

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Агрономічний факультет
Кафедра захисту рослин

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

СИНЯК ДІАНА ПАВЛІВНА

УДК: 632.7:632.9

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**МІЛЬ-СТРОКАТКА PHYLLOXYCTER POPULIFOLIELLA –
ШКІДНИК ТОПОЛІ ТА ЗАХОДИ УПРАВЛІННЯ ЇЇ
ЩІЛЬНОСТІ В УМОВАХ М. ЖИТОМИР**

202 «Захист і карантин рослин»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело _____ Діана СИНЯК

Керівник роботи

Петро ЧУМАК
к. с.-г. н., доцент

Житомир–2021

АНОТАЦІЯ

Синяк Д. П. Міль-строкатка *Phyllonorycter populifoliella* – шкідник тополі та заходи управління її щільності в умовах м. Житомир. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 202 – захист і карантин рослин. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Міські зелені насадження м. Житомира, відчувають постійний вплив факторів, що негативно впливають на їх стан, зокрема забруднення повітря та ґрунтів, порушення гідрологічного режиму, рекреаційні навантаження різного характеру. Ослаблені під впливом цих факторів насадження стають сприятливим середовищем для розмноження шкідників та розвитку хвороб.

Спалахи масового розмноження листоїдних комах у місті повторюються досить часто. Однак реакції у відповідь деревних рослин на пошкодження шкідниками і фактори, що визначають динаміку щільності популяцій комах-дендрофагів у міському середовищі, вивчені дуже слабо. Наявні відомості про рівень пошкодження листяними шкідниками, при якому погіршується стан деревних рослин, часто суперечливі.

Встановлено, що умови вегетації, що склалися у 2020–2021 рр. сприяли масовому розвитку та поширенню *Phyllonorycter populifoliella* на тополі, яка завдала значної шкоди. Погодні умови – головний фактор, що посилює розвиток молі-строкатки.

Для захисту тополі від молі-строкачки в умовах урбофітоценозів рекомендуємо використовувати препарат Актофіт БТ за концентрації вище 50 мл з розрахунку 10 л води (період з'явлення личинок).

Ключові слова: тополя, *Phyllonorycter populifoliella*, інсектициди.

SUMMARY

Sinyak D.P. The moth *Phyllonorycter populifoliella* is a pest of poplar and measures to control its density in the conditions of Zhytomyr. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 202 – plant protection and quarantine. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

Urban green spaces in Zhytomyr are constantly affected by factors that negatively affect their condition, including air and soil pollution, violations of the hydrological regime, recreational activities of various kinds. Weakened under the influence of these factors, plantations become a favorable environment for the reproduction of pests and the development of diseases.

Outbreaks of mass reproduction of leaf-eating insects in the city are repeated quite often. However, the responses of woody plants to pest damage and the factors that determine the dynamics of dendrophage insect population density in the urban environment have been poorly studied. The available information on the level of damage by deciduous pests, at which the condition of woody plants deteriorates, is often contradictory.

It was found that the growing conditions in 2020–2021 contributed to the mass development and spread of *Phyllonorycter populifoliella* on poplars, which caused significant damage. Weather conditions are the main factor that intensifies the variegation of moths.

To protect the poplar from the moth in urbophytocenoses, we recommend using the drug Aktofit BT at concentrations above 50 ml at the rate of 10 liters of water (period of larval emergence).

Key words: poplar, black ash sawfly, insecticides.

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Огляд літератури.....	7
Розділ 2. Програма, характеристика умов та методика проведення досліджень	12
2.1. Програма досліджень.....	12
2.2. Характеристика умов проведення досліджень.....	12
2.3. Методика проведення досліджень.....	13
Розділ 3. Експериментальна частина.....	16
3.1. <i>Phyllonorycter populifoliella</i> тополі в урбофітоценозах м. Житомира.....	16
3.2. Біологічні особливості розвитку <i>Phyllonorycter populifoliella</i> в роки проведення дослідження	18
3.3. Поширення <i>Phyllonorycter populifoliella</i> в урбофітоценозах м. Житомира.....	22
3.4. Захист тополі від <i>Phyllonorycter populifoliella</i>	24
Висновки.....	28
Список використаної літератури.....	29

ВСТУП

Міські зелені насадження м. Житомира, відчувають постійний вплив факторів, що негативно впливають на їх стан, зокрема забруднення повітря та ґрунтів, порушення гідрологічного режиму, рекреаційні навантаження різного характеру. Ослаблені під впливом цих факторів насадження стають сприятливим середовищем для розмноження шкідників та розвитку хвороб.

Найважливіша група членистоногих-шкідників міських насаджень – листяїдні комахи. Їхнє розмноження призводить до подальшого ослаблення насаджень, погіршення їх санітарних, рекреаційних та екологічних функцій. Важливий фактор – зниження естетичних якостей насаджень через дефоліацію, появи великої кількості личинок і пошкоджень деревних рослин, зовнішній вигляд яких у сукупності городянами, що негативно сприймаються.

Спалахи масового розмноження листоїдних комах у місті повторюються досить часто. Однак реакції у відповідь деревних рослин на пошкодження шкідниками і фактори, що визначають динаміку щільності популяцій комах-дендрофагів у міському середовищі, вивчені дуже слабо. Наявні відомості про рівень пошкодження листяними шкідниками, при якому погіршується стан деревних рослин, часто суперечливі.

Встановлено, що умови вегетації, що склалися у 2020–2021 рр. сприяли масовому розвитку та поширенню *Phyllonorycter populifoliella* на тополі, яка завдала значної шкоди. Погодні умови – головний фактор, що посилює розіток молі-строкатки.

Для захисту тополі від молі-строкачки в умовах урбофітоценозів рекомендуємо використовувати препарат Актофіт БТ за концентрації вище 40 мл з розрахунку 10 л води (період з'явлення личинок).

Мета досліджень провести експеримент і встановити особливості розвитку молі-строкатки на тополі, а також удосконалити заходи захисту проти неї.

Завдання наших досліджень: уточнити інтенсивність поширення молі-строкатки в умовах Ботанічного саду та м. Житомира; встановити особливості

розвитку фітофага в досліджених умовах; визначення економічної ефективності досліджуваних препаратів проти молі-строкатки.

Об'єкт дослідження є процес поширення молі-строкатки на тополі та удосконалення заходів боротьби.

Предмет дослідження: тополя, міль-строкатка, інсектициди.

Публікації автора за темою проведених досліджень:

1. Попелиці (Aphididae) – поширені шкідники тополі пірамідальної в м. Житомир / П. Я. Чумак, **Д. П. Синяк**, В. В. Турич, І. В. Іващук *Сучасні аспекти вирішення проблем у захисті і карантині рослин* : матеріали науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і фахівців у сфері захисту і карантину рослин (м. Житомир, 25 лютого 2021 р.), Житомир : Поліський національний університет. 2021. С. 95–97.

2. Синяк Д. П. спалах масового розмноження тополевої молі-строкатки *Phyllonorycter populifoliella* у м. Житомирі. *Сучасні та новітні технології захисту рослин* : матеріали I науково-практичної конференції студентів (м. Житомир, 27 вересня 2021 р.), Житомир : Поліський національний університет. 2021. С. 47–48.

3. Синяк Д. П. Наслідки розмноження тополевої молі-строкатки на Житомирщині. *Захист рослин – важлива складова сталого розвитку фітоценозів* : матеріали II науково-практичної конференції студентів (м. Житомир, 18 жовтня 2021 р.), Житомир : Поліський національний університет. 2021. С. 33–35.

Практичне значення отриманих результатів. Знаючи дані поширення молі-строкатки та збільшення випадків інтенсивного розмноження цього шкідника та шляхом удосконалення захисних заходів можна знизити шкідливий вплив на тополю.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота – 33 сторінок. Складові: вступ, 3-ри розділи, висновки, література (47 найменувань, 27 латиницею), чотири таблиць, чотири рисунка.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Вплив екологічних факторів на стан насаджень. Зелені насадження формують архітектурно-художню подобу міст і ключові рекреаційні простори, виконують ряд санітарних функцій, знижуючи рівень техногенного забруднення середовища, у тому числі газового, пилового та шумового. Міські зелені простори позитивно впливають на гідротермічний режим, знижують радіаційні та вітрові навантаження у міському середовищі. Містобудівельний, санітарний, мікрокліматичний та рекреаційний потенціал міських зелених насаджень визначається не лише видовою приналежністю та індивідуальними особливостями деревних рослин, а також лісівничими та таксаційними показниками структури паркових насаджень [1, 2]. З іншого боку, вплив усіх екологічних факторів на насадження у міському середовищі специфічні, що можна сказати і про відповідні реакції рослин. Забруднення повітря, води та ґрунту, гідрологічний режим, структура ґрунту, мікроклімат і, особливо, температура та сума опадів в урбанізованих ценозах істотно відрізняється від таких у дикому природному середовищі [3].

Флора м. Житомира складається переважно з інтродукованих деревних порід. У повоєнний період насадження периферійних районів міста використовувалося 217 видів деревних рослин, з яких 35 видів були аборигенними. У 1980-ті роки. в озелененні застосовувалися 38 видів дерев та 60 видів чагарників. Близько 70 % усіх деревних насаджень Житомира складають дерева 7 пологів: за спаданням зустрічальності це липа європейська, тополя (*Populus* spp.), берези пухнаста і повисла, клен гостролистий (*Acer platanoides* L., 1753), в'яз шорсткий, ясен звичайний і дуб [4]. Насадження, що знаходяться у північних та південних районах міста, практично не відрізняються ні складом, ні часткою участі видів деревних рослин, що пов'язано з їх одночасним створенням та благоустроєм. В даний час насадження Житомира становлять 2 тис. га (включаючи площу розташованих у них водойм). Сюди входить парки, сади, сквери, бульвари,

вуличні посадки. Крім того, є чимало приватних насаджень навколо дач, котеджів, фермерських господарств та ін. Загалом площа насаджень становить майже 32 % адміністративної території суб'єкта [5, 6].

У міському середовищі важливе значення мають такі екологічні чинники як різноманітні форми забруднення повітря, води та ґрунту; зміна гідрологічного режиму; формування своєрідної ґрунтової структури (особливо переущільнення); зміна мікрокліматичних умов, зокрема, збільшення температури, зміна режиму освітленості. Дуже важливий фактор, що визначає специфіку структури міських насаджень, – введення у міські посадки різноманітних інтродуцентів, а також видів, не властивих лісовим екосистемам регіону. Всі ці фактори визначають і специфіку ентомокомплексів деревних рослин урбоекосистеми [7, 8, 9].

У більших мегаполісах, найнебезпечнішими факторами, що викликають ослаблення рослинності та порушення функцій міських насаджень, є (у порядку зменшення значущості) [10]: засолення ґрунтів у результаті застосування протиожеледних сумішей; нестача вологи в ґрунті та літні посухи; високий ступінь ущільнення ґрунту та його асфальтування; погіршення властивостей ґрунту та накопичення у ньому важких металів; забруднення повітря та ґрунту промисловими та транспортними забруднювачами; ураження хворобами та шкідниками.

Результати моніторингу зелених насаджень загального користування Житомира дають подібну характеристику параметрів міського середовища, які впливають на стан зелених насаджень [11].

Зростання забрудненості автомобільними викидами торкається головним чином великих міст. При цьому ситуація у Житомирі за останні десятиліття погіршилася, рівень забруднення зріс приблизно на 15 % [12, 13]. Для міських екосистем характерно забруднення повітря, ґрунту та води, що негативно впливає на стан дерев'яних рослин. У міському повітрі підвищено концентрації оксиду вуглецю, діоксиду азоту, твердих речовин та інших

шкідливих домішок, пилу та важких металів. Особливо небезпечні для рослин кислі легкокорозивні у воді гази (SO_2 , NO , NO_2 , HF , HCl) [14, 15].

У контакті з атмосферною вологою ці гази перетворюються на сильні кислоти (сірчану та азотну) та випадають на землю зі снігом або дощем. Дослідження, присвячені впливу кислотного дощу ($\text{pH} < 3,0 \dots 5,0$) на рослини показали, що на листі можуть з'явитися плямистості, некрози та скручування [16].

Осілий на листі пил екранує поверхню, знижуючи надходження до пігментів фотосинтетично активної радіації (приблизно на 5–14 %) і, навпаки, різко підвищує поглинання теплового випромінювання (на 25–33 %) [17]. В результаті лист перегрівається (на 1,0–1,5 °C), збільшується витрата води на транспірацію, скорочується продуктивність фотосинтезу [18]. Хімічна дія пилу проявляється після її розчинення у воді та проникнення у внутрішні тканини організму. Дія на рослини мінеральних водорозчинних часток нерідко викликає локальні опіки на листі, а при тривалому впливі – ослаблення та загибель рослин [19].

У містах основні частки забрудненості припадають на викиди від експлуатації автомобільного транспорту [20]. Агрохімічні обстеження ґрунтів показали, що вміст хлоридів у ґрунтах на об'єктах зелених насаджень загального користування в середньому у 2–6 разів вищий за фоновий (2–3 мг/100 г іонів хлору) [21]. Протягом вегетаційного періоду NaCl , що застосовується взимку як протиожеледний засіб, накопичується в листі і верхівках пагонів, викликаючи подрібнення, крайовий некроз листя та його передчасне опадання [22].

У містах спостерігається тенденція ксерофітизації: дерева мають рідку крону, дрібне листя, у них змінено зростання пагонів, з'являються некрози листя. Промислові гази у певному діапазоні концентрацій (від 1 ГДК і вище) викликають появу некрозів (опіків) на листі та хвої деревних рослин, зниження тривалості життя хвої, прискорення усихання нижніх гілок біля смереки [23].

Коливання температури. Відомо, що зміни клімату останніх десятиліть призводять до змін фенології як рослин, так і тварин [24].

Динаміка температури у міських умовах має свою специфіку. Характерні саме для міського середовища коливання температури можуть бути фактором, що впливає на загибель рослин або викликає його ослаблення та розвиток специфічних хвороб. Найчастіше при високій температурі, що супроводжується недоліком вологи, спостерігаються в'янення та усихання частин рослини або рослини в цілому [25]. Дослідники наводять перелік хвороб та пошкоджень, що провокуються високою або низькою температурою: опік кори (характерний для тонкокорих порід: ялини, ялиця), морозобійні тріщини (низькі зимові температури), морозне шюте (весняне побуріння та опадіння хвої, переважно у молодих рослин), весняне усихання листя (пізні весняні заморозки або тепла погода в зимовий період, що провокує вихід рослин зі стану спокою), внутрішні пошкодження стовбурів та відмирання внутрішніх шарів деревини у вигляді кілець та пучків бурої або білої м'якої пухкої паренхіми (при дії низьких зимових температур) [26, 45].

Порушення водного режиму – одна з найпоширеніших причин послаблення та загибелі деревних рослин у міському середовищі. Дефіцит ґрунтової вологи, що виникає через проведення господарських, особливості будівельних, заходів або дефіцит опадів або, навпаки, підтоплення, що нерідко відбувається при дорожньому будівництві або порушенні меліоративної мережі, призводять до різкого ослаблення та загибелі деревних рослин [27]. Дія комплексу негативних факторів урбанізованого середовища призводить до зниження (до 2–3 разів) тривалості життя міських зелених насаджень, викликає патології у їх розвитку та погіршує стан рослин [28, 44].

Ентомофауна міських зелених насаджень формується з автохтонних видів, що збереглися в процесі урбанізації, та вселенців із сусідніх територій, а також інвайдерів, що проникають на нову територію різними шляхами, та меншою мірою інтродуцентів [29]. Шкідники деревних рослин у міських умовах зі збільшенням щільності популяцій стають серйозними фактором ослаблення дерев, а в деяких випадках – загибелі насаджень. Крім того,

пошкодження дерев комахами знижують естетичні властивості зелених насаджень [30, 43].

Шкідники міських насаджень включають дві основні групи - стовбурових шкідників і хвоє-листогразучих комах (філофагів). Найбільш значущі види стовбурових шкідників – комах-монофагів або вузьких олігофагів. Їхнє розмноження призводить до швидкої загибелі деревних рослин одного виду або представників одного роду. Зокрема, добре відомі випадки розмноження у міському середовищі короїда-типографа (*Ips typographus* Linnaeus, 1758) та великого соснового лубоїда (*Tomicus piniperda* Linnaeus, 1758) [31], інвазійних видів в'язових вузлів *spp. planipennis* Fairmaire, 1888 та інших шкідників [32].

Пошкодження асиміляційного апарату дерев комахами-філофагами може призводити до ослаблення, а в деяких випадках при різкому збільшенні щільності популяцій – і загибелі дерев. Погіршуються екологічні, рекреаційні та естетичні якості насаджень [33, 42]. Негативні наслідки пошкодження комахами асиміляційного апарату дерев показані у ряді класичних робіт російських ентомологів минулого століття [34]. У листі берези, сильно ушкоджених комахами-філофагами, знижується вміст пов'язаних та вільних амінокислот, а також розчинних вуглеводів, уповільнюються біохімічні процеси [35].

Комплекс комах-філофагів деревних рослин міських територій за ступенем адаптації до специфічного міського середовища поділяють на три групи [36]: екологічно пластичні аборигенні види, типові для лісових екосистем, потенційно здатні освоювати урбанізоване середовище; аборигенні види, для яких міське середовище свідомо сприятливе; інвазійні види, котрим урбанізована середовище сприятлива [40, 41].

Широко відомі інвазійні види цієї групи, особливо з сімейства молей-строкаток (*Gracillariidae*), поширення яких проходить дуже високими темпами [37]. Великі дослідження щодо цієї групи шкідників проведено Н. І. Кириченко (2021). Тільки в одному сімействі молей-строкаток (*Gracillariidae*) у міських насадженнях та ботанічних садах Житомира було виявлено понад 50 видів шкідників, серед яких чимало інвазійних видів [38, 39].

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень: уточнити інтенсивність поширення молі-строкатки в умовах Ботанічного саду та м. Житомира; встановити особливості розвитку фітофага в досліджених умовах; визначення економічної ефективності досліджуваних препаратів проти молі-строкатки.

2.2. Характеристика умов проведення досліджень

Клімат Полісся помірний та вологий, перехідний до континентального. Для міста характерні помірно тепле літо та помірно холодна зима з частими вторгненнями теплих мас повітря з високою вологістю. Це значною мірою обумовлено частими циклонами, що приходять до міста. Влітку у Житомирі переважають західні та північно-західні вітри, взимку – західні та південно-західні. Вологість повітря 145 днів на рік перевищує рівень 80 %. Середня температура січня становить $-6,1^{\circ}\text{C}$, а липня – $18,1^{\circ}\text{C}$. За останні роки температури зимових місяців підвищилися приблизно на $2,5...3,1^{\circ}\text{C}$.

Останні десятиліття у Житомирі відбувається досить швидко зміна клімату (табл. 2.1). Зростає середнє значення температури та сума опадів. Причому температура різко зросла останні 30 років, а опади – протягом останніх 60 років. За період із 1991 по 2021 роки. середня температура протягом року становила $+6,3^{\circ}\text{C}$, а липень $+19,1^{\circ}\text{C}$. Найхолодніший місяць у Житомирі – лютий; середня температура за цей період склала $+5,0^{\circ}\text{C}$. Амплітуда середньодобових температур лютого та липня ($24,6^{\circ}\text{C}$) порівняно невелика й у помірного клімату.

Перший день із середньою позитивною температурою припадає на початок квітня, а перший день із середньою температурою нижче нуля – на середину листопада. Середня тривалість всього періоду з позитивною середньодобовою температурою становить 230 днів, а з температурою вище $+5^{\circ}\text{C}$ – 165 днів.

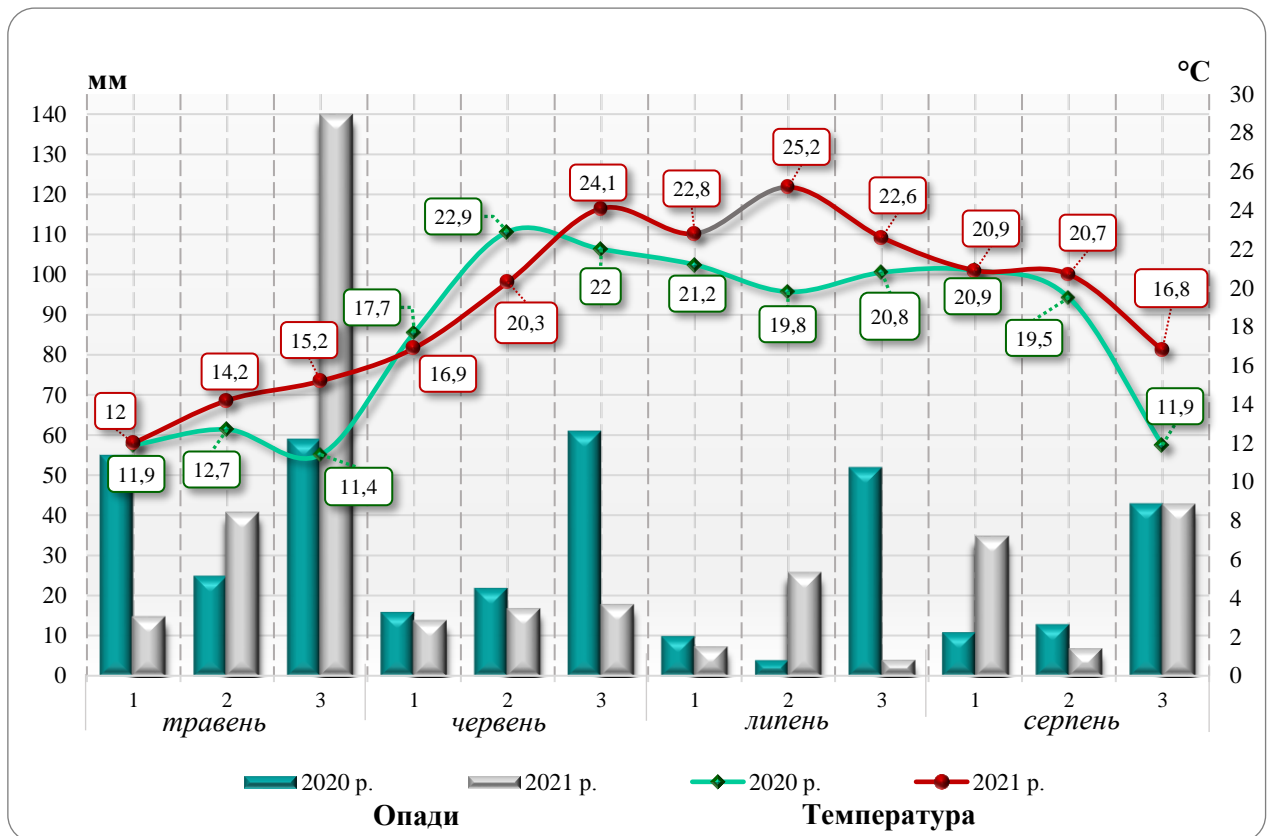


Рис. 2.1. Погодні умови м. Житомир, 2020–2021 рр.

Інтенсивні транспортні потоки та робота промислових підприємств Житомира призводять до забруднення повітря, утворенню смогу, рідкокрапельних та пилових хмар. Це зумовлює зміну мікроклімату, особливо температури та вологості. У Житомирі, в порівнянні з передмістями, влітку температура вище на 2 ... 4 °С, а відносна вологість нижче на 15 ... 20 %; взимку різниця температур може досягати 10 ... 12 °С, а вологості – до 40 %.

Більшість опадів випадає літом. Кількість опадів у різних частинах міста сильно відрізняється. У північній частині міста сума опадів більша, ніж у центральних районах приблизно на 11 %.

2.3. Методика проведення досліджень

Експериментальні зразки під час проведення моніторингу насаджень тополь на виявлення пошкоджень міллю-строкаткою відбирали у Ботанічному саду Поліського національного університету та м. Житомирі з березня 2020 по травень 2021 р.

За загальноприйнятою методикою обстежували не менше 100 дерев. Було відібрано близько 280 зразків личинок, а також імаго *Phyllonorycter populifoliella*.

Ідентифікацію проводили за визначниками [45].

Щоб виконати на високому рівні наукові дослідження вирішували наступні завдання: встановити межі поширення шкідника та його загрози; щільність заселення *Phyllonorycter populifoliella*; визначити стан перезимівлі, щоб спрогнозувати майбутні генерації шкідника; оцінити рівень загрози молі-строкатки; дослідити вплив розвитку шкідника на стан тополі, її ріст та толерантність; визначити динаміку поширення гусениць; удосконалити захисні заходи обмеження розвитку *Phyllonorycter populifoliella* та терміни їх проведення; оцінити економічну ефективність прийомів.

Обліки пошкодження тополі *Phyllonorycter populifoliella* здійснювали з березня по травень використовуючи 9-ти бальну шкалу (табл. 2.1) [46, 47].

Таблиця 2.1

Шкала обліку *Phyllonorycter populifoliella* [47]

Бал	Ступінь пошкодження листків	Охоплена змінами площа листкової поверхні, %
1	Відсутня або ледь помітна	<3
2–3	Слабка	3–5
4–5	Середня	6–25
6–7	Сильна	26–50
8–9	Дуже сильна	51–75

Щоб провести облік та визначити кількість пошкодженого листя рослин обирали рослини та рахують всю кількість листків, у тому числі пошкоджених, визначали оцінку пошкодження згідно формули 2.1:

Розвиток *Phyllonorycter populifoliella* визначали за формулою 2.1 [46]

$$R = \frac{\sum(a \times b) \times 100}{N \times K}, \quad (2.1)$$

де R – інтенсивність розвитку хвороби (бал або відсоток);

$\sum(a \times b)$ – сума добутків кількості рослин на відповідний бал або відсоток ураження;

K – найвищий бал шкали обліку;

N – загальна кількість облікових рослин.

Середній бал пошкодження визначали згідно формули 2.2 [46]:

$$B = \sum(a \times b)/N, \quad (2.2)$$

де B – середній бал пошкодження рослин фітофагом;

$\sum(a \times b)$ – сума добутків кількості пошкоджених рослин на відповідний

бал пошкодження;

N – загальна кількість обстежених рослин.

Коефіцієнт пошкодження рослин за формулою 2.3 [46]:

$$K = A \times B / 100, \quad (2.3)$$

K – коефіцієнт пошкодження;

A – відсоток пошкоджених рослин;

B – середній бал пошкодження.

\bar{x} – середнє арифметичне.

Методи використання препаратів: обприскування крони тополі, а також проведення ін'єкцій у стовбур дерева [47].

Технічну ефективність препаратів визначали за формулою 2.4 [47]:

$$C = 100 (B_a - B_b / A_a), \quad (2.4)$$

де C – відсоток елімінованих особин шкідника з поправкою до контролю;

A і a – загальна кількість в дослідному варіанті та контролі відповідно

B і b – кількість загинувши особин в дослідному варіанті та контролю відповідно.

Обчислення отриманих даних проводили за допомогою комп'ютерних програм та програми Microsoft Excel.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. *Phyllonorycter populifoliella* тополі в урбофітоценозах м. Житомира

У зелених насадженнях м. Житомира поширені збудники хвороб і шкідники деревних рослин. На об'єктах зелених насаджень загального користування виявлено чотири основні групи хвороб (судинні, некрозно-ракові, гнильні та хвороби листя), а також ураження неінфекційного характеру. Ослаблені хворобами насадження стають сприятливим середовищем для розмноження шкідників.

У комплексі шкідників на об'єктах зелених насаджень загального користування найчастіше зустрічаються комахи і кліщі.

Великі дослідження ролі шкідників у зміні стану деревних рослин м. Житомира були проведені нами упродовж 200–2021 рр.

Тополева міль-строкатка *Phyllonorycter populifoliella* – добре відомий у Європі та Україні шкідник тополі (рис. 3.1).



a

b

c

Рис. 3.1 Тополева міль-строкатка *Phyllonorycter populifoliella*

а- личинка, б – лялечка, с - імаго

До цього відомий лише один екземпляр цього виду, датований А. М. Герасимовим 1936 р., що знаходиться в колекції Зоологічного інституту РАН [15]. У 1991–1999 рр. тополева міль-пестрянкa дала перший і сильний спалах масового розмноження [36]. Наслідком пошкодження тополь цим шкідником стало як зниження естетичних якостей насаджень, а й масова загибель тополь у передмісті Житомира в 2020–2021 рр.

Тополева міль-строкатка *Phyllonorycter populifoliella* (Lepidoptera: Gracillariidae) – тайноживучий шкідник, що минує листя тополь. Дослідження біології цієї молі-пестрянки в Україні почалося ще у першій половині XX століття [27]. Це широко поширений на території України вид, що не раз давав спалахи масового розмноження в десятках міст країни.

Гусениці тополевої молі (далі тополева міль або Ph. populifoliella) утворюють міни типу птихоном, харчуючись паренхімою листя (рис.3.2).



Рис. 3.2. Ознака пошкодження листя тополі *Phyllonorycter populifoliella*

При високій щільності популяції шкідника під час спалахів масового розмноження тополева міль може пошкоджувати більше 50% площі листових пластинок у процесі розвитку першої генерації, а в результаті розвитку другої генерації – понад 80 %.

За нашим попереднім спостереженням за спалахами масового розмноження цього шкідника в Житомирській області, при високій щільності популяції розвиток навіть першого покоління може призводити до пошкодження 70–80 % площі листової пластинки. В Житомирській області кількість мін на деяких деревах перевищувало 30 на один аркуш.

Phyllonorycter populifoliella може відкладати на один лист більше ста яєць. Масове розмноження тополевої молі призводить до раннього опадання листя, зниження екологічної та естетичної цінності насаджень і, дуже ймовірно, інтенсивному розвитку патогенів та загибелі тополь. Навіть за відносно невеликої щільності популяції шкідника тополі відчувають стрес, втрачають свою естетичну та екологічну цінність.

3.2. Біологічні особливості розвитку *Phyllonorycter populifoliella* в роки проведення дослідження

Тополя – порода, що швидко росте, легко зміцнюється, розвиває густу крону і невимоглива до умов. У зв'язку з цим вона зайняла провідне становище у зеленому будівництві м. Житомира. Проте цінність тополі знижується через масове ураження їх тополевою міллю. Тополева міль, заражаючи навесні листя своїми яйцями, робить сильні пошкодження тополь. На початку літа листя вже сильно покривається личинками.

У міру зростання мін листок швидко втрачає зелене забарвлення, жовтіє, зсихається, внаслідок чого настає передчасний листопад. До середини літа тополі стоять оголені. Але вони втрачають не лише декоративну цінність. Підрахунки показали, що при зараженості близько 20 личинок на лист пошкоджують приблизно 65 % листової поверхні. Це уповільнює ріст дерев та зменшує фотосинтетичну активність листя.

Життєвий цикл *Phyllonorycter populifoliella* за умов м. Житомира протікає в такий спосіб. Зимують метелики, в масі забираючись у різні будівлі, ховаючись у нерівностях кори дерев. За багаторічними спостереженнями час виходу метеликів немає в той самий час, а залежить від температурних та інших умов весни. Так, у 2020 р. метелики вилітали з місць зимівлі на початку травня, а в 2021 р. – у 20 числах квітня. Швидкому виходу метеликів сприяли теплі ясні дні останньої декади квітня. В результаті, до кінця першої половини травня, метеликів можна було бачити в природі в масовій кількості, що сидять вдень відкрито на стовбурах дерев, головним чином тополь. Метелики віддають перевагу старим деревам, з добре розвиненою кроною. Кора таких дерев зазвичай має багато поглиблень і щілин, в яких метелики вкриваються вдень, і добре розвинена крона вкриває метеликів від падіння на них променів сонця. На молодих деревах, із слабо розвиненою кроною та з гладкою корою, метелики майже не траплялися.

Метелики тополевої молі зустрічаються на деревах та інших порід, які ростуть по сусідству з тополями – липі, горобині, березі, а при масовому

розмноженні навіть приступають до відкладання яєць на їхньому листі. Ми стежили спочатку за розвитком яєць, а згодом гусениць тополевої молі на листі липи, але в 3-му віці вони загинули.

У похмурі холодні дні метелики йдуть у щілини і в глибокі тріщини кори, групуючись у них по кілька штук разом. З настанням теплішої погоди вони стають діяльнішими і вдень вільно переповзають з місця на місце.

На зимівлю самки йдуть у нестатевому стані, яйця дозрівають не відразу, а поступово протягом осінньої і весняної пори року. До спарювання метелика приступають, через кілька днів після виходу із зимівлі. Відкладання яєць самки починають не відразу після копуляції, а через кілька днів, коли частина яєць цілком дозріє. Яйця самки відкладає над одного прийому, а протягом кількох днів поспіль, по 1–2 яйця щодня.

За нашими підрахунками самка тополевої молі може відкласти 9–12 яєць, хоча за кількістю статевозрілих яєць у яєчниках у момент їх відкладання можна судити, що протягом свого життя одна самка в середньому здатна відкласти не менше 25 яєць. Але тополева міль відкладає не весь запас яєць, а скільки яєць може вона відкласти сказати важко тому, що яйця міль відкладає завжди і на різні листки.

Про період настала яйцекладка в природі можна судити з масового переходу метеликів вечорами на листя тополь. Така картина спостерігається зазвичай у другій половині травня, а перше листя з яйцями було виявлено 15 травня.

Для відкладання яєць самки вибирають цілком розвинені листи і ніколи не відкладають яєць на верхівкові молоді листочки. Вони вважають за краще відкладати яйця на нижню сторону листа. За нашими даними співвідношення яєць на верхній та нижній стороні листа 1: 2,5. При масовому розмноженні однією листі може бути відкладено до 70 яєць. Метелики відкладають яйця поблизу жилок листа і в поглиблення поверхні листової пластинки, поодиночі.

Перші гусениці в мінах з'являються на початку червня. Гусениця тополевої молі, що сформувалася, виходить з яйця через отвір у хоріоні, яке

вона прогризає на боці, що прилягає до листка. Вийшли з яєць гусениці вбираються в епідерміс листка, виїдаючи його вміст і утворюючи міні білуватого кольору. Вхідний отвір гусениці в лист завжди залишається прикритим зверху шкаралупою яйця.

Гусениця проходить 5 віків. У перші 3 віку вона більше схожа на личинку жука, ніж на гусеницю метелика, тому що тіло її зовсім плоске і несе ніжок, лише після третьої линьки вона набуває характерної форми гусениці.

Міни перших днів розвитку помітні лише з одного боку аркуша, зазвичай із тієї, з якою було відкладено яйце. Міни старіші добре помітні і з двох сторін листа по їхньому світлому забарвленню, добре помітному видала. Середня величина мін становить 90–101 кв. мм. За формою міни дуже різноманітні: круглі, овальні, незграбні, неправильної форми.

Розвиток гусениць тополевої молі відбувається в одній і тій же міні.

Догодуючись гусениці заляльковуються в міні. Масове лялькування у 2020 спостерігалось у другій половині липня. Перші лялечки тополевої молі знайшли в природі 18 липня.

Лялечки, як і гусениці, дуже рухливі. При легкому дотику до міні або при струсі листа вітром вони приходять у швидкий рух. Стадія лялечки триває 8–11 днів.

Перші метелики нового покоління почали виходити з лялечок у лабораторних умовах та у природі 25 липня. На початку серпня спостерігається масовий виліт метеликів тополевої молі на всій території м. Житомира. Генерація однорічна.

Метелики першого покоління, тобто. зимували, зникли наприкінці червня.

Деякі метелики другого покоління можуть відкласти свої яйця, давши таким чином початок новому поколінню. Яйця метелики відкладали в основному на молоді листочки, що виростили в середині літа. Але внаслідок зниження температури повітря розвиток гусениць сповільнюється і зупиняється зовсім, тому гусениці II покоління гинуть.

На зимівлю метелики йдуть наприкінці серпня.

За отриманими нами матеріалами у метеликів нової генерації, що з'явилися в другій половині літа, співвідношення статей було майже рівним, з невеликим переважанням самців (55 самців: 53 самки). Після вильоту навесні співвідношення було іншим – явно переважали самки, що, безсумнівно, пов'язано з великою смертністю самців під час зимівлі (41 самець: 59 самок).

Стадії	Місяці																				
	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
імаго	і	і	і	і	і	і	і	і													
яйце							я	я	я												
личинка								л	л	л	л	л									
лялечка										ля	ля	ля	ля	ля							
імаго											і	і	і	і	і	і	і				
яйце											я	я	я	я	я	я	я	я	я	я	
личинка													л	л	л	л	л	л			
лялечка														ля	ля	ля	ля				
імаго																і	і	і	і	і	і

Рис. 3.3. Фенограма розвитку

Phyllonorycter populifoliella в умовах м. Житомира

Залежно від погодних умов у м. Житомирі політ метеликів *Ph. populifoliella* починається у другій декаді травня, рідко – наприкінці квітня, і продовжується до початку липня (перші дві декади червня). З часом площа мін, формованих личинками, що відродилися з відкладених самками яєць, збільшується, тому що вони переходять від одного віку до наступного, і міни стають легко помітними з першої декади липня. Перші лялечки можуть з'являтися в першій декаді липня, в масі протягом другої-третьої декади липня, зрідка і в другій декаді серпня. Років метеликів наступного покоління починається у другій декаді липня, масовий років із 3 декади липня – на початку серпня. Більшість метеликів, що вилетіли з лялечок, здійснюють яйцекладку, і цикл розвитку повторюється. Імаго другого покоління можна зустріти із другої декади вересня.

Таким чином, в умовах Житомира відзначається два повні покоління шкідника. У цьому вже першому поколінні може відзначатися висока щільність мін на листових пластинках. У другій половині червня – на початку липня після виходу імаго першого покоління найбільш пошкоджені листові пластинки опадають. Друга хвиля дефоліації відзначається після закінчення другого покоління шкідника у серпні–вересні.

3.3 Поширення *Phyllonorycter populifoliella* в урбофітоценозах м. Житомира

Обстеження рослин тополі в Ботанічному саду й парках та скверах м. Житомира проводили з метою визначення місць його поширення.

Відзначимо, що тополева міль була виявлена у всі роки проведення дослідження. У 2020 році виявлений у семи локалітетах, а у 2021 у п'яти (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Ступінь пошкодження рослин тополі *Phyllonorycter populifoliella* (м. Житомирі, 2020–2021 рр.)

Основні локалітети	Ступінь ураження листя тополі, бали	
	2020	2021
Ботанічний сад Поліський університет	4–5	2–3
Парк ім. Ю. Гагаріна	2–3	4–5
Старий бульвар	2–3	4–5

Ступінь ураження листя тополевою мілью у 2020–2021 рр. змінювався залежно від локалітету її виявлення. У 2020 р. середній бал пошкодження відмічено у Ботанічному саду Поліського університету (4–5 балів), тоді як у решти місцях пошкодження було слабке в межах 2–3 балах.

Проаналізувавши 2021 рік поширення *Phyllonorycter populifoliella* зросло, відповідно збільшився ступінь ураження тополі. Середній бал ураження (4–5) відмічено у парку ім. Ю. Гагаріна та на Старому бульварі.

В результаті досліджень було визначено індекс частоти виявлення *Phyllonorycter populifoliella*. Найвищий індекс у 2020 році встановлений у Ботанічному саду який становив 18,6 %. Тоді як у 2021 році у парку ім. Ю. Гагаріна та на Старому бульварі, який становив 16,5 та 12,8 % відповідно.

Отримані для 2020–2021 рр. дані щодо пошкодження в період після закінчення розвитку личинок *Ph. populifoliella* першої генерації листових пластинок тополі в умовах насаджень Ботанічного саду дозволяють констатувати, що значення цього показника у 2020 р. варіювали від 14,61 % до 60,24 % для нижньої та від 1,63 % до 24,27 % – для верхньої сторони листових пластинок; у 2021 р. – від 5,73 % до 70,85 % – нижньої та від 1,00 % до 33,0 % – верхньої сторони листових пластинок. Таким чином, у 2021 р. спостерігалися вищі значення розглянутого показника як верхньої, так і нижньої сторін листових пластинок.

У 2020 р. на момент завершення розвитку личинок першої генерації площа окремих мін *P. populifoliella* варіювала: від 0,02 см² до 2,97 см² ($X_{\text{ср}} \pm SE: 0,97 \pm 0,02$ см²; $Me: 1,03$ – $2,97$ см², для нижньої, та $X_{\text{ср}} \pm SE: 0,95 \pm 0,04$ см², $Me: 0,92$ см² для верхньої сторони листових пластинок); у 2017 р. – від 0,03 см² до 2,97 см² ($X_{\text{ср}} \pm SE: 0,64 \pm 0,03$ см²; $Me: 0,48$ см², для нижньої, та $X_{\text{ср}} \pm SE: 0,83 \pm 0,04$ см²; $Me: 0,94$ см², для верхньої); у 2018 р. – від 0,01 см² до 1,90 см² ($X_{\text{ср}} \pm SE: 0,74 \pm 0,02$ см²; $Me: 0,83$ см², Для нижньої, і $X_{\text{ср}} \pm SE: 0,72 \pm 0,05$ см²; $Me: 0,79$ см², для верхньої (рисунки 5, 6).

Наголошувалися на достовірних ($p < 0,05$) відмінностях площ окремих мін на нижній стороні листових пластинок у 2020–2021 рр., що вказує на нерівномірне формування окремих пошкоджень на листових пластинках протягом сезону. Для верхньої сторони листових пластинок відзначаються достовірні ($p < 0,05$) відмінності площі окремих мін для вибіркової сукупностей 2020 та 2021 рр.

Отже, вже на першій генерації відзначається висока (до 70 %) щільність мін на листових пластинках, у зв'язку з чим спостерігається рання

дефоліація інтенсивно пошкоджених рослин наприкінці червня – на початку липня, внаслідок чого насадження втрачають свої декоративні якості.

Значення показника пошкодження листових пластинок у 2020–2021 рр. утримувалися в діапазоні 0,34–0,38 для нижньої та 0,08–0,14 для верхньої сторони листових пластинок, статистично достовірними ($p < 0,05$) були відмінності між вибірковими сукупностями для верхніх сторін листових пластинок 2020 та 2021 рр.

Площа окремих мін варіювала від 0,01 см² до 2,97 см², достовірними були відмінності площ окремих мін на нижній стороні листових пластинок у 2020–2021 рр. Для верхньої сторони листових пластинок відзначаються достовірні ($p < 0,05$) відмінності площі окремих мін для вибіркових сукупностей 2020 та 2021 рр.

Загальна (сумарна) площа мін утримувалася в діапазоні від 0,01 см² до 31,79 см². Відзначено достовірні ($p < 0,05$) відмінності сумарної площі мін на нижній та верхній сторонах листових пластинок у 2020 та 2021 рр.

3.4. Захист монолі від *Phyllonorycter populifoliella*

Для розробки заходів боротьби з тополевою міллю необхідно знати фактори, що регулюють чисельність шкідника. В. Полежаєв (1934) зупинявся на трьох природних факторах, що регулюють масову появу молі у природі. Першим фактором він виділяв конкуренцію у боротьбі за простір та їжу. Гусениці, що знаходилися на одному листі, суворо обмежені як у просторі, так і в їжі, і не здатні вибиратися за межі первісного заселення. Звідси, при нестачі їжі або місця на листі, виникає масова загибель гусениць і лише за їх рахунок отримують можливість розвиватися. Боротьба за простір та їжу починається з перших днів розвинена гусениць. Загибель їх у процесі конкуренції безпосередньо з розтягнутістю терміну кладки яєць. У зв'язку з цим поява гусениць та утворення мін також розтягнуто. Велику роль в процесі загибелі гусениць при конкуренції грають їх морфологічні особливості та спосіб харчування. При розтягнутій кладці поруч із мінами трапляються, зазвичай, яйця. Гусениці, що вийшли раніше, розвиваючись і

збільшуючи з кожним днем міну, часто підходять під яєчка, які ще не дозріли і не дали гусениць, що веде до смерті гусениць, що знаходяться ще в яйцях і розташованих над мінами. При виході з яєць і прогризанні кутикули листа вони не наштовхуються на епідерміс, а потрапляють у готову міну. Невідповідність між розміром плоского тіла і шириною міни не дозволяє їм харчуватися, що викликає смерть. За нашими даними від конкуренції гине 25 % гусениць.

Другим фактором, який, у свою чергу, залежить від метеорологічних умов, є грибокве захворювання. При розтині мін зрідка знаходили гусениць та лялечок, уражених грибом. Але, по-перше, це були поодинокі особини, а по-друге, грибок міг на них оселитися вже після загибелі гусениць чи лялечок. Тому, у разі, грибокві захворювання не грали помітної ролі регулюванні чисельності.

І третій фактор, що виявляється найбільш сильно наприкінці розвитку гусениць та лялечок, – паразитичні перетинчастокрилі. На гусеницях та лялечках тополевої молі паразитують такі види: *Apanteles bicolor* Nees, *Apanteles arcumcscriptus* Nees, *Chrysosharis* sp., *Sympiesis Gordius* Walker, *Sympiesis sericeicornis* Nees.

Паразити сильно заражають тополеву міль, знижуючи її чисельність на стадії гусениці на 34 %, на стадії лялечки на – 11 %.

Для захисту тополі використовували препарати інсектициди згідно переліку дозволених до використання та визначали їх ефективність. Використовували два методи для захисту тополі від *Phyllonorycter populifoliella*: обприскування та ін'єкції препаратів в стовбур рослин.

Технічна ефективність застосованих препаратів представлена у таблиці 3.2.

Наведені у таблиці дані показують, найвищу ефективність забезпечили фунгіциди хімічного походження Воліам Флексі 300 SC, КС та Еспада, КС, яка становила відповідно 84,7 та 87,2 % у 2020 році та 85,4 і 87,9 % відповідно.

Технічна ефективність дії інсектицидів на гусеницю *Phyllonorycter populifoliella* за використання препаратів методом обприскування (2020–2021 рр.)

Рік	Варіант	Концентрація, %; мл/л на 10 л води	Технічна ефективність, %
2020	Контроль (вода)	-	-
	Актофіт БТ	50 мл	66,9
	Еспада, КС	1,2 г	84,7
	Воліам Флексі 300 SC, КС	3,7 мл	87,2
<i>НІР</i> ₀₅			0,71
2021	Контроль (вода)	-	-
	Актофіт БТ	50 мл	67,4
	Еспада, КС	1,2 г	85,4
	Воліам Флексі 300 SC, КС	3,7 мл	87,9
<i>НІР</i> ₀₅			0,96

Рівень технічної ефективності біологічного препарату Актофіт БТ проти *Phyllonorycter populifoliella* становив 66,9 % у 2020 році та 67,4 % у 2021.

Кількість гусениць *Phyllonorycter populifoliella* була обмежена для проведення масштабного дослідження із сумісного використання препаратів хімічного та біологічного походження та варіювання їх концентрацій.

Ще однією нашою метою було випробувати спосіб інтоксикації стовбурів тополі методом ін'єкції тими препаратами, що ми досліджуємо (Воліам Флексі 300 SC, КС, Еспада, КС, Актофіт БТ) на гусениць тополевої моли, отримані результати представлені у таблиці 3.3

Представлені в таблиці 3.3 дані щодо випробування інсектицидів методом ін'єкції у стовбур тополі показує, що в 2020 році досліджень не один препарат не забезпечив ефективності вище 50 %, а у 2021 році їх ефективність знизилася це майже вдвічі.

**Технічна ефективність дії інсектицидів на гусеницю *Phyllonorycter populifoliella* за використання препаратів методом ін'єкції
(2020–2021 рр.).**

Варіант	Технічна ефективність, %	
	2020	2021
Актофіт БТ, 50 мл	33,6	14,9
Еспада, КС, 1,2 г	47,3	35,9
Воліам Флексі 300 SC, КС, 3,7 мл	48,9	39,7

Підсумовуючи зазначимо, що метод обприскування крони тополі інсектицидом є найбільш ефективним методом, під час розвитку личинок.

Для зменшення антропогенного навантаження на довкілля та його забруднення доцільним є впровадження застосування біологічних препаратів, таких як Актофіт БТ, з нормою витрати 50 мл на 10 л води.

ВИСНОВКИ

При вивченні шкідників міських насаджень м. Житомира на перше місце можна поставити топольну моль (*Phyllonorycter populifoliella*), так як вона є одним із серйозних шкідників тополевих насаджень.

1. Домінуючим шкідником тополі у період вегетації є *Phyllonorycter populifoliella*.

2. Ступінь ураження листя тополевою міллю у 2020–2021 рр. змінювався залежно від локалітету її виявлення. У 2020 р. середній бал пошкодження відмічено у Ботанічному саду Поліського університету (4–5 балів), тоді як у решти місцях пошкодження було слабке в межах 2–3 балах.

3. Найвищий індекс частоти виявлення був відмічений у 2020 році встановлений у Ботанічному саду який становив 18,6 %. Тоді як у 2021 році у парку ім. Ю. Гагаріна та на Старому бульварі, який становив 16,5 та 12,8 % відповідно.

4. Загальна (сумарна) площа мін утримувалася в діапазоні від 0,01 см² до 31,79 см². Відзначено достовірні ($p < 0,05$) відмінності сумарної площі мін на нижній та верхній сторонах листових пластинок у 2020 та 2021 рр.

5. Найвищу ефективність забезпечили фунгіциди хімічного походження Воліам Флексі 300 SC, КС та Еспада, КС, яка становила відповідно 84,7 та 87,2 % у 2020 році та 85,4 і 87,9 % відповідно, методом обприскування крон дерев.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Sefrova H. *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859) – egg, larvae, bionomics and its spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.* 2002. L., No 3. P. 7–12.
2. Meshkova V. L., Mikulina I. M. Seasonal development of horse-chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) in the green stands of Kharkov. *The Kharkov Entomol. Soc. Gaz.* 2013. XXI (2). P. 29–37.
3. Sefrova H. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – bionomics, ecological impact and spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.* 2002. L, No 2. P. 99–104.
4. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 2. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2005. 592 с.
5. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України// <http://www.ioi.org.ua/ukr/Showart.php>
6. Бурда Р. І., Ткач Є. Д. Антропогенні екотони агроландшафтів та їх фітобіота. *Агроекологічний журнал.* 2004, № 1, С. 3–9.
7. Григорюк І.П., Чайка В.М., Якубенко Б.Є., Міняйло А.А. Наукові основи і 199 практичні засади збереження та відтворення біорізноманіття агроландшафтів Лісостепу України в умовах змін клімату. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2009. – 49 с.
8. Формирование микрофлоры и энтомофауны городских зеленых насаждений / С. В. Горленко, Н. А. Панько. Минск : Наука и техника, 1972. 168 с.
9. Дмитриев Г.В., Вредители парковых насаждений // Вредители с.-х. культур и лесных насаждений. под. редакцией академика АН УССР В.П. Васильева. В 3-х томах. Київ : Урожай, 1975. Т. 3. С. 343–367.
10. Формирование микрофлоры и энтомофауны городских зеленых насаждений / С. В. Горленко, Н. А. Панько. Минск : Наука и техника, 1972. 168 с.

11. Белова, Н. К., Воронцов А. И. Тополевая моль. *Защита растений*. 1987. № 7. С. 32–35.
12. Румянцев, П. Д. Биология тополевой моли в условиях Москвы. *Зоологический журнал*. 1934. Т. 13, № 2. С. 275.
13. Полежаев, В. Г. Борьба за существование у тополевой моли. *Зоологический журнал*. 1934. Т. 13, № 3. С. 145–147.
14. Баранник, А. П. Насекомые зеленых насаждений промышленных городов Кемеровской области. Кемерово : Кемеровский государственный университет, 1981. 191 с.
15. Особенности популяционной динамики тополёвой нижнесторонней моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* Tr. (Gracillariidae) / А. В. Селиховкин, А. С. Алексеев, Э. М. Лаутнер. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2010. № 192. С. 220–235.
16. Семенченко В. П. Чужеродные виды животных в естественных экосистемах Беларуси. *Наука и инновации*. 2018. Т. 7, № 185. С. 20–25.
17. Кириченко Н. И. Методические подходы к исследованию насекомых, минирующих листья древесных растений. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2014. № 207. С. 235–246.
18. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений : учеб. материалы / О. В. Синчук [и др.]. Минск : БГУ, 2016. 30 с
19. Kumata, T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan. Part. *Insecta Matsumurana*. 1963. V. 25. № 2. P. 53–90.
20. Lehmann M., Stuebner A. Recent situation of the invasion by *Phyllonorycter issikii* in Brandenburg. Abstracts of the 1st International Cameraria Symposium «Cameraria ohridella and other invasive leaf-miners in Europe». IOCB Prague, March 24–27. 2004. P. 26.
21. Noreika R. *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica. Entomologia*. 1998. Vol. 8. № 3. S. 34–37.
22. Roques, A. Taxonomy, time and geographic patterns. *BioRisk*, 2010.

V. 4 (1). P. 11–26.

23. Šefrova H. Invasions of Lithocolletinae species in Europe – causes, kinds, limits and ecological impact (Lepidoptera, Gracillariidae). *Ecologia (Bratislava)*, 2003. Vol. 22(2). P. 132–142.

24. Šefrova H. Phyllonorycter issikii (Kumata, 1963) – bionomics, ecological impact and spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta Universitatis 130 agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis / Sbornik Mendelovy zemědělské a lesnické university v Brně*. 2002. V. 3. P. 99–104.

25. Zubrik M., Kunca A., Csoka C. Insect and disease damaging trees and shrubs of Europe, 2013. 536 s.

26. Юркина Е. В., Пестов С. В. Разнообразие и характеристика насекомых в условиях крупных городов северных территорий России (на примере г. Сыктывкара). Сыктывкар : СЛИ, 2015. 192 с.

27. Яхонтов, В.В. Экология насекомых. 2-е изд., перераб. Москва : Высшая школа, 1969. 488 с.

28. Barcelo J., Poschenrieder C. Plant water relations as affected by heavy metal stress. A review. *J. Plant Nutr.* 1990. Vol. 13. P. 1–37.

29. Denny H. J., Wilkins D. A. Effect of external concentration of zinc on growth and uptake. *New Phytol.* 1987. Vol. 106. P. 517–524.

30. Main Insect Pests and Fungal Pathogens on Tree and Shrub Vegetation in Urban Ecosystems / G. Georgiev, M. Georgieva, P. Mirchev, M. Zhiyanski // Bulgarian Academy of Sciences: Forest Research Institute: Hlorind Ltd., 2017. 54 p.

31. Gottwald, T.R. Spatial pattern analysis of citrus canker-infected plantings in São Paulo, Brazil, and augmentation of infection elicited by the Asian leafminer / T. R. Gottwald, R. B. Bassanezi, L. Amorim, A. B. Filho. *Phytopathology*. 2007. – Vol. 97. № 6. P. 674–683.

32. Colonization of a host tree by herbivorous insects under a changing climate / K. Heimonen, A. Valtonen, S. Kontunen-Soppela, S. Keskisaari, M. Rousi, E. Oksanen, H. Roininen // *Oikos*. 2015. Vol. 124. № 8. P. 1013–1022.

33. Heydemann B. Der Einfluss der Waldwirtschaft auf die Wald Ökosysteme aus zo-ologischer Sicht. *Schriftenreihe Deutscher Rat für Landespflege*, 1982. T. 40. P. 926–943.

34. Huges L. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent. *Trends in Ecology & Evolution*. 2000. Vol. 15. № 2. P. 56–61.

35. Jaworski T., Hilszczański J. The effect of temperature and humidity changes on insects' development and their impact on forest ecosystems in the expected climate change. *Forest Research Papers*. 2013. Vol. 74. № 4. P. 345–355.

36. Urbanization effects on tree growth in the vicinity of New York City / W.G. Jillian, G.J. Clive, E.D. Todd. *Nature*. 2003. Vol. 424(6945). P. 183–187.

37. Copper stress alters physiology and deteriorates seed quality of rapeseed / N. Khurana, M. V. Singh, C. Chatterjee. *J. Plant. Nutr.* 2006. Vol. 29. № 1. P. 93–101.

38. Observed and anticipated impacts of drought on forest insects and diseases in the United States / T. E. Kolb, C. J. Fettig, M. P. Ayres, B. J. Bentz., J. A. Hicke, R. Mathiasen, J. E. Stewart, A. S. Weed. *Forest Ecology and Management*. 2016. Vol. 380. P. 321–334.

39. Plantago major plants responses to increase content of lead in soil: Growth and photosynthesis / A. Kosobrukhov, I. Knyazeva, V. Mudrik. *Plant Growth Regulation*. 2004. Vol. 42. P. 145–151.

40. Krupa Z., Moniak M. The stage of leaf maturity implicates the response of the photosynthetic apparatus to cadmium toxicity. *Plant Sci*. 1998. Vol. 138. P. 149–156.

41. Little P. E., Martin M. N. A survey of zinc, lead and cadmium in soil and natural vegetation around a smelting complex. *Environ. Pollut.* 1972. Vol. 3. № 3. P. 241–254.

42. Atmospheric deposition to oak forests along an urban-rural gradient / G.M. Lovett, M.M. Traynor, R.V. Pouyat, M.M. Carreiro, Zhu Wei Xing, J.W. Baxter. *Environ. Sci. Technol.* 2000. Vol. 34. P. 4294–4300.

43. Musolin D. L. Insects in a warmer world: ecological, physiological and life-history responses of true bugs (Heteroptera) to climate change. *Global Change Biology*. 2007. Vol. 13(8). P. 1565–1585.

44. Physiological and ultrastructural effects of cadmium on wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves / G. Ouzounidou, M. Moustakas, E.P. Eleftheriou. *Environ. Contamin. Toxicol.* 1997. Vol. 32. № 2. P. 154–160.

45. Phenological growth stages and BBCH-identification keys of cereals. Growth stages of Mono – and Dicotyledonous Plants: monograph / ed. U. Meier; BBCH. Berlin; Wien : Blackwell Wissenschafts-Verlag. 1997. P. 12–16.

46. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта, І. В. Григорович, В. С. Чабан [та ін.] ; за ред. В. П. Омелюти. Київ : Урожай, 1986. 288 с.

47. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун та ін.; за ред. проф. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. С. 267–270.