

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Херсонський державний університет

Факультет біології, географії та екології

Кафедра біології людини та імунології

***Cameraria ohridella* Desch. як об'єкт  
біологічних досліджень**

Кваліфікаційна робота (проект)

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконала: студентка 212М групи

Спеціальності 014.05 Середня освіта (біологія та  
здоров'я людини)

Освітньо-професійної програми Середня освіта  
(Біологія)

Калаус Олена Юріївна

Керівник: к.б.н., доцент Спринь О. Б.

Рецензент: старший вчитель, учитель-методист  
ХАЛ ім. О.В. Мішукова при ХДУ Мороз Т.С.

Івано-Франківськ – 2023

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	3
<b>Розділ 1. Біологія каштанової мінуючої молі як філофага</b> .....	7
1.1. Біологія та систематика метеликів .....	7
1.2. Особливості життєвого циклу мінерів .....	11
<b>Розділ 2. Аналіз поширення <i>Cameraria ohridella</i> та методів боротьби з ним</b> .....	19
2.1. Поширення та моніторинг каштанового мінера як інвазійного шкідника .....	19
2.2. Розвиток каштанової молі на Херсонщині .....	23
2.3. Біологічні та хімічні методи боротьби з мінером .....	29
<b>Розділ 3. Міль-філофаг як об'єкт вивчення в шкільному курсі біології</b> .....	36
<b>Висновки</b> .....	42
<b>Список використаних джерел</b> .....	44

## ВСТУП

Міська екосистема як середовище існування є особливим, складним, багато структурним та відносно новим для життя живих організмів, і тому далеко не всі види можуть до нього легко адаптуватися. Як відомо, відбувається досить значний ступінь трансформації людиною природних екосистем, що призводить до зменшення видового складу флори та фауни та заміщення різноманітного їх складу фоновими видами, наприклад адвентивними рослинами, карантинними чи місцевими шкідливими видами тварин. Одним із специфічних наслідків даного впливу стали біологічні інвазії – значне переміщення рослин і тварин за межі їх природних ареалів [14].

Озеленення (штучна висадка рослин) є одним із способів вирішення наслідків впливу людини та клімату у межах міст. В українських містах та Херсоні зокрема сьогодні використовують для озеленення антропогенних ландшафтів такі породи дерев як тополі, робінії, клени, в'язи, шовковиці, софори, липи, сосни, ялини, широкогілочник та гледичії.

Серед найпривабливіших видів для озеленення до зовсім недавнього часу був *Aesculus hippocastanum* L. – гіркокаштан звичайний (каштан кінський). Це дерево одне з найвідоміших та найпоширеніших листяних рослин, які раніше зберігали декоративність протягом усього вегетаційного періоду – велике листя оригінальної форми, яскраві суцвіття, красиві оригінальні плоди.

У багатьох європейських країнах гіркокаштан звичайний широко використовується в озелененні вулиць, скверів, бульварів, придомових територій покращення естетичного стану та санітарно-гігієнічних функцій – очищення від пилу, захист від шуму та вітру тощо.

У міських скверах і парках багатьох міст Європи цей вид рослин використовувався при створенні архітектурно-ландшафтних композицій. Зокрема, в місті Київ гіркокаштан багато років вважається основною зеленою пам'яткою міста і головним елементом декоративного оздоблення центральної вулиці Хрещатик і багатьох інших вулиць міста. Це поширення настільки велике, а рослина настільки добре себе зарекомендувала, що квітуча гілка каштану стала одним із символів міста. Навіть схематичне зображення квітки разом з листям є прикрасою найвідомішого десерта “Київський торт”.

З вказаних вище причин досить прикрим є зниження декоративної цінності цього виду через масове пошкодження листя мінером *Cameraria ohridella* Desch. & Dimica або мінуючою каштановою міллю (охридським мінером). Цей шкідник катастрофічно швидко поширився європейськими країнами і майже повністю пошкоджує листову пластинку змінюючи її колір і прискорюючи дефоліацію. Специфічним є також той факт, що дерева гіркокаштану не відновлюють свої листові пластини протягом вегетаційного сезону як дуби чи клени, що значно ускладнює повноцінний розвиток дерев і відповідно насіння.

Саме вивченню біології цього метелика-фітофага з метою аналізу виникнення та поширення інвазійних видів в цілому та можливості використання отриманих результатів при вивченні біології та присвячена дана магістерська робота.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами.**

Дана робота виконана відповідно до пріоритету 1 Стратегічного плану розвитку Херсонського державного університету на 2023-2027 рр.

**Мета роботи:** проаналізувати біологічну специфіку та поширення мінуючої каштанової молі як інвазійного виду та охарактеризувати основні напрями використання її як об'єкта вивчення школярами.

**Об'єкт дослідження:** мінуюча каштанова міль *Cameraria ohridella* Desch. & Dimica (Lepidóptera, Gracillariidae).

**Предмет дослідження:** біологічні та екологічні особливості мінуючої каштанової молі *Cameraria ohridella*

**Завдання дослідження:**

- 1) Визначити особливостей біології та життєвого циклу каштанової молі на основі аналізу джерел;
- 2) Вивчити особливості фенології каштанової молі в умовах міста Херсон;
- 3) Проаналізувати поширення та досвід застосування методів боротьби зі шкідником для збереження декоративної цінності гіркокаштанів;
- 4) Проаналізувати зміст сучасної шкільної програми та розробити рекомендації з можливого використання отриманих результатів для стимулювання пізнавальної діяльності учнів різних вікових категорій.

**Методи дослідження:** у дипломній роботі були використані як практичні методи (дослідження природних об'єктів), так і загальні теоретичні методи, що передбачають зокрема аналіз джерел, співставлення та порівняння, а також синтезування, абстрагування та узагальнення тощо.

**Наукова новизна роботи** в ході досліджень вперше встановлені фенологічні особливості шкідника *C. ohridella* в умовах Херсона та проаналізовано шкільний курс з метою визначення можливості використання шкідника в якості об'єкту досліджень.

**Практичне значення роботи** матеріали роботи можна використовувати у курсі шкільних дисциплін біологічного та екологічного спрямування, екскурсій в природу, а також при плануванні дезінсекцій гіркокаштану.

**Апробація роботи:** з матеріалами дослідження взято участь у двох Міжнародних конференціях у 2021 та 2023 роках про що є відповідні сертифікати учасника.

**Публікації:** результати роботи опубліковано у вигляді тез (2021, 2023) та викладені у статті альманаху “Магістерські студії” (2023, передано до друку).

**Структура роботи:** дана робота має вступ, основну частину з трьох розділів та висновків. Додано список використаних джерел.

## РОЗДІЛ 1

### БІОЛОГІЯ КАШТАНОВОЇ МІНУЮЧОЇ МОЛИ ЯК ФІЛОФАГА

Каштановий, або охридський, мінер, або каштанова мінуюча міль *Cameraria ohridella* Desch. & Dimica, відноситься до представників ряду лепідоптера або лускокрилі (*Lepidoptera*), до його підряду *Microlepidoptera*. Відповідно є представником сімейства молей-строкаток граціляріїд (*Gracillariidae*).

Вперше цей шкідник був описаний як новий вид у 1985 році згідно зборів 1984-85 років, що були проведені в районі Охридського озера (*Ohridsko Ezero*) в Македонії ентомологами Я. Дешка і Н. Діміч [31]. Пошкодження листя гіркокаштана вже в той час були досить помітні і звернули на себе увагу дослідників.

#### 1.1. Біологія та систематика метеликів

Згідно сучасної класифікації ряду *Lepidoptera*, описаний на початку минулого століття рід *Cameraria* Chapman належить до підродини *Lithocolletinae*, що входить до родини граціляріїд – молей-строкаток *Gracillariidae*, які в свою чергу поширені в усіх регіонах крім Арктики та Антарктиди.

Цей ряд лускокрилих, або метеликів відноситься до одного з трьох найчисленніших рядів класу комах (*Insecta*). На 2019 р. він налічує від 180 000 до 300 000 нині існуючих видів і становить близько 126 родин [28]. Тільки на території України за різними підрахунками станом на

2009 рік зустрічаються представники від 1300 до 2000 видів щонайменше з 84 родин [5, 28]. Тобто представники ряду є поширеною групою зокрема на території нашої країни.

Лепідоптери або Лускокрилі – ряд поширених комах з повним перетворенням (є лялечки). Найбільш відома і характерна особливість будови представників цього ряду комах – наявність дуже густого покриву лусок (відозмінені сплюснені волоски) на обох прах крил (при цьому лусочки розташовані як на жилках цих крил, та і на мембрані між ними). Велика частина метеликів має спеціалізований під добування рідкої їжі ротовий апарат з сисним хоботком, утвореним нижньою щелепою, а точніше - двома її подовженими лопатями [5].

Розміри тіла метеликів мають варіації в досить широких межах: від дуже дрібних молей (2–9 мм в розмаху крил) до найбільших совок і денних метеликів (25–30 см). Головна тагма у метеликів вільна, округлої форми, малорухлива. Очі і вусики – найрозвиненіші органи чуття у метелика. Опуклі фасеткові (складні) очі досить сильно розвинені та займають значну частину поверхні головної тагми, зазвичай овальної або округлої форми, оточені численними пухкими волосками. На вусиках або антенах лепідоптер розташовані численні нюхові сенсілли. У різних систематичних груп метеликів вусики бувають найрізноманітніших розмірів та форми: щетінковиді, ниткоподібні, булавоподібні, веретеновидні, пірчасті. У самців метеликів найчастіше вусики розвинені значно сильніше, ніж у самок, а іноді вони і зовсім іншої будови, оскільки нюх - один з найважливіших органів для пошуку статевого партнера [28].

Ротовий апарат у імаго лускокрилих (переважної більшості представників) є характерним – сисний хоботок, який пристосований для всмоктування рідкої їжі та води і, зокрема, висмоктування нектару з квіток. Однак є специфічна примітивна група метеликів - так званих



зубатих молей (родина Micropterygidae) у яких ротові органи гризучого типу.

Для більшості представників лепідоптер характерною особливістю є те, що передня пара крил значно крупніше задніх пар і відрізняються від них за забарвленням та формою, але може бути і навпаки [28].

Тіло лускокрилих покрито багаточисленими лусочками, які є сильно зміненими і сплющеними виростами кутикули - волосками, що мають різноманітну форму та світло відбиваючу здатність. У них містяться забарвлюючі пігменти, що впливають на колір крил. Саме оптичним властивостям цих лусочок метелики завдячують своїм яскравим забарвленням.

Тип перетворення у лускокрилих повний (тобто є 4 стадії розвитку). Личинки метеликів – гусениці. Для них характерна наявність трьох пар грудних кінцівок і зазвичай 5 пар черевних псевдоніжок (вирости кутикули, що мають здатність фіксуватися на субстраті). Гусениці мають ротовий апарат, адаптований для вживання твердої їжі і тому інший ніж у імаго – гризучого типу.

Гусеницеподібні личинки більшості видів метеликів ведуть відкритий спосіб життя, хоча деякі можуть жити у ґрунті водоймах, субстратних рослинах. При заселенні в рослинні тканини (листя, коріння, деревина тощо), які вони споживають, проробляючи в них ходи. Лялечки метеликів покриті – кінцівки та голова не відділяються від тіла. Часто личинки при залялькуванні плетуть кокон за допомогою спеціального ферменту слинних залоз [5, 19].

Багато метеликів завдають шкоди сільському господарству [1, 14, 19, 20, 37]. Личинки метеликів пошкоджують усі відомі частини рослин як сільськогосподарських так і деревинних. Це і коріння, і кора, і стовбур, і гілки, і бруньки, і пелюстки квітів, і пилок, і звичайно ж листя.

Спеціалізація настільки вузька, що часто шкідників визначають саме за характером пошкодження певного виду субстратної рослини. З огляду на глобальне потепління, що призводить до збільшення температури в останні роки за різними джерелами відмічено, що спалахи чисельності шкідників стають більш тривалими та частішими. Зокрема це стосується і метеликів-філофагів [14, 37].

Багато видів не завдають шкоди, а навпаки, використовуються у біометоді. Так деяких метеликів застосовують для біологічної боротьби з амброзією (амброзієва совка), кактусом-опунцією (опунційова міль в Австралії) тощо. Багато видів, особливо деякі групи булавовусих метеликів з гарним забарвленням, мають комерційне та естетичне значення й охороняються законом у різних країнах. Відповідно до редакції від 19.01.2021 року до Червоної книги занесено 96 видів метеликів. Еволюційні перетворення лускокрилих тісно пов'язана з аналогічними квітковими рослинами: імаго метеликів споживають пилок й запилюють, гусінь більшості видів – харчуються листям покритонасінних [37].

Міграційна поведінка зустрічається у метеликів нечасто. Воно відоме тільки приблизно у 270 видів, причому всього деякі з них здійснюють регулярні та тривалі за відстанню перельоти. Мігруючі метелики здійснюють перельоти, як наодинці, так і об'єднуючись у зграї. Перелет можливий як регулярно так і періодично в залежності від природних умов [28].

Загалом метелики є досить поширеними і становлять значну частку біорізноманіття тварин (з різними оцінками від 7 до 10% на планеті) саме завдяки своєму життєвому циклу повним перетворенням та адаптації до вживання різного типу їжі і перенесенню несприятливих умов.

## 1.2. Особливості поширення та життєвого циклу мінерів

Метелики каштанової мінуючої молі досить дрібні, в розмаху крил 5-6 мм. Вусики в них ниткоподібні – тонкі, довгі та з короткими члениками. Ротовий апарат класичний тонкий хоботок, губні щупики тонкі та вигнуті по напрямленню вверх а щелепні щупики слаборозвинені. Крила з тонкою довгою сірувато-білою бахромою. Передні – строкаті та блискучі, видовжені специфічного сріблясто-охристого кольору, з нерівними та вигнутими до вершини краями та трьома поперечними розмитими білими перев'язами. Задні крила молі вохристо-сірі з сріблястим відливом, без малюнка [26] (рис. 2.1).

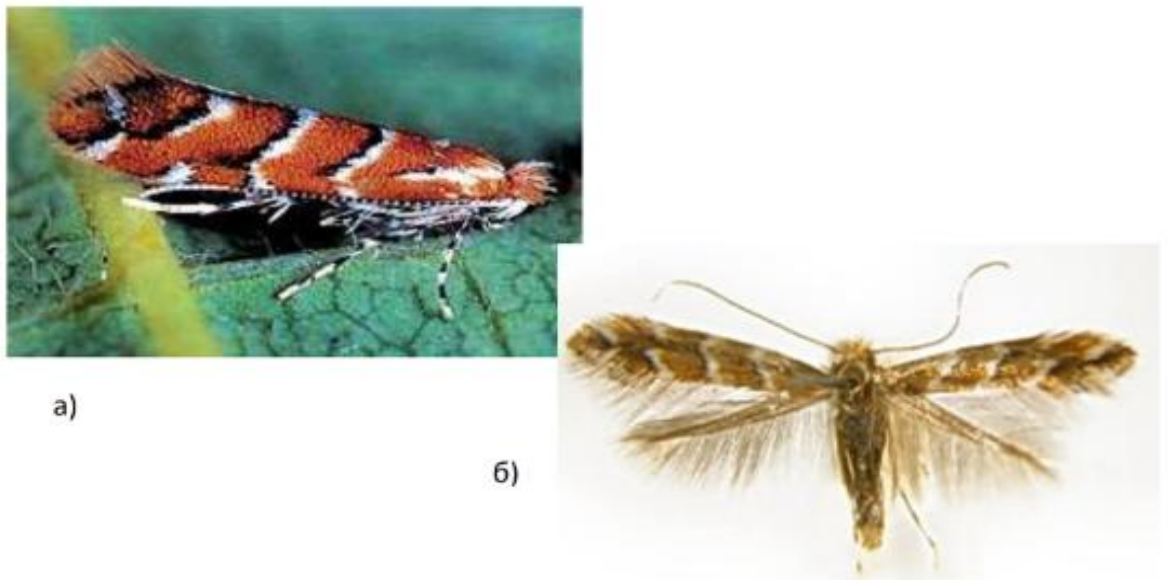


Рис. 1.1. – Зовнішній вид імаго мінуючої каштанової молі *Cameraria ohridella*: а) жива; б) фіксована в колекції [за 9].

Метелик в спокої сидить, склавши крила вздовж черевця, піднявши передню частину тіла. Груди і черевце в м'яких сірих волосках. Зовні

самці і самки не розрізняються. Самці дрібніші за самок досить незначно [9].

Яйця мінера дуже дрібні, майже непомітні неозброєним оком, близько 0,3 мм, напівпрозорі та зеленуваті. Зверху мають прозору тонку плівку з білуватим відтінком. Запліднена самка молі відкладає їх на зовнішньому боці листкової пластинки гіркокаштану найчастіше поряд з бічними жилками, трошки рідше - поряд з центральною, іноді - поряд з жилками третього порядку. Ембріональний розвиток в яйці продовжується 14 діб в середньому, але тривалість може бути 7-16 діб в залежності від середньодобової температури [22].

Гусениця каштанової молі (рис. 1.2) досить характерної форми, з темною маленькою головою, сірувато-зеленого кольору, з четвертого віку темнішають до темно-зеленого. Сегментація добре виражена. Мають чотири пари слабкорозвинених псевдоніжок. Розрізняють шість віків, кожен з яких відділяється линькою [26].

Після вилуплення з яйця гусін першого віку прогризає листову пластину гіркокаштану та встромляється в її епідерміс. Тут вона харчується соком листя та формує дрібну міну (некротичне пошкодження листя) діаметром 0,3-1,2 мм. Її вже можна помітити неозброєним оком при достатньому досвіді. Личинки другого та третього віку розрізняються розміром і також харчуються соком паренхіми листа. Під кінець третього віку гусінь молі досягає розмірів 3-3,5 мм, а міна розширюється до десяти міліметрів. Ці міни вже легко візуалізуються навіть дітьми. Гусені четвертого-п'ятого віку найбільші (до 4,5 мм) і переходять на харчування тканиною полісадної паренхіми листа, збільшуючись в розмірі до шість міліметрів, та розширюючи міну в ширину до 14 мм і у довжину до 30 мм.



Рис. 1.2. – Гусениці різного віку *Cameraria ohridella* (власне фото).

Гусінь шостого віку розміром до 5 мм не харчується. Вона створює ділянку для заляльковування розчищуючи її від екзувісів та капрот. Після цього вона плете кокон округлої чи овальної форми. Тривалість розвитку гусеней каштанового мінера залежить від ходу зовнішніх температур, зокрема від середньодобової і складає 23-27 діб від виходу з яйця до залялькування.

Лялечки каштанової молі світло-коричневі та в темно-коричневі, перед вильотом метеликів темніші, невеликі 6–8 мм в довжину. Мають короткі світлі волоски по периметру. Знаходяться всередині щільної павутинної камери - кокону [33]. Тривалість розвитку лялечки становить 7-10 діб. Характерним для даного виду є прорив своєю загостреною частиною голови лялечкою павутинної камери та епідермісу листка над

міною і значне висовування листка. Таким чином метелик виходить пупарія, що на тритину або дві треті висунутий з листка.

За спостереженнями вчених в умовах України мінер дає три-чотири повноцінних покоління [15]. В умовах помірного клімату Південної та Центральної Європи, зокрема на батьківщині в Македонії, мінуюча каштанова міль розвивається від трьох до п'яти поколінь. В гірських умовах (800-1100 м над р.м) - до двох поколінь [34].

Основна кількість популяції каштанової молі зимує на стадії лялечки в листяному опаді. Часто лялечки проривають листок як перед виходом імаго, але на повну і падають на землю. Але заляльковування може відбуватися в кінці вересня і в мінах ще не опалого листя так само як і в опалому листі можуть знаходитися гусені шостого віку, що встигають заляльковуватися до холодів протягом жовтня.

Лялечки добре виживають під снігом у підстилці взимку навіть при зниженні температури до  $-19 - -23^{\circ}\text{C}$ . Відмічено позитивний вплив негативних температур на перебіг діапаузи та своєчасний виліт імаго навесні [35].

Відмічено також, що частина популяції каштанової молі зимує на стадії дорослого метелика – імаго. Такі метелики вилітають з лялечок у вересні та залазять глибоко в тріщини кори дерев гіркокаштана, в основному у старих дерев та найчастіше в нижню частину стовбура. Така адаптація вважається важливою на територіях з нестійким кліматичними умовами зимівлі, оскільки при теплій зимі виживання лялечок набагато нижче.

У разі зимівлі імаго з укриттів чи лялечок вилітають в травні (перша друга декада). Їх масовий літ збігається з утворенням достатньої зеленої маси та цвітінням дерев гіркокаштана. Імаго не харчуються, а

тільки спарюються. Це здебільшого відбувається на стовбурах і листках нижньої частини крони дерев [2, 3, 9, 26].

Активність імаго другої генерації набагато вища – вони переміщуються по листках усієї крони дерева, сидять на стовбурах та літають в повітрі тим самим сприяючи широкому поширенню. Це можливо по-перше через масовість другої генерації та більш високої температури повітря в час їх льоту.

Після капуляції самки каштанової молі відкладають поодинокі яйця більш хаотично ніж самки першої генерації, однак переважаючим місцями також залишаються місця поряд з жилками. Особливістю відкладання є те, що після нього яйце вкривається липким безбарвним секретом, який засихає як тоненька плівочка, що робить яйце більш помітним на листку.

Існує також специфіка екології відкладання яєць у самок різних генерацій – для першої характерне ураження листків нижньої частини крони, а друга генерація таких уподобань немає – вони відкладають яйця по всій кроні [21].

Ембріональний розвиток в яйцях другої генерації може тривати швидше личинок першої – 6-10 діб. Гусінь, що вилуплюється має такі самі біологічні особливості – формування міни личинками. Спочатку ці міни невеликі, овальні приблизно таких самих розмірів, іноді трошки більше. Потім міна розростається набуваючи неправильної форми. Часто міни декількох гусіней зливаються одна з одною та мінами першої генерації утворюючи велику пляму. Але в такому випадку міни все одно добре проглядаються на світло і за наявності певної кількості темних бурих плям можна судити про кількість личинок, що приймають участь в утворенні загальної міни.

При досить щільному зараженні (найчастіше другим та третім поколінням мінерів) міни каштанової молі можуть займати практично всю листову пластину гіркогокаштану. На фотографіях (рис. 1.3) можна відслідкувати в динаміці формування мін

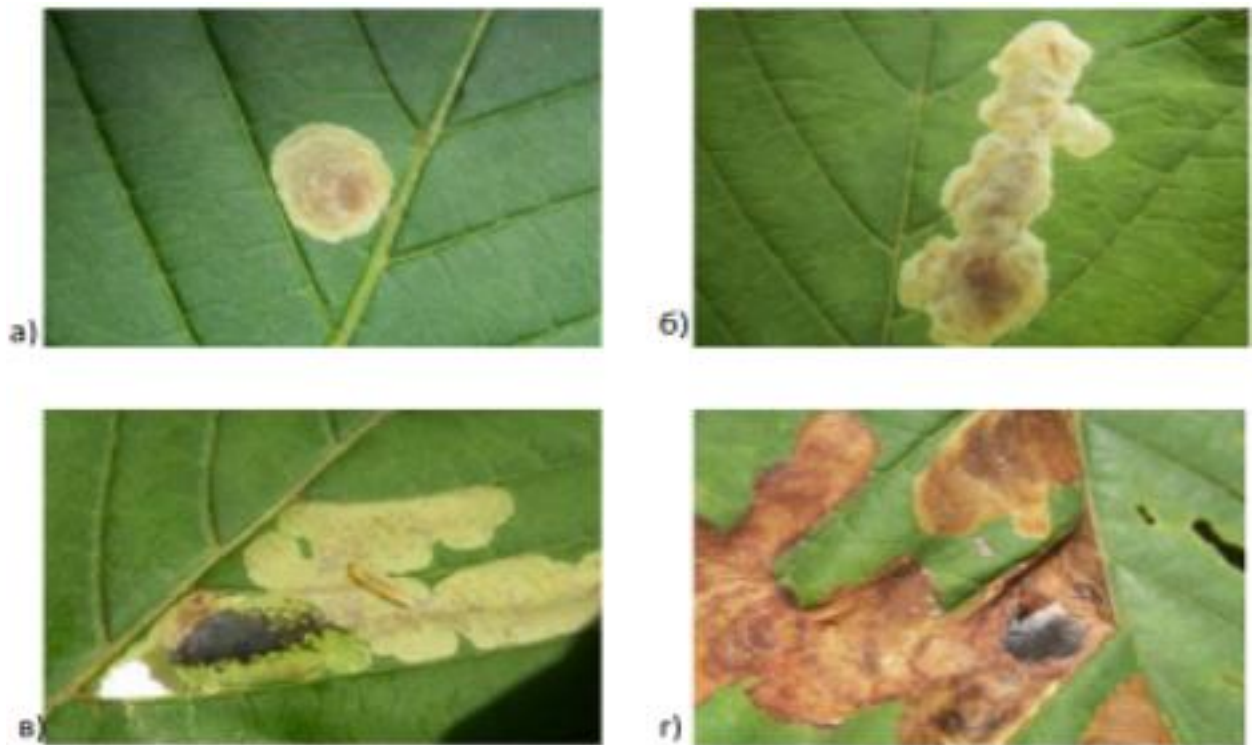


Рис. 1.3. – Динаміка формування мін гусені мінуючої каштанової молі I генерації (з 20 травня по 3 липня).

З огляду на те, що листки гіркогокаштана складні, кількість мін на кожному його листовому фрагменті може досягати декількох десятків, а на всій листовій пластині в цілому – більше декількох сотень.

У випадку щільного зараження листя каштановою міллю дерево може втратити до 80% свого фотосинтезуючого апарату (рис. 1.4).



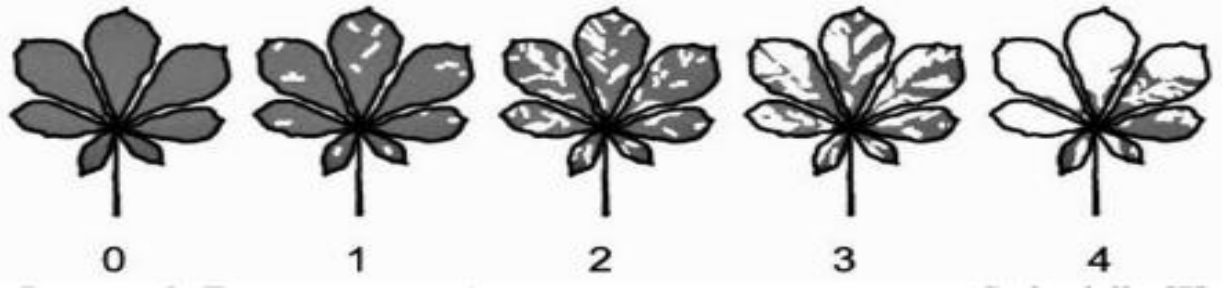


Рис. 1.4. – Діаграма пошкодження одного листка гусенями мінуючої каштанової молі протягом травня-липня (вегетаційного сезону) [за 3].

Гусениці третього покоління каштанового мінеру розвиваються до серпня, рідше початку вересня. У цей час спостерігається листопад у каштана. У сильно пошкоджених дерев листопад починається набагато раніше терміну – в липні-червні, тому частина гусениць не встигає закінчити розвиток, і заляльковування відбувається вже в опалому листі [21, 30].

У теплих широтах у каштанового мінеру відмічено розвиток четвертого покоління. Найчастіше вони розвиваються на свіжих молодих листах, які каштани випускають восени. Однак доля особин, які встигають повністю пройти життєвий цикл розвинути невисокий і залежить від ходу зовнішніх температур.

Каштановий мінер завдає серйозної шкоди декоративному вигляду гіркокаштанів і призводить до їх ослаблення. Пошкодження листя і передчасне їх опадання призводять до зменшення площі поверхні фотосинтезу. В результаті уражені дерева не встигають запасати достатню кількість поживних речовин, погано переносять зиму (всихають окремі гілки), цвітуть навесні із запізненням на 5-7 днів. На ослаблених деревах інтенсивно розвиваються грибкові захворювання:

бура плямистість (*Phyllosticta sphaeropsoidea* та *Uncinula flexuosa*) [7, 20, 33].

Пошкоджені дерева також втрачають стійкість до міських факторів навколишнього середовища, таких як забруднення повітря та ґрунту забруднювачами, шкідливими газами побутових та промислових підприємств, а також автомобільним транспортом. Забруднювачі, разом з грибковою інфекцією, викликають, крім мінущого, широкі некротичні плями і крайовий некроз листя, що прискорює процес їх відмирання та опадання. Дереву гіркого каштану перестають виконувати естетичні та санітарно-гігієнічні функції. Усе це призводить до значних матеріальних втрат та погіршує екологічну ситуацію в умовах озеленення міст [7, 9].

Отже можна говорити, що мінуща моль *Cameraria ohridella* має характерний для метеликів життєвий цикл, з певними особливостями щодо локалізації гусені. Шкідник добре адаптований до міських умов, зимує на стадії лялечки і рідше імаго та легко переносить як середньоєвропейські умови зимівлі так і більш суворі високогірні умови та умови тепліших та холодніших температур.

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ *CAMERARIA OHRIDELLA* ТА МЕТОДІВ БОРОТЬБИ З НИМ

#### 2.1. Поширення та моніторинг каштанового мінера як інвазійного шкідника

*Cameraria ohridella* є характерним для невеликих територій Македонії де був непоміченим допоки не почав розмножуватися масово. Отже через свою масовість у поширенні цей вид молі отримав статус інвазійного карантинного шкідника.

Гірकोкаштан донедавна був популярним видом дерев'яних рослин, що досить успішно використовувався для озеленення оскільки є досить невибагливим видом з високими декоративними властивостями - листям, квітами, плодами. Однак гірकोкаштан протягом останніх тридцяти років перестав використовуватися зовсім і наразі опинився під загрозою через масове розмноження вивчаємого нами каштанового мінера та ще декількох видів фітопатогенних грибів, що викликають інфекційне ураження листових пластин також. До найпоширеніших їх збудників відносять *Phyllosticta castaneae* Ellis and Everhart та *Erysiphe flexuosa* (Peck). Також листові пластини вражають бактерії *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* що також викликають некротичні порушення [9, 15, 29, 36, 38].

Специфічним є також той факт, що дерева гіркокаштану не відновлюють свої листові пластини протягом вегетаційного сезону як дуби чи клени, що значно ускладнює повноцінний розвиток дерев гіркокаштану і відповідно його насіння.

Вперше *Cameraria ohridella* була відмічена в Македонії у 80-х роках двадцятого століття оскільки стали помітними масові ураження листків гіркокаштану. У 1985 році згідно зборів 1984-85 років, що були проведені в районі Охридського озера (Ohridsko Ezero) в Македонії ентомологами Я. Дешка і Н. Діміч описали цей вид як новий [31]. З чим пов'язано таке поширення – з появою нового виду внаслідок мутаційних змін біологічних та екологічних особливостей іншого мінера чи занесення локально поширеного в певному ареалі вже існуючого виду невідомо. Однак у тих країнах, де гіркокаштан поширений в природних лісах (Іран, Індія, Туреччина) про шкідника раніше не згадувалося. Є непідтвержені припущення, що предок каштанового мінера завезений з Китаю або Південної Америки [3, 8, 9, 41, 42].

Поширення виду було дуже швидким. Протягом наступних після опису 15 років каштановий мінер був зафіксований в Австрії (1989 р.) [35], потім в Словаччині і Чехії (1993 р.), в Німеччині (1994 р.) [39]. Пізніше мінер також був відмічений в Нідерландах (1998 р.) [34] та в Бельгії (1999 р.) [30]. На початку двадцять першого століття *Cameraria ohridella* була виявлена в посадках гіркокаштану майже усіх міст європейських країн [7, 8, 24, 26, 32]. У 2002 році шкідник вперше з'явився на Україні на Закарпатті [2, 21]. Уже в 2003 році він уразив більшу частину дерев гіркокаштану Хрещатика в Києві. У наступних 2005–2006 рр. частина сильно постраждалих каштанів на Хрещатику загинула і була вирубана [15].

На сьогодні встановлено наявність каштанового мінера у 43 країнах світу [26], де він масово розмножується, утворюючи скупчення, різко знижуючи декоративність насаджень гіркокаштану кінського протягом вегетативного сезону, зокрема викликаючи передчасне масове опадання листя (дефоліацію), часткове висихання гілок в кроні, значне

пригнічення росту, поширення інфекційних хвороб і навіть загибель окремих дерев.

Раніше вважалося, що поширенню каштанової молі сприяє рух повітряних мас, що переносять самих шкідників та листя. Наявність шкідника не тільки в масових посадках гіркокаштану, а і в поодиноких деревах на дуже значних відстанях говорить про те, що *Cameraria ohridella* поширюється різними шляхами. За різними даними на сьогодні встановлено основні напрямки: тваринами, зокрема птахами, транспортом: автомобільним найбільше, залізничним, повітряним менше та зрідка річковим. Саме так свого часу поширювалися інші види карантинних шкідників, наприклад, американський білий метелик та колорадський жук [1, 37].

Метелики часто переносяться з посадковим матеріалом - як в вегетаційний сезон з мінерами в лістових пластинах, так і в осінньо-зимовий період разом з зимуючими в тріщинах кори імаго [26].

До того ж можливе поширення молі не тільки з каштанами, а і з іншими рослинами, куди метелики можуть також потрапити на зимівлю. Вид шкідника є відносно новим, тому в нього відсутні специфічні природні вороги, а особливість життєвого циклу, що більшу частину проходить приховано дозволяє уникати широких хижаків-поліфагів. І це водночас не дає можливість контролювати чисельність шкідника.

Успішне розселення інвазійних (шкідливих) видів в межах нового для них місцеперебування або субстратної рослини стає можливим, в тому числі, завдяки відсутності місцевих видів ентомофагів, тобто паразитів і хижаків цього виду, здатних контролювати чисельність популяцій таких організмів-шкідників.

Поширення епідеміологічними темпами мінуючої каштанової молі у Європі спонукає до розробки програм моніторингу цього виду. Одним

з найефективніших методів моніторингу каштанової мінуючої молі є використання феромонних пасток. Водночас він є досить орогартісним та потребує певних навичок роботи.

Більш простим та дешевим є обстеження листових пластин дерев гіркокаштану. При обстеженні деревних насаджень вулиць і паркової зони ідентифікація ушкоджень кінського каштана мінуючою каштановою міллю не представляє складності, оскільки інші види молей-мінерів, трофічно пов'язані з кінським каштаном не відомі. Однак при відсутності практичного досвіду пошуку можна прийняти за пошкодження каштанової молі поширене часткове відмирання тканин листа в результаті некрозу. Крім того, спостерігається висока схожість ушкоджень каштанової мінуючої молі і некротичних плям, викликаних зараженням листя патогенним грибом, який на сьогодні є досить поширеним в міських умовах – це *Guignardia aesculi* (Peck). Для уникнення помилок необхідно досить ретельно оглянути пошкодження та звернути увагу на певний характер будови та розташування мін [19].

Також французькими вченими [33] досліджувався метод моніторингу *C. ohridella* за допомогою феромонних пасток: обстежували та підраховували феромонні пастки на пошкоджених листках гіркокаштану звичайного. Використовувався синтетичний феромон самок молі *C. ohridella* (8E, 10Z)-тетрадека-8,10діенал. Використовуючи цю методику вдалося встановити логарифмічна залежність чисельності першого покоління метелика з наступними інвазіями другим та в третім поколінням.

У Брюсселі також впроваджено напівавтоматизований моніторинг розвитку дерев та динаміки чисельності молі з використанням аерокосмічних зйомок для ідентифікації уражених дерев каштану [32]. Такі методики доступні лише фахівцям, однак дозволяють достатньо

точно спрогнозувати інвазивність та оцінювати ефективність тих чи інших методів боротьби з цим філофагом.

## 2.2. Розвиток каштанової молі на Херсонщині

На території Херсонщини мінуюча каштанова міль відмічається щонайпізніше у 2005 році, коли за усним повідомленням Сушинської Н.І. він достовірно уразив каштани на території Агробіостанції–ботанічного саду ХДУ в Херсоні.

Метою нашого дослідження було оцінити фенологічні особливості *C. ohhridella*. За результатами цього дослідження була опублікована робота [10]. Відповідно до спостережень в умовах Херсонщини відбувається розвиток чотирьох генерацій мінуючої каштанової молі. В той же час умовах м. Дніпро, що знаходиться трохи північніше, дослідниками так само щорічно відмічався розвиток чотирьох генерацій (вихід першої генерації імаго відмічено в останній декаді квітня, а вихід четвертої – кінці жовтня та на початку листопада). Відповідно до цих спостережень термін розвитку особини триває від 60 до 110 днів. Зимуює *C. ohhridella* лише на стадії лялечки, заляльковування відбувається в листовій міні, після перших приморозків [7]. Отже отримані нами результати є досить очікуваними.

Протягом 2018-2020 рр. нами проводилися систематичне візуальне спостереження та оцінка ступеня ураження гіркокаштанів мінуючою каштановою мілью різних локалітетах Херсон, а саме - Ботанічного саду Херсонського державного університету, парків ім. Шумського та Херсонська фортеця, а також насаджень гіркокаштану на узбіччях доріг різних районів міста та області.

На початку вегетативного сезону вибрано кілька дерев для дослідження і щонайменше двічі на тиждень їх оглядали (рис 2.1).



Рис. 2.1. – Візуальний огляд контрольних гіркокаштанів під час моніторингу (фото Орлова-Гудім К.С.).

Ступінь шкідливості мінуючої каштанової молі залежить від різноманітних факторів, причому деякі з них ще досить погано вивчено. Вчені вважають, що з огляду на невеликі розміри метеликів, вони погано



літають, оскільки у місцях з вітряною погодою опале листя здувалося і навесні такі дерева менше заражені шкідником [19, 43]. Водночас прибирання листя є ефективним лише якщо густина посадки дерев не ближче 50 м одне від одного.

Водночас важко оцінити шкідливий вплив молі на каштанові насадження у зв'язку з тим, що дерева гіркокаштану у деяких випадках уражені також фітопатогенними грибами і ураження власне каштановою міллю є вторинним.

В літературних джерелах [3, 26, 27, 38] пропонується різні методи метод оцінки ступеня зараженості. Для нас найбільш зручним здався метод оцінки за семибальною шкалою запропонованою М.Д. Зеровою з співавторами [за 3]: істотні відмінності у формі і забарвленню мін різного віку дозволяють досить легко визначити вік гусениці каштанової молі безпосередньо в польових умовах, не вдаючись до лабораторних досліджень, що значно полегшує проведення заходів з моніторингу цього шкідника. Під час огляду пропонується наступна оцінка за ступенем пошкодження листової пластинки мінуючою міллю:

- від 0 до 1% пошкоджень листової пластини – нуль балів,
- від 2 до 4% всієї пластини - один бал за методикою,
- від 5 до 9% - два бали за методикою,
- від 10 до 24% - три бали за методикою,
- від 25 до 49% всієї пластини - чотири бали за методикою,
- від 50 до 74% - п'ять балів за методикою,
- від 75 до 95% - шість балів за методикою,
- більше 95% - сім балів за методикою.

Стадії віку гусені цього метелика легко відрізняються і отже є досить зручними об'єктами для спостережень. Аналізували стан листової пластинки на певних відмічених деревах (контроль), фіксуючи наявність мін 1-2, 3-5 та 6 віків, появу метеликів, екзувій лялечок, що

залишаються після виходу імаго та відносну площу ураження контрольних листових пластин. Оскільки у метеликів цього виду найчастіше зимує лялечка, появу кожної генерації ми рахували з виходу імаго.

В умовах Херсонщини зимівля каштанової мінуючої молі відбувається як на стадії лялечки в опалому листі, так і на стадії імаго, що ховається в корі дерев. Важливо відмітити, що заляльковування може відбуватися в першій половині жовтня в листі. В рідких випадках при теплій погоді вересня та жовтня (осінь 2020 р) відмічається заляльковування на початку листопада.

Оскільки на Херсонщині зимові температури досить високі, а від'ємні температури зазвичай не тривалі, це створює сприятливі умови для зимівлі каштанової молі – нормальний перебіг діапаузи та виліт першої генерації навесні. Завдяки комфортним умовам літ імаго є досить численим, що пояснює високу долю ураження листків вже в червні.

Цілком ймовірно, що деякі особини-мінери впадають у сплячку у фазі імаго. У той же час метелики в жовтні вилітають з лялечок і глибоко зариваються в тріщини кори старих гіркокаштанів. Після зимівлі літ метелика починається в середині квітня. Масове вихід імаго збігається з цвітінням каштанів. Імаго не харчуються, а тільки спарюються. Це здебільшого відбувається на стовбурах і листках нижньої частини крони дерев.

Активність імаго другої генерації набагато вища – вони переміщуються по листках усієї крони дерева, сидять на стовбурах та літають в повітрі тим самим сприяючи широкому поширенню. Це можливо по-перше через масовість другої генерації та більш високої температури повітря в час їх льоту.

Після капуляції самки каштанової молі відкладають поодинокі яйця більш хаотично ніж самки першої генерації, однак переважаючим місцями також залишаються місця поряд з жилками. Особливістю відкладання є те, що після нього яйце вкривається липким безбарвним секретом, який засихає як тоненька плівочка, що робить яйце більш помітним на листку. Існує також специфіка екології відкладання яєць у самок різних генерацій - для першої характерне ураження листків нижньої частини крони, а друга генерація таких уподобань немає - вони відкладають яйця по всій кроні.

Ембріональний розвиток в яйцях другої генерації може тривати швидше личинок першої – 6-10 діб. Гусінь, що вилуплюється має такі самі біологічні особливості - формування міни личинками. Спочатку ці міни невеликі, овальні приблизно таких самих розмірів, іноді трошки більше. Потім міна розростається набуваючи неправильної форми (рис. 2.2).

Часто міни декількох гусіней зливаються одна з одною та мінами першої генерації утворюючи велику пляму. Але в такому випадку міни все одно добре проглядаються на світло і за наявності певної кількості темних бурих плям можна судити про кількість личинок, що приймають участь в утворенні загальної міни. █

Характерним також є додаткове ураження листових пластин гіркокаштану грибковими та бактеріальними інфекціями, що ще більше уражає паренхіму листа та спричиняє виснаження рослин.

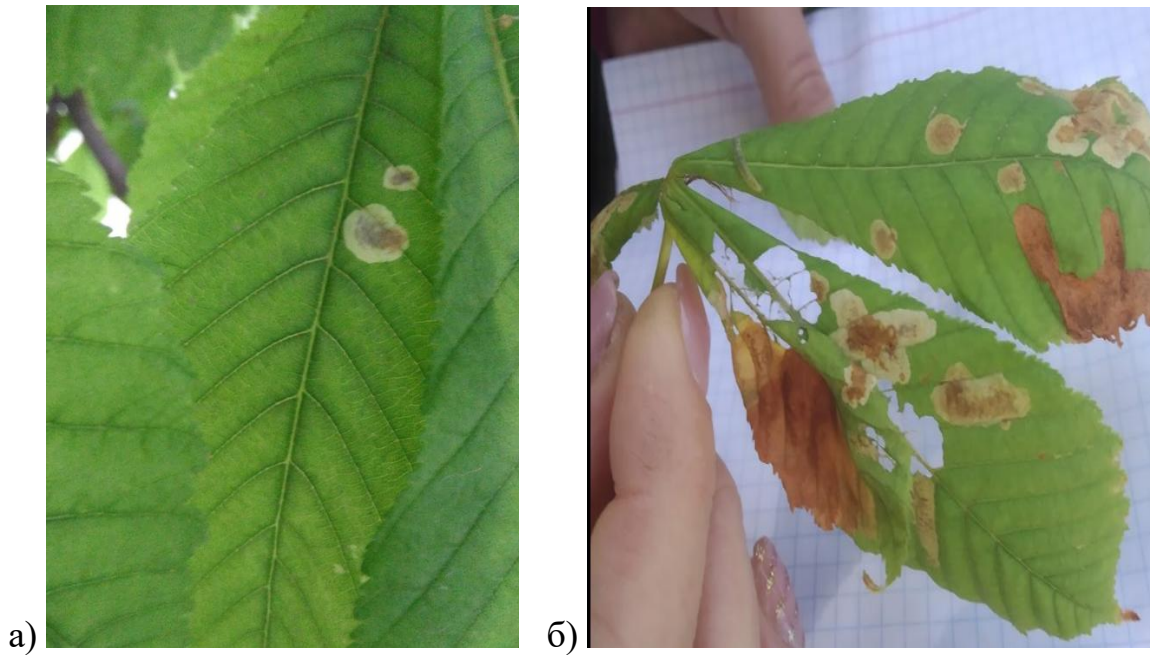


Рис. 2.2. – Міни личинок *Cameraria ohridella* на листках гіркогокаштану: а) Агробіостанції-ботанічного саду ХДУ 12 травня 2018 р. - 2 та 4 віку б) парку Херсонського державного університету (ім. Шумського) 21 жовтня 2019 р. - 3, 5 та 6 віку разом з погризами (фото Орлова-Гудім К.С.).

У результаті наших досліджень [10] в умовах Херсонщини зафіксовано розвиток чотирьох генерацій *Cameraria ohridella*. Встановлено, що літ першого покоління камерарії починається у квітні в залежності від погодних умов та ходу зовнішніх температур. Дати першої зустрічі імаго – 10.04.2018 р., 26.04.2019 р. та 29.04.2020 р. Після цього літ метеликів відмічали протягом травня і до середини вересня з характерним піком льоту в середині червня, що відповідає виходу вже другої генерації досліджуваного шкідника.

Аналогічно у першій половині травня відмічали на листах гіркогокаштану міни з личинками першого-другого віку, у другій половині травня – 3-5 віку, а на початку червня – екзувій лялечок та імаго другої генерації молі. Тривалість розвитку першої генерації становила 43–

58 діб  $\pm$  2 доби; розвиток другої та третьої генерації шкідника був достовірно швидшим – 40–52  $\pm$  1 доби, найвірогідніше, за рахунок більш стабільних високих температур влітку. Найбільш тривалим у часі є літ третьої генерації мінера – з початку серпня до середини листопада.

До кінця червня ураженими є 100% дерев гіркокаштану та усі листки на них з ураженням 62-95% паренхіми листкової пластинки. Можна говорити, що разом з грибковими ураженнями листа, *C. ohridella* провокує листопад у гіркокаштанів уже в середині літа і в свою чергу стимулює ці дерева на випускання нового листя у кінці серпня та повторного цвітіння у серпні чи навіть вересні. Четверта генерація мінерів найчастіше розвивається саме на таких молодих листках, і більше 27% з них встигають заляльковуватися перед зимівлею.

Результати отримані в ході цього дослідження опубліковані в статті де розкрити основні результати [10].

### **2.3. Біологічні та хімічні методи боротьби з мінером**

Зарубіжні та вітчизняні автори описують труднощі боротьби з каштановою мілью, що є наслідком того, що більшу частину життя представники виду проводить в листі, а також є чужорідним організмом і практично не має природних ворогів. Складність полягає в нездатності дерев гіркокаштана відновити листя після їх втрати [22].

Враховуючи, що каштанова міль може поширюватися як у листках і корі садженців, так і іншими шляхами, необхідно стежити за навколишнім середовищем, щоб виявити міну в усіх місцях зростання гіркокаштана. Особливо це стосується об'єкта з надзвичайно високої санітарно-гігієнічно-рекреаційною цінністю, де використовується або

може бути використаний крупномасштабний садівний матеріал з країн, де зареєстрований цей карантинний шкідник.

Біологічні засоби боротьби з охридським мінером ще досі не розроблені. У Європі комплекс природних ворогів мінера включає 24 види паразитичних комах, хижих птахів та членистоногих і патогенних мікроорганізмів. В усіх регіонах основу комплексу паразитичних комах, що можуть полювати на каштанового мінера є широкими поліфагами. Це характерно для інвазійних видів, оскільки спеціалізовані паразити та хижаки ще не з'явилися в нових локалітетах [23, 32, 37].

У 2005 році в Празі була проведена спеціалізована міжнародна конференція, що була присвячена саме проблемі вивчення каштанової мінуючої молі *C. ohhridella*, її біології, поширенню та методам захисту гркокаштанів. На сьогодні Європейським союзом поділяються спеціальні кошти для вирішення цих проблемних питань [39].

За дослідженнями М.Д. Зерової та інших [1] на території України знайдено щонайменше сім видів їздців, що є потенційними паразитами мінуючої молі *C. ohhridella* з родини хальцид (Eulophidae): клостероцерус *Closterocerus trifasciatus* Westwood, хрізохаріс *Chrysocharis nephereus* (Walker), мінотетрастіхус *Minotetrastichus frontalis* (Nees), *Sympiesis sericeicornis* (Nees), вишневі мухи *Pnigalio agraulis* (Walker), *P. pectinicornis* (L.) та хальцида *Tetrastichus* spp.

Найпоширенішим видом, який зустрічається на Херсонщині є хальцидоїдний їздець мінотетрастіхус *M. frontalis*. Цей вид є домінантом і у європейських країнах та потенційно може регулювати чисельність каштанової молі.

Серед хижих видів можна виділити дві групи тварин – ті що харчуються гусеню *C. ohhridella* старшого віку (4-6) та лялечками – це переважно комахоїдні птахи, що скльовують їх розриваючи міни

шкідника зверху. До другої групи відносять хижих комах, що своїм гризучим ротовим апаратом вигризають у верхній частині міни молі отвір та харчуються її гусінню та лялечками. Для України відомо, що гусениць, лялечок та метеликів каштанової мінуючої молі можуть поїдати синиці, зокрма, *Parus major*. До того ж вони не тільки роздзьобують міни, а й палюють на метеликів [7]. Також були знайдені міни з прогризеними отворами в місцях де досить часто зустрічалися сонечки видів *Adalia bipunctata* L. і *Coccinella septempunctata* L., личинки золотоочок *Chrysopa* sp. та личинки вуховерток *Forficula auricularia* L. [7], проте безпосередніх даних щодо того, які саме види хижих комах поїдають гусениць з пошкоджених мін сьогодні не відомо.

Швидке поширення виду по території багатьох країн призвело до того, що в даний час він виявився досить істотним шкідником кінського каштана. Це підштовхнуло дослідників до проведення робіт по виділенню його статевого феромону – (8E, 10Z)-тетрадека-8, 10-дієна, який був синтезований в Чехії при розробці заходів захисту [9]. В даний час в Україні відсутні розробки статевої феромону охридського мінера. Однак відстежувати появу фітофага і його поширення по території країни без застосування феромонних пасток неможливо. Необхідно пам'ятати, що феромони пастки не можуть бути засобом для захисту каштана. Вони є лише ефективним засобом для виявлення шкідника в нових місцях її проживання.

Оскільки гусениці шкідника не живуть вільно на поверхні листя, то застосування проти них препаратів як хімічних, так і біологічних, контактано-кишкової дії, не забезпечує надійного захисту. Отримати високий рівень смертності у гусениць шкідника можна при використанні так званих системних інсектицидів (БІ-58 новий, Данадим і т.п.). Їх використання в населених пунктах пов'язане з великими труднощами,

пов'язаними із забезпеченням високого рівня безпеки, і часто просто неможливо.

У ряді європейських міст позитивний результат отриманий при використанні «Дімілін». Особливо позитивно оцінений ефект від застосування «Дімілін» у Відні і ряді інших міст Австрії, а також в деяких містах Італії та Чехії. Слід, однак, мати на увазі, що в Україні дімілін ще не проходив випробування, і в Списку дозволених до застосування пестицидів і агрохімікатів немає регламентацій по його застосуванню для захисту каштана від охридського мінера [23].

Італійськими дослідниками [33] проведено дослідження використання системних інсектицидів у вигляді системних ін'єкцій імідаклоприду та абамектину. Препарат застосовували при одній системній обробці деревним деревом протягом травня, одразу після цвітіння. Всього було відібрано 77 760 листків для оцінки впливу на кількість мін, спричинених охридським мінером листя кінського каштана шляхом порівняння рівнів популяцій у оброблених та необроблених деревах. Середня кількість мін на лист склала від 0 до 106,54.

Обидва інсектициди вбивали шкідника, і їх стійкість визначається рівнем ефективності протягом другого року після обробки. Кількість мін на оброблюваних рослинах значно зменшилась, і за останній рік спостерігалось не більше трьох мін на листочок, порівняно з 64 мінами на контрольних заводах. Загальна зараженість знизилася до 82% [33]. З недоліків цього методу є висока ціна препарату, необхідність системних обробок та травмування дерев при введенні ін'єкції.

Вітчизняними дослідниками Савчиним Н.В. та Галушко А.О. [24] досліджувалася дієвість препаратів Вертімек 18 ЕС та Спінтор 240 СК. Виявлено, що ефективність дії обох препаратів становить близько 65 %, що дозволяє зменшити кількість личинок мінера у 15 разів.



З недоліків використання хімічних препаратів є їх висока ціна (5-30 доларів США на одне дерево) [33], необхідність системних обробок та травмування дерев при введенні ін'єкції. У випадку обробки інсектицидами має місце хімічне отруєння оточуючих, що значно знижує можливість використання препаратів в міських умовах.

Слід зазначити, що є позитивний досвід стримування зростання чисельності фітофагів при регулярному зборі та знищення опалого листя кінського каштана [7, 9]. Цей метод дозволяє прибирати і знищувати значну частину популяції шкідника тоді, коли лялечки знаходяться всередині листа. Роботу зі збору листя слід починати з того моменту, коли з'являється листовий опад, і проводити кілька разів протягом всього періоду листопада.

В силу того, що сильно пошкоджені мінером і патогенними грибами листя починає опадати вже з середини літа, то збір та знищення листя слід починати з кінця червня. В такому випадку можливо різко знизити як поширення шкідника, так і його шкідливість. Для того, щоб в озеленювальних посадках шкідник не зміг завдати істотної шкоди каштанам, необхідно організувати цілеспрямоване вивчення охридського мінера і завести спеціально підібраних ентомофагів з тих європейських міст, в яких шкідник вже давно влаштувався.

Є також успішні приклади інтегрованого захисту каштанів, засновані на використанні статевих феромонів [23]. Три напрямки на сьогодні вважаються найбільш перспективними

1. Використання феромонних пасток для контролю щільності популяції молі з метою визначення найбільш підходящого часу для обробок інсектицидами. Оскільки самці з'являються на тиждень раніше, ніж самки, то виявлення самців I покоління дозволяє своєчасно застосувати відповідні інсектициди проти ще не парувавшихся або тільки що вийшовших самок до початку яйцекладки. Ця комбінація

моніторингу молі феромонними пастками і обробками інсектицидами дає можливість істотно знизити чисельність I покоління, а також упередити зростання чисельності молі в наступних поколіннях.

2. "Метод дезорієнтації самців" полягає в насиченні крони дерева високими дозами синтетичного феромону, здатного порушити комунікативну поведінку самців і самок при спарюванні, а саме, позбавити самців здатності пізнавання самок, і таким чином не допустити їх копуляцію. Як було показано А. Сватосом зі співавторами, перевага цього методу полягає у високій ефективності феромону при його низькій концентрації, що, в свою чергу, робить його економічно перспективним, оскільки може бути використано невелику кількість досить дорогого синтетичного феромону.

3. Використання феромонних пасток для знищення (з інсектицидом "Trap-and-kill" - "зловити в пастку і вбити") або зараження самців патогенами або інсектицидами-регуляторами росту. Ефект досягається шляхом передачі інфікованими самцями біологічного агента самці [40].

Таким чином, боротьба з *C. ohridella* в умовах міста ускладнюється багатьма факторами – значна кількість дерев в густонаселених містах унеможлиблює повноцінну хімічну обробку пестицидами широкого спектру дії, внутрішньолистовий розвиток личинок вимагає ретельного вибору часу обробок інсектицидами, специфічні препарати, які знижують чисельність уражень на 50-65% мають високу собівартість, що не виправдовує себе. Тому найбільш дієвими заходами боротьби ми вважаємо:

- збір та знищення опалого листя каштанів кінських починаючи з червня місяця;

- перевірка посадкового матеріалу та просторова ізоляція дерев гіркокаштану при посадці та розділення їх іншими видами;

- проведення загальних агротехнічних заходів для оздоровлення насаджень (видалення слабких та сухих дерев та гілок, мінеральне підживлення та аерація ґрунту тощо);

- здійснення обробки дерев системними інсектицидами пролонгованої дії шляхом ін'єкцій.

Таким чином на сьогодні немає високоефективного методу боротьби з цим шкідником, що відкриває велике поле для досліджень біологічних методів боротьби – використання ентомофагів, бактеріальних і грибкових паразитів молі, феромонних ловчих поясів та також виведення гібридів дерев, стійких до впливу мінуючої молі.

## РОЗДІЛ 4

### МІЛЬ-ФІЛОФАГ ЯК ОБ'ЄКТ ВИВЧЕННЯ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ

Шкільна освіта в Україні на сьогодні знаходиться на етапі оновлення шкільних програм. Перехід на програми Нової української школи (НУШ) в якій існує великий вибір об'єктів для вивчення на заняттях і водночас потребує значного обсягу знань від вчителя молодших класів, а також вчителів-предметників і фахівців інклюзивної освіти [6].

Відповідно до Державного стандарту та Концепції Нової української школи та з метою стимулювання пізнавальної діяльності школярів програмою запропоновано значну кількість тем для класно-урочного розгляду а також орієнтовні теми проектів, які передбачають самостійну дослідницьку роботу дітей у тому числі безпосередньо з природними об'єктами.

Робота з зоологічними та ботанічними об'єктами безпосередньо у природі визначалася як елемент проблемного викладання і навчання ще В.О. Сухомлинським. Він обґрунтував важливість навчання дітей безпосередньо в природі одразу в декількох навчальних напрямках: активна діяльність учнів, розвиток здібностей, допитливості та використання різних методів викладання. Таким чином його погляди залишаються досить сучасними [13].

Філофаги (тварини що харчуються листям) в цілому є цікавими для вивчення дітьми будь якого віку, оскільки зазвичай розглядаються як шкідники. Стовідсоткове зараження усіх дерев гіркокаштану каштановою мінуючою міллю робить цього шкідника-філофага досить

зручним модельним об'єктом досліджень не тільки вченими-фахівцями, а і студентами та школярами. Особливість біології гіркокаштану полягає також в тому, що протягом вегетації він не відновлює листові пластини, як наприклад дуби чи клени.

До переваг *Cameraria ohridella* як об'єкта досліджень в шкільному курсі і під час позашкільних біологічних екскурсій можна вважати [10, 12]:

- легкість пошуку шкідника, оскільки заражені всі особини гіркокаштану, більшість стадій (гусінь) локалізуються в середині листової пластини та малорухомі;

- локалізація шкідника всередині листків дозволяє провести дослідження в стаціонарних лабораторних умовах, а також зафіксувати листові пластини у вигляді гербарних зразків.

- характерний для метеликів життєвий цикл, кожен зі стадій якого – яйце, гусінь-личинку, лялечку та імаго можна знайти та визначити відносно легко: імаго дрібні блискучі метелики з масовим льотом біля дерев гіркокаштану, а личинки та лялечки – в мезофілі листків гіркокаштану;

- легкість визначення і розрізнення стадій життєвого циклу – гусінь кожного віку мають свої розмірні та поведінкові особливості при формуванні “листової мина”, тому досить легко проводити моніторингові дослідження та слідкувати за розвитком, робити щорічні порівняння та досліджувати власне онтогенез метеликів;

- відсутність страху при роботі з об'єктом, не викликає огиди, не робить швидких та різких рухів;

- лялечки знаходяться в товщі листка у щільному «коконі» (екзувій), відносно легко знаходиться, фіксуються та зберігаються у лабораторних умовах до виходу імаго;

- досить невеликі розміри каштанової молі дозволяють її оглянути як неозброєним оком так і за допомогою ручної лупи,
- метелики хоч і невеликого розміру, але масово поширені в період вильоту поколінь та яскраво виглядають, особливо під збільшенням мікроскопу, – блискучі та яскраві;
- дрібні розміри каштанової молі дозволяють відпрацювати навички кропіткої роботи та розвивати зосередженість і дрібну моторику,
- масове поширення каштанової молі та відсутність необхідності його «зберігання» через шкідливість виду дають можливість багатократного повторення досліджень;
- декілька генерацій на вегетативний сезон дають можливість повторити дослідження з міллю, а також проводити аналіз та порівняння тривалості розвитку генерацій метелика між собою;
- існування на листках гіркокаштану одночасно з мінером ще і паразитичного гриба, що дає можливість порівняти площу ураження цими шкідниками та оцінити кумулятивний ефект.
- історичний аспект епідеміологічного поширення каштанової молі
- відомі сучасні методи боротьби або малоефективні, або досить дорогі, тож пошук дієвого та відносно дешевого способу припинення епідемії каштанової мінуючої молі є важливим з практичної точки зору;
- ріст чисельності відбувався стрімко, її дрібні лялечки та імаго поширювалися не тільки з посадковим матеріалом, а і на колесах автотранспорту, що говорить на ключову роль людини в інвазії цього шкідника.

Ми пропонуємо розглядати мінуючу міль в шкільному курсі безпосередньо на учбових заняттях, під час тематичних екскурсій в парк, пришкільну ділянку. Можливо також використовувати цей об'єкт, як в гуртковій роботі, так і в якості теми досліджень МАН.

Проаналізувавши шкільну програму, далі визначено основні теми де було б можливо згадати каштанову міль.

В початковій школі в складі інтегрованого курсу під назвою «Я пізнаю світ» (змістова лінія «Людина і природа») [17] вже розглядаються біологічні поняття.. Під час безпосереднього вивчення матеріалу, у дітей-школярів формуються поняття про рослини, їх органи та, зокрема, шкідники рослин. Враховуючи, що гіркокаштани – поширені види, то питання про причину зміни кольору та передчасна загибель їх листя також швидко виникає у дітей і потребує пояснення.

В середній школі (5–6 клас) згідно з навчальною програмою нової української школи (НУШ) «Пізнаємо природу» [17] каштанова міль може бути використана як приклад при формуванні уявлень дітей про взаємодію організмів між собою, харчові ланцюги, паразитизм та біоінвазію, як об'єкт практичних завдань та при формуванні навичок роботи з лабораторним знаряддям – лупа, мікроскоп, пінцет, препарувальне скельце тощо.

Модельні навчальні програми «Біологія» 7–9 класи НУШ [17], що вже розробляються зараз, продовжують формувати та закріплювати біологічні поняття та уявлення в учнів. В якості об'єкту каштанову мінуючу міль можна використовувати у наступних темах: «Членистоногі», «Індивідуальний розвиток», «Біологічні системи», «Середовище існування» та «Популяція».

Для старшої школи затверджені програми наразі ще не були оновлені, тож відповідно до затвердженої програми «Біологія та екологія» (2017) [4] каштанову міль як об'єкт можливо залучати для вивчення таксономії та систематичного положення видів, адаптації до паразитичного способу життя, дослідження структури екосистеми і вивчення біоінвазій. Додатково можна зазначити, що для старшої

школи наразі функціонують інтегровані курси, де також можливе використання даного об'єкта.

Оскільки Державним стандартом програмами впроваджено не тільки класно-урочний підхід до навчання, а і позаурочна робота зі школярами використовуючи оточуючі натуральні об'єкти, то можна вважати доцільним дослідження мінуючої каштанової молі і в цьому напрямку. Так, наприклад, вивчення розвитку каштанової молі можна використати як тему навчального проекту та об'єкт дослідження в ході різноманітних навчальних екскурсій для стимулювання пізнавальної діяльності (STEM освіта). В результаті проведених екскурсій з учнями, що включали в себе елементи визначення мінуючої каштанової молі та інших фітофагів, відмічається збільшення зацікавленості учнів дослідницькою діяльністю та стимулювання в них аналітичних мисленнєвих процесів [25].

Серед можливих напрямів досліджень можна виділити: фенологічні дослідження кількості генерацій та тривалості онтогенезу кожної генерації мінера, дослідження впливу інтенсивності пошкодження на продуктивність насіння гіркокаштана, дослідження за допомогою пасток та візуального огляду інтенсивності льоту метеликів каштанової молі при різних температурних умовах, розрахунок економічної доцільності саме використання різних методів боротьби з цим шкідником (ін'єкції, механічна обробка, виведення нових сортів гіркокаштану), робота з математичними моделями в прогнозуванні епідеміологічного поширення філофага, вивчення понять інвазійності та конкуренції каштанової молі з грибковими захворюваннями каштанового листя тощо.

Пошкоджене міллю листя гіркокаштану добре піддається гербаризації. На прикладі гербарних зразків листя можна визначати тип пошкодження – мінування, формування навичок опису та аналізу на



при виконанні завдань типу «Дати характеристику ураження листової пластини», «Визначити причину пошкодження (турбота про потомство або побудова укриття, харчування тощо)»

Таким чином, мінуюча каштанова міль ми вважаємо зручним об'єктом дослідження при реалізації навчальних програм з біології, екології та природознавства в цілому. Використання цього допомагає педагогу максимально наблизити вивчення біології до природи, зробити процес вивчення більш цікавим і емоційним. Це також дозволяє пробудити в школярів інтерес та цікавість до нового, бажання пізнавати оточуючий їх світ і допомагає краще і легше засвоювати навчальний матеріал.

## ВИСНОВКИ

1. Каштанова мінуюча моль з'явилася в Україні у 2001-2002 році в західних областях, а у Херсоні щонайпізніше у 2005 році, що вказує на високі темпи інвазійності цього виду. На сьогодні шкідником заражена вся популяція гіркокаштану.

2. *Cameraria ohridella* має характерний життєвий цикл, що дозволяє їй адаптуватися до міських умов: гусені локалізуються всередині листків, а лялечки витримують різні умови зимівлі та легко розносяться вітром і автотранспортом.

3. На Херсонщині нами зафіксовано розвиток чотирьох генерацій каштанової молі протягом вегетаційного сезону, що призводить до ураження майже всього листя та раннього його опадання у липні-серпні. Це провокує гіркокаштани до несвоєчасної появи нових листків та аномального цвітіння восени, яке досить сильно виснажує дерева.

4. Оскільки каштанова мінуюча міль – інвазійний вид, для неї практично відсутні природні вороги. В умовах України зафіксовано дев'ять видів паразитичних та хижих комах, які потенційно здатні уражати личинок та імаго молі, але вони не є специфічними для цього виду і практично не впливають на чисельність шкідника.

5. На сьогодні найбільш дієвими заходами боротьби з каштановим мінером є збір та знищення опалого листя каштанів кінських починаючи з червня місяця та здійснення обробки дерев системними інсектицидами пролонгованої дії шляхом ін'єкцій. Водночас специфічні препарати, які знижують чисельність уражень лише на 50-65%, мають досить високу собівартість.

6. Перспективним напрямком досліджень є розробка біологічних методів боротьби – використання ентомофагів, бактеріальних і

грибкових паразитів молі, феромонних ловчих поясів та також виведення гібридів дерев, стійких до впливу мінуючої молі.

7. Повсюдне масове поширення каштанової молі робить її зручним об'єктом для досліджень школярами. Серед переваг можна виділити легкість пошуку пошкоджень, гусені, лялечки, можливість фіксації листових пластин зі шкідником та проведення лабораторних досліджень, декілька генерацій на рік, легкість визначення стадій та віку личинки в листовій пластині, можливість використання розрахункових методик, відпрацювання навичок роботи з лупою тощо.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас европейских насекомых-энтомофагов : научное издание / М. Д. Зерова, А. Г. Котенко, В. И. Толканиц, Г. В. Никитенко, С. А. Гумовский, С. В. Свиридов. К.: Высшая школа 2010. 55 с.
2. Бабидорич М. М., Нарольский Н. Б., Никитенко Г. Н., Свиридов С. В., Баженова Т. Н., Симутник Е. И. Каштановая минирующая моль *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Украине. XI Междунар. симпоз. Нетрадиционное растениеводство. *Эниология. Экология и здоровье. III-й съезд МОС*. Алушта, 2006. С. 469–470.
3. Биология каштановой минирующей моли — *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) в Украине / Акимов И. А., Зерова М. Д., Нарольский Н. Б., Свиридов С. В., Коханец А. М., Никитенко Г. Н., Гершензон З. С. *Вестник зоологии*. 2006. № 40 (4). С. 321–332.
4. Біологія і екологія 10–11 класи. Рівень стандарту. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти / Міністерство освіти і науки України. 2017. 15 с. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
5. Бригадиренко В. В. Основы систематики комах : Навч. посіб. Донецьк: РВВ ДНУ, 2003. 204 с. URL: [http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner\\_material&id=412](http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=412)
6. Бутенко Н., Спринь О., Мороз Т. Підготовка майбутніх вчителів біології до організації освітнього процесу в інклюзивних класах. *Grail of Science*. 2023. Вип. 27. С. 476-479.
7. Гаманова О. М. Захист гіркокаштана звичайного від каштанової мінуючої молі. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 59. С. 45-53. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zikr\\_2013\\_59\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zikr_2013_59_9)

8. Голобородько К. К., Рябка К. О., Зайцева І. А., Кондратьєва К. В. Поширення та сучасний стан каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) у м. Дніпропетровськ. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2009. Вип. 14, № 2. С. 163-168. – URL: [https://sites.znu.edu.ua/bioindication/issues/2009-14-2/goloborod\\_ko\\_ryabka\\_zajtseva.pdf](https://sites.znu.edu.ua/bioindication/issues/2009-14-2/goloborod_ko_ryabka_zajtseva.pdf)
9. Особливості біології, екології та контроль чисельності каштанової мінуючої молі *Cameraria ohridella* Desch. & Dimic (Lepidoptera, Gracillariidae) в умовах українського Полісся / Дрозда В. Ф., Кочерга М. О., Мельничук С. Д., Гойчук А. Ф., Брайко В. Б. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23(2). С. 23-30. URL: [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23\\_2/23\\_Dro.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_2/23_Dro.pdf)
10. Калаус О.Ю. Каштанова мінуюча міль (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimic) як об'єкт вивчення в шкільному курсі біології. *Магістерські студії. Альманах*. 2023. Вип. 23. (передано до друку)
11. Калаус О., Орлова-Гудім К. До питання фенології *Cameraria ohridella* в умовах міста Херсон. *Збірник наукових праць ЛОГОС*. 2021. С. 79-80 URL: <https://doi.org/10.36074/logos-14.05.2021.v1.24>  
<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/issue/download/14.05.2021/531>
12. Калаус О.Ю., Орлова-Гудім К.С., Спринь О.Б. Використання каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Desch. & Dimic) в якості об'єкта вивчення та дослідження школярами і студентами. (передано до друку)
13. Карташова І. І. Методика навчання біології: робочий зошит для практичних занять для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр: Навчально-методичний посібник. Вид. 2-ге, переробл. й доповн. Херсон: ФОП Вишемирський В.С., 2021. 188 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/123456789/15415>

14. Кундельчук О. П., Орлова-Гудім К. С., Іосипчук А. М. Екологічна паразитологія : матер. для підготовки до практичних та семінарських занять : навч.-метод. посіб. для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр спеціальностей 091 Біологія і 014.05 Середня освіта (Біологія) денної та заочної форм навчання. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2021. 224 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/15072>
15. Левон Ф. М., Ільєнко А. А., Назарова Н. А. Современное состояние и проблемы сохранения конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях г. Киева. Проблемы озеленения крупных городов : матер. XI Междунар. науч.-практ. конф. М. : Изд-во "Фантом", 2008. С. 108-110.
16. Музика Л. В., Ужевская С. Ф. Распространение каштановой минирующей моли в городе Одессе. *Інтродукція, селекція та захист рослин*. Матеріали II міжнар. наук. конф. Т. 2. Донецьк, 2009. С. 10–105.
17. Модельні навчальні програми для 5-9 класів нової української школи (запроваджуються поетапно з 2022 року) / Міністерство освіти і науки України, 2022. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-5-9-klasiv-novoyi-ukrayinskoyi-shkoli-zaprovadzhuyutsya-poetapno-z-2022-roku> (дата звернення: 29.09.2023)
18. Навчальні програми для 1-4 класів / Міністерство освіти і науки України, 2022. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-pochatkovoyi-shkoli> (дата звернення: 29.09.2023)

19. Нікітенко Г. М., Свіридов С. В. Комплекс шкідливих членистоногих на кінському каштані в умовах м. Києва. *Захист і карантин рослин*. К., 2007. Вип. 53. С. 468–484.
20. Орлова-Гудім К. С., Шевченко І. В. Досвід використання гідробіологічних методів для моніторингових досліджень об'єктів природно-заповідного фонду. *Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні: Тваринний світ*. Серія: «Conservation Biology in Ukraine». 2020. Т. 16(2). С. 158-162.
21. Первое сообщение о появлении в Украине каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) на конском каштане обыкновенном *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae) / И. А. Акимов, М. Д. Зерова, З. С. Гершензон, Н. Б. Нарольский, А. М. Коханец, С. В. Свиридов. *Вестник зоологии*. 2003. Т. 37, № 1. С. 3-12. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/3624>
22. Попов Г. В. О находках каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Донецкой области. *Вестник зоологии*. 2008. Т. 42. № 5. С. 472.
23. Роговський С. В., Драган Г. І. Заходи боротьби з мінуючою міллю як шкідника гіркокаштана звичайного в умовах Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип. 19(1). С. 288-292. URL: [https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/1909/1/zaxody\\_borotby.pdf](https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/1909/1/zaxody_borotby.pdf)
24. Савчин Н. В., Галушко А. О. Аналіз стану заселення декоративних деревних насаджень каштановою мінуючою міллю (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) в умовах урболандшафту. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія Біологія. 2017. Вип. 43. С. 67-71.
25. Соляник К.В., Орлова К.С. Активізація пізнавальної діяльності учнів під час вивчення типів пошкоджень рослин шкідниками.

- Матеріали II Всеукр. конф. молодих науковців «Сучасні проблеми природничих наук», (Ніжин, 19-20 квітня 2017 р.). Ніжин: Науксервіс, 2017. С. 68.*
26. Селютіна О. В. Біоекологічні особливості каштанового мінера (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) у степовій зоні України. Автоерф. дис. .... канд. біол. наук. 03.00.16 – екологія. Біологічні науки. Дніпро, 2021. 170 с.
  27. Трибель С.О., Гаманова О.Н. Методи моніторингу каштанової мінуючої молі. Захист і карантин рослин . 2009. Т. 54. С. 404-417.
  28. Щербак Г. Й., Царичкова Д. Б., Вєрвєс Ю. Г. Зоологія безхребетних. К.: Либідь, 1995. Т.2. С. 248-252.
  29. Яковлева Л.М., Махиня Л.В., Огородник Л.Е., Щербина Т.Н. Бактерии – возбудители болезней каштанов в Киеве. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 139-141.
  30. Clabossi J. *Cameraria ohridella* Des. Microlepidaptero dannoso all'ippocastano biologia, distribuzione. *Notiziario ERSA*. 2000. 13, №3. P. 21–24.
  31. Deschka J., Dimic N. *Cameraria ohridella*. Sp. N. (Lep; Lithocolletidae) aus Mazedonien, Jugoslawien. *Acta Entomol., Jugosl.* 1986. 22, №1–2. S.11–23. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19891134403>
  32. Effects of defoliation caused by the leaf miner *Cameraria ohridella* on wood production and efficiency in *Aesculus hippocastanum* growing in north-eastern Italy / Salleo S., Nardini A., Raimondo F., Gullo M. A. L., Pace F., Giacomich P. *Trees*. 2003. Vol. 17(4). P. 367-375. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00468-003-0247-1>
  33. Ferracini C., Alma A. How to preserve horse chestnut trees from *Cameraria ohridella* in the urban environment. *Crop protection*. 2008. Vol. 27(9). P. 1251-1255. URL:



[https://www.researchgate.net/publication/248416610\\_How\\_to\\_preserve\\_horse\\_chestnut\\_trees\\_from\\_Cameraria\\_ohridella\\_in\\_the\\_urban\\_environment](https://www.researchgate.net/publication/248416610_How_to_preserve_horse_chestnut_trees_from_Cameraria_ohridella_in_the_urban_environment)

34. Hellrigl K. Die Verbreitung der Rosskastanien, miniermotle *Cameraria ohridella* Desch&Dem. *P. Ambrossi. Anzeiger für Schadeinskung.* 2000. Vol. 73, №2. P. 25–32.
35. Kovács Z., Stauffer Ch., Lakatos F. A vadgesztenyelevel- aknázómoly (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic 1986, Lepid., Lithocolletidae) európai elterjedésének genetikai vizsgálata. *Növényvédelem.* 2000. Vol. 36. P. 288-290.
36. Percival G. C., Banks J. M. Studies of the interaction between horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) and bacterial bleeding canker (*Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*). *Urban Forestry & Urban Greening.* 2014. 13(2). P. 403-409. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866714000065>
37. Perkins J. H. Insects, experts, and the insecticide crisis: the quest for new pest management strategies. *Springer Science & Business Media,* 2012. 290 p.
38. Pscorn-Walcher H. Zur Biologia und Populationsentwicklung der eingeschleppten Rosskastanen – Miniermotte, *Cameraria ohridella*. *Forstschutz Aktuell.* 1997, №21. P. 7–10.
39. Shupranova L.V., Holoborodko K. K., Pakhomov O. Y., Seliutina O.V. The influence of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) (Lepidoptera, Gracillariidae) on the activity of the enzymatic antioxidant system of protection of the assimilating organs of *Aesculus hippocastanum* in an urbogenic environment. *Biosystems Diversity,* 2019. Vol. 27, № 3, P. 238-243.

40. Sloz M. Untersuchungen Zur Befallsregulierung der Kastanienminiermotte durch natürliche Gegenspieler. *Forderungsdienst*. 2000. Vol. 48, N6. S.193–195.
41. Snieškienė V., Baležentienė L., Stankevičienė A. State of horsechestnut, *Aesculus hippocastanum* L., in Lithuania: diseases and pest damages. *Ekologija*. 2011. Vol. 57.2. P. 62-69 URL: [https://gamtostyrimai.lt/wp-content/uploads/2022/06/385\\_d6cfc88fe18d9fd4da633285594c62fa.pdf](https://gamtostyrimai.lt/wp-content/uploads/2022/06/385_d6cfc88fe18d9fd4da633285594c62fa.pdf)
42. Thalmann C., Freise J., Heitland W., & Bacher, S. Effects of defoliation by horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) on reproduction in *Aesculus hippocastanum*. *Trees*, 2003. N.17. P. 383-388.
43. Weryszko-Chmielewska E., Haratym W. Changes in leaf tissues of common horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) colonised by the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić). *Acta Agrobotanica*, 2011. Vol. 64. P. 11–22. URL: <https://pbsociety.org.pl/journals/index.php/aa/article/view/aa.2011.042>