

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодощовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра біології

Допущено до захисту

«___» _____ 2024 року

Зав. кафедри, к.с.-г.н., доцент

_____ Лариса РОЗБОРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТІЙКОСТІ КАШТАНУ КІНСЬКОГО
(*AESCULUS HIPPOCASTANUM*) ДО МІНУЮЧОЇ МОЛІ
(*CAMERARIA OHRIDELA*)

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м-б
спеціальності 091 Біологія та хімія
Сергій ЧЕРНІКОВ

Керівник: Тетяна МАМЧУР,
кандидат с.-г. наук, доцент

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодощовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра біології

Освітня програма: Агробіологія

За спеціальністю 091 Біологія та біохімія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Лариса РОЗБОРСЬКА

«___» вересень 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студенту Чернікову Сергію Сергійовичу

1. Тема роботи: Біохімічні особливості стійкості каштану кінського (*Aesculus hippocastanum*) до мінуючої молі (*Cameraria ohridela*)

Керівник роботи: Мамчур Тетяна Василівна, кандидат с.-г. наук, доцент
затвержені наказом вищого навчального закладу від 29.11.2023 р. № 01-06/266

2. Строк подання студентом роботи листопад 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: вид *Aesculus hippocastanum* L.

4. Перелік питань, які потрібно опрацювати: 1. Опрацювати сучасні джерела наукової літератури та основні методик за темою досліджень. 2. Виконати закладання дослідів. 3. Систематично проводити основні обліки та спостереження, аналізи. 4. Виконати камеральну обробку даних, їх аналіз.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання вересень 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строки виконання етапів роботи	Примітка
1.	Опрацювання джерел наукової літератури за темою досліджень.	упродовж 2023-2024 рр.	
2.	Закладання польових дослідів в умовах проведення досліджень.	травень-червень 2024 р.	
3.	Виконання обліків, спостережень, аналізів.	липень-серпень 2024 рр.	
4.	Камеральна обробка отриманих даних, їх аналіз.	вересень-жовтень 2024 р.	
5.	Написання і оформлення роботи	жовтень-листопад 2024 р.	
6.	Захист дипломної роботи	грудень 2024 р.	

Студент _____ Сергій ЧЕРНІКОВ

Керівник роботи _____ Тетяна МАМЧУР

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ	6
1.1. Поширення та таксономічне положення <i>Cameraria ohridela</i>	6
1.2. Особливості будови <i>Cameraria ohridela</i>	13
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТІЙКОСТІ КАШТАНУ КІНСЬКОГО ДО МІНУЮЧОЇ МОЛІ	26
2.1. Біохімічні властивості <i>Aesculus hippocastanum</i>	26
2.2. Стійкість таксонів кінського каштану до мінуючої молі	33
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ БОРОТЬБИ ІЗ МІНУЮЧОЮ МІЛЛЮ	39
3.1. Значення екологічного чинника в поширенні <i>Cameraria ohridela</i>	39
3.2. Боротьба з мінуючою міллю каштановою.....	49
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

Актуальність теми. Гіркокаштан звичайний або кінський каштан (*Aesculus hippocastanum* L.), унікальний індикатор забруднення атмосферного повітря, широко використовується в зелених насадженнях міст. Каштан кінський є унікальним індикатором забруднення атмосферного повітря та природним фільтруючим матеріалом, який очищає повітря, воду та ґрунт від заводських викидів і токсичних речовин. Стан каштанових насаджень значно погіршився внаслідок несприятливих біологічних факторів навколишнього середовища, таких як глобальна зміна клімату, посилення антропогенного впливу та поширення комах, що харчуються рослинами [21].

Aesculus hippocastanum особливо страждає від мінуючої молі каштанової (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić), 1986 (*Lepidoptera*, *Gracillariidae*), яка є його основним живителем [47, 55, 56].

Гусениці шкідника спочатку живляться соком клітин верхнього епідермісу, а потім паренхімою листя, утворюючи «міни», які, як і інші мінуючі молі, мають характерну форму і колір. В середині-кінці літа листя, втративши хлорофіл, засихає і опадає, повторюючи так зване «осіннє квітання каштана». Пошкодження листкових пластинок *Aesculus hippocastanum* гусеницею *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić у міських зелених насадженнях становить від 5,0 до 84,5% [58-60].

Часткова або повна втрата листків, тобто дефоліація, знижує інтенсивність фотосинтезу та погіршує загальний фізіологічний стан дерева. Розвиток молодих листків і повторне цвітіння може вплинути на стійкість каштанів, головним чином на фізіологічні механізми морозостійкості, і негативно позначитися на їх здатності успішно пережити зиму і відновити ріст навесні, що може призвести до загибелі [21].

Дослідження мінуючої молі каштанової (*Cameraria ohridella*) є важливими не тільки для запобігання його поширенню, але й для визначення термінів та кількості спалахів окремих поколінь в умовах підвищення глобальної

температури [47].

Проблема збереження кінського каштана є актуальною не тільки для запобігання його поширенню, але й для визначення термінів і чисельності спалахів окремих поколінь в умовах глобального підвищення температури, а також для вивчення специфіки сезонної та багаторічної динаміки популяцій кінського каштана в різних типах міських лісопаркових насаджень.

Проблема захисту гіркокаштану звичайного від *Cameraria ohridella* наразі є актуальною майже для всіх європейських країн, де цей вид неухильно поширюється з часу його першого виявлення біля Охридського озера (Македонія) у 1984 р. [52].

Проект ЮНЕСКО CONTROCAM (2001-2003 рр.) з вивчення каштанової вогнівки та розробки методів боротьби з нею не приніс очікуваних практичних результатів, а ареал каштанової вогнівки не був остаточно визначений [54].

Саме тому актуальним є вивчення біохімічних особливостей шкідника, вибір методів контролю за поширенням шкідника та визначення ефективних методів боротьби з ним.

Мета роботи: визначити специфіку сезонної динаміки щільності мін та фенології популяції *Cameraria ohridella*.

Для виконання поставленої мети передбачено вирішення завдань:

- охарактеризувати теоретичні аспекти теми дослідження;
- вивчити біолого-морфологічні та екологічні особливості каштану кінського;
- дослідити біохімічні особливості стійкості гіркокаштану кінського до мінуючої молі каштанової;
- описати шляхи боротьби із мінуючою міллю каштановою.

Об'єкт дослідження – популяції *Cameraria ohridella* як елемента штучних екосистем *Aesculus hippocastanum*.

Предмет дослідження – біохімічні особливості впливу *Cameraria ohridella* на онтогенез *Aesculus hippocastanum*.

Методи дослідження: морфометричні, аналіз і синтез, комплексні екологічні та ентомологічні дослідження, геоботанічні дослідження та варіаційна

статистики.

Наукова новизна роботи. Проведено дослідження біохімічні особливості стійкості *Aesculus hippocastanum* до *Cameraria ohridela*.

Практичне значення роботи. Обґрунтовано результати для проведення екологічного та фітосанітарного моніторингу, складання таксономічної таблиці чужорідної флори та фауни, реалізації програм збереження зелених насаджень у містах. Результати досліджень впроваджено в навчальний процес при викладанні дисципліни ботаніка, зоологія, захист рослин.

Публікації – тези доповідей в збірнику I Міжнародної науково-практичної конференції «Modern Challenges and Achievements of the Scientific Community of the 21st century», October 16–18. 2024) [35].

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Поширення та таксономічне положення *Cameraria ohridella*

Мінуюча міль каштанова (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) вперше виявили навколо Охридського озера в Македонії в 1984 р. [55]. Згодом він був описаний як новий вид Г. Дешкою та Н. Дімічем у 1986 р. [2, 38].

Через п'ять років, у 1989 р., новий спалах мінуючої молі був виявлений в австрійському місті Лінц, за 1000 км від Охридського озера [52]. Існує припущення, що мінуюча міль була інтродукована ентомологами з дослідницькою метою, але вони не вжили необхідних запобіжних заходів, щоб уникнути розповсюдження мінуючої молі за межі своїх дослідницьких ділянок. Але так чи інакше, другий осередок утворився в Австрії, звідки протягом наступних кількох років крига швидко поширилася Південною та Центральною Європою [2].

К. Томічек і Х. К. Томічек та Х. Крехан [59] встановили, що міль каштанова поширилася радіально з Македонії та Австрії. За кілька років шкідник проник до сусідніх країн, потрапивши до Угорщини [59], Словаччини та Чехії [53] у 1993 р. та Німеччини [47] у 1994 р.

Згодом його було знайдено в Нідерландах [51, 58] та Греції [51, 57] у 1998 р. і в Бельгії у 1999 р. [2]. Зародження та поширення каштанової мінуючої молі в Європі представлено у додатку А.

Зараз вид зустрічається майже в усіх країнах Західної (рис. 1.1), Центральної та Східної Європи, включаючи Угорщину [59], Хорватію [50], Францію, Грецію, Болгарію та Румунію (можливо, Туреччину), на північному заході Великої Британії, а також у Туреччині, 2002 р.), на північному заході Великобританії та Данії, а також на сході України [1, 3]. Ареал поширення у світі станом на 2024 р. відмічено на карті рис. 1.1. [48]. Як зазначалося вище, початкове місце існування *Cameraria ohridella* і те, як цей вид був завезений до Македонії,

залишаються невідомими [38].



Рис. 1.1. Ареал поширення мінуючої молі каштанової у світі станом на 2024 р.

Спочатку було прийнято 2 гіпотези: одна з них полягає в тому, що вид міг бути інтродукований до Європи з Північної Америки. Інші репрезентативні види роду *Cameraria* зустрічаються в Північній Америці, і метелики також прикріплюються до листків північноамериканських видів каштанів (наприклад, *Cameraria aesculisella* Champan на *Aesculus glabrata* і *Aesculus flava*) [2].

Згідно з другою гіпотезою, цей вид походить зі Східної Азії, є спорідненим за живленням з кленом і пристосувався до поїдання листків каштанів у Європі.

Ця гіпотеза ґрунтується на експериментах Грегора та ін. (1998 р.), які показали, що гусениці молі каштанової можуть успішно зустрічатися на кленах у лабораторних умовах.

Однак жодна з цих гіпотез не підтвердилася під час пошуків гусениць каштанової молі за допомогою феромонних пасток у Північній Америці, Японії, Пакистані та Китаї, тому походження *Cameraria ohridella* досі залишається невідомим.

В Україні вид *Chrysoglyphus* вперше був виявлений у 2002 р. На той час каштановий довгоносик вже був досить поширений у західній частині країни (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська та, можливо, Житомирська області) і вже сформувалися осередки високої чисельності шкідника.

Це відкриття і перша публікація авторів про можливий вплив цього виду на урбанізовані території, особливо в Києві [3], спричинили широкий інтерес до питання захисту каштанів у газетах і прикладних журналах [21].

Наукові публікації дали змогу отримати додаткову інформацію про можливі терміни, місцезнаходження та подальше поширення *Cameraria ohridella* в Україні. Однак значна частина отриманої інформації не була строго науковою (наприклад, особисті повідомлення, не підкріплені фотографіями або колекціями), і за відсутності досвіду пошкодження, спричинені грибом *Guignardia aesculi*, наприклад, іноді помилково приймали за міну Куліги [22].

Зокрема, його зафіксовано у 1998 р. у с. Велика Бакта Берегівського району Закарпатської обл. [4].

Таким чином, 1997-1998 рр. вважаються найбільш вірогідним часом проникнення мінууючої молі в Україну. Ця експансія почалася з Угорщини, де шкідник був виявлений ще на початку 1990-х рр. Це збігається з періодом, коли Сефрова і Ластувка (2001 р.) повідомили в 1998 р., що східна межа ареалу мінууючої молі знаходиться на Закарпатті.

Появу каштанової молі в центральних регіонах України, а саме в містах Київ та Хорішні Плавні (до 2016 р. – Комсомольськ Полтавської обл.), слід розглядати як антропогенну інвазію, оскільки відомо, що транспорт є одним з двох основних шляхів поширення каштанової молі [22].

Що стосується півдня України та прилеглих територій, то, за даними Сефрової та Ластувки (2001 р.), цей вид виявлений у Молдові та Одеській області з 1999 р. [54]

На той час *Cameraria ohridella* вже широко поширилася в західних регіонах країни: у Житомирській, Закарпатській, Львівській та Івано-Франківській областях. У цих регіонах сформувалися осередки з високою чисельністю фітофага [3, 30]. *Cameraria ohridella* продовжує стрімко поширюватися на *Aesculus hippocastanum*, вже зафіксована в 40 країнах Євразії, а зараз починає захоплювати азійський регіон Туреччини. 2016 р. ареал поширився майже на всю територію України [22].

Основним способом передачі каштанової вогнівки спочатку часто вважали повітряну міграцію (переліт метеликів на сусідні дерева або міграція під дією вітру) (табл. 1.1) [45]. Однак пізніше було показано, що основним способом поширення є все ж таки антропогенний, тобто автомобілями, причепами або потягами. Підставою для такого висновку стали дослідження Хейтланда і Метцгера, коли вони виявили низку нових спалахів каштанової молі на досить віддалених одна від одної територіях, переважно вздовж жвавих транспортних шляхів (автомагістралей, залізниць, аеропортів тощо) [45].

Таблиця 1.1

Схема заселення мегаполіса мінуючою міллю каштановою

Стан популяції	Чисельність
1. Первісне ввезення транспортом (інтродукція) з утворенням первинних вогнищ або вогнища.	Низька
2. Розширення ареалу, з одного боку – за допомогою транспорту, насамперед уздовж найжвавіших трас з утворенням нових вогнищ, з іншого – наростання чисельності в первинних вогнищах навколо місць з інтенсивним вантажопотоком (бази будматеріалів, великі торгові центри, будівництво будь-якого роду, зокрема приватне).	Переважно від низької до помірної, початок формування окремих осередків із високою чисельністю
3. Подальше проникнення каштанової молі в лісопаркову зону міста і на відомчі/приватні території та зростання чисельності в уже наявних осередках.	Наявність стійких вогнищ із високою чисельністю переважно у 2-3-й генераціях
4. Тотальне зараження каштанів паркової та лісопаркової зони, загибель дерев.	Наявність великих масивів із високою чисельністю шкідника, починаючи з 1-ї генерації

Швидкість поширення каштанової молі залежить від рельєфу місцевості і, за оцінками Європейської конвенції про біологічне різноманіття, становить близько 100 км за сезон. У Німеччині каштановій вогнівці знадобилося чотири роки, щоб подолати 550 км з півдня на північ, і 5 р., щоб подолати 300 км між західною Австрією і західною Швейцарією через Альпи.

У випадку України, за 5 р. з 1998 по 2003 рр. каштанова міль подолати відстань 570 км від Закарпаття до Умані на сході (близько 114 км/рік).

Роль антропогенних факторів у швидкості поширення каштанової молі є визначальною, і за даними М. Д. Зерова, Г. Н. Нікітенко, лише у 2003 р. за одне покоління каштанова міль подолати 50 км вздовж маршруту між містами Дубно та Рівне [4].

Європейський Союз затвердив проект ЮНЕСКО «CONTROCAM» – «Європейська комісія в галузі біологічних матеріалів для нематеріальних (відновлюваних побічних продуктів)» – у 2001 р. з бюджетом 1 млн. 767 тис. 562 євро [15].

Офіційна назва проекту: «Сталий контроль кінського каштанового довгоносика (*Cameraria ohridella*, *Lepidoptera*, *Gracillariidae*) як нового інвазивного шкідника кінського каштана в Європі» [6].

Назва проекту є аббревіатурою від англійського «contro» та латинської назви роду *Cameraria* Champ. У проекті брали участь такі установи: кафедра прикладної зоології Мюнхенського технічного університету (Німеччина); Інститут органічної хімії та біохімії Академії наук Чеської Республіки (Чеська Республіка); Інститут зоології Бернського університету (Швейцарія); Інститут біології Трієстського університету (Італія); Департамент фортеці Драма (Греція); INRA Forest Інститут зоології (Франція); Інститут захисту рослин Університету сільськогосподарських наук (Австрія); Центр біологічних наук САВІ (Швейцарія) [15].

В рамках цього проекту було визначено три основні напрямки досліджень каштанової молі:

- дослідження поточного та майбутнього впливу каштанової молі на кінський каштан в урбанізованих екосистемах Європи та природних лісах на Балканах;
- розробка інтегрованих методів боротьби з мінуючою міллю;
- узагальнення отриманого досвіду, щоб його можна було використовувати у випадку інших інвазивних чужорідних шкідників в ЄС [11].

За сучасною класифікацією лускокрилих (*Lepidoptera*) рід *Cameraria*, описаний у 1902 р., з підродини *Lithocolletinae* та родини *Gracilari* [15].

Біологічна класифікація: [33]. Царство: Тварини (*Animalia*). Тип: Членистоногі (*Arthropoda*). Клас: Комахи (*Insecta*). Ряд: Лускокрилі (*Lepidoptera*).

Надродина: *Gracillarioidea*. Родина: Молі-стокротки (*Gracillariidae*). Під: *Cameraria*. Біноміальна назва: *Cameraria ohridella* Descha & Dimic, 1986 р.

Таксономічний статус роду тривалий час був спірним: під *Cameraria* вважали синонімом *Lithocolletis* Hubner, 1825 р., *Lithocolletis* – синонімом *Phyllonorycter* Hubner, 1822 р. [33].

Самостійність роду *Camellia* була переконливо встановлена вперше А.М. Герасимовим (1952 р.), який показав, що репрезентативні види роду мають ще шість стадій розвитку – «афаг».

У репрезентативних видів роду *Phyllonorycter* (*Lithocolletis sensu Gerasimov*) цю колиску робить гусениця останнього покоління; на думку Герасимова, наявність неживлячої стадії є ключовим фактором у філогенезі роду *Cameraria* по відношенню до роду *Phyllonorycter* робить його позиціонування більш складним. Однак після публікації Кумати (1963 р.) під *Cameraria* отримав широке визнання серед таксономістів [33, 37].

1.2. Особливості будови *Cameraria ohridella*

У світовій фауні нині відомо 80 видів роду *Cameraria*, поширених у Голарктиці (більшість видів) та Орієнтальній області [48].

Сучасні молекулярно-генетичні дослідження підродини *Lithocolletinae* на родовому рівні показали, що пологи *Cameraria* і *Phyllonorycter* є сестринськими по відношенню один до одного і являють собою монофілетичну гілку в зазначеній підродині. Таким чином, було блискуче підтверджено думку А.М. Герасимова про самостійність цих родів, зроблену ним на 50 р. раніше виключно на підставі особливостей біології гусениць [49].

Відмінні ознаки між імаго *Cameraria* і *Phyllonorycter* наведені в табл. 1.2. [40]. Трофічно види роду *Cameraria*, крім каштанів (*Aesculus*), пов'язані також із деякими видами клена (*Acegacea*) – *Acer pseudoplatanoides*, *A. pseudoplatanum*, *A. mono*, *A. japonicum*, *A. palmatum*, а також із дубом (*Quercus emoryi*). Наші дані доповнюють цей список диким виноградом *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch

(Vitaceae), хоча появу гусені каштанової молі на цій рослині спостерігали лише в тому випадку, коли виноград вився по каштану [40, 41].

Таблиця 1.2

Відмінні ознаки імаго родів *Cameraria* та *Phyllonorycter*
(за Deschka, Dimič, 1986 р.)

Cameraria Champan, 1902 р.	Phyllonorycter Hubner, 1822 р.
Передні крила без апікальної точки.	Передні крила з апікальною точкою.
У передніх крилах жилки R4 і M1 відсутні.	У передніх крилах жилки R4 і M1 присутні.
Геніталії самця симетричні.	Геніталії самця асиметричні у багатьох видів.
Вальви звужені посередині та розширені в апікальній частині.	Вальви трикутні або трапецієподібні.
Вальви без виростів.	Вальви з виростами.

Імаго. Метелик вкритий металево-блискучими лусочками, голова, груди і тегули вохристі, з домішкою білих лусочок. Розмах передніх крил 7-10 мм. У прикореневому полі переднього крила відсутній прикореневий штрих. Передні крила бурувато-вохристі з трьома білими поперечними перев'язками і з домішкою темно-бурих лусочок по краях перев'язків і на вершині крила. Біла поздовжня смуга в основі переднього крила не досягає рівня середини переднього краю крила. Апікальна точка відсутня. Бахромка крила білувато-сіра, місцями бурувата. Задні крила буро-сірі з дещо світлішою торочкою. Ноги білі, місцями темно-бурі (рис. 1.2) [65, 67].



а)



б)

Рис. 1.2 (а, б). Зовнішній вигляд *Cameraria ohridella*.

Геніталії самки – анальні сосочки склеротизовані, вкриті волоссям і щетинками. Передні та задні апофізи добре виражені. Антрум перетинчастий, з частковою двобічною латеральною склеротизацією. Копулятивна протока перетинчаста. Копулятивна сумка із сигнумом (рис. 1.3).

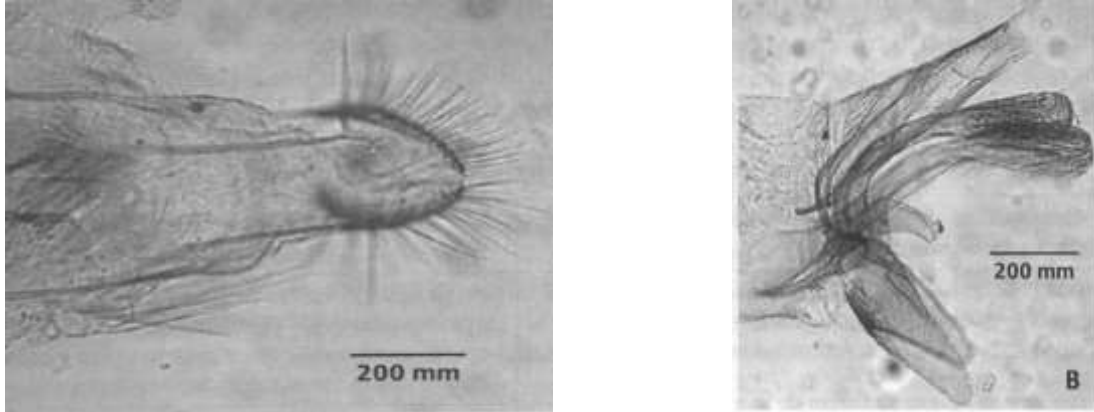


Рис. 1.3. Геніталії самки *Cameraria ohridella* (ліворуч) і самця (праворуч).

Геніталії самця – вальви вузькі, видовжені, в апікальній частині розширені і вкриті довгими волосками. Транстила і базальна частина вальви без виростів, що несуть філаменти. Прямокутний виступ на вальві відсутній. Вінкулум із саккусом (рис. 1.3).

У самців, на відміну від самок, 7-й сегмент дистально розширений, що було вперше відмічено Дж. Фрайзе і В. Гейтландом. Статеві відмінності добре помітні вже на стадії лялечки (рис. 1.4) [42, 43].

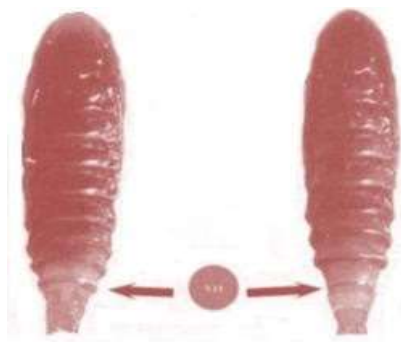


Рис. 1.4. Відмінності у будові лялечки *Cameraria ohridella*, самець (праворуч) та самка (ліворуч).

У лісопарковій зоні Києва одночасно з каштановою мінуючою міллю трапляється інший вид молі-пістрянка, подібні до неї розмірами тіла і

забарвленням – дуболиста міль-пістрянка *Phyllonorycter quercifoliella*. Дуболиста міль-пістрянка не пошкоджує кінський каштан, але імаго часто концентруються на прогрітих ділянках кори стовбурів [61].

Дорослі метелики цих видів відрізняються ознаками, наведеними в табл. 1.3. [61]. За структурою геніталій самці *C. ohridella* добре відрізняються від самців *Ph. quercifoliella* подовженою формою вальви, розширеною в апікальній частині та відсутністю прямокутного виступу на вальві.

Таблиця 1.3

Відмінні ознаки *C. ohridella* та *Ph. quercifoliella*

<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimie, 1986 р.	<i>Phyllonorycter quercifoliella</i> (Zeller, 1839 р.)
Біла поздовжня смуга в основі крила не досягає рівня середини переднього краю крила. Апікальна точка відсутня.	Біла поздовжня смуга в основі крила досягає рівня, що перевершує половину довжини переднього краю крила. Апікальна точка добре виражена.

Життєвий цикл сільськогосподарського метелика подібний до життєвого циклу інших представників родини Моли-стокротки (*Gracillariidae*). Основною особливістю розвитку гусениць є гіперметаморфоз.

Гіперметаморфоз означає, що молоді (1-3-й р.) і старі (4-5-й р.) гусениці ведуть різний спосіб життя і харчуються по-різному, що впливає на їхню зовнішню морфологію. Крім того, до циклу розвитку *Cameraria* додається стадія *b*, яка, як згадувалося вище, не живиться, а пряде шовк і плете кокони (рис. 1.6).

У *C. ohridella* гусениці 1-3 р. живляться виключно рослинним соком клітин листка, утворюючи тунелі в епідермальному шарі листка (рис. 1.5, 1.6) або трохи нижче епідермісу, у верхньому шарі клітин паренхіми. Гусениці на цій стадії морфологічно пристосовані до життя в «низьких» шахтах. Вона має характерно сплющене тіло, позбавлене грудних і черевних ніг, грудні сегменти розвинені слабо, голова сплюснена дорсовентрально, ротові органи помітно редуковані, остисті відростки недорозвинені [22].

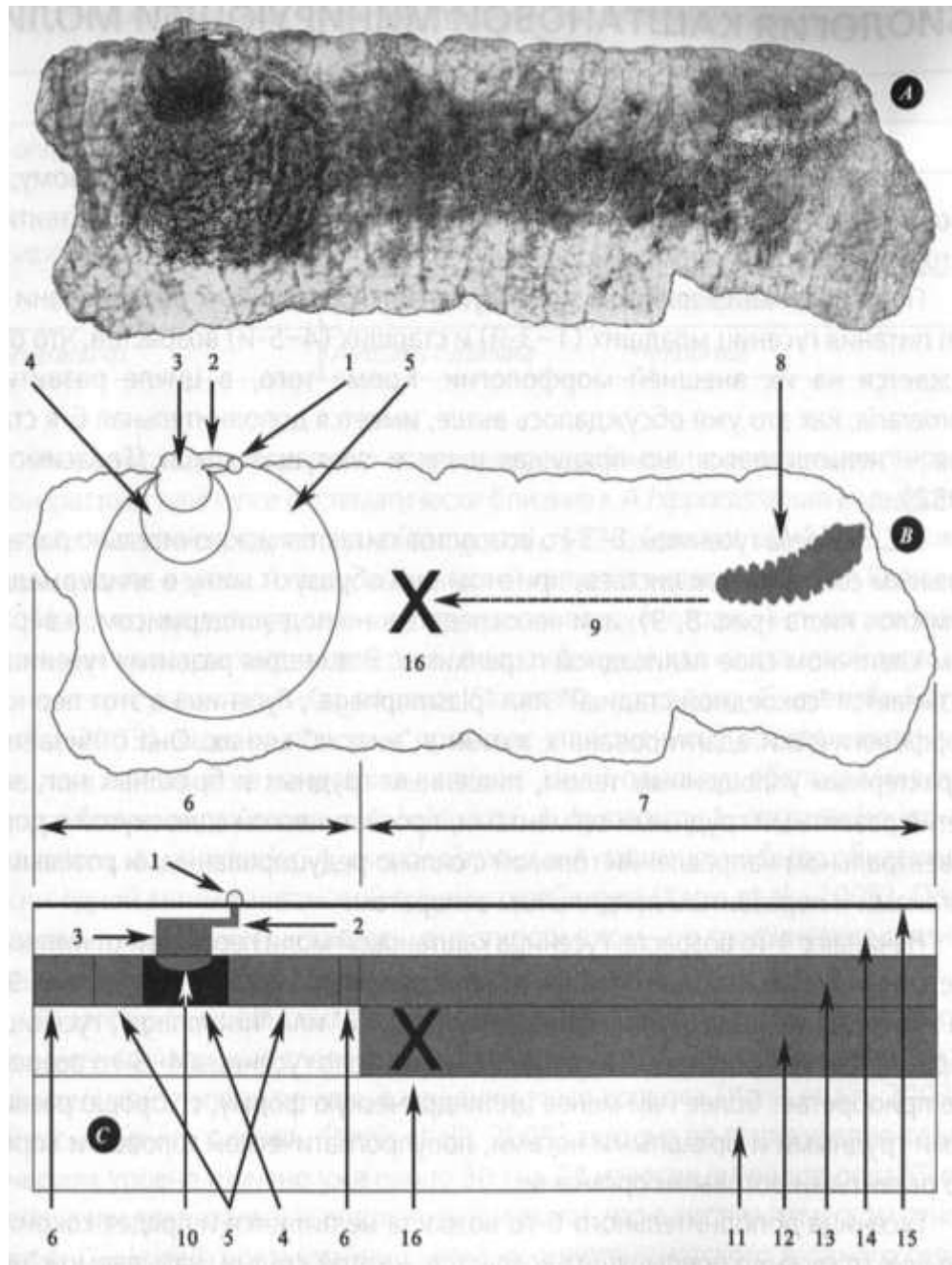


Рис. 1.5. Міни гусениць *C. ohridella* різного покоління (фотографія міни гусениці 5-го покоління; схема будови міни (схема поперечного розрізу міни): 1 – хоріон яйця; 2 – епідермальна частина міни 1-го покоління; 3 – «прямоподібна» частина міни 1-го покоління; 4 – міна 2-го покоління; 5 – частина міни 3-го покоління з концентрично розташованими екскрементами; 6 – міна 4-го покоління; 7 – міна 5-го покоління; 8 – гусінь 5-го покоління; 9 – напрямок руху гусениці 5-го покоління до місця линьки; 10 – місце живлення гусениці 1-го покоління верхнім шаром палісадної паренхіми; 11 – губчаста паренхіма листка; 12 – нижній шар палісадної паренхіми; 13 – верхній шар палісадної паренхіми; 14 – епідерміс; 15 – кутикула; 16 – місце заляльковування гусениці 6-го покоління.

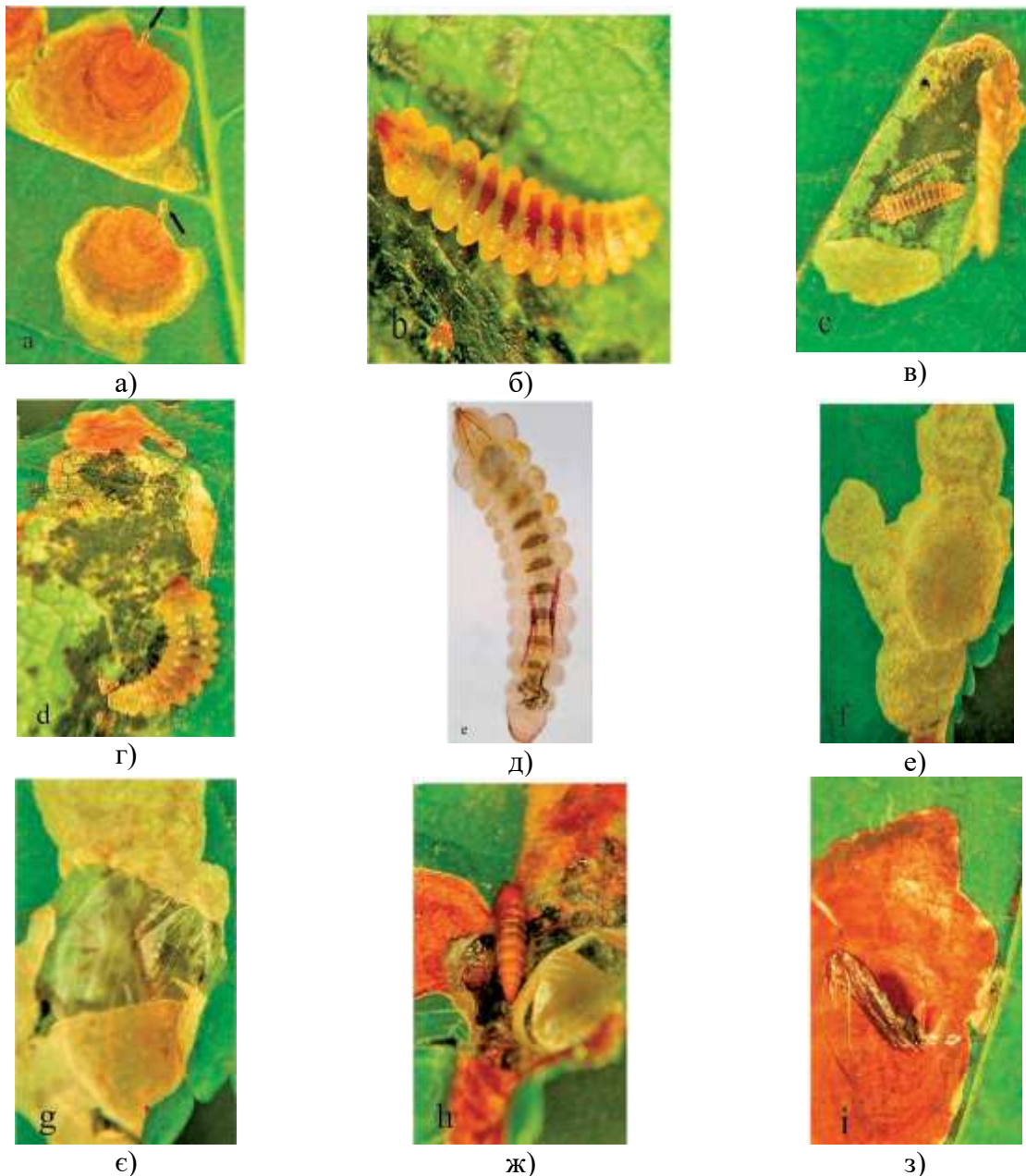


Рис. 1.6. Стадії розвитку *C. ohridella*: а) плями, де розташовані міні, що утворюються на початку живлення личинок; б-д) гусениця каштанової мінуючої вогнівки; е, є) кокон лялечки, видимий в області мін; ж) лялечка звільнилася після механічного пошкодження кокона; з) кокон (екзувій), що залишився після виходу метелика.

Починаючи з четвертого покоління, гусениці каштанової молі переходять від живлення клітинним соком до живлення тканинами паренхіми листя. На цій стадії, відомій як «фаза живлення тканинами» або «гістофага», гусениці формують ширші та глибші міні: тіло гусениць четвертого та п'ятого покоління стає більш-менш циліндричним, розвиваються грудні та черевні ноги, голова стає напівм'ясистою і розвиваються ротові органи.

Крім того, гусениці шостого покоління не живляться і не роблять коконів. На відміну від більш ранніх гусениць, ця стадія відома як «фаза неживлення» або «афага», коли ротові органи редуковані, а веретеноподібна форма максимально розвинена.

За М.Д. Зерова (2007) [22], з шести неживильних поколінь слід розрізняти два: шостий – так званий «перехідний» і сьомий – «пасинок».

Каштанова мінує зимує у вигляді лялечки в шовковій колисці. Навесні відроджені самки відкладають яйця на верхню поверхню нижніх листків крони каштана. Після відродження гусениці проникають у верхній епідерміс клітин листка, де живляться соком, а потім тканинами верхньої палисадної паренхіми, утворюючи великі тунелі, заповнені екскрементами і шкіркою линялого зіву.

Як згадувалося вище, гусениця проходить шість стадій розвитку, остання з яких – стадія неживлення, під час якої гусениця має добре розвинений прядильний апарат і плете шовкову колиску. Заляльковуються імаго в колисці в шахті. Перед виходом лялечка прориває колиску і виходить з тунелю приблизно на $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{8}$ своєї довжини (рис. 1.7).

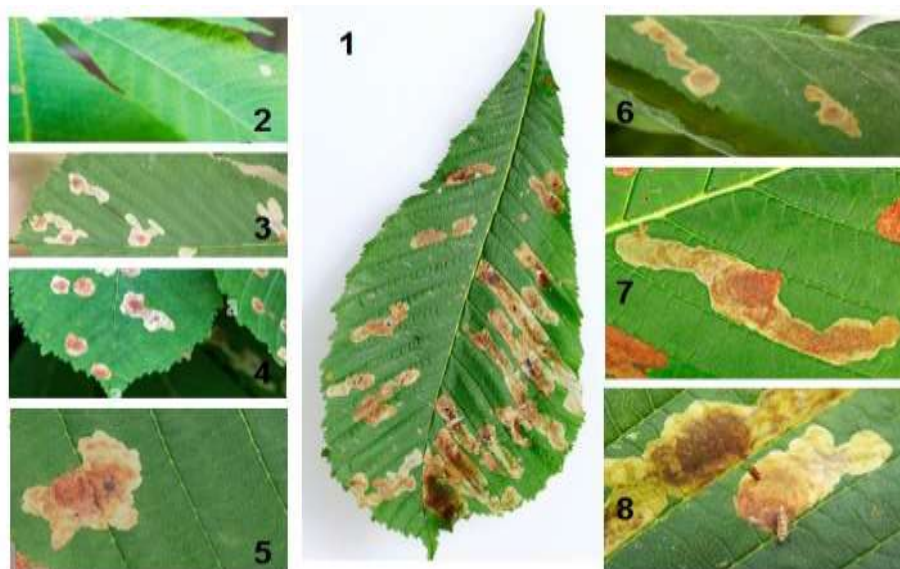


Рис. 1.7. Фото мін гусениць *Cameraria ohridella* різного покоління на листі: 1 – загальний вигляд листка каштана з мінами різного покоління; 2,3 – міна 1-го покоління; 4 – міна 2-го покоління; 5 – міна 3-го покоління; 6 – міна 4-го покоління; 7 – міна 5-го покоління; 8 – екзувій лялечки після відродження імаго.

Протягом сезону можуть з'являтися третє і четверте покоління метеликів, залежно від мікрокліматичних особливостей українського ареалу. Таким чином, життєвий цикл мурах закінчується з вильотом лялечок третього та/або четвертого покоління на зимівлю відповідно. За даними зарубіжних авторів, в Європі каштанова вогнівка розвивається в III-V поколіннях, з експоненціальним зростанням чисельності в кожному поколінні [56, 57].

Дорослі особини каштанової молі, тобто самки, які не відкладають яйця, відносно погано літають і намагаються залишатися в межах гілок і крони одного дерева. Виліт імаго першого покоління починається наприкінці квітня – на початку травня і тому більш залежний від температурних показників цієї пори року, а отже, має вузький часовий інтервал, ніж у наступних поколінь. Зокрема, метелики виходять з лялечок у сонячні дні, переважно між 10:00 та 12:30. Першими з'являються самці, а через 7-10 днів починається масова міграція самок. Тому саме в цю пору року найкраще спостерігати за поведінкою метеликів. Щільність популяцій може досягати 70-80 особин і більше на дм^2 (рис. 1.8, додаток Б, рис. 1.9-1.16) [22].

Після вильоту метелики зазвичай відразу намагаються сховатися в тінистих місцях, але потім концентруються на верхівках дерев у зоні яскравого затінення. Спостереження науковців показують, що в цей період, протягом кількох днів, більшість імаго концентрується на нижніх верхівках і скелетних гілках дерев. При цьому спостерігається чітка орієнтація імаго на світлу сторону. Це означає, що протягом 15-18 год. більшість метеликів концентрується на освітленій сонцем стороні штамба (західній або південно-західній), часто в півтіні, і переміщується ближче до його підвітряного боку, слідуючи за сонцем вздовж стовбура дерева.

Крім того, метелики можуть концентруватися в нижній частині крони каштана, на стовбурах інших порід дерев, що ростуть поруч, з грубою корою, а також на підліску та ґрунті. Вивчення динаміки чисельності молі протягом сезону може також надати інформацію про терміни початку і закінчення росту окремих поколінь.

Парування і відкладання яєць часто відбувається в шарі розплоду, оскільки

наступне покоління метеликів намагатиметься залишатися в нижній частині пологую або на траві під пологом, як це робило попереднє покоління. Це також місце, де самки найчастіше відкладають яйця. Коли чисельність метеликів висока, самки переміщуються на вищі ділянки, такі як середній і верхній шари намету, у пошуках придатних для відкладання яєць ділянок листової пластинки, тому дерева пошкоджуються нерівномірно протягом сезону, і часто спостерігається виразне «розшарування» намету.



Рис. 1.8 (а-в). Метелики мінуючої молі каштанової на штамі дерева.

За даними Фрайзе, самка каштанової брунькоїда відкладає приблизно 20-40 яєць. Підраховано, що з 1 кг листя року навесні з'являється до 4 тис. 500 дорослих особин і (при співвідношенні статей 0,5) відкладається до 80 тис. яєць [21, 44].

Самки відкладають яйця на верхню поверхню листка біля центральної жилки або вздовж бічних жилок другого чи третього порядку (додаток Б, рис. 1.16). Яйця блідо-зелені, краплеподібної форми, діаметром $0,27 \times 0,32$ мм, напівпрозорого зеленого кольору, зверху вкриті прозорою оболонкою. Ембріональний розвиток яєць першого покоління триває в середньому 14 днів і залежить від температури та вологості навколишнього середовища [22].

Після вилуплення гусениці порожній хоріон яйця блідо-сірувато-білого кольору, овальної форми і злегка стиснутий. Відмінності в типі живлення гусениць каштанової молі різного покоління помітні за формою і розміром мін, які вони виробляють, а також за формою і кольором їхніх екскрементів. Ця ознака широко використовується для ідентифікації каштанової молі.

1-а стадія – «стадія сикофіда» або «плазмофага». Відразу після вилуплення

гусениця проникає в клітини епідермального шару з-під кутикули листка, де живиться соком і зазвичай утворюють прямий або злегка вигнутий хід уздовж жилок листка.

Епідермальна частина на цій стадії сріблясто-біла, 0,7-1,5 мм завдовжки і 0,3-0,5 мм завширшки. Екскременти в цій ділянці мають вигляд чорної центральної лінії шириною 0,05 мм на початку і 0,08 мм в кінці, утвореної серією окремих плям. Потім гусениця формує в епідермальному шарі листка прямоподібну міну діаметром близько 1 мм, де вона здійснює свою першу линьку. Екскременти в цій ділянці утворюють неправильне коло. Плямиста ділянка може бути світло-коричневого кольору.

Гусениці на цій стадії світло-зелені, напівпрозорі і мають довжину близько 0,8 мм. Гусениці компактні, сильно звужені до спини, нагадує трикутник. Перший грудний сегмент ширший за інші розміром близько 0,2 мм. Головний мішок золотистий, майже прозорий, 0,1-0,15 мм завдовжки і 0,11-0,2 мм завширшки [5].

Після линяння другого покоління екзокарп білувато-сірий, з максимальною шириною 0,28 мм і довжиною близько 0,5 мм. Основний мішок часто розташований на деякій відстані від зовнішнього покриву.

2-е покоління. На цьому віці гусениці каштанової молі повністю переходять на живлення соком у верхніх шарах палісадної паренхіми і розширюють жилки до округлої форми; в кінці другого покоління утворюється круглий тунель діаметром близько 2-3 мм; в кінці третього покоління жилка розширюється до 1,5 мм.

3-є покоління. У цьому віці гусениця каштанової молі продовжує живитися соком у верхніх шарах паренхіми палісаду. Спочатку гусениці прокладають тунелі круглої форми, а їхні екскременти повністю вкривають дно тунелів, утворюючи концентричні кола чорного кольору. Ця частина круглого тунелю діаметром 6,0-8,0 мм має темніший колір і добре помітна.

Наприкінці третього покоління жилки розширюються в обох напрямках між паралельними жилками або в одному напрямку, якщо жилки розташовані близько до центральної жилки. Ці жилкування стають світлішими, і наприкінці третього покоління жилки мають розмір 10 мм [4].

Довжина тіла на цій стадії досягає 3,5 мм. Тіло жовтувато-зелене або блідо-жовте, вкрите рідкими світлими волосками, грудні 2-3 сегменти та черевні 1-8 тергіти коричневі, перший грудний сегмент найбільший, досягає 0,25 мм завдовжки та 0,75 мм завширшки. Головний покрив блідо-коричневий, блискучий, 0,35 мм завдовжки і 0,40 мм завширшки.

Линяння відбувається на дистальному кінці мірмекофору, і линяла мантия має виразний коричневий блиск. Вона має довжину близько 3 мм і ширину до 0,75 мм; у багатьох випадках головний мішок знаходиться на деякій відстані від зовнішнього покриву [5].

Четверта стадія – «тканинна стадія» або «тканинний черв'як». У цьому віці гусениця починає живитися всіма шарами тканин піднебінної паренхіми, збільшуючи довжину міни до 16 мм (додаток Б, рис. 1.11).

Довжина тіла досягає 4,5 мм. Тіло більш-менш циліндричне, чітко звужується до спини після п'ятого черевного сегмента, перший грудний сегмент має ширину 0,78 мм і довжину 0,26 мм. Колір тіла зазвичай світло-зелений або жовтувато-зелений. Забарвлення головогрудей майже збігається з кольором тіла, 0,3-0,4 мм завдовжки і 0,45-0,5 мм завширшки [5].

Линяюча черепашка блідо-біло-сіра. Після линяння зовнішня черепашка має довжину близько 3,5 мм і ширину в найширшому місці близько 0,8 мм. У більшості випадків основний мішок знаходиться на певній відстані від зовнішнього вбрання.

5-е покоління. Гусениці продовжують живитися паренхімою палісаду, збільшуючи довжину жилки в середньому з 18 мм до 31 мм і ширину з 6-8 мм до 12-14 мм. Живлення гусениці відбувається переважно між двома бічними жилками, але може відбуватися між трьома і більше, в цьому випадку міна перетинає кілька бічних жилок. Кінцева частина мінеї має довжину близько 4 мм, темніший колір і позбавлена виділень.

Перед линянням гусениця майже завжди повертається до центру міни, але рідко повертається до кінця міни, де формується гусениця третього покоління, яка линяє в шостому поколінні.

Перший грудний сегмент має ширину 1,1 мм, а третій черевний сегмент, найширший, – 1,26 мм. Покриви голови коричневі. Черевний екзокарп чорнувато-сірий, поза колискою, в безпосередній близькості до черевного епігастрію. Зовнішня капсула має довжину 4,0-5,0 мм. Основна капсула зазвичай прикріплена до зовнішньої мембрани, яка має довжину 0,7 мм і ширину 0,75 мм [5, 22].

6-е покоління. На цій стадії гусениці не живляться. Гусениця очищає личинкову оболонку попереднього покоління та круглу частину головної капсули і готує круглу або овальну колиску для заляльковування діаметром 6-7 мм. Зрідка місце заляльковування може займати частину тунелю, утвореного гусеницями першого або другого покоління, але линялі шкірки цих поколінь залишаються на ділянці, що очищається, оскільки вони часто міцно прикріплені до дна тунелю екскрементами. Потім тунелі густо і тонко вкриваються з усіх боків білим павутинням, в якому вони заляльковуються [4, 5].

Як правило, гусениці шостого покоління мають веретеноподібну форму, на відміну від гусениць інших поколінь. Тіло від блідо-зеленого до м'ясистого білувато-жовтого кольору, вкрите блідими волосками. Грудні та черевні ноги розвинені так само добре, як і в четвертому та п'ятому віці. Гусениці 4,2-5,5 мм завдовжки; головна капсула майже такого ж кольору, як і тіло, від світло-зеленого до світло-коричневого, 0,45 мм завширшки і 0,5 мм завдовжки.

Зовнішня капсула сильно зморшкувата, світло-сіра, 1-2,5 мм завдовжки; головна капсула прикріплена до зовнішньої. Розвиток гусениці триває 24-35 днів.

Лялечка темно-коричнева, з блідими короткими волосками, 3,25-3,7 мм завдовжки на грудях і 0,7 мм завширшки; голова характерно дзьобоподібна [4, 6].

Перед виходом метелика лялечка дзьобоподібною частиною голови проколює верхню мембрану метелика, видавлюючи зазвичай від $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$ довжини свого тіла (рис. 1.17). Період розвитку лялечки одного покоління триває 7-14 днів влітку і 6 місяців взимку [5].

Якщо листки каштана не переповнене мінами, тобто міни більш-менш відокремлені, вищезгадані ознаки стадії формування мін візуально добре помітні.



Рис. 1.17 (а-г). Лялечка молі, що мінує, на листках каштана кінського.

Коли щільність популяції каштанової молі висока, кількість мін може досягати декількох сотень на листі, а міни, утворені гусеницями різного покоління, зливаються в одну загальну міну. В такому випадку між гусеницями виникає конкуренція за харчові ресурси і багато з них гине. У цьому випадку важко визначити покоління міни за її формою і потрібен певний досвід. У деяких випадках гусениці можуть розширювати свої міни не тільки між вторинними паралельними жилками, а й багаторазово впоперек цих жилок, вздовж листка паралельно центральній жилці або по краю листкової пластинки (рис. 1.18) [22].



Рис. 1.18 (а-г). Пошкодження мінами *Cameraria ohridella* листків.

РОЗДІЛ 2

БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТІЙКОСТІ КАШТАНУ КІНСЬКОГО ДО МІНУЮЧОЇ МОЛІ

2.1. Біохімічні властивості *Aesculus hippocastanum*

Стародавні назви роду *Hippocastanum* і сімейства *Hippocastanaceae* означають «кінський каштан» (рис. 2.1) [63]. Назву «кінський каштан» було дано, щоб відрізнити неїстівні плоди від плодів близькоспорідненої родини *Hippocastanum*, *Hippocastanaceae*. За іншою версією, колір і блиск стиглих плодів цього каштана нагадують шкіру гнідого коня. Сучасна назва роду, *Aesculus*, використовувалася в Стародавньому Римі для позначення одного з видів дуба, а саме *Quercus esculus* L.=*Quercus robur* Willd [13].



Рис. 2.1. Гіркокаштан звичайний або каштан кінський.

Назву «каштан» використовують для опису багатьох інших рослин, які дуже далекі від кінського каштана з біологічної точки зору. Каштан (*Castanea*) насправді є членом родини букових (*Fagaceae*). Австралійський каштан

(*Castanospermum*) – бобова рослина [14].

Це листопадне дерево заввишки до 25 м або чагарник заввишки 1,5-5 м. Листки великі, 5-7-пальчасті, складні, протилежні, з довгими черешками і без шипів. Вони утворюють щільну крону листя. Квітки дзвонові, близько 2 см у діаметрі (рис. 2.2). Обидві статеві квітки неправильної форми, з косою симетричною поверхнею, що проходить через четвертий чашолистик. Суцвіття велике, пірамідальне, вертикальне, грубе. Пелюстки дволопатеві, зелені, складаються з п'яти чашолистків, зрощених біля основи. Білуватий віночок з рожевою основою складається з 5-и вільних пелюсток, одна з яких розташована між 3-ю і 4-ю чашолистками і дуже мала, іноді відсутня зовсім [31, 63]. Зав'язь із трьома гніздами, кожне з двома нуклеолами, один з яких спрямований догори, а інший донизу, з довгими стовпчиками. Період цвітіння – травень-червень. Нектар квіток каштана містить 65-75 % сахарози. Двоквітковий сорт кінського каштана не виробляє нектару.

Плід – трилопатева шипувата коробочка, де міститься одне (рідко – два або три) горіхоподібного насіння (у побуті його часто називають гіркокаштан звичайний або кінський каштан або просто каштан) (рис. 2.2). Ембріони вигнуті й не містять білка [23, 69].



а)



б)



в)

Рис. 2.2. Морфологічні ознаки каштану: а) листок, б) суцвіття, в) плід.

Типові рослини цього роду зустрічаються в Південній Європі, Північній Індії, Східній Азії та Північній Америці. Найкраще він росте в помірному кліматі та на свіжих, пухких, родючих і глибоких ґрунтах. Найбільша видова різноманітність кінського каштана спостерігається в Північній Америці.

У дольодовиковій Європі ліси з кінського каштана були широко поширені. Близько 15 видів широко культивуються (Європа, Північна Америка, Китай і Японія). Кінський каштан з'явився в Константинополі 1557 р. і був завезений до Відня 1588 р. Він широко поширений у парках і садах по всій Європі [10, 25].

Кінський каштан віддає перевагу вологим, суглинним ґрунтам з вапном. Він добре переносить міське середовище, але страждає від диму і випарів у промислових зонах, а в багатьох районах харчується ягодами каштана. Росте повільно, особливо в перші 10 років, зі швидким зростанням у віці 10-25 років; починає плодоносити в 15-25 років. Всі види ідеально підходять для медоносів і дуже декоративні в період вегетації.

Вони розмножуються насінням, яке є в достатку майже щороку, і проростає з кореневих відростків або пнів, але також можуть бути розмножені живцями або пересадкою.

Квіти, плоди та кора стовбурів і гілок кінського каштана отруйні, оскільки містять дубильні речовини, глікозид ескулін [11] і сапонін есцин [12, 13], але є цінною сировиною для виробництва ліків.

Ескулін знижує проникність капілярів, підвищує антитромботичну активність сироватки крові, збільшує вироблення антитромбіну і посилює судинний кровотік. Ескулін знижує в'язкість крові. Тому препарати каштана використовують для лікування судинних захворювань.

Із подрібненого насіння готують спеціальний ароматний порошок (нім. «Schneeberger Schnupftabak»). У народній медицині використовують квітки, кору гілок і насіння (але не колючу коробочку, що містить насіння). Сік, вичавлений зі свіжих квіток, приймають всередину при варикозному розширенні вен і геморої. Відвар кори гілок використовують для ванн у разі геморою. Спиртову настоянку висушених квіток кінського каштана застосовують зовнішньо в разі ревматизму й

артритів. Відомі випадки важкого отруєння дітей і домашньої худоби після вживання плодів кінського каштана [20].

У більш теплих регіонах кінський каштан вирощують у парках заради його красивого листя і красивих квітів, які збирають у канделябри.

Рослина цінується як ранній медонос. Марроньєвий мед рідкий, прозорий і зазвичай безбарвний. За сприятливих умов з однієї квітки отримують 1,7 мг нектару, що містить 65-75 % сахарози [14].

Деревина кінського каштана належить до дифузно-судинних спеціалізованих порід і не має яскраво вираженої серцевини. Європейські та північноамериканські види мають світлішу деревину. Стигла деревина в центрі стовбура блідо-жовта або кремово-біла, поступово переходить у сірувато-білу заболонь. Безліч органел в основному рівномірно розподілені в річних кільцях або згруповані в невеликі правильні групи. Річні кільця вузькі та ледь помітні на поперечному зрізі. На поперечних і радіальних зрізах серцевини можна розрізнити тільки неозброєним оком. У тангенціальних перерізах, однак, видно тонкі хвилясті лінії, утворені серцевинами. Розташування волокон.

Розташування волокон кінського каштана часто хвилясте. Текстура нечітка й однорідна. Свіжозрубана деревина має неприємний запах, який зникає при сушінні. Кінський каштан більше за інші дерева страждає від морозних ям [18]. Кінський каштан м'який і має низьку біологічну стійкість (належить до найменш біологічно стійких, порівняно з липою), тому не має комерційного значення та швидко набуває брудно-сірого кольору без належного захисту на повітрі, але добре приймає й утримує кріплення (цвяхи, шурупи і т.д.), склеюється, добре обробляється і забарвлюється. Тому його можна використовувати для виготовлення меблів і дверних панелей. Він добре обробляється різанням, шліфуванням і поліруванням, має чудову якість поверхні та часто використовується для токарних робіт, гравіювання, виготовлення побутових дрібничок і легких футлярів (особливо для зберігання тютюну та сигар). У минулому з неї також виготовляли музичні інструменти (наприклад, фортепіано), дерев'яне взуття (наприклад, німецьке) та ортопедичні протези.

Тирса і пил, що утворюються під час обробки кінського каштана, можуть спричиняти дерматит і алергічні реакції. Кінський каштан колись використовували для отримання деревного вугілля для виробництва пороху. У минулому палітурники подрібнювали висушені ягоди кінського каштана до порошку і змішували його з галуном, щоб отримати спеціальний палітурний клей. Книги, скріплені цим клеєм, служили довше за інші [18].

Кінський каштан часто пошкоджується шкідниками та хворобами. Одним зі шкідників є мінуючи міль каштанова (*Cameraria ohridella*). У дорослому стані міль впадає в сплячку. Літ метелика починається наприкінці весни та першій половині літа, коли самка відкладає одне яйце на невизначений бік листової пластинки, переважно поблизу жилок. Самка вкриває кожне яйце в'язкою прозорою речовиною, яка висихає на яйці й утворює мембрану.

Метелики першого покоління відкладають яйця переважно на нижнє листя старих дерев. Друге покоління метеликів відкладає яйця як на нижнє, так і на середнє листя навісу. До моменту вильоту другого покоління нижнє листя вже з'їдено гусеницями першого покоління. Гусениці, що вилупилися, прогризають епідерміс у місці зіткнення відкладених яєць із поверхнею листа, проникають у стовпчасту тканину і прогризають порожнину – «шахту» (цей процес називається мінуванням). Спочатку міни маленькі і мають форму коричневих плям. У міру зростання гусениць і живлення паренхімою міни збільшуються в розмірах і набувають довільної форми. Зрештою ці міни об'єднуються у великі коричневі плями [17].

Численні міни призводять до того, що листя каштана опадає, і все дерево втрачає декоративність. Погіршується не тільки зовнішній вигляд дерева, а й знижується його життєздатність. Пошкоджений полог позбавляється значної частини фотосинтетичного апарату, внаслідок чого дерево послаблюється і втрачає стійкість, порушується вуглеводний та обмінний процеси, відбувається недостатнє накопичення пластичних та енергетичних речовин. Ці негативні фактори можуть призвести до часткового або повного вимерзання дерев у зимовий період. Крім втрати декоративності всієї рослини, пригнічується

життєздатність дерева, послаблюється сила, знижується продуктивність, частково засихає полог і може настати загибель.

Гіркокаштан звичайний – велике дерево, відоме своїми ефектними конічними квітами з квітня по червень, родом зі змішаних лісів південно-східної Європи, його широко вирощують на узбіччях доріг і на відкритих просторах, наприклад у парках. Кінський каштан випускає великі вертикальні грона рожевих або білих квітів наприкінці весни, досягаючи 5-12 дюймів у висоту. Колючі зелені стручки насіння утворюються восени. Поряд з красивими квітами і стручками насіння, кінський каштан вирізняється цікавою корою і закрученими гілками.

Це немісцеве дерево доставляє трохи незручностей і має менш яскраве листя, але це відмінне придорожнє або тіньове дерево. Як тіньолюбні, так і декоративні, дерева кінського каштана надають ландшафту інтерес і красу завдяки пишному, розлогому пологу, який закриває сонце. Кінський каштан – листопадне дерево, і його легко вирощувати. Деякі види схильні до ураження листовою хворобою, японськими жуками-довгоножками і японськими жуками-довгоножками [14].

Біля основи подовженого квіткового грона є кольорова пляма, спочатку жовта, а потім червонувата. Саме дерево росте із середньою швидкістю, досягаючи 12-35 см у висоту за рік, залежно від якості ґрунту, віку, місця і клімату. У міру дорослішання дерева кора відшаровується, і коли зовнішня кора відшаровується, під нею з'являється помаранчева кора.

Росте на сонці або в частковій тіні. Віддає перевагу мінімум 2-6 годинам прямого сонячного світла. Кінський каштан толерантний до широкого спектра ґрунтів і буде рости на кислих, суглинних, піщаних, лужних і замулених ґрунтах.

Aesculus hippocastanum – єдиний місцевий європейський вид із роду кінський каштан, до якого входить 13 видів дерев і чагарників, що ростуть у листяних лісах помірного поясу. Це велике дерево, що виростає до 39 м у висоту, з дуже довгим терміном життя. У нього овальний полог і велике, затінене листя, що складається з 5-7 пальчастих листочків. Пірамідальні суцвіття з численними білими двостатевими квітками. Основа пелюсток жовта, як і головна жилка під

час запилення, яка пізніше стає темно-помаранчевою і відторгається джмелями та медоносними бджолами. Пилок дуже характерний, з великими шипами. Лише 2-5 (8) квіток з основи кожного суцвіття приносять невеликі плоди з гострими шипами, що містять 1-3 насінини. Стигле насіння чорнувато-коричневе, нагадує каштани і використовується як корм для коней. На поверхні насіння є великі білуваті рубці, які служать для прикріплення насіння до зав'язі [17].

Європейський кінський каштан – ендемічний вид, що зберігся у двох основних районах, кожен з яких містить невеликі ізольовані популяції, – у гірських районах Греції, Албанії, колишньої югославської Республіки Македонія та Преславських Балкан у Болгарії. Цей вид є залишком раннього плейстоцену, приблизно мільйон років тому. У той час він був ще широко поширений у Європі. Вважається, що подальше скорочення чисельності цього виду пов'язане зі зникненням великих ссавців, які виконували роль великих розсіювачів насіння, а також з низькою фізіологічною стійкістю насіння до висихання. У 1557 р. з Туреччини до Праги було завезено насіння невизначеного походження, що поклало початок європейському деревоводству. Твердження про існування пальових жител бронзового століття в Північній Італії виявилися сучасним забрудненням [26].

Європейський каштан – мезофітне дерево, що росте у вологих листяних широколистяних лісах у помірному кліматі. Він росте в поєднанні з грабом (*Carpinus betulus*), особливо на затінених вапнякових днах долин і алювіальних ґрунтах, а також у змішаних гірських лісах на висоті до 1600 м над рівнем моря. Кінський каштан дуже сприйнятливий до лісових пожеж; крім того, його насіння перебуває в сплячому стані і стійке до них. З цієї причини саджанці кінського каштана не вкорінюються на відкритих сухих ґрунтах і можуть проростати тільки на вологих, скелястих і карстових ділянках, запобігаючи вирубці лісів і міграції після зміни клімату.

Він улюбленець садів, парків і доріг у вологому кліматі. Відомо безліч садових сортів. Насіння традиційно використовується для лікування хронічної венозної недостатності та переробляється фармацевтичною промисловістю.

Кінський каштан містить компонент під назвою есцин, який, як було доведено, запобігає накопиченню білих кров'яних тілець, що є причиною вікових проблем із кровообігом у ногах. Необроблене насіння отруйне, але відвар кори і листя також використовують як народні ліки в Албанії, Косово і центральній Італії для лікування порушень кровообігу і ревматизму [28].

Загальна популяція в природному середовищі існування скоротилася до менш ніж 2500 дорослих особин, а субпопуляції зменшилися через сильне зараження листогризухами *Cameraria ochridella*. Кінський каштан дуже вразливий для азіатського довгоголового жука (*Anoplophora glabripennis*), великого жука, що мешкає в Японії, Кореї, Китаї та інших азіатських країнах. Інші загрози включають будівництво доріг, місцевий туризм, заготівлю деревини, забруднення довкілля і лісові пожежі на територіях, що залишилися. Європейський кінський каштан оцінюють як такий, що перебуває під критичною загрозою зникнення в Греції та Болгарії, і як напівзагрозливий у Європі.

Кінський каштан – це улюблене дерево, яке навесні розпускає чудові білі квіти, а влітку й восени утворює легендарні шишки, які викликають щасливі дитячі спогади про те, як збирали шишки і приносили їх у бій. Всупереч поширеній думці, *Aesculus Hippocastanum* не є рідним для Великої Британії; його завезли до Британії з Балкан у XVI ст. На жаль, в останні роки кінський каштан став жертвою кількох шкідників і патогенів.

Собченко В. [32] радить відновлювати види вегетативно – щепленням й інші науковці опираються на лісові культури [7-9, 19, 27, 29].

2.2. Стійкість таксонів кінського каштану до мінуючої молі

Багаторічний моніторинг за динамікою популяції мінера, станом колекції та ступенем пошкодженості рослин дозволив виявити значні відмінності в перевазі видів кінського каштана. Раніше такі відомості, зокрема й за вмістом фенольних компонентів. Інші види або не пошкоджуються зовсім або пошкоджуються значно меншою мірою [38].

A. glabra листки якого заселяються шкідником, в результаті чого відбувається початкове пошкодження, але розвиток інвазійної гусениці припиняється на ранній стадії, вона перестає харчуватися і гине.

Стійкість рослин, як відомо, може визначатися факторами навколишнього середовища, морфологією і анатомією рослин (забарвленням листя, товщиною, щільністю, опушенням тощо), особливостями самих комах, а також взаємодією між рослиною і рослиною. Крім того, ці фактори можуть впливати один на одного. Наприклад, на синхронізацію розвитку можуть впливати фактори зовнішнього середовища (фактор взаємодії). Зазвичай виділяють три основні механізми резистентності: перевага, антибіоз і витривалість. Перевага або відсутність переваги регулюється поєднанням характеристик рослини та реакцій комах, які сприяють або перешкоджають використанню рослини в їжу. Під антибіозом мається на увазі негативний вплив рослини на певні фази життєвого циклу комах, що харчується ним.

Припущення про те, що непридатність рослини для проживання комах (або їх висока смертність через харчування резистентними рослинами) пов'язане з наявністю специфічних захисних речовин, неодноразово підтверджувалося подальшими дослідженнями токсичності «інсектицидних» рослин. Італійські дослідники вивчали можливий вплив сапонінів на перевагу видів кінського каштана. У стійкості рослин до фітофагів велика роль належить речовинам вторинного метаболізму. Такими речовинами можуть бути сполуки фенольної групи. Наприклад, автори виявили, що квертицинова, хлорогенова, дубильна і кавава кислоти дуже токсичні для великих злакових попелиць [65, 67].

Вітчизняні науковці здійснили фітомоніторинг рослин, в тому числі аналіз листя з ознаками ураження міллю в період активного живлення (два покоління, змішані стадії розвитку). Листя відбирали на початку серпня з нижнього яру кожного виду в хаотичному порядку. Ідентифікацію видів і стадій фітофага проводили за допомогою стандартних методів визначення. Визначення вмісту фенолкарбонових кислот (хлорогенова, кавава, ферулова).

Листки досліджуваних зразків подрібнювали, щоб утворилася середня

вибірка. Отриману масу (0,1 г) залили 80 % етанолом (20 мл) і помістили в холодильник на 1 год. при температурі 3-5 °С. Процедуру повторили тричі. Комбінований екстракт фільтрували і випарювали в сухому вигляді на обертовому випарнику при $T=+40$ °С. Сухий залишок розчиняли в 1 мл етанолу.

Тракт був очищений тонкошаровою хромовою томографією на силуфових пластинах у висхідному струмі розчинника HEU (хлороформ : етилацетат : оцтова кислота = 100:100:1) за зовнішнім стандартом. Пляма з ГЦК була вискоблені, елюйована в 2 мл етанолу; Елюат зливали і випаровували в сухому вигляді. На заключному етапі використовувався метод ВЕРХ (ізократична система Стаєра, колонка обернених фаз РП-18, рідка фаза – ацетонітрил : вода : оцтова кислота = 50:50:1) [60].

Науковцями було використано п'ятикратне аналітичне повторення. Ідентифікація проводилася за зовнішнім стандартом; довжина хвилі становила 254 нм. Визначення суми фенольних сполук загального вмісту поліфенолів з реактивом Фолін–Чокальтеу. Листя досліджуваних зразків подрібнювали для формування середньої проби, брали масу 1 г, гомогенізували з додаванням дистильованої води, фільтрували і доводили отриманий розчин до обсягу 25 мл з водою. У колбі об'ємом 25 мл досліджуваний розчин змішували з реактивом (0,3 мл) і 20 % від маси Na_2CO_3 (3 мл), а потім доводили об'єм до позначки. Світлове поглинання розчинів вимірювали через 20 хв при 720 нм.

Сума фенольних сполук була визначена на основі калібрувального графіка, побудованого раніше для кверцетину і рутина. Визначення кількості вільних цукрів. Зразки досліджуваних зразків подрібнювали для формування середньої проби, брали масу 1 г, гомогенізували з додаванням дистильованої води, фільтрували і отриманий розчин доводили з водою до обсягу 25 мл. З отриманого розчину брали 1 мл (в 3 повтори). У кілку об'ємом 25 мл досліджуваний розчин змішували з 10 % розчином HCl (1 мл), підігрітим на киплячій водяній бані протягом 5 хв, 20 % Na_2CO_3 (1 мл) і перемішували. В отриману суміш додавали 3 мл насиченого розчину пикринової кислоти і 3 мл 20 % Na_2CO_3 за вагою і поміщали на киплячу водяну баню на 30 хв [60].

Моніторинг розвитку популяції листового мінерка каштана на колекції кінського каштана виявив важкі пошкодження *Aesculus hippocastanum*. Найбільш пошкодженим і кращим видом в колекції, без сумніву, можна вважати звичайний кінський каштан. Цей вид першим заселяється мінуючою міллю і найбільш сильно пошкоджується в період вегетації. Ступінь ураження за простою трибальною шкалою для цього виду кінського каштана в окремі роки становив 2-3 бали (рідше 1-2 бали). Решта видів, як показав моніторинг, або не були пошкоджені (*A. octandra*, *A. glabra* і *A. carnea*), або мали сліди проникнення гусениці в паренхіму листків. Однак гусениці, почавши харчуватися, загинули на ранній стадії розвитку (1-й інстація): *A. hybrida* і *A. pavia*. Відмінностей у стійкості слабо пошкоджених видів до різних поколінь каштанового листового мінуючої молі не виявлено, так як загибель личинок відбувається, як уже згадувалося, на ранніх етапах розвитку 1-го покоління шахта не росла.

Також було проаналізовано фенольні сполуки в листі різних видів кінських каштанів. Фенольні сполуки в рослині є вторинними метаболітами, що беруть участь у механізмі захисту рослин від грибкових збудників і комах. Однак не всі феноли мають інгібуючу дію проти патогенних мікроорганізмів, деякі навіть можуть стимулювати розвиток інфекції. У зазначеному експерименті кількість фенолів була найвищою у *A. pavia* та *A. glabra*, *A. carnea* та *A. hybrida*, тобто у видів, які активно протистоять пошкодженню міллю. Оксикоричні кислоти (кавова, ферулова, п-кумарова, корична) відіграють важливу роль у захисному механізмі рослин. У рослин вони найчастіше представлені складними ефемерами.

Найбільш поширеною з них є хлорогенова кислота. Хлорогенова кислота є складним ефіром кавової кислоти і хінної кислоти. Ще в середині ХХ ст. був встановлений зв'язок між цим з'єднанням і формуванням стійкості до захворювань, які називаються патогенними грибами. Однак кавова КК має слабку інгібуючу активність по відношенню до збудника. Найбільш активною є її похідна — кавова кислота. Тому правомірно судити про стійкість рослин до патогена за співвідношенням ХК і КК в його тканинах [63].

Підвищення рівня НС відзначалося і при абіогенних стресах, зокрема, при

тривалому впливі червоного або синього світла, а також при холодовому стресі. Під час дослідження кавава кислота, поряд з КК, була виявлена в тканинах таких видів, як *A. pavia*, *A. glabra* і *A. carnea*, які мало пошкоджені або стійкі до ураження міллю (табл. 2.1). Співвідношення ХК : КК становить 17,3 (*A. carnea*); 5,9 (*A. glabra*); 8,7 (*A. pavia*), тобто *A. glabra* має найвищий рівень кававої кислоти, що пригнічує патогени [16, 23].

Таблиця 2.1

Вміст фенолів і вільних цукрів в тканинах листя кінського каштана

($p \leq 0,05$)

Вид	Ступінь пошкодження	Кі-ть фенолів, мг/г	Вільні цукри, мг/г	Вміст кислоти, мкг/г			ХК/ КК
				хлорогено ва (ХК)	кофеїнова (КК)	ферулова	
<i>Aesculus octandra</i>	Не пошкоджується	1,67	4,4	4,69	-	0,07	-
<i>Aesculus carnea</i>	Не пошкоджується	2,39	3,9	9,08	0,52	0,04	17,3
<i>Aesculus pavia</i>	Не розвивається	2,09	3,1	17,06	1,95	0,16	8,7
<i>Aesculus hybrida</i>	Слабо пошкоджується	2,23	3,2	4,83	-	-	-
<i>Aesculus glabra</i>	Слабо пошкоджується	1,91	5,4	7,86	1,33	0,08	5,9
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Сильно пошкоджується	1,77	4,3	7,81	-	0,02	-

Слід зазначити, що у всіх зразках, крім *A. hybrida*, відзначено наявність ферулової кислоти, що свідчить про початок синтезу лігніну і флавоноїдів. Найвищий його рівень зафіксований у *A. pavia*, що в поєднанні з наявністю СС і високим рівнем КК свідчить про посилення захисних реакцій рослин проти гусениць молі. Рівень вільних цукрів в тканинах листа досліджуваних видів не корелює зі ступенем ураження цими видами.

Вивчення пошкоджених листків і чисельності личинок дозволяє виявити фактори стійкості каштана кінського до каштанового мінери. До таких факторів можна віднести загальний зміст фенолів, а також зміст в листках кававої,

хлорогенової і ферулової кислот. У групі стійких видів загальний вміст фенолів вище, ніж у звичайного кінського каштана. Рослини з високим вмістом КК, ПК і НС мають високу стійкість і колонізуються вони слабо або не заселені зовсім. У тих випадках, коли личинка, проникнувши в лист, через деякий час перестає розвиватися і гине, в рослинах виявляється високий вміст ферулової кислоти, СС, що забезпечує додаткове посилення захисних функцій рослини, синтез лігніну, при якому тканина листа стає неприйнятною для харчування личинок [16].

Таким чином, резистентність досліджуваних видів кінського каштана здійснюється за типом антибіозу. Всі види кінського каштана, стійкі до пошкодження охридським мінером, містять максимальну кількість поліфенольних сполук. Такі біохімічні показники можна розглядати як фактори стійкості рослин до листових мінерів.

Під час виконання досліджень керувалися методами аналізу, обстеження, маршрутного та описового з дотриманням методичних рекомендацій [24].

РОЗДІЛ 3

ШЛЯХИ БОРОТЬБИ ІЗ МІНУЮЧОЮ МІЛЛЮ

3.1. Значення екологічного чинника в поширенні *Cameraria ohridela*

Як зазначають науковці, перша поява метеликів *Cameraria ohridela* в природі відбулася дуже рано в період кітування гірко каштану звичайного або каштану кінського, тобто 24 квітня у 2024 р.

Вдень метелики виходили з лялечок переважно між 10 та 13 годинами, коли температура повітря сягала 15-17°C. Пізніше вдень зазвичай спостерігався лише один виліт метеликів.

Порівняння екологічних характеристик осередків *Cameraria ohridella* в паркових зонах з екологічними характеристиками лінійних насаджень для озеленення доріг показало, що мікрокліматичні характеристики каштанового біотопу можна умовно розділити на дві групи [41].

До першої групи належать насадження каштана в парках і на сонячних ділянках, що орієнтовані на південь, тобто там, де мікроклімат теплий, вологий і немає сильного газового забруднення. До другої групи належать біотопи з діаметрально протилежними характеристиками: лінійні посадки для озеленення вулиць.

Слід зазначити, що мікрокліматичні відмінності між біотопами, а також мікрокліматичні відмінності в межах біотопів мають значний вплив на тривалість сезонної фази росту окремих дерев кінського каштана.

Цим пояснюються значні відмінності у строках осінньої дефоліації окремих дерев каштана. Аналіз отриманих даних показує, що умови для розвитку каштанової мінуючої молі в осередках, які ми виділили в першу групу, загалом сприятливі. Про це свідчить висока щільність популяції каштанової вогнівки на таких ділянках, що зумовлено переважно високими денними температурами та коротким періодом розвитку поколінь. Короткий період розвитку покоління на фоні пізнього періоду дефоліації каштана створює сприятливі умови для

успішного розвитку четвертого покоління гусениць.

На відміну від інших видів родини *Aphididae* (наприклад, плодової молі *Phyllonorycter coryfoliella*), попелиці зимують лише у стадії лялечки. Однак за чисельністю відносно часу відльоту на зимівлю гусениці є найчисленнішими серед шкідників, і більшість з них гине пізніше. Лише ті особини, живлення яких майже завершилося, заляльковуються після танення снігу після морозів.

Аналізуючи дослідження науковців, яке проводилося у 2023-2024 рр. в м. Луцьк. Науковцями були відібрані зразки листя каштана з найбільшою кількістю мін на листовій пластинці для визначення кількісних показників різних стадій розвитку зимуючої *Cameraria ohridella* [22].

Аналіз зразків показав, що у 2023 р. лише 9,45 % від загальної кількості гусениць заляльковувалися під час зимівлі (перших заморозків). Гусениці на стадії передлялечки (6-е покоління, не живляться) становили 5,91 % особин, які пережили короткочасне зниження температури (заморозки до -7°C) і заляльковувалися під час подальшого потепління. Однак більшість (84,63%) гусениць, які розвинулися лише з 2 по 5 покоління, загинули на початку зимового періоду (табл. 3.1, рис. 3.1).

Таблиця 3.1

**Чисельне співвідношення преімагінальних фаз, що йдуть на зимівлю
*Cameraria ochridella***

К-сть мін в пробі, шт.	К-сть особин в пробі, шт.	Лялечки	Гусениці (покоління), шт.				
			II	III	IV	V	VI
930,0	141	$9,45 \pm 0,3$ 5	$3,7 \pm 0,3$	$11,81 \pm 0,4$ 6	$30,0 \pm 0,46$	$39,12 \pm 0,8$ 3	$5,91 \pm 0,3$

Основними причинами загибелі гусениць другого-п'ятого поколінь були наступні: нестача їжі, хоча гусениці ще зберігають здатність до активного живлення. Наукові дослідження показують, що в лабораторних умовах гусениці різного покоління можуть витримувати охолодження до -5°C щонайменше добу, а

також можуть витримувати охолодження до -10°C протягом трьох годин.

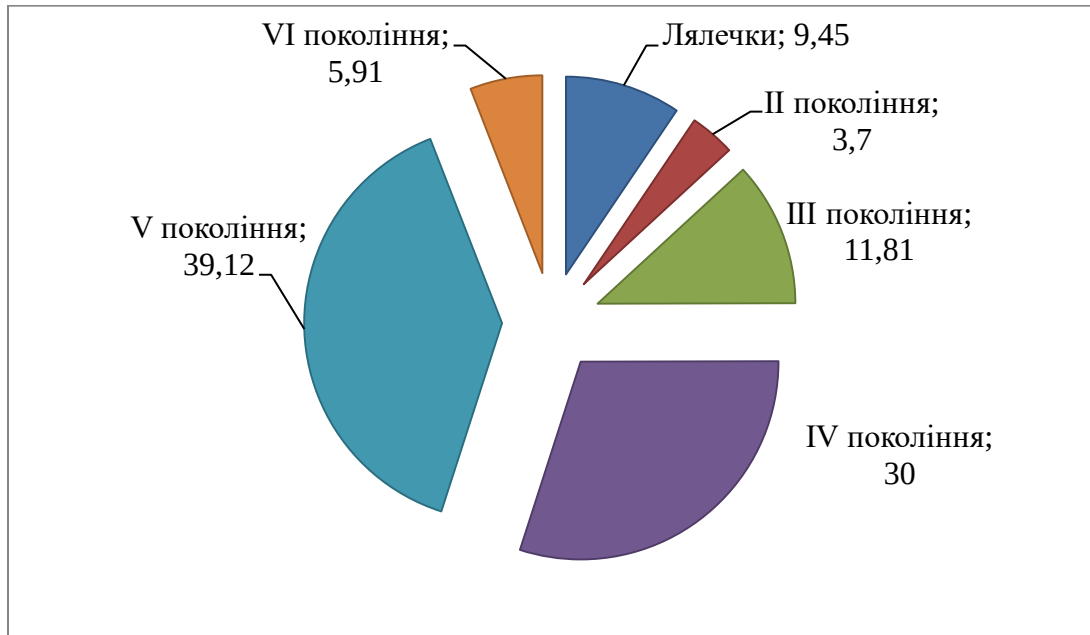


Рис. 3.1. Процентне співвідношення преімагінальних фаз, що йдуть на зимівлю *Cameraria ochridella*.

У природі загибель гусениць шостого покоління спостерігалась на 2-4 добу (17.10.2023). У той же час, гусениці шостого покоління витримували такі перепади температур.

Через чотирнадцять днів після заморозків (27.10.2023) гусениці шостого покоління успішно заляльковувалися, не зазнавши жодних пошкоджень від такого перепаду температур.

Оскільки гусениці п'ятого покоління заляльковуються частково, кількість лялечок, що перезимували, зазвичай перевищує загальну кількість лялечок і гусениць шостого покоління. Наприклад, загальна кількість лялечок в експериментальній вибірці навесні 2024 р. становила 31,76% (15,37% зимуючих лялечок восени 2023 р. і 16,39% гусениць, що заляльковувалися під час танення снігу, досягли п'ятого покоління до осіннього обстеження).

Як зазначалося вище, зимують лялечки третього-четвертого покоління каштанової молі. Для того, щоб лялечки успішно пережили зиму, необхідні певні мікрокліматичні умови (оптимальна температура і вологість): Наприкінці березня смертність лялечок молі на опалому листі зазвичай становила 62-96 %.

В осінньо-зимовому сезоні 2023-2024 рр. виживання зимуючих лялечок каштанової вогнівки було досить низьким і становило в середньому $2,75 \pm 1,9 \%$ на кінець березня, з чисельністю в окремих осередках від 0,5 до 5,0 %.

Таким чином, у 2023 р. лише 9,45% гусениць заляльковувалися під час зимівлі. Передлялечкові гусениці (6-е покоління) становили 5,91% і заляльковувалися після короткочасного зниження температури; більшість (84,63%) гусениць 2-5-го поколінь загинули до перезимівлі. Загибель четвертого покоління гусениць 2-5 поколінь була спричинена не лише зниженням температури, але й настанням незворотних змін у паренхімі листків.

Гусениці шостого покоління можуть переносити охолодження до -5°C вдень і до -10°C протягом трьох годин; кількість зимуючих лялечок часто перевищує загальну кількість лялечок і гусениць шостого покоління, оскільки гусениці п'ятого покоління частково заляльковуються.

Отримані дані показують, що мікрокліматичні умови є важливими для успішної перезимівлі лялечок. Рівень виживання лялечок, що перезимували, був низьким і становив в середньому 2,75% наприкінці березня. Смертність лялечок на опалому листі каштана під час зимівлі була високою і становила від 62% до 96%.

Таким чином, результати дослідження свідчать про важливість температурних стресових факторів та доступності їжі для гусениць каштанової вогнівки під час зимівлі, що може вплинути на чисельність цього шкідника в наступному вегетаційному періоді.

Ступінь заселення окремого дерева залежить від віку спалаху та чисельності популяції каштанової вогнівки. Спостереження науковців підтверджують те, що за сприятливих для шкідника умов чисельність молі може досягати максимуму наприкінці першого покоління, коли весь полог повністю заселений шкідником, з щільністю кілька сотень метеликів на листок.

Слід зазначити, що самки каштанової молі обирають для відкладання яєць досить добре освітлені, індексовані за температурою ділянки на південь від крону каштана. Ця тенденція спостерігається у всіх поколіннях.

Так, у м. Київ на початку червня (3.06.2024) у парку Шевченка і Маріїнському парку науковцями виявлено щільне заселення 175 метеликів на листок, у середині червня (10-17.06.2024) на листових пластинках деяких дерев виявлено до 90 мін (597 мін/лист), а наприкінці червня (23.06.2024) зафіксовано сухість та дефоліацію нижніх листків.

Таблиця 3.2

Статистика кількості мін каштанової молі, шт./листок

Біогеоценоз	Рік	Кількість мін у I генерації	Кількість мін у II генерації	Кількість мін у III генерації	Кількість мін ± статистична помилка
Маріїнський парк	2022	175±1,2	597±2,3	476±1,5	416,00±3,28
	2023	132±1,5	582±1,9	522±2,5	412,00±2,37
парк Феофанія	2022	15±2,5	32±1,6	28,2±0,6	25,20±0,88
	2023	18±0,35	22,2±1,23	27±0,66	22,40±2,33
Партизанської слави	2022	160±1,45	456±2,3	382,01±0,3	332,67±2,60
	2023	155±2,55	423±1,22	349,99±0,5	309,33±2,40
парк ім. Рильського	2022	138±1,33	580±1,2	512±0,22	410,00±1,73
	2023	168±0,63	533,51±1,3	523±0,22	408,17±1,36
парк Перемоги	2022	169±2,3	456±1,3	396,8±1,26	340,60±1,26
	2023	145±1,3	493,8±1,33	365±2,0	334,60±1,20
парк Шевченка	2022	25±0,33	51±1,2	38±,33	38,00±0,73
	2023	20±0,2	41,6±0,32	32±1,2	31,20±2,95
Володимирська гірка	2022	124±1,32	469±0,21	385±1,32	326,50±1,04
	2023	155±0,23	442,5±1,2	295±1,32	297,50±1,32

Як видно з табл. 3.2, формування колоній на листках гіркокаштану відбувається нерівномірно. Аналіз даних показав, що заселеність рослин *Aesculus hippocastanum* у парку Феофанія у досліджуваний рік була досить низькою. Кількість мін на листок становила 22,4 на листок у 2024 р. та 25,2 у 2023 р. Показник забрудненості листя каштанів у парковій насадженні на дорозі Шевченка також був низьким – 31,2 міни на листок у 2024 році та 38,0 мін на листок у 2023 р. Найвищий рівень забруднення мінами було виявлено в

насадженнях Центрального парку культури і відпочинку імені Лесі Українки - в середньому 416,0 мін на листок у 2023 р. і 412,0 мін на листок у 2024 р.

Плантація каштанів в парку ім. Рильського також мала високу щільність мінування: 410 мін/лист у 2023 р. та 408,17 мін/лист у 2024 р. (рис. 3.2).

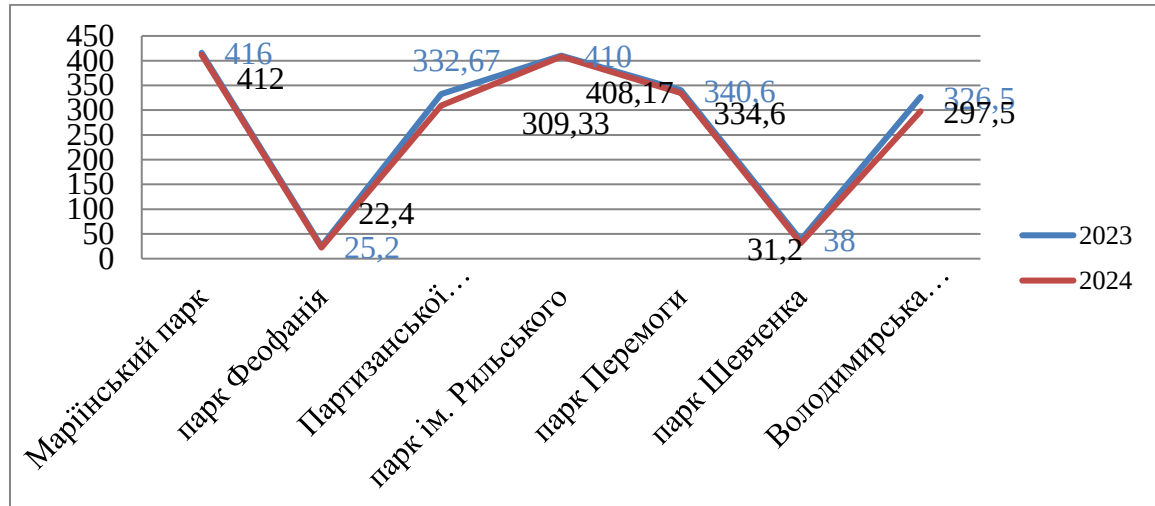


Рис. 3.2. Статистика кількості мін каштанової молі, шт./листок в м. Київ

Середньорічна щільність мін каштанової молі була високою на всіх досліджуваних ділянках, за винятком молодих дерев, де вона становила близько 5,5 мін/лист. Абіотичні фактори (підвищена вологість, підвищена температура, забруднення повітря, висота над рівнем моря тощо) можуть впливати на динаміку популяції *Cameraria ohridella*, потенційно спричиняючи масові спалахи розмноження та швидке зниження чисельності фітофага.

Таким чином, масштаби інвазії гірничодобувної промисловості залежать від віку та чисельності популяції криги. За особливо сприятливих умов висока щільність популяції спостерігається наприкінці першого покоління. Самки каштанової молі обирають для відкладання яєць яскраво освітлені ділянки на південній стороні каштанового полог; у червні чисельність молі досягає максимуму, особливо в Маріїнському парку, де зараження може відбуватися у всьому каштані. Спалахи молі відбуваються нерівномірно. Найвища захворюваність спостерігається в Маріїнському парку та ім. Рильського. Середня щільність мін каштанової вогнівки була високою на всіх обстежених ділянках, за винятком молодих дерев, де вона становила близько 5,5 мін/лист.

Аналіз пошкоджень, завданих *Cameraria ohridella* листовій пластинці каштана кінського (*Aesculus hippocastanum* (L.)), проводили візуально у 2023-2024 рр. за модифікованою шкалою, запропонованою М.Д. Зеровою та ін. [22]. Дослідження проводили у всіх великих парково-міських екосистемах Києва, де були висаджені дерева гіркокаштана (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Ступінь пошкодження листової поверхні гіркокаштана *C. ohridella*
(у %, середнє $\pm$ ст. помилка)**

Біогеоценоз	Місяць	Ступінь пошкодження $\pm$ статистична помилка, %
Маріїнський парк	Червень	63,33 $\pm$ 3,28
	Липень	80,50 $\pm$ 4,37
	Серпень	94,50 $\pm$ 1,61
Партизанської слави	Червень	6,67 $\pm$ 0,88
	Липень	9,67 $\pm$ 1,33
	Серпень	14,00 $\pm$ 1,32
парк ім. Рильського	Червень	32,67 $\pm$ 2,60
	Липень	52,33 $\pm$ 2,40
	Серпень	76,67 $\pm$ 0,88
парк Шевченка	Червень	60,00 $\pm$ 1,73
	Липень	79,17 $\pm$ 1,36
	Серпень	95,67 $\pm$ 0,67
Володимирська гірка	Червень	39,50 $\pm$ 1,26
	Липень	50,67 $\pm$ 1,20
	Серпень	79,00 $\pm$ 1,53
вул. Перемоги	Червень	7,17 $\pm$ 0,73
	Липень	12,17 $\pm$ 2,95
	Серпень	14,83 $\pm$ 1,59
парк Перемоги	Червень	39,50 $\pm$ 1,04
	Липень	51,50 $\pm$ 1,32
	Серпень	78,17 $\pm$ 0,60
вул. Відродження	Червень	6,00 $\pm$ 0,29
	Липень	9,67 $\pm$ 0,88
	Серпень	92,00 $\pm$ 0,58
Всього		47,72 $\pm$ 3,73

Моніторинг проводився протягом трьох літніх місяців. Цей період відповідає основному періоду живлення перших трьох поколінь *C. ohridella*. Характер живлення листків каштана жуками каштанової вогнівки варіює. Найвищі показники пошкодження в усіх насадженнях спостерігалися в серпні, коли всі три покоління повністю завершили живлення [22].

Друге покоління *C. ohridella*, найменше пошкоджень у липні спостерігалось на рослинах у Маріїнському парку (9,7%), на вулиці Відродження (9,67%) та на вулиці Перемоги (12,17%).

У серпні каштанові орхідеї третього покоління спричинили лише незначні пошкодження листя у Маріїнському парку (14%) та парку на вулиці Перемоги (12,17%). На цих територіях декоративність каштанів не була втрачена. Однак 92% каштанових гаїв на вулиці Відродження були пошкоджені.

У парку Партизанської слави (52,33%), у парку ім. Рильського (50,67%) та у парку Перемоги (51,50%) плодожерка другого покоління пошкодила від 50 до 80% листових пластинок у липні під час спалаху. В парку ім. Рильського та в Маріїнському пошкодження листових пластинок берези становило 79,17% та 80,5% відповідно, що погіршило декоративні якості рослин (рис. 3.3).

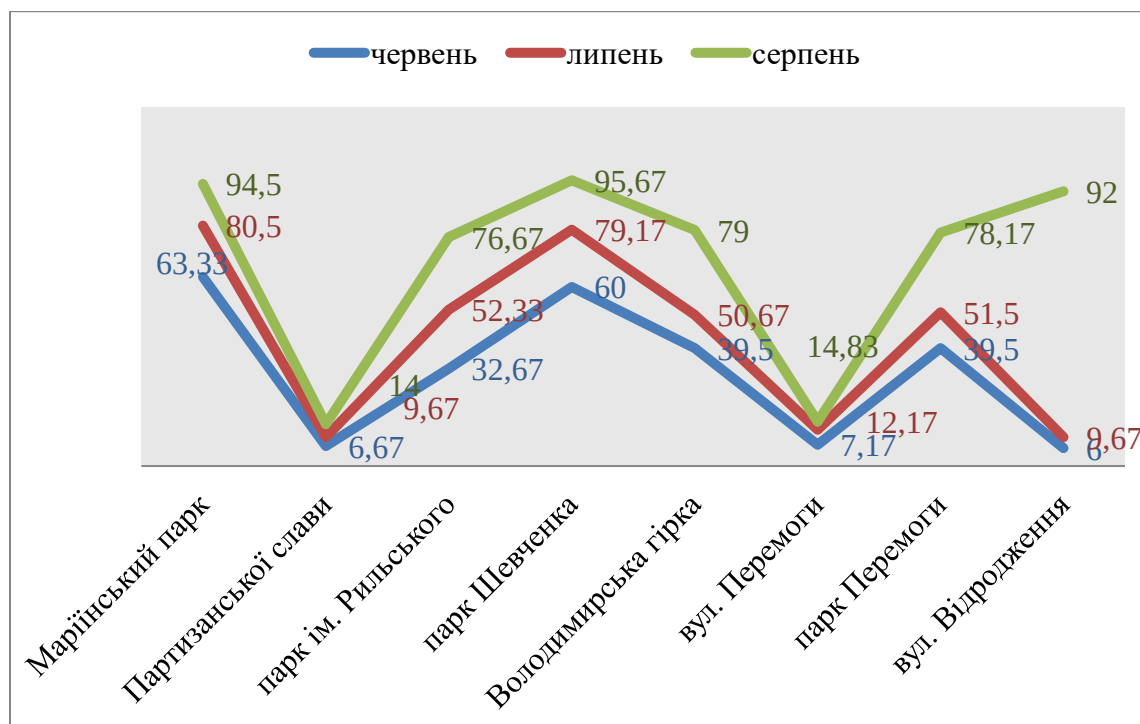


Рис. 3.3. Ступінь пошкодження листової поверхні гіркокаштана *Cameraria ohridella* (у %).

У серпні рівень пошкодження листкової пластинки *Aesculus hippocastanum* збільшився. Сильне пошкодження листя дерев спостерігалось майже скрізь, за винятком парку імені 900-річчя Луцька та каштанової насадження у парку на вулиці Перемоги.

Візуальна оцінка ступеня пошкодження листя дерев каштана кінського показала, що існують індивідуальні відмінності у стійкості рослин до фітофагів першого та другого поколінь [22].

У період спостережень умови навколишнього середовища були дуже сприятливими для розвитку метелика, внаслідок чого пошкодженість листя каштана фітофагом становила від 6 до 63,33% у червні, від 9,67 до 80,5% у липні та від 14 до 94,5% у серпні.

Дані спостережень за 2023-2024 рр. показали безперервне збільшення плямистості листя на всіх дослідних ділянках протягом усього вегетаційного періоду. З початку червня (живлення першого покоління гусениць) до кінця серпня (живлення третього покоління гусениць) спостерігалось безперервне зростання (з 32% до 65%) відсотка ураження листя *Aesculus hippocastanum* в насадженнях.

На ділянках з високою щільністю гусениць каштанової вогнівки майже 50-100 % листових пластинок нижніх листків каштана вже були пошкоджені до кінця першого покоління спалахів, що вказує на те, що дерева можуть бути повністю дефоліантними до середини літа. Як уже згадувалося, в довгостроковій перспективі це призводить до ослаблення і, зрештою, загибелі дерев. Слід зазначити, що самки каштанової вогнівки обирають для відкладання яєць світлі південні експозиції крону каштана, де температурні характеристики мікрокліматичних умов є вищими.

Наприкінці літа ці дерева починають розкривати свої сплячі рослинні та квіткові бруньки. Рослини витрачають на це значну кількість енергії, що робить їх вразливими до зими. Після кількох років поспіль дефоліації, спричиненої різними факторами, дерево часто сильно ослаблене і часто гине.

Рослинність кінського каштана має різні характеристики. У каштана

кінського, коли пошкоджено понад 60% поверхні листової пластинки, пошкоджені листки опадають (спостерігається дефоліація), що призводить до «осіннього цвітіння каштана», яке спостерігається наприкінці вересня 2023 р. (рис. 3.4), що є загрозою для виду [22, 31].



а)



б)

Рис. 3.4 (а, б). Осіннє квітування каштану.

Таким чином, загальний ступінь пошкодження для всіх біогеографічних середовищ склав $47,72 \pm 3,73\%$. Це свідчить про те, що пошкодження листків каштана каштанового дефоліаторами у Луцьку знаходиться на середньому рівні.

В усіх біогеографічних регіонах найвищий ступінь пошкодження зафіксовано в серпні, що свідчить про більшу активність гусениць каштанової вогнівки в цьому місяці; у червні та липні ступінь пошкодження був нижчим, ніж у серпні, що свідчить про більший вплив шкідників-фітофагів. Середній ступінь пошкодження варіював від помірного до високого в різних частинах міста, що може бути пов'язано з різними екологічними умовами та щільністю каштанів.

Загальна тенденція полягає в тому, що найбільше пошкоджень було зафіксовано в серпні, що може бути пов'язано з декоративним та санітарним станом каштанів у місті.

Нами прослідковано ураження гірко каштану звичайного мінуючою мілью каштановою і в насадженнях території студмістечка університету, ботанічний розсадник, зібрано гербарні зразки (додаток Г) та додано до фондів гербарію (UM) актом передачі.

3.2. Боротьба з мінуючою міллю каштановою

В даний час проблема захисту кінського каштана від каштанової мінуючої молі, як і раніше, залишається відкритою. Існуючі методи застосування інсектицидів досить трудомісткі, їх екологічна безпека неоднозначна, і, крім того, є дані, що застосовувані інсектициди можуть бути небезпечними для дерев [41].

Тому було зроблено спроби використання альтернативних методів захисту каштанів (табл. 3.4) [22]. Одним із перспективних напрямів дослідження є застосування феромонних пасток для вилову самців, які спрямовані на пошуки вихідного ареалу каштанової мінуючої молі з метою виявлення і надалі можливої інтродукції в Європу ефективних паразитів і хижаків [47].

Таблиця 3.4

Методи боротьби із мінуючою міллю

Назва методу	Сутність
Хімічний	Використання інсектицидів та інших хімічних речовин є ефективним методом боротьби. Системні інсектициди, які вбивають молі при контакті або потраплянні в організм, можна обприскувати на листки або вносити в ґрунт навколо каштанів.
Біологічний	Використання природних ворогів: впроваджуйте або заохочуйте використання природних ворогів каштанової молі: - хижаки (птахи: синиці, ластівки): полюють на імаго і зменшують їх чисельність; - паразити (перетинчастокрилі: жуки-капустянки, які відкладають яйця на тіло личинок молі та вбивають їх): сприяють зменшенню чисельності шкідників; - бактерії та гриби: <i>Bacillus thuringiensis</i>. Деякі штами <i>Bacillus thuringiensis</i> можна використовувати як біологічні інсектициди для боротьби з личинками каштанової листовійки. Вона виробляє токсини, шкідливі для безхребетних; - хижі комахи: деякі види жуків, такі як <i>Ophiuroidea</i>, полюють на личинок, а деякі види комах, такі як <i>Beauveria bassiana</i>, можуть полювати на личинок каштанової тигровій молі в ґрунті; - гриб <i>Beauveria bassiana</i>: бопестициди на основі гриба <i>Beauveria bassiana</i>: цей гриб є природним патогеном різних шкідників, в тому числі молі; використання біопрепаратів на основі <i>Beauveria bassiana</i> дозволяє контролювати популяції каштанової мінуючої молі.
Культурний	Знищення нір: популяції молі можна обмежити, видаляючи і знищуючи порожнини, де навесні розвиваються личинки молі. Це включає видалення заражених листків та сухих гілок.
Біотехнологічний	Використання феромонів: популяції молі можна зменшити, використовуючи феромони, які масово приваблюють дорослих метеликів. Цей метод має на меті ускладнити розмноження молі та зменшити її чисельність.

Генетичний	Генетично модифіковані рослини: створення каштанів, стійких до пошкодження каштановою мінуючою міллю, шляхом генетичної модифікації було б перспективним напрямком досліджень.
------------	--

Як показали численні дослідження, осіннє прибирання опалих листків з зимуючими в них лялечками *C. ohridella* значно знижує чисельність метеликів, що вилуплюються навесні, що дозволяє дуже успішно знижувати чисельність молі першого покоління в осередках.

Однак слід враховувати, що прибирання опалого листя дає ефект тільки в тому випадку, якщо листкове опадання прибирається з місць зростання каштанів і згодом підлягає утилізації (компостування, спалювання). По крайній мірі, дерева кінського каштана і заготовлення листків повинні розташовуватися не ближче 50 м один від одного.

Часткове прибирання листя також малоефективне, тому що наявність тільки однієї каштанової гілки, зараженої каштановою міллю (розташованої, наприклад, на закритій підлеглий території), може звести нанівець результати збирання листя поруч з іншими прилеглими деревами. Однак, незважаючи на неповну ефективність, він може бути успішно використаний в якості профілактичного заходу для короткочасної боротьби з популяцією шкідника, причому в ізолюваних вогнищах, особливо в період їх формування, вдається скоротити чисельність шкідника до мінімуму або навіть повністю знищити його там на деякий час. Крім того, осіння заготівля листя сприяє видаленню джерела грибкових захворювань каштана, а її чергування із застосуванням вибіркових інсектицидів знижує ймовірність появи поколінь молі, стійких до певних хімічних речовин [22, 38].

Безумовно, безлисті кінські каштани є певним естетичним викликом для міста. У деяких випадках вирішенням цієї проблеми може бути заміна кінського каштана, як декоративної культури, на інші види, форми або гібриди роду *Aesculus*, стійкі до пошкодження каштановими листовими мінерами. Лабораторні експерименти з визначення стійкості різних видів і форм каштанів до пошкодження *C. ohridella* були проведені фірмами «Straw and Tilbury», які

показали, що японський ендемічний вид *A. turbinata*, який найбільш близький до *A. hippocastanum*, виявився найменш стійким до пошкодження міллю, тоді як азійські ендемічні види каштанів *A. assamica*, *A. chinensis*, *A. indica* зберегла повну стійкість до пошкоджень. Північноамериканські види *A. californica*, *A. flava*, *A. glabra*, *A. parviflora*, *A. pavia* та *A. sylvatica* характеризуються різним ступенем стійкості до пошкодження *C. ohridella*, що, на думку цих авторів, потребує додаткових оцінок. В цілому стійкість окремих видів і форм каштанів визначається їх систематичною близькістю до *A. hippocastanum*, а не географічною схожістю росту, і не пов'язана з розмірами дерева, формою і забарвленням його квіток (додаток В, табл. 3.5) [45, 46].

За даними тих же авторів, в європейських країнах з гібридів і форм каштанів, стійких до каштанової молі, найбільш поширений в скверах і парках гібрид між *A. hippocas tanum* і *A. pavia* (м'ясо-червоний кінський каштан), *A. hippocastanum* × *A. sagea*, які характеризуються дуже високою стійкістю до ураження каштановою міллю. На цих каштанах в більшості випадків гусениці гинуть на ранній стадії свого розвитку, коли закінчують харчуватися соком епідермісу і починають харчуватися верхнім шаром частоколу (1-2 стадії), що не завдає істотної шкоди деревам. Таким чином, м'ясо-червоний кінський каштан та його гібриди зберігають декоративні якості та стійкість до *C. ohridella* і можуть бути рекомендовані для використання в Україні, особливо при закладці нових насаджень. Більшість інших гібридів *Aesculus* отримано шляхом схрещування видів *A. flava*, *A. glabra*, *A. pavia* та *A. sylvatica*. Їх сприйнятливості до пошкодження *C. ohridella* варіює від помірно сприйнятливої у *A. hippocastanum* × *bushii* до дуже стійкої у *A. hippocastanum* × *neglect*, а ступінь сприйнятливості не залежить від батьківського виду гібридної форми, висоти дерева, забарвлення квіток або гібридного походження (додаток В, табл. 3.6) [22].

Вивченням хімічних взаємозв'язків між статями у *C. ohridella* займалися дослідники, використовуючи різноманітні методики (польові експерименти, лабораторні дослідження, а саме повітряний тунель і вимірювання електроантеннографії), встановили, що самки добувачів каштанів виробляють

високоєфективний статевий феромон. Пізніше вони ідентифікували і синтезували як статевий феромон каштанового мінери, так і статеві феромони інших видів сімейства *Gracillariidae*, в тому числі представників родів *Acrocercops sp.* та *Phyllonorycter sp.*

Успішне розселення інвазійних видів у межах їх нового середовища існування стає можливим, серед іншого, завдяки відсутності місцевих видів ентомофагів (паразитів та хижаків), здатних контролювати чисельність популяції таких організмів.

Незважаючи на те, що в даний час в Європі комплекс природних ворогів каштанового листу мінуючої молі включає в себе ряд паразитичних перетинчастокрилих, хижаків і патогенних мікроорганізмів, її видовий склад невеликий. Через 20 років після виявлення в Європі каштанового мінуючої молі виявлено лише 24 види паразитичних перетинчастокрилих, що вражають цей фітофаг. Більшість з них є вершниками хальцидів (*Hymenoptera, Chalcidoidea*), а інвазія становить від 0 % до 10 % [45].

Численні дослідження в Європі показали, що у всіх країнах комплекс паразитичних перетинчастокрилих – ентомофагів каштанового листового мінери молі становить, як це характерно для інвазивних видів, широкими поліфагами, з повною відсутністю моно- або олігофагів [43, 44]. Крім того, було виявлено, що комплекси паразитів каштанової молі на Балканах і в Центральній Європі представлені одними і тими ж видами хальцидоїдних молей (*Hymenoptera, Chalcidoidea*), в яких домінують *Minotetrastichus frontalis* (Nees) і *Pediobius saulius* (Walker) [47]. Невелика відмінність полягає в тому, що відсоток паразитизму *Pediobius saulius* був вищим на Балканах, ніж у Центральній Європі – 5-30% [42].

Виходячи з того, що комплекс паразитів каштанового листового мінуючої молі в межах всієї зони виду ще формується, Особливий інтерес представляє пошук хижих членистоногих, які могли б зменшити чисельність мінерів каштанового листя в осередках. Хижі членистоногі, в яких переважають види поліфагів, є дуже значним регуляторним фактором для популяцій багатьох шкідників. Наприклад, чисельність багатьох видів мінуючої молі в осередках

помітно скорочувалася мурахами, птахами і павуками [45, 46, 61].

Дослідження, проведені в Австрії, Хорватії, Чехії, Угорщині, Італії та Словаччині, дозволили визначити видовий склад хижих членистоногих і птахів, які живляться яйцями, гусеницями різних інстар і лялечками каштанового листового мінера. За даними, за характером шкоди, що наноситься хижаками при їх розтині, цих ентомофагів можна розділити на 2 групи. До першої групи належали птахи (*Parus caeruleus*, *Parus major*, *Parus palustris*), які живляться гусеницями молі старшого віку або лялечками, а зверху роздзьобують шахту. До другої групи належать інші види ентомофагів, переважно комахи, які прогризають у верхній частині шахти нижніми щелепами невеликі отвори неправильної округлої форми. Вважається, що найбільш вразливою стадією розвитку хазяїна для хижаків є стадія яйця [22, 54].

Однак, як показали експерименти, широкий поліфаг *Euseius finlandicus* Oudemans (Acari, Phytoseiidae), який поширений в Європі і найчастіше зустрічається на кінському каштані, який часто поїдає яйця інших дрібних членистоногих, загинув в лабораторних експериментах при годуванні яйцями *Cohridella*. Крім лабораторних експериментів з кліщами, , були проведені також лабораторні експерименти з комахами: Божа корівка (*Calvia decemguttata* L. (Coleoptera, Coccinellidae)), шнурівка (*Chrysoperla* sp. (Neuroptera, Chrysopidae)), щипавки (*Forficula* sp. (Dermaptera, Forficulidae)), коники (*Phaneroptera* sp. та *Meconema meridionale* Costa (Saltatoria, Tetti goniidae)), а також мурашиний *Liometopum microcephalum* Panzer (Hymenoptera, Formicidae) з метою визначення потенціалу [51].

Якщо в лабораторних дослідах з десятиточковим сонечком *C. decempuncta* L. всі дорослі особини і личинки гинули при харчуванні гусеницями і лялечками каштанової молі, то хижий коник *M. meridionale* Costa в експериментальних умовах знищив до $\frac{2}{3}$ гусениць *C. ohridella*. Польові досліді підтвердили ефективність цього виду. А саме: на дослідних деревах, де проводили штучний випуск коників *M. meridionale*, відсоток виживання 72 гусениць каштанового мінера становив $18,6 \pm 9,2\%$ проти $42,0 \pm 8,8\%$ у контролі [52].

Дослідження можливості використання мурах в якості регуляторів каштанової молі в ряді випадків дали несподівані результати, які суперечать широкому використанню цих комах в програмах захисту від шкідників різних сільськогосподарських культур показали, що мінна інвазія листям кінського каштана у дерев, населених *Liometopum microcephalum*, була вищою, ніж у контрольних дерев. Це пояснюється особливостями біології *L. microcephalum*. А саме, робочі особини цього виду харчуються на гілках кінського каштана, але не на листі. Завдяки своїй агресивній хижацькій поведінці і великій кількості особин в сімействі, цей вид здатний повністю домінувати над колонізованим деревом, витісняючи таким чином не тільки інші види мурах, але і ентомот в цілому, що в свою чергу призводить до поліпшення умов для розвитку гусениць каштанової молі [22].

Різні результати були отримані Radeghierei для Італії. Мурашине сімейство *Crematogaster scutellaris*, широко поширений в Європі вид, здатний повністю знищити гусениць каштанової молі на колонізованому ними дереві. Більш того, працівники легко розкривають шахту з нижньої сторони листка і успішно видаляють гусениць. Так, згідно з наявними на сьогоднішній день даними, тільки птахи, один вид мурах (*Crematogaster scutellaris*) і, частково, коник *M. meridionalea* здатні розкривати епідерміс мінера каштанового листка і харчуватися його личинками. Більшість авторів схиляються до думки, що відносно щільні стіни шахти і особливо шовковиста колиска, в якій знаходиться лялечка, являють собою непереборний бар'єр для багатьох дрібних хижаків.

В Україні гусениць, лялечок і метеликів каштанової молі охоче поїдає, переважно *Parus major*. Більш того, вони не тільки клюють міни, а й вибирають метеликів з феромонних пасток. Крім того, в 2023 р. на експериментальних ділянках на каштановому листі, де досить часто зустрічалися сонечка *Calvia quatuordecimguttata* L., *Adalia bipunctata* L. і *Coccinella septempunctata* L., шнурівки *Chrysopa* sp. і личинками щипавки *Forficula auricularia* L. були відзначені міни з прогризаними отворами, але прямих даних про те, які види хижих комах харчувалися гусеницями з пошкоджених шахт, у нас немає.

Нинішні заходи захисту каштанів від каштанової мінімізують моль ще недостатньо розроблені. Вони також знаходяться на стадії розробки в Україні. Найбільш доступними і використовуваними є збір і утилізація опалих листків і застосування інсектицидів з використанням різноманітних способів їх застосування. В основному це обприскування крони дерев, а також ін'єкції каштанів мікродозами препаратів, полив навколишніх кіл розчинами пестицидів за допомогою гідравлічного бура, нанесення пластирів з препаратами на стовбури дерев (додаток В, рис. 3.7) і застосування інсектицидів в пастках [41].

Сучасні інсектициди, що застосовуються проти гусениць (інгібітори синтезу хітину, наприклад, дімілін, інсегар) і дорослих особин (піретроїди: карате, фастак, тощо), Хоча і досить ефективні, їх застосування в міських умовах становить певну екологічну небезпеку і вимагає ретельного вибору часу, встановити який можуть тільки висококваліфіковані ентомологи. Всі ці інсектициди мають спеціальну препаративну форму для використання з генераторами в лісопаркових зонах. Це препарати вибіркової або широкого спектру дії, що відносяться до II класу токсичності (помірно токсичні) за класифікацією ВООЗ. Вартість обробки оцінюється приблизно в 5-30 \$ за дерево. Ін'єкції дерев [22].

Вперше цей метод був випробуваний в 1940-х рр., і вже більше 20 років в різних американських університетах проводяться глибокі дослідження ефективності цієї методики інсектициду. Однак у зв'язку з тим, що отримані результати були неоднозначними, вона не набула широкого поширення в той час. У 1990-х рр., у зв'язку з розробкою нових селективних препаратів, з одного боку, і спалахами ряду видів шкідників, які не можна було контролювати жодним іншим способом, служби захисту рослин США повернулися до методу ін'єкції дерев¹. За наявною інформацією, метод ін'єкції стебла із застосуванням сучасних системних інсектицидів в даний час відрізняється високою ефективністю. Наприклад, науковці вказують на те, що розроблений в Польщі метод захисту каштана шляхом введення в стовбур ряду інсектицидів (імідаклоприд, Тгее 200 SL, Zel do) за допомогою шприц-пістолета Best-Pest дозволяє надійно захистити дерева від мінерів каштанових листків протягом двох років, і що ін'єкції не

роблять негативного впливу на кушетку жорсткості (рис. 3.5) [66].

Однак інші автори, хоча і визнають стеблові ін'єкції ефективним методом боротьби з міллю, рекомендують їх тільки до тих пір, поки не будуть розроблені надійні неруйнівні методи захисту до тих пір, поки не будуть розроблені надійні неруйнівні методи захисту. Існують також успішні приклади інтегрованого управління рослинами, заснованого на використанні статевих феромонів. Найбільш перспективними в даний час є три напрямки: 1. Використання феромонових пасток для контролю щільності популяції *Cohridella* з метою визначення найбільш підходящого часу для обробок інсектицидами [59].



Рис. 3.5. Ін'єкціювання дерев.

Оскільки самці з'являються на 7-10 днів раніше самок, виявлення самців першого покоління дає можливість своєчасно застосувати відповідні інсектициди проти самок, які ще не спарювалися або тільки спарювалися до початку відкладання яєць. Ця комбінація моніторингу феромонних пасток (рис. 3.6) від кротів та обробки інсектицидами має потенціал для значного зменшення кількості перших поколінь, а також для придушення росту молі в наступних поколіннях [70].



Рис. 3.6. Феромонова пастка.

«Метод дезорієнтації самців» полягає в насиченні крони дерева високими дозами синтетичного феромону, який може порушити комунікативну поведінку самців і самок під час спарювання, а саме позбавити самців можливості впізнавати самок, і тим самим запобігти їх копуляцію. Як показали автори [60], перевагою цього методу є висока ефективність феромону при низьких концентраціях, що в свою чергу робить його економічно перспективним, так як може бути використана невелика кількість досить дорогого синтетичного феромону [22].

Використання феромонних пасток для знищення (за допомогою інсектициду «пастка-і-вбив») або зараження самців патогенами або інсектицидами-регуляторами росту (рис. 3.6). Ефект досягається за рахунок перенесення біологічного агента зараженими самцями на самку. Як зазначалося вище, більшість препаратів, що використовуються в даний час для придушення листка каштана, не є безпечними для навколишнього середовища і населення. Таким чином, для застосування в міських умовах і лісопаркових зонах необхідно використовувати менш токсичні селективні препарати, які надають цілеспрямовану дію на шкідника і не завдають шкоди навколишньому середовищу.

З метою розробки комплексної системи захисту кінського каштана від мінерів каштанових листків, в 2006 р. співробітниками Інституту зоології спільно з Київською міською станцією охорони зелених насаджень в парковій зоні м. Києва були проведені дослідні випробування літаків Insegar 25 WP c.p., Lufox 105 EC з добавкою поверхнево-активної речовини Cide Kick II (виробник «Syngenta», Швейцарія).

Обприскування проводили в період масового яйцекладання та/або масового розвитку гусениць 1-2 особин. Відповідно до розроблених експериментальних схем застосовувалися такі методи лікування: Lufox 105 EC (0,1%) – 4 обробки; Liu Fox 105 EC (0,1%) з додаванням поверхнево-активної речовини Cide Kick 11 (1%) – 1 обробка; Інсегар 25 п.п. (0,06%) – 1 обробка (стандартна). При проведенні експериментів використовувалися загальноприйняті методи, визначення

структури ураження (додаток В, рис. 3.7) [22].

Характеристика препаратів: Lufox 105 ЕС. Даний препарат є двокомпонентним інсектицидом, до складу якого входять діючі речовини: люфенурон 75 г/л (інгібітор синтезу хітину) і феноксикарб 30 г/л (регулятор росту комах). Такий склад є основою універсальності препарату і високої ефективності при використанні протягом усього циклу розвитку шкідника.

Препарат також має стерилізуючу дію і таким чином впливає на наступні покоління самок шкідників. Він високоефективний проти лускокрилих, твердокрилих, прямокрилих і деяких інших груп комах, а також проти галлоутворюючих кліщів. Препарат відноситься до 3 класу токсичності за класифікацією ВООЗ (малотоксичний) – ЛД₅₀>2000 мг/кг. Він не фітотоксичний. Стійкий до змивання дощем. Він має високий 77 ступінь інсоляції і термічну стабільність, що дозволяє проводити його протягом доби і при високих температурах.

Оскільки інсектицид Lufox 105 ЕС має різкий запах, то при використанні в міських паркових зонах рекомендується додавати сурди фактантів (ПАР), наприклад, Cide-Kick II Cide-Kick II (виробник Brewer International, CLUA) – 100% активний проникаючий і зволожуючий реагент на неіонній основі. Він використовується для проникнення пестицидів через воскову кутикулу листа і швидкого переміщення їх по рослині, посилюючи таким чином їх дію. Пом'якшує жовту воду. При додаванні в робочу рідину нейтралізувати запах застосовуваного пестициду допомагає спеціальна основна формула поверхнево-активної речовини (вихідна речовина – фітонцид лимонін, що отримується з SOS). Рекомендована доза застосування становить 120-240 мл на 100 л робочої рідини [22].

Спостереження і подальші підрахунки виживання каштанової молі показали, що найкращі результати були отримані при обробці препаратами Lufox 105 ЕС (0,1%) з додаванням поверхнево-активної речовини Cide Kick II (1%). Ефективність Lufox досягала 98-100% проти 70-85% ефективності Інсегара. Крім того, Lufox 105 ЕС діє на шкідника на всіх стадіях його розвитку і за рахунок цього має більш тривалий термін використання в порівнянні з Insegar WP 25 з.р.

Після обприскування на листках каштана не виявлено проявів фітотоксичності. Отримані результати дають підстави рекомендувати Lufox 105 ЕС для використання в парково-лісопарковій зоні в межах міста за погодженням з

Міністерством природних ресурсів України було встановлено, що для зменшення чисельності каштанових мінуючих молей в осередках з каштаново-критичною чисельністю (ймовірність пошкодження більше 60-70% фотосинтетичної поверхні) досить протягом сезону провести дві обробки препаратами Lufox 105 ЕС (0,1%) з додаванням поверхнево-активної речовини Side Kick 11 (1%) з метою повного захисту дерев від шкідника. А саме:

- перша обробка – на початку масового розвитку гусениць 1-2-го покоління (кінець травня – перша декада червня);
- друга – в період масового розвитку гусениць 1-го і 2-го інсталяцій 3-го покоління (приблизно друга декада серпня). За результатами апробації препаратів і запропонованих профілактичних заходів (прибирання і видалення опалих листків).

Для обробки рекомендується використовувати звичайні розпилювачі. При цьому норма інсектициду становить 1 л Lufox 105 ЕС на 1000 л води для обробки 25-30 дерев ($h = 8-10$ м). Допустимо знижувати норму і кількість робочої рідини в залежності від висоти і обсягу крони дерев і їх кількості, але концентрація інсектициду повинна бути не менше 0,1%. Вологий аерозольний метод. Можливе застосування інсектициду Lufox 105 ЕС і аерозоль з використанням газогенераторів. При цьому пропорція інсектициду і робочої рідини становить 35 мл – на 2 л води – 1 дерево ($h = 8-10$ м.) Як і при звичайному способі, рекомендується додавати поверхнево-активні речовини в тих же пропорціях [22].

Таким чином, вибір найкращого методу або комбінації методів повинен ґрунтуватися на ретельному аналізі умов і потреб конкретної міської екосистеми (рис. 3.8). Важливо також повною мірою враховувати екологічні аспекти будь-якого заходу і мінімізувати вплив на природні процеси. Інтегрований підхід до управління популяціями каштанової молі може бути найкращою стратегією для забезпечення стійкості екосистеми та збереження здоров'я міських дерев.

Кафедра захисту і карантину рослин університету веде наукові дослідження та рекомендує екологічній службі університету в догляді за насадженнями гіркокаштану звичайного.

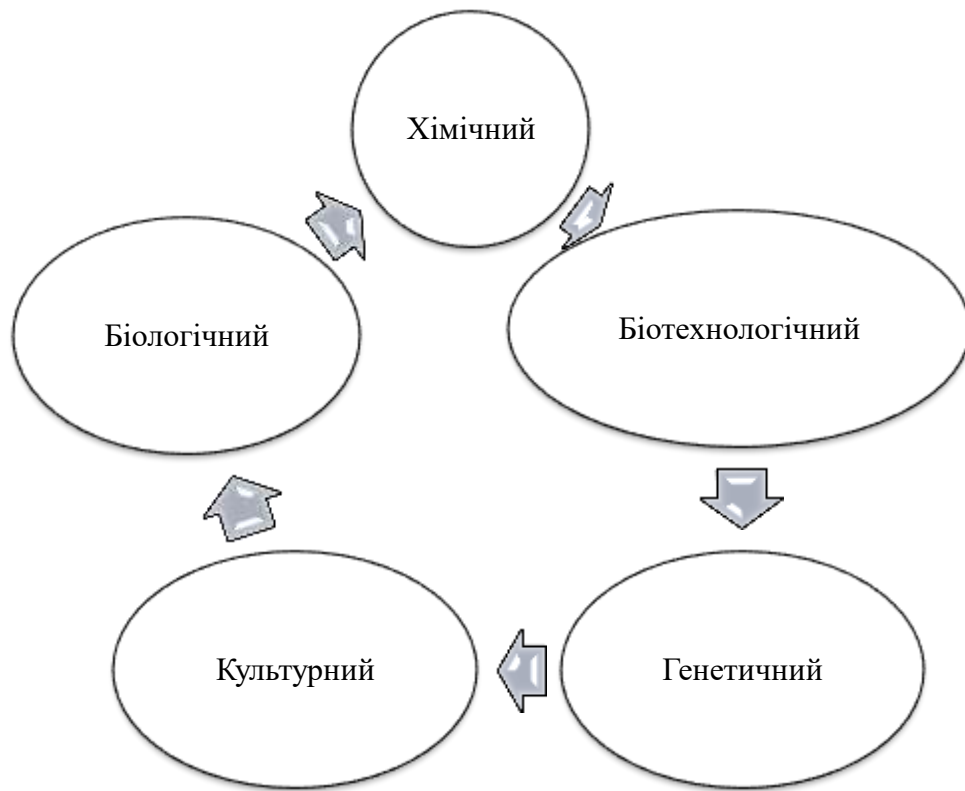


Рис. 3.8. Провідні методи боротьби з мінуючою міллю каштановою.

ВИСНОВКИ

1. Узагальнили й охарактеризували теоретичні аспекти дослідження *Cameraria ohridella* в деяких європейських країнах (в 1985 р.) і в Україні (в 1998 р.) та шкодо чинність виду *Aesculus hippocastanum*.
2. Зазначимо, що повне очищення від листків є ефективним лише тоді, коли «хворі» дерева знаходяться в межах 50 м одне від одного. Часто ослаблені дерева, які піддалися ураженню фітофторозом, гинуть внаслідок вторинного зараження шкідником.
3. Біохімічні особливості стійкості видів роду *Aesculus* до мінуючої молі сприяє вміст фенолів, зокрема в листках – кавової, хлорогенової і ферулової кислот. Високий вміст ферулової кислоти, що забезпечує додаткове посилення захисних функцій рослини, синтез лігніну, при якому тканина листя стає неприйнятною для харчування личинок.
4. Відмічено шляхи боротьби із шкідником: хімічні, біологічні та культурні:
 - *хімічні методи* – використання інсектицидів та інших хімічних речовин є ефективним методом боротьби. Системні інсектициди, які вбивають молі при контакті або потраплянні в організм, можна обприскувати на листя або вносити в ґрунт навколо каштанів;
 - *біологічні методи* – використання природних ворогів молі: хижаки (птахи: синиці, ластівки): полюють на імаго і зменшують їх чисельність; паразити (перетинчастокрилі: жуки-капустянки, які відкладають яйця на тіло личинок молі та вбивають їх): сприяють зменшенню чисельності шкідників; бактерії та гриби: *Bacillus thuringiensis*. Деякі штами *Bacillus thuringiensis* можна використовувати як біологічні інсектициди для боротьби з личинками каштанової листовійки. Вона виробляє токсини, шкідливі для безхребетних; гриб *Beauveria bassiana*: Біопестициди на основі гриба *Beauveria bassiana*: цей гриб є природним патогеном різних шкідників, в тому числі молі; використання біопрепаратів на основі *Beauveria bassiana* дозволяє контролювати популяції шкідника;

- *культурні методи* – знищення нір: популяції молі можна обмежити, видаляючи і знищуючи порожнини, де навесні розвиваються личинки молі. Це включає видалення зараженого листа та сухих гілок;
- *біотехнологічні методи* – використання феромонів: популяції можна зменшити, використовуючи феромони, які масово приваблюють дорослих метеликів. Цей метод має на меті ускладнити розмноження молі та зменшити її чисельність;
- *генетичні методи* – генетично модифіковані рослини: створення каштанів, стійких до пошкодження каштановою мінуючою міллю, шляхом генетичної модифікації було б перспективним напрямком досліджень.

5. Важливим, також є урахування екологічних аспектів будь-якого заходу і мінімізувати вплив на природні процеси. Інтегрований підхід до управління популяціями мінуючої молі каштанової може бути найкращою стратегією для забезпечення стійкості екосистеми та збереження рослин роду *Aesculus*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акімов І.А., Зерова М.Д., Нарольський М.В., Трокоз В.А., Нікітенко Г.М., Свиридов С.В., Коханець О.М. Фенологія каштанової мінуючої молі *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Україні. Рідна природа. 2003. № 5. С. 44–48.
2. Акімов І.А., Зерова М.Д., Гершензон З.С. Перше повідомлення про появу в Україні мінуючої молі каштанової *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) на кінському каштані звичайному *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae). Вісник зоології. 2003. Вип. (37) 1, С. 3–12.
3. Акімов І.А., Зерова М.Д., Нарольський Н.Б. та ін. Фенологія каштанової мінуючої молі небезпечного шкідника кінського каштана в Україні. Екобезпека. 2003. № 6. С. 44–46.
4. Антюхова О.В. Сезонний розвиток каштанової мінуючої молі. Вісник захисту рослин. 2008. Вип. (4). С. 57–61.
5. Бабидорич М.М. Каштанова мінуюча міль вражає кінський каштан на Україні. Стан та розвиток агропромислового виробництва в межах Євро регіону. Верхній Прут: матеріали II міжнародної науково-практичної конференції. Чернівці, 2003. С. 40–41.
6. Бащенко М.М., Чайка В.М. Плодючість та строки ембріонального розвитку каштанової молі *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic. (Lepidoptera: Gracillariidae) в лабораторних умовах за різних температур. Карантин і захист рослин. 2019. № 5-6. С. 27–29.
7. Білоус В.І. Принципи створення клонових лісонасінневих плантацій дуба. Лісове господарство, лісова, паперова та деревообробна промисловість. 1969. №. 2. С. 4–7.
8. Василевський О.Г., Єлісавенко Ю.А., Нейко І.С., Монарх В.В. Сучасний стан природних дубових лісостанів ДП Вінницьке ЛГ. Сільське господарство та лісівництво. 2017. №. 2. 2017. С. 129–139.
9. Василевський О.Г., Нейко І.С. Стан та динаміка лісового фонду

- Вінниччини. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. 2009. № 37. Т. I. С. 14–20.
10. Ворон В.П. Древа та чагарники України. Атлас для практичних завдань з дендрології. Харків: Нове слово, 2011. 158 с.
 11. Гайда Ю. І. Лісівничо-екологічні основи збереження і сталого використання лісових генетичних ресурсів Західного регіону України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: 06.03.01. Львів, 2012. 40 с.
 12. Гайда Ю.І., Яцик Р.М., Марчук О.О., Парпан В.І. Основні етапи реалізації процесу збереження та використання лісових генетичних ресурсів в Україні. *Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць*. 2008. № 18 (10). С. 33–41.
 13. Генсірук С. А. Ліси України. Київ: Наукова думка, 1992. 408 с.
 14. Гіркокаштан звичайний. Лікарські рослини : енциклопедичний довідник / за ред. А.М. Гродзінського. Київ : Видавництво. Українська Енциклопедія ім. М.П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. С. 104.
 15. Голобородько К.К., Рябка К.О., Зайцева І.А., Кондратьєва К.В. Поширення та сучасний стан каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986) у м. Дніпропетровськ. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2019. С. 163–168.
 16. Григорюк І.П., Машковська С.П., Яворовський П.П., Колесніченко О.В. Біологія каштанів. Київ: Логос, 2006. 380 с.
 17. Гудзевич А.В. Заповідні куточки Вінниці. Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2008. 84 с. (серія: Бібліотечка вінничанина).
 18. Гудзевич А. В. Знай і бережи (Природні та рукотворні скарби Вінниці та околиць). Вінниця: Консоль, 2006. 92 с.
 19. Дебринюк Ю.М., Калінін М.І., Оприсько М.В. Збирання, переробка та підготовка насіння до висіву основних видів дерев і чагарників, що зростають в Україні. Львів: УкрДЛТУ, 1995. 156 с.
 20. Дебринюк Ю.М., Соловій І.П. Платаційне лісовирощування: еколого-

- економічні, технологічні та лісівничі аспекти. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2012. № 10. С.48–54.
21. Дрозда В.Ф., Кочерга О.М., Мельничук С.Д., Гойчук А.Ф., Брайко В.Б. Особливості біології, екології та контроль чисельності каштанової мінуючої молі *Cameraria ohridella* Desch. & Dimic (Lepidoptera, Gracillariidae) в умовах Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. (23) 2. С. 23-30.
 22. Зерова М.Д. Каштанова мінує міль в Україні. Київ: ТОВ«Велес», 2007, 87 с.
 23. Калініченко О.А. Декоративна дендрологія: Навчальний посібник. Київ: Вища школа, 2003. 199 с.
 24. Карпенко В.П., Даценко А.А. Притуляк Р.М. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи здобувачами другого (магістерського) освітнього рівня спеціальності 091 «Біологія» освітньої програми «Агробіологія». Умань, 2023. 32 с.
 25. Кохно М.А., Пархоменко Л.І., Зарубенко А.У. та ін. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина 1. Київ: Фітоцентр, 2002. 448 с.
 26. Кучерявий В. П. Екологія. Львів: Світ, 2001. 500 с.
 27. Лось С.А. Сучасний стан та перспективи розвитку лісової селекції в Україні. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2013. № 123. С. 3–12.
 28. Лось С.А., Григор'єва В.Г., Самодай В.П., Нейко І.С. Комплексне оцінювання перспективності видів і гібридів модрина для умов Лісостепу України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2018. № 16. С. 62–70.
 29. Нейко І.С., Колчанова О.В. Адаптивність та особливості росту сортів тополі в умовах Поділля. *Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць*. 2018. № 28 (7). С. 53–56.
 30. Нікітенко Г.М., Свиридов С.В. Шкідники кінського каштана. *Карантин і захист рослин: журнал*. 2007. №10. С. 22-28.
 31. Піндрус О. М., Яворовський П. П., Лукаш О. В. Біологічні процеси та

- чинники розкладання листового опаду як основа методики його компостування в зеленому господарстві міста. Київ, 2004. 107 с.
32. Собченко В. Розмноження декоративних та плодових рослин методом щеплення свіжозрізаними живцями в період спокою. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2004. Вип. 36. С. 175–185.
 33. Трибель С.О., Гарманова О.Н. Каштанова мінуюча міль. Київ: Видавництво «Колобiг», 2008. 69 с.
 34. Фучило Я.Д. Платаційне лісовирощування в Україні: перспективи розвитку. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2008. № 6. С. 97–99.
 35. Черніков С. Вплив мінуючої молі на розвиток каштану кінського та методи боротьби з нею. «*Modern Challenges and Achievements of the Scientific Community of the 21st century*»: XLIII International scientific and practical conference (October 16–18, 2024) Narva, Estonia. International Scientific Unity, 2024. Pp. 15–18.
 36. Швиденко А.З., Букша І.Ф., Краковська С.В. Уразливість лісів до зміни клімату. Київ, 2017. 420 с.
 37. Buszko J. The Lepidoptera of Europe (Edit.). Stenstrup : Apollo Books, 1996. P. 48–54.
 38. Deschka G., Dimič N. *Cameraria ohridella* n. sp. aus Mazedonien, Jugoslawien (Lepidoptera, Lithocolletidae). *Acta Entomol. Jugosl.* 1986. 22. N 1. S. 11–23.
 39. Dimič N., Mihajlovič, L., Vuka, M., Perič, P., Kmjajič, S., Cvetković M. Development of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae). *Entomofauna*. 2000. №21. P. 5–12.
 40. Faeth S.H. Do plants manipulate the third trophic level. Proc. 8-th Int. Symp. Insect. Plant Relationships (Dordrecht, 2002). *Dordrecht*. 1992. №49. P. 361–362.
 41. Faeth S.H. Invertebrate predation of leaf-miners at low densities. *Ecol. Entomol.* 1980. №5. P. 111–114.
 42. Freise J.F., Heitland W., Tosevski I. Parasitism of the horse-chestnut leaf miner

- Cameraria ohridella* Deschka and Dimič (Lep., Gracillariidae) in Serbia and Macedonia. *Anzeiger für Schadlingskunde*. 2002. №75. P. 152–157.
43. Freise J.F., Heitland W., Sturm A. Das physiologische Wirtspflanzenspektrum der Roftkas-tanienminiermotte, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič (Lepidoptera: Gracillariidae). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 2003. №55. S. 209–211.
44. Freise J.F., Heitland W., Sturm A. Das Wirtspflanzenspektrum der Roikastanienminiermotte, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič (Lepidoptera: Gracillariidae), einem Schädling der Rodkastanie, *Aesculus hippocastanum*. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*. 2004. №14. S. 351–354.
45. Heitland W., Kopelke J. R., Freise J., Metzger J. Ein Kleinschmetterling erobert Europa – die Roikastanienminiermotte *Cameraria ohridella*. *Natur und Museum*. 1999. S. 186–195.
46. Heitland W., Metzger J. Die Kastanienminiermotte *Cameraria ohridella* Deschka et Dimič (Lep., Gracillariidae) in Bayern. *LWF Aktuell*. 1997. Juni. P. 16–17.
47. Kraus M. Erste Nachweise der eingeschleppten Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimič) (Lep. Gracillariidae) in Mittelfranken. *Galathea*. 1996. S. 82–84.
48. Lakatos F., Kovacs Z., Staujfer C., Kenis M., Tomov R., Davis D. R. The Genetic Background of Three Introduced Leaf Miner Moth Species – *Parectopa robiniella* Clemens 1863, *Phyllonorycter robiniella* Clemens 1859 and *Cameraria ohridella* Deschka et Dimič. 1986. *Proceedings Forest Insect Population Dynamics and Host Influences* (Kanazawa, Japan 14-19 September 2003). Kanazawa, 2006. P. 67–71.
49. Lopez-Vaamonde C., Godfray H. C., Cook J. M. Evolutionary Dynamics Of Host-Plant Use In A Genus Of Leaf-Mining Moths. *Evolution*. 2003. №57 (8). P. 1804–1821.
50. Maceljski M., Bertie D. Kestenov moljac miner *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič (Lep. Lithocolletidae) novi opasni štetnik. *Fragmenta phytomedica et*

- herbologica*. 1995. № 23. P. 9–18.
51. Nieukerken E.J. *Cameraria ohridella* rukt op naar het westen. *Entomol. Berichten*. 2001. №61. P. 200–201.
 52. Puchberger K.M. *Cameraria ohridella* Deschka et Dimič (Lep., Lithocolletidae) in Oberösterreich. *Steyrer Entomol. Runde*. 1990. №24. P. 79–81.
 53. Šafránková J. Nový druh kliněnky v ČR a kalamitní poš koze jirvcu II Živa. 1996. №44. P. 172–173.
 54. Sefrova H., Lastuvka Z. Dispersal of the horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella* in Europe: its course, ways and causes. *Entomol. Zeit. Stuttgart*, 2001, (111), S. 195–198.
 55. Simova-Tosic D., Filov S. Contribution to the horse-chestnut miner. *Záštita bilja*. 1985. №36. P. 235–239.
 56. Skuhavy V. Zur Kenntnis der Blattminenmotte *Cameraria ohrideila* Desch. & Dim. (Lep., Lithocolletidae) an *Aesculus hippocastanum* L. in der Tschechischen Republik. *Anzeiger für Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*. 1998. №71. S. 82–84.
 57. Skuhavy V. Zusammenfassende Betrachtung der Kenntnisse über die Roíikastanien-miniermotte, *Cameraria ohridella* Desch. & Dim. (Lep., Gracillariidae). *Anzeiger für Schadlingskunde*. 1999. №72. S. 95–99.
 58. Stigter Fi., Fran ken huyzen A., Mooraal L. De paa rdën kasta njem i neermot, *Cameraria ohridella*, en nieuwe bladmineerder voor Nederland (Lepidoptera: Gracillariidae). *Entomol. Berichten*. 2000. №60. S. 159–163.
 59. Szaboky C. Verbreitung der Roíikastanienminiermotte in Ungarn. *Forstschutz Aktueli*. 1997. №21. S. 4.
 60. Tomiczek C, Krehan H. The horse chestnut leafmining moth (*Cameraria ohridella*): a new pest in Central Europe. *Journ. Arboriculture*. 1998. №24. P. 144–148.
 61. Zegula T., Kranz J., Arnold C., Buchheim A. Die Rolikastanienminiermotte *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič als potenzielle Nahrungs quelle für heimische Singvogel. *Charadrius*. 2002. №38. S. 232–238.

Інтернет-ресурси

62. Ареал поширення каштанової мінуючої молі у світі станом на 2024 р. URL: <https://cf4.ppt-online.org/files4/slide/t/tpy4ePOTF7DQhWJR85UvarlMSxBVY032nsmAf/slide-5.jpg>. (дата звернення 25.10.2024)
63. Гіркокаштан кінський. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/D0%B9> (дата звернення 25.10.2024)
64. Зародження та поширення каштанової мінуючої молі в Європі. URL: file:///C:/Users/olich/Downloads/2001_cameraria.pdf. (дата звернення 25.10.2024)
65. Каштанова мінуюча міль (*Cameraria ohridella*). URL: <https://www.biochemtech.com.ua/kashtanova-minuyucha-mil-cameraria-ohridella/#:~:text=%D0%93%D1%> (дата звернення 25.10.2024)
66. Ін'єкціонування дерев. URL: https://glavcom.ua/img/article/6786/23_main-v1588915204.jpg (дата звернення 25.10.2024)
67. Мінуюча міль. URL: <https://insektarium.net/wp-content/uploads/2020/03/cam-ohridella.jpg> (дата звернення 25.10.2024)
68. Осіннє цвітіння каштану. URL: <https://www.volynnews.com/news/all/na-volyni-tsvitut-kashtany/#:~:text=%D0%94%D0%B5%D1%8F%D0> (дата звернення 25.10.2024)
69. Плід каштану кінського. <https://fs01.vseosvita.ua/01007fm7-8a80/009.jpg>. (дата звернення 25.10.2024)
70. Феромонова пастка. URL: <https://semena.cc/uk/19543-kashtanovaya-miniruyushhaya-mol-feromonnaya-lovushka-biokhimtekh.html> (дата звернення 25.10.2024)

ДОДАТКИ

Зародження та поширення каштанової мінуючої молі в Європі

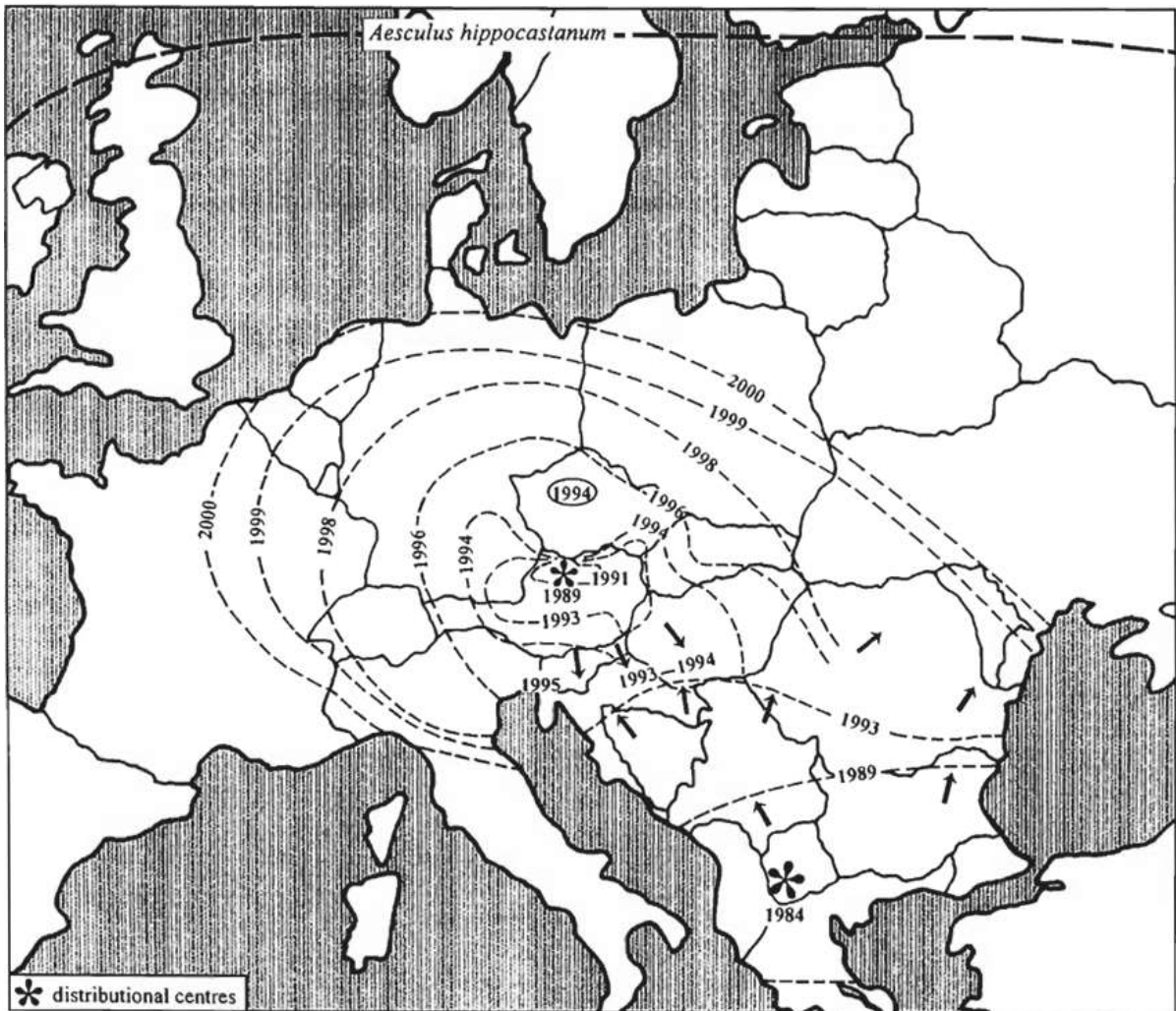




Рис. 1.9. Метелики мінуючої молі каштанової на штамбі каштана.

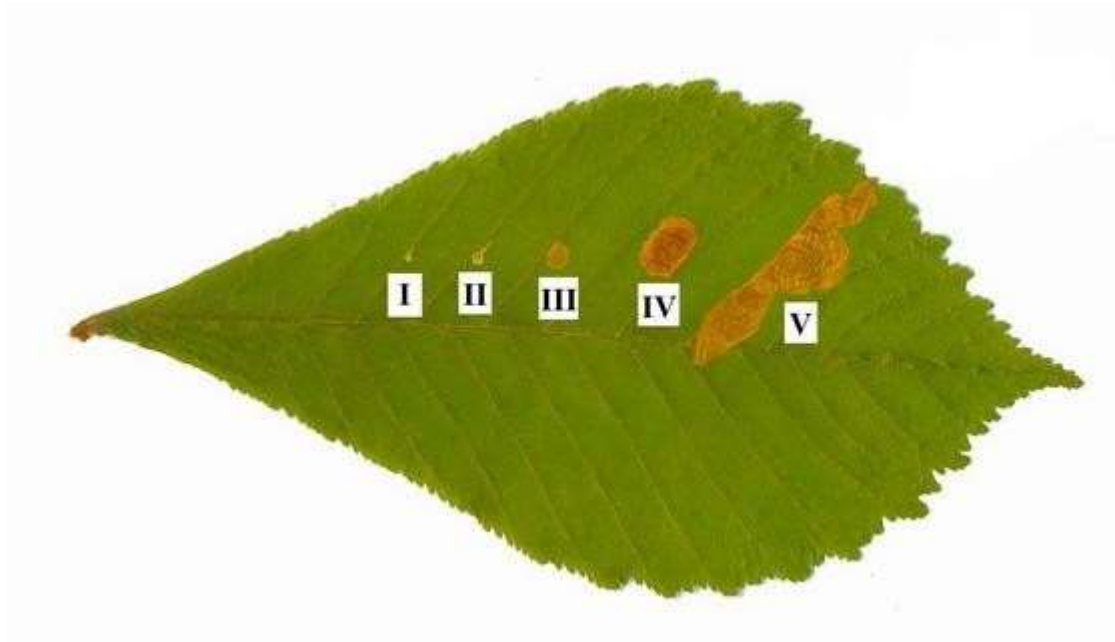


Рис. 1.10. Міни личинок каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella*) різних поколінь на листку *Aesculus hippocastanum*.



Рис. 1.11. Злиття мін личинок каштанової мінуючої молі на листку *Aesculus hippocastanum*.



а)



б)

Рис. 1.12 (а, б). Футляр лялечки мінуючої молі каштанової (*Cameraria ohridella*).

а)



б)



в)



г)

Рис. 1.13 (а-г). Мінуюча міль каштанова (*Cameraria ohridella*) на листі *Aesculus hippocastanum*.

а)



б)

Рис. 1.14 (а, б). Шахтні отвори від мінера кінського на листку *Aesculus hippocastanum*.



Рис. 1.15. Личинки мінуючої молі каштанової (*Cameraria ohridella*) на листку *Aesculus hippocastanum*.



Рис. 1.16. Личинкова стадія в листковій міні.

Стійкість каштанів до пошкоджень *C. ohridella* [24]

Вид/підвид каштану		Висота дорослого дерев, м	Колір	Реакція на <i>C. ohridella</i>
Секція <i>Aesculus</i>	<i>A. hippocastanum</i>	25	білий	+++
	<i>A. turbinata</i>	30	білий	+ч-
Секція <i>Pavia</i>	<i>A. flava</i>	20-25	Жовто-зелений	- / +
	<i>A. glabra</i> var. <i>glabra</i>	2-8/10-30	Жовто-зелений	-/+ +
	<i>A. glabra</i> var. <i>sargentii</i>	8	Жовто-зелений	-
	<i>A. pavia</i>	3-4/10-12	Червоний	-/ +
	<i>A. sylvatica</i>	2	Жовтий	-/ +
Секція <i>Macrothyrsus</i>	<i>A. parviflora</i>	3-5	Білий	-
Секція <i>Calothyrsus</i>	<i>A. assamica</i>	25	Білий/рожевий	-
	<i>A. californica</i>	4-6/15	Білий/рожевий	-
	<i>A. chinensis</i>	20-30	білий	-
	<i>A. indica</i>	30	білий	-
	<i>A. wilsinnii</i>	25	білий	Немає даних
Секція <i>Parryanae</i>	<i>A. parryi</i>	1-6	Світло-жовтий (кремовий)/білий	Немає даних

Таблиця 3.6

Стійкість гібридів каштана до пошкоджень *C. ohridella* [24]

Назва гібриду	Гібрид	Колір	Реакція на <i>C. ohridella</i>
<i>A. × bushii</i> Schneid. (= <i>A. × mississippiensis</i> Sarg.)	gx p	Жовтий/рожевий/ червоний	++
<i>A. × dallimorei</i> Seally	hx f	Білий	+
<i>A. × dupontii</i> Sarg.	sx p	Жовтий	+
<i>A. × glaucescens</i> Sarg.	fxs	Жовто-зелений	+
<i>A. × plantierensis</i> Andre	hx (hxp)	Рожевий	+
<i>A. × woelintzense</i> Koehne (= <i>A. × wurlitzensis</i> Koehne)	(fxp) x s	Червоний	+
<i>A. × arnoldiana</i> Sarg.	gx (fxp)	Жовтий	-
<i>A. × hybrida</i> DC	fxp	Жовтий/рожевий/ червоний	-
<i>A. × cornea</i> Hayne	hx p	Червоний	-
<i>A × neglecta</i> Lindl.	fxs	Червоно-жовтий	-
<i>A. × marylandica</i> Booth	gx f	Жовтий	Немає даних
<i>A. × mutabihs</i> (Spach) Schelle	px s	Жовтий/рожевий	Немає даних

Таблиця 3.7

Шкала оцінки стану крони дерев [24]

Стан крони (залиственність, пошкодження фітофагами, ураженість різними хворобами).	Бал	Пошкоджена площа, %
Крона оптимально розвинена, листки зелені, не пошкоджені	9-8	<1
Крона оптимально розвинена, листки зелені, пошкоджені, поодинокі деформовані, знебарвлені.	7-8	1-5
Крона розріджена, частина листків мають менший розмір, деформовані, знебарвлені, пошкоджені.	5-4	6-25
Велика частина листків деформовані, не розвинені, пошкоджені, знебарвлені.	3-2	26-50
Переважає більшість листків не розвинені, пошкоджені, знебарвлені.	1	51-75

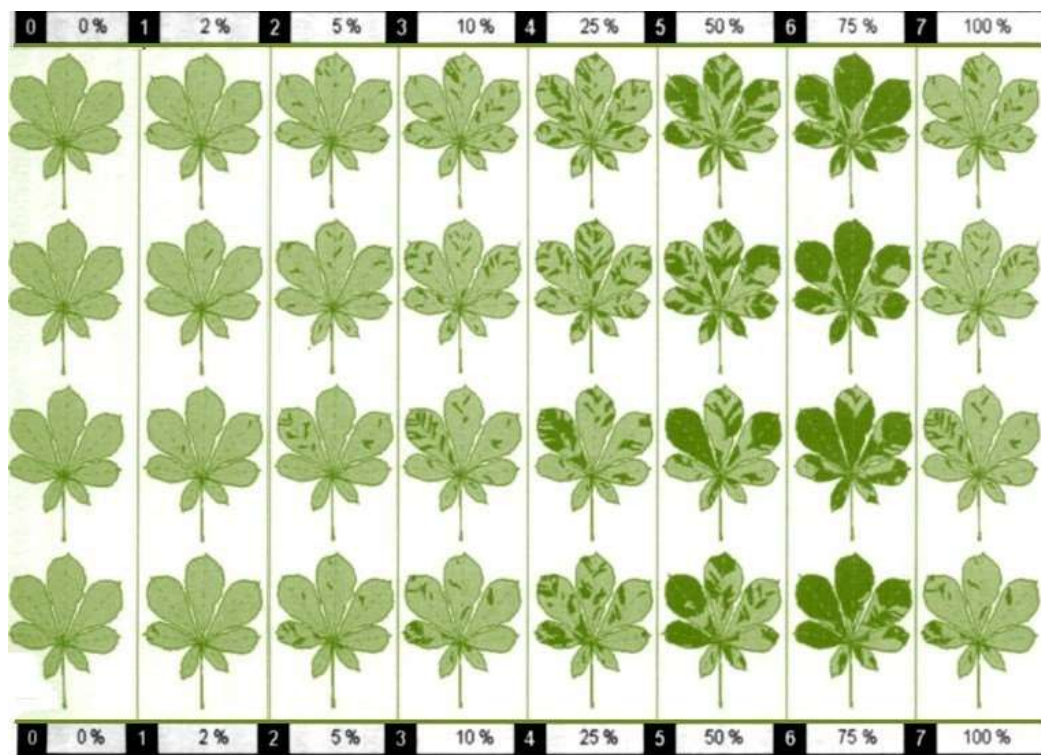


Рис. 3.8. Визначення ступеню ураження *Cameraria ohridella* пошкоджених листків *Aesculus hippocastanum* в залежності від загальної площі мін [24].

Гербарні зразки *Aesculus hippocastanum* L. не пошкоджено і пошкоджено
мінуючою міль каштанова (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic)

