

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ВОЛИНСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ**

Кафедра зоології

На правах рукопису

СОСНИЦЬКА АННА СВЯТОСЛАВІВНА

**БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КАШТАНОВОЇ МІНУЮЧОЇ МОЛИ
(*CAMERARIA OHRIDELLA* Deschka & Dimič) – ІНВАЗИВНОГО
ШКІДНИКА ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА ЛУЦЬКА**

Спеціальність 091 Біологія

ОПП Біологія

Робота на здобуття освітнього рівня «Магістр»

Науковий керівник:

ЗІНЧЕНКО ОЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ,

кандидат біологічних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № ____

засідання кафедри зоології

від _____ 2023 року

Завідувач кафедри зоології

проф. Сухомлін К. Б. _____

ЛУЦЬК 2023

Сосницька Анна Святославівна

Біоекологічні особливості каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) – інвазивного шкідника зелених насаджень міста Луцька

Анотація

Наукова робота присвячена вивченню біоекологічних особливостей каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) в контексті міста Луцька. За останні десятиліття цей вид став інвазивним шкідником, що значно впливає на зелені насадження міста та ставить під загрозу стан каштанових дерев. Даний фітофаг характеризується високим життєвим потенціалом та інтенсивним утворенням мін на листках, що призводить до зменшення фотосинтетичної поверхні, зміни кольору листя та його всихання. Відсутність природних ворогів, наявність достатньої кількості кормової бази, сприятливі умови для розмноження та розвитку сприяли поширенню даного шкідника на всій території України.

У роботі проаналізовано біоекологічні особливості, фенологія каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič), розраховані суми ефективних температур, і тривалість життєвого циклу кожної з 4-х поколінь молі та визначено ступінь ушкодження листкової пластини гіркокаштана звичайного.

У контексті Луцька досліджуються особливості розповсюдження молі, її взаємодія з міським середовищем та наслідки для екосистеми міста. Враховуються фактори, що сприяють інвазії каштанової мінуючої молі та зокрема вплив антропогенних чинників.

Отримані результати та висновки роботи можуть служити основою для розробки ефективних стратегій охорони та управління екосистемою міста, а також допомогти в уникненні подальшого руйнівного впливу каштанової мінуючої молі на міську флору та фауну.

Ключові слова: каштанова мінуюча міль, міна, інвазія, фітофаг, фенологія, кінський каштан звичайний.

Sosnytska Anna Svyatoslavivna

Bioecological features of the horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) – an invasive pest of green plantations in the city of Lutsk.

Annotation

This scientific work is dedicated to studying the bioecological features of the horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) in Lutsk city. Over the past decade, this species has become an invasive pest, significantly impacting the greenery of the city and posing a threat to the health of chestnut trees. This phytophagous insect is characterized by a high reproductive potential and intense formation of mines on the leaves, leading to a reduction in the photosynthetic surface, changes in leaf color, and wilting. The absence of natural enemies, the presence of an ample food base, favorable conditions for reproduction and development have contributed to the spread of this pest throughout the territory of Ukraine.

The study analyzes the bio-ecological characteristics and phenology of the horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič). We have calculated the effective temperature sums, and determined the life cycle duration for each of the four generations of the moth. The degree of leaf damage to common horse chestnut is also assessed.

In the context of Lutsk, the study explores the spread of the moth, its interaction with the urban environment, and the consequences for the city's ecosystem. Factors contributing to the invasion of the horse chestnut leaf miner, particularly the influence of anthropogenic factors, are taken into account.

The obtained results and conclusions of the study can serve as a basis for developing effective strategies for the protection and management of the city's ecosystem. Additionally, they can help prevent further destructive impact of the horse chestnut leaf miner on the urban flora and fauna.

Keywords: horse chestnut leaf miner, mine, invasion, phytophagous, phenology, common horse chestnut.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1. Походження та поширення каштанової мінуючої молі <i>Cameraria ohridella</i>	8
1.2. Таксономічне положення каштанової мінуючої молі.....	12
1.3. Будова та біологія каштанової мінуючої молі <i>Cameraria ohridella</i>	14
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	34
3.1. Біологічні та екологічні особливості каштанової мінуючої молі (<i>Cameraria ohridella</i>).....	34
3.1.1. Біологія розвитку каштанової мінуючої молі (<i>Cameraria ohridella</i>).....	34
3.1.2. Фенологія <i>Cameraria ohridella</i>	35
3.1.3. Тривалість розвитку різних стадій життєвого циклу <i>Cameraria ohridella</i>	47
3.2. Вплив екологічних факторів на кількість генерацій каштанової мінуючої молі <i>Cameraria ohridella</i> протягом сезону	51
3.3. Оцінка кількості мін на листковій поверхні <i>Aesculus hippocastanum</i> (L.) протягом вегетаційного сезону різних типів насаджень.....	55
3.4. Оцінка ступеня пошкодження листкової поверхні <i>Aesculus hippocastanum</i> (L.) протягом вегетаційного сезону різних типів насаджень.....	58
3.5. Методи боротьби з каштановою мінуючою міллю.....	64
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	70
ДОДАТКИ.....	75

ВСТУП

В зелених насадженнях міста широко використовується кінський каштан звичайний *Aesculus hippocastanum* (L.), який є унікальним індикатором забруднення повітря навколишнього середовища. Він відноситься до природних фільтратів очищення повітря, води та ґрунту від вихлопних газів та токсичних речовин, які викидаються промисловими підприємствами. Внаслідок впливу несприятливих абіотичних факторів середовища, зокрема, глобальних змін клімату та посилення техногенного навантаження, а також масового розмноження фітофагів стан каштанових насаджень суттєво погіршився.

Особливо кінський каштан звичайний *Aesculus hippocastanum* (L.) потерпає від каштанової мініуючої молі *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae), для якої він є основною кормовою рослиною.

Гусениці каштанової молі, харчуючись спочатку соком клітин верхнього епідермісу, а потім паренхімою листя, утворюють у них, як і всі мінуючі молі, характерні за формою та кольором «міни» – великі порожні порожнини, заповнені екскрементами та линковими екзувіями. У середині або наприкінці літа позбавлене хлорофілу листя всихає, а потім опадає, що призводить до повторного, так званого «осіннього цвітіння каштанів» (рис. 17). Пошкодження гусінню *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić листкових пластинок *Aesculus hippocastanum* (L.) в умовах зелених насаджень міста сягає від 5,0 до 84,5%.

Часткова чи повна втрата листя, чи дефоліація, зменшує інтенсивність фотосинтезу та погіршує загальний фізіологічний стан дерева. Розвиток молодого листя та повторне цвітіння впливають на фізіологічні механізми стійкості каштанів і в першу чергу на морозостійкість, що негативно позначається на можливості дерев успішно переносити зимівлю так і відновлення росту навесні і може призводити до їх загибелі.

Дослідження каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) є актуальним не лише як запобігання її поширення, але й для з'ясування термінів розвитку окремих поколінь та їхньої чисельності в умовах глобального

підвищення температури повітря, а також вивчення особливостей сезонної та багаторічної динаміки популяцій даного виду в різних типах міських насадженнях гіркокаштану звичайного.

Проблема захисту кінського каштана від *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič актуальна в даний час практично для всіх країн Європи, у межах якої цей вид більш ніж успішно поширився від часу свого першого виявлення 1984 р. на околицях оз. Охрид (Македонія).

Проект ЮНЕСКО «CONTROCAM» (2001-2003 рр.) з вивчення каштанової мінуючої молі та розробки методів боротьби з нею не приніс очікуваних практичних результатів, так само як остаточно не встановлено батьківщину каштанової молі, що дозволило б інтродувати до Європи місцевих видів ентомофагів для боротьби із нею.

Саме тому актуальним є дослідження біоекологічних особливостей каштанової мінуючої молі для вибору способів контролю над розповсюдженням мінера та виявлення ефективних методів боротьби з ним.

Мета роботи: встановити особливості сезонної динаміки щільності мін і фенології популяцій каштанового мінера (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) та провести моніторинг щорічних пошкоджень каштану звичайного даним інвазивним шкідником на території міста Луцька на основі відповідних показників перебігу температури повітря.

Для досягнення мети поставлено такі **завдання:**

1. Виявити екологічні особливості *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič різних типів паркових урбоекосистем в умовах міста Луцька.
2. Визначити вплив кліматичних умов на динаміку чисельності *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič.
3. З'ясувати ступінь щорічних пошкоджень крони та листя каштана звичайного каштанової міллю, що мінує, на ділянках дерев, що ростуть в умовах різного антропогенного впливу.

Об'єкт досліджень – популяції каштанового мінера (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) як елемент штучних екосистем гіркогоштанана звичайного (*Aesculus hippocastanum* (L.) в умовах міста Луцька.

Предмет досліджень – екологічні особливості впливу каштанового мінера (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) на онтогенез гіркогоштанана звичайного (*Aesculus hippocastanum* (L.) в умовах міста Луцька.

Методи досліджень – методи комплексних екологічних, ентомологічних, геоботанічних, досліджень, методи варіаційної статистики, методи аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів. Проаналізовано стан і фактори ушкодження насаджень гіркогоштанана звичайного, а також з'ясовані особливості заселення *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic та ступінь пошкодження *Aesculus hippocastanum* (L.) різних типів паркових урбоекосистем міста Луцька.

Практичне значення отриманих результатів. Результати досліджень можуть бути використані для організації екологічного та фіто-санітарного моніторингу, складання кадастру інвазійної фауни, здійснення програм зі збереження міських зелених насаджень.

Матеріали роботи можуть бути використані в навчальному процесі університетів під час викладання дисциплін «Зоологія», «Ентомологія», «Моніторинг довкілля», «Захист рослин», «Біологічний метод захисту рослин» та під час проведення навчальної практики студентів.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Походження та поширення каштанової мінуючої молі *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić

Каштанова мінуюча моль (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) вперше була виявлена в 1984 р. в Македонії на околицях оз. Охрид (Simova-Tosic, Filev, 1985). Надалі, як новий вид вона була описана Г. Дечкою та Н. Димичем у 1986 р. (Deschka, Dimić, 1986) [4, ст. 3].

Через 5 років, в 1989 р. було виявлено нове вогнище каштанової мінуючої молі з відстані 1000 км від оз. Охрид – в австрійському місті Лінці, (Puchberger, 1990). Існує припущення, що каштанова моль була інтродукована сюди ентомологами з метою вивчення, проте вони не вжили необхідних у таких випадках запобіжних заходів, щоб уникнути проникнення тварин за межі дослідних ділянок. Але так чи інакше, в Австрії утворилося друге вогнище, звідки протягом наступних кілька років відбулося стрімке поширення каштанової молі по країнах Південної та Центральної Європи [4, ст. 5].

К. Томічек та Х. Крехан (Tomiczek, Krehan, 1998) дослідили, що поширення каштанової молі йшло з Македонії та Австрії у радіальному напрямку. Протягом кількох років шкідник окупував сусідні країни, проникнувши в 1993 р. в Угорщину (Szaboky, 1997), Словаччину та Чехію (Šafránková, 1996; Skuhrahy, 1998), а 1994 р. – до Німеччини (Kraus, 1996).

Пізніше, в 1998 р. каштанова мінуюча міль була виявлена в Нідерландах (Stigter et al., 2000; Nieukerken, 2001) та Греції (Skuhrahy, 1999), а в 1999 р. – у Бельгії (Prins, Puplesi'ene, 2001) [4, ст. 6].

В даний час цей вид зустрічається практично у всіх країнах Західної, Центральної та Східної Європи, у тому числі в Угорщині (Szaboky, 1997), Хорватії (Maceljski, Bertie, 1995), Франції, Греції, Болгарії, Румунії (можливо Туреччині), в 2002 р. він досяг Англії та Данії на північно-заході та України на сході (Акімов та ін., 2003; Balder et al., 2004; Kenis et al., 2005).

Як зазначалося вище, вихідне місце проживання *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić і шлях, яким цей вид був завезений до Македонії, доки залишаються невідомими.

Спочатку приймалися дві гіпотези: не виключено, що вид був завезений до Європи з Північної Америки, де мешкають інші, відомі науці представники роду *Cameraria*, також мінуюче листя північноамериканських видів каштанів (наприклад, *Cameraria aesculisella* Champan на *Aesculus glabrata* та *Aesculus flava*) [4, ст. 11].

Згідно з другою гіпотезою, можна вести мову про те, що стосується цього виду східно-азіатського походження, трофічно пов'язаного з кленами і адаптувався в умовах Європи до харчування листям каштана.

Підставою для такого припущення послужили досліді Грегора із співавторами (Gregor et al., 1998), які показали, що в лабораторних умовах гусениці каштанової молі можуть успішно розвиватись на кленах.

Проте пошуки каштанової мінуючої молі за допомогою феромонних пасток у Північній Америці, Японії, Пакистані та Китаї надалі не підтвердили обидві ці гіпотези (Kenis et al., 2003). Таким чином, походження *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić досі залишається нез'ясованим.

В Україні каштанова мінуюча міль, як вид, вперше була ідентифікована у 2002 р. на цей момент вона вже досить широко поширилася у західному регіоні країни (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська та, можливо, Житомирська області), де вже сформувалися вогнища з високою чисельністю шкідника (Акімов та ін., 2003, Бабідорич, 2003) [19, ст. 23].

Перша публікація авторів про цю знахідку та можливі наслідки появи цього виду для урбанізованих територій, зокрема для Києва (Акімов та ін., 2003) ініціювала широкий інтерес до проблеми захисту каштанів, як з боку преси, так і на сторінках журналів прикладного характеру (Акімов та ін., 2003р, Лобановський, Федоренко, 2005); Гаманова, 2007) [19, ст. 25].

Публікації, що з'явилися, послужили поштовхом до отримання додаткових відомостей щодо можливого часу та місця появи *Cameraria ohridella* Deschka &

Dimic в Україні та її подальшого поширення. Але значна частина інформації, що надходила, не мала суворої наукової достовірності (особисті повідомлення, не підтвержені фотографіями або зборами тощо), а за відсутності досвіду за міни каштанової молі могли бути прийняті, наприклад, ушкодження, спричинені грибокком *Guignardia aesculi* [19, ст. 33].

Однак пізніше польові щоденники та фотографії одного із співавторів дозволили достовірно вказати регіон, де каштанова моль вперше проникла на територію України, а саме, її було зафіксовано у 1998 р. у с. Велика Бакта Берегівського району Закарпатської області (Бабідорич, 2003).

Отже, 1997-1998 рр. можна вважати найвірогіднішим періодом проникнення каштанової мінуючої молі в Україну. Експансія походить з Угорщини, де шкідник зустрічався з початку 90-х років.

Це збігається з часом, наведеним у роботі Сефрової та Ластівки. (Sefrova, Lastuvka, 2001), де, як зазначено за їх даними, східний кордон ареалу каштанової молі на 1998 р. припадає саме на Закарпатті.

Виявлення вогнищ каштанової мінуючої молі у центральних регіонах країни – у містах Київ та Горішні Плавні (Комсомольськ до 2016 р., Полтавська область) слід розцінювати як антропогенну інвазію, як відомо завезення транспортом є одним із 2-х основних способів поширення молі [19, ст. 28].

Щодо південних районів України та суміжних територій, то за прогнозами Сефрової та Ластівки (Sefrova, Lastuvka, 2001) знаходження виду на території Молдови та Одеської області ймовірно з 1999 року.

До цього часу *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic вже активно поширилася в західному регіоні країни: Житомирська, Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська області. В цих областях сформувалися осередки з високою чисельністю фітофага (Акимов та ін., 2003; Гниненко та ін. 2004; Зерова та ін., 2007; Нікітенко та ін., 2007; Гугля, Зінченко, 2008). *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic продовжує швидке розповсюдження на *Aesculus hippocastanum* (L.), він вже зафіксований у 40 країнах Євразії і в даний час почав освоювати азіатську

частину Туреччини. У 2016 році його ареал поширився на майже всю Україну [19, ст. 37].

Що стосується способу поширення каштанової молі, то переміщення повітрям (переліт метеликів на дерево, що стоїть поруч, або перенесення вітром) спочатку часто приймався як головний. Але надалі було показано, що основним способом експансії все ж є антропогенний – автомобілі, трейлери, поїзди та ін. Підставою для такого висновку, першопочатково висунутого 1997 р. Гейтландом і Метцгером (Heitland, Metzger, 1997), були численні випадки появи нових вогнищ каштанової молі в регіонах, значно віддалених один від одного і головним чином уздовж жвавих транспортних магістралей (автомобільні траси, залізниці, аеропорти та ін.).

Швидкість, з якою відбувається розселення каштанової молі, залежить від рельєфу місцевості та складає відповідно до Звіту Конвенції з Біологічної різноманітності для Європи приблизно 100 км за сезон (Second report..., 2002). У Німеччині каштановій мінуючій молі знадобилося 4 року на подолання відстані в 550 км у напрямку з півдня на північ та 5 років, щоб подолати відстань 300 км між західною Австрією та західною Швейцарією через Альпи (Gilbert et al., 2004) [4, ст. 12].

Щодо України, то каштанова мінуюча міль протягом 5 років у період з 1998 р. по 2003 р. у східному напрямку подолати відстань за 570 км від Закарпаття до Умані, що складає близько 114 км на рік та 380 км у північно-східному напрямку до м. Рівне, тобто приблизно 75 км на рік [13, ст. 163., 6., ст. 40].

Роль антропогенного фактору у швидкості поширення каштанової молі є визначальною, за даними Зерова М. Д., Нікітенко Г. Н. тільки протягом одного покоління в 2003 р. каштанова моль здолала 50 км вздовж траси між м. Дубно та м. Рівне [7, ст. 469].

Європейським Союзом було ухвалено Проект ЮНЕСКО «CONTROCAM» – «Європейська комісія в області біологічних матеріалів для нематеріальних матеріалів (Renewable Byproducts)», у 2001 р. з бюджетом 1767562 EUR [13, ст. 168].

Повна назва проекту: «Sustainable control of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae), як новий invasive pest of *Aesculus hippocastanum hippocastanum* in Europe» [9, ст. 121].

Абревіатура назви проекту утворена від англійського слова contro і почала латинську назву роду cam (*cameraria*).

У проекті брали участь такі установи: Department of Applied Zoology, TU Munich (Німеччина); Institute of Organic Chemistry and Biochemistry, Academy of Sciences of Czech Republic (Czech Republic); Zoology Institute, University of Bern (Switzerland); Dipartimento di Biologia, Università di Trieste (Italy); Департамент фортеці в Драма (Greece); INRA Station de Zoologie Forestiere (France); University of Agricultural Sciences, Institute of Plant Protection (Austria); CABI Bioscience Centre (Switzerland) [13, ст. 167].

В рамках проекту як головні напрямки були виділені такі 3 аспекти вивчення каштанової мінуючої молі:

1 – дослідження сьогодення та майбутнього впливу на кінський каштан каштанової мінуючої молі в європейських урбанізованих екосистемах та природних лісах на Балканах;

2 – розвиток інтегрованих методів боротьби з міллю;

3 – узагальнення отриманого досвіду для використання у випадках вторгнення на території країн ЄС інших екзотичних шкідників [14, ст. 126].

1.2. Таксономічне положення каштанової мінуючої молі

Відповідно до сучасної класифікації ряду Лускокрилі *Lepidoptera*, описаний у початку ХХ століття рід *Cameraria* Champ., 1902 відноситься до підродини *Lithocolletinae*, що входить до складу родини молей-пестрянок – *Gracillariidae* (Buszko, 1996) [32, ст. 13].

Таксономічний статус роду тривалий час залишався дискусійним. Назва роду *Cameraria* наводилася як синонім роду *Lithocolletis* Hubner, 1825 (Кузнецов, 1981), а назва роду *Lithocolletis* вказувалася як синонім назви роду *Phyllonorycter* Hubner, 1822 (Leraut, 1997) [32, ст. 20].

Самостійність роду *Cameraria* вперше була переконливо обґрунтована А. М. Герасимовим (1952), який показав, що у представників цього роду на стадії гусениці є додаткова 6-та стадія розвитку – «afaga», під час якої гусениця не харчується, а лише плете колиску.

У представників власне *Phyllonorycter* (*Lithocolletis sensu* Gerasimov) колиску плете гусениця останнього 5-го віку, зберігаючи при цьому здатність харчуватися. Згідно з Герасимовим наявність додаткової стадії, що не харчується, свідчить про більш просунуте у філогенетичному відношенні положенні роду *Cameraria* по відношенню до роду *Phyllonorycter*. Однак лише після публікації Кумати (Kumata, 1963) родова самостійність *Cameraria* була широко прийнята систематиками (Buszko, 1996; Норејка, 1997) [32, ст. 54].

У світовій фауні зараз відомо 80 видів роду *Cameraria*, поширених у Голарктиці (більшість видів) та Орієнтальної області (Lakatos et al., 2003).

Сучасні молекулярно-генетичні дослідження підродини *Lithocolletinae* на родовому рівні показали, що роди *Cameraria* і *Phyllonorycter* є сестринськими по відношенню один до одного і представляють собою монофілетичну гілку у вказаній підродині (Lopez-Vaamonde et al., 2003). Таким чином, було блискуче підтверджено думку А. М. Герасимова про самостійність цих родів, зроблену ним на 50 років раніше винятково виходячи з особливостей біології гусениць

Біологічна класифікація: [32, ст. 28].

Царство: Тварини (*Animalia*)

Тип: Членистоногі (*Arthropoda*)

Клас: Комахи (*Insecta*)

Ряд: Лускокрилі (*Lepidoptera*)

Надродина *Gracillarioidea*

Родина: Молі-стокротки (*Gracillariidae*)

Рід: *Cameraria*

Біноміальна назва: *Cameraria ohridella* Descha & Dimic, 1986.

1.3. Будова та біологія каштанової мінуючої молі *Cameraria ohridella*

Морфологічні ознаки. Імаго *Cameraria ohridella* Descha & Dimic невеликого розміру, довжина тіла становить 4,0-7,0 мм. Метелик покритий металево-блискучими лусочками. Голова, груди та тегули охристі, з домішкою білих лусочок. Вусики довгі, тонкі, з короткими сегментами, ниткоподібні. Губні щупики тонкі, загнуті доверху, щелепні щупики слаборозвинені, хоботок тонкий. Грудна частина *Cameraria ohridella* Descha & Dimic має сіро-земляний колір. Розмах передніх крил 7-10 мм. У прикореневому полі переднього крила відсутній прикореневий штрих. Передні крила буро-охристі з трьома білими поперечними перев'язями та з домішкою темно-бурих лусочок по краях перев'язей 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 бура. Задні крила буро-сірі з дещо світлішою бахромкою. Ноги білі, місцями темно-бурі (рис. 1.1) [29, ст. 371].



Рис. 1.1. Імаго каштанової мінуючої молі *Cameraria ohridella*

За зовнішніми ознаками чоловічі та жіночі метелики не відрізняються. Геніталії самки. Анальні сосочки склеротизовані, покриті волосками та щетинками. Передні та задні апофізи добре виражені. Антрум перетинчастий, з частковою двосторонньою латеральною склеротизацією. Копулятивна протока перетинчаста. Копулятивна сумка із сігнутом (рис. 1.2 А) [28, ст. 314].

Геніталії самця. Вальви вузькі, подовжені, в апікальній частині розширені і вкриті довгими волосками. Транстила та базальна частина вальви без виростів, що несуть філаменти. Прямокутний виступ на вальві відсутній. Вінкулум з саккусом (рис. 1.2 Б) [29, ст. 373].

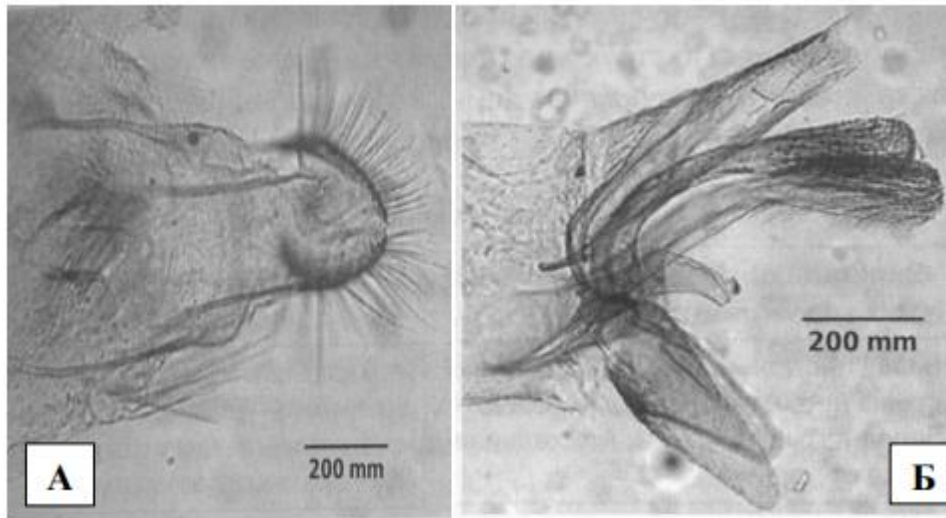
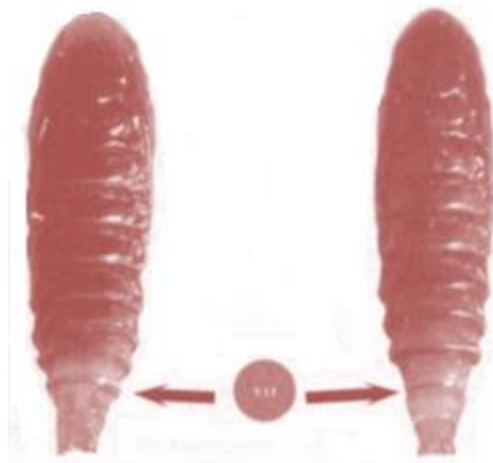


Рис. 1.2. Будова геніталій самки (А) і самця (Б)

Статевий диморфізм. У самців, на відміну від самок, 7-й сегмент дистально розширено, що було вперше відзначено Дж. Фрайзе та В. Гейтландом (Freise, Heitland, 1999). Статеві відмінності добре помітні вже на стадії лялечки (рис. 1.3) [2, ст. 321].



Мал. 1.3. Відмінності у будові лялечки *Cameraria ohridella*, самець (праворуч) та самка (ліворуч)

Розповсюдження. Європа, Мала Азія (Туреччина).

Життєвий цикл каштанової мінуючої молі, близький до такого, як у інших представників родини *Gracillariidae*, головною особливістю розвитку яких є гіперметаморфоз.

Під гіперметаморфозом мається на увазі різний спосіб життя та тип харчування гусениць молодших (1-3-й) та старших (4-5-й) віків, що відображається з їхньої зовнішньої морфології. Крім того, у циклі розвитку *Cameraria*, як це вже було обговорено вище, є додаткова б-я стадія – нехарчується, але пряде шовк і плете кокон (Герасимов, 1952) [2, ст. 323].

У *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič гусениці 1-3-го віку харчуються виключно рослинним соком клітин листя, при цьому вони утворюють міну в епідермальному шарі листка (рис. 1.4), або безпосередньо під епідермісом, у верхньому клітинному шарі палисадної паренхіми. Ця стадія розвитку гусениці називається «сокоїдною стадією» або «plasmophaga». Гусениця в цей період морфологічно адаптована до життя у «низьких» мінах. Вона відрізняється характерним сплющеним тілом, позбавленим грудних та черевних ніг, помітно розвиненими грудними сегментами, прогнатичною сплюснутою в дорсовентральному напрямку головою з сильно редукованими ротовими органами та нерозвиненим прядильним апаратом [2, ст. 325].

Гусениця першого віку довжиною 0,8 мм, світло-зелена, напівпрозора. Тіло сплющене, до заднього кінця сильно звужене. Перший грудної сегмент широкий (приблизно 0,2 мм), помітно ширше за інші сегменти грудей. Головна капсула довжиною 0,1-0,15 мм і шириною 0,11-0,2 мм, золотисто-коричнева, майже прозора [3, ст. 44].

Гусениця другого віку довжиною 2 мм, світло-зелена, напівпрозора, в світлих волосках. Головна капсула довжиною 0,24 мм і шириною 0,25 мм, золотисто-коричнева, майже прозора. Перший грудної сегмент широкий – в середньому 0,3 мм.

Гусениці третього віку довжиною приблизно 3,5 мм, жовтувато-зелені або блідо-жовті. Тіло в рідкісних світлих волосках; спинні щетинки на другому – третьому грудному і першому – восьмому сегментах черевця коричневі. Перший

сегмент грудей також ширше інших, шириною до 0,75 мм. Головна капсула довжиною 0,35 мм і шириною 0,40 мм, світло-коричнева, блискуча [19, ст. 63., 1, ст. 44].



Рис. 1.4. Гусениці каштанової мінуючої молі: 1 – гусениці 1-ого віку; 2 – гусениці 2-ого віку; 3 – гусениці 3-ого віку; 4 – гусениці 4-ого віку; 5 – гусениці 5-ого віку.

Починаючи з четвертого віку, гусениця каштанової молі переходить від харчування клітинним соком до живлення тканинами палісадної паренхіми листка. На цій стадії, що називається «тканиноїдною стадією» або «histophaga», гусениця утворює більш просторі та глибокі міни. Тіло гусениці 4-5-го віку набуває більш менш циліндричної форми, з добре розвиненими грудними та черевними ногами, напівпрогнатичною головою та добре розвиненими ротовими органами [19, ст. 65].

Гусениці четвертого віку довжиною 4,5 мм, зазвичай світло-зелені або жовтувато-зелені. Тіло більш-менш циліндричної форми, після п'ятого сегмента черевця помітно звужене до заднього кінця. Перший сегмент грудей шириною 0,78 мм. Головна капсула такого ж кольору, як і тіло, довжиною 0,35-0,4 мм і шириною 0,45-0,5 мм [19, ст. 66].

Гусениці п'ятого віку довжиною 4,5-6 мм, зеленувато-сірі. Тіло покривають волоски; спинні щетинки грудей і черевця чорні. Перший сегмент грудей 1,1 мм, найширшим тепер є третій сегмент, ширина якого 1,26 мм. Головна капсула коричнева [19, ст. 66].

Гусениця додаткового 6-го віку не харчується і пряде кокон. На відміну від гусениць попередніх вікових груп, на цій стадії, званої «нехарчової стадії» або «архага», відбувається редукція ротового апарату, є максимально розвинений прядильний апарат, а тіло гусениці набуває більш веретеноподібної форми, довжиною 4,2-5,5 мм. Тіло матове, блідо-зелене або білувато-жовте, в світлих волосках (рис.1.5., додаток Б., рис. Б.7.) [19, ст. 67].



Рис. 1.5. Стадії розвитку каштанової мінуючої молі: 1. – гусениця («сокоїдна стадія») II віку; 2 – гусениця («тканиноїдна стадія») IV віку; 3 – лялечка 4 – метелик.

Згідно А. М. Герасимову (1952) у роді *Cameraria* в межах нехарчової 6-ї стадії слід виділяти 2 віки: 6-й так званий «перехідний» і 7-й власне «прядучий» вік. Проте деякі дослідження цих даних не підтверджують – у міні на цій стадії розвитку виявляється лише один екзувій, тобто гусениця має 6 віків [19, ст. 73].

Життєвий цикл.

Каштанова мініуюча моль зимує на стадії лялечки у шовковистій колисці в мінах усередині опалого листа. Навесні самки, які відродилися відкладають яйця на верхній поверхні листа нижнього ярусу крони каштанів. Гусениці після відродження проникають у верхній епідермальний шар клітин листа, де живляться їх соком, а потім переходять до харчування тканинами верхнього шару палісадної паренхіми, утворюючи широкі міни, наповнені екскрементами та линьковими екзувіями [19, ст. 74].

Як говорилося вище, гусениця проходить 6 стадій розвитку, їх остання – нехарчова, під час якої гусениця має добре розвинений прядильний апарат і плете шовковисту колиску – тоншу влітку і більш щільну та товсту при догляді на зимівлю.

Лялькування дорослих гусениць здійснюється в колисці всередині міни. Перед відродженням імаго лялечка прориває колиску і висувається з міни приблизно на 2/3 – 3/4 довжини свого тіла (рис. 1.6., додаток Б., рис. Б.8).

Протягом сезону, залежно від мікрокліматичних особливостей біотопів в умовах України може розвиватися III-IV генерації молі. Таким чином, життєвий цикл розвитку каштанової молі завершується відходом на зимівлю лялечок III та/або IV генерацій відповідно. За даними зарубіжних авторів у Європі каштанова мініуюча моль може розвиватися у III-V генераціях з експоненційним збільшенням чисельності від генерації до генерації (Skuhrahy, 1998).

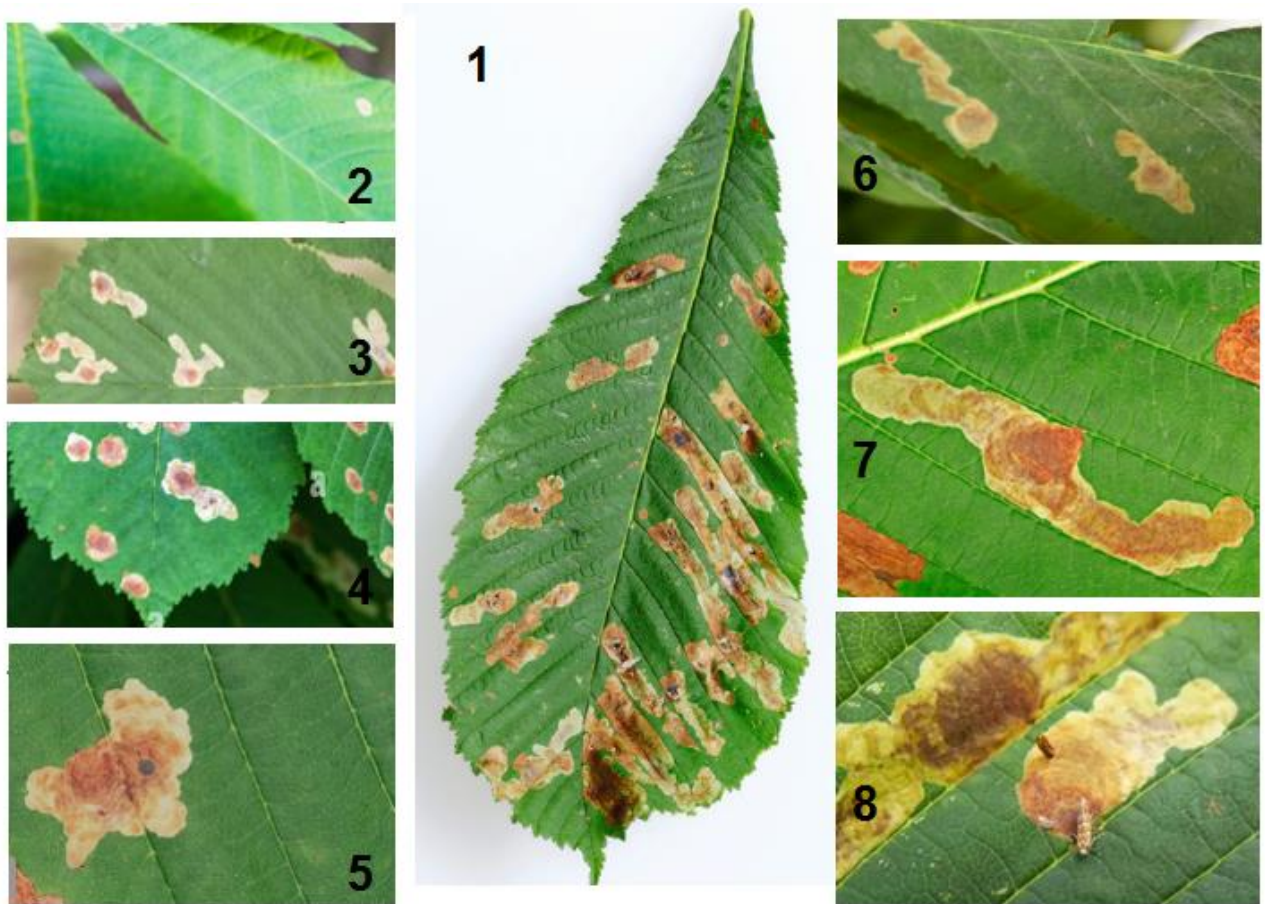


Рис. 1.6. Фото мін гусениць *Cameraria ohridella* різного віку на листі: 1 – загальний вигляд листка каштана з мінами різного віку; 2,3 – міна 1-го віку; 4 – міна 2-го віку; 5 – міна 3-го віку; 6 – міна 4-го віку; 7 – міна 5-го віку; 8 – екзувій лялечки після відродження імаго.

Поведінка імаго.

Імаго каштанової мінуючої молі, самки, які не відклали яйця, порівняно погано літають і намагаються триматися в межах штамба та крони одного дерева.

У зв'язку з тим, що політ імаго I генерації починається в кінці квітня – початку травня, він більшою мірою залежить від температурних показників цього періоду року і, таким чином, відбувається у вузьких часових інтервалах, ніж у наступних генерацій. А саме, метелики вилітають із лялечок у сонячні дні, переважно з 10:00 до 12:30. Першими вилітають самці, а через 7-10 днів починається масовий літ самок. Тому всі спостереження за поведінкою метеликів найзручніше проводити саме в цей період, коли протягом декількох днів спостерігається їх відродження та масовий літ, а кількість особин I генерації в

сформованих осередках може досягати 70-80 екземплярів та більше на 1 дм² штамба дерева (рис.1.7., додаток Б., рис. Б.1.) [19, ст. 83].



Рис. 1.7. Метелики каштанової мінуючої молі на штамбі каштана

Після свого відродження метелики намагаються, як правило, відразу сховатися у затінених місцях, проте далі вони концентруються на штамбах у зоні світлотіні. Як показали наші спостереження, у цей період протягом кількох діб основна маса дорослих особин концентрується на штамбах і скелетних гілках в нижній частині дерева. При цьому спостерігається виразна орієнтація імаго щодо сторін світла, а саме, з 15 до 18 години основна маса метеликів концентрується на освітленому сонцем стороні штамба (західна або південно-західна), часто в півтіні, і нерідко ближче до його підвітряної сторони, зміщуючись по стовбуру дерева слідом за сонцем.

Крім того, метелики можуть концентруватися також у нижній частині крони каштанів, на стовбурах близько розташованих дерев інших порід з грубою корою, на підрослі чи ґрунті.

Вивчення динаміки літа метеликів упродовж сезону також дозволяє визначити терміни початку та завершення розвитку окремих генерацій.

Налякані метелики, здебільшого, прагнуть повернутися на «своє» дерево і не відлітають далеко від місць виплodu. Така поведінка імаго відповідає особливостям хорологічної структури популяцій, властивою лускокрилим, яка виражається у виразній прихильності до місць відродження (Нікітенка, 1978). Цим у ряді випадків, ймовірно, можна також пояснити ситуації, коли поруч із сильно враженим міллю кінським каштаном може бути інший каштан, на листі

якого розвиваються лише поодинокі міні. Однак у таких випадках не виключена та фізіологічна стійкість окремих дерев.

Оскільки метелики наступного покоління, так само як і попереднього, намагаються триматися в нижній частині крони дерева або на траві під кроною, те, як іт, так і спарювання найчастіше відбувається в межах ярусу виплоду, а саме, в період розвитку 1-2-ї генерацій – у зоні підросту та нижньому ярусі крони. Тут же найчастіше самки відкладають яйця. При великій кількості молі самки в пошуках ділянок листової пластинки, придатних для відкладання яєць, піднімаються вище – до середнього або верхнього ярусу крони дерева, завдяки чому дерево протягом сезону ушкоджується не рівномірно і часто може спостерігатися виразна «шаруватість» крони.

За даними Фрайзе (Freise, 2001) самка каштанової мініуючої молі відкладає приблизно 20-40 яєць. Підраховано, що з 1 кг листя попереднього року навесні може народитися до 4500 екземплярів імаго, які (при співвідношенні статей, що дорівнює 0,5) можуть відкласти до 80000 яєць [18, ст. 23].

Розвиток на стадії гусениці.

Самка відкладає яйця на верхній стороні листка біля центральної жилки або вздовж бічних жилок 2-3-го порядку (рис. 1.6., додаток Б. рис. Б.9.).

Яйце світло-зелене, краплеподібної форми, діаметром 0,27 x 0,32 мм. колір напівпрозоро-зелений, зверху вкриті прозорою плівкою. Ембріональний розвиток яєць у першому поколінні триває в середньому 14 діб і залежить від температури та вологості навколишнього середовища [19, ст. 33].

Порожній хоріон яйця після відродження гусениці світлий, сірувато-білий, овальної форми, злегка ущільнений, добре помітний на аркуші під бінокуляром.

Відмінності в типі живлення гусениць каштанової мініуючої молі різних за віком помітні за формою та розміром утворених нею мін, а також у формі та фарбуванні екскрементів – ознаках, які широко використовуються сьогодні для ідентифікації мінуючих молей.

Гусениця. 1-й вік – «сокоїдна стадія» або «plasmophaga». Відразу після відродження гусениця проникає під кутикулу листка в епідермальний шар

клітин, де харчується їх соком, зазвичай утворюючи прямий, або злегка вигнутий хід уздовж жилки, рідше убік від неї.

Епідермальна частина міни на цій стадії розвитку гусениці сріблясто-білого кольору, довжиною 0,7-1,5 мм і шириною 0,3-0,5 мм. Екскременти на цій ділянці міни мають вигляд чорної серединної лінії шириною 0,05 мм на початку і 0,08 мм наприкінці, утвореної окремими, з'єднаними між собою плямами. Надалі гусениця утворює в епідермальному шарі листка плямоподібну міну діаметром близько 1 мм, де відбувається перша линька. Лінія екскрементів у цій частині міни утворює коло неправильної форми. Іноді плямова частина міни має блідо-коричневий колір. Це свідчить про те, що в окремих випадках гусениця 1-го віку вже може харчуватися соком клітин верхнього шару палісадної паренхіми [8, ст. 27].

У цьому віці гусениця світло-зелена, напівпрозора, її довжина сягає 0,8 мм. Тіло гусениці ущільнене, сильно звужене до заду і по формі нагадує трикутник. Перший грудний сегмент помітно ширший за інших і становить приблизно 0,2 мм. Головна капсула золотисто-коричнева майже прозора, її довжина дорівнює 0,1-0,15 мм, ширина – 0,11-0,2 мм [8, ст. 27].

Екзувій гусениці після линьки на 2-й вік білувато-сірий, його найбільша ширина дорівнює 0,28 мм, довжина – близько 0,5 мм. Головна капсула в більшості випадків знаходиться на певній відстані від екзувію.

2-й вік. У цьому віці гусениця каштанової молі повністю переходить до харчування соком верхнього шару клітин палісадної паренхіми, розширюючи міну по колу. До кінця 2-го віку утворюється міна округлої форми діаметром близько 2-3 мм. Верхня плівка цієї частини міни має щільну структуру коричневого кольору та візуально добре виділяється на загальному тлі міни, екскременти зазвичай повністю вистилають дно міни (рис. 1.4., додаток Б., рис. Б.2., Б.3.) [8, ст. 28].

Гусениця цього віку світло-зелена напівпрозора, у світлих волосках, довжина її тіла досягає 2,0 мм, головна капсула золотисто-коричнева, майже

прозора, довжиною 0,24 мм, і шириною 0,25 мм. 1-й грудний сегмент, як і раніше, виразно розширений і становить в середньому 0,3 мм [8, ст. 28].

Линька в більшості випадків відбувається в центрі міни, де залишається линьковий екзувій довжиною 1,75 мм і шириною 0,25-0,3 мм. Головна капсула в більшості випадків знаходиться на певній відстані від екзувію.

3-й вік. У цьому віці гусениця каштанової молі продовжує харчуватися соком верхнього шару клітин палісадної паренхіми. На початку гусениця розширює міну по колу, при цьому екскремент повністю покриває дно міни, утворюючи концентричні кола чорного кольору. Ця частина міни округлої форми діаметром 6,0-8,0 мм темно пофарбована і добре помітна (рис. 1.4).

Наприкінці 3-го віку гусениця розширює міну в обидві сторони між паралельними жилками, або в один бік, якщо міна розташовується поруч із центральною жилкою. Ця частина міни світліша; розміри міни збільшуються до кінця віку до 10 мм [8, ст. 28].

Довжина гусениці у цьому віці досягає 3,5 мм. Тіло жовтувато-зелене або блідо-жовте, опушене рідкісними світлими волосками, дорсальні щитки на 2-3-му грудному та 1-8-му черевних сегментах коричневі, 1-й грудний сегмент також найбільший, довжиною до 0,25 мм і шириною до 0,75 мм. Головна капсула світло-коричнева, блискуча, довжиною 0,35 мм, шириною 0,40 мм.

Линька відбувається в дистальному кінці міни, линьковий екзувій має добре виражені коричневі блискучі грудні щитки. Його довжина близько 3 мм, і максимальна ширина близько 0,75 мм. Головна капсула в більшості випадків знаходиться на певній відстані від екзувію [8, ст. 28].

4-й вік – «тканинні стадія» або «histophaga». У цьому віці гусениця переходить до живлення тканинами вже всіх шарів палісадної паренхіми, збільшуючи довжину міни загалом до 16 мм (рис. 1.4., додаток Б., рис. Б.3.).

Довжина тіла гусениці сягає 4,5 мм. Тіло більш-менш циліндричної форми, після 5-го черевного сегмента помітно звужене до заду, 1-й грудний сегмент шириною 0,78 мм і довжиною 0,26 мм. Забарвлення тіла зазвичай світло-зелене

або жовтувато-зелене. Забарвлення головної капсули приблизно відповідає кольору тіла, її довжина 0,35-0,4 мм, ширина 0,45-0,5 мм [8, ст. 29].

Екзувій світлий, білувато-сірий. Линьковий екзувій завдовжки близько 3,5 мм та найбільшою шириною близько 0,8 мм. Головна капсула в більшості випадків знаходиться на певній відстані від екзувію.

5-й вік. Гусениця продовжує харчуватися тканинами палисадної паренхіми, збільшуючи довжину міни в середньому від 18 мм до 31 мм та ширину від 6-8 мм до 12-14 мм. Харчування гусениці відбувається головним чином між двома бічними жилками, але іноді між трьома або більше жилками, у разі міна перетинає кілька бічних жилок. Кінцева частина міни близько 4 мм завдовжки більш забарвлена, без екскрементів (рис. 1.4).

Перед линькою здебільшого гусениця повертається до центру міни, рідше до краю ділянки міни, утвореної гусеницею 3-го віку, де линяє на 6 вік.

Гусениця цього віку довжиною 4,5-6 мм, зеленувато-сіра, у світлих волосках, дорзальні щитки грудей та черевця чорні, 1-й грудний сегмент шириною 1,1 мм, найширшим є 3-й черевний сегмент, його ширина складає 1,26 мм. Головна капсула коричнева [8, ст. 29].

Екзувій чорно-сірий, знаходиться зовні від колиски в безпосередній близькості від неї на верхній плівці міни. Довжина екзувію 4,0-5,0 мм.

Головна капсула зазвичай прикріплена до екзувію, її довжина дорівнює 0,7 мм, ширина 0,75 мм.

6-й вік. У цьому віці гусениця не харчується. Гусениця очищає округлу ділянку від екзувій та головних капсул попереднього віку та готує колиску для лялькування округлої або овальної форми 6-7 мм діаметрі. У тих поодиноких випадках, коли місце лялькування захоплює ділянку міни, утвореної гусеницею 1-2-го віку, линькові шкірки цих віків залишаються в області, що розчищається, оскільки вони зазвичай щільно приклеєні до дна міни екскрементами. Далі ця ділянка міни обплітається з усіх боків тонким щільним шаром білої павутини, всередині нього і відбувається лялькування (рис. 1.4) [8, ст. 29., 5, ст. 57].

Загалом гусениця 6-го віку відрізняється від гусениць іншого віку більш веретеноподібною формою. Тіло матове від блідо-зеленого до білувато-жовтого кольорів з тілесним відтінком, у світлих волосинках. Грудні та черевні ноги також добре розвинені, як і у гусениць 4-5-го віку. Довжина гусениці 4,2-5,5мм. Забарвлення головної капсули приблизно таке саме, як і тіла: від блідо-зеленого до блідо-коричневого кольору; її ширина 0,45 мм, довжина 0,5мм.

Екзувій сильно зморщений, світло-сірий, завдовжки 1-2,5 мм. Головна капсула прикріплена до екзувію. Тривалість розвитку гусениці становить 24-35 діб.

Лялечка темно-коричнева, в коротких світлих волосках, завдовжки 3,25-3,7 мм і найбільшою шириною на рівні грудей 0,7 мм; вершина голови характерної дзьобоподібної форми [8, ст. 28., 5., ст. 57].



Рис. 1.8. Лялечка каштанової молі, що мінує, на листках кінського каштана.

Перед виходом метелика лялечка клювовидною частиною голови прориває верхню плівку міни та висовується назовні зазвичай на 2/3 або 3/4 своєї довжини (рис. 1.8., додаток Б. рис. Б.8.) [8, ст. 29].

Тривалість розвитку стадії лялечки окремої генерації складає 7-14 діб влітку та до 6 місяців у період зимівлі.



Рис. 1.9. Пошкодження мінами мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) листя каштана

Відмінні риси описаних вище етапів формування міни візуально добре виражені за умови, якщо листя каштану не перезаселено мінами, тобто. міни розташовані більш менш роздільно.

При високій щільності популяції каштанової молі, коли кількість мін може становити кілька сотень на кожну листову пластинку, що відбувається злиття мін, утворених гусеницями різного віку, з утворенням однієї загальної міни. У цьому випадку спостерігається конкуренція між гусеницями за кормові ресурси, внаслідок якої багато хто з них гинуть. В такому у разі, визначення віку міни за

її формою утруднене і вимагає певного досвіду. В окремих випадках гусениця може розширювати міну не лише між двома паралельними жилками 2-го порядку, але й багаторазово перетинати ці жилки, розширюючи міну вздовж аркуша паралельно центральній жилці або вздовж краю листової пластинки (рис. 1.9) [19, ст. 39].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для озеленення міста використовують три основних типи насаджень *Aesculus hippocastanum* (L.): лінійні (алейні), групові та одиночні.

Нами проводилися дослідження групових та лінійних посадок *Aesculus hippocastanum* (L.). Дерева гіркокаштана обстежували за загальноприйнятими методики. Обстеження зелених насаджень проводилися навесні, влітку та восени в кожному обліковому пункті раз на тиждень від початку розвитку листя і до його опадання. Листя середньої формації по 5-7 штук відбирали на річному вегетативному прирості з нижньої третини крони південної експозиції в суху ясну погоду в період масового заселення (липень-серпень) 2022 – 2023 років від п'яти дерев гіркокаштана звичайного одночасно з кожної дослідної ділянки. Всього досліджено 40 дерев. Всі дерева гіркокаштана звичайного мали діаметр понад 30 см і вік понад 50 років.

Фенологічні спостереження за комахами включали їх облік і збирання в природі на різних фазах розвитку з подальшим їх аналізом в лабораторії кафедри зоології факультету лісового та садово-паркового господарства ВНУ імені Лесі Українки.

При вивченні фенології суми ефективних температур в основу термічних ресурсів періоду розвитку організму розраховували шляхом безпосереднього підсумовування зафіксованих метеослужбою температурних показників.

Під час аналізу погодних умов використовували дані метеостанції міста Луцька за 2022-2023 роки (метеостанція радіоаматора UR3PDA. Висота над рівнем моря 193 м, над землею 12 м, координати 50.754.25.312). Дані доступні на таких сервісах як: Веб панель

<https://w.denied.org.ua/fb/index.html?load=lutsk.json> <https://narodmon.com/3580>

Власна сторінка з графіками <https://w.denied.org.ua/myesp.html>, які побудовані через <https://thingspeak.com/channels/237940>.

Суми ефективних температур ($\Sigma\text{еф.}$) для кожної генерації каштанової мінуючої молі розраховувались згідно методики Г.Т. Селянікова (1939) за формулою:

$$\Sigma\text{еф.} \frac{A+B}{2} \times D,$$

де А – гранична температура; В – середня температура за місць; D – кількість днів із середньою температурою, яка перевищує граничну [19, ст. 44].

У своїх розрахунках ми враховували величину нижнього термічного порогу розвитку різних стадій лускокрилих, складову для яйця +9,5°C, для гусениці +9,2°C, для пронімфи +9,5°C, для лялечки +10,0°C та для імаго +7,0°C (Данілевський, 1961; Кожанчіков, 1961). З урахуванням того, що зимуючою стадією у каштанової мінуючої молі є лялечка, порогова температура для початку розвитку 1-ї генерації прийнята нами +10°C.

Надалі на основі розрахунку даних, отриманих в результаті обчислення, а потім середніх конкретних показників тривалості життєвих циклів та отриманих сум ефективних температур, розраховували потенційно можливу кількість поколінь каштанового мінера.

Облік заселеності листків каштану мінами моля каштанової кожної генерації уможлиблюють з'ясувати рівень шкідливості фітофага.

Для обліку кладок яєць та мін на листках з кожного облікового дерева зрізали 4-8 листків із чотирьох боків крони. В лабораторії обліковували загальну кількість яєць та мін на листках.

Обліки кладки яєць обліковували в штуках на листок. Оскільки за розміром листки каштанів суттєво відрізняються, то кладку яєць обліковували на чітко визначеній площі 2,5x4 см. Рамку, виготовлену з тонкого оргскла, накладали на листок поперек центральної жилки і підраховували яйця у вирізі.

Після підрахунку кількості мін на листок визначали їхню щільність на площі 10 см². Паралельно вимірювали довжину кожної з 10 мін для встановлення віку гусениці та коефіцієнта заселеності листків. Вік гусениці розраховували за формою і розміром мін, розмірами тіла, головної капсули.

Для оцінки загального та фітосанітарного стану насаджень каштану проводили маршрутні обстеження за існуючими методиками (Бугаєв, 1977). Моніторинг стану (спостереження, облік, виявлення вогнищ фітофага) проводили в основні фази розвитку дерев: початок набрякання бруньок; під час розгортання бруньок; поява молодих листків (крона ажурна, просвічується); повне залистлення (крона щільна); під час масового льоту метеликів, відкладання яєць; під час появи гусениць молодших віків кожної генерації [17, ст. 29].

Для визначення загальної площі, темпів поширення та інтенсивності заселення каштановою мінуючою міллю, виявлення осередків масового розмноження даного фітофага проводили обстеження каштанових насаджень наприкінці серпня – початку вересня.

Загальний стан насаджень каштана оцінювали за шкалою Воронова А.І. (табл. 2.1.).

Таблиця 2.1.

Шкала оцінки стану крони дерев (Воронов А.І.)

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 лисків 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

Суттєві відмінності у формі та фарбуванні мін різного віку дозволяють визначити вік гусениці каштанової молі безпосередньо в польових умовах, не вдаючись до лабораторних досліджень, що значно полегшує проведення заходів щодо моніторингу цього шкідника (рис. 1.6).

Ступінь ураженості листкових пластинок гіркокаштана звичайного *Cameraria ohridella* оцінювали візуально за модифікованою шкалою запропонованою Зеровою М. Д. та ін. (2007). Перевага даного методу полягає в тому, що використовується не прямий підрахунок кількості мін на листовій платівці, а дається візуальна оцінка ступеня ураження листової розетки в цілому згідно з наведеною нижче схемою (рис. 2.1) [18, ст. 49].

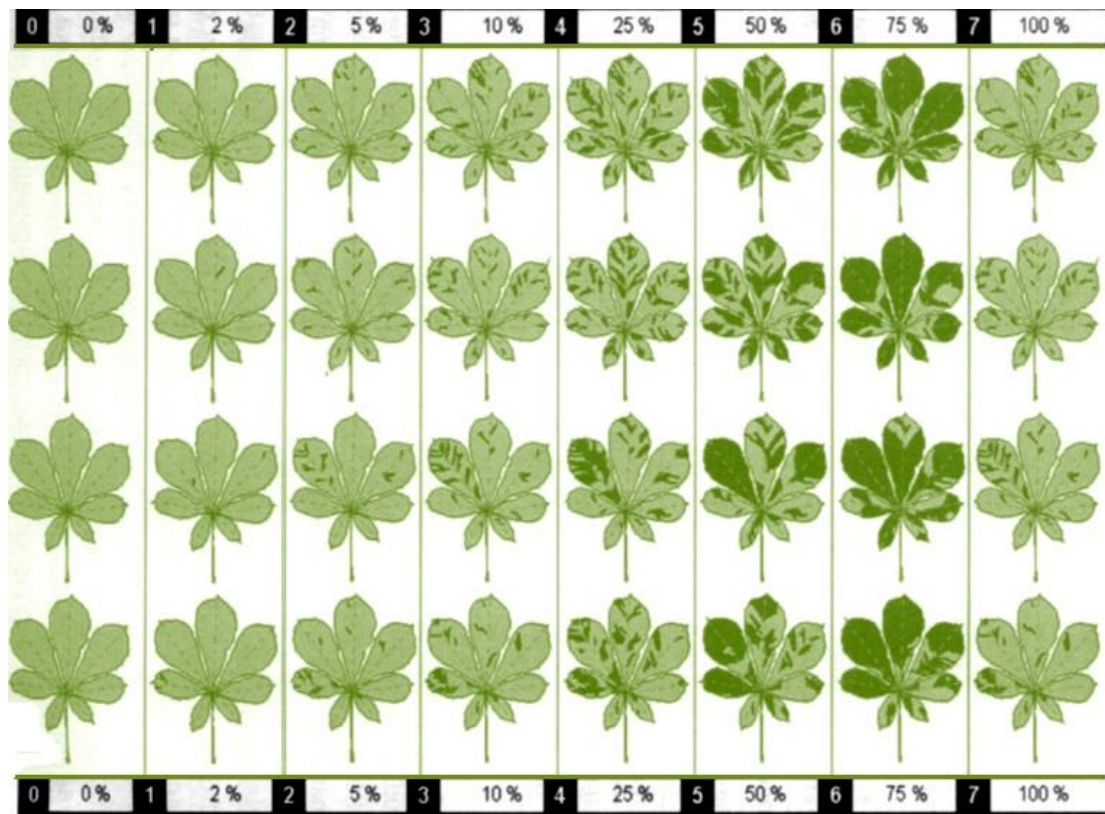


Рис. 3.2. Визначення ступеню ураження *Cameraria ohridella* пошкодженого листа *Aesculus hippocastanum* (L.) в залежності від загальної площі мін (за Зеровою, 2007)

В результаті польових досліджень було зібрано личинки (гусениці), личинкові шкірки, лялечки та кокони, дорослі особини, пошкоджене листя (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2.

Результати польових досліджень

п\№	Вид шкідника	Личинка (гусениця), шкурки	Лялечки і кокони	Дорослі особини
1.	Каштанова мінуюча моль	514	570	527

РОЗДІЛ 3.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Біологічні та екологічні особливості каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella*)

3.1.1. Біологія розвитку каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella*)

Нами досліджено біологічні особливості каштанової мінуючої молі [92]. У наших умовах дорослі особини є невеликого розміру, довжина становить 4,5-8,1 мм, а розкриття крил 7,3-10,7 мм. Тіло зверху вкрите металевоблискучими лусочками, а голова червона. Вусики ниткоподібні з короткими члениками, довгі, останні членики досягають кінця лускатих крил. Грудна частина має сіро-грунтовий колір. Передні крила бурохристі, вершина безладно всипана чорнуватими лусочками, завдяки цьому апікальна точка відсутня, а також має три пари, вигнуті білі базальні лінії, які з зовнішнього боку тонко оточені чорною смужкою, черевна частина і задні крила – сірі, з світлими. Ноги білуваті, на яких розташовані чорні крапки.

За зовнішніми ознаками чоловічі та жіночі метелики не відрізняються. У самців 7-й сегмент дистально розширений і за розміром тіла самок трохи більше за самців.

На початку травня із зимуючих лялечок переважно в першій половині дня з'являються метелики, в другій половині дня випадки відродження метеликів спостерігається поодинокі, вже на 5-й день спостерігається активний літ метеликів та спарювання. Через тиждень після спарювання самки починають відкладати яйця на верхню поверхню листка каштана біля бічних жилок 2-3 порядку. Яйця розташовуються безладно, кількість сягає від 17 до 77 шт.

Яйця дрібні, діаметр становить 0,26-0,33 мм, мають краплеподібну форму, колір напівпрозора-зелений, зверху вкриті прозорою плівкою. Ембріональний розвиток залежить від температури та вологості навколишнього середовища та

триває близько 1 – 2,5 тиждень. Тобто гусениці першої генерації відроджуються при переході температури повітря вище $+15^{\circ}\text{C}$. Гусениці утворюють коричнево-білі міни і у своєму розвитку проходять 6 віків. Відроджені гусениці проникають в тканину листка, формують тонкі та короткі галереї вздовж жилки завдовжки 0,1 мм, потім її розширює. Міна набуває овальної форми 0,3 мм в діаметрі, максимально площа міни становить $3,5\text{ см}^2$. Вже у 5-ому віці гусениця робить міну у вигляді широкої галереї. У одній міні розвивається лише одна гусениця. В третій декаді травня утворюються лялечки.

Літ імаго 2-ої генерації відбувається в перших числах червня і триває до початку другої декади липня. На початку червня самки молі відкладають яйця і в цей же період з'являються гусениці 2-ої генерації..

Літ імаго 3-ої генерації починається в середині липня та триває як і в попередніх генерацій протягом чотирьох декад.

Лялечки, які мають зимувати, утворюються на початку вересня, гусениці п'ятого та шостого віку зустрічаються поодинокі на початку жовтня. Розвиток лялечок припиняється після зниження температури повітря нижче $+10 - +15^{\circ}\text{C}$.

3.1.2. Фенологія *Cameraria ohridella*

I генерація

Літ імаго. Терміни відродження та початок льоту імаго I генерації припадають на кінець квітня – перші числа травня. За фенологічними показниками ці терміни збігаються з початком фенофази розпускання бруньок та бутонізації кінського каштана. Це має значення при поясненні відмінностей у значеннях сум ефективних температур початку літа метеликів цієї генерації, отриманих для сезонів 2022-2023 рр.

У 2022 році імаго I генерації *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić спостерігався в перших числах травня при досягненні суми ефективних температур величини 68°C , тоді як у 2023 р. перші метелики цієї генерації полетіли 28 квітня (сума ефективних температур становила понад 82°C) (табл. 3.1., рис. 3.1.). Оскільки мінімальна сума ефективних температур, необхідна у

розвиток цієї стадії, становить близько 70°C , показники сум ефективних температур, накопичених на момент початку відродження метеликів 2022 та 2023 рр., відповідали величинам, необхідним для розвитку лялечки до стадії імаго.

Початок масового льоту у роки спостереження припали на період фенофази утворення та початку росту плодів каштану в середині травня при досягненні суми ефективних температур $148\text{-}352^{\circ}\text{C}$ (2022 р) та $285\text{-}578^{\circ}\text{C}$ (2023 р.).

Температурні показники у квітні-травні 2022 та 2023 років, сприяли розвитку особин першої генерації каштанової молі, що призвело до накопичення шкідника та значного збільшення його чисельності вогнищах, що надалі дало можливість значної частини особин шкідника IV-го покоління розвинути до стадії лялечки.

Відкладання яєць. Початок відкладання яєць самками першої генерації доводиться на I декаду травня (фенофаза масового цвітіння каштанів) і продовжується на початок червня. У весняний період тривалість ембріонального розвитку становить близько 14 діб. Мінімальна сума ефективних температур, необхідна для розвитку яєць, становить близько 85°C .

Гусениці молодшого віку (1-2-й вік) I-ї генерації в досліджувані сезони зустрічалися в природі з I-ї декади травня (2023 р.) до I-ї декади червня, масово – з середини травня до середини червня (27.05-12.06 у 2022 році та 24.05-13.06 у 2023 році).

Загалом гусениці I-ї генерації в досліджувані сезони закінчують свій розвиток у природних умовах протягом липня місяця (до 10 липня в 2023 році та по 25 липня у 2022 році).

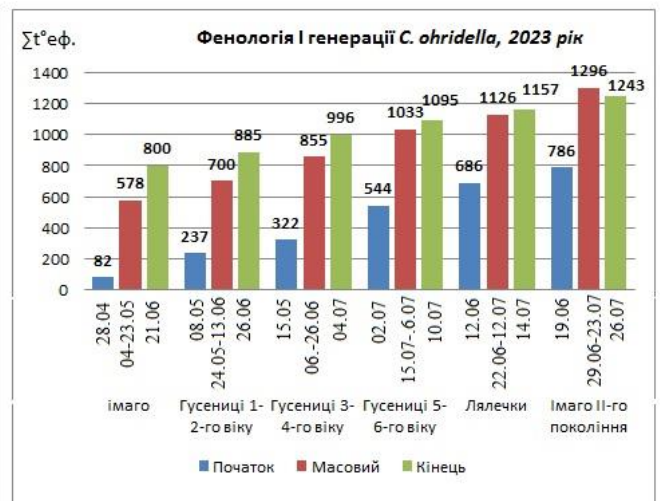
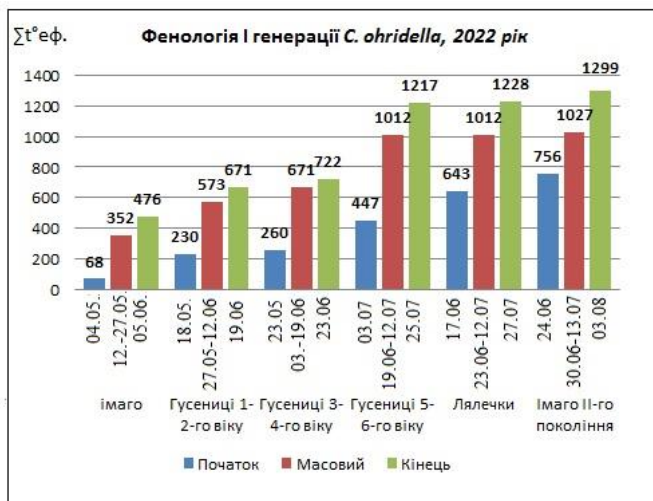
Тривалість розвитку гусениць I-ї генерації в залежності від погодних умов становила 27-35 діб, а сума ефективних температур, необхідна для розвитку личинки, перебувала в межах від 671°C до 1217°C у 2022 році та в межах від 885°C до 1095°C у 2023 році.

Перетворення гусениці на лялечку I-ї генерації починалося у другій декаді червня і тривало до кінця липня; при цьому тривалість розвитку лялечки становила 7-9 діб, а сума ефективних температур необхідна її розвитку загалом становила 1228°C у 2022 році та 1157 °C у 2023 році.

Таблиця 3.1.

Фенологія I генерації *Cameraria ohridella*

Стадія розвитку	Рік	Початок	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$	Масово	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$	Кінець	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$
Імаго	2022	04. 05	68	12.-27. 05	148-352	05.06	476
	2023	28. 04	82	04-23.05	285-578	21.06	800
Гусениці 1-2-го віку	2022	18.05	230	27.05-12.06	352-573	19.06	671
	2023	08.05	237	24.05-13.06	340-700	26.06	885
Гусениці 3-4-го віку	2022	23.05	260	03.-19.06	447-671	23.06	722
	2023	15.05	322	06.-26.06	601-855	4.07	996
Гусениці 5-6-го віку	2022	03.07	447	19.06-12.07	671-1012	25.07	1217
	2023	02.07	544	15.07-06.07	729-1033	10.07	1095
Лялечки	2022	17.06	643	23.06-12.07	722-1012	27.07	1228
	2023	12.06	686	22.06-12.07	828-1126	14.07	1157
Імаго II-го покоління	2022	24.06	756	30.06-13.07	838-1027	03.08	1299
	2023	19.06	786	29.06-23.07	928-1296	26.07	1243

Рис. 3.1. Фенологія I генерації *Cameraria ohridella*

Літ імаго I-ї генерації у досліджувані роки починався з другої половини червня і продовжувався до початку серпня. Літ імаго I-ї генерації в 2023 році, відрізнявся надзвичайно жарким літом, літ метеликів цієї генерації завершився до кінця липня.

Таким чином, за даними спостережень 2022-2023рр., повний цикл розвитку особин каштанової мінуючої молі I-ї генерації від імаго до яйця становив близько 55 діб при сумі ефективних температур у середньому $674 \pm 61,5^{\circ}\text{C}$. Тривалість розвитку генерації загалом склала близько 90 діб.

Отже, відродження та початок льоту імаго I генерації спостерігаються на кінець квітня - початок травня, співпадаючи з фенологічними показниками розпускання бруньок та бутонізації кінського каштана. У 2022 році летючі особини з'явилися при температурі 68°C у травні, а у 2023 році - в квітні при температурі понад 82°C . У обох роках температурні умови в квітні-травні сприяли розвитку мінуючої молі, збільшуючи чисельність шкідника, зокрема IV покоління.

Початок відкладання яєць самками першої генерації відбувається в травні, до початку червня, коли каштани перебувають у фазі масового цвітіння. Гусениці молодшого віку (1-2-й вік) першої генерації спостерігалися в природі від травня до червня, з масовим появою серед травня-червня. Гусениці закінчують свій розвиток у природних умовах протягом липня, залежно від погодних умов.

Перетворення гусениць у лялечки I генерації відбувалося з другої декади червня до кінця липня. Тривалість розвитку лялечок становила 7-9 діб, з сумою ефективних температур в межах 1157°C у 2023 році та 1228°C у 2022 році.

Загалом, температурні показники весняно-літніх місяців сприяли успішному розвитку різних стадій мінуючої молі, що впливає на чисельність шкідника та його вплив на каштани.

II генерація

Літ імаго. Як зазначено вище, протягом усього періоду спостережень літ метеликів *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić II-ї генерації зазвичай починався

у другій половині червня і тривав до початку серпня при сумі ефективних температур, необхідні метаморфозу лялечки, в межах 98-112°C (табл. 3.2., рис. 3.2.). Масовий літ метеликів *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić у 2022 році розпочався вже початку липня і тривав до середини місяця за середніх ефективних температур 149-382°C. У 2023 році масовий літ метеликів *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić спостерігався з середини червня і продовжувався до кінця липня за середніх ефективних температур 140-224°C.

Розвиток гусениць 1-2-го віку II-ї генерації в природі в різні роки спостерігалось з 3-ї декади червня до середини 1-ї декади липня (табл. 3.1.).

Тривалість розвитку гусениць II-ї генерації склала 20-25 діб при сумі ефективних температур 396-412°C, що дещо менше за порівняно з даними, отриманими для гусениць I генерації (400-460°), хоча загалом ці показники можна порівняти (табл. 3.1, 3.2.). Загалом гусениці цієї генерації в роки спостережень закінчували свій розвиток у природі в період з початку 3-ї декади серпня в 2023 році та на початку вересня у 2022 році за середніх ефективних температур 1168°C (2022р.) та 917 (2023 р.).

Початок лялькування особин II-ї генерації у 2022 році припав на кінець липня за середніх ефективних температур 669°C та закінчилося у I декаді вересня за середніх ефективних температур 1190°C, а в 2023 р. – лялькування розпочалось у середині серпня за середніх ефективних температур 611°C і завершилось вже середині серпня за середніх ефективних температур 1072°C (табл. 3.2).

Таблиця 3.2.

Фенологія II-ої генерації *Cameraria ohridella*

Стадія розвитку	Рік	Початок	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$	Масово	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$	Кінець	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$
Імаго II-го покоління	2022	24.06	112	30.06.-13.07	149-382	03.08	712
	2023	15.06	98	18.06-30.06	140-224	07.07	357
Гусениці 1-2-го віку	2022	06.07	273	13.07-27.07	384-557	19.08	931
	2023	23.06	218	30.06-20.07	293-633	20.07	633

Гусениці 3-4-го віку	2022	14.07	400	9.06-20.08	479-945	30.08	1103
	2023	30.06	293	15.07-26.07	586-735	27.07	752
Гусениці 5-6-го віку	2022	27.07	583	04.08-25.08	704-959	08.09	1168
	2023	11.07	518	22.07-13.08	667-716	20.08	917
Лялечки	2022	31.07	669	15.08-31.08	981-1212	10.09	1190
	2023	15.08	611	21.07-01.08	663-898	13.08	1072
Імаго II-го покоління	2022	08.08	796	18.08-08.09	1029-1212	19.09	1296
	2023	22.07	667	30.07-13.08	883-1072	20.08	1372

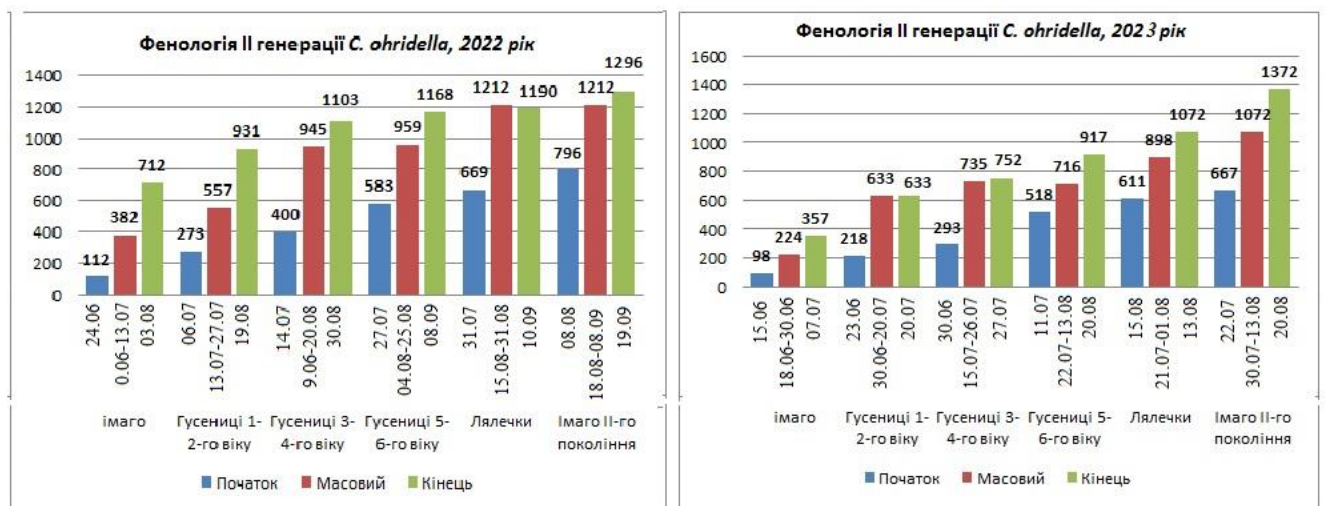


Рис. 3.2. Фенологія II генерації *Cameraria ohridella*

Перші метелики II-ї генерації у 2023 році з'явилися у II-й декаді липня, а в 2023 р. – на початку серпня, та завершувався літ цієї генерації протягом кінця серпня в 2023 році та протягом вересня у 2022 році (табл. 3.2., 3.3).

Тривалість розвитку особин каштанової молі II-ї генерації в середньому склала $44,0 \pm 2,9$ доби при середній сумі ефективних температур $709,5 \pm 68,1^\circ\text{C}$ та загальної тривалості розвитку цієї генерації у природі понад 70 діб.

Таким чином, обчислена середня сума ефективних температур, необхідна для розвитку особин II генерації, близька до такої, отриманої для особин I-ї генерації (близько 700°C), а більш короткі терміни розвитку II генерації (70 діб для II-ї генерації проти 90-100 діб для I генерації) обумовлені вищими середньодобовими температурами середини літа.

Отже, літ метеликів II-ї генерації зазвичай починався у другій половині червня і тривав до початку серпня зі сприятливою сумою ефективних температур 98-112°C. У 2022 році масовий літ почався вже на початку липня, триваючи до середини місяця за середніх ефективних температур 149-382°C. У 2023 році масовий літ спостерігався з середини червня до кінця липня за середніх ефективних температур 140-224°C.

Розвиток гусениць 1-2-го віку II-ї генерації спостерігався в природі від 3-ї декади червня до середини 1-ї декади липня. Тривалість розвитку гусениць II-ї генерації склала 20-25 діб при середній сумі ефективних температур 396-412°C, що менше, ніж для гусениць I-ї генерації.

Початок лялькування особин II-ї генерації у 2022 році припав на кінець липня і закінчився в I декаді вересня, в 2023 р. – в середині серпня.

Середня сума ефективних температур для розвитку II генерації близька до I генерації (близько 700°C). Коротший термін розвитку II генерації (70 діб) порівняно з I генерацією (90-100 діб) пояснюється вищими середньодобовими температурами середини літа.

Зміни в температурному режимі впливають на фенологію та тривалість розвитку каштанової мінуючої молі, що важливо для прогнозування та управління цим шкідником в міських насадженнях.

III генерація

Літ імаго. У 2022 р. перші метелики III-ї генерації були відмічені в I декаді серпня, в 2023 р. – у III декаді липня за сумою ефективних температур 117°C (2022р.) та 133°C (2023 р.), необхідних для метаморфозу лялечок (табл. 3.3.). Літ імаго цієї генерації тривав 2023 р. до III декади серпня за сумою ефективних температур 629°C, а 2022 р. – завершився протягом вересня за сумою ефективних температур 570°C (Табл. 3.2, 3.3).

Відродження гусениць III генерації зазвичай спостерігалось протягом серпня (табл. 3.3.), а тривалість їх розвитку становила в середньому 27 діб (у 2022 р. – 29, у 2023 р. – 27), при середній сумі ефективних температур 417±25°C

і діапазоні 383-448°C, що можна порівняти з значеннями показників, отриманих для I (400-460°C) та II (396-412°C) генерацій (табл. 3.1, 3.2).

Лялькування гусениць III генерації починалося з кінця серпня у 2023 році та 3-ї декади вересня в 2022 році і тривало зазвичай до завершення сезону (табл. 3.3., 3.5.). Більшість лялечок цієї генерації йшла на зимівлю, і лише частина з них завершувала розвиток цього року.

Літ імаго наступної генерації з тих, що повністю завершили розвиток лялечок спостерігався з першої половини вересня у 2023 році при середній сумі ефективних температур 796°C та у 2022 році на початку жовтня при середній сумі ефективних температур 825°C і продовжувався до кінця сезону. Так було в 2022 та 2023 роках літ імаго цієї генерації продовжувався до кінця жовтня при середній сумі ефективних температур 1093°C та 1277°C (табл. 3.3.).

Таблиця 3.3

Фенологія III-ої генерації *Cameraria ohridella*

Стадія розвитку	Рік	Початок	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$	Масово	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$	Кінець	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$
Імаго III-го покоління	2022	08.08	117	18.08-08.09	262-545	19.09	570
	2023	22.07	133	30.07-13.08	275-509	20.08	629
Гусениці 1-2-го віку	2022	23.08	334	03.09-28.09	487-780	20.10	1045
	2023	28.07	235	09.08-20.09	441-610	25.09	625
Гусениці 3-4-го віку	2022	01.09	463	12.09-19.10	592-1033	25.10 зам.	2093
	2023	06.08	408	15.08-15.09	528-962	25.09	1083
Гусениці 5-6-го віку	2022	16.09	650	01.10-23.10	826-1038	25.10 зам.	1093
	2023	23.08	654	27.08-10.10	698-1178	15.10	1207
Лялечки	2022	23.09	732	09.10-23.10	932-1047	25.10 зам.	1093
	2023	25.08	683	03.09-30.09	796-1116	30.09	1116
Імаго IV-го покоління	2022	02.10	825	12.10-23.10	959-1033	25.10 зам.	1093
	2023	03.09	796	09.09-20.10	932-1260	28.10	1277

Примітка * (зам.) – заморозок

Таким чином, тривалість розвитку особин каштанової молі III генерації в середньому склала $49,0 \pm 10,0$ діб при середній сумі ефективних температур $592,9 + 84,3^\circ\text{C}$ та загальної тривалості розвитку цієї генерації в середньому 67 діб.

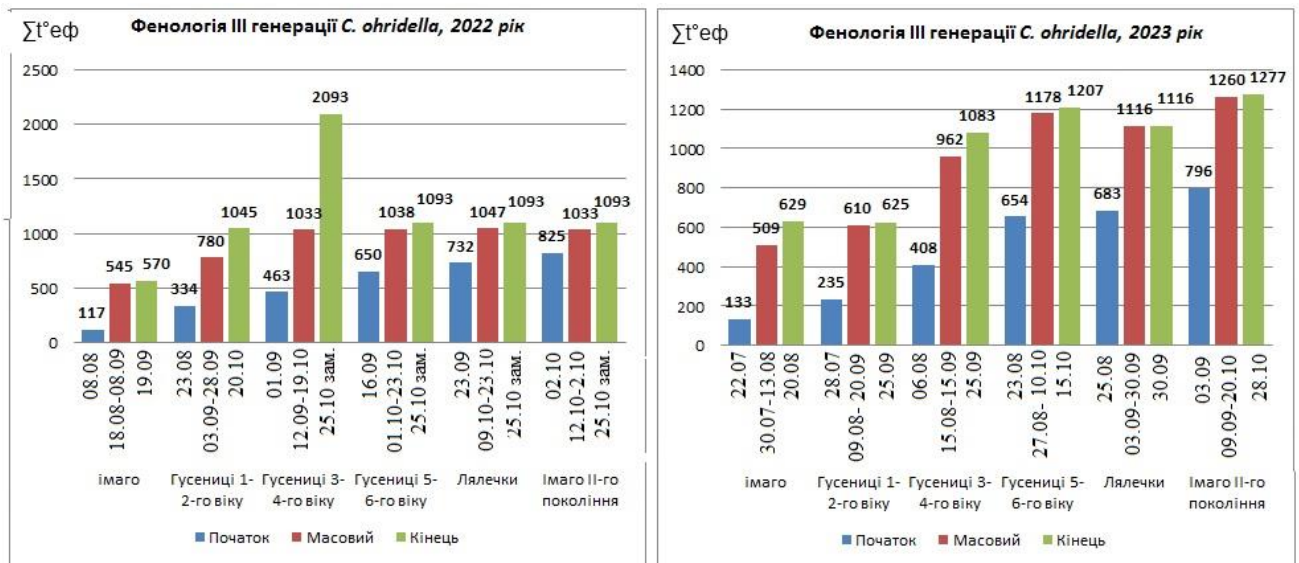


Рис. 3.3. Фенологія III генерації *Cameraria ohridella*

Ці показники в порівнянні з показниками, отриманими для I-ї та II-ї генерацій, характеризуються збільшенням термінів розвитку III-ї генерації в 2022 р., що пояснюється нижчими середньодобовими температурами наприкінці сезону порівняно із середньодобовими температурами середини літа того ж сезону.

Отже, вивчення розвитку III генерації каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) виявило ключові аспекти фенології та температурних умов для III-ї генерації протягом 2022 і 2023 років.

У 2022 р. перші метелики були відзначені в кінці серпня, в 2023 р. – в кінці липня, що свідчить про раннє відродження в 2023 році. Тривалість льоту метеликів була визначена середньою сумою ефективних температур: 629°C у 2023 р. та 570°C у 2022 р.

Відродження гусениць III-ї генерації зазвичай відбувалося протягом серпня. Тривалість розвитку гусениць становила в середньому 27 діб зі середньою сумою ефективних температур $417 \pm 25^\circ\text{C}$.

Лялькування гусениць III-ї генерації починалося в кінці серпня (2023 р.) та 3-ї декади вересня (2022 р.) і тривало до завершення сезону. Більшість лялечок цієї генерації йшла на зимівлю, що свідчить про дві фази лялькування – ті, що завершують розвиток у цьому сезоні, і ті, що відходять на зиму.

Таким чином, визначені фенологічні та температурні параметри генерацій каштанової мінуючої молі важливі для розуміння циклічності та впливу температурних факторів на розвиток шкідника.

IV генерація

Літ імаго. У IV генерації початок льоту імаго у 2022 р. спостерігався на початку жовтня, при середній сумі ефективних температур 94°C а перші гусениці з'явилися вже у середині цього ж місяця при середній сумі ефективних температур 262°C . У 2023 р. розвиток цієї генерації почався значно раніше, літ перших метеликів спостерігався вже переважно у I декаді вересня при середній сумі ефективних температур 117°C (табл. 3.3., 3.4., 3.5.). Масовий літ метеликів у 2022 році спостерігався з 12 по 23 жовтня при середній сумі ефективних температур $214\text{-}293^{\circ}\text{C}$. Тоді як масовий літ метеликів у 2023 році спостерігався з початку вересня до кінця жовтня при середній сумі ефективних температур $160\text{-}335^{\circ}\text{C}$. Метелики IV генерації у досліджувані сезони зустрічалися в природі майже до заморозків (табл. 3.4.).

Така розбіжність термінів початку льоту особин IV генерації, як вже обговорювалося вище, пояснюється кліматичними відмінностями між сезонами, тоді як величини сум ефективних температур, необхідних для розвитку гусениць всіх генерацій протягом 4-х сезонів в цілому можна порівняти. і становлять близько 430°C .

Розвиток гусениць IV-ї генерації почалася в 2022 році в 1-й декаді жовтня при середній сумі ефективних температур 262°C . У 2023 році розвиток гусениць IV-ї генерації почався в першій декаді вересня при середній сумі ефективних температур 223°C . В 2023 році гусениці 3-4-го віку зустрічалися на пізніх формах каштанів до опадання листя з 27 вересня по 20 жовтня. Сума ефективних

температур, накопичена за період розвитку яєць і гусениць цієї генерації становила 420-574°C.

У 2022 р. перші гусениці IV генерації з'явилися 16 жовтня, проте з настанням осінніх заморозків (25 жовтня) вони загинули, досягнувши лише 3-4-го віку (сума ефективних температур до цього часу становила лише близько 230°C).

У 2023 р. перші лялечки IV генерації шкідника були відзначені 20 жовтня, що відрізнялося спекотним літом і дуже теплою осінню (табл. 3.4., рис. 3.4.).

Літ метеликів у 2023 р. в природних умовах спостерігався до 29 жовтня.

Виходячи з розрахованих сум ефективних температур та польових спостережень у 2023 р. у різних осередках від 4 до 40 % особин IV генерації завершили свій розвиток, лялькувалися і пішли на зимівлю.

Таблиця 3.4.

Фенологія IV-ої генерації *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić

Стадія розвитку	Рік	Початок	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$	Масово	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$	Кінець	$\Sigma t^{\circ}\text{еф.}$
Імаго IV-го покоління	2022	02.10	94	12.10-23.10	214-293	25.10 зам.	359
	2023	03.09	117	09.09-20.10	160-335	20.10	335
Гусениці 1-2-го віку	2022	16.10	262	25.10 зам.	359	25.10 зам.	359
	2023	11.09	226	13.09-12.10	250-257	12.10	527
Гусениці 3-4-го віку	2022	21.10	324	25.10 зам.	359	25.10 зам.	359
	2023	27.09	420	27.09-20.10	420-574	20.10	574
Гусениці 5-6-го віку	2022	–	–	–	–	–	–
	2023	12.10	527	12.10-20.10	456-574	28.10	621
Лялечки	2022	–	–	–	–		
	2023	20.10	574			30.10	
Імаго IV-го покоління	2022						
	2023						

Примітка * (зам.) – заморозок

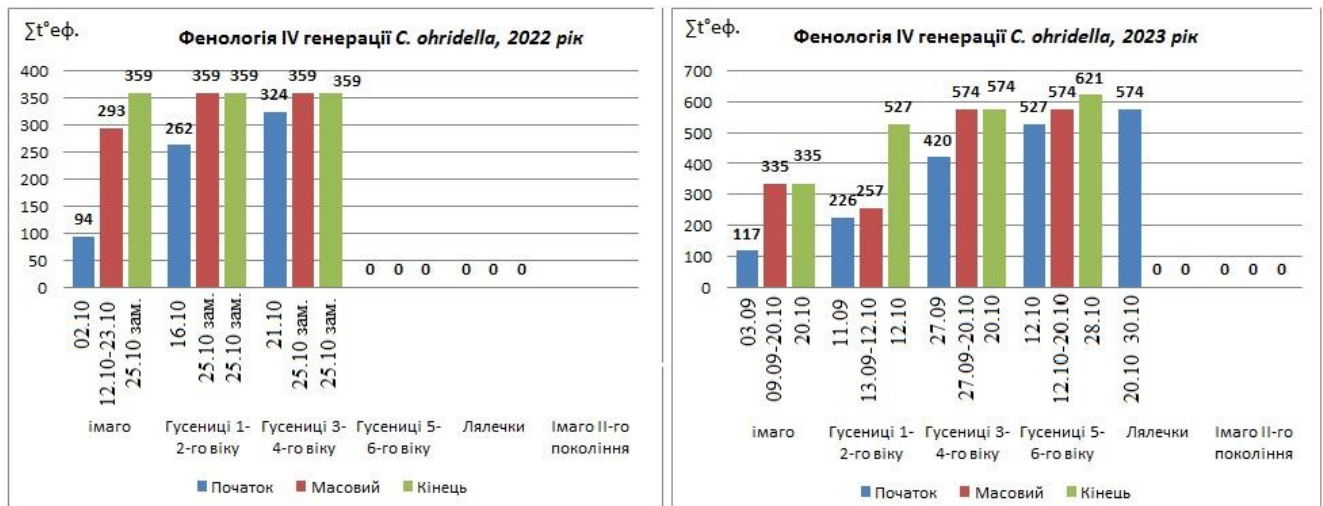


Рис. 3.4. Фенологія IV-ої генерації *Cameraria ohridella*

Літ метеликів V генерації нами відзначений не був. І хоча в 2023 р. імаго, тривав до кінця жовтня, ми вважаємо, що це були особини попереднього (III) покоління, що затрималися у розвитку, а лялечки IV генерації, які завершили свій розвиток, разом із значною частиною лялечок III генерації пішли на зимівлю.

Отже, у 2022 р. літ імаго розпочався на початку жовтня, за середньою сумою ефективних температур 94°C, і тривав до середини жовтня. У 2023 р. літ імаго відбувався вже в I декаді вересня, попереджаючи раннє відродження цієї генерації.

Масовий літ метеликів у 2022 р. спостерігався з 12 по 23 жовтня за високих сум ефективних температур 214-293°C. У 2023 р. масовий літ метеликів розпочався з початку вересня і тривав до кінця жовтня при середній сумі ефективних температур 160-335°C.

Розвиток гусениць IV генерації у 2022 р. почався в 1-й декаді жовтня, а у 2023 р. – в першій декаді вересня. Гусениці 3-4-го віку у 2023 р. зустрічалися на каштанах до опадання листя з 27 вересня по 20 жовтня.

Лялькування гусениць IV генерації у 2022 р. відбувалося вже у жовтні, але з настанням заморозків більшість гусениць загинула. У 2023 р. лялечки IV генерації з'явилися 20 жовтня, а летючі особини спостерігалися до 29 жовтня, і більше 40% особин завершили свій розвиток і пішли на зимівлю.

Літ метеликів V генерації не був зафіксований у польових умовах, але враховуючи високі температури до кінця жовтня, припускається, що ці особини були особинами III генерації, які затрималися у розвитку.

Отже, фенологічні та температурні зміни виявлені у IV та V генераціях вказують на адаптивні зміни шкідника у відповідь на різноманітні кліматичні умови, що може впливати на динаміку та популяції каштанової мінуючої молі.

3.1.3. Тривалість розвитку різних стадій життєвого циклу *Cameraria ohridella*

З отриманих протягом 2022-2023 рр. даних були розраховані середні показники термінів розвитку окремих стадій каштанової мінуючої молі (враховано показники розвитку 8-и генерацій), (Табл. 3.5., 3.6.). За уточненими даними для розвитку особини від лялечки до імаго (тривалість стадії лялечки становить 7-10 діб) необхідна сума ефективних температур, що в середньому становить 110°C (від 68°C до 138°C). Розрахункова мінімальна сума ефективних температур, необхідна для розвитку цієї стадії становить близько 70°C (табл. 3.6.). Таким чином, розрахункові показники повністю відповідають величинам, отриманим у результаті проведених спостережень.

Тривалість розвитку яєць окремої генерації в середньому становить близько 10 днів (7-14 діб) при середній сумі ефективних температур 132°C (коливання в межах 91-229°C). Мінімальна розрахункова сума ефективних температур для розвитку цієї стадії становить близько 85°C, таким чином, і для стадії яйця теоретичні показники повністю відповідають величинам, отриманим практично.

Тривалість розвитку гусениць окремої генерації в середньому становить близько місяця (від 20 до 35 діб) за середньої суми ефективних температур 430°C (коливання в межах 383-460°C). Теоретично розрахована мінімальна сума ефективних температур, необхідна для розвитку гусениці від відродження до лялькування становить близько 350°C, що також добре збігається з отриманими в природних умовах даними (табл. 3.6.).

Проведені нами розрахунки показали (табл. 3.5.), що тривалість розвитку гусениць окремої генерації в середньому становить близько місяця (52-54 доби), а повний цикл розвитку окремих особин (від яйця до імаго наступного генерації) склав для I генерації 54 доби, для II генерації – 44 доби та III генерації близько 54 доби.

Розвиток I генерації відбувався за середньої ефективної температури 928°C, при цьому середня мінімальна ефективна температура у 2023 році становила 585°C, а максимальна – 1231°C у 2022 році. В цілому середня ефективна температура розвитку I генерації становила у 998,5°C у 2022 році і 875,5°C у 2023 році

Розвиток II-ї генерації за рахунок вищих середньодобових температур тривав 44 доби при середній сумі ефективних температур близько 931,5°C (від min 684°C до max 1274°C).

Таблиця 3.5.

Тривалість життєвого циклу окремих генерацій *Cameraria ohridella* в 2022-2023 роках.

Генерація	Рік	Термін розвитку 1 особини, доба			$\Sigma t^{\circ}\text{эф.}$ розвитку 1 особини, °C			$\Sigma t^{\circ}\text{эф.}$ Розвитку генерації, *		
		min	max	ср ¹ .	min	max	ср ¹ .	min	max	ср ¹ .
I	2022	50	57	53,5	675	689	682,0	675	1231	998,5
	2023	47	55	51,0	585	587	586,0	585	1047	857,5
	ср ²	52,25			634			928		
II	2022	44	47	45,5	684	930	807,0	684	1184	934,0
	2023	38	47	42,5	585	800	692,5	585	1274	929,0
	ср ²	44,0			749,5			931,5		
III	2022	55	37(зам.)	55	704	680	692,0	704	976*	–
	2023	44	62	53	663	693	678	663	1144	903,5
	ср ²	54,0			685,0			903,5		
IV	2022	20*	–	–	336*					
	2023	48**	–		574	621	597,5	489,5	1006	747,5

Примітка до таблиці: 1 – середній показник за генерацію; 2 – середній 2-річний показник; * (зам.) – заморозок; ** Строки до завершення вегетації каштанів

Середній термін повного циклу розвитку окремих особин (від яйця до імаго наступної генерації) в III генерації становив близько 54 доби при розрахунковій сумі ефективних температур розвитку особин 685°C , а середня ефективна температура розвитку генерації загалом сягала $903,5^{\circ}\text{C}$ (табл. 3.5.).

Отже, дані показали, що в досліджувані роки для розвитку кожної з генерацій була достатня сума ефективних температур.

Отриманий нами у природних умовах показник суми ефективних температур, необхідний для повного розвитку особин каштанової молі, в середньому на третину більше за розрахункову і становить 634°C для I генерації, $749,5^{\circ}\text{C}$ для II генерації та 685°C для III генерації.

Отже, терміни розвитку однієї генерації шкідника в умовах м. Луцька становить від min 38 до max 62 діб за середньої суми ефективних температур в діапазоні від 903°C до 1928°C (табл. 3.5.).

Таблиця 3.6.

**Розрахункові та зазначені в природі суми ефективних температур,
необхідних розвитку**

Стадія розвитку	$\sum t^{\circ}\text{еф.}$			Розрахункова
	min	max	ср.	
лялечка	68°	138°	110°	$69,7^{\circ}$
яйце	91°	229°	132°	$85,4^{\circ}$
Гусениця	383°	460°	430°	305°

Таким чином, отримані дані та розрахунки показують, що тривалість розвитку каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) в середньому відповідає теоретичним значенням, що підтверджує достовірність методів дослідження.

Тривалість стадії лялечки становить 7-10 діб, з необхідною сумою ефективних температур приблизно 110°C . Розрахункова мінімальна сума ефективних температур для цієї стадії близька до 70°C , що відповідає практичним спостереженням.

Тривалість розвитку яєць в середньому становить близько 10 днів (7-14 діб) при середній сумі ефективних температур 132°C . Теоретично розрахована

мінімальна сума ефективних температур для розвитку цієї стадії близько 85°C , і вона відповідає отриманим в природних умовах даним.

Тривалість розвитку гусениць окремої генерації в середньому становить близько місяця (20-35 діб) при середній сумі ефективних температур 430°C . Теоретична мінімальна сума ефективних температур для розвитку гусениці від відродження до лялькування становить близько 350°C , що збігається з практичними спостереженнями.

Тривалість розвитку окремих генерацій коливається від 44 до 54 діб. Загальний цикл розвитку (від яйця до імаго наступного покоління) складає близько 54 діб для I генерації, 44 доби для II генерації та приблизно 54 доби для III генерації.

Середня ефективна температура розвитку генерації загалом відповідає вимірним показникам. Середні температури для розвитку I генерації становили у 2022 році $998,5^{\circ}\text{C}$, а у 2023 році - $875,5^{\circ}\text{C}$.

Розвиток II генерації тривав 44 доби при середній сумі ефективних температур близько $931,5^{\circ}\text{C}$. Середня ефективна температура розвитку III генерації загалом сягала $903,5^{\circ}\text{C}$.

Отже, отримані результати підтверджують важливість термічних умов для розвитку каштанової мінуючої молі та вказують на взаємодію між біологічними процесами і кліматичними факторами.

Можна констатувати, що отримані нами в 2022-2023 р. у природних умовах дані щодо термінів розвитку окремих генерацій каштанової мінуючої молі в умовах Луцька, повністю збігаються з розрахунковими величинами. Це дає можливість прогнозувати час виходу імаго, період яйцекладки та терміни розвитку окремих поколінь шкідника у наступні сезони, враховуючи як мінімальні, так і середні суми ефективних температур і терміни розвитку, що залежать від них окремих особин та генерацій.

3.2. Вплив екологічних факторів на кількість генерацій каштанової мініуючої молі *Cameraria ohridella* протягом сезону

Терміни льоту імаго каштанової мініуючої молі в 2022-2023 рр. визначалися за допомогою візуальних спостережень та шляхом обліків метеликів, відловлених на феромонні пастки «Violatrap» в умовах паркової зони м. Луцька. Пастки вивішувалися, починаючи з фенофази набухання бруньок кінського каштана (початок квітня) в осередках з неприбраною (восени попереднього року) опалим листям.

Виліт перших метеликів *Cameraria ohridella* у природі відзначений нами на самому початку фенофази цвітіння каштану, а саме: у 2022 р. – 1 травня, у 2023 р. – 24 квітня.

Протягом доби відродження метеликів із лялечок спостерігається переважно у першій половині дня з 10 до 13 годин, температура повітря сягала 15-17°C. В другій половині дня зазвичай спостерігалися поодинокі випадки вильоту метеликів.

Порівняння екологічних характеристик вогнищ *Cameraria ohridella* паркової зони м. Луцька та лінійних насаджень для озеленення вулиць показало, що за мікрокліматичними особливостями місця зростання каштанів можна умовно розділити на 2 групи.

До першої групи нами віднесено посадки каштанів у парку, захищених місцях із південною експозицією, тобто у більш прогріваних і вологих біотопах, з більш м'яким мікрокліматом за відсутності сильної загазованості.

До другої групи віднесено біотопи з протилежними характеристиками, а саме лінійні насадження для озеленення вулиць.

Слід взяти до уваги, що мікрокліматичні відмінності між біотопами, а також мікрокліматичні відмінності всередині біотопу мають значний вплив на тривалість фаз сезонного розвитку окремих дерев кінського каштана.

Цим пояснюються суттєві відмінності в термінах скидання листя восени окремими деревами каштана, що досягають, за нашими спостереженнями, одного місяця.

Аналіз отриманих даних показав, що в осередках, віднесених нами до першої групи, умови для розвитку каштанової молі є в цілому більш сприятливими. Про це свідчить більша щільність популяції молі в таких осередках і більш короткі терміни розвитку генерацій, насамперед, за рахунок більш високих денних показників температур. Скорочення термінів розвитку генерацій на тлі пізнішого скидання листя каштанами створює, таким чином, сприятливі умови для успішного розвитку гусениць IV генерації.

На відміну від деяких інших видів сімейства *Gracillariidae* (наприклад, моль плодова – *Phyllonorycter coryfoliella*), каштанова мінуюча моль зимує тільки на стадії лялечки. Однак у кількісному по відношенню до часу відходу на зимівлю в осередках домінують гусениці, більшість з яких згодом гине. Тільки практично завершивши харчування особини заляльковуються вже після заморозків, у відлизі.

Для визначення кількісного співвідношення різних стадій розвитку *Cameraria ohridella*, що йдуть на зимівлю, у найбільших осередках м. Луцька протягом 2022-2023 рр. брали проби листя каштана з найбільшою кількістю мін на листовій платівці.

Аналіз проб показав, що у 2022 р. на час відходу на зимівлю (перші заморозки) лялькувалося всього 9,45% загальної кількості гусениць. Гусениці, що знаходяться у стадії передлялечки (6-я стадія, що не харчується), склали 5,91 % особин, що перенесли короткочасне зниження температури (заморозки до -7°C) і при подальшому потеплінні лялькувалися. Але більша частина гусениць (84,63%), які встигли розвинутися лише до 2-5-го віку, надалі на початок зимового періоду загинула (табл. 3.7., рис. 3.5).

Таблиця 3.7.

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

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

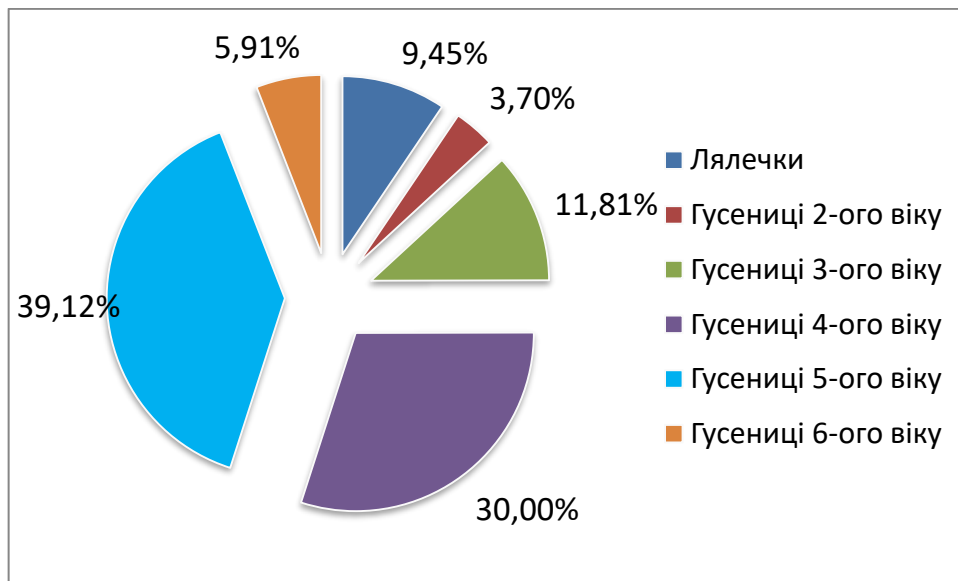


Рис. 3.5. Процентне співвідношення преімагінальних фаз, що йдуть на зимівлю *Cameraria ochridella*

Нами встановлено, що основною причиною загибелі гусениць 2-5-го віку IV генерації слід вважати не лише зниження температури, а й розвиток незворотних змін, що зачіпають паренхіму листя, інакше кажучи – відсутність корму в той час, коли гусениця ще зберігає здатність активно харчуватися.

Як показали наші дослідження, у лабораторних умовах гусениці різного віку витримують охолодження до -5°C як мінімум протягом доби, а також 3-годинне охолодження до температури -10°C , за якої спостерігається повне руйнування паренхіми листя каштану.

У природі загибель гусениць, які досягли 6-го віку, відзначена нами на 2-4-ту добу (17.10.2022). В той же час гусениці, які досягли 6-го віку, без шкоди

для себе витримали таке зниження температури та через 14 діб після заморозків (27.10. 2022) почали успішно лялькуватися.

За рахунок часткового лялькування гусениць 5-го віку кількість зимуючих лялечок в цілому більше сумарної кількості врахованих лялечок і гусениць 6-го віку. Так, наприклад, до весни 2023 р. загальна чисельність лялечок у дослідних пробах склала 31,76% (15,37% лялечок, що пішли на зимівлю восени 2022 р. і 16,39 % гусениць, що залялькувалися у відлизі, досягли на час осінніх обліків 5-го віку).

Як уже зазначалося вище, у каштановій молі зимують ляльки 3-4-ї генерації шкідника. Для успішного виживання в період зимівлі лялькам необхідні певні мікрокліматичні умови (оптимальні температура та вологість). Було з'ясовано, що до кінця березня смертність лялечок молі в опалому листі зазвичай становить від 62 до 96%.

Протягом осінньо-зимового періоду 2022-2023 років відсоток виживання зимуючих лялечок каштанової мінуючої молі в був значно нижчим і на кінець березня в середньому становив $2,75 \pm 1,9\%$ при коливаннях чисельності в окремих осередках від 0,5 до 5,0%.

Отже, У 2022 році на час відходу на зимівлю лялькувалося всього 9,45% гусениць. Гусениці передлялечки (6-я стадія) склали 5,91% і лялькувалися після короткочасного зниження температури. Більша частина (84,63%) гусениць, що досягли 2-5-го віку, загинула перед зимовим періодом. Загибель гусениць 2-5-го віку IV генерації обумовлена не лише зниженням температури, але й розвитком незворотних змін, що впливають на паренхіму листя.

Гусениці, які досягли 6-го віку, витримують охолодження до -5°C протягом доби та до -10°C протягом 3 годин без загрози для себе. За рахунок часткового лялькування гусениць 5-го віку кількість зимуючих лялечок в цілому перевищує сумарну кількість лялечок і гусениць 6-го віку.

Отримані дані вказують на важливість мікрокліматичних умов для успішної зимівлі лялечок. Зимуючі лялечки мають низький відсоток виживання,

який на кінець березня складав у середньому 2,75%. Смертність лялечок в опалому листі каштану в період зимівлі вища, варіюючись від 62% до 96%.Т

Таким чином, результати досліджень свідчать про важливість факторів температурного стресу та наявності корму для гусениць каштанової мінуючої молі під час зимівлі, що може впливати на чисельність цього шкідника у наступному вегетаційному сезоні.

3.3. Оцінка кількості мін на листковій поверхні *Aesculus hippocastanum* (L.) протягом вегетаційного сезону різних типів насаджень

Ступінь заселеності мінами окремих дерев залежить від віку вогнища та розміру популяції каштанової молі. Наші спостереження підтверджують літературні дані про те, що за сприятливих для шкідника умов вже наприкінці 1-ї генерації чисельність молі може досягти максимуму, і в цьому випадку вся крона може бути повністю заселеною шкідником при щільності до кількох сотень мін на листок.

Слід відмітити, що самки каштанової мінуючої молі обирають досить добре освітлені, південні експозиції крони каштану, з більшими високими температурними показниками для відкладання яєць. Така тенденція спостерігається протягом розвитку всіх генерацій.

Так, вже на початку червня (3.06.2022 р.) у м. Луцьку нами відзначалися вогнища з густиною до 175 мін на листок в Центральному парку культури та відпочинку імені Лесі Українки. До середини червня (10-17.06.2022р.) на окремих деревах до 90 % листової пластинки було заселено мінами (597 мін/листок), а всихання та опадання листя нижнього ярусу було зафіксовано до кінця червня (23.06.2022 р.).

Як видно із таблиці, заселення листків гіркокаштана звичайного неоднорідне. Аналіз даних показав, що посадки *Aesculus hippocastanum* (L.) в Парку імені 900-річчя міста Луцька протягом досліджуваних років досить низька. Кількість мін на одному листку спостерігались 22,4 шт./листок у 2023 році та 25,2 шт./листок у 2022 році. Невисокі показники заселеності мінами

листоків каштану були і в насадженнях в сквері на проспекті Перемоги – 31,2 шт./листок у 2023 році та 38,0 шт./листок у 2022 році. Найбільші показники заселення мінами виявились у насадженнях Центрального парку культури та відпочинку імені Лесі Українки, середня кількість мін становила у 2022 році 416,0 шт./листок та 412,0 шт./листок у 2023 році.

Висока заселеність мінами була і в насадженнях каштанів по вулиці Набережній – 410 шт./листок у 2022 році та 408,17 шт./листок у 2023 році (табл. 3.8., рис. 3.6.).

Середня річна щільність мін каштанової мінуючої молі була високою на всіх пунктах обліку, за винятком молодих дерев, де вона становила близько 5,5 міни/листок.

Таблиця 3.8

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
Центральний парк культури та відпочинку імені Лесі Українки	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 імені 900-річчя міста Луцька	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
Ботанічний сад «Волинь» на вул. Потебні	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
Лугопарк на вул. Набережній	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
Рекреаційна зона вздовж р. Сапалаївка в межах вул. Шопена – вул. Чехова	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
Сквер пр.-т Перемоги	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
Сквер Героїв Майдану (сквер за РАЦС)	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

Біогеоценоз	Рік	Кількість мін у I генерації	Кількість мін у II генерації	Кількість мін у III генерації	Кількість мін ± статистична помилка
Каштанові насадження Відродження пр-т	2022	78±0,32	138±0,12	105±0,1	107,00±0,29
	2023	77,8±0,2	154±0,4	112±1,2	114,60±0,88
В цілому					249,03±3,73

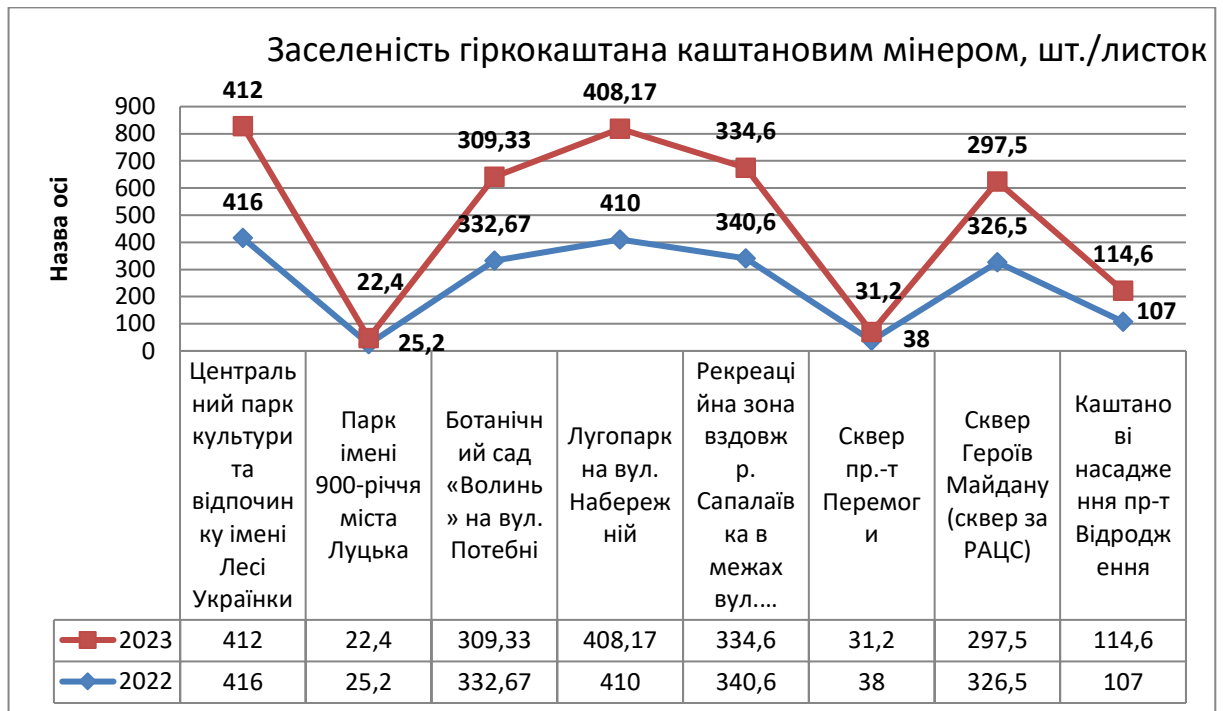


Рис. 3.6. Статистика кількості мін каштанової молі, шт./листок

Можемо зробити припущення, що абіотичні фактори (підвищена вологість, температура повітря, загазованість повітря, висота над рівнем моря т.п.) впливають на динаміку популяцій *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic та можуть спровокувати спалах масового розмноження або різкий спад чисельності фітофага.

Отже, ступінь заселеності мінами залежить від віку вогнища та розміру популяції каштанової молі. Висока заселеність спостерігається вже наприкінці 1-ї генерації, особливо за сприятливих умов. Самки каштанової мінуючої молі вибирають добре освітлені, південні експозиції крони каштану для відкладання яєць. В червні місяці чисельність молі може досягти максимуму, а вся крона може бути повністю заселеною, особливо в Центральному парку культури та

відпочинку імені Лесі Українки. Заселеність мінами є неоднорідною. Найбільші показники зафіксовані в Центральному парку культури та відпочинку імені Лесі Українки та на вулиці Набережній. Середня щільність мін каштанової мінуючої молі є високою на всіх пунктах обліку, за винятком молодих дерев, де вона становить близько 5,5 міни/листок.

3.4. Оцінка ступеня пошкодження листкової поверхні *Aesculus hippocastanum* (L.) протягом вегетаційного сезону різних типів насаджень

Аналіз ушкодження листкових пластинок кінського каштану (*Aesculus hippocastanum* (L.) *Cameraria ohridella*) проводили протягом 2022-2023 рр. візуально за модифікованою шкалою запропонованою М. Д. Зеровою та ін. (2007). Дослідженнями було охоплено всі основні паркові урбоєкосистеми м. Луцька, де висаджено дерева гіркокаштана (табл. 3.9).

Моніторинг проводився протягом трьох літніх місяців. Саме цей період відповідає основному періоду живлення I-III генерацій *C. ohridella*. Слід відмітити, що листкові пластинки *Aesculus hippocastanum* (L.) пошкоджуються каштановою мінуючою міллю по-різному. Найвищий показник ушкоджень в усіх насадженнях спостерігається у серпні, коли всі три генерації своє живлення повністю завершили.

За час II-ої генерації мінера *C. ohridella* найменші пошкодження листкових пластинок гіркокаштана нами було виявлено у липні а насадженнях парку імені 900-річчя міста Луцька (9,7%), на проспекті Відродження 9,67% та в сквері на проспекті Перемоги – 12,17%.

В серпні в зв'язку з розвитком третьої генерації гусениць каштанової мінуючої молі рівень ушкодження листкових пластинок дерев *A. hippocastanum* було незначним в парку імені 900-річчя міста Луцька (14%), в сквері на проспекті Перемоги (12,17%). На цих ділянках декоративність дерев гіркокаштана звичайного не була втрачена. Крім каштанових насаджень по проспекті Відродження, де ступінь пошкодження становив 92%.

Значне пошкодження листкових пластинок від 50% до 80% в липні під час другої генерації мінера ми спостерігали на деревах, що ростуть в Ботанічному саду «Волинь» на вулиці Потебні (52,33%), в рекреаційній зоні вздовж р. Сапалаївка в межах вул. Шопена – вул. Чехова (50,67%) та Сквері Героїв Майдану (сквер за РАЦС) (51,50%). На ділянках по вулиці Набережній та в Центральному парку культури та відпочинку імені Лесі українки ступінь пошкодження листкових пластинок *A. hippocastanum* становив 79,17% та 80,5% відповідно, що призвело до втрати декоративності рослин (рис. 3.9.).

Таблиця 3.9.

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

Біогеоценоз	Місяць	Ступінь пошкодження ± статистична помилка, %
Центральний парк культури та відпочинку імені Лесі українки	Червень	63,33±3,28
	Липень	80,50±4,37
	Серпень	94,50±1,61
Парк імені 900-річчя міста Луцька	Червень	6,67±0,88
	Липень	9,67±1,33
	Серпень	14,00±1,32
Ботанічний сад «Волинь» на вул. Потебні	Червень	32,67±2,60
	Липень	52,33±2,40
	Серпень	76,67±0,88
Лугопарк на вул. Набережній	Червень	60,00±1,73
	Липень	79,17±1,36
	Серпень	95,67±0,67
Рекреаційна зона вздовж р. Сапалаївка в межах вул. Шопена – вул. Чехова	Червень	39,50±1,26
	Липень	50,67±1,20
	Серпень	79,00±1,53
Сквер пр.-т Перемоги	Червень	7,17±0,73
	Липень	12,17±2,95
	Серпень	14,83±1,59
Сквер Героїв Майдану (сквер за РАЦС)	Червень	39,50±1,04
	Липень	51,50±1,32
	Серпень	78,17±0,60
Каштанові насадження пр-т Відродження	Червень	6,00±0,29
	Липень	9,67±0,88
	Серпень	92,00±0,58
В цілому		47,72±3,73

В серпні рівень пошкодження листкових пластинок *Aesculus hippocastanum* (L.) зріс. Практично в усіх ділянках, крім насаджень каштану в парку імені 900-річчя міста Луцька і в сквері на проспекті Перемоги, спостерігалось сильне пошкодження листя дерев.

Візуальна оцінка ступеня ураженості листкових пластинок кінського каштану мінуючою міллю за I та II генерації фітофагу показала відмінність в індивідуальній стійкості рослин.

У період спостереження умови навколишнього середовища були достатньо сприятливими для розвитку мінуючої молі, в результаті чого пошкодження листя каштану фітофагом у червні становило від 6% до 63,33%, у липні – від 9,67% до 80,5% та у серпні – від 14% до 94,5%.

За даними спостереження 2022-2023 роки встановлено постійний ріст уражень листкових пластинок для всіх досліджуваних ділянок протягом вегетаційного сезону.

Встановлено постійне збільшення відсотка (від 32% до 65%) ураження листкової поверхні *Aesculus hippocastanum* (L.) в насадженнях від початку червня (коли відбувається живлення гусениці I генерації) до кінця серпня (живлення гусениці III генерації).

В місяцях із високою щільністю каштанової молі вже наприкінці розвитку I генерації листова пластинка листя нижнього ярусу каштанів більшою мірою пошкоджена на 50-100 %, що сигналізує про можливу повну дефоліацію дерев уже в середині літа. Як уже говорилося вище, у перспективі це призводить до ослаблення, а надалі – і загибелі дерев. (рис. 3.8). Слід відмітити, що самки мінуючої молі для відкладки яєць обирають добре освітлені, південні експозиції крони каштана, із більш високими температурними характеристиками мікрокліматичних умов.

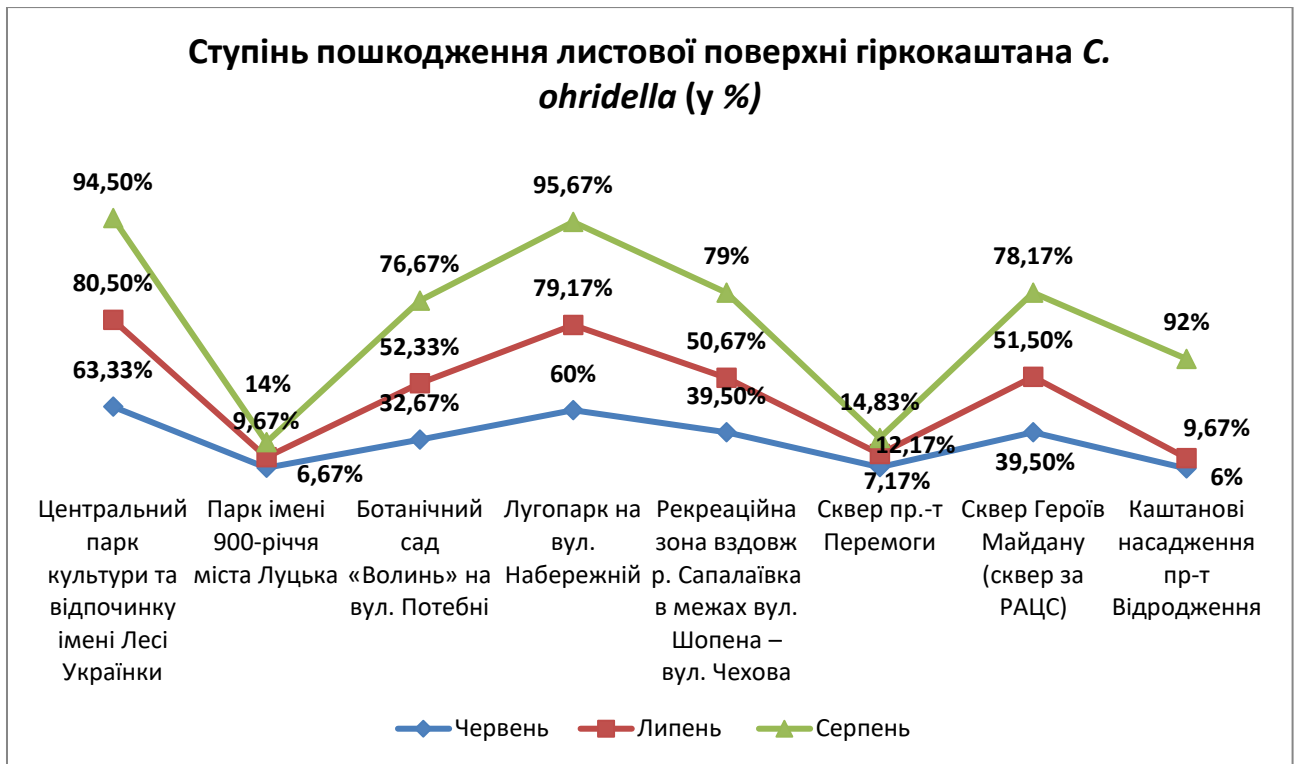


Рис. 3.7. Ступінь пошкодження листової поверхні гіркокаштана *Cameraria ohridella* (у %)

Наприкінці літа на таких деревах починається розвиток сплячих вегетативних та квіткових бруньок, які в нормі повинні розвиватися наступної весни. На це рослина витрачає значну кількість енергії і, таким чином, у зимівлю входить ослабленим. Дефоліація протягом кількох років поспіль, викликана різними факторами, зазвичай призводить до значного ослаблення дерева і, як правило, викликає його загибель.

Кінський каштан характеризується рядом особливостей вегетації. Так, після літньої втрати листя каштани не мають здатності до відновлення протягом вегетаційного сезону фотосинтезуючого апарату замість втраченого. У кінського каштана при пошкодженні більше 60 % поверхні листової пластинки пошкоджене листя опадає (спостерігається дефоліація), що у свою чергу наприкінці вересня 2023 року ми спостерігали «осіннє цвітіння каштана» (рис. 3.9), яке несе загрозу даній породі.



Рис. 3.8. Ступінь пошкодження листків каштана *Aesculus hippocastanum* (L.) каштановим мінером: А – низький рівень 2-5%; Б – В – середній рівень 10% – 25%; Г – високий рівень 75%.

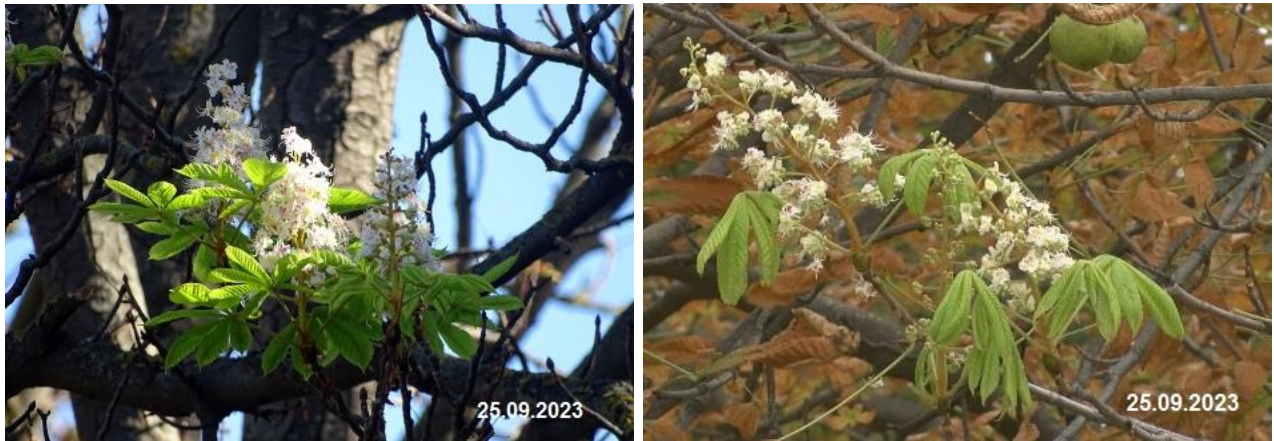


Рис. 3.9. «Осіннє цвітіння каштана»

Отже, Загальний ступінь пошкодження для всіх біогеоценозів склав $47,72 \pm 3,73\%$. Це свідчить про середній рівень ураження листя каштанів мінуючою моллю в м. Луцьку.

Найвищий рівень пошкодження зафіксовано в серпні в усіх біогеоценозах, що вказує на активну діяльність гусениць мінуючої молі протягом цього місяця. Червень та липень мають менший ступінь пошкодження порівняно з серпнем, проте вони також свідчать про значний вплив фітофага.

Різниця в ступені пошкодження між біогеоценозами:

Червень: Найвищий рівень ушкодження у Лугопарку на вул. Набережній ($60,00 \pm 1,73\%$) та найнижчий у Парку імені 900-річчя міста Луцька ($6,67 \pm 0,88\%$).

Липень: Найвищий рівень у Лугопарку на вул. Набережній ($79,17 \pm 1,36\%$), а найнижчий в Парку імені 900-річчя міста Луцька ($9,67 \pm 1,33\%$).

Серпень: Знову найвищий рівень у Лугопарку на вул. Набережній ($95,67 \pm 0,67\%$), а найнижчий у Сквері пр.-т Перемоги ($14,83 \pm 1,59\%$).

Каштанові насадження пр-т Відродження вирізняються великим рівнем ушкодження в серпні ($92,00 \pm 0,58\%$), що може вказувати на особливу вразливість цього місця. Парк імені 900-річчя міста Луцька в цілому виявив найменший ступінь пошкодження в усі три місяці.

Середній ступінь пошкодження варіюється від помірного до високого в різних місцях міста, що може бути пов'язано з різними умовами середовища та щільністю населення каштановою мілю.

Загальною тенденцією є високий ступінь пошкодження в серпні, що може впливати на декоративність та стан здоров'я каштанових дерев у місті.

3.5. Методи боротьби з каштановою мінуючою міллю

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, крім того, є дані, що інсектициди, що застосовуються, можуть бути небезпечними для дерев.

Тому були зроблені спроби використання альтернативних методів захисту каштанів. Одним із перспективних напрямків є застосування феромонних пасток для вилову самців (Svatos et al., 1999). З іншого боку, проводилися дослідження, спрямовані на пошуки вихідного ареалу каштанової мінуючої молі з метою виявлення і надалі можливої інтродукції до Європи ефективних паразитів та хижаків.

Як показали численні дослідження, осіннє прибирання опалого листя із зимуючими в них лялечками *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić значно знижує кількість метеликів, що відроджуються навесні, що дозволяє дуже успішно знизити чисельність I генерації молі в осередках.

Однак, слід враховувати, що прибирання опалого листя дає ефект тільки в тому випадку, якщо листя вивозиться з місць зростання каштанів і піддається подальшій утилізації (компостування, спалювання).

Принаймні, дерева кінського каштана та прибране листя повинні розташовуватися не ближче ніж 50 м один від одного. Неefективним є часткове збирання листя, оскільки наявність всього одного заселеного каштановою міллю дерева (розташованого, наприклад, на закритій підвідомчій території) може звести нанівець результати збирання листя біля інших розташованих поблизу дерев. Однак, незважаючи на свою неповну ефективність, як профілактичний засіб даний метод може успішно використовуватися для короткочасного контролю популяції шкідника, а в ізольованих вогнищах, особливо в період початку їх формування, дозволяє звести чисельність шкідника до мінімуму або навіть на якийсь час повністю його там знищити.

Крім того, осіннє прибирання листя сприяє видаленню джерела грибкових захворювань каштанів, а її чергування з використанням інсектицидів селективної дії зменшує ймовірність виникнення поколінь молі, резистентних до певних хімічних препаратів.

Боротьба з каштановою мінуючою моллю включає в себе різноманітні методи, які можна класифікувати на хімічні, біологічні та культурні. Ось деякі з них:

1. Хімічні методи:

Інсектициди: Застосування хімічних засобів, таких як інсектициди, може бути ефективним способом контролю. Системні інсектициди, які вбивають міль при контакті або при вживанні, можуть бути розпилені на листя або вводитися в ґрунт навколо каштанових дерев.

2. Біологічні методи:

Використання природних ворогів: Введення або заохочення природних ворогів каштанової мінуючої молі, таких як:

- хижаки (птахи: синиці, ластівки) можуть полювати на дорослих молей, зменшуючи їхню чисельність;
- паразитоїди (ічневі комахи: хальцидоїдні наїзники, які відкладають свої яйця в тіло личинки молі, що призводить до її загибелі), що може допомогти знизити популяцію шкідника;
- Бактерії та гриби: Бактерії *Bacillus thuringiensis*: Деякі штами бактерії *Bacillus thuringiensis* можуть бути використані як біологічний інсектицид для боротьби з личинками каштанової мінуючої молі. Вони продукують токсини, які шкідливі для безхребетних.
- Інші комахи: Жуки-хижаки: Деякі види жуків, такі як *Carabidae*, можуть полювати на личинок каштанової мінуючої молі у ґрунті.
- Гриб *Beauveria bassiana*: Біоінсектициди на основі гриба *Beauveria bassiana*: Цей гриб є природним патогеном для різних шкідників, включаючи молі. Використання біопрепаратів на основі *Beauveria bassiana* може допомогти контролювати популяцію каштанової мінуючої молі.

3. Культурні методи:

Знищення порожнин: Весняне видалення та знищення порожнин, де личинки молі розвиваються, може обмежити їхню популяцію. Це може включати видалення інфікованих листків або сухих гілок.

4. Біотехнологічні методи:

Використання феромонів: Використання феромонів для масового вилову дорослих особин може допомогти знизити популяцію. Цей метод спрямований на ускладнення розмноження молі та зменшення її чисельності.

5. Генетичні методи:

Генетично модифіковані рослини: Розробка каштанових дерев, які мають стійкість до атак каштанової мінуючої молі через генетичне модифікування, може бути перспективним напрямком досліджень.

Вибір оптимального методу або їх комбінації повинен ґрунтуватися на ретельному аналізі умов та потреб конкретної міської екосистеми.

Важливо також підкреслити, що будь-які заходи мають бути взяті з урахуванням екологічних аспектів та мінімізації впливу на природні процеси. Комплексний підхід до управління популяцією каштанової мінуючої молі може стати оптимальною стратегією для забезпечення стійкості екосистем та збереження здоров'я міських дерев.

ВИСНОВКИ

1. У 2022-2023 році перших метеликів каштанової мінуючої молі виявлено на стовбурах дерев гіркокаштана звичайного наприкінці квітня (28.04.2023 р.) – на початку травня (04.05.2022 р.), а перші міни – у першій та другій декадах травня, тобто в період розкриття листя та початку цвітіння. Аналіз даних перебігу температур повітря свідчить, що середня дата вильоту метеликів каштанової мінуючої молі знаходиться у проміжку часу між стійким переходом температури повітря $+10^{\circ}\text{C}$ і $+15^{\circ}\text{C}$ за середньої суми ефективних температур 68°C у 2022 році та 82°C у 2023 році.

2. Суми ефективних температур за вегетаційний період для розвитку одного покоління каштанової мінуючої молі умовах міста Луцька є сприятливими, оскільки відповідають позначкам 979°C , 974°C , 516°C відповідно. Отже, за температурними умовами в насадженнях міста Луцька каштановий мінер розвивається в трьох повних поколіннях.

3. Отримані дані свідчать, каштанова мінуюча міль має сприятливі умови для розвитку від дати розпускання листя гіркокаштана звичайного до дати початку опадання листя. Початок опадання листя гіркокаштана звичайного в 2022-2023 роках співпадає з більш пізніми датами стійкого переходу температури повітря вниз через $+15^{\circ}\text{C}$ та $+10^{\circ}\text{C}$ (21.10.23 р. та 23.10.2022 р.). Суми додатних ефективних температур на дату опадання листя гіркокаштана у 2023 році виявились більшими (527°C), ніж у 2022 році (359°C).

4. Під час дослідження поширення каштанової мінуючої молі виявлено наявність відмінностей у щільності її мін у різних типах насаджень. Щільність мін у вуличних насадженнях гіркокаштана звичайного є значно нижчою ніж у парках, за винятком молодих дерев, що пов'язано із осіннім прибиранням листя, в якому зимують лялечки. Так у насадженнях у Сквері проспект Перемоги у 2022 р. кількість мін на листок становила 38, у 2023 році – 31,2. У каштанових насадженнях по проспекті Відродження цей показник становив 107 мін/листок у

2022 році та 114,6 мін/листок у 2023 році. Значно вищі ці показники спостерігались у насадженнях лугопарку на вулиці Набережній 410 мін/листок у 2022 році та 408 мін/листок у 2023 році. Високі показники мін відмічено і у насадженнях Центрального парку культури та відпочинку імені Лесі Українки 416 мін/листок у 2022 році та 412 мін/листок у 2023 році.

5. Упродовж вегетації гіркокаштана звичайного у динаміці щільності мін каштанового мінера спостерігається три періоди зростання, які відповідають розвитку окремих поколінь цієї комахи. Найменша щільність міни/листок спостерігалась у Парку імені 900-річчя міста Луцька: у другій декаді червня (15,0 міни/листок), у другій декаді липня (32 міни/листок), і в другій декаді серпня (28,2 міни/листок). Найбільша щільність міни/листок спостерігалась у Центральному парку культури та відпочинку імені Лесі Українки: у другій декаді червня (175 міни/листок), у другій декаді липня (597 міни/листок), і в другій декаді серпня (476 міни/листок). Заселеність під час розвитку I покоління наростала повільно, під час розвитку II покоління – швидко, та повільно – під час розвитку III покоління. Повільний розвиток III покоління пов'язаний із відсутністю місця на листках для заселення. І хоча рівень щільності мін відрізнявся у різних насадженнях, але періоди її збільшення та зменшення виявились подібними.

6. Загальний ступінь пошкодження листкової пластини для всіх біогеоценозів склав $47,72 \pm 3,73\%$. Це свідчить про середній рівень ураження листя каштанів мінуючою міллю в м. Луцьку. Найвищий рівень пошкодження зафіксовано в серпні в усіх біогеоценозах, що вказує на активну діяльність гусениць мінуючої молі протягом цього місяця. Червень та липень мають менший ступінь пошкодження порівняно з серпнем, проте вони також свідчать про значний вплив фітофага. Різниця в ступені пошкодження між біогеоценозами: Червень: Найвищий рівень ушкодження у Лугопарку на вул. Набережній ($60,00 \pm 1,73\%$) та найнижчий у Парку імені 900-річчя міста Луцька ($6,67 \pm 0,88\%$). Липень: Найвищий рівень у Лугопарку на вул. Набережній ($79,17 \pm 1,36\%$), а найнижчий в Парку імені 900-річчя міста Луцька ($9,67 \pm 1,33\%$).

Серпень: Знову найвищий рівень у Лугопарку на вул. Набережній ($95,67 \pm 0,67\%$), а найнижчий у Сквері пр.-т Перемоги ($14,83 \pm 1,59\%$). Каштанові насадження пр-т Відродження вирізняються великим рівнем ушкодження в серпні ($92,00 \pm 0,58\%$), що може вказувати на особливу вразливість цього місця. Парк імені 900-річчя міста Луцька в цілому виявив найменший ступінь пошкодження в усі три місяці. Середній ступінь пошкодження варіюється від помірного до високого в різних місцях міста, що може бути пов'язано з різними умовами середовища та щільністю населення каштановою мілю.

7. У насадженнях гіркокаштана міста Луцька каштанова мінуюча міль розвивається у трьох поколіннях на рік, але певна частка популяції має тенденцію розвиватись у додатковому (четвертому) поколінні. Останні лялечки каштанової молі з'являються на декілька днів раніше від дати стійкого переходу температури повітря вниз через $+10^{\circ}\text{C}$ та опадання листя гіркокаштана. У 2023 році за суми ефективних 574°C 20 жовтня фіксували появу лялечок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акімов І. А., Зерова М. Д., Нарольський Н. Б. та ін.. Фенологія каштанові мінуючої молі небезпечної шкідника кінського каштана в Україні // Екобезпека, 2003, № 6, С. 44–46.
2. Акимов И. А., Зерова М. Д., Нарольский Н. Б., Никитенко Г. Н., Свиридов С. В., Коханец А. М., Бабидорич М. М. (2006). Биология каштановой минирующей моли, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae), в Украине. Рус. Зоологии, (40), 4, 321-332.
3. Акімов І. А., Зерова М. Д., Нарольський М. В., Трокоз В. А., Нікітенко Г. М., Свиридов С. В., Коханець О. М. Фенологія каштанові мінуючої молі *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Україні // Рідна природа, 2003, № 5, С. 44 - 48 .
4. Акімов І. А., Зерова М. Д., Гершензон З. С. (2003). Перше повідомлення про появу в Україні каштанові мінуючої молі *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) на кінському каштані звичайному *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae). Вісник зоології, (37) 1, 3-12.
5. Антюхова О. В. (2008). Сезонний розвиток каштанові мінуючої молі. Вісник захисту рослин, (4), 57-61.
6. Бабидорич М. М. (2003). Каштанова мінуюча міль вражає кінський каштан на Україні. Стан та розвиток агропромислового виробництва в межах Євро регіону. Верхній Прут; Матеріали ІІ міжнар. Науково практичної конференції, Чернівці, 40-41.
7. Бабидорич М. М., Нарольський 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, 3-10 сентября 2006 г.), Алушта, 2006, С. 469-470.
8. Бащенко М. М. (2019). Плодючість та строки ембріонального розвитку каштанові молі *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986

(*Lepidoptera: Gracillariidae*) в лабораторних умовах за різних температур. Карантин і захист рослин, (5), (6), 27-29.

9. Бессонова В. П. (2001). Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля: Навчальний посібник. Запоріжжя, ЗДУ, 196 с.

10. Гаманова О. М. (2011). Каштанова мінуюча міль та захист гіркокаштана звичайного в міських насадженнях: Автореферат дисертації.

11. Гаманова О. М. Каштанова мінуюча міль: небезпечний шкідник каштанів і способи обмеження його чисельності // Карантин і захист рослин., 2007, № 1, С. 4-5.

12. Гнатів П. С. (2008). Середовище, антропогенні чинники й адаптація рослин. Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Сер.: Біологічні науки. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, (3), 257-264.

13. Голобородько К. К., Рябка К. О., Зайцева І. А., Кондратьєва К. В. (2019). Поширення та сучасний стан каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986) у м. Дніпропетровськ. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, (14) 2, 163-168.

14. Григорюк І. П., Машковська С. П., Яворовський П. П., Колесніченко О. В. (2004). Біологія каштанів. Київ: Логос, 380 с. Гугля Ю. А., Зиненко А. И. (2008). Новые данные о расселении каштановой минирующей моли, *Cameraria ochridella* (*Lepidoptera, Gracillariidae*), на территории Украины. Вестник зоологии. (42) 3, 220 с.

15. Григорюк І. П., Ліханов А. Ф., Мельничук М. Д., Клюваденко А. А., Демчук Т. Л. (2012). Система конституціональної стійкості рослин роду *Aesculus* L. до каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić). Доп. НАН України, (7), 144-152.

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

17. Доспехов В.А. Методика полевого опыта, М.: Колос, 1979, 415 с.
18. Дрозда В. Ф., Кочерга О. М., Мельничук С. Д., Гойчук А. Ф., Брайко В. Б. (2013). Особливості біології, екології та контроль чисельності каштанової мінуючої молі *Cameraria ohridella* Desch. & Dimic (*Lepidoptera, Gracillariidae*) в умовах Полісся. Науковий вісник НЛТУ України, (23) 2, 23-30.
19. Зерова М.Д. Каштановая минирующая моль на Украине [Текст] / М. Д. Зерова, Київ: ТОВ«Велес», 2007, 87с.
20. Каштановая минирующая моль в Украине / М.Д. Зерова, Г.Н. Никитченко, Н.Б. Нарольский, З.С. Гершензон и др., К., 2007, 88 с.
21. Коваль І. М., Мікуліна І. М. (2012). Дендрохронологічні дослідження кінського каштана звичайного, пошкодженого каштановою мінуючою мілью в лісостепу. Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць. Львів: РВВ НЛТУ України (22) 10, 40-45.
22. Колесніченко О. В., Григорюк І. П., Грисюк С. М. (2012). Біолого-екологічні системи стійкості та адаптації рослин *Castanea sativa* Mill. К.: ЦП «Компринт», 335 с.
23. Лобановський Г., Федоненко В. (2005). Каштанова міль та заходи обмеження її шкодочинності. Карантин і захист рослин. (3), 26-27.
24. Мешкова В. Л. Мікуліна І. М. (2008). Оптимізація обліку чисельності каштанового мінера *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic, 1986 (*Lepidoptera, Gracillariidae*). Лісівництво і агролісомеліорація. Х.: Укр. НДІЛГА, 182-186.
25. Нерольський Н. Д., Никитенко Г. Н. (2004). Распространение каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* Desch. & Dem (*Lepidoptera, Gracillariidae*) в Украине. Материалы докладов международной научн.-практ. конференции Краснодар, 46-48.
26. Нікітенко Г. М., Свиридов С. В. (2007). Шкідники кінського каштана. Карантин і захист рослин: журнал, (10), 22-28.
27. Піхало О. В. (2010). Сучасний стан гіркокаштану звичайного (*Aesculus Hippocastanum* L.) в декоративних насадженнях історичної частини м.

Києва. Науковий вісник Нац. університету біоресурсів і природокористування України, 152. (1), 136-140.

28. Рогинский А. С., Буга С. В. (2016). Динамика развития мин личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) на листовых пластинках каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в условиях Беларуси. Труды БГУ, том 11, часть 1, 314-319.

29. Рогинский А. С., Буга С. В. (2017). Краткая морфометрическая характеристика личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986; *Lepidoptera: Gracillariidae*). Минск, сб. статей XI Зоологической Международной научно-практической конференции, 371-374.

30. Свиридов С В., Коханець О. М. Фенологія каштанової мінуючої молі *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Україні // Рідна природа, 2003, № 5, С. 44-48.

31. Трибель С. О., Гарманова О. Н. (2009). Методи моніторингу каштанової мінуючої молі. Ж.:Захист і карантин рослин, 54, 404-417.

32. Трибель С.О., Гарманова О. Н. (2008). Каштанова мінуюча міль. К.: Видавництво «Колобіг», 69 с.

33. Чайка В. М. Еколого-фізіологічні аспекти динаміки популяцій комах– фітофагів. Захист і карантин рослин, 2002, Вип. 48, С. 3-10.

34. Balder H, Jackel B., Schmolling S. Effects of the horse chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič on the frost hardness of *Aesculus hippocastanum* L. // Proc. 1 -st Intern. Cameraria symp. Cameraria ohridella and other invasive leaf-miners in Europe. (Praga, March 24-27, 2004), Praga, 2004. , 4 P.

35. D'Costa L.E. (2014). Resistance and susceptibility to the invasive leaf miner *Cameraria ohridella* within the genus *Aesculus*. Thesis submitted for the degree of Doc. of Ph. Sch. of Biol. Scien., Royal Holloway, Un. of London, 2014. p. 257.

36. Dautbasic, M. (1999). Occurrence of *Cameraria ohridella* Deschka et Dimič in BosniaHerzegovina. M. Dautbasic, N. Dimič. Radovi. Works of the Faculty of Forestry. N. 1. 11-14.

37. De Prins, J., De Prins, W., De Coninck, E. (2003). The pupal morphology of *Cameraria ohridella* compared with that of the genus *Phyllonorycter* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Anzeiger für Schädlingskunde*. 76 (6), 145-150. doi:10.1007/s1034000300092.
38. Deschka G. *Cameraria ohridella* sp. n. (Lep., Lithocolletidae) aus Mazedonien, Jugoslawien. *Acta Entomol. Jugosl*, 2016, 22, № 1-2, S. 11-23.
39. Puchberger K. M. *Cameraria ohridella* Deschka et Dimič (Lep., Lithocolletidae) in Oberösterreich // *Steyrer Entomol. Runde*, 1990, 24, P. 79-81.
40. Radeghieri R *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) predation by *Crematogaster scutellaris* (Hymenoptera, Formicidae) in Northern Italy (Preliminary note) // *Bull. Insectol*, 2004, 57, P. 63-64.
41. Salleo S., Nardini A., Raimondo E, Assunta Lo Gullo M., Pace E, Giacomich P. Effects of defoliation caused by the leaf miner *Cameraria ohridella* on wood production and efficiency in *Aesculus hippocastanum* growing in north-eastern Italy // *Trees*, 2003, (17), P. 367-375.
42. 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.
43. Simova-Tosic D. Contribution to the horse-chestnut miner / Simova-Tosic D., Filov S. // *Záštita bilja*, 2015, (36), P. 235-239.

ДОДАТКИ

Додаток А

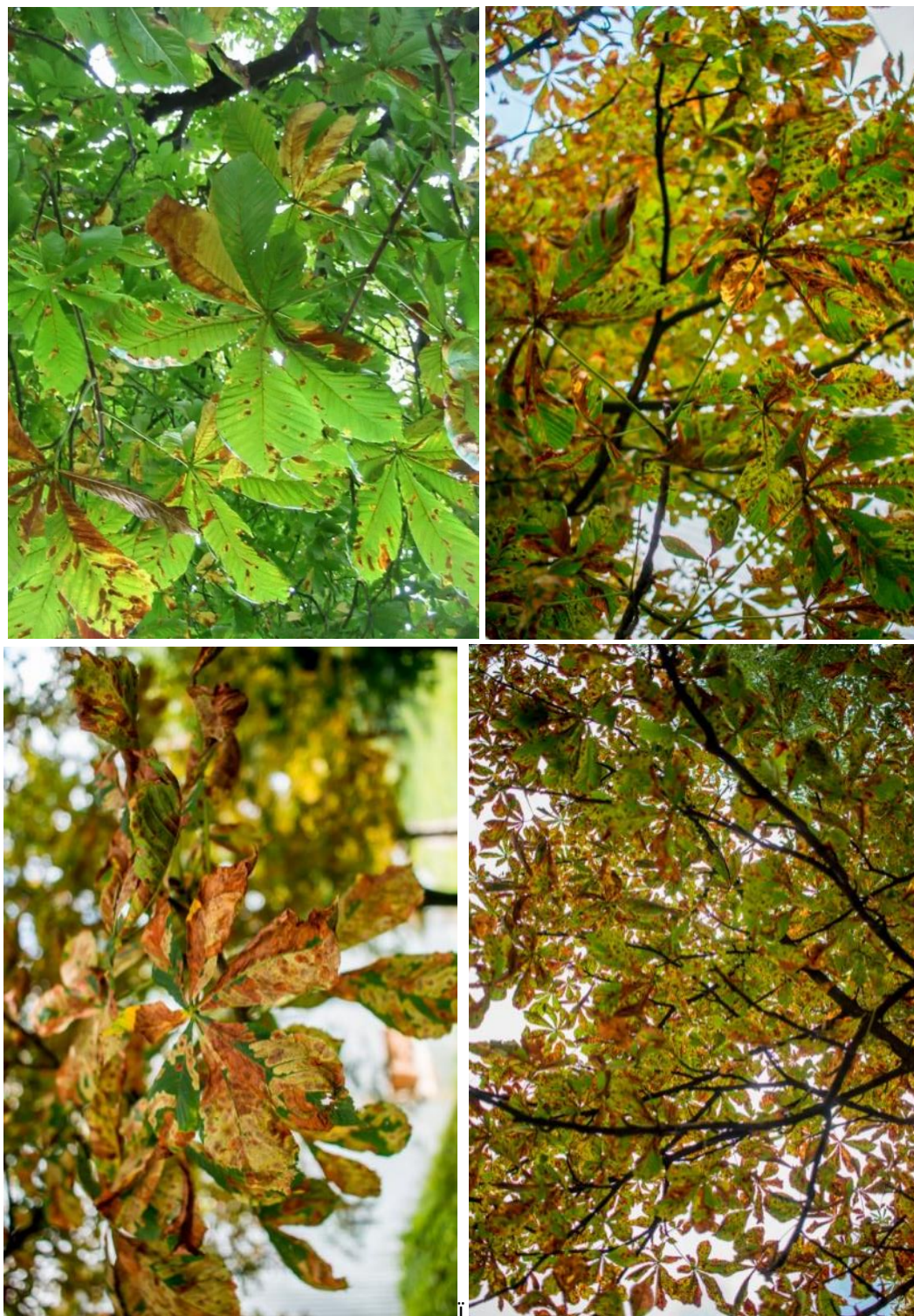


Рис. А.1. Ступінь пошкодження листків каштана *Aesculus hippocastanum* (L.) каштановим мінером: низький рівень ; Г – високий рівень.



Рис. А.2. Листя гіркокаштану звичайного, уражені мінерою



Рис. Б.1. Метелики каштанової мінуючої молі на штабмі каштана

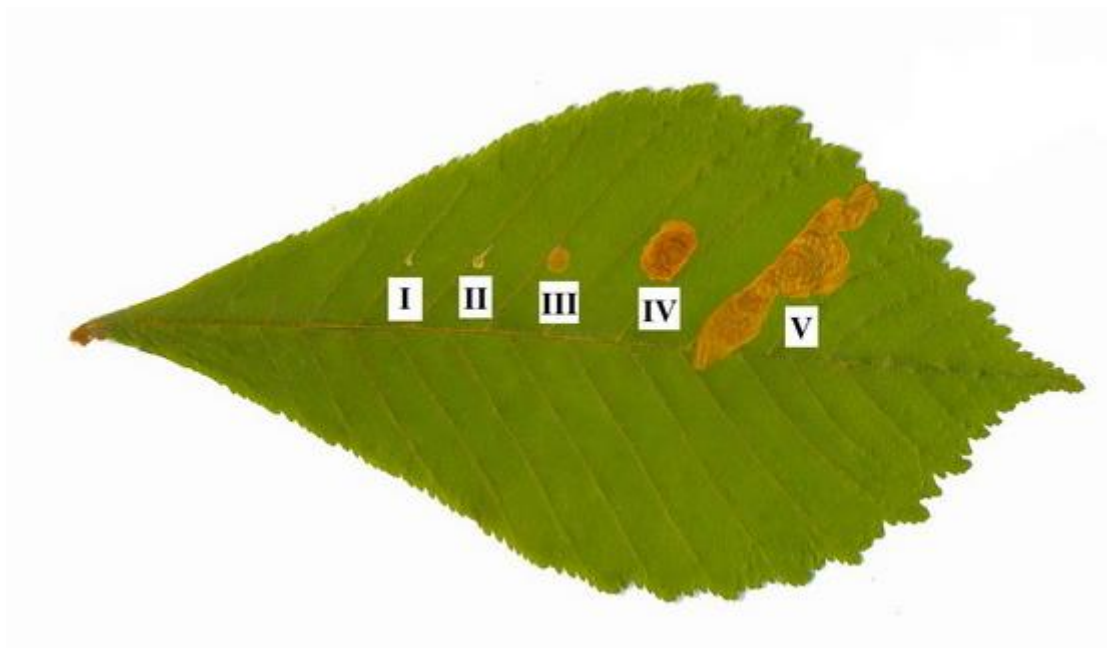


Рис. Б.2. Міни личинок каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella*) різних віків на листку гіркогокаштана звичайного.



Рис. Б.3. Злиття мін личинок каштанової мінуючої молі на листку гіркогокаштана звичайного



Рис. Б.4. Футляр лялечки мінуючої молі (*Cameraria ohridella*)



Рис. Б.5. Каштанова мінуюча міль (*Cameraria ohridella*), на листі кінського каштана.



Рис. Б.6. Шахтні отвори від мінера кінського на листку гіркокаштана звичайного



Рис. Б.7. Личинки каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella*) на листку гіркокаштана звичайного



Рис. Б.8. Лялечки каштанові мінуючої молі (*Cameraria ohridella*) в кокони



Рис. Б.9. Личинкова стадія в листковій міні



Рис. Б.10. Схема ураження («міни») каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella*)



Рис. В.1. Пошкоджені та не пошкоджені дерева гіркокаштану звичайного



Рис. Д.1. Відлов метеликів мінуючої молі (*Cameraria ohridella*)



Рис. Д. 2. Проведення замірів личинок мінуючої молі (*Cameraria ohridella*)