

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Спеціальність 206 – «Садово-паркове господарство»

«Допускається до захисту»
в.о. завідувачки кафедрою
доцент Іванченко О.Є.

«__» _____ 2021 р.

**Функціональний стан генеративного потомства
Aesculus hippocastanum L. в умовах м. Дніпро**

Здобувачка вищої освіти _____ Довгун А.М.

Керівник дипломної роботи:
к.б.н., доцент _____ Шупранова Л.В.

Консультанти:

з охорони праці
доцент _____ Кравець В.В.

нормоконтролер
к.б.н, доцент _____ Пономарьова О.А.

Дніпро - 2021

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Кафедра садово-паркового господарства

Освітній ступінь «Магістр»

Спеціальність 206 «Садово-паркове господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувачка кафедри

садово-паркового

господарства

проф. В.П. Бессонова _____

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧКИ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Довгун Анни Михайлівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Функціональний стан генеративного потомства *Aesculus hippocastanum* L. в умовах м. Дніпро»

затверджена наказом вищого навчального закладу від “___” _____ 2020 р.

№ _____

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи на кафедру «_15_» лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: еколого-біологічна характеристика *Aesculus hippocastanum* L.

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

1) проаналізувати рослини гіркокаштану звичайного за показником ваги насіння в насадженнях екологічно сприятливої зони і в приміагістральних насадженнях міста;

2) провести порівняльний аналіз вмісту Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, та Ni в контрольному і дослідному насінні;

3) виявити особливості зміни вмісту запасних білків насіння гіркокаштану звичайного в процесі його формування і проростання.

4) визначити відмінності в активності стресового ферменту пероксидази між контрольним і дослідним насінням в процесі його проростання.

5. Перелік графічного матеріалу: 5 таблиць, 24 рисунка, 1 додаток.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	доц. Кравець В. В.		

7. Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення теми роботи, мети і задач досліджень; вибір дослідних ділянок; збір матеріалу.	червень 2020 – жовтень 2020	<i>Виконано</i>
2	Написання за планом огляду літератури з теми; опрацювання наукової літератури за темою роботи. Проведення лабораторних досліджень.	червень 2020 – жовтень 2020	<i>Виконано</i>
3	Характеристика об'єктів, умов і методів проведення досліджень.	жовтень 2020	<i>Виконано</i>
4	Написання розділу «Охорона праці»	листопад 2021	<i>Виконано</i>
5	Проведення підрахунків, побудова таблиць, діаграм, графіків	грудень 2020	<i>Виконано</i>
6	Формулювання висновків і оформлення списку літератури	січень 2021	<i>Виконано</i>
7	Підготовка презентації і доповіді	Січень-лютий 2021	<i>Виконано</i>

Здобувач вищої освіти _____ Довгун А.М.
(підпис)

Керівник роботи _____ Шупранова Л.
(підпис)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ВСТУП	7
1 Огляд літератури	9
1.1 Роль зелених насаджень в урбанізованому середовищі.....	9
1.2 Стійкість гіркокаштану звичайного до стресових чинників довкілля.....	12
1.3 Роль білків в насінні деревних рослин.....	18
1.4 Роль антиоксидантної системи ферментів в захисті рослин від стресу.....	18
2 Умови проведення досліджень.....	24
2.1 Організаційно-господарські умови підприємства.....	24
2.2 Аналіз кліматичних і погодних умов Дніпропетровської області.....	26
2.3 Аналіз ґрунтів м. Дніпро.....	28
3 Експериментальна частина.....	31
3.1 Характеристика гіркокаштану звичайного.....	31
3.2 Методи проведення досліджень.....	34
3.3 Результати дослідження та їх обговорення.....	38
3.3.1 Аналіз рослин гіркокаштану звичайного за показником ваги і вмісту запасних білків зрілого насіння.....	38
3.3.2 Визначення особливостей зміни вмісту запасних білків насіння в процесі його формування і проростання.....	39
3.3.3 Динаміка активності пероксидази різних за чутливістю рослин в процесі його проростання.....	41
3.3.4 Порівняльний аналіз вмісту Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, та Ni в контрольному і дослідному насінні.....	42
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	45
4.1 Аналіз стану охорони праці в садово-парковому господарстві м. Дніпро.....	45
4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.....	47
4.2.1 Загальні положення	47
4.2.2 Зберігання хімічних реагентів в лабораторії.....	48
4.3 Організація та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників лабораторії.....	49
4.3.1 Вимоги безпеки перед початком роботи.....	49
4.3.2 Вимоги безпеки після закінчення роботи.....	49

	5
4.4. Правила безпечного виконання робіт в лабораторії.....	50
4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	53
Висновки та пропозиції виробництву.....	55
Список використаної літератури.....	56
Додаток 1.....	64

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 66 с., 6 табл., 7 рис., 78 літературних джерел.

Мета роботи: оцінити адаптивний потенціал генеративного потомства гіркокаштана звичайного за динамікою дозрівання і проростання насіння, накопичення важких металів, вмісту запасного білка та активності фермента антиоксидантного захисту пероксидази в умовах урбанізованого ландшафту.

Об'єкт дослідження: насіння гіркокаштана звичайного

Предмет дослідження: адаптивні зміни метаболізму *Aesculus hippocastanum* L.

Методи дослідження: польовий, лабораторний, статистичний

Використана апаратура: терези Mirra, фотоелектроколориметр ФЕК-2МП, центрифуга К-24, атомний абсорбціометр

Проведені порівняльні дослідження морфометричних і метаболічних показників насіння *Aesculus hippocastanum* L. різних за чутливістю до умов міського середовища як у процесі його формування, так і проростання в умовах міста Дніпро. Розраховано вагу насіння, визначено вміст запасного білку та активність пероксидази в сім'ядолях насіння гіркокаштана звичайного в процесі його формування і проростання. Представлені результати накопичення важких металів (Mn, Zn, Fe, Pb, Cd, Ni) у насінні різних за чутливістю до умов урбанізованого середовища дерев *Aesculus hippocastanum*. Представлені дані щодо закономірностей впливу несприятливих чинників міського середовища на фізіолого-біохімічні насіння.

Ключові слова: *Aesculus hippocastanum* L., насіння, запасні білки, пероксидаза, важкі метали

ВСТУП

Видовий склад рослин м. Дніпро формується за рахунок природних видів вищих судинних рослин, які зберегли своє існування на урбанізованих територіях, та завезених видів. Деревя представлені в основному липами, в'язами, горобинами, тополями, робінією псевдоакацією, гледичією і в т.ч. гіркокаштаном звичайним (*Aesculus hippocastanum* L.). Гіркокаштан звичайний використовують не тільки в якості декоративних насаджень, але є одним з найбільш вивчених видів рослин по відношенню до забруднення повітря аерополітантами, є унікальним індикатором екологічних умов і стану забруднення урбанізованого середовища, виконує важливу екосферну функцію та виступає універсальним природним фільтром очищення ґрунту, повітря, води від техногенних забруднень, має вагоме архітектурне, лікувальне та народногосподарське значення. Але стан каштанових насаджень в Україні суттєво погіршується внаслідок несприятливої дії промислових і автотранспортних викидів, посухи, засолення і, особливо, в останнє десятиліття внаслідок пошкоджуючої дії молі-мінера *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić (*Lepidoptera, Gracillaridae*), а також грибової інфекції *Guinardia aesculi* [1-3].

Серед дерев гіркокаштану звичайного виявляються стійкі екземпляри, з яких рекомендується збирати насіння для вирощування (але не масового) в умовах міста, як адаптованих до несприятливих умов урбаносередовища. У той же час основні дослідження впливу негативних чинників довкілля на рослини гіркокаштану звичайного проводяться на листках, а метаболізм насіння вивчений недостатньо. Для діагностики впливу екстремальних чинників довкілля на рослини, звертають перш за все увагу на ті, що базуються на визначенні стану білоксинтезуючого апарату насіння, зокрема запасних білків, які є резервом для молодої рослини [4-6]. Від вмісту сполук нітрогену, швидкості їх трансформації і використання в метаболічних процесах в значній мірі залежить успішність проростання насіння в природних умовах.

Мета досліджень: оцінити адаптивний потенціал генеративного потомства гіркокаштана звичайного за динамікою дозрівання і проростання насіння, накопичення важких металів, вмісту запасного білка та активності фермента антиоксидантного захисту пероксидази в умовах урбанізованого ландшафту.

Для досягнення мети поставлені такі задачі:

1. Проаналізувати рослини гіркокаштану звичайного різних за чутливістю до міського середовища за показником ваги і вмісту запасних білків зрілого насіння.

3. Виявити особливості зміни вмісту запасних білків насіння гіркокаштану звичайного в процесі його формування і проростання.

4. Визначити відмінності в активності пероксидази між контрольним і дослідним насінням в процесі його проростання.

2. Провести порівняльний аналіз вмісту Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, та Ni в контрольному і дослідному насінні.

Об'єкт дослідження: насіння гіркокаштану звичайного.

Предмет дослідження: фізіолого-біохімічні закономірності процесів формування і проростання насіння *A. hippocastanum* L.

Методи дослідження: польовий і лабораторний дослід, фізіолого-біохімічний, статистичний.

Використане обладнання: терези Mirra, іонімір універсальний ЭВ-74, фотоелектроколориметр КФК-2МП, центрифуга К-24, атомний абсорбціометр С-115 М.

Наукова новизна одержаних результатів: проведено комплексний аналіз фізіолого-біохімічних показників насіння дерев *Aesculus hippocastanum* L. різних за чутливістю до комплексу негативної дії міського середовища.

Практичне значення одержаних результатів. Визначені показники слід враховувати при відборі насіння для отримання саджанців і використання в насадженнях міста.

1. Огляд літератури

1.1 Роль зелених насаджень в урбанізованому середовищі

Для забезпечення стабільного розвитку міст і населених пунктів України – це підвищення екологічної та санітарно-епідеміологічної безпеки проживання населення, стійке збереження високого рівня екологічної ємності урбанізованої системи, формування безперервної системи зелених насаджень різних типів, покращення їх естетичної привабливості, боротьба з фітопатогенними захворюваннями та шкідниками деревних порід в міжквартальних насадженнях, скверах парках та унеможливлення виникнення забруднення довкілля [7,8].

Зелені насадження є органічною частиною планувальної структури сучасного міста і виконують різноманітні функції. Ці функції підрозділяють на дві великі групи:

- санітарно-гігієнічні
- декоративно-планувальні.

Санітарно-гігієнічні функції.

Зелені насадження очищують міське повітря від пилу і газів. Пил, що міститься в повітрі, під силою тяжіння осідає на дерева і кущі. Деяка кількість пилу випадає з повітряного потоку і осідає на стовбурах, гілках, листі. Під час дощу цей пил змивається на землю. Під зеленими насадженнями внаслідок різниці температур, виникають низхідні потоки повітря, які також захоплюють пил на землю. Серед зелених насаджень запилене повітря в 2-3 рази менше, ніж на відкритих міських територіях. Пилозатримуючі властивості різних порід дерев і кущів неоднакові і залежать від морфологічних особливостей листя. Краще за все затримує пил шорстке листя, поверхня якого покрита ворсинками, як у бузку [9].

Зелені насадження значно зменшують шкідливу концентрацію газів, що знаходяться в повітрі.

Наприклад, концентрація оксидів нітрогену знижується на відстані 1 км від місця викидів до $0,7 \text{ мг/м}^3$, а за наявності зелених насаджень – до $0,13 \text{ мг/м}^3$ [10-12].

Особливістю зелених насаджень є також те, що вони в результаті фотосинтезу поглинають з повітря вуглекислий газ і виділяють кисень [13-15]. У середньому 1 га зелених насаджень поглинає за 1 год 8 л вуглекислоти. Різні породи деревно-чагарникових рослин мають неоднакову інтенсивність фотосинтезу і тому виділяють різну кількість кисню. Древа з більшою листяною масою виділяють більше кисню.

Зелені насадження впливають на тепловий режим міста. Але для ефективного впливу зелених насаджень на регулювання теплового режиму в місті повинна визначатися такими умовами:

- створювати систему, яка б включала всі типи зелених насаджень (посадки дерев, чагарників, газонів);
- необхідно, щоб зелені насадження вводились безпосередньо в глибину забудови;
- площа зелених насаджень у містах повинна бути достатньо велика, так як у невеликих парках і скверах температура і чистота повітря практично не відрізняється від чистоти повітря ділянок, що прилягають до забудови;
- щільність посадок дерев і чагарників повинна забезпечувати затінення не менш 50% території.

Рядом досліджень показано, що вологість повітря може підвищуватись на 30% в зоні, яка віддалена від зеленого насадження на 500 м. Навіть неширокі смуги дерев і чагарників (10 м) вже на відстані 600 м підвищують вологість повітря на 8% порівняно з відкритою ділянкою. Вологий режим серед зелених насаджень у спекотний день є сприятливим, пом'якшувальним і не має таких різких коливань, як на опромінених відкритих ділянках [16].

Декоративно-планувальні функції зелених насаджень.

Їх підрозділяють на наступні групи:

- ландшафтоутворювальні;

- планувальні;
- організацію відпочинку міського населення.

Ландшафтоутворювальні функції. Зелені насадження беруть активну участь у створенні ландшафтів житлових районів. Великі зелені масиви, розташовані між окремими районами забудови, об'єднує їх, надають місту цілісність і закінченість.

Міські зелені насадження є засобом індивідуалізації районів і мікрорайонів міста. За їх допомогою долається монотонність міської забудови, яка викликана індустріальними методами будівництва з використанням типових проектів.

Планувальні функції зелених насаджень полягають в організації міських територій. Невеликі ділянки зелених насаджень, дерева і чагарники, що окремо ростуть, газони і квітники, розташовані біля міських магістралей, на площах, мають велику планувальну роль, організують рух і підкреслюють найбільш відповідальні елементи архітектури. Висаджені біля житлових будинків, зелені насадження є основою функціонального поділу житлових територій, так як ізолюють їх від транспортних доріг, відмежовують дитячі майданчики і майданчики для відпочинку від господарських ділянок тощо [17].

Функція організації відпочинку міського населення. Велике значення зелені насадження мають у вирішенні проблем організації відпочинку населення. Комфортні умови в садах і парках, менш висока температура в спекотні дні, наявність у повітрі фітонцидів, невелика запиленість повітря з підвищеним вмістом кисню сприятливо діють на нервову систему людини, зміцнюють його здоров'я і підвищують працездатність.

Таким чином, зелені насадження допомагають людині вижити в несприятливих умовах індустріальних міст, але й самі вимагають від нас ретельного догляду і бережливого відношення до них.

1.2. Стійкість гіркокаштану звичайного до стресових чинників довкілля

Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753) є одним з унікальних індикаторів забруднення навколишнього середовища, поширений в різних екологічних умовах більшості Європейських міст як у південній, так і в північній зоні з помірним кліматом [18-20]. Він відноситься до природного фільтру очищення повітря, ґрунту і води від токсичних речовин, які викидаються промисловими підприємствами великих міст, а також є цінною породою через широке використання в медицині [21-24].

Загальними вимогами для сприятливого росту деревних рослин є зовнішні фактори середовища, такі як достатнє освітлення, вода, кисень, поживні речовини, оптимальна температура, відсутність хвороб та шкідників. Різке загострення екологічної ситуації в світі через глобальне потепління та аридизацію клімату, антропогенного впливу висувають проблему адаптації і стійкості як одну з центральних проблем в сучасній біології [25, 26].

Стресова дія посухи і недостатня аерація ґрунту індукують зниження оводненості тканин, уповільнює або припиняє ріст, викликає засихання і опадання листя каштанів. Гіркокаштан звичайний слабостійкий до посухи. В цей період стресу підвищується вміст жирних кислот, знижується вміст фосфоліпідів, спостерігається перехід у стан гелю. Показано, що ґрунтова посуха спричиняє порушення водного режиму рослин каштанів [27]. За дії тривалої посухи відзначається зниження інтенсивності дихання і фотосинтезу листків. Дефіцит води призводив до істотного зниження вмісту хлорофілу. При цьому хлорофіл *b* виявився стійкішим до стресової дії посухи, що пов'язано з особливостями функціонування фотосистеми I, яка в умовах зневоднення клітин зменшує світлове і теплове навантаження на світлозбиральні комплекси за рахунок загального зниження вмісту пігментів та найчутливішого до дії посухи хлорофілу *a*.

Розпад пігментного апарату і зниження фотосинтетичної активності за умов водного дефіциту пригнічували інтенсивність та спрямованість синтетичних процесів, зокрема, синтез білка [28]. У цілому дефіцит вологи в ґрунті викликав порушення водного режиму, знижував інтенсивність енергозабезпечення, фотосинтезу, темного дихання, вміст хлорофілів, гальмував синтез білків, ріст і розвиток рослин гіркокаштана звичайного.

Дерева гіркокаштану звичайного, які вирощуються на території України, здатні переносити зимові умови без пошкоджень.

Гіркокаштан звичайний довгий час належав до числа високостійких деревних порід [12, 29]. Але в останні два десятиліття стан каштанових насаджень суттєво погіршився як через глобальні зміни клімату та посилення техногенного навантаження, так й через масове розмноження шкідників і фітопатогенів [31-33]. Особливо ця порода потерпає від каштанового листкового мінера (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986), для якого вона є основною кормовою рослиною. Наслідком цього впливу є сильне пошкодження листя і передчасна дефоліація. Це негативно позначається на накопиченні резервів поживних речовин необхідних для підтримки життєвості рослин узимку і відновлення росту навесні. Рівень пошкодження гусінню *C. ohridella* листкових пластинок гіркокаштана в умовах зелених насаджень міст за даними Зерової та ін. (2007) сягає від 3.0 до 84.5%.

Листковий мінер *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić впливає на функціональний стан каштану кінського (*Aesculus* L.), що підтверджується змінами у вмісті розчинних білків, активності та ізоферментному складі бензидинової пероксидази протягом вегетації.

Так, показано зниження вмісту легкокорозчинних білків листя *Aesculus hippocastanum* у серпні за високого рівня ураження шкідником листя каштану кінського, а також порівняно з липнем [31, 34]. Статистично значимі відмінності встановлено для бензидин-пероксидази, активність якої підвищувалась в середньому в 2,4 рази за ураження шкідником листя дерев каштану кінського.

Динаміка активності ферменту при переході від липня до серпня, як на ділянках контрольної зони, так і в зонах з високим рівнем ураження листків фітофагом, була спрямована в бік підвищеної активності. Ця закономірність поряд із підвищенням тривалості дії шкідника може бути формою захисту, завдяки якій рослини знижують окиснювальне навантаження, викликане активними формами кисню, які утворюються за стресових умов. Високий рівень ураження листків фітофагом знайшов своє відображення в зміні ізозимного профілю бензидин-пероксидази. У листках, пошкоджених мінером на 78,3 і 97,5% активується експресія ізоформ ВРОД з рІ 4,21 і з рІ 4,15 (на 67,7 і 120%) та інгібується активність домінантної ізопероксидази з рІ 4,25. Зафіксовано зміну значень рІ в групі дерев з п. Т.Г. Шевченка.

Отримані результати продемонстрували активізацію ферментативної антиоксидантної системи захисту каштану кінського на пошкоджуючу дію каштанової мінуючої молі, що дозволяє рослині вижити і завершити програму онтогенезу в цих несприятливих умовах. Найбільш вагомим для захисту клітин від мінера виявилось підвищення активності гваякол-пероксидази, що свідчить про посилення бар'єрних властивостей клітин. При цьому, як зазначають автори, не виключається вплив урбогенного середовища (викиди автомобільного транспорту, промислових підприємств) на метаболізм ферментів-антиоксидантів асимілюючих органів дерев *A. hippocastanum*, що потребує подальших досліджень сумісної дії несприятливих для рослин каштану кінського абіотичних і біотичних факторів середовища.

Одним із наслідків урбанізації є забруднення навколишнього середовища продуктами виробничої і побутової діяльності людини.

Усі ґрунти планети, як наслідок надходження забруднювачів з опадами та аерозолями, зазнають глобального техногенного впливу. Взагалі, в біосферу Землі надходить понад 500 тисяч хімічних речовин – продуктів

техногенезу, більша частина з яких акумулюється в ґрунтах [35]. Значне місце серед них займають важкі метали [36].

Встановлено, що акумулювання плюмбуму в коренях гіркокаштану нелінійно збільшується при зростанні кількості елемента в ґрунті [12]. При збільшенні концентрації в ґрунті основна частина Pb затримується в корені, в листки надходить лише від 5 до 10% накопиченої кількості кореневою системою. Аналіз різних частин рослинного організму показує, що найбільший вміст важких металів міститься в коренях, потім у стовбурах і листках, а потім в плодах.

В умовах антропогенного забруднення ґрунту і атмосфери рослини вимушені акумулювати шкідливі хімічні елементи в надлишкових кількостях, які порушують у першу чергу обмін нітрогену, що відбивається на вмісті вільних амінокислот, які відіграють суттєву роль в захисних механізмах за дії техногенного навантаження [37]. Встановлено, що в листках гіркокаштану накопичується більший вміст вільних амінокислот порівняно з більш стійкою породою дубом червоним.

Встановлено, що підвищення рівня важких металів і шкідливих хімічних речовин в умовах урбанізованого середовища викликає їх фітотоксичне накопичення, яке проявляється в порушенні процесів азотного і білкового метаболізму, розкладі пігментів, зниженні інтенсивності фотосинтезу і дихання гіркокаштану звичайного.

На основі вивчення літературних джерел, слід відзначити, що основні дослідження проводяться в листках і коренях рослин. У той час як метаболізм і акумулювання важких металів в насінні *A. hippocastanum* вивчено недостатньо.

Стигле насіння гіркокаштану звичайного в сприятливих умовах швидко проростає, формуючи нормальні проростки (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - Плоди насіння і проростки *A. hippocastanum*

Цей факт є вагомим доказом того, що насіння перебуває в стані вимушеного, а не глибокого фізіологічного спокою. На відміну від насіння інших видів, що зневоднюються, насіння *A. hippocastanum* зберігає високий рівень вологи по завершенню ембріогенезу і при дегідратації швидко втрачає життєздатність. Таке насіння відноситься до гомеогідрового типу, або «рекальцитрантного» насіння, що є синонімом вказаного. Показано, що високий рівень вологи в зрілому насінні рекальцитрантного типу, дозволяє йому проростати без додаткового оводнення [39]. Ця особливість утруднює визначення моменту переходу насіння від розвитку до проростання. Оскільки таке насіння швидко проростає, то для його зберігання необхідні специфічні умови: обов'язкове підтримання високого рівня вологи і пониженої температури [40].

Однак, навіть в оптимальних умовах зберігання період життєдіяльності цього насіння у більшості видів обмежений і триває від кількох тижнів до року [41, 42]. Це підтверджується також електронно-мікроскопічними дослідженнями [43]. Автори зазначають, що за станом ультраструктури клітини зародка гіркокаштану близькі до таких рекальцитрантного насіння інших видів [44]. Встановлено наявність вакуолярної системи в клітинах зародка рекальцитрантного насіння, що обумовлює його значну чутливість до низьких температур [45]. Припускається, що формування механізмів їх захисту від низьких температур обумовлений гідролізом крохмалю подібно до бруньок деревних рослин [46].

Таким чином, вищевикладені дані вказують, що насіння *A. hippocastanum* відноситься до гомеогідрового типу і має вимушений період спокою. Оскільки насіння гіркокаштану звичайного чутливе до зневоднення, його зберігають при пониженій температурі (від +2°C до +11°C) у вологому субстраті [47-49].

Вихід насіння з глибокого спокою регулюється цитокінінами, а прокльовування насіння, яке вийшло зі спокою, визначається ростом рівня оводненості осьових органів за рахунок накопичення осмотично активних з'єднань і розм'якшення клітинних оболонок [50].

За класифікацією Фішера, гіркокаштан звичайний належить до «крохмальних дерев» (49,5%), які, крім того, містять достатню кількість жирів у корі гілок і стовбура, незначну - в деревині та серцевині. В бруньках міститься багато жирів, але зовсім немає крохмалю. В золі плодів гіркокаштану звичайного виявлено більше 20 елементів, в плодах гіркокаштану звичайного є значна кількість фосфору (P) (0,19%). Особливо вони багаті й такими цінними для організму людини елементами, як залізо, нікель, цинк і купрум. Заліза міститься від 0,82 до 0,95 мг %, це в 2 - 3 рази більше, ніж в яблуках, грушах та сливах.

Насіння гіркокаштану містить до 10% сапонінів (ескулін, есцин, артресцин, фраксин), 5-7% жирної олії, флавоноїди, до 49,5% крохмалю, 7-10% білків, а також вітаміни С, групи В і К. У невеликій кількості містяться дубильні речовини (0,9%), кумаринові глікозиди – ескулін і фраксин [51].

Показано, що плоди рослин гіркокаштану виявляють значну індивідуальну мінливість за вмістом різних компонентів. Встановлена наступна закономірність: плоди дрібноплідних форм містять більший відсоток простих цукрів, а вміст крохмалю, навпаки, має тенденцію до зменшення. Сумарна кількість вуглеводів у плодах майже однакова і становить біля 77 % сухої маси речовини. Крупні плоди містять більше води на 6 - 10 % від маси плоду, ніж дрібні.

1.3 Роль білків в насінні деревних рослин

Одним з ефективних методів для пізнання впливу різних видів забруднювачів є вивчення мінливості білків насіння. На теперішній час накопичено значний експериментальний матеріал з використання білків при розробці принципів і методів маркування генетичних систем рослин [53, 54]. Установлені можливості визначення по білкам-маркерам приналежності рослини до виду, біотипу, ступеню спорідненості, виявлення генетичної гетерогенності в морфологічно однорідних природних популяціях.

Крім того, за характером спектру ідентифікованих білків аналізуються зміни в експресії генів рослин у різних органах і тканинах, органелах і субклітинних компартментах у процесі їх росту і розвитку у відповідь на вплив внутрішніх і зовнішніх факторів (обробка гормонами, гербіцидами, важкими металами тощо, біотичний і абіотичний стреси) [55-59], за якими можна судити про геномну активність, спрямовану на захист клітин і підтримку гомеостазу.

Вивчення біохімічного поліморфізму популяції гіркокаштану проводили по ЕФ-спектрам легкорозчинних білків з окремих районів м. Дніпро, показали, що дерева виявились поліморфними за електрофоретичними спектрами як нативних, так і відновлених білків. Значний поліморфізм, виявлений в запасному білку насіння, дозволяє використовувати спектри білка для визначення внутрішньопопуляційного складу гіркокаштану звичайного, характеристики і реєстрації його генофонду [60]. Така реєстрація надає можливість шляхом порівняльного аналізу прослідкувати за зміною структури окремих дерев за впливу різних умов зростання, а також визначити втрату типовості білкових спектрів у результаті негативної дії поллютантів.

Запасні білки насіння піддаються гідролізу до амінокислот. Амінокислоти, що утворюються, пересуваються до точок росту і використовуються на синтез конституційних білків нових клітин.

Проте амінокислотний склад цих білків різко відрізняється від складу молекул запасних білків.

Частина "зайвих" амінокислот дезамінується з утворенням органічних кислот і аміаку. Як встановлено дослідженнями Д.Н. Прянішнікова, в проростаючому насінні аміак відразу ж знешкоджується, включаючись до складу аспарагіна. Аспарагін, що утворюється, може служити донором аміногруп при подальшому синтезі інших амінокислот. Таким чином, якщо вміст безазотистих речовин при проростанні насіння різко знижується через їх витрати на дихання, то сумарна кількість азотистих з'єднань практично залишається постійною. Якість насіння, як і інтенсивність розвитку рослини, в період гетеротрофного живлення визначаються темпами мобілізації запасних речовин, серед яких азотистим з'єднанням належить особлива роль. Від їх вмісту, швидкості трансформації і використання в метаболічних процесах, значною мірою, залежить успішність проростання і подальше зростання проростків в екстремальних умовах середовища. У літературі є відомості про те, що насіння з більш високим вмістом білків має підвищену схожість, що вимагає глибшого вивчення ролі білкових з'єднань при проростанні насіння гіркокаштана звичайного [61].

1.4 Роль антиоксидантної системи ферментів в захисті рослин від пошкоджуючої дії абіотичних і біотичних чинників середовища

Токсична дія хімічних сполук, в тому числі важких металів, пов'язана з інактивацією ферментів, що викликає дисбаланс і необернені зміни в системах метаболізму клітин. Григорюком і соавт. (2004) показано, що токсичні рівні ртуті в поживному середовищі зумовлюють зміни активності пероксидази в листках деревних рослин, в тому числі і у гіркокаштана звичайного. Встановлено, що проникнення сірки через листки зумовлює підвищення активності розчинної пероксидази [10], причому для стійкіших рослин таке підвищення суттєвіше.

У нестійких деревних рослин спостерігається пригнічення полютантами захисних механізмів клітин, які контролюються пероксидазами.

У цілому, стійкість гіркокаштану до підвищених і токсичних рівнів важких металів і сірчистого газу залежить від інтенсивності адаптаційних реакцій, що проявляється в існуванні багаторівневих системах захисту.

Рослини гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) постійно знаходяться під впливом несприятливих абіотичних факторів середовища (водного дефіциту, низької і високої температур, затінення, нестачі чи надлишку важких металів, засолення, ураження патогенними організмами й фітофагами). В умовах стресу в рослинному організмі посилюється інтенсивність дихання і пов'язані з ним окисно-відновні процеси, що супроводжуються утворенням активних форм кисню і вільних радикалів, які зумовлюють перекисне окиснення ліпідів. Зменшення пулу антиоксидантів, які нейтралізують негативну дію вільних радикалів, порушує баланс прооксидантно-антиоксидантної рівноваги [62]. Наслідки оксидативного стресу нейтралізуються неферментативною антиоксидантною системою, до якої належать фенольні сполуки (флавоноїди, таніни, оксикоричні кислоти) [57]. Вони виконують захисну функцію за умов інфікування рослин, індують утворення хімічних і тканинних бар'єрів та підсилюють процеси відновлення клітин. Поліфеноли, як високоактивні донори і акцептори протонів й електронів, стабілізують вільні радикали та беруть участь у хелатуванні іонів перехідних металів (реакція Фентона). Рослини гіркокаштана звичайного синтезують у вегетативних і генеративних органах велику кількість фенолів, необхідних для формування систем стійкості. Антиоксидантну активність насіння гіркокаштана пов'язують з високим вмістом флавоноїдів [63, 64]. У листках рослин інших видів роду *Aesculus*, таких як гіркокаштан дрібноквітковий (*Aesculus parviflora* Walt.) і гіркокаштан гладколистий або голий (*Aesculus glabra* Willd.) виявлено 28 фенольних сполук, які належать до групи гідроксикоричних кислот, флаван-3-олів та флавонолів [65].

Причиною підвищеної стійкості гіркокаштана дрібноквіткового порівняно з гіркокаштаном гладколистим вважають високу концентрацію полімерних проціанідинів у листках рослин проти каштанового мінера (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) [4, 12]. Ці результати демонструють, що визначені хімічні сполуки не дають повного уявлення про біохімічні взаємовідносини між *C. ohridella* і проаналізованими деревами каштану кінського звичайного. При дослідженні реакції рослин каштану кінського як на вплив фітофагів, так і на аеротехногенне забруднення підкреслюється важливість хімічної складової захисних систем рослин, яка охоплює вторинні метаболіти (алкалоїди, терпеноїди, ціаногенні глікозиди, флавоноїди, таніни, оксикоричні кислоти), ферменти антиоксидантного захисту, які беруть участь у блокуванні процесів передачі сигналу по рослині, інгібуванні метаболізму, підвищенні витрат ресурсів та енергії на засвоювання поживних речовин [7, 66], нейтралізації активних форм кисню [2, 67] та ін. При дослідженні гіркокаштана звичайного Thalmann et al. (2003) встановили суттєве зниження запасання фотосинтатів насінням у заражених деревах щодо контролю. Математичні розрахунки моделей заражених каштановою міллю дерев у Північній Італії показали, що фотосинтетичні чисті втрати первинної продукції заражених дерев становили близько 30% щорічно [68], що може серйозно погіршити майбутній ріст і виживання саджанців гіркокаштана звичайного.

Пероксидаза - фермент, який широко розповсюджений в живих організмах. За своєю природою пероксидаза є поліфункціональним ензимом і бере участь в багатьох процесах життєдіяльності рослин [69]. Ензим бере участь у регуляції росту й розвитку рослинних організмів, оскільки каталізує захисні реакції від пошкоджень різного типу, бере участь у формуванні клітинної стінки і диханні рослин. Основна функція – це каталіз окиснення перекисом водню H_2O_2 різних субстратів, і в першу чергу поліфенольної структури.

У той же час за надлишку субстратів, які мають високий відновлювальний потенціал, пероксидази проявляють оксигеназну активність, каталізуючи генерацію H_2O_2 . Активація ферменту є результатом біосинтезу додаткових ізоформ пероксидази з каталітичною активністю. Лабільність пероксидазної системи дає можливість використовувати її як маркер для кращої характеристики захисних механізмів рослин.

Пероксидази забезпечують нормальний хід окислювальних процесів за різноманітного негативного впливу на рослину: вони змінюють свою активність паралельно зі збільшенням механічного пресування на рослини, що дозволяє припускати їх взаємну обумовленість. Незначне підвищення концентрації пероксидази в тканинах листя стимулює фітоімунітет і ріст рослин, підвищуючи їх комплексну стійкість [14]. Доведена роль ферменту в утворенні ауксину, етилену, відновленні нітратів і нітритів, тобто в азотному обміні, ростових процесах. У присутності пероксидази регулюється дозрівання і старіння тканин, синтез лігніну [15]. Пероксидаза прискорює гідроксилування проліну, який входить до складу клітинних стінок, що впливає на розтягнення, і в результаті регулює проникність клітинних мембрани [17]. На основі цитохімічних досліджень пероксидазна активність виявлена в цитоплазмі, клітинній стінці, хромосомах та ядерцях. Даний фермент є найбільш часто досліджуваним при аналізі соматоклональної мінливості, що виникає в культурі тканини в умовах *in vitro*. Крім того, пероксидаза чутлива до різних несприятливих впливів і широко використовується дослідниками для оцінки чутливості/стійкості до стресу. Пероксидаза є індукцибельним ферментом, індуктором якого можуть служити фізичні, хімічні та біологічні фактори. Кислі та основні пероксидази беруть участь у реакції-відповіді при стресовому стані рослинного організму (Андреева, 1988). Наприклад, лужні пероксидази можуть функціонувати як модифікатори генної активності. У процесі індукції резистентності участь пероксидаз визначається генерацією високотоксичних молекул H_2O_2 і встановленням структурних бар'єрів.

Рослинні пероксидази акумулюються локально в місці інфекції або при впливі абіотичних факторів, експресуються системно і завжди присутні в рослинах в певній кількості. Вони беруть участь в регуляції широкого спектру фізіологічних процесів протягом усього циклу життя рослин завдяки великій кількості ізоформ і множинності реакцій, що каталізуються ними.

Отже, пероксидази – індукцйбельні ферменти, що беруть участь в ростових процесах, азотному обміні, регуляції росту і розвитку, при оцінці чутливості та стійкості до стресу, підвищують комплексну стійкість рослин [66, 70].

2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організаційно-господарські умови підприємства

Об'єктом дослідження слугувало насіння рослин гіркокаштану звичайного *Aesculus hippocastanum* L., відібраних з дерев на пр. Д. Яворницького (район п. Глоби) і рекреаційної зони з водним об'єктом (штучне озеро) Новокодацького району м. Дніпро (рис. 2.1).



Рисунок 2.1. - Рекреаційна зона з водним об'єктом (штучне озеро на місці в минулому кар'єра з видобутку граніта) на житловому масиві Червоний камінь

На цьому місці ще в 50-х роках минулого століття видобували червоний граніт, але через різке підвищення ґрунтових вод кар'єр затопило і з 1970-х років тут відпочивають місцеві жителі. Свою назву житловий масив отримав завдяки кар'єру, де видобували червоний граніт. Навколо озера зростає велика кількість зелених насаджень в тому числі й гіркокаштан звичайний (рис. 2.2).



Рисунок 2.2. Зелені насадження біля озера

Проспект Дмитра Яворницького являється центральною вулицею міста Дніпра (рис. 2.3). Довжина проспекту зі сходу на захід - 5000 метрів. Пролягає у Соборному, Шевченківському та Центральному адміністративних районах міста й відповідно у історичних районах — на Горі, у Половиці й Фабриці.



Рисунок 2.3 - Проспект Дмитра Яворницького

Історичні назви проспекту – Велика вулиця, Велика бульварна вулиця, Катерининський проспект (1834–1923), проспект К. Маркса (1923–2016).

Проспект формувався у вуличній мережі козацької слободи Половиця після закладання генерального плану Клодом Геруа міста й слугував основним шляхом з Нового у Старий Кодак, частиною загальноукраїнського шляху з Києва на Кічкас.

Проспект починається поблизу пам'ятника Слави у Нагірному районі, спускається у пойму Дніпра у давню Половицю – сучасний міський центр й закінчується Вокзальною площею неподалік залізничної станції Дніпро-Головний у катеринославському районі Фабрика.

На досліджених дослідних ділянках справою озеленення займається «Міськзеленбуд». Виробниче комунальне унітарне підприємство «Міськзеленбуд» є найбільшою в м. Дніпро організацією з озеленення та благоустрою. За підприємствами системи «Міськзеленбуд» закріплені об'єкти загального користування м. Дніпропетровськ: 5 парків, 59 скверів, 26 бульварів, набережні, озеленені території та насадження вздовж вулиць та ін., загальною площею 10 134 га.

2.2. Аналіз кліматичних і погодних умов Дніпропетровської області

Місто Дніпро розташовується в зоні помірних широт. Клімат помірно-континентальний (прохолодна зима, посушливе літо). Різко посушливі роки чергуються з помірно вологими. Область має рівнинний характер та прилеглі території створюють умови для безперешкодного проникнення повітряних мас із різними властивостями.

На територію Дніпропетровської області йде вплив Атлантичного океану з однієї сторони й Великого Євразійського континенту з іншої. Узимку, викликаний циклональною діяльністю, спостерігається інтенсивний міжширотний обмін повітря .

У результаті утворення відрогів Азорського або Азіатського максимумів на території області встановлюються антициклональні умови.

На Дніпропетровщині встановлюється спекотна, суха погода, тому що в процесі трансформації над континентом повітряні маси втрачають вологу. Узимку обумовлює на території області суху морозну погоду значний розвиток відрогів Азіатського максимуму. Восени, часто спостерігаються посушливі явища, коли переважає антициклоніальний тип погоди. Протягом майже цілого року на території області переважає континентальне повітря помірних широт, із чим і пов'язані умови недостатнього зволоження .

Середньорічна температура змінюється в межах $+7...+9$ °С. Найбільш холодний місяць – січень, середньодобова температура якого становить $-4...-6$ °С, а найбільш теплий – липень із температурою $+21...+24$ °С.

Початок вегетаційного періоду рослин в степовому Придніпров'ї припадає на інтервал від 17 березня до 10 квітня і збігається з переходом середньодобових температур через 5°C .

Переважають вітри північно-західного й південно-східного напрямку, узимку – південно-східні, улітку – північно-західні. Середньорічна швидкість вітру в області становить узимку $5 - 5,5$ м/с, улітку – $3,5-4$ м/с.

Річна кількість опадів збільшується від $400-430$ мм на півдні, до $450-490$ мм на півночі. Максимум – 800 мм, і мінімум опадів – 250 мм – в аномальні роки .

Сніговий покрив не стійкий. Тривалість зими на території області – $3-3,5$ місяці. Мінімальні температури взимку – 38°C . Часті відлиги. Переважні в цей час опади – сніг. Постійний сніжний покрив утвориться звичайно в 20 -их числах грудня й зберігається до початку березня. Його товщина часто не перевищує $10-15$ см.

Весна коротка, із частими заморозками, снігопадами, заметілями, що переважають у першій її половині. У другій половині – часті посухи.

Літо настає в першій декаді травня, закінчується в третій декаді вересня. На початку літа погода нестійка, часті дощі, грози. У другій половині – жарка, малохмарна погода.

Середньодобова температура липня становить у південних районах +22...+23°C, на північному сході +21°C. Максимум температур у цей час +41°C.

У червні кількість опадів перевищує 60 мм, а в окремі роки збільшується до 180-200мм або зменшується практично до нуля. Тривалість осіннього сезону визначається періодом зниження середньодобової температури повітря від + 15°C до 0°C. Осінь починається в північних і північно-східних районах області звичайно на початку третьої декади вересня, на півдні затримується на 5-7 діб. У вересні переважно суха, тепла й малохмарна погода. Жовтень-листопад – хмарна погода із частими туманами й мрякою. Наприкінці листопада з'являється перший, нестабільний сніжний покрив.

Протягом останніх років встановлено наявність температурних аномалій, особливо у період від другої половини липня до початку серпня, коли температурний режим в Дніпропетровській області перевищував багаторічну норму на 4-9 градусів. Кількість опадів за останні роки також помітно відрізнялась від середньомісячних норм, при цьому показники були вкрай нестабільними [40].

2.3. Характеристика ґрунтів міста Дніпро

Територія Дніпропетровської області займає 3192,3 тис. га, з них: сільськогосподарські землі – 2513,2 тис. га, ліси і інші лісовкриті площі – 187,4 тис. га, забудовані землі – 52,5 тис. га, відкриті заболочені землі – 25,4 тис. га, відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом – 4,8 тис. га. Усього земель (суші) – 3039,7 тис. га, води – 152,6 тис. га. Основний фонд ґрунтового покриття Дніпропетровської області складають чорноземи звичайні різної глибини гумусового шару та механічного складу від легкосуглинкових до легкоглинистих.

Найбільшу питому вагу займають сільськогосподарські угіддя – 78,7%, що свідчить про високий рівень сільськогосподарського освоєння земель. Діяльність господарств агропромислового комплексу Дніпропетровської області в галузі рослинництва здійснюється із застосуванням заходів з підтримання вмісту органічної речовини (гумусу) у ґрунтах (Екологічний паспорт). Зональними ґрунтами в Дніпропетровській області є чорнозем звичайний.

Відповідно до ґрунтової карти, ґрунти на досліджених ділянках м. Дніпро належать до урбочорноземів звичайних деградованих. Тут відбувається накопичення гумусу на фоні вилуговування карбонатів Ca^{2+} у поверхневих шарах. З виносом карбонатів Ca^{2+} тісно зв'язана фізична глина цих ґрунтів. Відбувається відкладенням карбонатів у нижніх горизонтах профілю, іде ущільнення поверхневих горизонтів ґрунту. Гумусовий горизонт цих ґрунтів зменшується внаслідок ерозії. При цьому, ґрунти мають набір характеристик, які зближують їх з чорноземами звичайними (вміст гумусу, склад ГПК і водорозчинних сполук ґрунту). Ґрунти деградуючого насадження характеризуються порушенням ряду водно-фізичних характеристик.

Внаслідок цього ці ґрунти віднесені до групи природно-антропогенних, класу – поверхнево-перетворених природних ґрунтів, типу – урбочорноземів, слабо порушених, середньо змитих.

Отже, високі температури повітря та нестача вологи в період вегетації – головні несприятливі екологічні фактори, які визначають онтогенетичний розвиток рослин в умовах степового Придніпров'я.

У м. Дніпро в акумулятивних ландшафтах здійснюється підвищене накопичення металів, а елювіальні елементи ландшафту залишаються порівняно збідненими ними, якщо інтенсивність надходження ВМ може бути порівняна чи менша швидкості процесів перерозподілу їх в ландшафті. У залежності від типу промисловості відзначаються зміни кількісних

характеристик їх впливу на ґрунтове середовище (порівняно з регіональними кларками ВМ для ґрунтів степової зони України [70]).

Перевищення фонових показників ВМ у ґрунтах біля підприємств різного профілю наведено нижче, кількість разів:

- *металургійні підприємства*: Mn-2,3; Cu-28; Zn-11; Ni-11,4; Pb-13 раз; Cd-5 мг/кг (оскільки для Cd фонові показники не визначено).
- *підприємства хімічної індустрії*: Mn-2; Cu-5,7; Zn-5; Ni-6,6; Pb-4,3 раз; Cd-2,2 мг/кг.
- *підприємства машинобудівного комплексу*: Mn-1,65; Cu-3; Zn-3,9; Ni-8,2; Pb-3 раз; Cd-12 мг/кг.
- *ТЕС*: Mn-1,4; Cu-2,3; Zn-10; Ni-2; Pb-5,85 раз; Cd-10 мг/кг.

Показано, що конкретна величина навантаження елементів забруднювачів є функцією різних типів підприємств та залежить від особливостей того чи іншого виробництва. Ґрунт можна вважати індикатором різнопланового забруднення урбанізованих ландшафтів важкими металами, по інгредієнтному вмісту яких можна визначити вид промислового виробництва, оцінювати навантаження тих чи інших джерел виділення шкідливих речовин в природне середовище, оцінити кількісний та якісний характер їх емісій, а також судити про віддаленість джерел техногенного впливу [71].

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Характеристика гіркокаштану звичайного

Гіркокаштан звичайний широко використаний в насадженнях міста Дніпро і, особливо, в приміагістральній зоні пр. Д. Яворницького.

Шляхом маршрутного обстеження вуличних насаджень міста було обрано по п'ять дерев гіркокаштану звичайного з двох моніторингових ділянок: парк Новокодацький, в якому дерева мали відносно невелике пошкодження листя шкідниками, хворобами, некрозом і хлорозом (ураження 9% листкової пластинки) і на пр. Д. Яворницького в самій його низині в районі п. Л. Глоби. Листя гіркокаштанів з п. Л. Глоби було пошкоджено на 50% у серпні і на 80% у вересні. Листя уражене некрозом і мінуючою міллю і позовкле вже посеред літа (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 - Листя гіркокаштану звичайного, пошкоджене некрозом, каштановою міллю і грибковою інфекцією

Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) – це багаторічна отруйна рослина родини *Sapindaceae*, роду *Aesculus*, також відома під народними назвами як каштан дикий, каштан білий, горіх кінський, жолузник, гестиня. Це дерево 20–36 м заввишки з густою кроною і товстим гіллям, завширшки до 2 м. Старе гілля брунатно-сіре, молоді товсті пагони – світло-бурі, голі.

На старих деревах зовнішні гілки часто з кучерявим закінченням. Бруньки мають довжину 2,0-2,5 см, яйцеподібні, темно-бурі, клейкі, покриті шкірястою лускою.

Листки супротивні, черешкові, пальчасті, складаються з 5-7 сидячих листочків клиноподібно-оберненояйцеподібної форми, зморшкуватих, по краю нерівнопильчастих, знизу світліших, вздовж жилок пухнастих від м'яких, рудих волосків. Кожен листочок сягає 13-30 см завдовжки, а весь листок може сягати 60 см завширшки.

Суцвіття — прямостояча, пірамідальна волоть, 10-30 см заввишки, складається з 20-50 квіток. Чашечки дзвоникуваті, опушені, з 5 нерівними лопатями. Віночок п'ятипелюстковий, білий з жовтуватою плямою в зіві, яка з часом стає червоною. Пелюстки округлі з торочкуватим відгином. Тичинки (7-8 шт.) прикріплені до внутрішнього краю диску (рис. 3.2).



а

б

Рисунок 3.2- Загальний вигляд гіркокаштану звичайного (а), будова генеративних органів (б)

Плід – зелена тристулкова коробочка, 6 см завдовжки, з м'якими короткими шипами. В середині неї міститься 1 (рідше 2-3) коричнева, лискуча насінина 2-4 см завширшки, з сірою плямою при основі.

Зазвичай на одному суцвітті дозріває 3-5 плодів. Квітне в травні-червні протягом 15 діб, плоди дозрівають у вересні — жовтні.

Ареал гіркокаштана звичайного охоплює відносно невелику ділянку Балкан - гори Піндус (південно-східна Європа). На своїй батьківщині ці дерева утворювали широколистяні ліси, які подекуди збереглися до нашого часу. Гіркокаштан звичайний з'явився в зелених насадженнях монастирів Київської Русі орієнтовно в XI ст. – очевидно завдяки монахам з Візантії, а поширення в Україні спостерігається в XV-XVIII ст. [5].

В природі їхніми плодами живляться олені і вивірки, нечутливі до дії отруйних сапонінів. З XIX століття цей вид почали вирощувати в парках і на вулицях міст у всіх помірних кліматичних зонах світу.

Гіркокаштан звичайний відомий перш за все як декоративна рослина. Це дерево популярне у спеціалістів з озеленення і ландшафтних дизайнерів, оскільки в процесі росту завжди зберігає стрункість стовбура, через що його часто використовують для створення алей, обсадження доріг. Його перевагами є невибагливість, стійкість до газо-пилового забруднення, приваблива форма листя і квіток, щільна крона, яка влітку створює затінок і добре затримує потоки забрудненого повітря. Існує гібрид цього виду з гіркокаштаном червоним — гіркокаштан криваво-м'ясний [41].

Гіркокаштан звичайний любить глинисті ґрунти, особливо найкраще почуває себе на глинисто-піщаних, пористих. Дерево розвивається повільно, на початку росту дає багато бічних паростків.

Для того, щоб пришвидшити розвиток саджанців і підвищити декоративність, бічні паростки у нижній частині стовбура видаляють, залишаючи три горішні пагона. Добре переносять санітарні обрізки. Для того, щоб зменшити ризик негативних наслідків, обрізку проводять пізньої осені або ранньою весною.

За новітніми дослідженнями гіркокаштан звичайний в нашій країні заселяють 22 види фітофагів, серед яких провідна роль належить *C. ohridella*.

У цілому гіркокаштан звичайний стійкий до ураження комахами, але в останні роки воно сильно ушкоджується специфічним шкідником - каштановою мінуючою міллю (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić). Це призводить до передчасного побуріння і опадання листя, що суттєво зменшує декоративність. Листям цього виду, крім того, також можуть живитися гусениці акронікти.

Також в останні роки дерево сильно вражається грибковою інфекцією *Guignardia aesculi*. Сумісне ураження гіркокаштанів мінером і грибковою інфекцією істотно впливає на стан дерев, що призводить до їх ослаблення і значній втраті декоративності [72].

На сьогодні селекціонерами виведено форми, стійкі до ураження міллю, але проблему досі не вирішено. Через це інколи садово-паркові працівники взагалі відмовляються від використання гіркокаштана звичайного в озелененні. Наприклад, саме з цієї причини навесні 2013 року було запропоновано замінити звичайні кінські каштани на вулиці Хрещатик (Київ) на більш стійкі саджанці сорту 'Briotii'. Але проект виявився невдалим через організаційні причини.

Підсумовуючи вищевикладені дані літературних джерел можна зробити висновок щодо обмеженості інформації стосовно перебігу метаболічних процесів у насінні каштану кінського звичайного, що зумовлює необхідність всебічного їх дослідження за несприятливих умов міського середовища.

3.2 Методика проведення роботи

Об'єктом дослідження слугувало стигле, в процесі формування і проростання насіння гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.).

Насіння відбирали в середині липня, серпня і вересня 2020 року з дерев *Aesculus hippocastanum* рекреаційної зони з водним об'єктом (штучне озеро) на ж/м Червоний Камінь Новокодацького району м. Дніпро.

Друга моніторингова точка знаходилась у приміагістральних насадженнях на пр. Д. Яворницького, з інтенсивним аеротехногенним забрудненням викидами автотранспорту.

Дерева з цих ділянок характеризувались різним ступенем пошкодження листя:

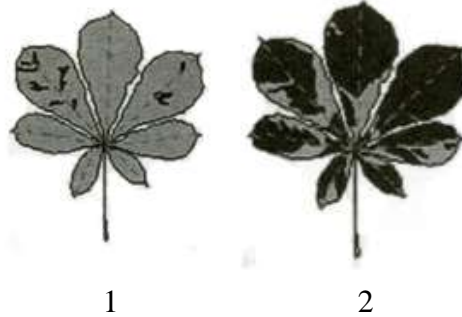


Рисунок 3.3 - Схема листя гіркокаштана звичайного, ураженого каштановим мінером *C. Ohridella*: рівень пошкодження: 1 – 10-15% (рекреаційна зона); 2 – 78% (пр. Д. Яворницького)

Одночасно в кожній зоні досліджували по 5 дерев гіркокаштана звичайного 25-30-річного віку. З кожного дерева відбирали по 100 насінин кожного місяця. Насіння після опадання зберігалось в паперових пакунках при +4⁰С в темноті. В цих умовах насіння починало проростати через 15-18 тижнів. Від початку стратифікації до накльовування періодично (на 10, 15 і 30 добу) відбирали зразки для аналізу вмісту легкокорозчинних білків і активності пероксидази.

Для дослідження фізіолого-біохімічних показників гіркокаштану звичайного насіння без шкірки і зародка розтирали у фарфоровій ступці з товкачиком до однорідної маси.

Оцінка вмісту білку в сім'ядолях насіння проводили за методом Bradford (1976) [72]. **Екстракцію легкокорозчинних білків** проводили наступним чином: для вилучення білків наважку 0,1 г гомогенізованого матеріалу заливали 1 мл 0,1 М трис-НСІ буфера, рН 7,6 та екстрагували протягом 1,5 год при +40⁰С, центрифугування (центрифуга К-24, Німеччина) проводили 15

хв при швидкості 15000 g при температурі +4⁰C. Отриманий супернатант зливали у пробірки для визначення вмісту білку та визначення активності і складу пероксидази і поліфенолоксидази.

Методика за Bradford (1976) заснована на утворенні кольорових комплексів білка з розчином барвника Coomassie G-250 (Кумасі діамантово-блакитного).

Приготування розчину барвника. При енергійному перемішуванні розчиняли 100 мг кумасі G – 250 в 50 мл 96 % етилового спирті. Потім змішували з 100 мл 85% ортофосфорної кислоти. Отриману суміш розбавляли водою до 1л і профільтровували скрізь паперовий фільтр. Зберігати такий розчин необхідно при температурі 20⁰C протягом 2 – х тижнів. Надосадкову рідину (супернатант) зливали в пробірки. Далі з них відбирали 0,5 мл, додавали 2 мл розчину барвника кумасі, 0,195 мл буферу і через 0,5 – 1 хвилину вимірювали оптичну густину на ФЕК-2МП (кювета 0,5 см, довжина хвилі 595 нм). Вимірювання проводили проти контролю – 0,2 мл буферу + 2 мл розчину Кумасі. Концентрацію білка розраховували за формулою: $C = D \times a \times k$, де D – середня величина оптичної густини, отриманої експериментально при $\lambda = 595$ нм; a – ступінь розведення; k – коефіцієнт перерахунку, отриманий за допомогою калібрувальної кривої, становив 0,36.

Визначення активності пероксидази. Активність пероксидази визначали за методом Бояркіна (1951) [74], використовуючи альбумін сироватки бика як стандарт і виражали в мг/г наважки.

Приготування ферментного препарату. Наважку рослинного матеріалу вагою 0,1 г розтирали у ступці з кварцовим піском і 1,0 мл ацетатного буферу з рН 5,4 до утворення однорідної маси.

Отриманий гомогенат центрифугували на центрифугі К-24 протягом 20 хв. при 16000 g. Надосадкову рідину (супернатант) зливали в чисті пробірки і використовували для визначення активності пероксидази.

Про активність пероксидази судили за часом утворення синього кольору окисленого бензидину. Для вимірювання активності брали таке розведення супернатанту, щоб зміна кольору відбувалась від 10 до 60 сек.

Хід аналізу. До рослинного екстракту об'ємом 0,2 мл додавали 0,8 мл буферного розчину і 1 мл розчину бензидину на ацетатному буфері. Після чого вимірювання проводили на ФЕК при довжині хвилі 480 нм.

Безпосередньо перед вимірюванням у кювету додавали 1 мл 1%-ного розчину перекису водню. Вимірювання проводили у циклічному режимі: 6 циклів по 10 сек. протягом 1 хв. Контролем слугував розчин, який складався з 1 мл буферу + 1 мл бензидину + 1 мл 1% перекису водню. Загальну активність пероксидази розраховували за формулою: $A = D \cdot a \cdot b \cdot c / V_{\text{зразка}} \cdot l \cdot t$, де D - величина оптичної густини, знайдена експериментальним шляхом у циклі; a - відношення кількості рідини, яку взяли для приготування витяжки в мл до ваги наважки в г; b - ступінь додаткового розведення витяжки в реакційній суміші; c - ступінь постійного розведення витяжки в реакційній суміші; $V_{\text{зразка}}$ – об'єм супернатанту для аналізу; l – товщина шару рідини в кюветі; t – час у секундах.

Визначення вмісту важких металів. Концентрацію важких металів (рухома кислоторозчинна форма) визначали методом атомно-абсорбційної фотометрії на приладі С-115 М з програмним забезпеченням (ДСТУ 30178-96). Вміст важких металів виражали в мг/кг.

Коефіцієнт накопичення (K_n) розраховували як співвідношення кількісного вмісту елемента в насінні нестійких рослин гіркокаштану звичайного до їх вмісту в контрольному насінні (Случик і Стефарук, 2000).

Індекс стійкості рослин (I_c) до дій важких металів розраховували по відношенню морфо-фізіологічного показника до величини цього показника в рослинах контрольного тест-об'єкта [75].

Статистична обробка даних. Дослідження виконані у 3-х біологічних і 4-х аналітичних повтореннях. Для оцінки достовірності отриманих результатів застосовували класичні методи статистичної обробки даних. Результати опрацьовані за допомогою *t* – критерію Ст'юдента при 95 % рівні значень [76].

3.3. Результати проведеної роботи та їх аналіз

3.3.1. Аналіз рослин гіркокаштану звичайного за показником ваги і вмісту запасних білків зрілого насіння

Враховуючи, що білки є основними компонентами ферментативних систем, структурними складовими клітинних органел у протоплазмі і займають одне з центральних місць в обміні речовин та його регуляції, вивчено їх роль при адаптації до стресових умов.

Дослідження ваги насіння у відносно стійких рослин гіркокаштану і сильно пошкоджених показано в табл. 1. Аналіз отриманих даних показав суттєві зміни як у вазі насіння, так і вмісті запасних білків. Вага 1 насінини достовірно зменшилась у нестійких дерев гіркокаштану на 26,1 %. Але особливо зменшився в середньому вміст білків – майже на 54 %. У цілому, діапазон ваги 1 насінини у стійких дерев складав 8,62-14,52 г (табл.1, додаток 1).

Таблиця 3.1 – Зміна ваги насіння у різних за чутливістю до несприятливих умов середовища рослин гіркокаштана звичайного

Варіант досліджу	Вага 1 насінини, г	Відсоток до контролю	Вміст білка, мг/г	Відсоток до контролю
Відносно стійкі	10,62± 0,65	100	4,22 ± 0,82	100
Чутливі	7,85 ± 0,31	73,9	1,96 ± 0,57	46,4

У той же час у нестійких рослин діапазон цього показника складав від 5,25 до 9,95 г. Різниця між меншою вагою і більшою в першому випадку складала 68%, а в другому – 90 %.

Вміст білка в насінні чутливих до несприятливої дії довкілля також суттєво зменшився на 53,6 % порівняно із стійкими деревами. Відмінності між різним насінням у чутливих дерев гіркокаштана звичайного були більш суттєвими (112 %) порівняно з вагою насіння і становили 1,16–2,46 мг/г, а у стійких рослин діапазон вмісту білків був межах 5,84–2,27 мг/г. Різниця між найменшим вмістом і найбільшим складала 157 %,

3.3.2 Визначення особливостей зміни вмісту запасних білків насіння гіркокаштана звичайного в процесі його формування і проростання

Визначення інтенсивності змін вмісту білків у відносно стійких і нестійких дерев гіркокаштана звичайного проводили також при його формуванні (табл. 3.2).

Як видно з таблиці 3.2, накопичення запасних білків в насінні чутливих рослин протягом онтогенезу істотно було меншим порівняно з відносно стійкими деревами гіркокаштана. Величина цього зниження була постійною і в середньому складала 62 %.

Таблиця 3.2 – Динаміка вмісту запасного білка в насінні стійких і чутливих рослин гіркокаштана звичайного в процесі формування насіння

Місяць відбору зразка	Вміст білку, мг/г	% до контролю	Місяць відбору зразка	Вміст білку, мг/г	% до контролю
	Контроль			Дослід	
червень	3,00 ± 0,41	100	Червень	1,90 ± 0,23	63
липень	4,21 ± 0,26	100	Липень	2,62 ± 0,24	62
серпень	5,43 ± 0,22	100	Серпень	3,33 ± 0,31	61

Одним із важливих тестів на продуктивність насіння є фізіологічні процеси, що відбуваються під час його проростання. Результати дослідження динаміки змін вмісту запасних білків в процесі його проростання представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Зміни вмісту білків в сім'ядолях насіння при його проростанні у різних за чутливістю дерев гіркокаштана звичайного

Термін проростання, доба	Контроль		Дослід	
	Вміст білку, мг/г	Відсоток до контролю	Вміст білку, мг/г	Відсоток до контролю
0	3,47 ± 0,26	100	2,31 ± 0,05	100
10	2,65 ± 0,11	76,4	2,78 ± 0,13	120
20	2,44 ± 0,09	70,3	2,13 ± 0,08	92,2
30	1,96 ± 0,06	56,5	1,47 ± 0,02	63,6

Показано, що у сім'ядолях контрольного насіння протягом 30 діб пророщування вміст білку постійно зменшувався. Причому на першому етапі це зменшення становило 23,6 %. На 20-ту добу зниження складало майже 30% і наприкінці дослідження (30-та доба) – 43,6 %. Тобто на 30-ту добу майже половина запасного білку витратилась на ріст і розвиток молодої рослини. Інша картина спостерігалась у насінні нестійких проти негативної дії комплексу факторів. На 10 добу проростання встановлено навіть підвищення вмісту протеїну в насінні (на 20 %), і тільки на 15 добу зафіксовано достовірне зниження білка на 7,8 % і, як і в контрольному насінні, на 30-ту добу спостерігалось пришвидшення (на 36,4 %) деградації білка, але було меншим порівняно з контролем на 7,2 %.

Отже, насіння чутливих дерев гіркокаштана звичайного має менший адаптивний потенціал до несприятливих умов середовища. По-перше, це пов'язано з меншим накопиченням запасного білка на останніх етапах

формування насіння і, як наслідок, менше витрачання макромолекул на ріст і розвиток молодого проростка.

3.3.3 Виявлення відмінностей в активності стресового ферменту пероксидази між контрольним і дослідним насінням в процесі його проростання

За впливу несприятливих факторів, збільшення продукції вільних радикалів та активації ними перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) призводить до істотних змін у системі антиоксидантного захисту, зокрема, такого стресового ферменту як пероксидаза. Характер цих змін залежить від сили та тривалості впливу, від чутливості (генетичних задатків) рослинного організму до стресових впливів.

Отримані дані показали суттєві відміни в активності ферменту між контрольним і дослідним насінням (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Зміна питомої активності бензидин-пероксидази насіння чутливих і стійких дерев *A. hippocastanum* L. протягом проростання

Термін проростання, доба	Контроль		Дослід	
	ВРОД, опт. од. / Г _{ср} хв	Відсоток до контролю	ВРОД, опт. од. / Г _{ср} хв	Відсоток до контролю
0	37,82 ± 0,41	100	54,91 ± 0,25	100
10	56,13 ± 0,37	148,4	85,44 ± 0,64	155,7
20	54,57 ± 0,18	144,3	94,16 ± 0,56	171,5
30	73,34 ± 0,33	194,0	151,27 ± 10,09	275,5

Питома активність пероксидази в контрольному насінні підвищувалась протягом дослідження, а саме: від 45 до 94 %, у насінні чутливих дерев від 56 до 175%. Порівняно з контролем дослідне насіння проявило суттєве підвищення активності ензиму і, особливо, на 30-ту в 2,1 рази.

Аналіз змін загальної активності пероксидази виявив іншу закономірність. Дані представлені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Зміна загальної активності бензидин-пероксидази за в насінні різних за чутливістю дерев *A. hippocastanum* L.

Термін проростання, доба	Контроль		Дослід	
	ВРОД, опт. од. / Γ_{cp} хв	% до контролю	ВРОД, опт. од. / Γ_{cp} хв	% до контролю
0	32,91 ± 0,14	100	31,42 ± 0,08	100
10	38,03 ± 0,17	115,6	48,11 ± 0,23	153,1
20	37,24 ± 0,21	113,2	43,26 ± 0,30	137,7
30	44,65 ± 0,32	135,7	33,63 ± 0,17	114,6

Якщо питома активність суттєво підвищувалась до кінця проростання (за рахунок більш нижчого вмісту білка), то загальна активність ферменту у дослідному насінні на 10 і 20 дні підвищувалась на 53,1 і 37,7% відповідно, а на 30-ту активність підвищувалась вже менше на 14,6%.

У контрольному насінні зареєстровано поступове підвищення активності пероксидази, у той час як у дослідному наприкінці досліду встановлено зниження активності пероксидази. Підвищення активності ензиму свідчить про адаптацію рослин гіркокаштану до несприятливих умов середовища. Тобто, для того, щоб стримувати більш високий рівень пероксидації необхідна більш потужна система захисту. У той же час дослідження загальної активності свідчить про зменшення опору чутливих рослин гіркокаштана звичайного до негативної дії стресів.

3.3.4 Порівняльний аналіз вмісту Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, та Ni в контрольному і дослідному насінні

Отже, хронічне забруднення атмосфери емісіями автотранспорту призводить до змін стану метаболізму в насінні гіркокашттану звичайного.

Однією з причин цього явища може бути накопичення важких металів у насінні. До складу пилу техногенного походження входять важкі метали, Одні з них належать до складу важких металів (мають щільність більше 5), інші є біогенними елементами, необхідними для життєдіяльності рослин (Mn, Fe, Zn, Cu). Треті, такі як Pb, Hg, Cd, не володіють відомими метаболічними функціями і їх відносять до токсичних елементів (Алексеев, 1987; Kohno, Matsumura, Kobayashi, 1995). Біогеохімічними дослідженнями встановлено зв'язок ступеня пошкодження рослин і накопиченням у них відносно фону ряду хімічних елементів (Co, St, Pb, Cu, Zn, Ag, Sr) поблизу виробництв чорної і кольорової металургії, машинобудування, автотранспорту. Відмічаються ознаки всихання у 87% дерев, які зростають уздовж крупних автомагістралей. Як відомо, в надлишкових кількостях важкі метали здатні утворювати комплексні сполуки з компонентами клітини, білками, ферментами, амінокислотами, зв'язуватися з SH-групами. Останні грають важливу роль у процесах багатьох фізіологічних і біохімічних реакціях. За даними Ільїна В.Б. (1991) найбільш висока кількість ВМ акумулюється в корінні рослин, а найменша – в насінні і плодах ().

Наші дослідження показали, що насіння гіркокаштану звичайного накопичує важкі метали (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Вміст важких металів в стиглому насінні *A. hippocastanum*

№ з/п	Важкий метал	Вміст металу, мг/кг		
		Контроль	дослід	К _n
1	Манганум	1,10	0,80	0,73
2	Купрум	17,93	15,26	0,85
3	Залізо	13,12	8,67	0,66
4	Цинк	17,75	27,84	1,57
5	Плюмбум	0,65	0,82	1,26
6	Нікель	0,95	1,31	1,05
7	Кадмій	0,09	1,03	11,44

Аналіз результатів дослідження показав, що в насінні гіркокаштану пріоритетними є купрум і цинк. Перевищення по ГДК спостерігається по плюмбуму і кадмію. Розрахунок коефіцієнту накопичення показав, що найбільш високу здатність до акумуляування мають цинк ($K_n=1,57$), плюмбум ($K_n=1,26$) і, особливо, кадмій ($K_n=11,44$).

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз стану охорони праці в садово-парковому господарстві м. Дніпро

Невід'ємне право кожної людини у будь-якій країні світу – це право на здоров'я та безпечні умови праці. Тому державна політика України в галузі охорони праці спрямована на створення безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Вона базується на ряді принципів, основними з яких є пріоритет життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення безпечних та належних умов праці, підвищення рівня промислової безпеки, комплексного розв'язання завдань з охорони праці, соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Щорічно в світі реєструється приблизно 15 млн. виробничих травм. Суспільно-політичні та соціально-економічні реформи, що здійснюються в нашій країні, не можуть бути ефективно реалізовані без докорінних змін у сфері праці. Безпечні умови виробництва стоять поруч з такими суспільними потребами людини, як харчування, житло, одяг, лікування, екологічно чисте середовище тощо.

Проблема створення нешкідливих та безпечних умов праці існувала в Україні давно, про що свідчить статистика нещасних випадків: ще 15 – 20 років тому на виробництві щорічно гинуло близько 4 тис. чоловік – в 1,6 рази більше, ніж тепер. Замовчування цієї гіркої істини внаслідок секретності, що панувала в системі, породжувало благодушність і халатність тих, від кого залежало її вирішення, відводило громадськість від необхідності піднести свій голос на захист професійної безпеки.

Більшість нещасних випадків трапляються через незадовільну організацію виконання робіт – це 15 – 16 %.

Порушення трудової і виробничої дисципліни – 11–12 %; порушення технологічного процесу – 10 %; недоліки в навчанні безпечним методам праці 8–9 %; незадовільне утримання і недоліки в організації робочих місць – 6–7 %; порушення вимог безпеки при експлуатації транспортних засобів та незастосування засобів індивідуального захисту – 4 – 5 %; незадовільний технічний стан будинків, споруд, територій – близько 4 % тощо [77].

Закон України «Про охорону праці» прийнято Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року і введено в дію з 24 жовтня 1992 року. Він визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи і організації або уповноваженим органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Наявність виробничого травматизму, нещасні випадки в садово-парковому господарстві м. Дніпропетровська за останні роки не зареєстровано. Створення здорових і безпечних умов праці в нашій країні є справою державного значення. Це є невід'ємною частиною в роботі системи управління охороною праці підприємства.

Охорона праці – це система законодавчих актів і відповідних їм соціально – економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку і збереження здоров'я робітників в процесі праці. Основоположним документом, що визначає правові норми робітників і відповідальність адміністрації установ по забезпеченню безпечних умов праці – є Кодекс законів про працю, а також Закон «Про охорону праці» та Конституція України. Конкретні положення і заходи щодо охорони та безпеки праці для підприємств, організацій і установ, передбачаються в колективному договорі, який щорічно укладається між адміністрацією і профспілковим комітетом підприємства.

Окрім нього на підприємствах повинні бути відповідні стандарти підприємств (СТП) з безпеки праці, рекомендації, керівництва, технічні матеріали.

4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів в лабораторії

При проведенні будь-яких робіт у сучасних лабораторіях першочергове значення мають питання забезпечення техніки безпеки, їх дотримання необхідне як для збереження здоров'я і працездатності самого експериментатора, його оточення, так і для отримання точних і достовірних експериментальних результатів.

4.2.1 Загальні положення

1. Лабораторні запаси реактивів повинні зберігатися в спеціально обладнаних, добре вентильованих, сухих місцях, згідно з правилами безпеки

2. При розміщенні реактивів в лабораторії слід неухильно дотримуватися порядку сумісного зберігання горючих і вибухонебезпечних речовин. Не дозволяється сумісне зберігання реактивів, здатних реагувати один з одним з виділенням тепла або горючих газів. Забороняється також спільно зберігати речовини, які в разі виникнення пожежі можна гасити одним вогнегасним засобом.

3. Забороняється розфасовувати сипучі речовини на складі.

4. Основним правилом при зберіганні і відборі реактивів є запобігання їх від забруднення.

5. На всіх упаковках з реактивами повинні бути етикетки із зазначенням назви, кваліфікації та строку придатності.

6. Реактиви, які не можна зберігати в скляній тарі, поміщають в тару з матеріалів, стійких до дії даного реактиву. Наприклад, плавикову кислоту і луги зберігають в бутлях з поліетилену.

7. Реактиви, що розкладаються або змінюють свої властивості під дією світла (наприклад, діетиловий ефір, пероксиди, солі срібла), зберігають у склянках з темного або жовтого скла.

8. Гігроскопічні речовини і речовини, що окислюються при зіткненні з повітрям, повинні зберігатися в герметичній тарі. Для герметизації пробок використовують парафін.

9. Відпрацьовані реактиви необхідно зливати в окремій ємності для подальшої переробки або передачі в організації, що займаються утилізацією хімічних речовин.

Зливати концентраційні кислоти, луги, отруйні і горючі речовини в каналізацію забороняється!

4.2.2 Зберігання хімічних реактивів в лабораторії

1. У робочих приміщеннях допускається зберігати нелеткі, не пожежонебезпечні і малотоксичні тверді речовини і водні розчини, розбавлені кислоти і луги, в кількостях, необхідних для аналізів. 5.2.2 Концентровані кислоти в обсязі не більше 2 дм³ зберігаються в скляному посуді з притертою скляними кришками або пластмасовими пробками в ексікаторі або скляній ємності з кришкою в витяжній шафі. Для кращої герметичності надягають гумові ковпачки.

2. Концентровані розчини лугів зберігають у витяжній шафі, окремо від кислот, в поліетиленовій тарі. Разом з лугами зберігається аміак.

4. Зберігання легкозаймистих рідин (ЛЗР) допускається в товстостінних, забезпечених герметичними пробками бутлях, місткістю не більше 1 дм, особливо небезпечні ЛЗР - в обсязі не більше добової потреби (Таблиця 1). Бутлі з ЛЗР поміщають в спеціальні металеві ящики далеко від джерел тепла і окислювачів (хлоратів, нітратів, азотної кислоти, перекису водню, перманганатів).

4.3 Організація та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників лабораторії

4.3.1 Вимоги безпеки перед початком роботи

1. До виконання кожної лабораторної роботи студенти допускаються лише після одержання інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки й дозволу викладача.

2. Перед початком роботи потрібно досконало оглянути установку, прилади, посуд, допоміжні матеріали, вивчити методiku роботи, правила її безпечного виконання, перевірити чи вірно зібраний прилад або установка, переконатися чи відповідають взяті речовини тим, які вказані в методичних рекомендаціях.

3. В хімічній лабораторії працівники зобов'язані одягнути халати та мати при собі індивідуальні засоби захисту, що передбачені інструкціями.

4. Дотримуватись записів, брати для роботи лише вказану кількість та концентрацію речовини, використовувати вказаний посуд та прилади, проводити роботу в умовах, які рекомендуються в підручниках та інструкціях.

5. Витягну шафу необхідно включати за 10 хв. до початку роботи і виключати після закінчення роботи.

6. Одягати гумові трубки на скляні, засувати скляні трубки у гумові корки дуже обережно, без натиску та великого зусилля

4.3.2 Вимоги безпеки після закінчення роботи в лабораторії

1. Після закінчення роботи в лабораторії працюючі повинні відключити воду, світло, електроприлади.

2. По закінченню проведення лабораторної роботи кожний працюючий повинен перевірити і привести в порядок своє робоче місце, прилади і апарати, а той що йде останнім виключити світло та перекрити воду, перевірити чи видалені з приміщення ЛЗР і ГР, чи оброблені відпрацьовані розчини, чи всі склянки і посуд з хімічними речовинами закриті пробками та поставлені на відповідні місця.

3. Фільтри і папір, які використовувалися під час роботи з отруйними речовинами, потрібно негайно знищити.
4. Розлиті концентровані кислоти, луги, аміак або бром швидко засипайте піском. Після прибирання піску місце нейтралізуйте (кислоти – содою або вапном, луги – оцтовою кислотою), а потім добре промийте водою.
5. Категорично забороняється виливати відпрацьовані кислоти, луги, аміак, бром і інші їдкі речовини в каналізацію, їх потрібно збирати в окремий посуд і після нейтралізації виливати в каналізацію або в інше спеціально відведене місце.
6. Використані під час роботи зразки, продукти дегазації та промивні води зливаються у спеціальну тару; зливати ці речовини у каналізацію забороняється.

4.4 Правила безпечного виконання робіт в лабораторії

1. Під час роботи з отруйними та шкідливими речовинами у лабораторії повинно бути не менше двох чоловік.
2. Працюючи у витяжній шафі з отруйними речовинами, вікна шафи піднімайте не більш як на 1/3 від його висоти.
3. Під час роботи з отруйними та шкідливими речовинами вентиляція повинна забезпечити не менш як 15–кратний обмін повітря на годину.
4. Необхідно, щоб особливо шкідливі продукти у вигляді газів або парів поглинались при виході їх з приладу. Не допускайте потрапляння їх у вентиляційні канали.
5. Під час систематичної роботи з токсичними речовинами у витяжній шафі повинні знаходитися дегазуючі речовини: насичений розчин перманганату калію у 1–2 % розчині лугу, нітратна кислота з густиною 1,18 г/см³.
6. Нагрівати отруйні речовини можна тільки у круглodonних колбах, застосування відкритого полум'я забороняється.

7. Для зважування отруйних речовин використовуйте окремі ваги та різноважки.
8. Усі роботи з отруйними речовинами виконуйте у гумових рукавицях, захисних окулярах або респіраторах, а також у закритих приладах, ступках, колбах. Зважувати під витяжною шафою.
9. Під час роботи з горючими та легкозаймистими отруйними речовинами необхідно суворо дотримуватися усіх правил роботи з вогне- та вибухонебезпечними речовинами.
13. Колби з отруйними речовинами повинні мати чіткі і виразні етикетки з написом “ОТРУТА” та назвою речовини.
14. Отруйні речовини, які використовуються в лабораторії, зберігаються у спеціальній шафі або сейфі під замком.
15. Взяття проби або наповнення посуду отруйними речовинами виконується за допомогою сифонів або спеціальних піпеток з гумовою грушею.
16. Проявляйте особливу обережність під час подрібнення, розтирання, нагрівання до критичної температури сильнодіючих отруйних речовин.
20. Поглинач – силікагель, оброблений хлоридом цинку, або вугілля, оброблене мідним купоросом, поглинає гази лужного характеру.
24. Переливати концентровані кислоти дозволяється лише у витяжних шафах при майже закритих дверцятах.
25. Під час розбавлення сульфатної кислоти, кислоту поступово і обережно доливають у воду в термічно стійкий або фарфоровий стакан.
26. Намагайтесь уникати контакту концентрованої нітратної кислоти зі стружками, ватою та іншими органічними речовинами.
27. Забороняється зберігати кислоти з іншими речовинами.
30. Під час роботи з їдкими (агресивними) речовинами всі співробітники лабораторії повинні користуватися захисними окулярами.

33. Зберігайте концентровані розчини в скляних бутлях з притертими пробками разом з іншими лугами, але ізольовано від бром, йоду, мінеральних кислот.

35. Усі роботи з бромом і його органічними похідними необхідно проводити у витяжній шафі з нижніми та боковими відводами.

36. Усі види обробки скла необхідно проводити у захисних окулярах.

37. Нагрітий скляний посуд не можна закривати притертою пробкою до тих пір, поки він не охолоне повністю.

38. Не користуйтеся тонкостінними скляними трубками для одягання гумових трубок. Правильно підбирайте їх діаметри. Підплавлюйте кінці трубок. Змочуйте під час надягання внутрішню сторону гумової трубки водою або гліцерином.

39. Скляні трубки або палички ламайте тільки після надрізу їх напилком або ножом для різання скла. Руки при цьому захищайте рушником. Кінці трубок і паличок підплавлюйте.

49. Легкозаймісті та горючі речовини зберігайте в товстостінних скляних банках з притертими пробками, в металічних шафах або ящиках з кришками, дно і стінки яких викладені азбестом.

50. Усі легкозаймісті та вибухонебезпечні речовини є вогнебезпечними. Запаси їх в лабораторії не повинні перевищувати денної норми.

53. Коли нагрівають пробірку з рідиною, треба тримати її отвором в сторону від себе і від своїх товаришів, які працюють поряд. Усі роботи з легкозаймістими та горючими рідинами, а також пов'язані із виділенням шкідливих парів і газів, проводяться у витяжних шафах.

54. Забороняється коштувати на смак хімічні речовини. Нюхати речовини можна лише направляючи на себе гази або пар легким помахом руки.

55. Забороняється покидати своє робоче місце і залишати без нагляду запалені спиртівки та інші нагрівні прилади. Перехід на інше місце під час виконання роботи без дозволу викладача не допускається.

4.5 Безпека у надзвичайних ситуаціях

1. При загорянні електропроводів і електроустановок негайно виключіть електричний струм, після цього гасіть пожежу.

2. При спалаху людини не дозволяйте їй бігти, намагайтеся перекрити доступ повітря до горючого одягу важкою ковдрою, пальто або іншими доступними матеріалами.

3. При спалаху горючої рідини негайно погасіть всі нагрівні прилади, винесіть горючі матеріали та речовини, засипте полум'я піском і накрийте ковдрою для припинення доступу повітря. У випадку необхідності гасіть пожежу вуглекислотним вогнегасником, розчинні у воді спирти та горючі рідини гасіть водою.

4. Не можна водою гасити речовини, які з нею взаємодіють, утворюючи вогненебезпечні сполуки (лужні метали, їх карбіди, карбід кальцію, магній, алюміній в порошок або стружка, бензин, гас, бензол, скипидар, нафтопродукти).

5. Нормальна робота витяжної шафи є першочерговим засобом для забезпечення вентиляції приміщення під час занять з метою безпеки життєдіяльності студентів.

6. При виникненні пожежі потрібно негайно визвати пожежну команду, включити пожежну сигналізацію, винести з лабораторії всі вогне- та вибухонебезпечні речовини, а також балони з газами, виключити вентиляцію й електричний струм.

7. Під час термічних опіків I ступеня обпечені місця слід присипати содою, крохмалем чи тальком.

8. Під час опіків кислотою або лугом уражені місця промити проточною водою і обробити розчином соди або розчином оцтової кислоти.

9. Під час потрапляння твердих частинок, парів їдких речовин в очі промити їх водою, а потім 3% розчином соди.

10. Під час опіків лужними металами швидко зняти з шкіри тампоном вати залишки металу, а обпечене місце промити водою і 3–5% розчином оцтової кислоти.

11. Під час потрапляння мінеральних кислот в організм через стравохід швидко прополоскати рот 5% розчином соди, давати пити вапняну воду або рослинне масло.

12. При сильних кровотечах необхідно зупинити її джгутом.

13. Вогнегасники пінні призначені для гасіння пожеж твердих, рідких і газоподібних речовин. Ними не можна гасити електроприлади, що знаходяться під напругою, а також речовини, які займаються під час взаємодії з водою (натрій, калій, карбіди).

14. Під час враження електричним струмом потерпілому, який знаходиться у свідомості, необхідно забезпечити спокій і чисте повітря. При порушенні дихання та серцевої діяльності слід застосувати штучне дихання й непрямий масаж серця до прибуття швидкої медичної допомоги.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Статистично значимі відмінності встановлено для показника вага зрілого насіння, значення якого знижувалось на 26 % у чутливих дерев *Aesculus hippocastanum* L. порівняно із стійкими.

2. Встановлено, що вміст запасних білків у сім'ядолях стиглого насіння чутливих дерев знижувався на 54 %.

3. Дослідження динаміки вмісту запасних білків сім'ядолей насіння показало їх істотне зниження у чутливих до негативних чинників міського середовища дерев *Aesculus hippocastanum* L. як протягом формування насіння, так і при його проростанні.

4. Показником адаптації чутливих екземплярів гіркокаштана звичайного до комплексної дії абіотичних і біотичних чинників довкілля виявилось суттєве підвищення активності пероксидази протягом проростання насіння від 53 до 175 %.

5. Виявлено, що насіння *Aesculus hippocastanum* L. активно накопичує важкі метали, в якому пріоритетними є цинк і купрум. Перевищення по ГДК спостерігається по плюмбуму і кадмію. Встановлено, що найбільш високу здатність до акумулювання у рослин, що зростають в приміагістральних насадженнях, мають цинк ($K_n=1,57$), плюмбум ($K_n=1,26$) і кадмій ($K_n=11,44$).

6. Отримані результати можуть бути використані для діагностики якості насіння рослин гіркокаштана звичайного, що зростають в урбанізованому середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. 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 urbogenic environment. *Biosystems Diversity*. 27(3). С. 238–243.
3. 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.
4. Пентелюк О.С., Ліханов А.Ф., Григорюк І.П. Динаміка вмісту поліфенолів у листках рослин гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) за умов механічних пошкоджень. *Біоресурси і природокористування*. 8, №1-2. 2016. С. 5-12.
5. 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.
6. Гниненко Ю.И., Голосова М.А., Жуков А.М. Состояние конского каштана обыкновенного в некоторых странах Европы. *Лесохозяйственная информация*. 2003. № 7. С. 61–63.
7. Глібовицька Н. І. Екологічна стійкість та фітомеліоративна придатність деревних порід урбанізованих екосистем. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2017. 28. С. 12-21;
8. Гнатів П. С. Адаптація деревних рослин в урбоекосистемі міста Львова. Лісівнича академія наук України: наукові праці. Львів, 2003. Вип.2. С. 108–113.

9. Williams N.S., Schwartz M.W., Vesk P.A. et al. A conceptual framework for predicting the effects of urban environments on flora. *Journal of Ecology*. 2009. V. 97. No. 1. P. 4-9
10. Антиков В.Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам. – Минск: Наука и техника, 1979. 216 с.
11. Коршиков И.И., Котов В.С., Михеенко И.П. и др. Взаимодействие растений с техногенно загрязненной средой. Устойчивость. Фитоиндикация. Оптимизация. К.: Наук. думка, 1995. – 191 с.
12. Біологія каштанів /І.П. Григорюк, С.П. Машковська, П. П. Яворовський, О. В. Колесніченко. – К.: Логос, 2004. – 379 с.
13. Гнатив П.С. Каштан конский во Львове и вопросы его экологической устойчивости в городских насаждениях // *Науч. зап. гос. природоведч. музея*. Львов, 2007. Вып. 23. С. 75-84.
14. Косаківська І.В. Реакція протеому рослин на абіотичні стресові впливи // *Физиология и биохимия культ. растений*. 2012. Т. 44, № 5. С. 389-398.
15. Ермоленко В.В., Прокушкин С.Г., Зубарева О.Н., Ерохина З.В. Посевные качества и содержание азота в семенах отдельных деревьев пихты сибирской. *Сибирский экологический журнал*. №2. 2013. С. 309–314.
16. Глазовская М.А. Принципы классификации почв по опасности их загрязнения тяжелыми металлами. *Биологические науки*. № 9. 1989. С.38-46.
17. Лысенко Л.Л., Понамарев М.И., Корнилович Б.Ю. Перспективы решения проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами. *Экотехнология и ресурсосбережение*. № 4. 2001. С.58-63.
18. Чесанов Л.Г., Шапарь А.Г., Кораблева А.И. и др. Проблемы урбоэкологии. Дніпропетровськ, 2001. 159 с.
19. Парибок Т.А., Сазыкина Н.А., Тэмп Г.А. и др. Содержание металлов в листьях деревьев в городе. *Ботан. журн.* 1982. Т. 67, № 11. С. 1533-1536.

20. Молекулярно-биологические аспекты прикладной ботаники, генетики и селекции / Под ред В.Г. Конарева // Теоретические основы селекции. М.: Колос. 1993. Т. 1. 448 с
21. Чубік Т.С., Шупранова Л.В. Вивчення внутрішньовидового поліморфізму *Aesculus hippocastanum* L. по запасних білках насіння // Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Фізіологія рослин та екологія». Дн-ськ, 2003. С. 27.
22. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstet K. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of botany*. 2003. **91**. P. 179–194.
23. Колупаев Ю.Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва: Серія біол.* 2007. **12**, № 3. С. 6–26.
24. Dudek-Makusch M., Matlawska I. Flavonoids from the flowers of *Aesculus hippocastanum*. *Acta Polonica Pharmacutica – Drug Research*. 2011. **68**, №.3. P. 403–408.
25. Kapusta I., 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.
26. Oszmianski J., Kolniak-Ostek J., Biernat A. The content of phenolic compounds in leaf tissues of *Aesculus glabra* and *Aesculus parviflora* Walt. *Molecules*. 2015. 20. P. 2176–2189.
27. 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.
28. Зерова М.Д., Никитенко Г.Н., Нарольський Н.Б. и др. Каштановая минирующая моль в Украине. К.: ТОВ “Вегес”, 2007. 87 с.
29. Casal J. J., Mella R. A., Ballare C. L., Maldonado S. Phytochrome-mediated effects on extracellular peroxidase activity, lignin content and bending resistance in etiolated *Vicia faba* epicotyls. *Physiologia Plantarum*. 1994. Vol. 92. P. 555-562.

30. Christov K., Bakardjieva N. Peroxidase, catalase and superoxide dismutase in longterm desiccated moss *mnium* affine and their role in the process of rehydration. *Plant Peroxidase Newsletter*. 1997. N 11. March.

31. Donald F., Cipollini Jr. The induction of soluble peroxidase activity in bean leaves by wind-induced mechanical perturbation. *Am. J. of Botany*. 1998. Vol. 85. P. 1586-1591.

32. Seliutina O.V., Shupranova L. V., Holoborodko K. K., Shulman M. V., Bobylev Y. P. Effect of *Cameraria ohridella* on accumulation of proteins, peroxidase activity and composition in *Aesculus hippocastanum* leaves. *Regulatory mechanisms in Biosystems*. 11(2), С. 299-304.

33. Шайхутдинова А.А., Ивлева Я.С. Городские зеленые насаждения как элемент городского каркаса. *Ученые записки Петрозаводского государственного университета*. 2016. № 8 (161). С. 91–96.

34. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць. Львів: Світ, 2008. 456 с.

35. Кузнецов С.І., Левон Ф.М., Пушкар В.В. Дендрологічний склад зелених насаджень в Україні та перспективи його поліпшення. Проблеми ландшафтної архітектури, урбоекології та озеленення населених місць: Матеріали Першого міжнародного семінару. Львів, 1997. Т. 1. С. 205 – 206.

36. Кайдорина В. А. Изменение интенсивности фотосинтеза в листьях древесных растений под влиянием выбросов автотранспорта. 2010. с. 3.

37. Кузнецов С.І., Левон Ф.М., Пилипчук В.Ф., Шумик М.І. Екологічні передумови оптимізації вуличних насаджень Києва. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗДУ. 1998. Вип. 3. С. 57 – 64.

38. Методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Декоративне розсадництво з основами насінництва» / Укладач: Іванченко О.Є. Дніпропетровськ: ДДАУ. 2010. 105 с.

39. Иванов В.Н., Сторчевус В.К. Экология и автомобилизация. – К.: Будівельник, 1990. 128 с.

40. Горб А.С., Дук Н.М. Клімат Дніпропетровської області. Д.: Вид-во ДНУ. 2006. – 204 с.
41. Заячук В.Я. Дендрологія: Підручник. – Львів: Априорі, 2008. С.347-350.
42. Здетоветский А.Г. Биоэкологические особенности древесных растений пригородных и парковых лесонасаждений в лесостепи (на примере г. Самары): автореф. дисс. к.б.н. Самара: СГУ, 2000. 19 с.
43. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесная промышленность, 1983. 464 с.
44. Курницька М.П., Гнатів П.С. Техногенна емісія хімічних елементів в міські ґрунти та їх акумуляція у фітомасі рослин. Сучасна екологія і екологічна патологія людини. Мат. укр.-пол. семінару. Львів, 1997. С.61-62.
45. Foca G., Ulrici A., Cocchi M., Durante C., Li Vigni M., Marchetti A., Signinolfi S., Tassi L., Seeds of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) and their possible utilization in human consumption. Nuts and seeds in health and disease prevention. / Ed. V.R. Preedy, R.R. Watson, V.B. Patel. London: Academic Press, 2011. Ch. 76. P.653-661.
46. Kapusta I., Janda B., Szajwaj B., Stochmal A., Piacente S., Pizza C., Franceschi F., Franz C., Oleszek W. Flavonoids in horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) seeds and powdered waste water byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 2007. V. 55. N 21. P. 8485-8490.
47. Li S., Lian X.-Y., Zhang Z. An overview of genus *Aesculus* L.: ethnobotany, phytochemistry and pharmacological activities. *Pharm. Crops.* 2010. V. 1. P. 24–51.
48. Yilmas R., Sakcali S., Yarci C., Aksoy A., Ozturk M. Use of *Aesculus hippocastanum* L. as a biomonitor of heavy metal pollution. *Pak. J. Bot.* 2006. V. 38. P. 1519–1597.
49. Гіркокаштан звичайний у Львові 1. Антропогенні зміни біогеоценотичного покриву в Карпатському регіоні / За ред. М.А. Голубця. К.: Наук. думка, 1994. 168 с.

50. Гнатів П.С. Екологічні проблеми інтродукції деревних рослин у техногенному середовищі Львова. *Екологічний збірник НТШ*. Львів: Наукове товариство ім. Шевченка. № 7. 2001. С. 237–248.
51. Голубець М.А. Екосистемологічні принципи інтродукції. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. Вип. 9.9. 1999. С. 11–14.
52. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. К.: Наук. думка, 1978. 246 с.
53. Ковальчук Н. Систематичний аналіз дендрофлори м. Луцька. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. Вип. 13.5. 2003. С. 38–40.
54. Кохно Н.А., Дорошенко А.Т., Жоголева Н.Н. и др. Декоративные деревья и кустарники городских насаждений Полесья и Лесостепи Украины. К.: Наук. думка, 1985. 234 с.
55. Коршиков І.І., Гнатів П.С. Урботехногенне середовище як інтегральний чинник пристосування рослин. *Промышленная ботаника*. Вып.3. Донецк, 2003. С. 78–82.
56. Крамарець В.О. *Camptocampa orhidella* (Lepidoptera, Gracillariidae) – небезпечний шкідник каштана кінського. Мат-ли міжнар. конф. “Зелені міські зони – від проблем до розв’язків” – Львів: Друкарські куншти, 2005. С. 88-90.
57. Крамер П.Д., Козловський Т.Т. Физиология древесных растений. – М.: Лесн. пром., 1983. 461 с.
58. Кучерявый В.А. Урбоэкологические основы фитомелиорации. М.: НПО "Информ", 1991. Ч. I. 376 с.; Ч. II. 289 с.
59. Петрушенко В.В. Адаптивні реакції рослин. К.: Вища школа, 1981. 181 с.
60. 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.

61. Черевченко Т.М., Кузнецов С.І. Біорізноманіття деревних рослин в умовах мегаполісів та його оптимізація (на прикладі м. Києва) // Наук. вісн. УкрДЛТУ. Вип. 13.5. 2003. С. 22–27.
62. Gnativ P. The Conservation of Biodiversity in the Botanical Garden of Ukrainian State University of Forestry and Wood Technology. M. von den Driesch, W. Lobin. – Botanische Gärten und Erhaltung Biologischer Vielfalt. Ein Erfahrungsaustausch. – Berlin: Bundesamt für Naturschutz, 2001. P. 105–106.
63. Мусатенко Л.І., Генералова В.М., Мартин Г.Г. До фізіології спокою насіння *Aesculus hippocastanum* L. *Укр. ботан. журн.* 1997. 34, № 1. С. 86-91.
64. Chin H.F., Roberts E.H. Recalcitrant crop seeds. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. 220 p.
65. Шацкая Р.М. *Интродукция и акклиматизация растений*. Киев, 1986. № 5. С. 31.
66. Гумилевская Н.А., Азаркович М.И., Комарова М.Е., Обручева Н.В. Белки осевых органов покоящихся и прорастающих семян конского каштана: 1. Общая характеристика. *Физиология растений*. 2001. Т. 48. С.5–17.
67. Шматько И.Г., Григорюк И.П., Шведова О.Е. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам. Киев: Наукова думка, 1989. 224 с.
68. Николаева М.Г. Покой семян и факторы, его контролирующие. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. М.: Колос, 1982. С. 772–796.
69. Пентелюк О.С., Ліханов А.Ф. Григорюк І.П. Динаміка вмісту поліфенолів у листках рослин гіркокаштана звичайного за умов механічних пошкоджень. *Біоресурси і природокористування*. Т. 8. № 1-2. 2016. С. 5–12.
70. Пасічний Г.В., Сердюк С.М. Динаміка важких металів в ґрунтовому покриві у зв'язку з техногенним забрудненням оточуючого середовища (на прикладі м. Дніпропетровська). *Екологія і природокористування*. 2002. Вип. 4. С. 111–117.

71. Фатєєв А.І. Фоновий вміст важких металів в ґрунтах України. Харків: Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського, 1997.
72. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal. Biochem.* 1976. Vol. 72. P. 248–254.
73. Случик І.Й., Стефурак В.П. Акумуляція важких металів у пагонах видів роду *Populus* в умовах урбанізованого середовища. *Науковий вісник Чернівецького ун-ту. Біологія.* 2000. Вип. 77. С. 51-59.
74. Бояркин А.Н. Быстрый метод определения активности пероксидазы. *Биохимия.* 1951. Т. 16, вып. 4. С. 352-357.
75. Farrant J.M., Pammenter N.W. & Berjak P. Germination-associated events and the desiccation sensitivity of recalcitrant seeds - a study on three unrelated species. *Planta*, 1989, **178**, P. 189–198.
76. Лакин Г.Ф. Биометрия. М: Высшая школа, 1990. 352 с.
77. “Положення про організацію роботи з охорони праці учасників навчально-виховного процесу в установах і навчальних закладах” (наказ №563 від 01.08.2001 р.) та “Положення про розробку інструкцій з охорони праці” (наказ №9 від 29.01.1998 р.)

Додаток 1

Таблиця - Вага насіння і концентрація запасних білків у сім'ядолях насіння гіркокаштану звичайного (*A. hippocastanum* L.)

№ насіння	Вага насіння, г	Сбілка, мг/мл	№ насіння	Вага насіння, г	Сбілка, мг/мл	№ насіння	Вага насіння, г	Сбілка, мг/мл	№ насіння	Вага насіння, г	Сбілка, мг/мл
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контрольне насіння (п. «Новокодацький»)											
1	13,01	3,72	51	11,86	4,55	1	9,70	4,40	51	13,75	2,47
2	11,65	2,27	52	14,01	4,18	2	10,93	3,60	52	12,34	4,00
3	12,29	4,93	53	12,35	5,22	3	9,03	3,46	53	12,54	4,30
4	12,21	4,19	54	13,54	3,80	4	9,87	3,58	54	10,69	3,72
5	12,57	3,74	55	13,15	4,11	5	9,78	5,63	55	11,65	4,53
6	9,76	5,52	56	13,40	4,30	6	9,51	4,32	56	11,76	3,89
7	13,54	3,78	57	11,52	4,38	7	10,00	4,65	57	11,53	4,36
8	11,94	4,55	58	11,93	4,66	8	11,56	4,21	58	13,85	4,38
9	11,31	3,71	59	11,05	3,89	9	9,64	5,50	59	10,80	4,00
10	10,54	4,42	60	12,24	3,84	10	11,43	3,79	60	10,13	4,54
11	11,38	3,98	61	10,12	4,81	11	12,10	4,45	61	9,90	5,70
12	10,50	5,73	62	10,53	3,85	12	13,72	2,54	62	10,71	3,72
13	11,59	4,23	63	13,71	2,39	13	10,45	4,07	63	12,00	4,10
14	9,30	5,66	64	10,77	3,79	14	10,91	3,84	64	9,85	4,60
15	11,63	4,67	65	11,89	4,57	15	10,23	4,41	65	11,90	4,66
16	9,43	5,39	66	11,61	4,34	16	12,09	4,16	66	13,16	3,90
17	13,75	4,92	67	11,78	4,37	17	10,46	4,00	67	9,25	5,33
18	10,09	4,93	68	9,25	5,06	18	10,28	4,06	68	11,41	3,81
19	9,89	5,63	69	10,72	4,58	19	13,84	2,67	69	12,23	4,57
20	9,86	5,16	70	12,56	4,40	20	9,84	5,12	70	10,15	4,24
21	9,77	5,08	71	13,13	3,72	21	12,44	4,34	71	10,45	4,23
22	10,11	3,85	72	9,59	5,54	22	11,27	4,68	72	12,36	2,25
23	9,84	5,51	73	9,12	5,21	23	12,39	3,72	73	10,96	4,52
24	9,15	5,14	74	10,63	4,67	24	11,73	3,94	74	12,34	3,72
25	13,45	4,32	75	9,26	5,62	25	12,31	4,08	75	11,74	4,02
26	10,33	3,61	76	10,75	5,78	26	13,60	3,87	76	12,53	4,23
27	9,36	5,00	77	11,12	4,43	27	12,85	4,29	77	11,84	4,32
28	9,09	5,21	78	9,25	5,02	28	12,70	4,41	78	13,74	2,42
29	10,03	5,59	79	11,85	4,97	29	9,54	5,02	79	12,43	4,09
30	8,62	5,51	80	9,64	5,66	30	12,75	3,98	80	9,62	4,95
31	9,31	4,87	81	10,46	5,39	31	9,64	5,84	81	10,46	4,81
32	10,28	4,18	82	9,75	5,39	32	10,50	4,07	82	11,49	4,65
33	10,61	3,88	83	11,00	4,81	33	11,30	4,03	83	12,12	3,64
34	11,90	3,37	84	13,12	3,65	34	12,06	3,84	84	11,39	3,25
35	14,05	3,37	85	10,62	5,60	35	11,58	3,85	85	9,63	4,76
36	10,19	5,15	86	11,00	3,70	36	13,57	2,78	86	11,52	4,23
37	9,92	5,43	87	12,47	3,72	37	9,70	5,31	87	10,26	4,44
38	10,62	5,17	88	12,49	4,41	38	14,40	3,11	88	13,56	2,55
39	9,23	5,00	89	9,67	5,84	39	10,53	5,49	89	10,68	4,75
40	10,07	3,73	90	10,50	4,96	40	11,12	4,82	90	9,80	5,50
41	9,80	5,31	91	11,77	3,19	41	12,33	3,12	91	12,30	2,79
42	11,34	3,95	92	9,32	4,66	42	9,00	4,95	92	11,89	4,70
43	10,69	4,79	93	8,65	5,43	43	9,68	4,89	93	10,60	4,21
44	11,14	4,80	94	11,06	4,00	44	9,34	3,84	94	12,57	4,32
45	12,43	4,28	95	9,93	5,24	45	9,48	5,18	95	10,46	5,23
46	11,75	3,74	96	12,16	3,73	46	11,35	3,45	96	9,25	5,13
47	10,62	4,13	97	11,87	5,45	47	12,31	2,90	97	14,50	1,27

Продовження таблиці											
48	9,04	4,90	98	11,37	4,11	48	12,44	2,99	98	12,41	4,43
49	11,17	4,41	99	8,77	5,26	49	10,43	3,84	99	14,43	4,18
50	10,00	3,99	100	12,31	5,00	50	10,21	4,22	100	10,27	3,94
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
контрольне насіння						дослідне насіння					
1	12,00	4,57	51	11,04	4,27	1	7,61	1,58	51	8,22	1,40
2	13,62	3,91	52	10,60	4,66	2	7,76	1,34	52	6,20	2,00
3	12,87	4,33	53	12,40	4,40	3	8,43	2,30	53	7,15	1,69
4	13,42	3,99	54	12,97	4,62	4	7,30	1,45	54	7,34	1,60
5	13,63	2,68	55	11,83	4,58	5	8,40	1,43	55	7,83	1,38
6	10,72	4,25	56	14,40	4,93	6	5,90	2,20	56	6,85	1,44
7	10,36	4,96	57	12,75	4,09	7	6,30	1,62	57	6,37	1,67
8	11,33	4,35	58	12,98	4,20	8	6,15	2,05	58	7,64	1,92
9	13,43	2,56	59	10,55	4,22	9	7,05	1,57	59	8,62	1,35
10	10,72	3,82	60	12,63	4,19	10	7,60	1,60	60	7,80	1,39
11	10,66	3,49	61	13,14	2,55	11	6,32	1,20	61	5,99	2,20
12	13,81	2,76	62	12,48	4,56	12	7,00	2,30	62	6,67	1,75
13	14,88	3,34	63	13,58	2,77	13	8,64	1,46	63	5,67	1,90
14	11,89	4,55	64	12,27	4,70	14	8,23	1,95	64	8,30	1,45
15	11,10	4,44	65	12,55	5,40	15	7,66	1,70	65	8,75	1,33
16	12,23	5,28	66	13,43	3,50	16	6,10	2,00	66	6,21	1,58
17	12,72	5,15	67	11,34	4,24	17	8,30	1,50	67	7,91	1,44
18	10,69	3,54	68	14,13	3,20	18	6,00	2,10	68	8,50	1,79
19	13,35	2,67	69	12,42	4,65	19	8,97	1,25	69	8,21	1,40
20	11,85	4,56	70	9,70	5,11	20	7,55	1,19	70	6,17	2,02
21	9,72	5,20	71	12,60	4,45	21	8,70	1,32	71	7,32	1,54
22	13,54	2,62	72	12,36	4,29	22	8,00	1,90	72	7,82	1,41
23	13,21	2,56	73	11,40	4,29	23	7,21	1,24	73	7,15	1,72
24	13,88	2,43	74	12,46	4,72	24	7,45	1,89	74	8,42	2,14
25	11,40	4,41	75	9,60	5,45	25	8,25	1,60	75	6,66	1,43
26	12,60	4,56	76	12,82	4,43	26	7,42	1,89	76	8,24	1,44
27	9,92	5,17	77	13,40	3,50	27	8,25	1,61	77	7,00	2,13
28	10,78	3,93	78	13,82	3,40	28	7,12	1,58	78	5,25	1,94
29	12,23	4,35	79	11,29	4,70	29	7,66	1,27	79	8,90	1,57
30	10,59	4,43	80	10,76	4,58	30	6,63	1,74	80	8,60	1,92
31	10,46	3,86	81	12,25	4,44	31	8,54	1,23	81	7,84	1,74
32	12,09	4,44	82	11,18	4,00	32	7,56	1,36	82	7,12	1,43
33	11,40	4,28	83	12,90	3,80	33	5,65	2,08	83	7,01	1,54
34	11,49	4,09	84	9,67	4,97	34	7,55	1,81	84	8,36	1,72
35	11,39	4,77	85	12,63	4,60	35	8,20	1,34	85	6,75	1,90
36	13,70	3,50	86	10,60	4,45	36	7,15	1,50	86	7,85	2,06
37	11,62	4,70	87	14,77	3,83	37	7,39	1,56	87	7,20	1,81
38	11,50	4,74	88	12,42	3,85	38	6,82	1,46	88	7,33	1,39
39	14,52	3,42	89	12,79	3,78	39	6,36	1,58	89	7,12	1,44
40	13,07	2,90	90	12,56	3,72	40	7,65	1,93	90	7,85	1,32
41	10,99	4,37	91	12,78	4,33	41	8,62	1,37	91	8,11	1,45
42	13,80	3,74	92	10,38	3,87	42	7,90	1,49	92	8,29	1,23
43	13,53	2,79	93	11,13	4,10	43	5,98	2,14	93	6,43	2,16
44	11,45	4,69	94	11,90	4,90	44	6,66	1,77	94	9,87	1,30
45	13,94	2,78	95	13,24	2,79	45	5,71	1,90	95	8,99	1,78
46	10,86	3,84	96	13,75	3,86	46	8,33	1,45	96	6,84	1,28
47	12,67	2,89	97	9,79	5,30	47	8,73	1,40	97	5,45	2,07
48	11,98	4,33	98	12,12	4,70	48	6,20	1,59	98	8,85	1,58
49	11,80	4,32	99	10,90	4,71	49	7,90	1,42	99	7,40	1,44

Продовження таблиці											
50	10,36	4,57	100	12,80	4,70	50	8,50	1,80	100	8,43	1,90
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
дослідне насіння (пр. Д. Яворницького)											
1	7,12	1,90	51	8,85	1,92	1	8,63	1,42	51	8,80	1,92
2	7,00	1,44	52	7,99	1,60	2	9,66	1,39	52	8,10	2,06
3	8,34	1,35	53	7,42	1,50	3	7,99	1,67	53	9,01	1,53
4	6,70	2,09	54	9,80	1,57	4	8,63	1,90	54	6,11	2,24
5	8,00	1,46	55	5,78	2,07	5	5,30	2,06	55	7,02	1,43
6	6,15	2,03	56	6,40	1,90	6	8,13	1,92	56	8,35	1,66
7	7,73	1,21	57	7,30	2,16	7	6,35	1,81	57	9,12	2,26
8	8,40	1,57	58	8,64	1,38	8	7,19	1,84	58	8,30	1,30
9	7,50	1,42	59	8,50	1,56	9	7,33	1,85	59	6,35	2,22
10	6,37	1,91	60	8,12	1,39	10	6,76	1,65	60	6,34	1,77
11	6,00	2,05	61	6,13	1,62	11	7,80	1,73	61	7,97	1,56
12	8,82	1,32	62	8,94	1,90	12	6,92	1,90	62	7,40	1,41
13	5,30	1,93	63	8,31	2,02	13	7,66	1,78	63	7,12	1,32
14	7,00	1,60	64	7,80	1,92	14	7,64	1,90	64	7,56	1,18
15	6,64	1,90	65	7,15	1,28	15	8,03	1,44	65	9,82	1,90
16	8,36	1,86	66	8,02	1,36	16	6,20	2,25	66	7,50	1,43
17	6,30	1,41	67	8,65	1,46	17	7,00	1,59	67	7,62	1,44
18	7,32	1,44	68	6,76	2,00	18	7,08	1,44	68	6,20	1,19
19	8,65	1,42	69	8,80	1,92	19	8,80	2,14	69	5,70	2,12
20	9,64	1,42	70	8,10	2,05	20	8,50	1,42	70	8,45	1,41
21	7,97	1,64	71	8,98	1,54	21	6,00	2,27	71	7,14	1,80
22	8,68	2,00	72	6,08	2,26	22	8,02	1,30	72	6,42	1,44
23	5,30	2,07	73	7,00	1,43	23	8,03	1,19	73	7,52	1,40
24	8,14	1,90	74	8,33	1,69	24	6,65	1,68	74	6,71	2,01
25	6,40	1,77	75	9,12	2,26	25	8,05	1,91	75	8,70	1,58
26	7,21	1,89	76	8,30	1,34	26	7,40	2,40	76	8,21	1,44
27	7,32	1,94	77	8,03	1,35	27	6,31	1,86	77	5,78	1,46
28	6,80	1,70	78	6,36	2,25	28	8,70	1,23	78	8,04	1,71
29	7,80	1,75	79	6,38	1,82	29	5,68	2,05	79	8,23	1,50
30	6,90	1,90	80	8,00	1,54	30	8,17	1,55	80	8,11	1,23
31	7,60	1,89	81	7,42	1,40	31	8,52	2,02	81	7,75	1,70
32	7,65	1,94	82	7,13	1,23	32	6,13	1,58	82	5,80	2,13
33	8,05	1,44	83	7,51	1,22	33	8,21	1,88	83	7,88	1,45
34	6,20	2,30	84	9,80	1,93	34	8,80	1,88	84	6,61	1,18
35	7,02	1,61	85	7,48	1,43	35	7,98	1,59	85	7,80	1,41
36	7,12	1,46	86	7,60	1,42	36	7,40	1,44	86	5,84	1,76
37	8,80	2,18	87	6,21	1,23	37	9,80	1,57	87	5,70	1,84
38	8,50	1,44	88	5,69	2,13	38	5,81	2,11	88	8,61	1,59
39	6,00	2,26	89	8,44	1,44	39	6,43	2,00	89	6,10	1,57
40	8,00	1,32	90	7,14	1,81	40	7,31	2,15	90	8,65	1,17
41	8,02	1,20	91	6,39	1,41	41	8,62	1,46	91	8,84	1,46
42	8,06	1,95	92	7,52	1,40	42	8,51	1,54	92	8,01	2,46
43	7,38	2,38	93	6,34	1,89	43	8,10	1,45	93	6,61	1,55
44	6,30	1,90	94	6,00	2,03	44	6,13	1,62	94	6,33	1,90
45	8,70	1,23	95	8,81	1,33	45	8,91	1,92	95	5,91	1,59
46	5,66	2,05	96	5,30	1,92	46	8,30	2,04	96	8,72	1,61
47	8,16	1,56	97	6,98	1,58	47	7,09	1,30	97	6,22	1,66
48	8,54	2,04	98	6,60	1,87	48	8,00	1,32	98	5,67	1,33
49	6,12	1,58	99	8,36	1,86	49	8,66	1,46	99	6,80	1,60
50	8,22	1,25	100	6,29	1,44	50	6,75	1,92	100	7,63	1,36

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
дослідне насіння (пр. Д. Яворницького)											
1	9,95	1,46	26	8,73	1,36	51	8,09	1,60	76	7,84	1,47
2	5,98	1,31	27	5,92	1,88	52	5,87	1,66	77	6,82	1,40
3	8,80	1,79	28	8,22	1,78	53	5,30	1,90	78	8,11	1,55
4	8,40	1,16	29	7,99	2,41	54	6,88	1,95	79	7,42	1,46
5	8,75	1,32	30	7,47	1,44	55	6,22	1,17	80	6,44	1,33
6	7,99	1,67	31	7,69	1,54	56	7,80	1,89	81	6,90	2,05
7	5,77	1,90	32	7,71	1,22	57	7,82	1,44	82	8,41	1,45
8	7,71	1,41	33	8,65	1,47	58	7,61	1,63	83	8,17	1,43
9	6,54	1,56	34	7,99	1,31	59	8,44	1,46	84	9,00	1,85
10	6,81	1,91	35	6,98	1,44	60	8,03	1,77	85	9,20	1,54
11	8,53	1,81	36	5,75	1,82	61	8,96	2,00	86	7,65	1,60
12	5,35	1,92	37	8,12	1,42	62	8,09	1,82	87	8,31	1,58
13	8,12	1,32	38	6,81	1,19	63	7,67	1,63	88	9,19	1,66
14	6,08	1,66	39	7,99	1,42	64	9,65	1,89	89	8,70	1,72
15	8,51	1,75	40	6,64	1,87	65	6,73	1,58	90	7,31	1,77
16	7,60	1,55	41	7,82	1,59	66	8,13	1,61	91	9,01	1,94
17	6,34	1,55	42	6,80	1,43	67	7,79	1,43	92	7,28	1,62
18	6,90	1,74	43	7,80	1,40	68	7,31	1,46	93	6,75	1,93
19	7,75	1,87	44	8,81	1,44	69	9,00	1,42	94	7,34	1,48
20	6,20	1,38	45	8,58	1,42	70	8,34	1,59	95	7,18	1,56
21	7,42	1,37	46	8,12	1,43	71	5,70	1,99	96	8,48	1,27
22	5,90	2,16	47	9,18	1,50	72	5,69	1,90	97	7,74	1,33
23	6,57	1,42	48	7,78	1,41	73	6,92	1,62	98	8,76	1,85
24	6,33	1,35	49	7,89	1,61	74	8,75	1,33	99	6,02	2,30
25	7,70	1,95	50	6,00	1,57	75	7,90	1,36	100	9,16	2,17