

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри екології
_____ проф. Чорна В.І.
« ____ » _____ 2022 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
освітній ступінь «Магістр»

на тему: «Стійкість гірकोкаштанів в сучасних умовах паркових екосистем
м. Дніпро»

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгЕ-1-21 спеціальність 101 «Екологія»
_____ Карнаущенко М.М.

Керівник: _____ д.б.н., проф. Голобородько К.К.

Рецензент: _____ д.б.н., проф. Пахомов О.Є.

Консультанти:
з економіки природокористування _____ ст.викл. Полегенька М.А.
з охорони праці _____ доц. Кравець В.В.

Дніпро 2022

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

За спеціальністю 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри екології
_____ проф. Чорна В.І.
« ____ » _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломну роботу здобувачеві вищої освіти
Карнаущенко Марині Миколаївні

1. Тема роботи «Стійкість гіркокаштанів в сучасних умовах паркових екосистем м. Дніпро» затверджена наказом по ДДАЕУ від «31» січня 2021р. № 4229.
 2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи): « грудня 2021 р. »
 3. Вихідні дані до проекту (роботи): Дані, отримані при проходженні виробничо-технологічної практики _____.
 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) 1. Огляд літератури. 2. Фізико-географічні умови регіону досліджень. 3. Методи і методики. 4. Результати досліджень та їх обговорення. 5. Економічна частина. 6. Охорона праці. Список літератури.
 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Таблиці – _____ Рисунки _____
-

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Ст.викл. Полегенька М.А.		
6	Доц. Кравець В.В.		

7. Дата видачі завдання: „_____” _____ 2022 р.

Керівник проекту(роботи) _____ Голобородько К.К.

Завдання прийняв до виконання _____ Карнаущенко М.М.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного роботи	Термінь виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП		виконано
2	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ		виконано
3	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ		виконано
4	МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ		виконано
5	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБОВОРЕННЯ		виконано
6	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА		виконано
7	ОХОРОНА ПРАЦІ		виконано
8	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ		виконано

Здобувач вищої освіти _____ Карнаущенко М.М.

Керівник роботи _____ Голобородько К.К.

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі розкрито результати дослідження особливостей стійкості гіркогокаштанів в сучасних умовах паркових екосистем м. Дніпро.

Робота містить 76 сторінки тексту, 2 таблиць, 7 рисунків, 30 літературних джерел. Структура роботи складається із 6 розділів, в яких розкрито проблематику проведених досліджень.

Об'єктом досліджень є насадження гіркогокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.).

Предметом досліджень є адаптивні механізми гіркокаштану звичайного до інвазії каштанового мінера (*Cameralia ohridella* (Deschka & Dimic, 1986)) та екологічних факторів середовища м. Дніпро.

Мета роботи – дослідити особливості стійкості гіркогокаштанів в сучасних умовах паркових екосистем м. Дніпро.

Для досягнення мети вирішувалися наступні задачі:

1. Провести аналіз літературних джерел за тематикою досліджень.
2. Опрацювати польові та лабораторні методи досліджень.
3. Дослідити особливості стійкості гіркогокаштанових насаджень у різних зелених зонах м. Дніпро до оточуючого середовища.
4. Узагальнити отримані результати і сформулювати висновки.

Методи дослідження: фізіолого-біохімічні, математично-статистичні.

Ключові слова: гіркогокаштан звичайний, каштановий мінер, адаптивні механізми, інвазія, стійкість дерев до пошкодження.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1. Досвід дослідження впливу <i>Cameraria ohridella</i> на розвиток гіркокаштану	6
1.2. Досвід дослідження механізмів адаптації та стійкості гіркокаштану до життєдіяльності <i>Cameraria ohridella</i>	10
РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
2.1. Рельєф м. Дніпро	14
2.2. Геоєкологічні типи місцевості м. Дніпро	17
2.3. Урбоекологічне районування території м. Дніпро	21
2.4. Характеристика клімату і метеорологічних умов м. Дніпро	22
2.5. Стан водного басейну у м. Дніпро	24
2.6. Характеристика флори м. Дніпро	25
РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
3.1. Методика проведення польових досліджень	27
3.2. Методи дослідження впливу <i>C. ohridella</i> на біохімічні процеси листків гіркокаштану	29
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	36
4.1. Вплив <i>Cameraria ohridella</i> на вміст розчинних білків у листі гіркокаштану	36
4.2. Вплив <i>Cameraria ohridella</i> на активність ферментативної антиоксидантної системи захисту гіркокаштану	41
4.2.1. Особливості реакції пероксидазної системи гіркокаштану на живлення гусені <i>Cameraria ohridella</i>	41
4.2.2. Вплив живлення гусені <i>Cameraria ohridella</i> на ізоферментний склад листя гіркокаштану	43
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	48
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	49
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	52
ДОДАТОК А	57
ДОДАТОК Б	67

ВСТУП

Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) є типовим представником фракції інтродуцентів в дендрофлорі багатьох країн центральної Європи. Зокрема, цей вид активно використовувалася при озелененні населених місць, створенні зеленої інфраструктури різного призначення. Вже понад 200 років в Україні гіркокаштан застосовується в якості декоративної рослини для обсадження доріг і вулиць, в садах, парках, в алейних і одиночних посадках.

Гіркокаштан звичайний вважається унікальним індикатором антропогенного впливу на природне середовище, має давню історію інтродукції в різних географічних і екологічних умовах, штучно поширений майже всією територією Європи. Багатьма вченими й практиками-лісоводами цей вид вважається зручним природним фільтром очищення атмосферного повітря, також здавна використовується в медицині.

Тривалий час, на всій території штучного ареалу гіркокаштан вважався високостійкою деревною породою. Але, на початку XXI ст., через поширення каштанового мінера (*Cameraria ohridella* (Deschka & Dimic, 1986)), стан гіркокаштанових насаджень значно погіршився.

Наслідком впливу життєдіяльності гусені мінера зазвичай є сильне ушкодження листя, що інколи призводить до передчасної дефоліація, яка негативно позначаються на накопиченні резервів поживних речовин необхідних для підтримки життєвості рослин узимку і відновлення росту навесні. Рівень пошкодження гусінню *C. ohridella* листкових пластинок гіркокаштану в умовах зелених насаджень міст може доходити до 97,5%.

Отже, метою роботи було дослідити особливості стійкості гіркокаштанів в сучасних умовах паркових екосистем м. Дніпро.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Досвід дослідження впливу *Cameraria ohridella* на розвиток гіркокаштану

Тривалий час гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) вважався високостійкою деревною породою [5]. Але в останні три десятиліття фізіологічний стан гіркокаштанових насаджень значно погіршився, в першу чергу через вплив несприятливих чинників середовища: кліматичні зміни, посилене техногенне навантаження [2]. Із приводу цього, особливо слід відзначити й вплив на дерево масового розмноження шкідників і фітопатогенів [17]. Адже широко відомо, що цей вид страждає від жятгедіяльності каштанового мінера (Takos et al., 2008), для якого він вважається основною кормовою породою.

Первинний ареал гіркокаштану включає невелику частину Балканського півострова, де він існує в гірських лісах Албанії, Болгарії і частково Греції, саме там цей вид вперше був описаний у 1879 р. [2].

Використовувати в озелененні гіркокаштан вперше почали в 1561 році в Празі, згодом, у 1569 році у Флоренції [3]. В міських умовах цей вид є унікальним природним фільтром очищення атмосферного повітря [12].

Пошкоджені мінером крони не забезпечують деревам гіркокаштанів достатнього рівня накопичення поживних речовин, що інколи може призводити до вимерзання взимку. В ушкоджених деревах значно зменшуються приріст, інколи інтенсивність цвітіння, зменшуються морфологічні параметри листя [4].

Також, вважається, що значний рівень засоленості й сухості ґрунту, великий рівень загазованості та інші негативні фактори міського середовища, у декілька разів здатні підсилити шкоду, яку заподіяла раніше *C. ohridella* [3, 29].

У насадженнях гіркокаштану з високою щільністю популяцій мінера, вже наприкінці розвитку першого покоління, листя нижнього ярусу дерев *A. hippocastanum* пошкоджені майже на 50-70%, що сповіщує про можливу повну дефоліацію[24, 29] дерев уже в перший місяць літа. Навіть часткова дефоліація призводить до значного послаблення, а в подальшому й навіть до загибелі дерев [21].

При значному ушкодженні гусеницями мінера паренхіми листа значно пошкоджуються хлорофіловмісні органи, що призводить до порушення нормальних процесів існування дерева. Ушкоджені крони гіркокаштану, в такому разі, можуть втратити значну частину фотосинтезуючої площі [26]. Ушкодження поверхні листя, яке триває протягом декількох років, може призвести до послаблення всього дерева, поступової втрати стійкості, порушення біохімічного балансу й метаболізму, все це, в подальшому може призвести до недостатнього накопичення необхідних речовин [20].

Підраховано [29], що, якщо у здорових дерев розмір насіннєвих горіхів має 3-5 см в діаметрі, то в ушкоджених діаметр їх може не перевищувати 1,8-2.3 см, такі неповноцінні плоди не здатні бути використані в розплідниках для отримання здорових саджанців гіркокаштану.

Ослаблені дерева гіркокаштану приваблюють інших фітофагів, які можуть значно пошкоджувати листя, пагони, стовбури, або спровокувати розвиток різних грибних інфекцій [21].

На ушкоджених мінером деревах, на початку осені починають розвиток сплячі листкові і квіткові бруньки, які в нормі повинні розвиватись лише

наступної весни [27]. На цей процес дерево витратить значну кількість енергії, а отже в зимівлю входить значно ослабленим [14].

Осіньне цвітіння гіркокаштанів, можна вважати реакцією дерева на втрату листя наприкінці вегетаційного сезону. Вперше таке явище було зафіксовано у 1994 р. у Відні. Весь перелічений комплекс факторів може призводити до пригнічення розвитку, значного зняження декоративності і санітарно-оздоровчої здібності [7].

У ситуації, коли в осередках спалахів чисельності мінера, протягом кількох років, не відбувається загибель каштанів, естетичні збитки настільки великі, що в багатьох країнах муніципалітети вже замінюють цей гіркокаштан іншими формами каштанів або іншими видами дерев. Відзначається [15], що економічні витрати при цьому досить великі.

Відомо, що види роду *Aesculus* характеризуються різноманітною чутливістю до *C. ohridella*. Постійно відбуваються дослідження для з'ясування факторів цих відмінностей [23, 28].

У роді *Aesculus* високим рівнем стійкості [3] відзначаються рослини гіркокаштанів гібридного (*A. hybrida* D.C.), м'ясочервоного (*A. carnea* Zeyh., 1822), червоного (*A. pavia* Linnaeus, 1753), восьмитичинкового (*A. octandra* March.), *A. flava* Solander, 1778, *A. indica* (Wall. ex Camb. Hooker, 1859), *A. californica* (Spach) Nuttoll., *A. assamica* Griff. і *A. wilsoni* Rehder.

Вважається, що істотна стійкість дерев гіркокаштана червоного до *C. ohridella* зумовлена комплексом морфоанатомічних і фізіологічних ознак, в першу чергу товстими клітинними стінками верхнього епідермісу [10].

Від вмісту і активності ферменту пероксидази залежить ступінь дерев'яніння вторинних клітинних оболонок, що особливо важливо за умов формування механічного бар'єру, який перешкоджає проникненню гусениць каштанового мінера в тканини листка [14]. Вважається, що пов'язана з клітинними стінками пероксидаза є специфічним маркером стійкості видів і форм *Aesculus* до життєдіяльності мінера [6].

Чутливим до живлення гусені *C. ohridella* виявився японський каштан кінський (*A. turbinata Blume*) [25]. Поодинокі пошкодження реєструються на листках відносно стійких проти мінера видів гіркокаштана (*A. glabra Willd.*, *A. parviflora Walt.*, *A. pavia* x *A. hippocastanum* та ін.) [14].

Як стверджують вчені [10], такий факт свідчить про складність системи взаємовідносин рослина–фітофаг і принципову нездатність повного знищення цього мінера. Окрім того, за відсутності кормової бази може відбутись перехід на живлення іншими видами рослин, наприклад на клен гостролистий (*Acer platanoides Linnaeus, 1753*), клен-явір (*Acer pseudoplatanus Linnaeus, 1753*) [19], які також належать до родини *Sapindaceae* Juss, 1789.

Дерева гіркокаштана звичайного і гіркокаштана звичайного форми Баумані не можуть витримати одночасного впливу життєдіяльності *C. ohridella*, повітряної й ґрунтової посухості, у результаті чого, при певних обставинах може спостерігатись розхитування спадковості, зумовлене певними витрачаннями пулу енергетичних сполук і нестабільністю геному [10].

На поточний момент маємо повідомлення, що каштановий мінер може адаптуватись до живлення на інших деревах [18]. Так, окрім гіркокаштану, відомі приклади пошкодження гусінню *C. ohridella* інших видів роду *Aesculus*. Є свідчення, що міни було зафіксовано на листях кленів гостролистого (*Acer platanoides L., 1753*), білого (*Acer pseudoplatanus L., 1753*) і навіть на дівочому винограді п'ятилисточковому (*Parthenocissus quinquefolia Planch.*) [7].

Деякі вчені показали [5, 11], що концентрація фенолів у чутливого *A. turbinata* і відносно чутливого *A. hippocastanum* була дещо вищою, ніж у стійкого *A. neglecta*, відповідно, такі результати можуть свідчити про те, що не рівень загальної концентрації фенолів, а їх склад у листках є відповідальним за різницю чутливості особин *Aesculus spp.* до живлення гусені мінера.

1.2. Досвід дослідження механізмів адаптації та стійкості гіркокаштану до життєдіяльності *Cameraria ohridella*

Вивчення взаємозв'язків дерево-комаха на біохімічному рівні має вирішальне значення для розуміння адаптації рослин до живлення гусені *C. ohridella* [1]. У період перебування в листі кормової породи між мінером і деревом відбуваються складні фізіологічні процеси, прямим наслідком яких є виживання або загибель фітофага [8, 9]. У випадку виживання мінер чинить вплив на організм рослини, спричиняючи зміни в метаболізмі, через що відбуваються зміни фізіологічного стану дерева [5].

При вивченні реакції рослин *A. hippocastanum* на вплив мінера відзначається особливе значення хімічної складової захисних систем дерева [23], яка охоплює вторинні метаболіти (алкалоїди, терпеноїди, ціаногенні глікозиди, флавоноїди, таніни, оксикоричні кислоти) і ферменти антиоксидантного захисту [4].

Математичні підрахунки моделей уражених *C. ohridella* дерев в Італії показали, що фотосинтетичні втрати первинної продукції заражених особин становили близько 35% [20]. Відзначається, що подібні процеси можуть серйозно пригнічувати майбутній ріст і навіть виживання саджанців гіркокаштану.

Відомо [9], що хімічний захист рослин базується на білках і включає ферменти, здатні значно послабити організм гусені через перешкоджання її здатності використовувати поживні речовини з ураженої тканини рослини [25]. Фітофаги потребують великого набору поживних речовин [5].

Дослідженнями [28] встановлено, що основним набором поживними речовин в листках гіркокаштану для гусені являється крохмаль і цукроза. Іншим важливим класом макромолекул вважаються легкорозчинні білки, здатні впливати разом із вуглеводами на продуктивність у комах [7].

Провідним елементом стійкості рослин гіркокаштана до живлення гусені мінера є показник товщини кутикули поверхні листка [4]. Відзначається, що процес ушкодження листків гіркокаштану гусінню починається вже у період виходу останньої з яйця. Гусениця швидко порушує покривну тканину поверхні листка, потім проникає всередину епідермального шару [7].

Фізіологічним бар'єром стійкості дерев роду *Aesculus L.* є різні ферменти. Індуковані поїданням листя ферменти, такі як пероксидази здатні сприяти збільшенню стійкості в результаті синтезу лігніну, суберину і брати участь у невілюванні активних форм кисню [3]. Пероксидаза – мультифункціональний глікопротеїд, який бере участь в об'єднанні різних полісахаридів [4].

Дія стресових чинників оточуючого середовища, в тому числі живлення гусені, супроводжується збільшенням рівня активних форм кисню в клітинах листків [13]. У відповідь на ураження рослин мінером включаються певні захисні реакції. Дослідження активності ферментів-антиоксидантів показало високу активність пероксидаз у листках *A. hippocastanum*, що відповідає відомим даним [22].

Відомо, що бензединпероксидаза і гваякол-пероксидаза є дуже лабільними ферментами, що беруть активну участь в реагуванні на порушення гомеостазу за дії стресорів різного походження [30].

Активність гваякол-пероксидази пов'язують із тим, що вона бере безпосередню участь у процесах лігніфікації, суберинізації, ауксиновому катаболізмі [21]. Вважається, що активація ферментно-антиоксидантного комплексу у відповідь на дію гусені є провідним процесом у формуванні і розвитку захисних реакцій у рослинних клітинах [16].

Припускається, що пероксидаза бере активну участь у регуляції рівня і активності ендогенних й екзогенних сигнальних молекул [16]. Крім каталізу окиснювальних реакцій, пероксидаза може виконувати регуляторну роль в процесах диференціації клітин [30].

Дерева *A. hippocastanum* синтезують переважно у вегетативних і де що менше в генеративних органах значну кількість фенолів, необхідних для формування систем стійкості. Виробництво великої кількості дубильних речовин можна вважати однією з стратегій фізіологічного захисту. Дубильні речовини – похідні фенольних сполук є токсичними для гусені *C. ohridella* [15].

У листі дерев гіркокаштану встановлено наявність катехінових дубильних речовин [22]. Імовірно, погана активність стратегії захисту дерева від мінера, пов'язана з наявністю дубильних речовин не у всіх клітин листя. У той час, як глікозиди, які виробляються у листі гіркокаштану, не становлять небезпеки для розвитку й живлення гусені каштанового мінера [30].

У міських насадженнях виявлено стійкі проти каштанового мінера особини рослин *A. hippocastanum* L., які здатні зберігати листову поверхню неушкодженою упродовж всього вегетаційного періоду [17]. Для стійких проти форм гіркокаштана накопичення поліфенольних сполук у листках не є вирішальним. Саме для їх стійких до мінера характерною рисою вважається невисока концентрація катехінів і проантоціанідинів [9, 10].

Під впливом живлення гусені каштанового мінера у фазу інтенсивного формування плодів спостерігалось пригнічення процесів біосинтезу та навіть деструкція нативної структури мембранних полярних ліпідів [3, 4].

Систематичне вивчення механізмів адаптації різних форм гіркокаштану до живлення каштанового мінеру повинно створити матеріально-інформаційну базу для розробки та наступного впровадження способів ранньої діагностики якості посадкового і селекційного матеріалу [30].

РОЗДІЛ 2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА І КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Рельєф та геодинаміка

Місто Дніпро – це багатофункціональний обласний центр, вважається важливим промисловим вузлом, адже має розвинуту металургійну, машинобудівну, гірничорудну та інші промисловості [11]. На сьогодні місто є провідним транспортним вузлом національного значення. На поточний момент в місті діє понад 4,5 тис. організацій різної форми власності.

Навколо м. Дніпро утворилась велика агломерація, яка, станом на 2020 р. мала 999 725 населення. Дніпро - Східно-Центральне місто розташоване в долині річки Дніпра на північному вигині великого Дніпровського закруту у місці впадання в нього ріки Самари, з координатами центра 48°27' пд.ш., 35°02' пн.д. [11].

Площа міста 409 718 км², більше половини з яких – близько 55% – забудована частина, 30% – ландшафтно-рекреаційні території і 15% – водних та інших територій [7]. Адміністративними районами Дніпра є: Амур-Нижньодніпровський, Індустріальний, Самарський, що знаходяться на лівому березі р. Дніпро, а також Шевченківський, Соборний, Центральний, Чечелівський, Новокодацький – на правому березі. В межах міста виділяється 28 промислових районів, 47 житлових, а також 150 урбоекотопів (екологічних районів) [11].

Рельєф міста можна охарактеризувати, як вельми складний за будовою, це одна з найважливіших характеристик середовища, тому рельєф у значній мірі визначає неповторність міського ландшафту, а також своєрідні інженерно-геологічні і екологічні умови планування і забудови.

Сучасний рельєф правобережної і лівобережної частини міста відноситься до двох різних типів ландшафтів: рівнинно-вододільного та долинно-річкового. Головною морфологічною особливістю можна вважати

ярусність. Перевищення абсолютних відміток в межах території міста сягає понад 135 м. Придніпровська височина (120-185 м) складена породами стратиграфічно повної лісової формації, залягаючими на породах неогену [11]. Найбільш підведені місця приурочені до абсолютних відміток 170-185 м., а найвища відмітка 187 м; у цілому поверхня височини відрізняється глибоким (до 120-135 м) і густим ерозійним розчленуванням [11].

Незначна надрічкова частина території правобережжя і переважаюча частина лівобережжя міста, розташовані в межах Придніпровської низовини, яка є рівниною, утвореною річковими наносами, на якій представлені різні елементи долинного комплексу Дніпра [7]. Перш за все, – це різновікові річкові тераси, морфологічно поверхня представляє рівнини з абсолютними відмітками 52,4-86,0 м [11].

На південь від гирла Самари Придніпровська лесова рівнина розділяється каніоновидною долиною прориву Дніпра на дві складові частини: Лівобережну Задніпровську лесову і Правобережну Сурсько-Дніпровську лесову рівнину.

У долину Дніпра відкриваються короткі (2,5–4 км), однак чисельні балки (всього 17 балок), найбільші з яких: Тонельна, Таромська, Біла, Зелена, Діївська, Сухий Яр, Атекарська, Рибаківська, Красноповстанська та інші. Крутизна схилу їх досягає 9–18°, іноді 20–25° і навіть 55°, а ширина днища 60-350 м [7]. Складний рисунок додають вторинні донні яри, яких на території Дніпра нараховується понад 20, це більшість первинних (або долинних) ярів, що безпосередньо відкриваються в долину Дніпра, їх довжина складає 0,1–1 км, проте в деяких випадках вони досягають довжини 1,3–1,5 км [11].

Долина Дніпра в межах міста має трапецієвидний профіль та має яскраво виражену правосторонню асиметрію, характерну для долин, закладених уздовж скидань. Внаслідок цього, правий берег долини Дніпра високий і крутий, густо розчленований яружно-балковою мережею, а лівий – переважно низький і пологий. Ширина долини р. Дніпро в межах міста сягає

20 км., а невелику, найглибшу частину дна долини, займає русло, його ширина 0,7–1 км. Воно утворює Таромський і Усть-Самарський круті первинні закрути, в його межах відбувається інтенсивне розділення річки на рукави [7]. Характерною особливістю рельєфу м. Дніпро є ярусність, тобто наявність ряду геоморфологічних рівнів – вододільних плато і серій річкових терас.

Після утворення Дніпровського водосховища, урізання води в межах міста піднялося з 47,5 до 51,4 м, поверхні низької і частково високої (51-54 м) [11] заплави і надзаплавної тераси були затоплені, а у західній частині міста зберіглася широка (до 2 км) заплава Діївсько-Сухачівська.

Найширше уздовж правого берегового схилу Дніпра поширені обвальні явища – найбільш активні сучасні морфологічні процеси, особливо переважають обвали фронтального і циркоподібного типу (більш за все уражені цими несприятливими екологічними процесами схили, що мають крутизну більш 15°) [11]. На них спостерігаються виходи ґрунтових вод, обвали, осипи. У наслідок цього багато ярів в даний час повністю або частково осипано.

Ерозійно-зсувними процесами уражений практично весь правий, а також частково лівий схили Краснопостанчеської, Рибаківської і Зустрічної балок. Розвиток цього процесу має місце також в балках Сухий Яр, Таромська, Біла, Зелена, Атекарська, Діївська і в багатьох інших пунктах. У одних випадках обвали відбуваються по червоно-бурих глинах, в інших – по колінам.

Суффозійні процеси мають локальний характер поширення, їх походження пов'язане з «лесовим карстом» – механічним винесенням глинистих частинок – у зв'язку з підвищенням рівня ґрунтових вод і витоками з підземних комунікацій. Це невеликі провальні колодязі завглибшки 1,5-2 м [7].

Результатом багаторічної антропогенної діяльності є утворення численних техногенних форм рельєфу: сплановані поверхні, схили, що

терасують, виїмки, рови, насипи, греблі, кар'єри і відвали, що мають різні розміри і форми.

2.2. Геоєкологічні типи місцевості

Принцип виділення типів місцевості на геоморфологічній основі обґрунтовується переважно за рахунок палеогеографічних і екологічних позицій. Згідно А.А. Кримцову виділяються наступні типи місцевості:

1. Заплавно-нижньотерасовий тип місцевості об'єднує поверхні заплави (високою і низькою) і нижніх терас. Обґрунтуванням об'єднання цих геоморфологічних рівнів в один тип місцевості є: надрічкове положення, плоский рельєф, приблизно однакова абсолютна висота поверхні (в основному від 52 до 62 м), схожі умови зволоження (підтоплені території), відсутність ґрунтів просадчиків. Природна поверхня заплави знаходиться на абсолютних відмітках 48–54 м, поверхня нижніх терас 55–62 м, ці різновікові поверхні розділяються уступом, який в даний час в місті перекритий насипними і намивними ґрунтами [11].

У центрі міста суходолом можна вважати тільки ті ділянки заплави, поверхня яких штучно підвищена, останні затоплені водами Дніпровського водосховища. Лише у західній частині міста високі ділянки заплави виходять на поверхню, низькі затоплені. Зазвичай, візуально важко провести межу між заплавою та нижніми терасами.

Потужність намивних піскові на поверхні заплави в районі Набережної Перемоги досягає 9–10 м, на територіях колишніх заплав і частково терас під намивними пісками часто залягають «слабкі» ґрунти (мулисті відкладення стариць), вивчення умов залягання і розповсюдження яких надзвичайно важливі для будівництва [11]. У звичайній практиці інженерних досліджень тут часто допускаються грубі помилки і прорахунки, що знижують достовірність інженерно-геологічних і гідрогеологічних прогнозів різної тривалості.

Обґрунтуванням об'єднання заплави і нижніх терас в єдиний тип місцевості на території міста є, головним чином, схожі умови зволоження і рельєфу. Процеси підтоплення і заболочування в межах цього типу місцевості отримали широкий розвиток у зв'язку з порушенням природного гідрогеологічного режиму: в результаті баражного ефекту набережних, щільної забудови прибережних територій багатопверховими будинками на свайних фундаментах, витоками з водонесучих комунікацій, порушенням випаровування, впливом зрошувальної системи Фрунзе на лівому березі Дніпра [7].

2. Средньотерасовий тип місцевості. Головним принципом його виділення є гіпсометричне положення. Средньочетвертинний геоморфологічний рівень виразно виражений в рельєфі у вигляді ступенів заввишки 20–30 м над меженним рівнем Дніпра з плоскою або слабо нахиленої (2–5°) поверхні, яка відокремлює від нижніх терас чітким, іноді досить крутим (15° і більше) уступом (відмітки уступу 62–70 м; поверхні 70–80 м); тиловий шов середньотерасового рівня також чітко виражений [11].

Геологічна будова серединних терас на певних ділянках розрізняються переважно по наявності або відсутності лесових порід. У правобережній частині міста цей тип місцевості поширений у вигляді майже суцільної смуги шириною до 1 км, а в лівобережній – у вигляді останцю трикутної форми завдовжки близько 10 км і шириною 3 км (Павлов та ін., 2000). До заходу (у районі пос. Кіровське) середні тераси виклинюються. Загальною межею їх геологічної будови є відсутність водотривкого шару, що залягає вище за місцеві базиси ерозії, завдяки чому, ці ділянки є непідтоплюваними [7].

Глибина залягання ґрунтових вод, в основному, від 5 до 10 м, виняток становлять ті ділянки середніх терас, на яких розташовані промислові підприємства з «мокрим» циклом виробництва [7]. Тут рух потім ґрунтових вод у бік Дніпра погіршений через суцільне розповсюдження практично водонепроникних порід техногенного походження (металургійні шлаки), які

залягають як на поверхні середніх і нижніх терас, так і заповнюють балки, що колись служили природними дренами [7]. В цьому випадку на середніх терасах розвиваються процеси підтоплення [11].

3. Верхньотерасовий тип місцевості об'єднує поверхні і схили верхніх ранньочетвертичних надзаплавних терас з абсолютними відмітками 80–100 м (відносні висоти 30–50 м) [7]. Морфологічно ці тераси не скрізь чітко виражені, їх поверхні в більшості випадків є вузькі (100–200 м) [11] ступені з нахилою у бік середніх терас поверхнею. Вони розташовані уздовж правого схилу долини Дніпра і лівого схилу в районі Ігрени, уступи на незабудованих ділянках розчленовуються густою мережею ярів [7].

Однотипність геологічної будови і гідрогеологічних умов полягають в наявності товщ лесових порід (в основному супісків) потужністю 10–25 м, що залягають на піщаному алювії, що підстеляє, у свою чергу, або корою вивітрювання кристалічних порід, або неогеновими пісками, іноді глинами [11]. Регіональний водоопір, переважно представлений на вододілах червоно-бурими глинами і важкими суглинками, тут вибивається клин.

Іноді між лесовою товщею і алювієм залягають червоно-бурі суглинки, але вони малопотужні, не витримані по простяганню і не можуть служити водоупором для водоносного комплексу в лесових відкладеннях [7]. Тому території ці в основному непідтоплювані, з глибиною залягання рівня ґрунтових вод не більше 10 м, і, не дивлячись на значну крутизну схилів і розвиток ерозійних процесів, обвали тут спостерігаються рідко, як і в межах середніх терас; окремі підтоплені ділянки є тільки в районі західної групи заводів, де значно порушений гідрогеологічний режим.

4. Вододільний тип місцевості об'єднує ділянки вододільного плато між річкою Дніпро і Мокрою Сурою (на правобережжі), Дніпра і Самари (на лівобережжі в районі Ігрени), а також найбільш верхніх та найстаріших терас Дніпра та їх схилів, всі ці поверхні несуть на собі могутній чохол континентальних утворень: лесової товщі потужністю 20–30 м, в підставі якої залягають водотривкі червоно-бурі глини і важкі суглинки [11].

Єдиним джерелом зволоження для цих порід в природних умовах є атмосферні опади. При існуючій їх кількості, завдяки інфільтрації на водоопорі червоно-бурих глин формується малопотужний водоносний горизонт глибиною залягання рівня ґрунтових вод більше 20 м [7]. Такі гідрогеологічні умови характерні для територій позбавлених забудови або територій з малоповерховою забудовою.

Вододільний тип місцевості характеризується потенційною підтоплюваністю, яка розвивається за наявності значних витоків з водоносних комунікацій, при цьому швидкість підйому рівня в окремих районах досягає 2–2,5 м/рік [11]. Таким чином, за рахунок формування техногенного водоносного горизонту виявилися підтопленими території промайданчиків і житлових масивів багатоповислої забудови (пос. Верхній, 12-й квартал, Тополя) і продовжується інтенсивний підйом рівнів в районі пр. Кірова, вул. Робочої, житлового масиву Сокіл [7].

5. Тип балочного схилу місцевості. У цьому типі об'єднуються все балочні урочища і схили річкових долин за межами плейстоценових терасою які мають крутизну більш 5°.

Збільшення крутизни схилів супроводжується зміною та інших природних показників. У верхніх і середніх частинах схилів спостерігається закономірне вибивання клину шарів гірських порід. На схилах збільшується ступінь зволоження, що виявляється в зміні природної степової рослинності на лучну і навіть деревино-чагарникову, а у балках на байрачні ліси.

У нижніх частинах схилів, де вибивається клин шару водотривких суглинків і глин, спостерігається височування ґрунтових вод у вигляді джерел, що дають початок балочним водотокам [7]. Днища балок підтоплені а місцями сильно заболочені. Багато ділянок схилів є зсувонебезпечними, а на обривистих схилах спостерігаються обвали і осипи [11].

2.3. Урбоекологічне районування

Розташування на перехресті водних, залізничних, автомобільних, повітряних шляхів сполучення, а також наявності інфраструктури дає можливість здійснювати значні обсяги перевезень пасажирів та вантажів. Це позитивно вплинуло на розвиток міста, однак це також сприяло значній перебудові міста [7].

Через ряд історичних причин сучасна архітектурно-планувальна структура Дніпра, як відомо [11] неадекватно відображає особливості будови його природних комплексів і ландшафтів. Поєднуючись з роздрібністю функціонально-планувальних зон, це створює мозаїчну картину розподілу локальних екологічних ситуацій. Всього у межах міста виділяється більше 150 локально відособлених екологічних ділянок – урбоекотопів.

Коли йдеться про урбоекотоп, мають на увазі [11] елементарну екологічну ділянку міської території, яка відрізняється схожістю характеристик природно-територіальних комплексів, архітектурно-планувальних функцій, часу і методів містобудівного освоєння, а також умов мешкання населення.

Комплекс урбоекологічних ділянок прийнято підрозділяти на три основні групи: селітебну, промислову і ландшафтно-рекреаційну. Тоді як кожна з цих груп також підрозділяється на підгрупи урбоекотопів, вони розрізняються за часом містобудівного освоєння території відповідно до існуючої історичної періодизації формування міської забудови [7].

Щодо історико-архітектурної класифікації, то виділяються наступні частини міста: історичний центр, історична частина (що підрозділяється на дореволюційну і радянську довоєнну), післявоєнна забудова відновного періоду, масова житлова забудова початку 60-х – кінця 80-х років [11].

Відповідно до відмінностей щільності населення, забудови і поверховості групи селітебних урбоекотопів дробляться на окремі

урбоекотопи, а промислові території – залежно від розмірів і категорії шкідливості підприємств [7].

Головною відмінністю системи урбоекологічного зонування міської території від архітектурно-планувальної схеми районування є те, що існує можливість повніше здійснити облік природних, екологічних і демографічних відмінностей територіальних різниць, що виділяються.

2.4. Характеристика клімату і метеорологічних умов

Місто Дніпро розташоване в зоні помірно-континентального клімату, ступінь континентальності якого по рівній 38,1% [11]. Навколишня поверхня суші, нагріваючись влітку і охолоджуючись взимку, є важливим кліматоутворюючим чинником.

Не дивлячись на порівняно невелику повторюваність арктичних вторгнень (15%), в температурному режимі області вони грають велику роль, оскільки з ними пов'язані найбільш низькі температури повітря [7]. Пониження температури при таких вторгненнях відбувається швидко і може досягати 20-25°C за добу, повторюваність тропічного повітря в районі Дніпра знаходиться повітря помірних широт (70%) [11].

В протилежність континентальному, морське повітря помірних широт має меншу повторюваність і обумовлюється (частіше всього взимку) зсувом із заходу фронтів, пов'язаних, переважно із певною інтенсивною циклонною діяльністю на північному заході європейського субконтиненту.

Входження морського тропічного повітря азовського походження відбувається дуже рідко. Частіше всього він зміщується на досліджувану територію з середземноморського басейну. Ці вторгнення відбуваються в теплих секторах південних циклонів.

У літній період, інколи, спостерігаються певні випадки входження континентального тропічного повітря.

Циркулярні процеси над досліджуваним районом відрізняються великим різноманіттям, проте, в певні сезони деякі процеси є пануючими що накладає відбиток на розподіл атмосферного тиску і вітру [11].

Клімат міста характеризується тим, що зима тут не тривала і порівняно тепла для даної географічної широти, зимовий сезон, як все холодне півріччя, характеризується переважаючою роллю циркуляційного чинника [7]. Значення радіаційного чинника зменшується внаслідок відносно малої висоти Сонця над горизонтом, невеликій тривалості дня, значній хмарності. Взимку спостерігається інтенсивний обмін повітря у зв'язку з розвиненою в це час циклонною діяльністю. Істотною відмінністю цього сезону є часта відлига, тумани, ожеледь.

Іншим характерним для зими процесом є східні дії, пов'язані з посиленням сибірського антициклону. В цей час переважають вітри східних і південно-східних напрямів і посилення морозів.

Навесні погодні умови характеризуються різкою мінливістю. Інколи спостерігаються сильні поривчасті вітри, переважно південно-східного напрямку, що можуть супроводжуватися заповишеними бурями. Лише до кінця сезону слабшає міжширотний обмін і посилюється радіаційний чинник клімату, що визначає зростання температури повітря за рахунок прогрівання земної поверхні, зменшення повторюваності туманів і сильного вітру [11].

Літо в Дніпрі помірно тепле, іноді жарке, посушливе, опадів в літній сезон випадає 165 мм, з максимумом в червні – 69 мм [7]. Влітку переважають північно-західні потоки. Відносно пануючих вітрів цей період найбільш однорідний, середні швидкості вітру влітку найменші.

В цілому погодні умови літнього сезону відрізняються значним підвищенням температури за рахунок прогрівання земної поверхні, великою повторюваністю ясних днів, збільшенням кількості опадів і активною грозовою діяльністю. Нерідкі засухи і суховії [11].

Атмосферні процеси восени схожі на весняні, але розвиваються в зворотному напрямку, починаючи з жовтня, збільшується число випадків утворення адвективних туманів і внутрішньомасових ожеледиць. Часто спостерігається похмура погода з опадами [11].

У другу половину осені, внаслідок збільшення контрастів температури між сушею і морем, посилюється циклонна діяльність, проходження через досліджуваний район західних циклонів і улоговин супроводжується посиленням вітрів, а у Дніпрі в цей час року переважають південно-західні і південно-західні вітри [7].

2.5. Стан водного басейну

Близько 40 підприємств міста скидають стічні води безпосередньо у водоймища, водотоки і балочну для яру мережу, крім того, більшість підприємств скидають стічні води в міську каналізацію, не розраховану на очищення промислових стоків [7].

Найбільш значні випуски стічних вод розташовані вище Кайдакського моста, біля ж.м. Придніпровська, в районі очисних споруд Лівобережжя (до Самари) і через балочну сель в Мокру Суру (у районі очисних споруд Правобережжя), серед підприємств, що скидають стічні води безпосередньо у водоймища: Придніпровська ТЕС, ВАТ, «ДМЗ ім. Петровського», ВАТ «Нижньодніпровський трубопрокатний завод», ВАТ «Комінмет», ВАТ «Дніпровський агрегатний завод», ВАТ «Дніпропрес», ВАТ «Дніпровський трубний завод», ПО ЮМЗ, ВАТ «Дніпрошина» та інші (Павлов та ін., 2000).

Основними причинами забруднення підземних вод виявляє фільтрація цих токсичних речовин зі шламонакопичувачів, відстійників і звалищ, мереж каналізації, підйом рівня ґрунтових вод [11].

Найбільш золо- і шламонакопичувальні звалища належать ПД ТЕС, ВАТ «ДМЗ ім. Петровського», ВАТ «Комінмет», ВАТ «Дніпровський агрегатний завод», ВАТ «Дніпровський лакофарбний завод», ВАТ

«Дніпрошина», у накопичувачі і звалища поступають відходи, що містять речовини, у складі яких присутні важкі метали, нафтопродукти [11].

2.6. Характеристика флори

У місті Дніпро домінують байрачні, заплавні, арені та пристінні ліси, едифікатором є дуби, у балках біля річки спостерігаються тільки залишки лісу. Лісові насадження розрослися вздовж Дніпра і до самого центру міста, піднімаючись до вершин балок, умови рельєфу та клімату сприятливі для поширення лісів [7].

У м. Дніпро, зараз зростає велика кількість різноманітних дерев (роди *Salix*, *Populus*, *Alnus*, *Quercus*) чагарників та чагарничків, трав та рослин декоративного значення, різних квітів. Ще за часів правління графа Потьомкіна в м. Дніпро було насаджено багато рослин, а місто поділялось на три частини балками, зі зміною рельєфу і клімату деякі види рослин зазнали змін, інші так і залишилися ще за часів заснування м. Єкатеринослава [11].

Давно відомо, що рослинність будь-якого регіону знаходиться у прямій залежності від двох головних біологічних факторів: клімату та ґрунту. До інших другорядних факторів слід віднести антропогенний вплив людини, діяльність тварини на рослинні угруповання. Без дії факторів другорядного значення рослинність мала би можливість залишатися без суттєвих змін, і залежала тільки від біологічних факторів (клімату та ґрунту). Під їх впливом рослини змінювали свою будову, ріст, розмноження та розповсюдження [11].

За всю історію спостережень, для м. Дніпро найбільш характерними вважаються такі угруповання рослин: чагарники, лісові рослини, рослини ковилового степу, рослини піскових угруповань.

Серед чагарників можна виділити шипшину (*Rosa*), терен (*Prunus*), таволгу (*Spirea*), березняк (*Caragana*), ракітник (*Cytisus*), бересклет (*Evonomus*), кизильник (*Cornus*), бузину (*Sambucus*), барбарис (*Berberis*) та інші. Серед дерев'янистих порід у Дніпрі виділяють вербу (*Salix*), тополю

(*Populus*), вільху (*Alnus*) і дуб (*Quercus*), найбільш поширені серед деревних порід дуби, так як для них сприятливі умови у міцних лісах [7]. Ліс знаходиться лише в заплавних, байрачних, аренних та пристінних лісах. Едифікатором серед рослин є родини злакових (*Cramineae*), осок (*Superaceae*) – навпаки, дуже мало [11].

Як відомо [11], біля водорозділів завжди багато чагарникових порід терена, він розпушує материкові ґрунти та сприяє швидкому вилуджуванню їх солей. Існують причини, які шкодять лісовим породам вільно зростати на місцях водо розділів, наприклад, сухі вітри, які не дають гарно зростати деревам, які підіймаються з балки на водорозділ.

Лісові угруповання утворені наступними видами: карагач (*Ulmus*), клени (*Acer*), дуби (*Quercus*), ясени (*Fraxinus*) тощо. Ясени, клени слабо зростають, причиною є м'які породи, в них затримується волога, збагачені видовим різноманіттям прирічні ліси завдяки різноманітним умовам [11].

Серед некультурних рослин поширені горицвіт (*Adonis*), перстач (*Potentilla*), фіалки (*Viola*), сон (*Pulsatilla*) та інші. Територія Дніпра з моментів заснування міста характеризується господарюванням степу, у балках біля Дніпра можна побачити тільки залишки ліси. Загальна диференціація території м. Дніпро за природними та історичними умовами, а також господарською діяльністю людини відбилась в змінах її природної рослинності [11].

РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Методика проведення польових досліджень

У зеленій зоні м. Дніпро, було виділено вісім груп модельних дерев гіркогоштанна звичайного 20–40-річного віку із близькими морфолого-таксаційними параметрами, але із урахуванням різного ступеня пошкодження листків мінером *C. ohridella*.

Польові дослідження проведено у вегетаційний сезон 2021 р. На рисунку 3.1. представлено розташування пробних площ.



Рисунок 3.1. Місця розташування пробних площ: 1 – сквер Металургів; 2 – парк Мануйлівський; 3 – парк ім. Т.Г. Шевченка; 4 - парк Дружби народів; 5 - парк ім. Л. Глоби; 6 - парк Молодіжний; 7 - Ботанічний сад ДНУ ім. Олеся Гончара; 8 - парк Придніпровський.

Наведемо характеристики пробних площ.

Дослідна ділянка 1 розташована в сквері Металургів (48°28'26"N 34°59'31"E). Сквер знаходиться у західній частині Правобережжя міста Дніпро і характеризується сусідством із найбільшою частиною промислових підприємств міста. Висота над рівнем моря 94 м.

Дослідна ділянка 2 розташована в парку Мануйлівський (48°29'13.3"N 35°03'40.6"E). Він знаходиться на відстані 1,75 км від Дніпровського трубопрокатного заводу імені Карла Лібкнехта. Висота над рівнем моря 56 м.

Дослідна ділянка 3 розташована у Центральному парку імені Тараса Григоровича Шевченка (48°27'48"N 35°4'23"E). Модельні дерева гіркокаштана, обрані нами для дослідів, знаходяться в центральній частині парку на відстані 100 м від автошляху. Висота над рівнем моря 82,5-100 м.

Дослідна ділянка 4 розташована в лісопарку Дружби народів (48°32'2"N 35°5'42"E). Ця зелена зона знаходиться у лівобережній частині міста Дніпро. Основним постійним джерелом викидів шкідливих речовин в атмосферу є Дніпровський трубопрокатний завод імені Карла Лібкнехта. Висота над рівнем моря 65-68 м.

Дослідна ділянка 5 розташована в парку імені Лазаря Глоби (48°28'11"N 35°1'48"E). Парк розміщено у центральній частині міста Дніпро, що характеризується інтенсивним рухом автотранспорту. Висота над рівнем моря 56-68 м.

Дослідна ділянка 6 розташована на території парку Молодіжний на відстані майже 60 м від напруженої автомагістралі (48°29'8"N 34°56'42"E). Парк знаходиться у західній правобережній частині міста Дніпра і характеризується великою кількістю промислових об'єктів, а також інтенсивним рухом транспорту. Висота над рівнем моря 57-82 м.

Дослідна ділянка 7 розташована в центрі Ботанічного саду Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (48°26'14"

N, 35°02'35" E). У Ботанічному саду зареєстрована найменша концентрація важких металів. Висота над рівнем моря 127-149 м.

Дослідна ділянка 8 розташована на території парку Придніпровський (48°23'59"N 35°7'59"E). Найпотужнішим джерелом викидів у атмосферне повітря міста тут є Придніпровська ТЕС. Переважна більшість викидів належить до слаботоксичних речовин 3 та 4 класів небезпеки. Висота над рівнем моря 69-75 м.

Матеріал збирали у вегетаційний період. Свіже листя гіркокаштану приносили до лабораторії фізіології та молекулярної біології рослин НДІ біології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара для подальших досліджень.

3.2. Методи дослідження впливу *C. ohridella* на біохімічні процеси листків гіркокаштану

Екстракція легкорозчинних білків. Для вилучення білків наважку 0,1 г гомогенізованого матеріалу заливали 1 мл 0,1 М трис-НСІ буфера, рН 7,4 та екстрагували протягом ночі при +4⁰С, центрифугування проводили 15 хв при швидкості 15000 г при температурі +4⁰С. Отриманий супернатант зливали у пробірки для визначення вмісту білку та визначення активності і складу бензидин-пероксидази та активності гваякол-пероксидази.

Визначення вмісту білка. Визначення вмісту білка проводили за методом Bradford (1976), який базується на утворенні кольорових комплексів білку з розчином барвника (Кумасі діамантово-блакитного G-250).

За енергійному перемішуванні розчиняли 100 мг кумасі G-250 в 50 мл 96% етиловому спирті. Потім змішували з 100 мл 85% ортофосфорної кислоти. Отриману суміш розбавляли водою до 1 л і профільтровували крізь паперовий фільтр. Розчин зберігали при температурі 20⁰С протягом 2-х тижнів.

Хід аналізу. До 0,2 мл досліджуваного розчину білку доливали 2 мл розчину барвника. Через 2 хв вимірювали оптичну густина при довжині хвилі 590 нм проти контролю, де замість розчину білку було додано 0,2 мл буфера для екстракції. Концентрацію білку в досліджуваній пробі визначали за калібрувальною кривою.

Побудова калібрувальної кривої. Першим етапом було приготування стандартного розчину з альбуміну сироватки бика (БСА) в концентрації 20 мг в 100 мл дистильованої води ($C = 0,2$ мг/мл). Другий етап полягав у розведенні стандартного розчину для отримання ряду розчинів з певною концентрацією БСА: у серію пробірок наливали 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 мл розчину стандартного білку і дистильованою водою доводили до об'єму 5 мл. В останню пробірку наливали тільки 5 мл розчину стандартного білку. На третьому етапі аналіз проводили відповідно до методики, описаної вище, використовуючи розчин з відповідними концентраціями білку в 1 мл розчину: 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,16; 0,18 і 0,20 мг/мл. Після вимірювання оптичної густини і отримання даних будували калібрувальну криву.

Концентрацію білка розраховували за формулою (3.1):

$$C = A_{590} \cdot k \cdot b, \quad (3.1)$$

де A_{590} – величина оптичної густини, отриманої експериментально при $\lambda = 590$ нм;

k – коефіцієнт перерахунку, отриманий за допомогою калібрувальної кривої, який в даній роботі відповідав значенню 0,47;

b – ступінь розведення розчину дослідного білка.

Приготування ферментного препарату. Наважку рослинного матеріалу вагою 0,1 г розтирали у ступці з кварцевим 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 г. Надосадкову рідину (супернатант) зливали в чисті пробірки і використовували для визначення активності пероксидази. Про активність

пероксидази судили за часом утворення синього кольору окисненого 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 (3.2):

$$A = D \cdot a \cdot b \cdot c / V_{\text{зразка}} \cdot l \cdot t \quad (3.2)$$

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;

$V_{\text{зразка}}$ – кількість супернатанту для аналізу;

l – товщина шару рідини в кюветі;

t – час у секундах.

Визначення активності гваякол-пероксидази. Принцип методу заснований на вимірюванні оптичної густини продуктів реакції, що утворились при окисненні гваяколу за певний проміжок часу (Ranieri et al., 2001).

Хід аналізу: у дослідну пробірку вносять 0,5 мл розчину гваяколу, 1,5 мл буферного розчину, 0,5 мл супернатанту. Реакцію запускають додаванням 0,5 мл розчину H_2O_2 . Кінетику розкладання субстрату реєструють протягом двох хвилин при 470 нм (максимум поглинання тетрагваяколу) на фотоелектроколориметрі проти холостої проби, яка не містить H_2O_2 .

Активність виражають у відносних одиницях на 1 г сирової маси (або на одиницю білка) за формулою (3.3):

$$A = (E_2 - E_1) \cdot V \cdot V_2 \cdot 60 / (t_2 - t_1) \cdot V_1 \cdot n \quad (3.3)$$

де: E_2 – оптична густина в кінці досліджу;

E_1 – оптична густина на початку досліджу;

V – загальний вихідний об'єм витяжки, мл;

V_2 – загальний об'єм рідини в кюветі, мл;

60 – коефіцієнт переведення в хвилини;

t_1 і t_2 – час початку і кінця досліджу;

V_1 – об'єм, взятий для проведення реакції, мл;

n – наважка, г.

Активність ферментів виражали мікромолях субстрату, окисленого за 2 хв в перерахунку на 1 мг білка.

Ізоелектричне фокусування (ІЕФ) пероксидази в ПААГ. Визначення ізоензимного складу пероксидази і поліфенолоксидази проводили за допомогою поверхневих електродів методом аналітичного ізоелектричного фокусування (ІЕФ) в поліакриламідному гелі (ПААГ).

Сутність методу полягає в тому, що суміш білків вносять в об'єм пластини, заповненій поліакриламідним гелем. Протікання струму крізь ПААГ супроводжується встановленням електричного поля, який діє на білкові молекули. Ця дія призводить до їх міграції вздовж поля в напрямку анода чи катода, в залежності від знаку сумарного електричного заряду кожної молекули.

Швидкість міграції пропорційна напруженості електричного поля і електрофоретичній рухомості білку. Остання залежить від відношення сумарного заряду до лінійного розміру білкової молекули. Для ІЕФ використовують крупнопористий ПААГ (5%) з тим, щоб не відбувалось сильного тертя молекул о сітку гелю і їх розділення здійснювалось тільки за рахунок їх заряду. Розмір молекул взагалі не має значення для їх фракціонування, важливе тільки значення pI (ізоелектрична точка). Кінцевий

результат ІЕФ полягає в тому, що всі молекули білка, які мають однакове значення ізоелектричної точки, зберуться у вузьку зону в тому місці градієнту, де рН дорівнює рІ. Молекули різних білків фокусуються в різні вузькі зони і таким чином відбувається фракціонування білкової суміші за значеннями рІ білків, які до неї входять.

Приготування вихідних розчинів для полімеризації гелю. Для приготування ПААГ використовують наступні реагенти: перекристалізований акриламід і метилен-біс-акриламід (МБА), персульфат амонію (ПСА), амфоліти-носії і гліцерин. Для полімеризації готують наступні вихідні розчини: 1. 1,46 г акриламід, 0,04 г МБА розчиняють в 20 мл дистильованої води, додають 3,5 мл гліцерину; 1,0 мл амфолінів (фірма ЛКБ, Швеція) з рН 3,5-5,0 і 0,5 мл з рН 4,0-6,5 і доводять водою до кінцевого об'єму 30 мл і фільтрують. 2. 10% персульфат амонію: 100 мг розчиняють у 1 мл дистильованої води, який завжди використовують свіже приготуванням.

Полімеризація гелю. Перед заливкою в зібрану скляну камеру товщиною 1 мм і розміром 29 x 12 см у розчин гелю додають каталізатор полімеризації – 10% ПСА об'ємом 125 мкл. Зразу ж заливають розчин у зібрану плоску форму до переповнення. Полімеризацію проводять при кімнатній температурі не більше 30 хв.

Приготування електродних розчинів для ІЕФ. Електродні розчини (анодит і катодит) готують із нелетких вільних кислот і лугів. Відповідними електродними розчинами слугували 0,04 М L-глютамінова кислота (88 мг на 15 мл дистильованої води) і 1 М розчин NaOH (4 г/100 мл води).

Хід аналізу. Збирання і установка горизонтальної камери. Фракціонування білків здійснювали в горизонтальних пластинах гелю на приладі Ультрафор з блоком живлення 2197 (ЛКБ, Швеція). Для більшості горизонтальних систем гель полімеризують між двома скляними пластинами. Товщина зазору між пластинами, які були розділені спеціальними пластиковими прокладками («спейсерами»), складала 1 мм. Пластили міцно прижимали одну до одної таким чином, щоб виключити підтікання рідини із

внутрішньої порожнини. Робочий розчин заливали у форму за допомогою шприца. Перші порції розчину заливали, злегка нахилив камеру, з тим, щоб попередити утворення повітряних «карманів». По мірі заповнення камеру поступово переводили в горизонтальне положення. Після заповнення камери на робочий розчин нашаровували воду, яка містила слідові кількості ініціатора полімеризації (ПСА), щоб вирівняти кромку і забезпечити рівномірність полімеризації гелю.

Після завершення полімеризації камеру в горизонтальному положенні розміщували на поверхні блоку охолодження в апараті Ультрафор, який підключений до термостату в холодильній камері Colora (ЛКБ, Швеція) із встановленою температурою для проведення аналізу ($+10^{\circ}\text{C}$). За рахунок стиснення при охолодженні гель частково відходить від верхньої пластини, що полегшує її наступне видалення. Безпосередньо перед початком роботи з гелем обережно видаляють верхню пластину. Для цього форму кладуть на стіл і піднімають верхню пластину, піддвіваючи її шпателем і опираючись, як важелем, у нижню пластину.

Після видалення верхньої пластини на поверхню гелю кладуть смужки товстого фільтрувального паперу, змочені католітом і анолітом, контролюючи при цьому, щоб ці смужки були покладені рівно, паралельно і на такій відстані одна від одної, щоб при опусканні кришки дротяні платинові електроди точно припадали на середину електродних смужок.

Внесення зразків при ІЕФ. Для внесення зразків користувались спеціальним тонким фільтрувальним папером розміром 0,5 x 0,7 см, змоченому розчином білкового зразку. Смужки паперу розташовували в тій частині гелю, де не відбувається фокусування основних компонентів. Зразки вносили на відстані 3 см від катоду для запобігання несприятливих впливів екстремальних значень рН.

Гістохімічне забарвлення ІЕФ-гелю на пероксидазу. Метод заснований на специфічному проявленні пероксидази за допомогою гістохімічної кольорової реакції продуктів її ферментативного перетворення.

Хід забарвлення. Гелеві пластинки заливали інкубаційним розчином і додавали кристали нітропрусиду. Кювету з гелевою пластинкою струшували, щоб кристалики нітропрусиду розчинилися. Через 5-10 хв у зонах з пероксидажною активністю з'являлося синє забарвлення. Далі інкубаційне середовище зливали і заливали гель водою. Бензидиновий синій стійкий тримали упродовж декількох годин у холодильнику при $+4^{\circ}\text{C}$.

Ізоелектричні точки компонентів визначали по калібрувальній кривій залежності рН від відстані, пройденої білком.

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

4.1. Вплив *Cameraria ohridella* на вміст розчинних білків у листі гіркокаштану

На пошкодження рослинних тканин комахами активно реагують легкорозчинні білки. Одразу після початку живлення гусені, рослина починає знижувати швидкість синтезу білка, адже опиняється в умовах біотичного стресу, то бто відбувається й поступове зниження концентрації легкорозчинних білків. Мінливість вмісту легкорозчинних білків в цілому є характерним для рослин, інколи таке явище розцінюється як адаптація рослинного організму до стресу різного походження, наприклад, до живлення гусені.

Умови міського середовища у сезон наших досліджень, були вельми сприятливими для розвитку спалаху чисельності каштанового мінера. Наслідком цього у всіх зонах спостережень нами зафіксовані пошкодження листя гіркокаштанів. Залежно від умов в яких знаходилась паркова зона, рівень заселення листя у липні 2021 р. коливався від майже 9% до 87%, а вже у серпні від 15% до майже 100% (рис. 4.1.)

У період другого покоління каштанового мінера у зелених зонах м. Дніпро найменшим виявились пошкодження у таких парках як Мануйлівський, Придніпровський та Молодіжний. Їх можна виділити в окрему групу, в якій рівень ушкодження листкових пластинок коливався до 10 % (табл. 4.1.).

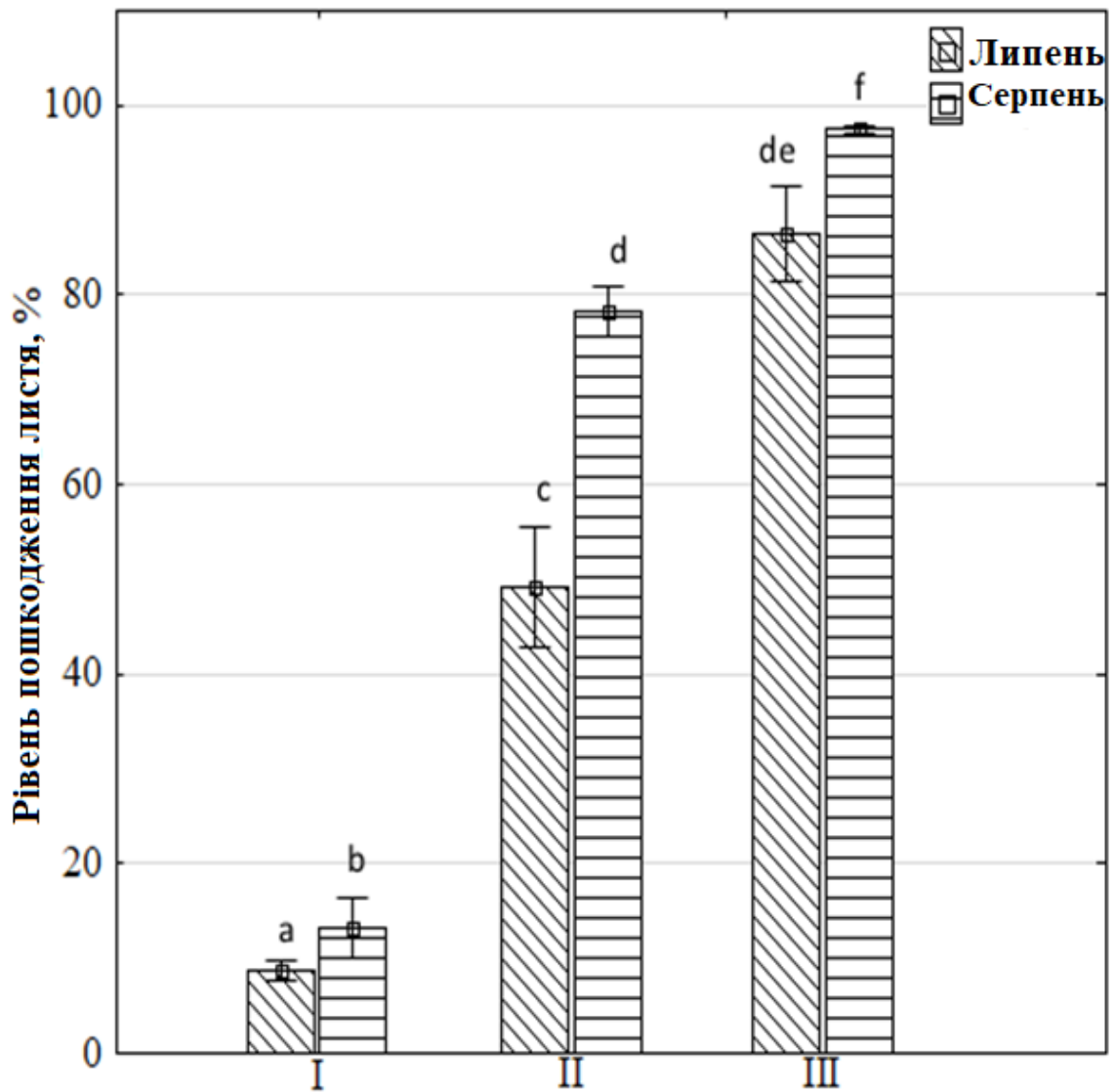









Рисунок 4.1. Зміни рівня ушкодження листя гіркокаштану ураженого мінером

У результаті досліджень, нами, найбільший вміст легкорозчинних білків зафіксовано у листових пластинках дерев дослідної ділянки №8, що в парку Придніпровський 3,02 мг/г і дослідної ділянки №1, яка в сквері Металургів 3,04 мг/г, а найменший – на дослідній ділянці №4 в парку Дружби народів 2,31 мг/г.

Таблиця 4.1.

Рівень ушкодження листкових пластинок гіркокаштану мінером у різних
зелених зонах м. Дніпро

Район відбору листя	Парк Мануйлівський, парк Молодіжний, парк Придніпровськ	Парк ім. Т.Г. Шевченка	парк ім. Л. Глоби, Ботанічний сад ДНУ імені Олеся Гончара	лісопарк Дружби народів, сквер Металургів
липень				
Візуалізація				
Ступінь пошкодження листя	9.67%	41.03%	51.51%	82.53 %
серпень				
Візуалізація				
Ступінь пошкодження	14.35%	79,33%	98.51 %	

Надалі, у серпні, ми зафіксували, зниження вмісту легкорозчинних білків, що імовірно можна пояснити із підвищенням ступеня заселення листкових пластинок мінером. Ми відмітили тенденцію, яка показала, що зниження вмісту легкорозчинних білків у групі парків із низьким заселенням мінером, складало від 11,3% на дослідній ділянці №6 в парку Молодіжний до 22,6% на дослідній ділянці №8 в парку Придніпровський.

У другій групі паркових зон, де зафіксовано середній рівень заселення мінером, картина зниження вмісту легкорозчинних білків була іншою: на дослідній ділянці № 3, що в парку Т. Г. Шевченка дерева гірко каштану показали зниження вмісту білка на рівні 12,5%. Вміст легкорозчинних білків у тканинах листя дерев на дослідній ділянці №7, яка в Ботанічному саду склав 35,5%, а дерев, що ростуть на дослідній ділянці №5, в парку Лазаря Глоби 38,9% відповідно.

Як видно з рисунку 4.2. рівень розчинних білків у листкових поверхнях у липні фіксувався майже однаковим у всіх дослідних групах і відповідав значенню 2,75 мг/г (I і II група насаджень) і 2,72 мг/г (III група насаджень) відповідно. У наступному місяці – серпні, зафіксовано зниження вмісту білків, що відповідало підвищенню рівня заселення листя гусінню каштанового мінера.

Ми зафіксували, у групі умовного контролю (I група насаджень) у порівнянні із липнем зниження, яке становило 15,5 % ($F = 55,62$; $P = 2,7 \cdot 11-11$), а в II групі достовірне зниження вже склало 27,7 % ($F = 74,0$; $P = 5,4 \cdot 11-12$), у III групі – 44,9% ($F = 154,8$; $P = 5.1 \cdot 11-14$).

У серпні, зафіксовано зниження рівня білка у II групі порівняно із контрольною, яке дорівнювало 17,4 % ($F = 28,9$; $P = 2,7 \cdot 11-6$), відповідно у III групі – 35,1 % ($F = 171,0$; $P = 1,4 \cdot 11-17$).

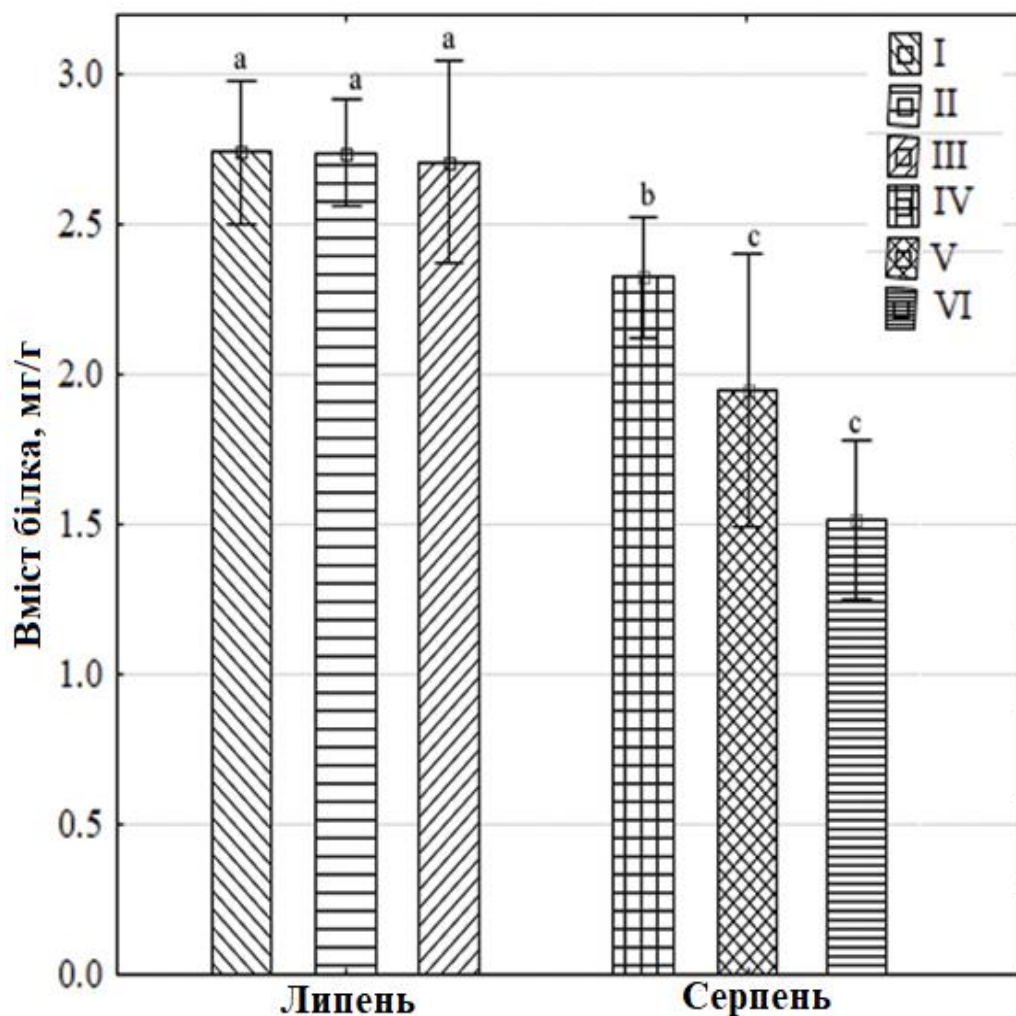


Рисунок 4.2. Значення рівнів вмісту легкокорозчинного білка в листі гіркокаштану ураженого мінером.

Отже, за результатами наших досліджень, виявилось, що живлення мінера впливає на фізіологічний стан листя гіркокаштану, що можна підтвердити змінами місту легкокорозчинних білків. Наші дослідження показали, що із збільшенням щільності мін на листку гіркокаштану, відбувається поступове зменшення вмісту легкокорозчинних білків.

4.2. Вплив *Cameraria ohridella* на активність ферментативної антиоксидантної системи захисту гіркокаштану

4.2.1. Особливості реакції пероксидазної системи гіркокаштану на живлення гусені *Cameraria ohridella*

Відомо, що активність пероксидази, можна інтерпретувати як фізіологічну відповідь рослини на різні процеси, у тому числі стійкість до хвороб і життєдіяльності фітофагів. Саме через таку здатність, нам було проведено дослідження реакції пероксидазної системи листя гіркокаштану на пошкодження його гусінню каштанового мінера. Ми дослідили вплив живлення мінера на склад антиоксидантних ферментів листя: бензидин-пероксидази (BPOD), гваякол-пероксидази (GPOD) і каталази (CAT).

У таблиці 4.2. показано результати впливу живлення гусені мінера на склад основних антиоксидантних ферментів листя гірко каштану станом на липень-серпень 2021 р.

У результаті статистичної обробки отриманих даних, ми з'ясували, що активність BPOD, GPOD і CAT у листі гіркокаштану звичайного достовірно залежить від ступеня ураження мінером.

Аналіз отриманих даних показав широку амплітуду мінливості активності ферментів, що корелює із ступенем заселення листя мінером. Особливо чуттєвим до живлення гусені вився рівень BPOD. Найнижчі показники коефіцієнту варіації зафіксовано нами для активності GPOD за високого, а для CAT – за низького ступеня ушкодження листкових пластинок фітофагом.

Таблиця 4.1.

Активність антиоксидантних ферментів (BPOD, GPOD, CAT) у листках гіркокаштану, уражених мінером

Рівень пошкодження листя, %	n	BPOD, U/g FW хв	CV, %	n	GPOD, мМ guaiacol/g FW хв	CV, %	N	CAT, μM H ₂ O ₂ /mg protein хв	CV, %
8,59	25	121,22 ± 26,367 ^a	23,0	25	5,11 ± 0,911 ^a	17,3	25	2,01 ± 0,181 ^a	9,6
48,7	25	167,72 ± 75,024 ^b	45,1	25	9,32 ± 1,023 ^b	11,2	25	1,74 ± 0,261 ^b	17,7
87,4	25	181,01 ± 31,279 ^b	18,2	25	8,90 ± 0,743 ^c	8,5	25	1,41 ± 0,257 ^c	18,2

Помітне підвищення (майже на 80 %) активності такого ферменту як GPOD ми пов'язуємо із тим, що він бере участь у таких фізіологічних процесах рослинного організму як реакція на механічне ушкодження (руйнування) тканини та захист від патогенів, а ці процеси пов'язуються із системною стійкістю рослинного організму.

Наші дослідження підтвердили твердження, що активацію ферментів-антиоксидантів можна розцінювати як відповідь на живлення гусені мінера.

4.2.2. Вплив живлення гусені *Cameraria ohridella* на ізоферментний склад листя гіркокаштану

У результаті проведеного дослідження ферментних комплексів, ми з'ясували, що ферментний склад ураженого гусінню мінерів листя завжди проявляється із більшою активністю порівняно із ферментними комплексами неуражених листкових пластинок.

Такий факт можна пояснити, що прояв більшої активності спостерігається імовірно завдяки збільшенню компонентів ферментних комплексів, або через підвищення їх активності (рис. 4.3).

Отже, ми підтвердили гіпотезу, що рівень активності пероксидази в уражених гусінню листкових пластинках буде більшим. У пробній площі, в парку імені Т.Г. Шевченка (рис. 4.4) значною мірою фіксується тенденція до збільшення компонентів ферментних комплексів. На іншій пробній ділянці, у парку 40-річчя визволення Дніпропетровська (рис. 4.5) спостерігається інша ситуація, коли зростає активність (*a*, *b*, *v*, *d*), але у іншого фенотипу спостерігається навіть збільшення компонентів ферментних комплексів (*z*, *e*).

У парку 40-річчя визволення Дніпропетровська (рис. 4.5) також спостерігається помітне збільшення кількості компонентів ферментних комплексів (*a*, *b*), а також активності пероксидази (*v*, *z*, *d*).

На графіку ІЕФ пероксидази ураженого листя гіркокаштану, зібраного у лісопарку Дружби народів також видно високу активність ферментних комплексів.

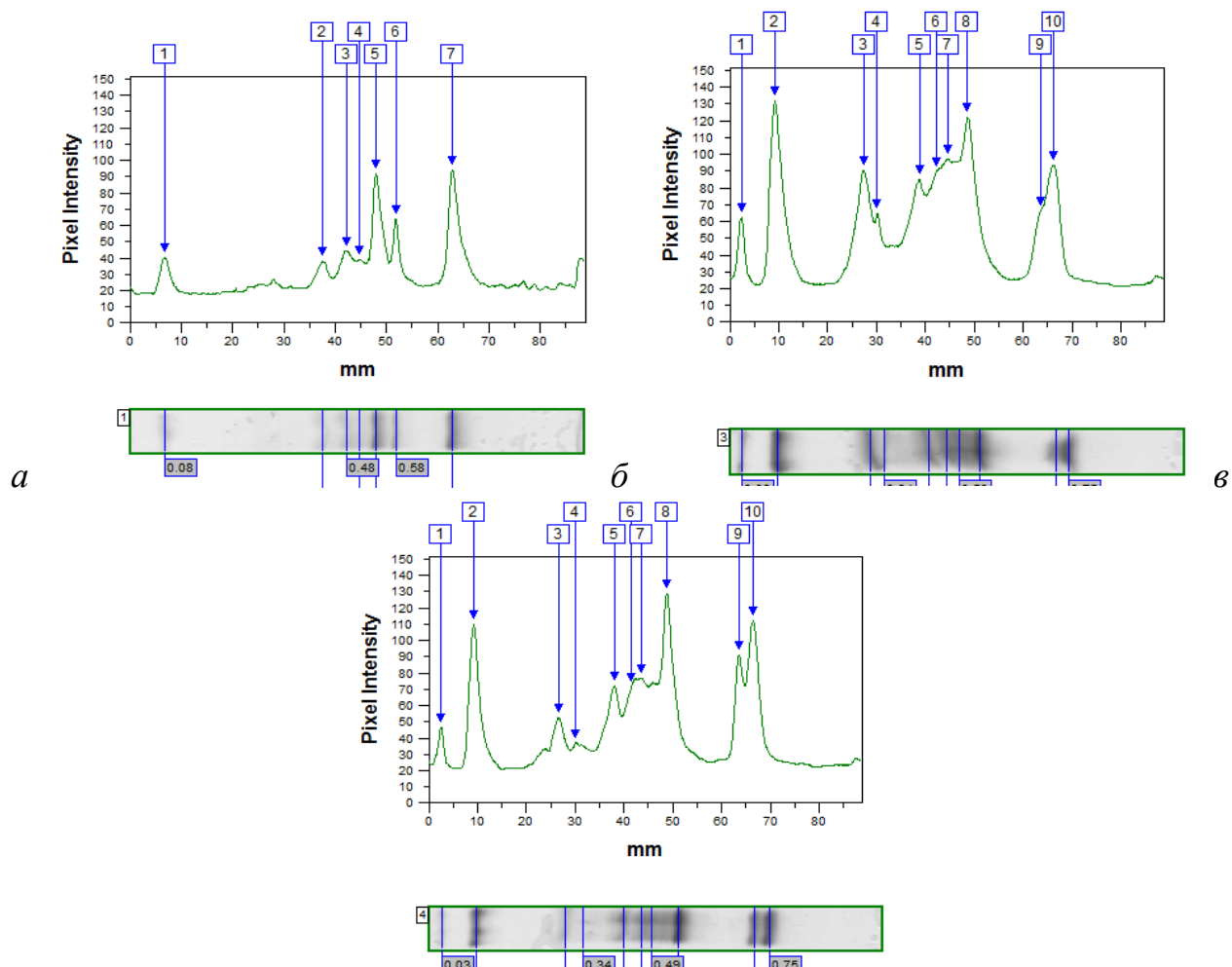


Рисунок 4.3. Ізоелектричне фокусування пероксидази листків гіркокаштану у Ботанічному саді ДНУ імені Олесья Гончара: *а* – неушкоджене листя I, *б* – ушкоджене мінералами листя II, *в* – неушкоджене листя II

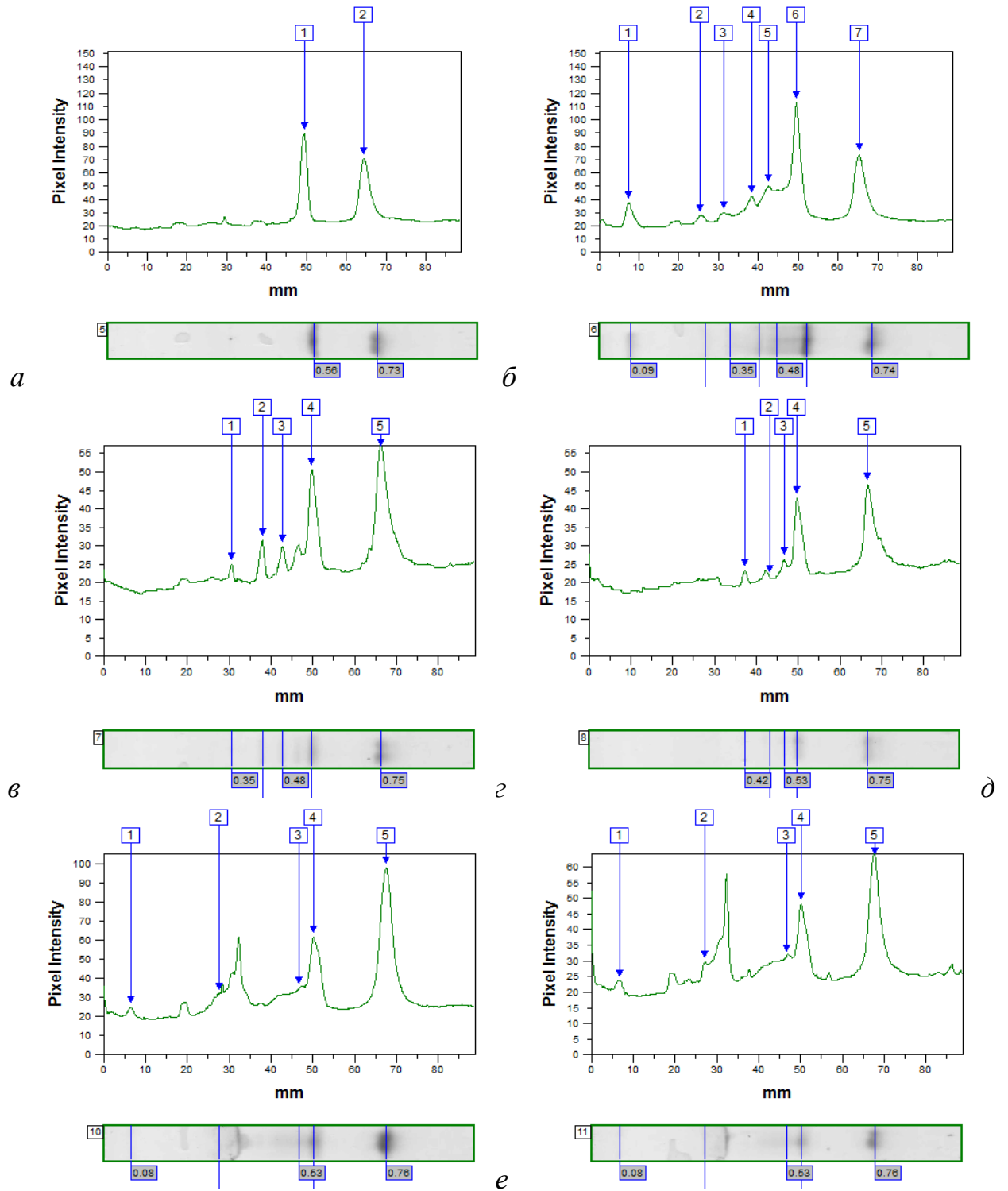


Рисунок 4.4. Ізоелектричне фокусування пероксидази листків гіркокаштану у парку імені Т.Г. Шевченка: *a* – ушкоджені листя I, *b* – ушкоджені листя III, *v* – ушкоджені листя II, *g* – неушкоджені листя, *d* – ушкоджені листя, *e* – неушкоджені листя.

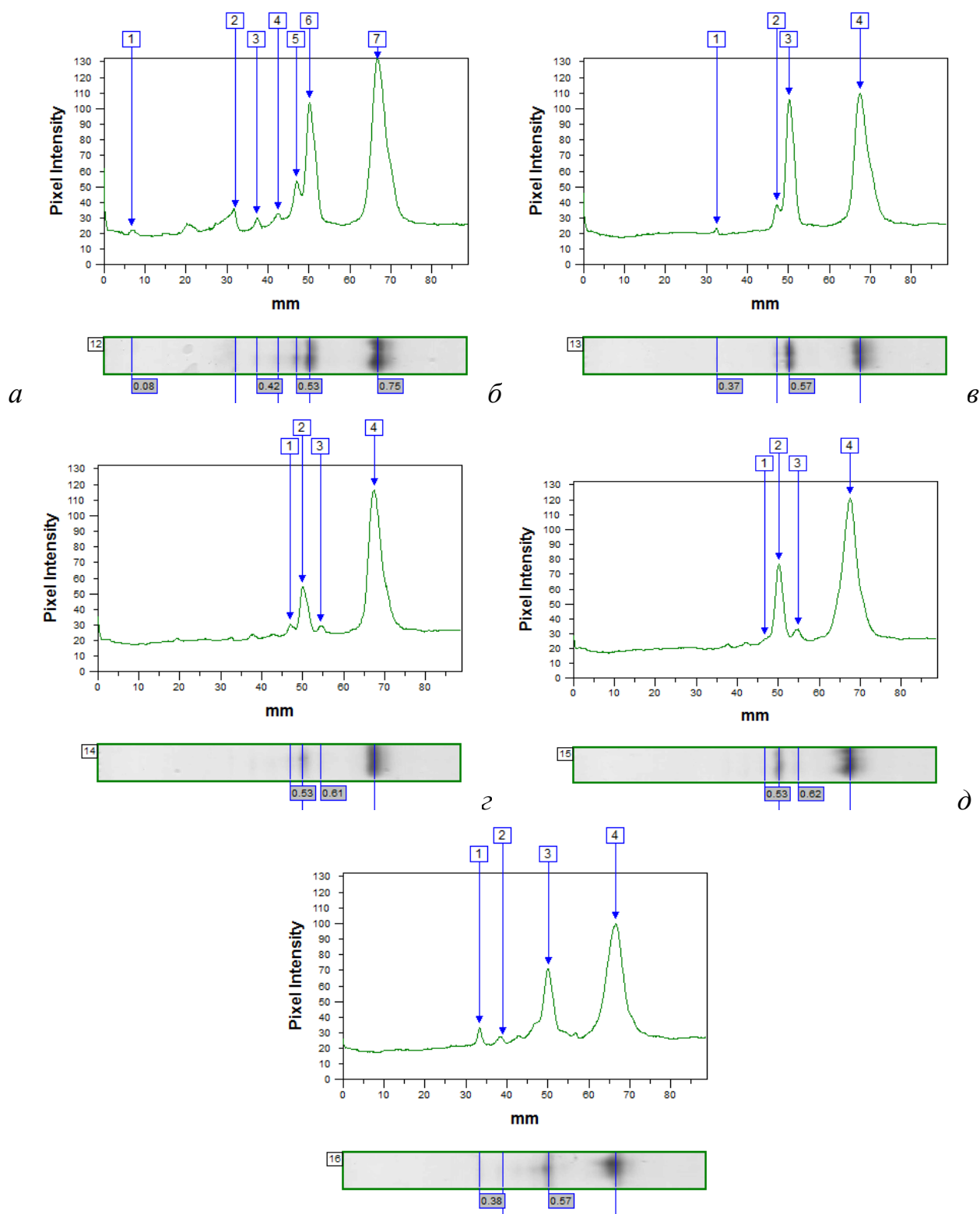


Рисунок 4.5. Ізоелектричне фокусування пероксидази листків гіркогокаштану у парку 40-річчя визволення Дніпропетровська: *а* – неушкоджені листя I, *б* – ушкоджені листя I, *в* – неушкоджені листя II, *г* – ушкоджені листя II, *д* – ушкоджені листя II.

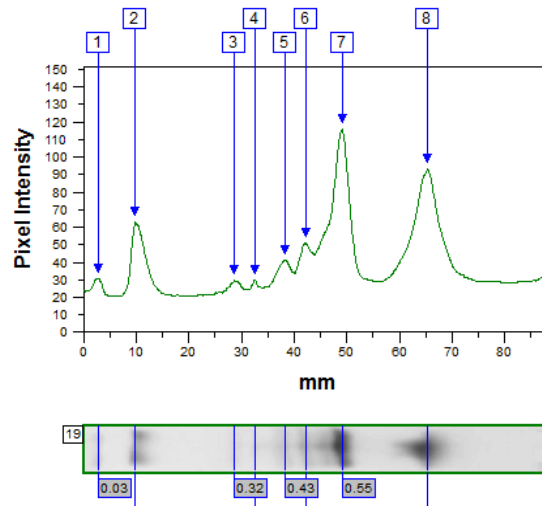


Рисунок 4.6. Ізоелектричне фокусування пероксидази листків гіркогокаштану у лісопарку Дружби народів.

Аналіз отриманих нами даних дозволяє зробити висновок, що дерева гіркогокаштану звичаного мають відносно велику чутливість до ураження гусінню каштанового мінера, яка живляться його листям. Імовірно, що окрім власне механічного пошкодження тканин листків, потрібно також враховувати антропогенний тиск, який присутній в оточуючому середовищі дерев гіркогокаштана.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою здійснення техніко-економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільність виконання проекту в цілому. Також цей аналіз дає можливість навчитися більш раціонально планувати свою діяльність надалі, що сприятиме високій ефективності науково-дослідних робіт.

Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753) вважається унікальним індикатором антропогенного впливу на природне середовище, має давню історію інтродукції в різних географічних і екологічних умовах, штучно поширений майже всією територією Європи. Багатьма вченими й практиками-лісоводами цей вид вважається зручним природним фільтром очищення атмосферного повітря, також здавна використовується в медицині.

Тривалий час, на всій території штучного ареалу гіркокаштан вважався високостійкою деревною породою. Але, на початку XXI ст., через поширення каштанового мінера, стан гіркокаштанових насаджень значно погіршився. Отже обрана тема є важливою та актуальною.

Всі розрахунки наведено в додатку А.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Інструкція з охорони праці для роботи в лабораторії фізіології та молекулярної біології рослин (далі - Інструкція) є нормативним актом, котрий містить обов'язкові для виконання вимоги охорони праці для роботи в лабораторії де проводяться біохімічні, фізіологічні та біологічні дослідження.

Дія даної інструкції поширюється на всі види наукових робіт, що здійснюються в лабораторії.

Інструкція розроблена відповідно до:

- Порядку опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві, затвердженого наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 21.12.1993 № 132;
 - Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 № 9;
 - Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15;
- Повний перелік правил наведено в додатку Б.

ВИСНОВКИ

1. Каштановий мінер чинить вплив на фізіологічний стан дерев гіркокаштану, що можна підтвердити використовуючи аналіз вмісту легкорозчинних білків у листі дерева. Наші дослідження продемонстрували, що вміст легкорозчинних білків у тканинах листя гіркокаштану залежить від ступеня заселення їх мінером. Зафіксовано значне зниження вмісту легкорозчинних білків у листі, ураженому гусінню мінера, оскільки рослина змушена знизити швидкість синтезу білка в умовах стресу.
2. Активність пероксидази, можна інтерпретувати як фізіологічну відповідь рослини на різні процеси, у тому числі стійкість до хвороб і життєдіяльності фітофагів. Наші дослідження показали інформативність використання показників активності ферментно-антиоксидантного комплексу листя (бензидин-пероксидази (BPOD), гваякол-пероксидази (GPOD) і каталази (CAT)) при оцінці пошкодження мінером.
3. У результаті досліджень зафіксовано широку амплітуду мінливості активності ферментів, що корелює із ступенем ураження листків гусінню, особливо, бензидин-пероксидази (BPOD). Найбільшу мінливість значень активності бензидин-пероксидази (BPOD) виявлено у зразках листків гіркокаштану за середнього ступеня ураження. Найменші показники зареєстровані для активності гваякол-пероксидази (GPOD) за високого, а для каталази (CAT) – за низького рівня пошкодження листків гусінню.

4. З'ясувалось, що ізоферментний склад бензидин-пероксидази (BPOD) на всіх пробних ділянках характеризувався відносно невеликою гетерогенністю (4–6 ізоформ), але в різних групах дерев гіркокаштану ураженого мінером була зафіксована висока варіабельність щодо відносного вмісту окремих форм.
5. Зафіксовано певну динаміку активності ферментів протягом сезонного розвитку (перехід від липня до серпня). У паркових зонах із високим рівнем ураження листкових поверхонь дерев гіркокаштану активність ферментів зростала більше ніж у паркових зонах із середнім чи низьким ступенем ушкоджень. Така закономірність може бути інтерпретована як форма захисту дерева, завдяки якій, знижується окиснювальне навантаження, наявне за стресових умов пошкодження листкових поверхонь.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреева В. А. Фермент пероксидаза: участие в защитном механизме растений / В. А. Андреева. – М.: Наука, – 1988. – С. 8-40.
2. Волощинська С. С. Рослини як біоіндикатори техногенного пресу на екосистеми м. Ковеля / С. С. Волощинська // Науковий вісник Чернівецького ун-ту. – Чернівці: Рута, 2008. – Вип. 417. – С. 168-173.
3. Григорюк І. П. Біологія каштанів / І. П. Григорюк, С. П. Машковська, П. П. Яворовський, О. В. Колесніченко. – Київ: Логос, 2004. – 380 с.
4. Григорюк І. П. Фізіологічні та молекулярні основи стійкості видів рослини роду *Aesculus* L. / І. П. Григорюк, Т. Л. Лук'яненко. – Київ: ТСП «Компрінт», 2015. – С. 302.
5. Григорюк І. П. Динаміка вмісту поліфенолів у листках рослин гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) / І. П. Григорюк, О. С. Пентелюк, А. Ф. Ліханов, // Біоресурси і природокористування. – 2016. – Т. 7, № 1-2. – С. 5-12.
6. Демчук Т.Л. Перебудови фітогормонального статусу в листках гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.), індуковані каштановою мінуючою міллю ((*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic) / Т.Л. Демчук, І.П. Григорюк, Ю.В. Коломієць // Ботаніка та мікологія: проблеми і перспективи на 2011-2020 роки. Матеріали Всеукр. Наукової конференції. – Київ, 2011– С.260-261.
7. Зеленська Л.І. Екологічний атлас Дніпропетровської області / Л.І. Зеленська. – К.: Думка, 1995. – 24 с.

8. Зерова М. Д. Каштановая минирующая моль в Украине / М. Д. Зерова, Г. Н. Никитенко, Н. Б. Нарольский, З. С. Гершензон, С. В. Свиридов, О. В. Лукаш, М. М. Бабидорич. – К.: Велес, 2007. – 88 с.
9. Коваль І.М. Дендрохронологічні дослідження кінського каштана звичайного, пошкодженого каштановою мінуючою міллю в лісостепу / І. М. Коваль, І. М. Мікуліна // Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.10. – С. 40–45.
10. Мікуліна І. М. Ефективність інсектицидів проти каштанового мінера (*Cameraria ohridella* Deschka and Dimic, 1986: Lepidoptera: Gracillariidae) при різних термінах оброблення / І.М. Мікуліна // Вісник Харківського національного аграрного університету. – Сер.: Фітопатологія та ентомологія. – 2011. – № 9. – С. 122–127.
11. Павлов В.А. Екологічний паспорт міста Дніпропетровська / В.А. Павлов, М. М. Переметник, В.П. Колотенко, Б.Е. Шевченко. – Д.: Циклон. – 2000. – 110 с.
12. Пентелюк О. С. Одержання аспективного матеріалу й індукції якалюсогенезу стійкої проти каштанової мінуючої молі форми гіркокаштана звичайного / О. С. Пентелюк, І. П. Григорюк // Карантин і захист рослин, 2016, – № 10. – С.13–15.
13. Ліханов А.Ф. Специфічність диференціації клітин у калюсах стійкої до каштанової мінуючої молі форми гіркокаштана звичайного *in vitro* / А.Ф. Ліханов // Физиология растений и генетика. – 2017. – Т. 49, № 6. – С. 495-505.
14. Петрова С. Конский каштан (*Aesculus hippocastanum* L.) как биомонитор загрязнения воздуха в г. Пловдив (Болгария) / С. Петрова, Л. Юркова, И. Велчева //Журнал биологических наук и биотехнологий. – 2012, №. 1 (3), – р. 241–247.

15. Роговський С.В. Заходи боротьби з мінуючою міллю як шкідника гіркокаштана звичайного в умовах Лісостепу України / С.В. Роговський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – № 28. – С. 26-33.
16. Суслowa О.П. Особливості росту *Aesculus hippocastanum* L. у міських насадженнях на південному сході України / О.П. Суслowa // Науково-практичний журнал екологічні науки, 2020. – №1 (28), – С. 278 – 282.
17. Augustin S. La mineuse du marronnier *Cameraria ohridella*: un Lépidoptère invasif en ville./ S. Augustin // Insectes. 2005. – № 28, – p. 137.
18. Dowd D. Tobacco Anionic Peroxidase Often Increases Resistance to Insects in Different Dicotyledonous Species / D. Dowd, L. M. Lagrimini, D. A. Hermis // Pesticide Science. 1999. – №. 55, – p. 633–634.
19. Jagiello E. One step closer to understanding the ecology of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae): The effects of light conditions / E. Jagiello, E. Baraniak, M. Guzicka, M. J. Giertych // European Journal of Entomology, 2019. – № 116, – p. 42–51.
20. Kenis M. How can alien species inventories and interception data help us prevent insect invasions? / M. Kenis, W. Rabitsch, M-A. Auger-Rozenberg, A. Roques // Bulletin of Entomological Research, 2007. – №. 97, – p. 489–502.
21. Mierziak J. Flavonoids as important molecules of plant interactions with the environment / J. Mierziak, K. Kostyn, A. Kulma // Molecules, – 2014. – №19, – p. 16240–16265.
22. Nardini A. Impact of the leaf miner *Cameraria ohridella* on whole-plant photosynthetic productivity of *Aesculus hippocastanum*: insights from a model /A. Nardini, F. Raimondo, M. Scimone, S. Salleo // Trees, 2004. – №. 18 (6), –p. 714–721.

23. Percival G.C. The impact of horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka and Dimic) on vitality, growth and reproduction of *Aesculus hippocastanum* L. / G.C. Percival, I. Barrow, K. Noviss, I. Keary, P. Pennington // *Urban For. Urban Green.* – 2011; №. 10 – p. 11–17.
24. Raimondo F. Impact of the leaf miner *Cameraria ohridella* on photosynthesis, water relations and hydraulics of *Aesculus hippocastanum* leaves / F. Raimondo, L.A. Ghirardelli, A. Nardini, S. Salleo // *Trees* – №. 17, – p. 376–382.
25. Ranieri A. Iron deficiency differently affects peroxidase isoforms in sunflower / A. Ranieri, A. Castagna, B. Baldam, G.F. Soldatini // *J. Exp. Bot.* – Vol. 52, N 354. – 2001. – P. 25–35.
26. Salleo S. Effects of defoliation caused by the leaf miner *Cameraria ohridella* on wood production and efficiency in *Aesculus hippocastanum* growing in north-eastern / S. Salleo, A. Nardini, F. Raimondo, M. Logullo // *Trees-Berlin.* – 2003 – Vol. 17, № 4. – p. 367–375.
27. Sánchez–Sánchez H. In *Chemical Plant Defence Against Herbivores* / H. Sánchez–Sánchez, A. Morquecho–Contreras. *Herbivores* (chapter I). Ed. Vonnie D. C. Shields. IntechOpen, – 2017. – p. 1–28.
28. Shupranova, L.V. 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 / L.V. Shupranova, K.K. Holoborodko, O.V. Seliutina, O.Y. Pakhomov // *Biosyst. Divers.*, 2019, №. 27(3). – p. 238–243.
29. Snieškienė V. State of horse-chestnut, *Aesculus hippocastanum* L. in Lithuania: diseases and pest damages / V. Snieškienė, L. Baležtienė, A. Stankevičienė // *Ekologija.* – 2011. – Vol. 57, n. 2. – P. 62–69.

30. Stygar D. Digestive enzymes activity in larvae of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) / D. Stygar, B. Dolezych, M. Nakonieczny, M. Zaak // *Comptes Rendus Biologies*, 2010. – №. 333, – p. 725–735.
31. Takos I. The effect of defoliation by *cameraria ohridella deschka* and *dimic* (Lepidoptera: Gracillariidae) on seed germination and seedling vitality in *Aesculus hippocastanum* L. / I. Takos, G. Varsamis, S. Merou // *Forest Ecology and Management*, 2008. – № 255 (3-4), – p. 830–835.
32. Tarwacki G. Effect of sun-exposure of the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) on the occurrence and number of parasitoids of the horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic) in central Poland in 2004-2006 / G. Tarwacki, C. Bystrowski, K. Celner-Warole // *Folia Forestalia Polonica, series A*, 2012, – vol. 54 (1), – pp. 56–62.

ДОДАТОК А

Метою здійснення техніко-економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільність виконання проекту в цілому. Також цей аналіз дає можливість навчитися більш раціонально планувати свою діяльність надалі, що сприятиме високій ефективності науково-дослідних робіт.

Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753) є одним з унікальних індикаторів забруднення навколишнього середовища, поширений в різних екологічних умовах більшості європейських міст. Цей вид вважається одним з природних фільтрів очищення повітря, ґрунту і води від токсичних речовин, а також є цінною породою через широке використання в медицині. Тривалий час, на всій території штучного ареалу гіркокаштан вважався високостійкою деревною породою. Але, на початку ХХІ ст., через поширення каштанового мінера, стан гіркокаштанових насаджень значно погіршився. Отже обрана тема є важливою та актуальною.

5.1. Організація досліджень

Організація запланованих досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку та тривалості, складання сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення дослідження.

Перед проведенням наукових досліджень складаємо план проведення досліджень (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

План проведення дослідження

Шифр робіт i-j	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , (дні)
1-2	Літературний огляд	10
2-3	Збір у польових умовах матеріалу	7
3-4	Ознайомлення з лабораторіями	1
4-5	Підготування проб для біохімічних аналізів	1
5-6	Здійснення біохімічних досліджень	33
5-7	Приготування зразків листкової поверхні	3
5-8	Обробка у графічному редакторі отриманих даних	6
5-9	Гербаризація зразків	5
5-10	Обчислення параметрів проб	6
5-11	Обробка отриманих даних	1
6-11		1
7-11		1
8-11		1
9-11		1
10-11		1
11-12	Побудова графічних залежностей	6

5.1.1 Побудова сітьового графіка

Із урахуванням плану проведення досліджень (табл. 5.1) створюємо сітьовий графік (рис. 5.1).

На основі сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт.

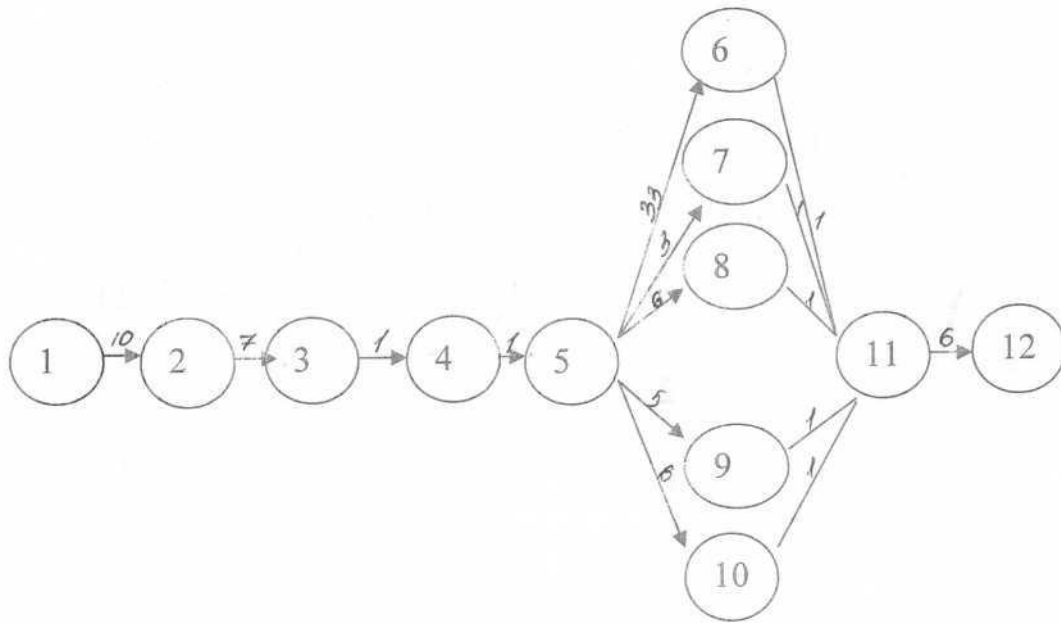


Рис. 5.1. Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Із допомогою сітьового графіку прораховуємо тривалість робіт (t_{ij}):

$$L^1 1-2-3-4-5-6-11-12 = 10+7+1+1+33+3+1+6 = 62 \text{ дні};$$

$$L^2 1-2-3-4-5-7-11-12 = 10+7+1+1+33+6+1+6 = 65 \text{ днів};$$

$$L^3 1-2-3-4-5-8-11-12 = 10+7+1+1+33+5+1+6 = 64 \text{ дні};$$

$$L^4 1-2-3-4-5-9-11-12 = 10+7+1+1+33+6+1+6 = 65 \text{ днів};$$

$$L^5 1-2-3-4-5-10-11-12 = 10+7+1+1+33+1+1+6 = 60 \text{ днів};$$

Критичний шлях дорівнює 65 днів.

У представленому випадку критичними є другий шлях.

Розрахуємо головні параметри сітьової моделі – ранній і пізній термін здійснення подій. Пізній термін здійснення **ПОДІЇ** (T_i^P) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої. Ранній термін здійснення події (T_i^R) – це найбільший шлях від початкової події до останньої.

Розрахуємо резерв шляху за формулою (6.1):

$$R_i = T_i^P - T_i^R; \quad (5.1)$$

де, R_I – резерв шляху;

T_i^p – пізній термін здійснення події;

T_i^r – ранній термін здійснення події.

Отримані дані зведені в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2

Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

Номер події	T_i^p , дні	T_i^r , дні	R_I , дні
1	10	12	2
2	7	7	0
3	1	1	0
4	1	1	0
5	33	37	5
6	3	5	2
7	6	7	1
8	5	5	0
9	6	8	2
10	1	1	1
11	1	1	0
12	1	1	0

Тепер знаходимо резерви часу. Повний резерв часу підраховуємо за формулою 5.2

$$R_{ij}^p = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (5.2)$$

де, t_{ij} – тривалість роботи.

Вільний резерв часу підраховуємо за формулою (5.3):

$$R_{ij}^B = T_j^r - T_i^r - t_{ij} \quad (5.3)$$

Тепер, розрахуємо коефіцієнт напруженості робіт, який дозволяє зрозуміти, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт (K_{ij}^H) визначаємо за формулою (5.4):

$$K_{ij}^H = \frac{L_{\max,ij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де, $L_{\max,ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;

$L_{кр}$ – критичний шлях;

$L_{кр} = 45$ днів.

Розрахунки заносимо до таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Результати розрахунку вільного, повного резервів

Шифр робіт, i-j	Вільний резерв R_{ij}^B , (дні)	Повний резерв R_{ij}^H , (дні)	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	1
2-3	0	0	1
3-4	0	0	1
4-5	0	0	1
5-6	0	5	0,659
5-7	0	6	0,785
5-8	0	6	0,836
5-9	0	6	0,685
5-10	0	6	0,453
5-11	0	0	1
6-11	0	4	0,256
7-11	0	1	0,596
8-11	0	1	0,899
9-11	0	0	1
10-11	1	0	1
11-12	6	0	1

Використання сіткового планування допомагає адекватно організувати певний вид роботи, змодельовати, проаналізувати, а також, за необхідності, змінити його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка варто прагнути до рівноцінного виконання окремих видів діяльності, а це дозволить скоротити загальний час здійснення заходу.

Отже, метою сіткового планування перш за все, є оптимізація процесу

наукових досліджень.

Аналізуючи отримані дані, видно, що на виконання всього комплексу запланованих робіт, пов'язаних із проведенням дослідження, буде потрібно 45 днів. Зауважимо, що виконання робіт, які знаходяться на критичному шляху, необхідно завершувати вчасно, тому що вони не мають резерву часу. А на критичному шляху знаходяться майже всі види запланованих наукових роботи. Треба відзначити, що у більшості видів запланованих робіт коефіцієнт напруженості дорівнює своєму найбільшому значенню.

Головним висновком із даних у таблиці 5.3 можна вважати те, що календарні терміни певних видів робіт можна зміщати в часі.

5.1.2 Витрати проведення досліджень

Здійснено розрахунок витрат на основні матеріали за формулою (5.5)

$$M = \sum m_i * C_i, \quad (5.5)$$

де, m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

У таблиці 5.4. наводимо вартість та розрахунок кількості матеріалів.

Таблиця 5.4

Кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалів, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
Пінцети, шт	2	100,00	200,00
Набір біохімічних індикаторів, шт	2	250,00	500,00
Гумові рукавички одноразові, шт	1	10,00	10,00
Халат лабораторний, шт	1	170,00	170,00
Блокнот канцелярський, шт	1	60,00	60,00
Пачка паперу формат А4, шт	1	185,00	185,00

Усього		1125,00
--------	--	---------

Заробітню платню працівників, які були задіяні в дослідженнях, визначаємо множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого нею часу. Зведені розрахунки наводимо в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5

Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Керівник	10531,00	70,60	10	706,00
Всього				706,00

В Україні, нарахування на заробітну плату вираховуються у розмірі 22,0 % єдиного податку.

Таким чином, від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = 706,00 \times 22 \div 100 = 155,32 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаємо за формулою (5.6):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.6)$$

де, M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, $K=0,9$;

T – час роботи на установці;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./(кВт/год.);

$a = 1,68$ грн./(кВт/год.);

на комп'ютер ASUS	$E_1 = 0,90 \cdot 0,9 \cdot 210 \cdot 1,68 = 289,85$
на принтер HP Laser Jet 1500	$E_2 = 0,90 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 1,68 = 5,44$
на мікроскоп електричний	$E_3 = 0,90 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 1,68 = 5,44$

У результаті, затрати на енергії на електроенергію становили 300,73 грн.

Для того, що б встановити розмір витрат на амортизацію устаткування, яке використовувалось у процесі проведення наукових досліджень, використовуємо формулу (5.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12} \quad (5.7)$$

де, A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, місяців;

12 – кількість місяців у році.

Отримані таким чином дані, заносимо до таблиці 5.6.

Таблиця 6.6

Результати підрахунку витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Час роботи, міс.	Витрати на амортизацію, грн.
Ноутбук ASUS	9000,00	24	30	177,55
Принтер HP Laser Jet 1500	2500,00	24	1	50,00
Мікроскоп електричний із фотонасадкою	5000,00	24	1	100,00
Разом				327,55

Розраховуємо накладні витрати (80%), залежно від заробітної платні виконавців дослідження (грн):

$$706,00 \times 80 \div 100 = 564,8$$

Загальний розрахунок витрат на здійснення наукового дипломного дослідження показано в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7

Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1125,00
Заробітна плата	706,00
Нарахування на заробітну плату	155,32
Електроенергія	300,73
Амортизація	327,55
Накладні витрати	564,80
Усього	3179,40

Аналіз отриманих у таблиці результатів показав, що на першому місці стоять витрати на матеріали і заробітну платню.

5.2 Розрахунок ціни дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому вартість визначалась на основі комплексу витрат на дослідження та рентабельності, згідно визначеної формули (5.8):

$$\text{Ц} = \text{С} + \frac{\text{Р} \cdot \text{С}}{100}, \quad (5.8)$$

де, Ц – вартість дослідження, грн.;

С – витрати на дослідження, грн.;

Р – нормативна рентабельність;

Р = 30%

Таким чином: $\text{Ц} = 3179,40 + (3179,40 \cdot 30/100) = 4133,22$ грн.

Отже, у результаті виконаних розрахунків, загальна вартість проведеного наукового дослідження становила 3938,22 грн. Загальна тривалість дослідження – 84 дня.

ДОДАТОК Б

Лабораторні дослідження виконано в науково-дослідній лабораторії фізіології та молекулярної біології рослин науково-дослідного інституту біології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара із дотриманням всіх вимог і правил техніки безпеки та охорони праці.

6.1. Загальні положення

Державна політика України в галузі охорони праці здійснюється згідно з міжнародною практикою і національним законодавством та базується на засадах пріоритетності життя і здоров'я людини відносно результатів виробничої діяльності (Довідник..., 2008).

Наведемо визначення основних понять та термінів згідно із нормативними документами з охорони праці.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності (ст. 1 Закону України “Про охорону праці”).

Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю (ст. 1 Закону України “Про охорону праці”).

Працівник – особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом), (ст. 1 Закону України “Про охорону праці”).

Гігієна праці – галузь практичної і наукової діяльності, що вивчає стан здоров'я працівників у його обумовленості умовами праці і на цій основі обґрунтовує заходи і засоби щодо збереження і зміцнення здоров'я працівників, профілактики несприятливого впливу умов праці (п.4.61 ДСТУ 2293-99).

Відповідно до гігієнічної класифікації праці гігієна праці – галузь профілактичної медицини, що вивчає умови та характер праці, їх вплив на здоров'я, функціональний стан людини, розробляє наукові основи гігієнічної регламентації факторів виробничого середовища і трудового процесу, практичні заходи, спрямовані на профілактику шкідливої і небезпечної їх дії на працюючих.

Умови праці – сукупність чинників виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків (п.4.29 ДСТУ 2293-99).

Безпечні умови праці – стан умов праці, за якого вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих чинників усунуто, або вплив шкідливих виробничих чинників не перевищує гранично допустимих значень. (п.4.14 ДСТУ 2293-99).

Небезпечний (виробничий) чинник – виробничий чинник, вплив якого на працівника у певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті. (п.4.18 ДСТУ 2293-99).

Виробничий ризик – імовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків, що обумовлена ступенем шкідливості та (або) небезпечності умов праці та науково-технічним станом виробництва (п.4.5 ДСТУ 2293-99).

Гранично допустиме значення шкідливого (виробничого) чинника – граничне значення величини шкідливого виробничого чинника, вплив якого на людину в разі його щоденної регламентованої тривалості не призводить до

зниження працездатності і захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє несприятливого впливу на здоров'я нащадків (п.4.20 ДСТУ 2293-99).

Виробничий травматизм – явище, що характеризується сукупністю виробничих травм і нещасних випадків на виробництві (п.4.23 ДСТУ 2293-99).

Нещасний випадок на виробництві – раптове погіршення стану здоров'я чи настання смерті працівника під час виконання ним трудових обов'язків внаслідок короткочасного (тривалістю не довше однієї робочої зміни) впливу небезпечного або шкідливого чинника (п.4.25 ДСТУ 2293-99).

Нещасний випадок – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть (ст. 14 Закону України “Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”).

Робоче місце – місце постійного або тимчасового перебування працівника під час виконання ним трудових обов'язків (п.4.36 ДСТУ 2293-99).

6.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів у лабораторії фізіології та молекулярної біології рослин

Розглянемо небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які впливають на людину відповідно до класифікації, наведеної у ГОСТ 12.0.003-74. Робоче місце знаходиться у лабораторії фізіології та молекулярної біології рослин. Відповідно до цього на працівника діють три групи небезпечних та шкідливих виробничих фактори:

Фізичні:

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- лабораторний посуд, що може у процесі роботи руйнуватися (наприклад скляний посуд).
- недостатнє освітлення робочого місця.

Хімічні:

- хімічні речовини, що проникають в організм людини через органи дихання, кишково-шлунковий тракт і слизові оболонки.

Психофізіологічні:

- нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, монотонність праці, зоровий дискомфорт).

Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися крізь тіло людини. Основним джерелом небезпеки являються лабораторні пристрої та аналізатори підвищеної потужності, наприклад лабораторна центрифуга, деякі аналізатори, та інші електричні прилади. Підвищений рівень електромагнітних випромінювань. Джерелом є комп'ютер. Використовується для обробки та аналізу наукових даних. Хоча зараз сучасні комп'ютери випускають із захисними екранами або спеціально

нанесеним на дисплей захисним шаром, це не вирішує проблеми впливу електромагнітного випромінювання на користувача комп'ютером.

При роботі, комп'ютер утворює навколо себе електромагнітне поле, яке деіонізує навколишнє середовище, а при нагріванні плати і корпус монітора випускають у повітря шкідливі речовини. Все це робить повітря дуже сухим, слабо іонізованим, зі специфічним запахом і в загальному "важким" для дихання. Природно, що таке повітря не може бути корисним для організму і може призвести до захворювань алергічного характеру, хвороб органів дихання та інших розладів. Монітор є сильним джерелом електромагнітного випромінювання, особливо його бічні і задні стінки, тому вони не мають спеціального захисного покриття, яке є у лицьовій частині екрана. Електромагнітні випромінювання найбільший вплив роблять на імунну, нервову, ендокринну та статеву систему.

Лабораторний посуд, що може у процесі роботи руйнуватися (наприклад скляний посуд). Скло є одним з найбільш часто використовуваних видів обладнання в лабораторіях. Дотримуйтеся правил техніки безпеки лабораторії при використанні і обробці посуду, щоб уникнути нещасних випадків і травм.

Недостатнє освітлення робочого місця викликає швидко втому і хвороби очей, знижує уважність і, отже, значно зменшує продуктивність праці, а також збільшує ймовірність нещасних випадків на виробництві. Недостатнє освітлення робочого місця ускладнює тривалу роботу, викликає підвищене стомлення і сприяє розвитку короткозорості. Занадто низькі рівні освітленості викликають апатію і сонливість, а в деяких випадках сприяють розвитку почуття тривоги.

Тривале перебування в умовах недостатнього освітлення супроводжуються зниженням інтенсивності обміну речовин в організмі і ослабленням його реактивності. До таких же наслідків приводить тривале

перебування в світловій середовища з обмеженою спектральним складом світла і монотонним режимом освітлення.

Хімічні речовини, що проникають в організм людини через органи дихання, кишково-шлунковий тракт і слизові оболонки. Джерело – випари хімічних речовин, що знаходяться в лабораторії. Також під час проведення дослідів в лабораторії з хімічними речовинами, внаслідок недотримання правил охорони праці та невиконання прийнятих методик можуть при контакті з організмом людини викликати травми. Тривалість – протягом всього робочого часу, 40 год/тиждень.

Нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів. монотонність праці, зоровий дискомфорт). Джерело – робота на комп'ютері. Нервове напруження, стомлюваність. Тривала робота за комп'ютером може викликати підвищене стомлення, головний біль, роздратованість, розлади сну, стрес. Тривалість дії фактора – близько 20 год/ тиждень (половина робочого часу), що вкладається в норму (не більше 6 год/день).

6.3. Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників у лабораторії фізіології та молекулярної біології рослин

Правила розроблені з врахуванням “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.). Згідно цим правилам було здійснено запланований об’єм наукових досліджень за календарним планом виконання дипломної роботи.

До організаційних та технічних заходів по забезпеченню захисту працівників у лабораторії фізіології та молекулярної біології рослин належать:

Правила є обов'язковими під час проведення всіх робіт з хімічними речовинами в лабораторії.

Лабораторія повинна мати інструкції з безпечного проведення робіт із застосуванням хімічних речовин і їх зберігання, складеними у відповідності з даними правилами.

Експлуатація приміщень лабораторії, де використовуються хімічні речовини, без наявності інструкцій з їх безпечної експлуатації забороняється.

До самостійної роботи в лабораторії допускаються особи, що пройшли попередній медичний огляд, навчання та інструктаж з охорони праці та протипожежної безпеки.

Первинний, повторний, поточний, позаплановий інструктажі з охорони праці та безпеки життєдіяльності з кожним співробітником лабораторії проводиться безпосередньо завідувачем. Повторний інструктаж проходять всі працівники лабораторії незалежно від кваліфікації, освіти, стажу та характеру виконання робіт не рідше ніж через 6 місяців, а на роботах із шкідливими умовами праці – через 3 місяці. Позаплановий інструктаж проводять перед виконанням нових робіт, використанням нової технології, нових речовин та приладів, при порушенні працівниками вимог нормативно-правових актів про охорону праці.

Проведення первинного інструктажу на робочому місці зі студентами та їх допуск до виконання робіт покладається на наукового співробітника та старшого лаборанта, закріпленого за даною лабораторією.

Приймати їжу та палити в приміщенні лабораторії, де проводяться роботи з хімічними речовинами, – забороняється, у зв'язку із можливим отруєнням.

Кількість одночасно працюючих дослідників, які виконують лабораторні роботи, не повинна перевищувати кількості індивідуальних робочих місць.

Пожежне обладнання, ящики з піском, водопровідні крани, електрощити, рубильники, вогнегасники повинні бути легкодоступні в будь-який час.

Під час роботи у вечірній час, а також при виконанні небезпечних робіт у лабораторії повинно знаходитись не менше двох осіб, причому один з них призначається старшим.

Забороняється тримати в лабораторії речовини і розчини у посуді без етикеток. На кожній склянці має бути назва речовини та концентрація розчину.

В лабораторії обов'язково повинно бути:

- медична аптечка з набором медикаментів, перев'язувальних засобів, необхідних для надання першої медичної допомоги при нещасних випадках;
- первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники хімічні пінні, сухий пісок із совком, ковдра);
- індивідуальні та колективні засоби захисту працівників і студентів.

6.4. Правила безпечного виконання робіт у лабораторії фізіології та молекулярної біології рослин

До виконання кожного виду лабораторної роботи студенти допускаються лише після одержання інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки й дозволу наукового співробітника.

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

Студенти в лабораторії зобов'язані одягнути халати та мати при собі індивідуальні засоби захисту, що передбачені інструкціями.

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.

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

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

В лабораторії забороняється працювати студентам із реактивами, приладами та посудом без нагляду наукового співробітника або старших лаборантів.

6.5. Вимоги безпеки під час аварійних ситуацій у лабораторії фізіології та молекулярної біології рослин

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

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

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.

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).

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

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.

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

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

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

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

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

При сильних кровотечах необхідно зупинити її джгутом.

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).

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.