вип. 13. С. 217–227.

19. Мельник Т. І., Мельник А. В. Видовий склад і кількісна участь

деревних порід у вуличних насадженнях міста Суми. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Лісівництво та декоративне садівництво. К., 2013. Вип. 187 (3). С. 49–55.

20. Методичні вказівки з нагляду, обліку та прогнозування поширення шкідників і хвороб лісу для рівнинної частини України / укладач В.Л. Мешкова. Харків: ТОВ Планета-Прінт, 2020: 92 с.

21. Мешкова В. Л. Зміна клімату та міські насадження. Лісовий вісник. 2017. №11–12. С. 10–13.

22. Мешкова В. Л. Моніторинг біотичних чинників ослаблення дерев в урбоценозах. Колесніковські читання. Присвячено пам'яті О.І. Колеснікова: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (Харків, 25 листопада 2020 р.). Харків. ХНУМГ, 2020. С. 46-48.

23. Нейко І. С., Монарх В. В. Сучасний стан та причини всихання дерев липи широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) по вул. Соборній м. Вінниці. Міжнародний науковий журнал Інтернаука. 2017. Вип. 2 (1). С. 114-119.

24. Олексійченко Н. О., Совакова М. О., Соваков О. В., Китаєв О. І., Слюсар С. І. Види роду *Tilia* L. у насадженнях м. Києва. К.: ЦП КОМПРИНТ, 2013. 246 с.

25. Паньків Н. Є., Тетерко Н. З. Оцінювання забруднення атмосферного повітря внаслідок завантаженості вулиць Львова автотранспортом. Науковий вісник НЛТУ України, 2016. Вип. 26(8). С. 215–223.

26. Пузріна Н. В., Мешкова В. Л., Миронюк В. В., Бондар А. О., Токарева О. В., Бойко Г. О. Моніторинг шкідливих організмів лісових екосистем: навчальний посібник. Київ : НУБіП України, 2021. 274 с.

27. Санітарні правила в лісах України: Затв. Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства від 26.10.2016 № 756 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (дата звернення 01.08.2023 р.).

28. Соколова І. М., Швиденко І. М., Кардаш Є. С. Поширеність гризучих комах-філофагів у насадженнях м. Харкова. Український ентомологічний

журнал. 2020. Вып. 1–2 (18). С. 67–79.

29. Matic M., Pavlovic D., Perovic V., Cakmak D., Kostic O., Mitrovic M., Pavlovic P. Assessing the potential of urban trees to accumulate potentially toxic elements: A network approach. *Forests* 2023, 14, 2116.

30. Weryszko-Chmielewska E., Piotrowska-Weryszko K., Dąbrowska A. Response of *Tilia* sp. L. to climate warming in urban conditions – Phenological and aerobiological studies. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2019. Iss. 43, 126369.



## ДОДАТКИ

**Додаток А**  
**Показники санітарного стану дерев липи дрібнолистої**

Таблиця А.1

**Вулиці з низькою інтенсивністю руху транспорту**

Дерево, №	Діаметр, см	Категорія санітарного стану, бал	Дефоліація, бал	Поширення сухих гілок, бал	Наявність механічних пошкоджень (так /ні)	Наявність плямистості листя (так/ні)
1	20	1	1	0	0	0
2	18	1	1	0	0	1
3	20	2	1	0	1	0
4	20	1	1	0	0	1
5	22	1	1	0	1	0
6	20	2	1	0	0	0
7	18	1	1	0	1	0
8	22	2	1	0	1	0
9	22	1	1	0	1	0
10	20	1	1	0	1	0
11	20	1	1	1	1	0
12	22	1	1	0	1	0
13	18	1	0	1	0	1
14	22	1	0	0	0	1
15	20	1	1	0	0	1
16	18	1	0	0	0	1
17	18	2	0	1	0	0
18	22	1	0	0	0	1
19	22	1	0	1	0	1
20	22	1	0	0	0	0
21	22	2	1	1	0	1
22	20	1	1	0	0	1
23	18	1	1	1	0	1
24	22	2	1	0	0	1
25	22	1	0	0	0	0
26	22	1	0	0	1	0
27	20	2	0	0	0	0
28	18	1	0	0	1	0
29	22	2	0	0	0	0
30	22	1	1	0	0	0
31	18	1	0	0	0	0
32	18	2	0	1	0	0
33	22	1	0	0	0	0
34	22	2	1	0	1	0
35	22	1	1	0	1	1
36	20	1	1	0	1	0

Продовж. табл. А.1

Дерево, №	Діаметр, см	Категорія санітарного стану, бал	Дефоліація, бал	Поширення сухих гілок, бал	Наявність механічних пошкоджень (так /ні)	Наявність плямистості листя (так/ні)
37	20	1	1	1	1	1
38	18	1	0	0	0	0
39	18	2	0	1	0	0
40	22	1	0	0	0	0
41	22	2	1	0	0	0
42	22	1	1	0	0	1
43	20	1	1	0	0	0
44	20	1	1	1	0	1
45	22	2	1	0	1	0
46	22	1	1	0	0	0
47	20	1	1	0	0	0
48	20	1	1	1	1	0
49	18	2	0	1	0	0
50	22	1	0	0	0	0

Таблиця А.2

## Вулиці з помірною інтенсивністю руху транспорту

Дерево, №	Діаметр, см	Категорія санітарного стану, бал	Дефоліація, бал	Поширення сухих гілок, бал	Наявність механічних пошкоджень (так /ні)	Наявність плямистості листя (так/ні)
1	22	1	1	1	1	1
2	22	1	1	1	0	0
3	22	1	1	1	0	0
4	20	1	2	0	0	0
5	20	1	2	1	1	0
6	22	1	2	1	0	0
7	22	1	1	1	0	0
8	20	1	1	0	0	0
9	22	2	2	0	0	0
10	22	1	2	0	0	0
11	22	1	1	1	0	0
12	20	2	2	0	0	0
13	20	1	1	0	0	0
14	22	1	1	0	0	0
15	22	1	1	1	1	0
16	20	1	1	1	0	0
17	20	1	1	1	0	0
18	22	1	1	1	1	0
19	22	1	1	0	0	0
20	22	1	1	1	0	0

Продовж. табл. А.2

Дерево, №	Діаметр, см	Категорія санітарного стану, бал	Дефоліація, бал	Поширення сухих гілок, бал	Наявність механічних пошкоджень (так /ні)	Наявність плямистості листя (так/ні)
21	20	1	1	1	1	0
22	20	1	1	2	0	0
23	22	2	1	1	0	0
24	22	2	1	0	0	0
25	22	1	1	0	0	0
26	22	3	1	0	0	0
27	22	2	1	0	0	0
28	20	1	1	1	1	0
29	20	1	1	1	1	0
30	22	2	1	1	1	0
31	22	1	0	1	0	0
32	22	2	2	1	0	0
33	22	1	2	0	1	0
34	22	2	2	0	1	0
35	20	1	2	0	1	0
36	20	2	2	1	0	0
37	22	2	0	1	0	0
38	22	1	1	1	0	1
39	20	3	0	0	0	0
40	18	1	0	0	0	1
41	18	2	1	0	0	0
42	20	2	0	0	0	1
43	18	2	1	0	0	0
44	20	3	1	1	0	0
45	20	2	2	1	0	1
46	20	2	2	1	0	0
47	18	2	1	0	0	0
48	18	2	1	1	1	0
49	18	2	2	1	0	0
50	18	2	1	1	0	0

Таблиця А.3

**Вулиці з високою інтенсивністю руху транспорту**

Дерево, №	Діаметр, см	Категорія санітарного стану, бал	Дефоліація, бал	Поширення сухих гілок, бал	Наявність механічних пошкоджень (так /ні)	Наявність плямистості листя (так/ні)
1	22	1	1	0	0	0
2	22	1	1	0	1	0
3	20	1	2	1	1	0
4	20	1	1	0	0	0
5	22	1	1	0	0	0

Продовж. табл. А.3

Дерево, №	Діаметр, см	Категорія санітарного стану, бал	Дефоліація, бал	Поширення сухих гілок, бал	Наявність механічних пошкоджень (так /ні)	Наявність плямистості листя (так/ні)
6	18	1	1	0	1	0
7	22	2	2	0	0	0
8	20	3	3	1	1	0
9	18	2	3	3	0	0
10	18	2	3	1	1	0
11	22	1	3	0	0	0
12	22	1	0	1	1	0
13	22	2	1	1	0	0
14	22	1	1	1	1	0
15	20	1	1	1	1	0
16	18	3	2	1	1	0
17	22	3	3	1	1	0
18	22	1	1	1	1	0
19	22	1	1	1	1	0
20	20	1	1	1	0	0
21	18	1	1	1	1	0
22	22	1	1	0	0	0
23	22	1	1	0	1	0
24	22	1	1	0	0	0
25	20	1	1	0	1	0
26	20	1	1	0	0	0
27	22	2	2	1	0	0
28	18	1	0	1	1	1
29	22	3	3	0	0	0
30	20	1	0	2	0	0
31	18	1	1	2	0	0
32	18	3	1	1	0	0
33	22	1	1	1	0	0
34	22	1	2	0	0	0
35	22	1	0	2	0	0
36	22	2	0	2	0	0
37	20	1	2	2	0	0
38	18	1	1	2	0	0
39	22	2	0	2	0	0
40	22	1	3	0	0	0
41	22	3	2	2	0	0
42	20	2	3	2	0	0
43	18	3	2	1	0	0
44	22	1	0	0	0	0
45	22	3	3	0	0	0
46	18	3	1	2	1	0
47	18	2	3	4	0	1
48	22	2	3	2	0	0
49	22	3	3	3	0	0
50	22	1	1	0	0	0

**Додаток Б**  
**Розміри листків, поширеність і інтенсивність пошкоджень**

*Таблиця Б.1*

**Вулиці з низькою інтенсивністю руху транспорту**

№	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Частка площі листка з погризами, %	Середня кількість галів / листок	Середній бал некрозу листка
1	5,0	4,5	0	0	0
2	5,2	4,7	0	0	0
3	5,0	4,5	0	0	0
4	6,2	5,6	15	0	0
5	5,0	4,5	0	0	0
6	5,2	4,7	0	0	0
7	5,0	4,5	15	0	0
8	5,4	4,9	0	0	1
9	6,5	5,9	0	15	0
10	6,8	6,2	15	0	0
11	6,3	5,7	0	9	0
12	6,4	5,8	0	20	0
13	6,2	5,6	0	0	0
14	5,4	4,9	10	0	0
15	5,3	4,8	15	0	0
16	6,7	5,9	0	0	0
17	6,4	5,8	15	0	0
18	6,2	5,6	15	0	0
19	6,8	6,1	0	0	0
20	7,5	6,1	20	0	0
21	7,6	6,3	0	12	0
22	7,4	6,2	0	16	0
23	7,2	5,9	15	0	0
24	6,8	5,9	0	11	0
25	6,6	5,9	25	0	0
26	6,4	5,8	0	10	0
27	6,1	5,5	20	0	0
28	6,3	5,6	15	0	0
29	6,4	5,6	0	23	0
30	7,2	6,1	0	0	0
31	6,2	5,4	20	0	0
32	6,2	5,4	0	0	0
33	4,6	4,2	0	0	1
34	6,4	5,6	0	10	0
35	6,2	5,6	10	0	0
36	5,4	4,7	0	12	0
37	5,3	4,8	0	8	0
38	6,7	5,5	20	0	0
39	6,4	5,8	0	13	0

Продовж. табл. Б.1

№	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Частка площі листка з погризами, %	Середня кількість галів / листок	Середній бал некрозу листка
40	6,2	5,6	5	0	0
41	6,8	5,7	0	0	0
42	7,5	6,5	5	0	0
43	6,2	5,6	0	0	0
44	6,2	5,6	0	0	1
45	6,2	5,6	0	0	0
46	6,1	5,5	0	0	0
47	6,6	5,7	5	0	0
48	6,4	5,5	10	0	0
49	6,1	5,5	5	0	0
50	6,3	5,5	0	0	0

Таблиця Б.2

**Вулиці з помірною інтенсивністю руху транспорту**

№	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Частка площі листка з погризами, %	Середня кількість галів / листок	Середній бал некрозу листка
1	3,6	3,0	0	8	0
2	3,8	3,2	0	12	0
3	3,6	3,0	0	14	0
4	3,6	3,0	0	0	0
5	4,2	3,5	0	0	3
6	3,6	3,0	0	6	0
7	3,6	3,0	0	0	3
8	4,4	3,7	0	0	4
9	4,4	3,7	0	15	0
10	5,0	4,2	0	0	3
11	5,2	4,3	0	9	0
12	5,0	4,2	0	20	0
13	4,6	3,8	0	0	0
14	5,0	4,2	0	0	3
15	5,2	4,3	20	0	0
16	5,0	4,2	0	0	0
17	5,4	4,5	15	0	0
18	6,5	5,4	15	0	0
19	5,2	4,3	0	0	3
20	6,3	5,3	15	0	0
21	4,6	3,8	0	12	0
22	5,4	4,5	0	18	0
23	5,4	4,5	20	0	0
24	5,3	4,4	0	18	0
25	4,6	3,8	20	0	0

Продовж. табл. Б.2

№	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Частка площі листка з погризами, %	Середня кількість галів / листок	Середній бал некрозу листка
26	5,2	4,3	0	16	0
27	4,6	3,8	15	0	0
28	5,2	4,3	15	0	0
29	4,8	4,0	0	28	0
30	5,4	4,5	0	0	0
31	5,4	4,5	20	0	0
32	6,2	5,2	0	0	2
33	5,2	4,3	0	0	0
34	5,8	4,8	0	14	0
35	5,4	4,5	10	0	0
36	5,6	4,7	0	12	0
37	6,2	5,2	0	14	0
38	5,4	4,5	15	0	0
39	5,6	4,7	0	13	0
40	5,8	4,8	20	0	0
41	6,2	5,2	0	0	3
42	5,8	4,8	15	0	0
43	5,8	4,8	0	0	0
44	5,8	4,8	0	18	0
45	5,8	4,8	0	8	0
46	6,8	5,7	0	10	0
47	5,8	4,8	0	16	0
48	6,2	5,2	0	0	2
49	5,8	4,8	10	0	0
50	4,8	4,0	0	0	0

Таблиця Б.3

## Вулиці з високою інтенсивністю руху транспорту

№	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Частка площі листка з погризами, %	Середня кількість галів / листок	Середній бал некрозу листка
1	5,3	4,1	0	0	0
2	5,5	4,2	0	0	3
3	5,9	4,5	0	0	0
4	5,5	4,2	0	0	2
5	5,5	4,2	0	0	0
6	5,5	4,2	0	0	3
7	5,5	4,2	0	0	3
8	6,2	4,8	0	0	4
9	5,5	4,2	0	0	2
10	5,9	4,5	0	0	4
11	5,5	4,2	0	0	3
12	4,5	3,5	0	0	3
13	4,3	3,3	0	0	2

Продовж. табл. Б.3

№	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Частка площі листка з погризами, %	Середня кількість галів / листок	Середній бал некрозу листка
14	4,7	3,6	0	0	0
15	4,9	3,8	0	0	3
16	4,7	3,6	0	0	3
17	5,1	3,9	0	0	3
18	6,2	4,8	0	0	2
19	4,9	3,8	0	0	3
20	6,0	4,6	0	0	2
21	4,3	3,3	0	0	3
22	5,1	3,9	0	0	3
23	5,1	3,9	0	0	0
24	5,0	3,8	0	0	0
25	4,3	3,3	0	0	0
26	4,9	3,8	0	0	3
27	4,3	3,3	0	0	0
28	4,9	3,8	0	0	3
29	4,5	3,5	0	0	0
30	5,1	3,9	0	0	3
31	5,1	3,9	0	0	0
32	5,9	4,5	0	0	3
33	4,9	3,8	0	0	0
34	5,5	4,2	10	0	0
35	5,1	3,9	0	0	3
36	5,3	4,1	0	0	3
37	5,9	4,5	10	0	0
38	5,1	3,9	0	0	0
39	3,3	2,6	0	0	0
40	3,5	2,7	10	0	0
41	3,3	2,6	0	0	4
42	3,3	2,6	0	0	4
43	3,9	3,2	10	0	0
44	3,3	2,5	0	0	4
45	3,3	2,6	0	0	4
46	4,1	3,2	0	0	4
47	4,1	3,2	0	0	3
48	4,7	3,6	0	0	3
49	4,9	3,8	0	0	3
50	3,2	2,6	0	0	0



**Додаток В**  
**Результати статистичного аналізу даних**

Таблиця В.1

**Описова статистика обліку дерев**

Показники	Інтенсивність руху транспорту											
	низька				помірна				висока			
	діаметр, см	індекс стану, бал	деформація, бал	сер. бал сухих гілок	діаметр, см	індекс стану, бал	деформація, бал	сер. бал сухих гілок	діаметр, см	індекс стану, бал	деформація, бал	сер. бал сухих гілок
Середнє	20,4	1,3	0,6	0,2	20,7	1,5	1,2	0,6	20,6	1,6	1,5	1,0
Ст. похиб.	0,23	0,06	0,07	0,06	0,20	0,09	0,08	0,08	0,24	0,11	0,14	0,14
Ст. відхил.	1,6	0,5	0,5	0,4	1,4	0,6	0,6	0,5	1,7	0,8	1,0	1,0
Коеф. вар.	8,0	35,4	82,5	179,8	7,0	41,0	50,5	89,1	8,2	50,5	67,7	96,9
Мінімум	18,0	1,0	0,0	0,0	18	1,0	0,0	0,0	18,0	1,0	0,0	0,0
Максимум	22,0	2,0	1,0	1,0	22	3,0	2,0	2,0	22,0	3,0	3,0	4,0

Таблиця В.2

**Описова статистика обліку листків**

Показники	Інтенсивність руху транспорту					
	низька		помірна		висока	
	довжина, см	ширина, см	довжина, см	ширина, см	довжина, см	ширина, см
Середнє	6,2	5,5	5,2	4,3	4,8	3,7
Ст. похибка	0,10	0,08	0,11	0,10	0,12	0,09
Ст. відхил.	0,7	0,5	0,8	0,7	0,8	0,6
Коеф. вар.	11,6	9,9	15,6	15,6	17,1	16,4
Мінімум	4,6	4,2	3,6	3,0	3,2	2,5
Максимум	7,6	6,5	6,8	5,7	6,2	4,8