

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

06.04 – МКР. 585 “С” 2024.11.23. 001 ПЗ

**ЛІХАЦЬКОЇ УЛЯНИ ЯРОСЛАВІВНИ**

**2024 р.**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 502:657.371:582.632.2

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

ПОГОДЖЕНО  
Декан факультету захисту рослин, біотехнологій та екології  
Юлія КОЛОМІЄЦЬ

Завідувач кафедри екології агросфери та екологічного контролю  
Олена НАУМОВСЬКА

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.      «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Інвентаризація міських насаджень гіркокаштана звичайного  
(*Aesculus hippocastanum* L.) для оцінки зеленої інфраструктури міста  
Сміла»

Спеціальність 101 Екологія

Освітня програма Екологія та охорона навколишнього середовища

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

доктор біологічних наук,  
професор, професор  
кафедри екології агросфери  
та екологічного контролю

Віталій ГАЙЧЕНКО

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

докт. біол. наук, професор

Віталій ГАЙЧЕНКО

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Виконала**

Уляна ЛІХАЦЬКА

\_\_\_\_\_  
(підпис)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології  
Кафедра екології агросфери та екологічного контролю  
Освітній ступінь «Магістр»  
Спеціальність 101 «Екологія»  
Освітня програма «Екологія»**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
**екології агросфери та екологічного**  
**контролю**  
\_\_\_\_\_ **Наумовська О.І.**  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2024 р.**

**ЗАВДАННЯ**  
**на виконання кваліфікаційної роботи студенту**

Ліхацькій Улянні Ярославівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **«Інвентаризація міських насаджень гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) для оцінки зеленої інфраструктури міста Сміла»**

керівник роботи \_\_\_\_\_ **Гайченко Віталій Андрійович, д.біол.н., професор** \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання студентом роботи 15 листопада 2024 року

3. Вихідні дані до роботи гіркокаштан звичайний, міські насадження, стресові чинники урбосередовища.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1. Кліматично–грунтові умови проведення досліджень

4.2. Результати інвентаризації гіркокаштана звичайного

4.3. Вплив біотичних та абіотичних факторів урбосередовища на насадження гіркокаштана звичайного у місті Сміла

4.4. Рекомендації щодо поліпшення стану зелених насаджень гіркокаштана звичайного

## 5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Гайченко В.А.		
2	Гайченко В.А.		
3	Гайченко В.А.		

6. Дата видачі завдання 1 вересня 2023 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів випускної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<b>Розділ I. Огляд літератури</b>	Вересень-жовтень	
2	<b>Розділ II. Умови та методика проведення експериментальних досліджень</b>	Листопад-грудень	
3	<b>Розділ III. Експериментальна частина. Вплив екологічних факторів на поширення амброзії полинолистої на території міста Сміла</b>	Травень-серпень	

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## Реферат

Робота виконана на 61 сторінках, містить 3 розділи, 29 рисунків, таблиць 2, використаних джерел 42.

Мета роботи проведення інвентаризації та оцінки стану насаджень гіркого каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) у місті Сміла.

Коротко результати. Була проведена інвентаризація міських насаджень гіркого каштана звичайного на піддослідних ділянках міста Сміла, що показала стан каштана кінського за певними показниками : наявність пошкодження дерева (механічні пошкодження, зламані гілки, роздвоєння і розділення стовбурів), діаметр стовбура та наявність зараження шкідниками. Стан насаджень по вулиці Тараса Шевченка виявився з найбільшою кількістю пошкоджених одиниць дерев, насаджень у сквері біля вулиці Євгена Саражі налічує найбільшу кількість дерев, що заражені шкідником каштановою мінуючою мілью, а також насаджень в парку культури та відпочинку, що має високу частоту механічних пошкоджень у каштанів. Прослідкований зв'язок між несприятливими стресовими факторами урбосередовища на стан насаджень гіркого каштанів, що потребують уваги на всіх піддослідних ділянках. Були запропоновані рекомендації для поліпшення міських насаджень у вигляді методів, що мають найкращий вплив на зелену інфраструктуру, а також доцільність використання інвентаризаційної карти для моніторингу стану дерев, використання її для подальших стратегій планування розміщення зелених насаджень у місті та розроблення плану дій для адаптування населеного пункту під зміни клімату.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>Розділ I. Огляд літератури</b> .....	9
<b>1.1. Ботанічна характеристика рослини <i>Aesculus hippocastanum</i> L.</b> .....	9
<b>1.2. Екологічна характеристика гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях урбосередовища.</b> .....	14
<b>1.3. Поширення <i>Aesculus hippocastanum</i> L у світі та в Україні.</b> .....	20
<b>1.4. Стійкість гіркокаштана звичайного до стресових чинників урбосередовища</b> .....	22
<b>Розділ II. Умови та методика проведення експериментальних досліджень.</b> .....	26
<b>2.1. Методика проведення досліджень.</b> .....	26
<b>2.2. Характеристика ділянок, де проводилася інвентаризація гіркокаштана звичайного у місті Сміла.</b> .....	27
<b>Розділ III. Експериментальна частина. Вплив екологічних факторів на поширення амброзії полинолистої на території міста Сміла.</b> .....	32
<b>3.1. Кліматично–грунтові умови проведення досліджень.</b> .....	32
<b>3.2. Результати інвентаризації гіркокаштана звичайного.</b> .....	37
<b>3.3. Вплив біотичних та абіотичних факторів урбосередовища на насадження гіркокаштана звичайного у місті Сміла.</b> .....	44
<b>3.4. Рекомендації щодо поліпшення стану зелених насаджень гіркокаштана звичайного.</b> .....	51
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	55
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	56
<b>ДОДАТКИ</b> .....	61

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Серед комплексу заходів для зменшення забруднення повітря та шуму в сучасних містах велике значення приділяється вуличному зеленому насадженню гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.). Ці дерева, передусім, виконують санітарно-гігієнічну роль, захищаючи мешканців і міські об'єкти від шкідливих викидів транспорту, а також усуваючи і частково поглинаючи їх.

Тому будь-які дії, пов'язані з інвентаризацією, відновленням та реконструкцією вуличних насаджень, є актуальними.

**Метою дослідження** є проведення інвентаризації та оцінки стану насаджень гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) у місті Сміла.

Завданнями роботи є:

- обстежити стан насаджень гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.);
- проаналізувати інвентаризаційні дані насаджень гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.);
- розробити інвентаризаційну карту міських насаджень гіркокаштана звичайного, що включає повну характеристику кожного дерева;
- дати рекомендації для поліпшення стану насаджень гіркокаштана звичайного

**Об'єкт дослідження** — Інвентаризація насаджень гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.)

**Предмет дослідження** — стан насаджень гіркогокаштана звичайного у місті Сміла.

**Методи дослідження** — маршрутний, геоінформаційний (картографічне моделювання і обробка даних дистанційного зондування), аналіз інформаційних джерел і методи польових досліджень, аналітичний, визначення санітарного стану дерев.

*Наукова новизна.* У дослідженні вперше було проведено інвентаризацію та оцінку стану гіркогокаштана звичайного з використанням ГІС-технологій на території м. Сміла. За допомогою інвентаризаційної карти міських насаджень гіркогокаштана звичайного з урахуванням характеристик кожного дерева, можна проводити моніторинг стану зеленої інфраструктури міста, а також визначати пріоритети розвитку ландшафтного дизайну.

На основі даних можна розробити якісний план розбудови зеленої міської інфраструктури міста з адаптацією під зміни клімату тощо.

*Апробація роботи.* Брала участь в роботі IV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Екологія – виклики сучасності», м. Київ, 26-27 вересня 2024р. та X Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Екологія – філософія існування людства», м. Київ, 24-25 квітня 2024р.

Опубліковано двоє тез доповідей на тему Інвентаризація міських насаджень гіркогокаштана звичайного (*Aesculus Hippocastanum* L.) для оцінки зеленої інфраструктури міста Сміла ( Додаток А ) та Інвентаризація міських насаджень гіркогокаштана звичайного (*Aesculus Hippocastanum* l.) для оцінки зеленої інфраструктури міста Сміла ( Додаток Б ).

## РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Ботанічна характеристика рослини *Aesculus hippocastanum* L.

#### Характеристика роду *Aesculus*

Домен: Ядерні (Eukaryota),

Царство: Зелені рослини (Viridiplantae),

Відділ: Покритонасінні (Magnoliophyta),

Підклас: Розиди (Rosids),

Порядок: Сапіндоцвіті (Sapindales),

Родина: Сапіндові (Sapindaceae),

Рід: Гіркокаштан (*Aesculus*),

Вид: Гіркокаштан звичайний *Aesculus hippocastanum* [17].

За літературними даними, рослини, які ми називаємо каштанами, належать до родини Кінськокоштанові (Гіркокаштанові) – Hippocastanaceae, роду гіркокаштан – *Aesculus* L. Цей рід включає близько 30 видів, що поширені в Північній Америці, на Балканському півострові (Європа), а також у Східній та Центральній Азії (Японія, Китай, Індія). В Європі поширений один вид – *Aesculus hippocastanum* L., у Північній Америці – *Aesculus glabra* Willd., *A. octandra* March., *A. californica* Nutt., *A. pavia* L., а в Східній та Центральній Азії – *A. dissimilis* Bl., *A. turbinata* Blum., *A. chinensis* Bl. та інші [17].

Представники роду *Aesculus* – це дерева або кущі з супротивними, пальчастоскладними, довгочерешковими листками, які складаються з 5-11 листків і не мають прилистків. Їхні бруньки яйцеподібно-конічної форми, можуть бути клейкими або не клейкими. Квітки неправильної форми, діаметром 2-3 см, червоного, жовтого або білого кольору, зібрані у прямостоячі багатоквіткові суцвіття-волоті. Вони яскраво забарвлені та складаються з 5 черепичасто розміщених чашолистків, які можуть бути вільними або частково зрослими. Чашечка має дзвоникоподібну або трубчасту форму, пелюсток 4-5, вони вільні і нерівної величини. Плід – велика, тристулкова кулеподібна

коробочка, трохи м'ясиста, гладка, бородавчаста або шипувата, зазвичай одногнізда та однонасінна, хоча інколи зустрічаються плоди з двома насінинами. Насіння – каштан – велике, до 4 см у діаметрі, без ендосперму, з м'ясистими сім'ядолями [3,9,17].

Види роду *Aesculus* є швидкоростучими деревами з високою декоративною цінністю, особливо під час цвітіння. Більшість з них формують густу кулеподібну крону. Гіркокаштани вважаються цінними парковими деревами, які використовують для поодиноких і групових посадок, озеленення доріг і вулиць, створення алей та інших садово-паркових композицій. Вони є хорошими медоносами, забезпечуючи велику кількість нектару та пилку. Рослини стійкі до ґрунтової та повітряної посухи, а також морозостійкі[3,17].

### **Біоморфологічна характеристика рослини *Aesculus hippocastanum* L.**

Гіркокаштан звичайний (Кінський каштан звичайний *Aesculus hippocastanum* L.) — рослина родини сапіндових. У народі часто називають просто каштаном, хоча з ботанічної точки зору каштан — зовсім інша рослина (Рис. 1.1.).



Рисунок 1.1. Порівняння гіркокаштана кінського та каштана їстівного [3]

Домен: Ядерні (Eukaryota),

Царство: Зелені рослини (Viridiplantae),

Відділ: Покритонасінні (Magnoliophyta),

Підклас: Розиди (Rosids),

Порядок: Сапіндоцвіті (Sapindales),

Родина: Сапіндові (Sapindaceae),

Рід: Гіркокаштан (Aesculus),

Вид: Гіркокаштан звичайний *Aesculus hippocastanum*. [3,9,17]

Дерево висотою 30-36 м з гарною густою кроною і товстими гілками. Старі гілки мають брунатно-сірий колір, тоді як молоді товсті пагони – світло-бурі і голі. На старих деревах зовнішні гілки часто відвислі з кучерявими кінцями. Бруньки довжиною до 2,5 см, яйцеподібні, темно-бурі, клейкі, вкриті шкірястими лусками (Рис. 1.2) [17].



Рисунок 1.2. Бруньки гіркокаштана звичайного (фото Ліхацької У.Я.)

Листки супротивні, черешкові, пальчасті, складаються з 5-7 сидячих листочків клиноподібно-оберненояцеподібної форми, зморшкуватих, з нерівнопильчастими краями, світліші знизу і вздовж жилок вкриті м'якими рудими волосками. Кожен листочок має довжину 13-30 см, а весь листок може сягати 60 см завширшки (Рис. 1.3) [3,17] .



Рисунок 1.3. Листки різного віку гіркокаштана звичайного (фото Ліхацької У.Я)

Суцвіття – прямостояча, пірамідальна волоть заввишки 10-30 см, яка складається з 20-50 квіток. Чашечки дзвоникovidні, опушені, з 5 нерівними лопатями. Віночок п'ятипелюстковий, білий з жовтуватою плямою в зіві, яка з часом стає червоною. Пелюстки округлі з торочкуватими краями. Тичинки (7-8 шт.) прикріплені до внутрішнього краю диска (Рис.1.4) [17].



Рисунок 1.4. Суцвіття гіркокаштана звичайного (фото Ліхацької У.Я)

Плід – зелена тристулкова коробочка довжиною 6 см з м'якими короткими шипами. Всередині міститься 1 (рідше 2-3) коричнева, лискуча насінина діаметром 2-4 см з сірою плямою при основі. Зазвичай на одному суцвітті дозріває 3-5 плодів. Цвіте в травні-червні протягом 15 днів, плоди дозрівають у вересні-жовтні [9,17].

Фрукт - зелена, м'яка капсула з шипами. У кожній капсулі по одному (рідко два або три) горіхоподібні плоди, які називаються каштанами або кінськими каштанами, Кожний каштан діаметром 2 - 4 см., має блискуче коричневе покриття з білявим протином в основі (Рис. 1.5) [3,9,17]



Рисунок 1.5. Плід гіркокаштана звичайного (Фото Ліхацької У.Я.)

У корі гіркокаштана звичайного містяться сапоніни, жирна олія, фітостерин, тіамін, аскорбінова кислота, глікозиди ескулін і фраксин, які, подібно до дикумарину, уповільнюють зсідання крові. Також знайдено речовини, за дією подібні до хініну. У квітках виявлено пектинові і дубильні речовини, флавоноїди, рутин, слиз. Плоди гіркокаштана містять жирну олію, сапоніни (24-28 %), дубильні речовини, крохмаль, глікозид ескулін. Сапоніни кінського каштана отруйні для людини та багатьох тварин [12].

## **1.2. Екологічна характеристика гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях урбосередовища**

Екологічна та санітарно-гігієнічна функція зелених насаджень полягає у виробленні органічної речовини через процес фотосинтезу, а також у забезпеченні атмосфери киснем, необхідним для життя на Землі. Їх рекреаційна, природоохоронна та захисно-оздоровча роль найбільш яскраво проявляється в

очищенні доквілля та повітря від біологічних, фізичних і хімічних забруднень. Крім того, зелені насадження насичують повітря фітонцидами, сприяють запобіганню водній і вітровій ерозії ґрунтів, знижують рівень шуму в містах і пом'якшують силу вітру, створюючи сприятливі умови для життя та відпочинку людей [25,42]. Вони виконують кілька важливих функцій:

1. Очищення повітря: зелені насадження здійснюють біологічну фільтрацію повітря шляхом поглинання шкідливих газів та аерозольних частинок. Один гектар лісових насаджень може поглинати до 0,4 тонни сірчистого газу, 0,1 тонни хлоридів та 20–25 кг фторидів на рік. У міських умовах це сприяє механічному очищенню повітря від пилу та шкідливих домішок [20].
2. Покращення мікроклімату: насадження знижують температуру повітря, підвищують його вологість і зменшують швидкість вітру. Вони також створюють умови для підвищення рівня іонізації повітря, що позитивно впливає на здоров'я мешканців. У літній період температура в затінку дерев значно нижча, ніж у відкритих місцях [20,25].
3. Зменшення шумового забруднення: насадження дерев і кущів здатні значно знижувати рівень шуму. Зокрема, листяні дерева можуть відбивати до 75% звукової енергії, а інтенсивність шуму на територіях із зеленими насадженнями у 10 разів менша, ніж на відкритих просторах [20].
4. Захист від ерозії: дерева сприяють запобіганню водній та вітровій ерозії, що особливо важливо для стабілізації ґрунту в міських умовах [26].

Дослідження також показують, що дерева, такі як гіркокаштан звичайний, можуть акумулювати значну кількість шкідливих речовин, таких як свинець і кадмій, що накопичуються у ґрунті через техногенне забруднення. Це призводить до функціональних порушень у рослинах, таких як зменшення площі листя, пригнічення ростових процесів і деградація фотосинтетичних систем. Водночас ці дерева служать важливими біоіндикаторами стану навколишнього

середовища, демонструючи рівень забруднення та вплив на здоров'я міської екосистеми [20].

Зелені насадження в умовах міста не лише поліпшують якість повітря, але й сприяють загальному оздоровленню навколишнього середовища, створюючи сприятливі умови для життя та здоров'я мешканців [2,24].

І. П. Григорюк у своїй роботі "Біологія каштанів" [17] зазначив, що міські насадження гіркогокаштана є однією з найпоширеніших порід дерев в Україні. Крім того, гіркогокаштан, вирощений на вулиці, є ефективним біоаккумулятором фітотоксичних забруднювачів. З літературних джерел відомо, що каштани майже безперешкодно накопичують шкідливі речовини, тому вони виступають потужними живими фільтрами та біологічними індикаторами чистоти навколишнього середовища в міських насадженнях.

Мельничук М. Д., Посудін Ю. І. та Годлевська О. О. визнають важливе значення гіркогокаштана у формуванні ландшафтів, а також його еколого-естетичні, терапевтичні, архітектурні та господарські функції [28].

Бессонова В. П. у своїй праці "Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля" зазначає, що в містах гіркогокаштан є унікальним природним фільтром, який очищає атмосферу, воду та ґрунт від промислових, побутових та сільськогосподарських забруднень [6].

### **Роль гіркогокаштана звичайного у міських насадженнях**

Гіркогокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) – одна з найпоширеніших інтродукованих деревних рослин в Україні. Як відомо, гіркогокаштан значно потерпає від шкідників, особливо від гусениць каштанової мінуючої молі, що пов'язано з ослабленням рослин в умовах міської забудови, передусім через розвиток водного дефіциту [17]. Ослаблені рослини не здатні синтезувати достатню кількість біологічно активних речовин для боротьби з шкідниками. Тому головним етапом у підвищенні стійкості гіркогокаштанів до

пошкоджень, спричинених гусеницями каштанової мінуючої молі, є адаптація до ксерофітніших умов нових місцезростань, порівняно з їхнім первинним ареалом.

Слід зазначити, що в праці "Фізіологічні аспекти технічної дії кадмію і свинцю на вищі рослини" Серьогін І. В. [20] показує, що висока здатність гіркокаштанів накопичувати речовини також робить їх чутливими до надмірної концентрації токсичних елементів. Уже наприкінці червня – на початку липня листя на кроні гіркокаштанів стає коричневим, а в липні-серпні опало, що призвело до відмирання гілок і всихання дерев. Тому проблема виживання цих рослин є дуже гострою, і поки що немає чіткої відповіді на причину загибелі вуличних каштанів.

Акімов І. А., Зерова М. Д. та Гершензон З. С. [1] відзначають високу декоративну цінність гіркокаштанів, швидкі темпи їх росту, здатність очищати повітря та лікувальні властивості, що робить їх популярними.

Дослідники виявили, що у міських насадженнях гіркокаштан звичайний представлений двома формами. Переважна більшість рослин належить до типової форми, яка сильно уражується гусеницями мінуючої молі, з рівнем пошкодження асиміляційних тканин до 60 %. Водночас існує стійка форма, яка або зовсім не пошкоджується міллю, або рівень пошкодження асиміляційної тканини в її листках не перевищує 10 % [15]. Рослини стійкої форми зустрічаються набагато рідше, ніж типова форма, і складають лише поодинокі екземпляри в міських зелених насадженнях.

У праці Гнатова П. С. "Середовище, антропогенні чинники й адаптація рослин" [14] зазначено, що важкі метали, такі як Pb, Cd, Cu, Zn та Cr, можуть накопичуватися у міських ґрунтах у токсичних концентраціях через забруднення. Проблема збільшення забруднення важкими металами стає все більш актуальною у всьому світі. Плантація гіркокаштана площею 1 га поглинає в середньому 5,9-9,5 тонн вуглекислого газу та виділяє 4,3-6,9 тонн кисню.

Петрова С., Юрукова Л. та Велчева І. у своїх дослідженнях наголошують, що дерева з пошкодженим або опалим листям влітку втрачають не лише свою

красу, але й здатність виконувати санітарні функції, необхідні для очищення міської атмосфери від забруднення [30].

Водночас, багато авторів вказують на їх негативні характеристики. Експерти звертають увагу на патологічні симптоми крони дерева: зміна кольору та форми листя, некротична перфорація, раннє опадання листя та повторне цвітіння у другій половині літа, що призводить до ослаблення дерев. Усі ці симптоми можуть викликати загибель молодих і дорослих каштанів у міських та сільських районах. Патологічні симптоми листя кінського каштана можуть мати різну етіологію: агрокліматичну, агрономічну, промислову або біологічну. Причиною патологічних симптомів є поєднання багатьох факторів. Майже не вивченим аспектом є імунітет кінських каштанів до різних хвороб [1].

Гірकोкаштани (*Aesculus hippocastanum*), або каштани кінські, впливають на біорізноманіття природних і штучних насаджень, таких як парки та ліси, по-різному, зокрема через їхню екологічну привабливість, але також через певні загрози та проблеми [23].

Позитивний вплив:

- Естетичне та ландшафтне значення: гірकोкаштани є популярними декоративними деревами, тому їх часто садять у парках і садах. Їхній весняний цвіт значно покращує естетику ландшафтів, роблячи парки привабливими для відвідувачів.
- Середовище існування для видів: дерево забезпечує притулок і харчування для деяких видів комах, птахів і ссавців. Наприклад, його квіти залучають комах, що сприяє поліпшенню запилення та підтримці ланцюгів живлення в місцевих екосистемах.
- Підтримка ґрунтових екосистем: падіння листя та плодів гірकोкаштана покращує родючість ґрунту, забезпечуючи органічні речовини для мікроорганізмів і безхребетних.

Негативний вплив:

- Алергенність: пилок гіркокаштанів може спричиняти алергічні реакції в людей, що обмежує їхню користь для рекреаційних зон [12].
- Інвазивні шкідники: Гіркокаштани в Україні страждають від інвазійного шкідника — каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella*), яка пошкоджує листя, знижуючи його декоративну привабливість і ослаблюючи дерева, що може змінювати екосистему.
- Конкуренція з місцевими видами: у штучних насадженнях гіркокаштан може пригнічувати ріст низькорослих рослин, обмежуючи біорізноманіття підліску. Деревя створюють густу тінь, яка може перешкоджати росту рослин, що потребують більшого освітлення, і таким чином зменшувати флористичне різноманіття.
- Засмічення листям і плодами: восени падає багато листя та плодів, які можуть залишати біомасу, що потребує додаткового очищення в парках і може змінювати хімічний склад ґрунту, пригнічуючи деякі види рослин [31].

У цілому, хоч гіркокаштани мають позитивний естетичний та екологічний вплив, їхнє введення в природні та штучні екосистеми має обмеження через шкідників, алергенність, конкуренцію та зміну природного середовища.

### 1.3. Поширення *Aesculus hippocastanum* L у світі та в Україні

Природний ареал гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) розташований у гірських районах таких країн, як Греція, Болгарія, Іран та північна Індія (Рис.1.6). Це дерево може досягати висоти 24–30 метрів і діаметра 1,5 метра. У лісових насадженнях Західного Лісостепу України гіркокаштан звичайний зустрічається зрідка, на відміну від зелених насаджень. Відсутність згадок про лісові культури цього виду у наукових дослідженнях з інтродукції листяних порід в регіоні підтверджує це [23,39].



Рисунок 1.6. Природний ареал гіркокаштана звичайного [23]

Таким чином, виявлення лісових насаджень з участю гіркокаштана звичайного, історія створення яких бере початок з початку ХХ століття, є цікавим фактом, що потребує детального дослідження.

Назву "кінський каштан" дерево отримало через схожість падаючого жовтого листка на підкову. Гіркокаштан звичайний, або кінський каштан (*Aesculus hippocastanum* L.), був завезений на територію монастирів Київської Русі приблизно в XI столітті, ймовірно, монахами з Візантії. Активне поширення дерева в Україні відбулося в XV-XVIII століттях, і завдяки його декоративності та тривалому життю воно стало популярним в ландшафтній архітектурі [23].

Сьогодні гіркокаштан є однією з основних порід у вуличному озелененні великих міст, містечок і сіл. Його ефектний вигляд під час цвітіння, характерні листки, хороша приживлюваність після пересаджування, тіньовитривалість та відносна стійкість до забруднень роблять його популярним для озеленення уздовж доріг, створення алей, бульварів, парків, а також територій лікарень, навчальних закладів та житлових районів [25].

В Україні гіркокаштани часто зустрічаються як у придорожніх насадженнях, так і в скверах житлових масивів та на територіях спеціальних об'єктів. Донедавна це дерево вважалось одним із найбільш стійких в умовах урбанізації. Проте з 2003 року, спочатку поодинокі, а згодом масово, гіркокаштани стали уражатися хворобами та шкідниками, серед яких найбільшу шкоду завдає мінуюча міль [23].

Плоди кінського каштана містять високу концентрацію сапонінів — токсичних речовин, небезпечних як для людини, так і для більшості тварин. Проте екстракти каштанових плодів показали ефективність у лікуванні венозної недостатності. Їх застосовують при маткових та гемороїдальних кровотечах, варикозному розширенні вен, тромбофлебітах, атеросклерозі (впливають на хімічний склад крові та метаболізм холестерину), для профілактики інсультів, при захворюваннях жовчного міхура, хронічних захворюваннях кишечника, а також при суглобовому ревматизмі, артритях різного походження, малярії, і при нічному онімінні кінцівок [12].

#### **1.4. Стійкість гіркокаштана звичайного до стресових чинників урбосередовища**

Декоративні насадження в містах виконують різноманітні функції: вони покращують естетичний вигляд, знижують силу вітру, регулюють тепловий режим, очищують і зволожують повітря, а також поглинають шум. Однак у сучасних містах зелені насадження постійно піддаються стресовим природним і

антропогенним факторам. Урбанізовані екосистеми є нестабільними, оскільки втратили здатність до саморегуляції [24].

Прикладом цього є поширення нетипової для України мінуючої молі *Cameraria ohridella*. Через відсутність природних ворогів її популяція швидко зростає. Гусениці каштанової молі спочатку живляться соком клітин верхнього епідермісу, а згодом — паренхімою листя, створюючи характерні "міни" — великі порожнини, заповнені екскрементами. В середині чи наприкінці літа листя, втративши хлорофіл, сохне і опадає, що спричиняє "осіннє цвітіння каштанів". Втрата листя знижує інтенсивність фотосинтезу та погіршує фізіологічний стан дерева. Розвиток молодого листя і повторне цвітіння виснажують ресурси дерева та знижують його морозостійкість, що негативно впливає на здатність витримувати зимові умови [1,16].

Вторгнення інвазійних видів не є новим явищем для України та Європи, але поява каштанової мінуючої молі є серйозною загрозою для кінського каштана, що використовується в міському озелененні, та несе потенційну загрозу біорізноманіттю [1]. Пошкодження, завдані каштановою міллю, мають численні негативні наслідки. Зокрема, дерева втрачають декоративний вигляд, стаючи "естетичною" проблемою для паркового дизайну. Оскільки пошкоджені крони накопичують менше поживних речовин, дерева можуть вимерзати взимку. Навіть якщо дерева переживуть зиму, вони слабо розвиваються навесні, окремі гілки всихають, а на ослаблених деревах зазвичай з'являються інші шкідники і грибкові інфекції, що ускладнює їхнє відновлення. Усі ці фактори призводять до погіршення стану дерев, зниження їх декоративної та оздоровчої функцій [19].

Поява на листі каштанів фітопатогенних грибів є додатковим негативним наслідком щорічного біотичного стресу від каштанової молі. Перші повідомлення про ураження листя каштанів фітопатогенними грибами, таких як рамуляріоз каштану (*Mycosphaerella maculiformis*), церкоспороз (*Cercospora* sp.), антракноз каштану (*Gnomonia leptostyla*), з'явилися 2009 року, хоча тоді рівень ушкодження був низьким. [35]

З погляду екологічної безпеки, ураження міських зелених насаджень фітопатогеном *Fusarium spp.* є небезпечним біологічним фактором для середовища. Так, відомо, що у людей, схильних до алергій, такі гриби можуть викликати мікогенні алергії у вигляді астматичного бронхіту, бронхіальної астми, кропив'янки, а також запалення слизових оболонок очей, носа, глотки і трахеї. Приблизно 50% випадків бронхіальної астми спричиняються саме мікроскопічними грибами [5,35].

У всьому світі спостерігається зростання шкодочинності бактеріальних хвороб, викликане появою нових патогенів і швидким розширенням їхніх ареалів. Тому необхідно не лише виявляти збудників хвороб в Україні, але й аналізувати фітосанітарний стан у сусідніх країнах. На основі цього аналізу варто формувати перелік карантинних збудників, відсутніх у нашій країні, та перевіряти рослини, що перетинають кордон України, на наявність цих патогенів [35].

Одним із таких збудників є *Pseudomonas syringae pv. aesculi* — патоген, що викликає виразку каштана кінського (*Aesculus hippocastanum*). На сьогодні поширення цієї хвороби зафіксовано в багатьох країнах Європи, таких як Бельгія, Чехія, Франція, Німеччина, Угорщина, Ірландія, Нідерланди, Норвегія, Словенія, Швейцарія та Велика Британія [35].

Кліматичні зміни протягом 2024 року можуть мати істотний вплив на стан гіркокаштанів в урбанізованому середовищі України. Основні зміни, які спостерігаються у зв'язку з кліматичними змінами і їхній можливий вплив на гіркокаштани:

1. Температурні коливання і аномальні теплові періоди: підвищення середньорічної температури та часті аномальні теплові періоди можуть створювати додаткове навантаження на дерева, оскільки гіркокаштани потребують певного кліматичного режиму для нормального розвитку. Періоди екстремальної спеки викликають швидке випаровування вологи,

що може призвести до висихання листя і навіть ослаблення кореневої системи [40].

2. Зміни в кількості опадів: 2024 року у багатьох регіонах України спостерігаються нерівномірні опади: періоди посухи змінюються сильними зливами. Така ситуація створює стрес для гіркокаштанів, оскільки під час посухи дерева потерпають від нестачі води, а під час злив ґрунт не встигає утримувати вологу, що призводить до погіршення умов живлення дерев.
3. Подовження вегетаційного періоду: через підвищення середньорічних температур вегетаційний період для дерев може подовжуватися. Це призводить до виснаження енергетичних запасів, оскільки дерево витрачає більше ресурсів протягом року на підтримання активного зростання. В результаті дерева можуть бути менш стійкими до зимових морозів [13].
4. Підвищення ризику хвороб і шкідників: кліматичні зміни сприяють поширенню нових шкідників і патогенів. У теплішому кліматі активність таких шкідників, як мінуюча міль, та поширення патогенних грибів, що уражують гіркокаштани, можуть збільшуватися. Це послаблює дерева, робить їх більш вразливими до інших стресів і зменшує їхню декоративну функцію [16].
5. Зниження морозостійкості: якщо зими стають теплішими, а періоди заморозків раптовими, гіркокаштани, які адаптовані до стабільного зимового клімату, стають більш уразливими. Це призводить до пошкодження гілок і листя та може знизити здатність дерева успішно переносити морози.

Антропогенні фактори значно впливають на стан гіркокаштанів в урбанізованому середовищі. Основними чинниками є вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), інші забруднюючі речовини в повітрі, а також хімічні реагенти, які застосовуються взимку для обробки доріг:

1. Вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ): підвищені рівні  $\text{CO}_2$  в повітрі спричиняють порушення природного газообміну у рослин. Це знижує ефективність фотосинтезу і може послаблювати стійкість дерев до інших стресових факторів. У міському середовищі високий рівень викидів  $\text{CO}_2$  з транспорту та промисловості створює додаткове навантаження на гіркокаштани [40].
2. Забруднюючі речовини: викиди важких металів (свинець, кадмій, цинк), оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ), сірчаних сполук ( $\text{SO}_2$ ) та дрібнодисперсного пилу пошкоджують листя і кореневу систему гіркокаштанів. Ці забруднювачі можуть проникати у тканини рослин, порушуючи фізіологічні процеси, зокрема транспортування води і поживних речовин, що призводить до ослаблення і деформацій дерев [39].
3. Хімічні реагенти (сіль та інші реагенти): узимку дороги часто посипаються сіллю та іншими протижелезними реагентами, які можуть накопичуватись у ґрунті поблизу дерев. Надмірна кількість солі в ґрунті знижує його родючість і може призводити до зневоднення рослин, пошкодження коренів і навіть загибелі дерев. Солі також знижують здатність ґрунту утримувати воду, що ще більше ускладнює живлення дерев у міських умовах [38].
4. Фізичні ушкодження: підрізання коренів при ремонті доріг, ушкодження стовбурів або гілок можуть призвести до втрати деревами стійкості та збільшити їх вразливість до хвороб і шкідників.

Загалом, вплив антропогенних та біотичних факторів робить гіркокаштани більш чутливими до стресу, знижує їхню декоративну цінність і значно скорочує їхню тривалість життя в міському середовищі.

## РОЗДІЛ II. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Методика проведення досліджень

Проводилася інвентаризація впродовж вегетаційного періоду (з квітня по жовтень 2024 року) для отримання точних даних щодо стану дерев. Інвентаризацію зелених насаджень провели згідно з чинною інструкцією з технічної інвентаризації [18, 21,32]. Стан дерев оцінювався за морфологічними ознаками. За "Інструкцією з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України" якість насаджень визначається так:

- Добрий: дерево здорове, рівномірно розвинене, з товстим листям, без ознак пошкоджень і хвороб.
- Задовільний: дерево має ознаки повільного росту, нерівномірну крону, невеликі механічні пошкодження.
- Незадовільний: дерево ослаблене, з деформованою кроною, сухими гілками, порожнинами в стовбурі.

Життєздатність гіркогоаштана визначали за методикою, яка виділяє шість категорій дерев: від здорових до засохлих у попередні роки [18].

Ступінь пошкодження листя мінуючою міллю оцінювали за 5-бальною шкалою: від 1 бала (до 10% пошкодження) до 5 балів (пошкоджене все листя) [18].

Для оцінки дерев використовували такі параметри, як висота, діаметр стовбура і крони, а також життєздатність, згідно з інструкцією [21]. Показники вимірювали як традиційними інструментами (висотомір, мірна вилка, рулетка), так і за допомогою геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі. Результати заносили у таблицю 1 для опису пошкоджень.

Таблиця 2.1. Результати обстеження дерев гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.), ділянка № 1

№ дерева	Дата обстеження	Діаметр, см	Пошкодження (зламани гілки, відсутність крони, механічні рани на стовбурі)
1			

Дані про розташування кожного дерева отримували за допомогою додатку GoogleEarth та QGIS. На основі цього було створено геоінформаційну базу даних деревної рослинності, яка поєднує координати дерев з інформацією про їхній фітосанітарний стан і основні таксаційні характеристики.

## **2.2. Характеристика ділянок, де проводилася інвентаризація зелених насаджень гіркокаштана звичайного**

Інвентаризаційні дані бралися із власних досліджень за 2024 рік в період з квітня по жовтень 2024 року. Інвентаризація проводилася на трьох ділянках трьох різних мікрорайонів міста Сміла з огляду на різні умови урбосередовища (Рис. 2.1.) : вулиця Тараса Шевченка (мікрорайон Шевченка) біля залізничного вокзалу міста Сміла, вулиця Євгена Саражі з активним автотранспортним рухом (мікрорайон радіоприладного заводу), Смілянський міський парк культури та відпочинку.

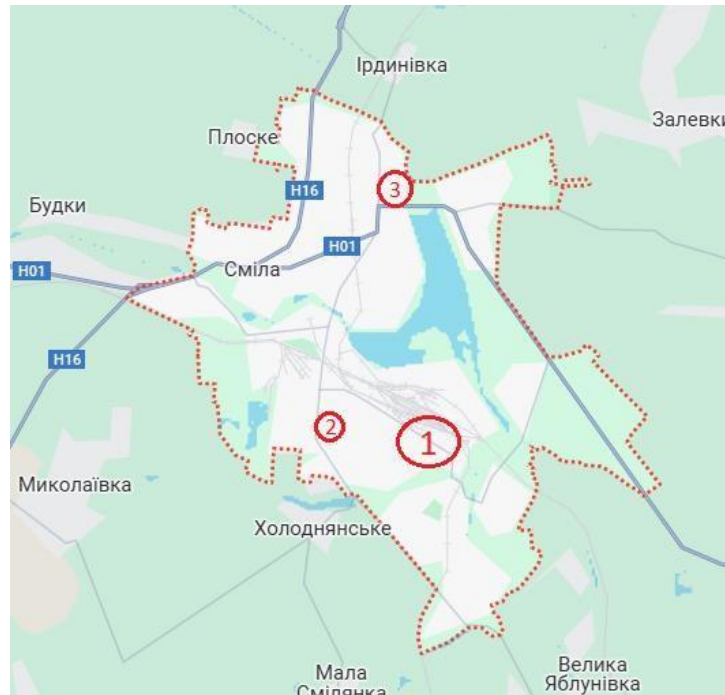


Рисунок 2.1. Ділянки, де проходила інвентаризація (1 – ділянка біля залізничного вокзалу, 2 – ділянка біля вулиці Євгена Саражі, 3 – ділянка парку)

### Дослідні ділянки та їх характеристики

Перша ділянка — мікрорайон Шевченка, вулиця Тараса Шевченка, безпосередньо біля залізничного вокзалу міста Сміла та вздовж вулиці до початку мікрорайону ім. Богдана Хмельницького (Рис.2.2. Ділянка №1 безпосередньо біля вокзалу). Перша ділянка обиралася з огляду на те, що залізничний вокзал «Ім. Тараса Шевченка» у місті має також міжрегіональне значення, тому тут здійснюється активний рух потягів різного призначення. Окрім цього, поряд з ділянкою, що інвентаризувалася є автобусна станція та дорога з активним транспортним рухом. Всі ці умови можуть мати негативний вплив на стан гіркокаштанів в цьому районі.



Рисунок 2.2. Ділянка №1 безпосередньо біля вокзалу

Інвентаризація на цій ділянці мала завершення до початку вулиці Богдана Хмельницького, біля лікарні «Дільнична лікарня станції імені Тараса Шевченка». Цей відрізок також відмічається високою активністю автотранспорту (Рис 2.3. Ділянка №1 біля лікарні).



Рисунок 2.3. Ділянка №1 біля лікарні

Друга ділянка (Рис. 2.4.) — мікрорайон радіоприладного заводу, вулиця Євгена Саражі (Мазура), яка відзначається активним рухом автотранспорту. Ділянка, що досліджувалася – це невеликий сквер поряд дороги біля будинку та автобусної зупинки.



Рисунок 2.4. Ділянка №2. Вулиця Євгена Саражі (Мазура)

Третя ділянка (Рис. 2.5.) — Смілянський міський парк культури та відпочинку, що являється одним із двох основних парків міста. Парк налічує в собі безліч різних видів деревних насаджень, одним з яких є вид, який досліджується — гіркокаштан звичайний. Парк вирізняється відносно спокійною обстановкою на фоні впливу урбосередовища, проте окрім того, що поряд є автотранспортна дорога, також потрібно врахувати, що поряд є школа, а також доволі активне рекреаційне дозвілля, особливо у святкові дні. Тому слід не виключати вплив населення на всіх ділянках, а також на ділянці №3, що може завдати шкоди зеленим насадженням.



Рисунок 2.5. Ділянка №3. Смілянський міський парк культури та відпочинку

## РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА. ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ГРОКАШТАНА ЗВИЧАЙНОГО У МІСТІ СМІЛА

### 3.1. Кліматично–грунтові умови проведення досліджень

Дослідження проводилися в місті Сміла, розташованому в центральній Україні, Черкаській області. Територія області поділяється на дві рівнинні частини: правобережну та лівобережну. Більша частина правобережної частини належить до Придніпровської височини, де розташована найвища точка області з абсолютною висотою 275 м над рівнем моря (поблизу Монастирища). Загальна площа Черкаської області становить 20,9 тис. км<sup>2</sup>, що складає 3,4% території України, займаючи 18-те місце за площею серед інших областей країни [33].

Область розміщена в лісостеповій зоні, яка на півдні переходить у степову. Клімат помірно-континентальний, з м'якими зимами та теплим, подекуди спекотним літом. Оподи приносять переважно західні вітри. Середня температура у січні становить -5,9°C, а влітку — +19°C [22,33].

Основними ґрунтами Черкащини є чорноземи типові малогумусні, опідзолені та реградовані, що займають 73,6% від загальної площі області. Темно-сірі ґрунти становлять 13,4%, світло-сірі опідзолені — 7,3%. Інші ґрунти займають лише 5,7% [22].

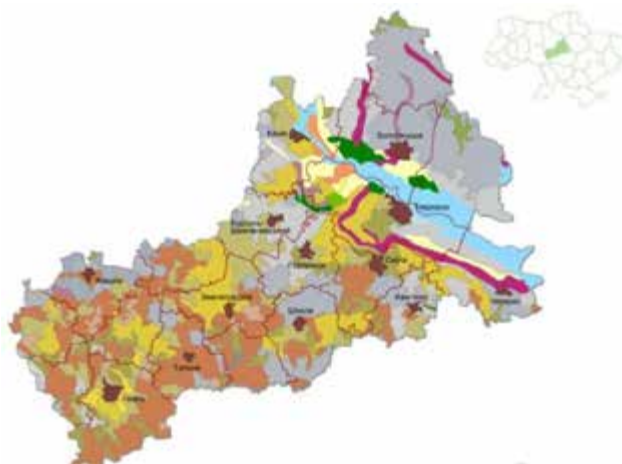


Рисунок 3.1. Карта ґрунтів території Черкаської області [22]

Сприятливі кліматичні умови забезпечують велике біорізноманіття Черкащини. В області налічується 540 природоохоронних територій та об'єктів, з яких 22 мають загальнодержавне значення, а 518 — місцеве. Природоохоронний фонд займає 3,1% від загальної площі області. Лісові насадження переважно розташовані вздовж річкових берегів, тоді як степова рослинність зустрічається на вододільних територіях [22,33].

Сміла розташована в центральній частині Черкаської області, в лісостеповій зоні на берегах водосховища, створеного на річці Тясмин (басейн Дніпра) (рис. 3.2). Територія міста належить до Городищенсько-Кам'янського фізико-географічного району в межах Придніпровської правобережної височини. Рельєф району формувався протягом четвертинного періоду і льодовикового часу, що сприяло утворенню стародавніх водно-льодовикових долин. Місцевість має хвилясто-рівнинний характер через денудаційний рельєф кристалічних порід [11,22,33].



Рисунок 3.2. Місцезнаходження району досліджень [33]

Територія міста, за показниками техногенного навантаження на навколишнє природне середовище, складає 39,85 км<sup>2</sup> з наявним населенням 70460 чоловік [11].

Місцевий клімат характеризується помірно-континентальними умовами з м'якою зимою та теплим літом, які в останні роки стали сухішими та спекотнішими. Використовуються тривалі метеорологічні спостереження, проведені на метеостанції «Сміла», що є частиною Черкаського центру гідрометеорології та належить Українському Гідрометеорологічному центру. Основним показником є середня річна температура повітря, яка останнім часом підвищилася на 1°, а протягом останніх 100-120 років спостерігається тенденція до її зростання (Рисунок 3.3.. Річні зміни температур з 1979 року по 2023 рік)[33].

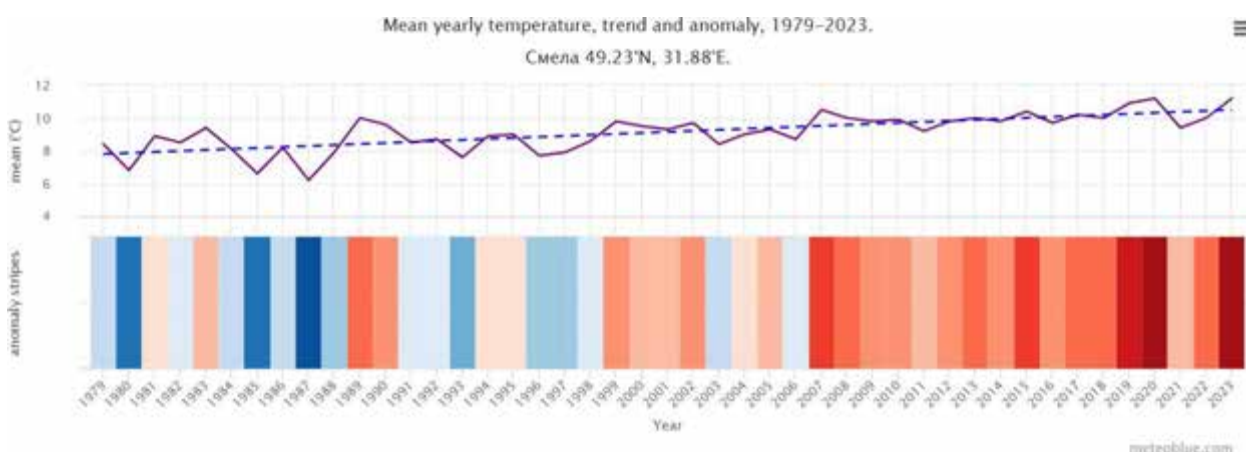


Рисунок 3.3. Річні зміни температур з 1979 року по 2023 рік

На рисунку 3.3. фіолетова лінія показує середньорічну температуру по роках, а пунктирна синя лінія — лінійний тренд. Ми можемо побачити, що лінія тренду злегка піднімається зліва направо, що свідчить про позитивну тенденцію: температура має схильність до поступового підвищення. Це означає, що клімат у регіоні Сміла стає теплішим.

У нижній частині графіка зображені "смуги потепління", де кожен рік представлений кольоровою смугою: синій колір позначає холодніші роки, а червоний — тепліші. Ми бачимо, що в 1980-1990-х роках переважали сині та блакитні смуги, які вказують на відносно прохолодніші роки. Починаючи з 2000-х, смуги поступово стають більш червоними, що свідчить про підвищення середньорічної температури.

Протягом 2024 року у літні місяці (особливо липень-серпень) спостерігалися кліматичні аномалії, серпень був із значним дефіцитом опадів, а середньодобова температура на 7° вище клімату (Рисунок 3.4. Метеорологічні показники протягом 2024 року). У 2,5 рази перевищена кількість днів з температурою 30° і більше, встановлено рекорди середньодобової, мінімальної та максимальних температур. Це може бути вище, ніж типовий показник для помірно-континентального клімату цього регіону. Це свідчить про тенденцію до потепління влітку, що є можливим наслідком глобального потепління.

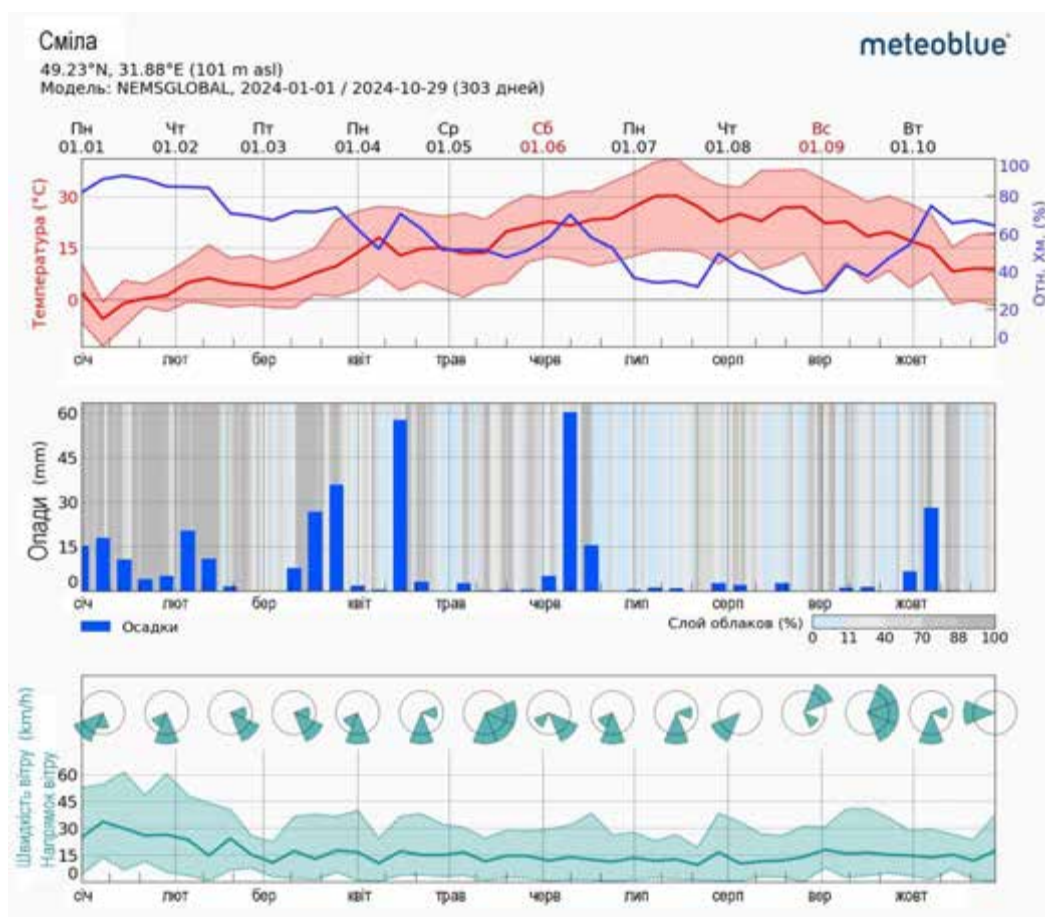


Рисунок 3.4. Метеорологічні показники протягом 2024 року

Хоча зимові місяці зазвичай холодні, тут видно, що температура рідко опускається значно нижче 0°C. Це може вказувати на відносно м'яку зиму порівняно зі звичайними кліматичними нормами. Аномально високі зимові температури можуть бути наслідком кліматичних змін, які призводять до потепління в холодний сезон. Опади показують значну варіативність, зокрема з великим піком у квітні та червні, тоді як інші місяці мають суттєво менше опадів. Найбільший період без опадів у 2024 складав 6 місяців у місті Сміла.

На графіку спостерігається періодичне збільшення та зменшення хмарного покриття без явної кореляції з температурою або опадами. Це може бути пов'язано з аномаліями в атмосферній циркуляції, що можуть призводити до частішої появи хмарності або ясного неба незалежно від сезону.

Взимку та весною швидкість вітру вища, що може бути аномалією для цього регіону, де зазвичай спостерігається спокійніший зимовий період. Такі

зміни вітрових характеристик можуть бути пов'язані з посиленням атмосферних фронтів та нестабільністю погоди.

Ці аномалії — вищі температури влітку та взимку, нерівномірність опадів, непостійна хмарність та підвищений зимовий вітер — можуть бути ознаками кліматичних змін. Вони свідчать про нестабільність традиційного клімату регіону, що може мати вплив на місцеву природу, сільське господарство та загальні умови життя.

### **3.2. Результати інвентаризації гіркокаштана звичайного**

На основі аналізу літературних і фондових джерел, а також власних польових досліджень, отримано дані про сучасний стан насаджень гіркокаштана звичайного у районі Шевченка, радіоприладного заводу, парк культури та відпочинку у місті Сміла. Проведено візуальну оцінку якості цих насаджень, зокрема визначено ступінь пошкодження всіх дерев. За допомогою ГІС-технологій створено інвентаризаційну карту міських насаджень гіркокаштана звичайного в районі.

Обстеження проводилися на вулиці, сквері та парку на територіях різних районів міста Сміла, зокрема: вулиця Тараса Шевченка, сквер по вулиці Євгена Саражі, а також в парку культури та відпочинку. Загалом було обстежено понад 130 дерев гіркокаштана звичайного, що дає уявлення про їхній стан у місті. Аналіз інвентаризаційних даних показав, що більшість дерев знаходяться у задовільному або доброму стані. Серед основних пошкоджень були виявлені зламані гілки, відсутність крони та механічні рани на стовбурах.

Варто зазначити, що серед обстежених дерев, у різних районах міста, пошкоджень не виявлено у 55% дерев, 19% займають механічні рани на стовбурі, 12% дерев мають роздвоєння стовбура на два, і стільки ж займають дерева, що мають зламані гілки, найменший відсоток займають дерева, що мають розділення стовбура на три і більше стовбура (рис.3.5)

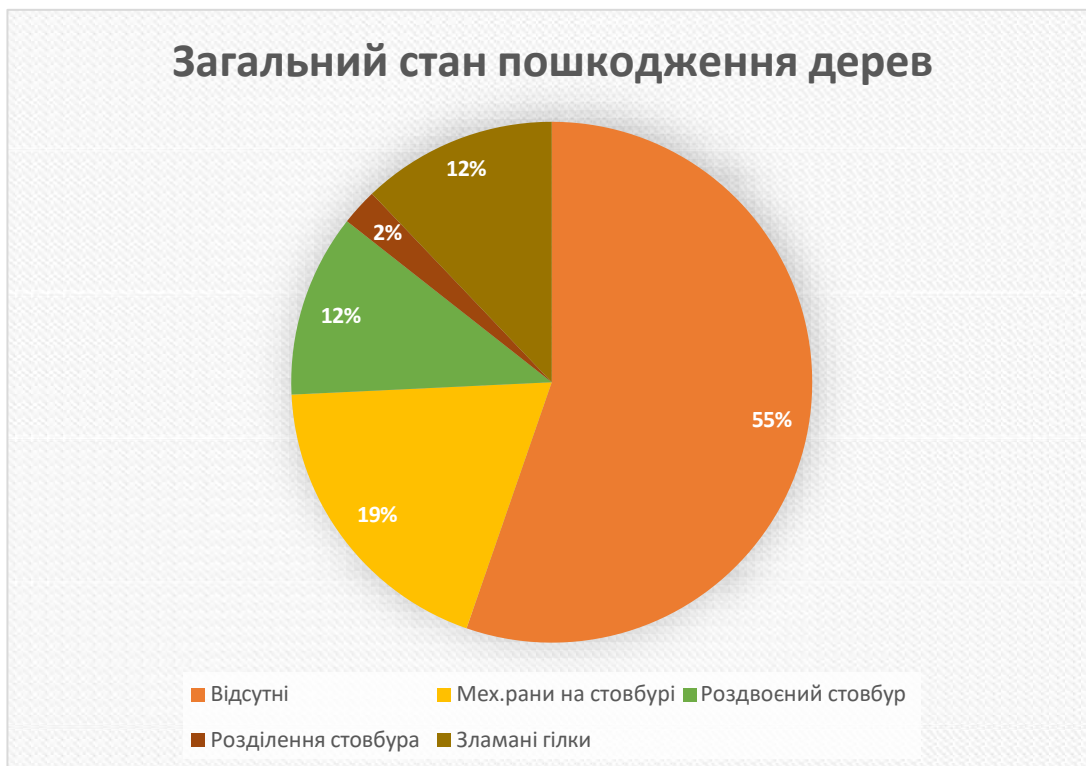


Рисунок. 3.5. Загальний стан пошкодження дерев у місті Сміла

Окремо слід зазначити, що стан дерев по вулиці Євгена Саражі у сквері кращий, чим на інших піддослідних ділянках, і займає 72% дерев без пошкоджень (рис. 3.6).



Рисунок.3.6. Пошкодження насаджень у сквері по вулиці Євгена Саражі

Друге місце за станом насаджень гіркокаштана звичайного посідає парк культури та відпочинку, відсоток відсутності пошкоджень становить 49% (рис 3.7.). Проте слід зазначити, що пошкодження такі як, механічні рани на стовбурі чи зламані гілки становлять високий відсоток поміж інших дослідних ділянок.



Рис. 3.7. Пошкодження насаджень в парку культури та відпочинку

Останнє місце займає стан насаджень по вулиці Тараса Шевченка, де відсоток відсутності пошкоджень становить 48%, що на 1% менший від насаджень в парку культури та відпочинку (рис. 3.8).

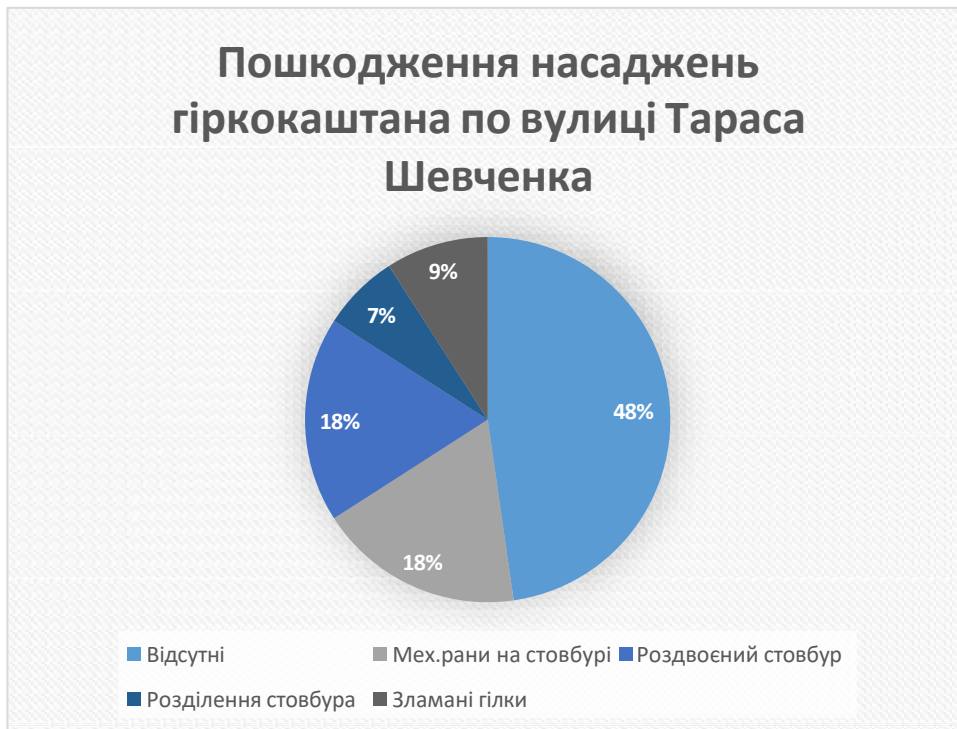


Рисунок 3.8. Пошкодження насаджень гіркокаштана по вулиці Тараса Шевченка

Окремо варто підкреслити, що в міському сквері загальний стан рослин дещо кращий, із переважанням дерев у відмінному та доброму стані. Найбільше дерев гіркокаштана віком від 10 до 70 років було виявлено у вуличних насадженнях. Однак значна частина дерев вже у молодому віці (20–40 років) перебуває в незадовільному стані, що негативно впливає на їхню декоративність і життєздатність.

Середній діаметр дерев гіркокаштана у місті Сміла на різних ділянках 161,1 см, 91,5 см та 144,9 см відповідно. Найменший діаметр дерев — 38 см, а найбільший перевищує 335 см. Найбільше дерев гіркокаштана зосереджено на вулиці Тараса Шевченка, де насадження розташовані по обидві сторони вулиці у два ряди, з відстанню між деревами 4 метри і міжряддям 6–8 метрів.

Різниця в середніх діаметрах дерев гіркокаштана по окремих вулицях Сміла добре ілюструється на точкових діаграмах (рис. 3.9–3.11). Зокрема, середній діаметр дерев на вул. Тараса Шевченка становить 161,1 см, у сквері по вулиці Євгена Саражі — 91,5 см, в парку культури та відпочинку — 144,9 см.

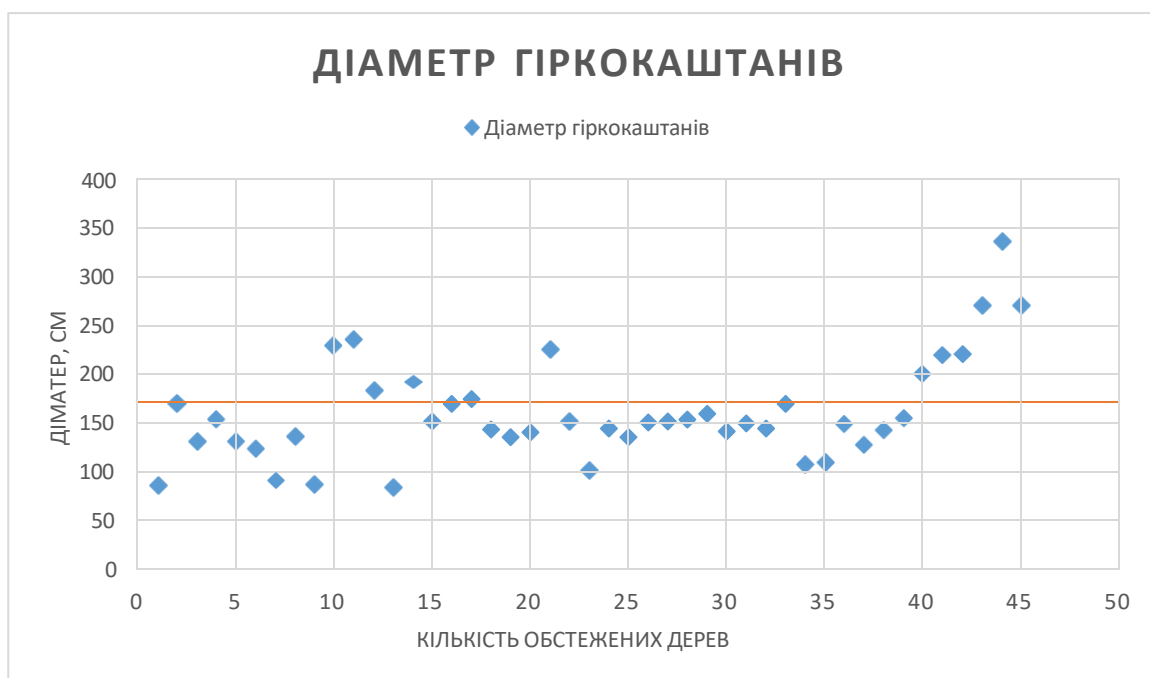


Рисунок 3.9. Діаметр гіркокаштанів по вулиці Тараса Шевченка

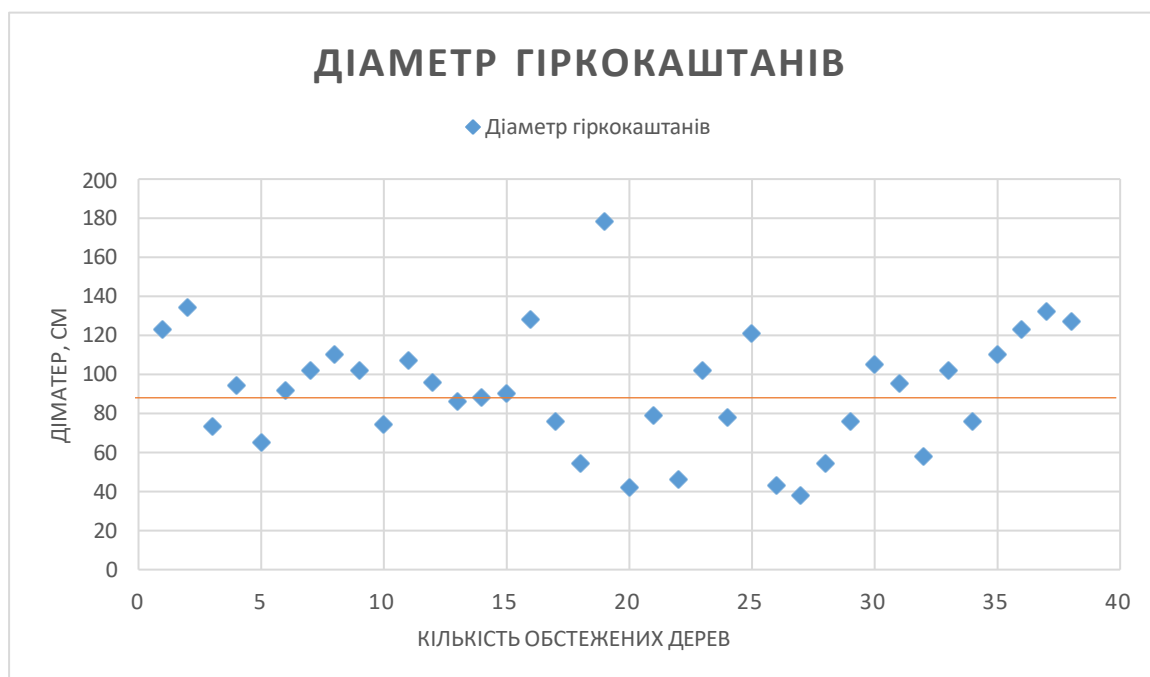


Рисунок 3.10. Діаметр гіркокаштанів сквера по вулиці Євгена Саражі

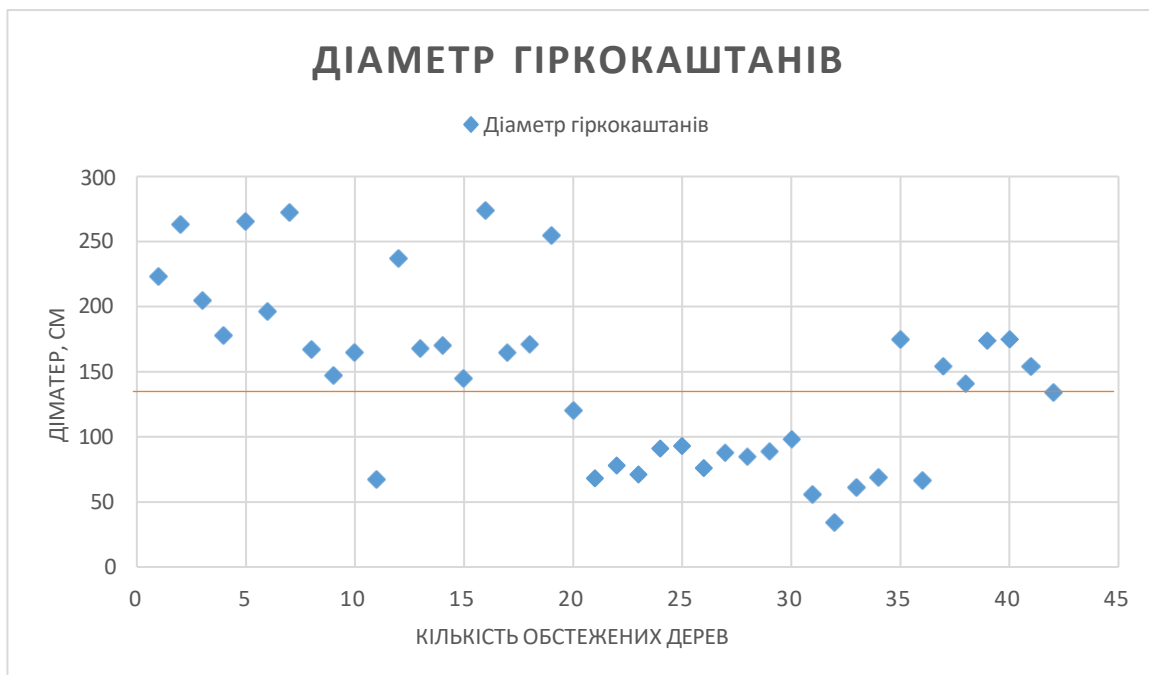


Рисунок 3.11. Діаметр гіркокаштанів в парку культури та відпочинку

На основі обстеження насаджень на піддослідних ділянках по вулиці Тараса Шевченка, по скверу вулиці Євгена Саражі та парку культури та відпочинку було розроблено інвентаризаційну карту міських насаджень гіркокаштану звичайного у місті Сміла з використанням ГІС-технологій (рис. 3.12-3.14).



Рисунок 3.12. Розташування насаджень каштанів по вулиці Тараса Шевченка

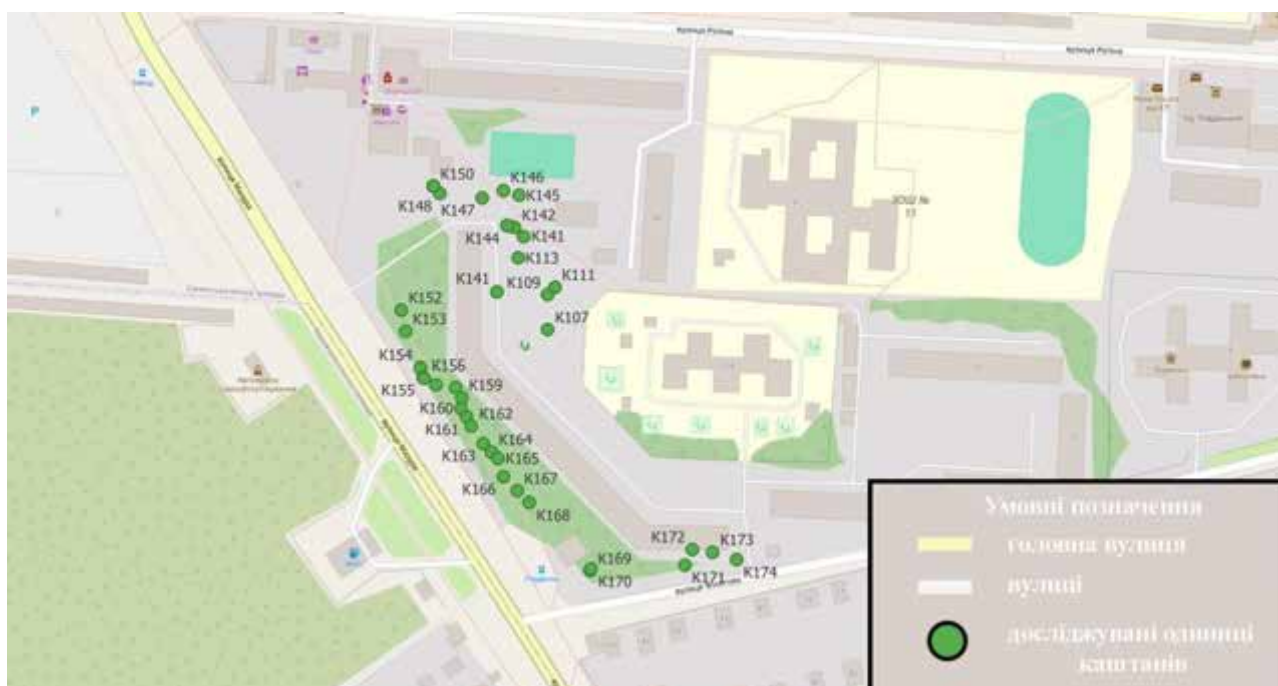


Рисунок 3.13. Розташування насаджень каштанів по вулиці Євгена Саражі(Мазура)



Рисунок 3.14. Розташування насаджень каштанів в парку

### 3.3. Вплив біотичних та абіотичних факторів урбосередовища на насадження гіркогокаштана звичайного у місті Сміла

Насадження гіркогокаштана звичайного у міському середовищі піддаються впливу різноманітних біотичних та абіотичних факторів, які можуть значно впливати на їхній стан і життєдіяльність. Попередньо, в даній роботі було досліджено стійкість гіркогокаштана до впливу урбосередовища, з переліченого можна виділити фактори, що мають вплив на зелені насадження каштана.

Підчас дослідження, деякі одиниці дерев були заражені каштановою мінуючою міллю (*Cameraria ohridella D.*)(рис 3.15).



Рисунок 3.15. Зараження гіркогокаштана звичайного каштановою мінуючою міллю (фото Ліхачької У.Я.)

Цей шкідник завдає серйозної шкоди, впливаючи на здоров'я і декоративність дерев. Основна ознака ураження—світлі або коричневі плями на листках, які утворюються внаслідок діяльності личинок молі. Личинки прогризають тунелі (міни) в м'яких тканинах листя, живлячись клітинами і викликаючи некроз (рис 3.16.).



Рисунок 3.16. Пошкодження листової пластини *C. ohridella* внаслідок зараження каштановим мінером у місті Сміла (фото Ліхацької У.Я.)

Через масове ураження листя передчасно жовтіє, висихає і обпадає вже в середині літа. Це значно скорочує період фотосинтезу, що послаблює дерево і знижує його здатність до нормального росту і розвитку.

Уражене листя може мати зморшкуватий вигляд, іноді з викривленням листових пластинок (рис. 3.17). Це також впливає на фотосинтетичну

активність рослини. Множинне ураження моллю мінуючою виснажує дерево, робить його більш вразливим до інших шкідників і хвороб, а також знижує його стійкість до несприятливих погодних умов. Каштани, уражені міллю, втрачають свою декоративність, що особливо помітно в міських парках і скверах, де вони виконують важливу естетичну функцію.



Рисунок 3.17. Стан ураженого листа мінуючою міллю у липні 2024 року міста Сміла

Використання піщано-соляної суміші взимку для боротьби з ожеледицею має негативний вплив на насадження гіркокаштана звичайного. Цей вплив проявляється як на рівні ґрунту, так і в життєдіяльності самих дерев. Сіль, яка

використовується у суміші, поступово накопичується у ґрунті, підвищуючи його солоність. Це погіршує водопроникність та аерацію ґрунту, ускладнює доступ рослин до води та поживних речовин. Засолений ґрунт спричиняє осмотичний стрес у дерев, що ускладнює поглинання води кореневою системою. Натрій витісняє важливі для рослин катіони (кальцій, магній, калій), що порушує іонний баланс і знижує родючість ґрунту. Підвищення концентрації солі в ґрунті призводить до зневоднення клітин, що проявляється у вигляді хлорозу (пожовтіння листя), передчасного опадання листя, уповільнення росту та загального ослаблення дерева. У результаті тривалого впливу солі гіркокаштан стає менш стійким до хвороб і шкідників.

У 2024 році кліматичні зміни, зокрема вплив феномену Ель-Ніньйо, призвели до аномально високих температур у багатьох регіонах світу, включно з Україною, містом Сміла. Екстремальна спека, за прогнозами кліматологів, ймовірно, буде зростати, що може ще більше підсилювати ці негативні ефекти у наступні роки, якщо не буде вжито заходів для зниження антропогенного впливу на довкілля. Через рекордно високі температури у червні та липні цього року в багатьох регіонах України, включно з містом Сміла, дерева зазнали впливу теплового стресу, що ускладнило їхню здатність протистояти іншим стресовим факторам, як-от забрудненню повітря та впливу ґрунтових сольових сумішей взимку. Подібні зміни в умовах теплових хвиль можуть зменшити водний баланс дерев, роблячи їх більш вразливими до шкідників, таких як мінуюча міль, яка вражає листя каштанів, посилюючи загальне ослаблення деревини та погіршуючи їх стан.

Протягом 2023 року забруднення повітря у місті Сміла впливало на насадження гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum*), викликаючи погіршення їхнього здоров'я (таблиця 3.1.). Основними забруднювачами, що впливають на дерева, є тверді частинки, діоксиди сірки та азоту, а також важкі метали, які накопичуються у листі та ґрунті, що призводить до порушення фотосинтетичної активності та зниження загальної життєздатності рослин [33].

Ці забруднювачі, осідаючи на листі, можуть блокувати газообмін, знижуючи ефективність фотосинтезу. Крім того, важкі метали, такі як свинець і кадмій, що поглинаються корінням із ґрунту, можуть пригнічувати фізіологічні процеси дерева, знижуючи його стійкість до хвороб і шкідників, зокрема мінуючої молі (*Cametaria ohridella*).

Таблиця 3.1. Обсяги викидів забруднювальних речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення у 2023 році по території м. Сміла [33]

А	Б Код	Кількість підприємств		Обсяги викидів				
		всього, одиниць	у % до 2023 р.	тонн	збільшення/ зменшення проти 2023 року	у % до 2023 р.	Розподіл, %	
		1	2	3	4	5	6	
Всього забруднювальних речовин	00000	17	94,44	496,224	-	20,200	96,09	100,00
Метали та їх сполуки	01000	9	75,00	0,744	-0,895	45,39	0,15	
Арсен та його сполуки (у перерахунку на арсен)	01001	0	0,00		-0,001			
Ванадій та його сполуки (у перерахунку на п'ятиоксид ванадію)	01002	1	100,00	0,011	-0,002	84,62	0,00	
Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	01003	8	66,67	0,544	-0,795	40,63	0,11	
Мідь та її сполуки (у перерахунку на мідь)	01005	1	50,00	0,052	-0,003	94,55	0,01	
Нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель)	01006	1	50,00	0,010	-0,002	83,33	0,00	
Ртуть та її сполуки (у перерахунку на ртуть)	01007	0	0,00		-0,003			
Свинець та його сполуки (у перерахунку на свинець)	01009	0	0,00		-0,036			
Хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому)	01010	3	100,00	0,049	-0,006	89,09	0,01	
Цинк та його сполуки (у перерахунку на цинк)	01011	0	0,00		-0,001			
Алюмінію оксид	01101	2	66,67	0,013	-0,004	76,47	0,00	

Продовження таблиці 3.1.

Манган та його сполуки (у перерахунку на діоксид мангану)	01104	3	42,86	0,058	-0,045	56,31	0,01
Олово та його сполуки (у перерахунку на олово)	01105	1	100,00	0,007	0,003	175,00	0,00
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна )	03000	13	92,86	90,004	4,120	104,80	18,14
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок більше 2,5 мкм та менше 10мкм	03001	11	91,67	83,932	12,988	118,31	16,91
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок менше 2,5мкм	03002	2	200,00	2,413	2,249	1471,34	0,49
Сажа	03004	0	0,00		-1,867		
Сполуки азоту	04000	16	94,12	183,921	-1,314	99,29	37,06
Оксид азоту (у перерахунку на діоксид азоту)[NO+NO <sub>2</sub> ]	04001	15	93,75	133,388	-7,889	94,42	26,88
Азоту (I) оксид [N <sub>2</sub> O]	04002	7	87,50	2,295	-0,084	96,47	0,46
Аміак	04003	2	100,00	48,238	6,666	116,03	9,72
Азотна кислота	04004	0	0,00		-0,007		
Діоксид та інші сполуки сірки	05000	7	87,50	1,375	-0,485	73,92	0,28
Сірки діоксид	05001	6	100,00	1,287	-0,278	82,24	0,26
Сірководень (H <sub>2</sub> S)	05002	2	66,67	0,017	-0,185	8,42	0,00
Сульфатна кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) [сірчана кислота]	05004	2	66,67	0,071	-0,022	76,34	0,01
Оксид вуглецю	06000	15	93,75	164,350	18,447	89,91	33,12
Вуглецю діоксид	07000	13	86,67	69079,935	5216,401	92,98	13921,12
Органічні аміни	10000	1	100,00	0,001	0,000	100,00	0,00
Анілін	10001	1	100,00	0,001	0,000	100,00	0,00
Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС) <sup>1</sup>	11000	12	85,71	46,906	-3,011	93,97	9,45
Ацетон	11007	1	100,00	1,019	0,922	1050,52	0,21
Бензол	11008	1	100,00	0,002	-0,001	66,67	0,00
Етилацетат	11021	0	0,00		-0,367		
Етилену оксид	11022	1	100,00	0,004	0,000	100,00	0,00
Ксилол	11030	6	100,00	2,491	-0,926	72,90	0,50
Спирт метиловий	11036	1	100,00	0,137	-0,020	87,26	0,03
Стирол	11037	1	100,00	0,005	0,002	166,67	0,00
Толуол	11041	1	50,00	0,003	-0,015	16,67	0,00

Продовження таблиці 3.1.

Тетрахлоретилен (перхлоретилен)	11047	1	100,00	0,196	0,000	100,00	0,04
Фенол	11048	2	66,67	0,004	0,000	100,00	0,00
Формальдегід	11049	2	100,00	0,011	0,000	100,00	0,00
Циклогексанон	11053	1	100,00	0,001	0,000	100,00	0,00
Метан	12000	8	88,89	8,883	-0,145	98,39	1,79
Хлор та сполуки хлору (у перерахунку на хлор)	15000	0	0,00		-0,002		
Водню хлорид (соляна кислота по молекулі на HCL)	15003	0	0,00		-0,002		
Фтор та його сполуки (у перерахунку на фтор)	16000	2	66,67	0,005	-0,015	25,00	0,00
Фтористий водень	16001	1	50,00	0,003	-0,014	17,65	0,00
Ціаніди	17000	1	100,00	0,035	-0,006	85,37	0,01
Водню ціанід (синильна кислота)	17001	1	100,00	0,005	0,004	500,00	0,00

У 2023 році викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел становили 496,224 тони [33].

Якість атмосферного повітря в місті не моніториться через відсутність відповідного обладнання. Відповідно до статті 11 Закону України «Про охорону атмосферного повітря», стаціонарні джерела можуть здійснювати викиди лише після отримання відповідного дозволу. У місті ведеться реєстр підприємств, які здійснюють викиди без дозволу, і інформація про порушників передається до Управління екології та природних ресурсів Черкаської обласної державної адміністрації та Державної екологічної інспекції у Черкаській області [33].

Для зменшення забруднення повітря рекомендується використовувати методи очищення викидів, зокрема електрофільтри, рідкі та тверді поглиначі, циклони. Також важливо переходити на екологічно чисті джерела енергії і впроваджувати маловідходні та безвідходні технології.

Потрібно звернути увагу, що місцеві комунальні служби використовують строге кронування задля покращення естетичної цінності та видалення пошкоджених гілок. Проте відомо, що неправильне кронування може призвести до загибелі дерева, тому по місту іноді зустрічаються зрубані каштани, що можуть бути наслідком такого методу.

### 3.4. Рекомендації щодо поліпшення стану зелених насаджень гіркокаштана звичайного

Для збереження декоративності та життєздатності дерев кінського каштана пріоритетним завданням є впровадження комплексу захисних заходів, спрямованих на контроль чисельності каштанової молі мінуючої.

Одним із методів контролю цього шкідника може бути осіннє збирання та утилізація опалого листя з лялечками шкідника, що значно знижує чисельність метеликів, які вилуплюються навесні. Однак спалювання листя в межах міста суворо заборонено, оскільки за період вегетації воно накопичує важкі метали, сірчані сполуки та інші поллютанти з автомобільних вихлопів, які під час горіння знову потрапляють в атмосферу, забруднюючи її [31]. Цю проблему можна вирішити шляхом компостування листя або застосування досвіду німецьких фахівців, які навесні покривають землю під каштанами поліетиленовою плівкою, створюючи анаеробні умови, що спричиняють загибель лялечок. Проте для цього необхідне спеціальне обладнання, яке часто є недоступним і дорогим. Отже, ці методи не забезпечують повного вирішення проблеми захисту каштанів від фітофагів [31].

Заходи, спрямовані на підвищення природної стійкості каштанів, такі як санітарна обрізка, полив, перекопування пристовбурних кіл та внесення органічних і мінеральних добрив, мають обмежену ефективність. Хімічні методи захисту, зокрема обприскування препаратами «Конфідор» та «Бі-58», показали добрі результати, роблячи листя токсичним для мінуючої молі. Однак, ці препарати небезпечні для людей і непридатні для використання в містах. Препарат «Дімілін», безпечний для людей і ефективний лише навесні проти молодих личинок, також має високу вартість і не діє восени [8,10,29].

Найбільш перспективним методом є хімічна обробка дерев ін'єкціями пестицидів у стовбур, що забезпечує захист протягом двох вегетаційних періодів або більше. Оптимальним є повторення обробки кожні 4-5 років. Проте і цей метод має недоліки: він дорогий і не завжди забезпечує повний захист.

Наприклад, при використанні «Camerkil» у Львові було зафіксовано, що пошкодження листя зберігається на гілках, де препарат не проник. Також ін'єкції можуть сприяти зараженню дерев бактерією *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*, що призводить до погіршення водопостачання крони, утворення ран і відмирання дерев, особливо старих зі стовбуровою гниллю [34].

Для контролю чисельності каштанової мінуючої молі застосовують феромонні пастки. Враховуючи, що самці починають літати на 7-10 днів раніше за самиць, ці пастки можна використовувати не лише для моніторингу сезонної динаміки, але й для дезорієнтації та відлову самців, створюючи «самцевий вакуум», що зупиняє масове розмноження шкідника. Цей метод екологічний, проте вимагає значних витрат, оскільки для ефективності необхідно встановлювати щонайменше дві пастки на кожне дерево. Також їх результативність залежить від погодних умов [41].

Щодо біологічного захисту, каштанова міль є кормовою базою для багатьох птахів і ентомофагів, проте відсутність спеціалізованих паразитів значно обмежує ефективність цього методу. Проведені дослідження з використання трихограми, яка паразитує на яйцях молі, показали, що цей метод може знищувати яйця шкідника. Однак у міському середовищі створення оптимальних умов для біологічних агентів є складним [34].

Таким чином, жоден з методів не гарантує стовідсоткової ефективності. Для досягнення максимального результату необхідно комбінувати різні підходи. Тому перспективним підходом у боротьбі з шкідниками гіркокаштана є селекція нових сортів дерев, які демонструють високу толерантність або навіть стійкість до пошкоджень їх асиміляційного апарата личинками молі [37]. Цей метод не тільки має високий потенціал ефективності, а й є економічно вигідним і, що важливо, екологічно безпечним.

Строге кронування, як метод покращення естетичного вигляду та прибирання пошкоджених гілок, що використовується у місті Сміла, може мати місце, проте при строгому притриманні правил, оскільки цей метод є небезпечним для дерев, і може призвести до їх загибелі. При догляді за деревами слід

дотримуватися норм, встановлених у Правилах утримання зелених насаджень у населених пунктах України. В багатьох європейських країнах заборонено застосовувати топінг (радикальну обрізку дерев). Одним із аргументів проти такого методу є те, що вигляд пошкодженого дерева негативно впливає на естетичне сприйняття жителів міста [6,7].

Таким чином, для покращення стану міських насаджень гіркокаштана звичайного в місті Сміла, рекомендується:

1. Мінімізувати стресові чинники урбосередовища, зокрема зменшити використання агресивних протижелезних сумішей та впровадити екологічно обґрунтовані підходи до догляду за насадженнями.
2. Впровадити регулярні заходи для контролю та обмеження поширення молі мінуючої каштанової та інших фітопатогенних грибів. Застосовувати біологічні та екологічно безпечні методи обробки для мінімізації хімічного навантаження.
3. Використовувати дані інвентаризаційної карти для регулярного моніторингу та своєчасного догляду за деревами, що сприятиме підтримці сталого зеленого середовища міста.
4. Виявити мікрорайони з низьким рівнем озеленення та висадити там додаткові дерева гіркокаштана, дотримуючись принципів ландшафтної екології для покращення мікроклімату й комфорту середовища міста.
5. Зменшити використання піщано-сольових сумішей узимку поблизу дерев та уникати надмірного кронування. Забезпечити адекватне зволоження у посушливі періоди та додаткове мульчування для захисту ґрунту навколо дерев.
6. Оновлювати інвентаризаційну карту насаджень для ефективного моніторингу стану дерев, що допоможе своєчасно виявляти ушкодження та проводити профілактичні заходи.

Проведене дослідження надає надійну інформацію для формування цілеспрямованої програми розвитку зелених насаджень у місті Сміла, що

дозволить ефективно адаптувати міський простір до умов сучасного клімату та покращити екологічний комфорт міських районів.

Важливо також проводити роз'яснювальні роботи для населення для уникнення умисних фізичних пошкоджень гіркокаштанів задля їх збереження від додаткових стресових чинників.

## ВИСНОВКИ

Інвентаризація міських насаджень гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L., 1753) на досліджених ділянках у місті Сміла дає зробити наступні висновки.

1. На основі проведеного дослідження створена інвентаризаційна карта міських насаджень гіркокаштана звичайного, яка дозволяє:
  - проаналізувати загальний стан
  - виявити мікрорайони з критично низьким рівнем озеленення та вжити заходів для покращення комфортності середовища;
  - визначити території, де дерева найбільше пошкоджені хворобами чи шкідниками, і своєчасно вжити заходів захисту;
  - розробити рекомендації щодо поліпшення структури озеленення міста в умовах змін клімату.
2. Обстеження понад 130 дерев гіркокаштана звичайного засвідчило, що рослини в м. Сміла зазнають суттєвого впливу, який впливає на стан дерев – лише 55% з них не мають пошкоджень. Більшість пошкоджень дерев є наслідком неправильного догляду за ними - механічні ушкодження на стовбурах, роздвоєний стовбур, розділений стовбур на три і більше тощо
3. Встановлено, що гіркокаштан звичайний певною мірою уражений каштановою мінуючою міллю (*Cameraria ohridella*, Deschka & Dimic, 1986), що спричинено відсутністю природного регулятора чисельності мінуючої молі та несприятливими умовами урбосередовища.
4. На основі отриманих матеріалів розроблені рекомендації щодо необхідності розробки і застосування необхідних методів захисту і догляду за насадженнями гіркокаштана.
5. Недотримання необхідних умов щодо догляду за рослинами в недалекому майбутньому може призвести до випадання цих красивих і декоративних дерев з зеленої карти міста.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акімов І.А., Зерова М.Д., Гершензон З.С. та ін. Перше повідомлення про появу в Україні каштанової мініруючої молі *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) на кінському каштані звичайному *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae) // Вісник зоології. – 2003. – 37, № 1. – С. 3–12. URL: <http://dspace.nbuiv.gov.ua/handle/123456789/3624>.
2. Аналіз та вдосконалення зеленого каркасу міста на прикладі м. Вінниці / В.В. Швець та ін. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: науково-технічний збірник. – 2013. – №1. – С. 83-87.
3. Артамонов С.Е. Каштан кінський // Наука і життя. – 1990. – № 3. – С. 158–160.
4. Балюк С.А., Медведєв В.В., Мірошніченко М.М., Скрильник Є.В., Тимченко Д.О., Фатєєв А.І., Христенко А.О., Цапко Ю.Л. Екологічний стан ґрунтів України // Український географічний журнал. – 2012. – № 2. – С. 38–42.
5. Бегляров Г.А., Смирнова А.А. та ін. Хімічний і біологічний захист рослин. – М.: Колосся, 1983. – 351 с.
6. Бессонова В. П. Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля: навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗДУ, 2001. – 196 с.
7. Волощинська С.С. Рослини як біоіндикатори техногенного пресу на екосистеми м. Ковеля // Науковий вісник Чернівецького університету. – Чернівці: Рута, 2008. – Вип. 417. – С. 168-173.
8. Гаманова О.М. Каштанова мінуюча міль: небезпечний шкідник каштанів і способи обмеження його чисельності // Карантин і захист рослин. – 2007. – № 1. – С. 4–5.
9. Гамуля Ю.Г. Рослини України. – Х. : Фактор, 2011. – 207 с.
10. Гаркава К.Г. Оцінка екобіологічної ефективності застосування біоінсектициду актофіт для захисту дерев кінського каштану від мінуючої

- молі *Cameraria ohridella* // Наукові доповіді НУБіП. – 2010. – № 2. – С. 1–6. URL: <https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/10047/1/Drazhnikova>
11. Генеральний план, пояснювальна записка м. Сміла Черкаської області: Служба Безпеки України, проектний інститут СБУ, Замовник: Управління архітектури, регулювання забудови та земельних відносин міста Виконавчого комітету Смілянської міської ради. – Київ, 2021. – С. 3-136.
  12. Гіркокаштан звичайний // Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / відп. ред. А.М. Гродзінський. – Київ: Вид-во «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. – С. 104.
  13. Глібовицька Н.І. Екологічна стійкість та фітомеліоративна придатність деревних порід урбанізованих екосистем // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія». – 2017. – Вип. 28. – С. 12–21.
  14. Гнатів П. С. Середовище, антропогенні чинники й адаптація рослин. Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки. – 2008. – Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки. – С. 257–264.
  15. Григорюк І.П. Біологічні основи оптимізації продукційного процесу деревних рослин у стресових умовах / Яворовський П.П. – К. : АграрМедіаГруп, 2013. – 277 с.
  16. Григорюк І.П., Лук'яненко Т.Л. Фізіологічні і молекулярні основи стійкості видів рослин роду *Aesculus* L. проти каштанової мінуючої молі: Монографія. – К.: ЦП «Компринт», 2015. – 174 с.
  17. Григорюк І.П., Машковська С.П., Яворівський П.П., Колесніченко О.В. Біологія каштанів. – К. : Логос, 2004. – 380 с.
  18. Елбакідзе М., Завадович О., Ямелинець Т. Методичні аспекти інвентаризації зелених зон урбанізованих територій (на прикладі

- регіонального ландшафтного парку «Знесіння») // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2005. – №32. – С. 96-109.
19. Зерова М.Д., Никитенко Г.Н., Нарольский Н.Б., Гершензон З.С., Свиридов С.В., Лукаш О.В., Бабидорич М.М. Каштановая минирующая моль в Украине. – К., 2007. – 87 с.
20. Ількун Г.М. Очищення повітря рослинами від сполук свинцю // Український ботанічний журнал. – 1978. – Т. XXXV, № 3. – С. 246–251.
21. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах і селищах міського типу України: затверджено наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики від 24.12.2001 р., № 226. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02>
22. Карта ґрунтів Черкаської області. Геомар.land.kiev.ua : веб-сайт. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/obl-22.html>
23. Коваль І.М., Мікуліна І.М. Дендрохронологічні дослідження кінського каштана звичайного, пошкодженого каштановою мінуючою міллю в лісостепу // Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2012. – Вип. 22.10. – С. 40–45.
24. Коршиков І.І., Гнатів П.С. Урботехногенне середовище як інтегральний чинник пристосування рослин // Промышленная ботаника. – Донецьк, 2003. – Вип. 3. – С. 78–82.
25. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць: підручник. – Львів: Світ, 2005. – 456 с.
26. Левон Ф.М. Зелені насадження в антропогенно трансформованому середовищі: монографія. – К. : ННЦ ІАЕ, 2008. – 364 с.
27. Машковська С.П., Шумик Н.І. Оцінка стану та адаптивного потенціалу дерев каштана кінського звичайного до дії основних забруднювачів в умовах м. Києва // Проблеми озеленення крупних міст: матер. XI міжнар. наук.-практ. конф. – М., 2008. – С. 115–117.

28. Мельничук М. Д., Посудін Ю. І., Годлевська О. О. Флуоресцентний аналіз рослин протягом розвитку та в стресових умовах // Агробіологія: зб. наук. праць. – Біла Церква, 2009. – Вип. 1 (64). – С. 1–8.
29. Мікуліна І.М. Ефективність інсектицидів проти каштанового мінера (*Cameraria ohridella* Deschka and Dimic, 1986: Lepidoptera: Gracillariidae) при різних термінах оброблення // Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер.: Фітопатологія та ентомологія. – 2011. – № 9. – С. 122–127.
30. Петрова С., Юрукова Л., Велчева І. Кінський каштан (*Aesculus hippocastanum* L.) як біомонітор забруднення повітря у м. Пловдив (Болгарія) // Журнал біологічних наук та біотехнологій. – 2012. – 1 (3). – С. 241–247.
31. Піндрус О.М., Яворівський П.П., Лукаш О.В. Біологічні процеси та чинники розкладання листового опаду як основа методики його компостування в зеленому господарстві міста. – К. : Лібра, 2004. – 107 с.
32. Про внесення зміни до Інструкції з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах та селищах міського типу України: затверджено наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 16.01.2007 р., № 8. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0082-07>
33. Програма охорони навколишнього середовища м. Сміла на 2022-2024 рік: Рішення міської ради міста Сміла від 12 черв. 2022 р. № 1256. – С. 2-25.
34. Роговський С.В. Заходи боротьби з мінуючою міллю як шкідника гіркокаштана звичайного в умовах Лісостепу України // Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2009. – № 28. – С. 26–33.
35. Сухаревич В.І., Кузикова І.Л., Медведева Н.Г. Захист від біопшкоджень, викликаних грибами. – СПб. : ЕЛБИ-СПб, 2009. – 207 с.

36. Черевченко Т.М., Кузнецов С.І. Біорізноманіття деревних рослин в умовах мегаполісів та його оптимізація (на прикладі м. Києва) // Науковий вісник УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.5. – С. 22-27.
37. Шаванова К.Є., Огороднійчук Ю.О., Машковська С.П., Чеченева Т.М. Можливості та перспективи введення в культуру *in vitro* різних видів каштанів // Матеріали І наук.- практ. конф. «Рослини та урбанізація» (Дніпропетровськ, 21—23 лист., 2007). – Дніпропетровськ, 2007. – С. 234–235.
38. Яловенко А.С. Життєвий стан деревних насаджень парку ім. Т.Г. Шевченка м. Запоріжжя // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, Т. 1. – С. 143–149.
39. Beckett K.P., Freer-Smith P.H., Taylor G. Effective tree species for local air quality management // *Journal of Arboriculture*. – 2000. – Vol. 26. – P. 12-19.
40. Kowalski, W.J. *Aerobiological Engineering Handbook*. – New York: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2006. – 846 p.
41. Percival, G.C., Banks, J.M. Studies of the interaction between horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) and bacterial bleeding canker (*Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*) // *Urban Forestry & Urban Greening*. – 2014. – Vol. 13, Issue 2. – P. 403–409. doi: 10.1016/j.ufug.2014.01.002
42. Štajner, D., Popović, B. M., Čalić, D., & Štajner, M. Comparative study of antioxidant status in androgenic embryos of *Aesculus hippocastanum* and *Aesculus flava* // *The Scientific World Journal*. – 2014. – P. 18–25.

# ДОДАТКИ

УДК 504.12

**ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ МІСЬКИХ НАСАДЖЕНЬ ГІРКОКАШТАНА ЗВИЧАЙНОГО  
(AESCULUS HIPPOCASTANUTN L.) ДЛЯ ОЦІНКИ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ  
МІСТА СМІЛИ**

*Ліхацька У.Я.,* магістр I р.н., факультету захисту рослин, біотехнологій та екології  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Зелені насадження відіграють важливу роль у збереженні екології та забезпеченні здоров'я людей. Вони створюють органічну речовину через фотосинтез і постачають кисень у біосферу. Зелені зони також мають велике значення для відпочинку, охорони природи та очищення навколишнього середовища. Вони сприяють біологічному, фізичному і хімічному очищенню повітря, виробляють фітонциди, запобігають ерозії, а також зменшують шум і швидкість вітру.

Проходячи через листя, гілки та стовбури дерев і кущів, тверді та аерозольні частинки у повітрі осідають на їхній поверхні. Це сприяє механічному очищенню повітря шляхом природної фільтрації. За даними дослідження Г.М. Ілька та С.А. Анікіної [1,2], на кожному гектарі зелених зон поблизу цементного заводу щороку відкладається близько 20 тон пилоподібних частинок. У регіонах з більшою кількістю опадів здатність зелених насаджень поглинати частинки у повітрі збільшується.

Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753) є одним з унікальних індикаторів забруднення навколишнього середовища і часто зустрічається у різних екологічних умовах більшості європейських міст, як у південній, так і в північній зоні з помірним кліматом [3-5]. Він відіграє роль природного фільтра, очищуючи повітря, ґрунт та воду від токсичних речовин, що викидаються промисловими підприємствами великих міст, і має значення в медицині [6,7]. Для успішного росту дерев важливі зовнішні фактори, такі як

достатнє освітлення, вода, кисень, поживні речовини, оптимальна температура, а також відсутність хвороб і шкідників. Загострення екологічної ситуації через глобальне потепління та аридизацію клімату, а також антропогенний вплив, висувають проблему адаптації і стійкості як одну з центральних в сучасній біології [8].

Рослинний склад міста Сміли формується з природних видів вищих судинних рослин, які залишилися на урбанізованих територіях, а також завезених видів. В основному в місті зустрічаються липи, в'язи, горобини, тополі, робінії псевдоакації, гледичія, і включають гірकोкаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.). Гірकोкаштан звичайний є не лише декоративною рослиною, але також відомий як один з найбільш вивчених видів щодо очищення повітря від аерополітантів. Він є важливим індикатором екологічних умов та рівня забруднення урбанізованого середовища, виконує важливу екосферну функцію і є природним фільтром для очищення ґрунту, повітря та води від техногенних забруднень. Він також має архітектурне, лікувальне та народногосподарське значення. Однак стан гірकोкаштанових насаджень в Україні погіршується через вплив промислових і автотранспортних викидів, посухи, засолення, а особливо через пошкодження від мінуючої молі *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić (Lepidoptera, Gracillariidae) та грибкової інфекції *Guinardia aesculi* [9-11].

Метою дослідження являється проведення інвентаризації та оцінки стану насаджень гірकोкаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) у місті Сміла.

За допомогою маршрутного, геоінформаційного, аналітичного методів, а також аналізу інформаційних джерел можна дослідити стан насаджень гіркокаштана звичайного і проаналізувати тенденції його розвитку, а також розробити рекомендації щодо результатів дослідження.

Розробка інвентаризаційної карти міських насаджень гіркокаштана звичайного дає можливість узагальнити інформацію про стан зелених насаджень міста (кількість, види, вік, хвороби та ушкодження тощо). Отримані дані про зелені насадження можуть визначити пріоритети розвитку ландшафтного дизайну, план дій з удосконалення міської зеленої інфраструктури для адаптації до зміни клімату тощо. На основі достовірних даних можна скласти якісний план розвитку міського озеленення.

#### Список використаних джерел:

1. Біологія каштанів / [І.П. Григорюк, С.П. Машковська, П.П. Яворівський, О.В. Колесніченко]. - К.: Логос, 2004. - 380 с.
2. Ількун Г.М. Очищення повітря рослинами від сполук свинцю / Г.М. Ількун, М.О. Маховська – Укр. ботан. журн. – 1978. – 35 , № 3. – С. 246–251.

3. Григорюк І.П., Лук'яненко Т.Л. Фізіологічні і молекулярні основи стійкості видів рослин роду *Aesculus* L. проти каштанової мінуючої молі: Монографія. – К.: ЦП «Компринт», 2015. 174 с.

4. Коваль І.М. Дендрохронологічні дослідження кінського каштана звичайного, пошкодженого каштановою мінуючою мідлю в лісостепу / І.М. Коваль, І.М. Мікуліна // Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.10. – С. 40–45.

5. Демчук Т.Л. Перебудови фітогормонального статусу в листках гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.), індуковані каштановою мінуючою мідлю (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic) / Т.Л. Демчук, І.П. Григорюк, Ю.В. Коломієць // Ботаніка та мікологія: проблеми і перспективи на 2011-2020 роки. Матеріали Всеукр. Наукової конференції. – Київ, 2011 – С.260-261.

6. Dudek-Makusch M., Matlawska I. Flavonoids from the flowers of *Aesculus hippocastanum*. *Acta Polonica Pharmaceutica – Drug Research*. 2011. 68, №3. P. 403–408.

7. Kapusta L., Janda B., Szajwaj B. Flavonoids in horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) seeds and powdered waste water byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 2007. 55. P. 8485–8490.

8. Черевченко Т.М., Косенко І.С., Вернюк Г.А. Завдання ботанічних садів та дендропарків України по втіленню в життя глобальної стратегії збереження рослин // Проблеми збереження та збагачення біорізноманітності в умовах антропогенно-зміненого середовища. – Дніпропетровськ: Проспект, 2005. С. 54-57.

9. Petrova, S., Yurukova, L. & Velcheva, I. (2012). Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) as a biomonitor of air pollution in the town of Plovdiv (Bulgaria). *Journal of Bioscience and Biotechnology*. 1(3). С. 241–247.

10. Shupranova, L. V., Holoborodko, K. K., Seliutina, O. V. & Pakhomov O. Y. (2019). The influence of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) on the activity of the enzymatic antioxidant system of protection of the assimilating organs of *Aesculus hippocastanum* in an urban environment. *Biosystems Diversity*. 27(3). С. 238–243.

11. Štajner, D., Popović, B. M., Čalić, D., & Štajner, M. (2014). Comparative study of antioxidant status in androgenic embryos of *Aesculus hippocastanum* and *Aesculus flava*. *The Scientific World Journal*. P. 18–25.

**ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ МІСЬКИХ НАСАДЖЕНЬ ГІРКОКАШТАНА  
ЗВИЧАЙНОГО (AESCULUS HIPPOCASTANUM L.) ДЛЯ ОЦІНКИ ЗЕЛЕНОЇ  
ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА СМІЛИ**

Ліхацька У.Я., студентка 2 року навчання магістратури факультету захисту  
рослин, біотехнологій та екології

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Озеленені території та зелені насадження в міських умовах виконують безліч різноманітних функцій, що охоплюють екологічні, соціальні, економічні, міські, історичні та культурні аспекти. Це підтверджується тим, що кількість і якість зелених насаджень є загально визнаними міжнародними критеріями відповідності міст принципам сталого розвитку [2].

У роботі «Біологія каштанів» І. П. Григорюк [1] зазначає, що насадження гіркокаштану є одними з найпоширеніших деревних порід в Україні. Крім того, ці дерева, висаджені в міських умовах, є ефективними біоаккумуляторами фітотоксичних забруднень. Із літератури відомо, що каштани мають високу здатність накопичувати шкідливі речовини, через що вони є потужними живими фільтрами та біоіндикаторами чистоти довкілля.

Зважаючи на потребу постійного контролю екологічного стану міських зелених насаджень, основною метою роботи визначено проведення інвентаризації міських насаджень гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) у місті Сміла.

Обстеження проводилися по вулицях району Шевченка, Центр, РПЗ( колишній радіоприладний завод) у місті Сміла, а саме : вулиця Тараса Шевченка (біля вокзалу), вулиця Тараса Шевченка (біля лікарні), центральний парк та сквер поряд із заводом. Нанесені дерева каштану на інвентаризаційній карті можна побачити на рисунку 1.



Рис 1. Інвентаризаційна карта гіркокаштану звичайного у парку міста Сміла

Створення інвентаризаційної карти міських насаджень гіркокаштана звичайного дозволяє отримати такі важливі відомості як:

- поточний стан зелених насаджень міста, включаючи кількість, види, вік, захворювання та пошкодження дерев;
- впорядковані дані про насадження можна аналізувати для визначення пріоритетів розвитку озеленення, зокрема:
  - ✓ ідентифікувати райони з великою кількістю старих дерев, що потребують поступової заміни;
  - ✓ виявити мікрорайони з критично низьким рівнем озеленення, що негативно впливає на комфорт проживання, і відповідно реагувати на ці потреби;
  - ✓ визначити ділянки, де насадження найбільше уражені хворобами та шкідниками, для вчасного застосування заходів захисту;
  - ✓ розробити план заходів з адаптації міста до змін клімату тощо.

Достовірні дані дають змогу створити ефективну програму розвитку міських зелених насаджень.

#### Список використаних джерел:

1. Біологія каштанів / [І.П. Григорюк, С.П. Машковська, П.П. Яворівський, О.В. Колесніченко]. - К. : Логос, 2004. - 380 с.
2. Черевченко Т.М., Косенко І.С., Вернюк Г.А. Завдання ботанічних садів та дендропарків України по втіленню в життя глобальної стратегії збереження рослин // Проблеми збереження та збагачення біорізноманітності в умовах антропогенно-зміненого середовища. – Дніпропетровськ: Проспект, 2005. С. 54-57.9.
3. Petrova, S., Yurukova, L. & Velcheva, I. (2012). Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) as a biomonitor of air pollution in the town of Plovdiv (Bulgaria). *Journal of Bioscience and Biotechnology*. 1(3). С. 241–247.