

Фітосанітарна безпека. 2024. Вип. 70.

УДК 632.913

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.3-19>

¹О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

¹О.О. СТРИГУН, доктор сільськогосподарських наук

¹П.Я. ЧУМАК, кандидат сільськогосподарських наук

²Л.М. БОНДАРЕВА, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.М. ГОНЧАРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.Г. АНЬОЛ

¹Є.В. КІВЕЛЬ

І.В. БРОУН, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

ВИЯВЛЕННЯ ТА КОНТРОЛЬ ІНВАЗІЙНИХ ФІТОФАГІВ У БОТАНІЧНОМУ САДУ: НОВІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Мета. Визначення оптимальних методів фітосанітарного моніторингу і стратегій контролю чисельності шкідливих членистоногих на основі екологічно безпечних препаратів на декоративних культурах у міських зелених зонах. **Методи.** Моніторинг фітосанітарного стану урбофітоценозів проводили методом маршрутних обстежень насаджень. Для обстеження крони рослин використовували метод візуального виявлення фітофага або слідів його життєдіяльності на стовбурі, гілках, пагонах і листках. Для обліку щільності колоній фітофагів і з метою ідентифікації видів збирали особин, використовуючи прозору липучу плівку. Для моніторингу лускокрилих (Lepidoptera), двокрилих (Diptera), твердокрилих (Coleoptera) та інших комах використовували

кольорові клейові пастки. **Результати.** Використання кольорових клейових пасток у закритому ґрунті Національного ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна з метою моніторингу комах дало змогу виявити 16 видів фітофагів із 4-х рядів: попелиці (*Aphidoidea*) *Myzus persicae* Sulz., *Macrosiphum rosae* L., *Idiopterus nephrolepidis* Davis.; кокциди (*Coccoinea*) *Nipaecoccus nipae* Mask, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti), *Coccus hesperidum* L., *Diaspis boisduvalii* Sign., *Kuwanaspis pseudoleucaspis* Kuw.; білокрилки (*Aleyrodoidea*) *Aleurodes vaporariorum* Westw., *Bemisia tabaci* Genn., *B. argentifolii* Bellows; трипси (*Thysanoptera*) *Thrips tabaci* Lind., *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche., *Frankliniella occidentalis* Pergande, *Echinothrips americanus* Morgan, *Thrips palmi* Karny. Серед семи кольорів, використаних нами для виявлення ступеня принадності комах, які поширені в закритому ґрунті, найбільш атрактивним є жовтий колір. Використання кольорових пасток у відкритому ґрунті для моніторингу видів *Phyllonorycter issikii* Kumata (шкідник рослин роду *Tilia* L.) та *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (шкідник рослин роду *Aesculus* L.), показує, що найбільш привабливими для цих видів були три кольори: блакитний, зелений та червоний. Встановлено високий рівень ефективності препарату Фітокомплексон-1 у порівнянні з іншими варіантами. Для шкідників *Quadraspidiotus perniciosus*, *Hyphantria cunea* та *Cydalima perspectalis* цей препарат продемонстрував найвищу ефективність, яка варіювала від 79,5 до 92,4%. **Висновки.** Використання кольорових клейових пасток в умовах закритого і відкритого ґрунту є важливим елементом для моніторингу комах. Важлив є врахування кольору пасток при плануванні стратегії моніторингу та контролю за шкідниками рослин, що може покращити ефективність заходів захисту рослин. Підтверджено високий рівень ефективності нових екологічно безпечних препаратів на основі ріпакової олії та витяжок з рослин проти різних видів шкідливих організмів. Зокрема, препарат Фітокомплексон-1 виявився найбільш ефективним проти комах. Дослідження вказує на перспективність використання екологічно безпечних методів захисту рослин в ботанічних садах та мегаполісах.

інвазійні фітофаги; урбофітоценози; кольорові пастки; моніторинг

Сучасний етап захисту рослин від шкідливих організмів характеризується інтенсивним пошуком концептуального і практичного вирішення проблеми зменшення токсичного навантаження на біоценози і уникнення забруднення навколишнього середовища синтетичними пестицидами. На концептуальному рівні домінує уявлення про можливість механічного поєднання усіх існуючих методів захисту рослин у рамках концепції інтегрованого захисту. В захисті рослин від шкідливих організмів упродовж кількох десятирічь минулого і нинішнього століть домінує теорія інтегрованого захисту. Тривале домінування

лише теоретичного напрямку в захисті рослин свідчить про певні переваги концептуальної моделі поєднання комплексу агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення життєздатності рослин і впливу на шкідливі організми, та комплексу заходів, спрямованих на покращення фітосанітарного стану фітоценозу загалом.

Основним постулатом інтегрованого захисту є те, що хімічний і біологічний методи застосовують лише після визначення економічного порогу шкідливості (ЕПШ), лише у разі спроможності фітофага або збудника захворювання рослин спричинити збитки. Водночас використання біологічного та хімічного методів після визначення ЕПШ ґрунтується на уявленні, що результат зовнішньої дії, спрямованої на оптимізацію процесів у біологічній системі (рослина — шкідник — середовище) є однозначним, лінійним і пропорційним затраченій силі (застосованому пестициду). Поряд із цим, не враховується, що синтетичні інсектициди не є нейтральною субстанцією стосовно навколишнього середовища, зокрема — рослин (можуть викликати опіки, зміну фізіологічних процесів у рослинах — навіть стимулювати утворення речовин, сприятливих для розвитку фітофага або збудника захворювання рослин) тощо. Визначений ЕПШ завжди матиме наближене до істини значення, оскільки біологічна система (рослина — шкідник або рослина — комплекс шкідливих організмів — середовище) не є сталою. Багато складових цієї системи змінюються у просторі та часі. Відомо, що у випадку експоненціального збільшення чисельності популяції дуже складно визначити проміжок часу, за який шкідник досягне ЕПШ. Водночас використання в цей період чинника регулювання чисельності (пестицидів, ентомофагів тощо) може мати наслідком виникнення відомого явища «віддачі», або «бумеранг-ефекту». До того ж, визначені ЕПШ не враховують роль шкідників у перенесенні патогенів рослин (фітовірусів, грибів, бактерій тощо) та не беруть до уваги зміну поведінки інвазійних видів у нових регіонах. Важливим є також те, що під час використання основних принципів інтегрованого захисту рослин (ІЗР) слід враховувати специфічні особливості взаємодії шкідливих організмів із рослинами-живителями в різних біоценозах. У випадку штучних ценозів (тепліці, оранжереї, ботанічні сади, парки і сквери міст тощо) принципи ІЗР неприйнятні, тому що будь-якого небажаного інвайдера слід розглядати як карантинний об'єкт, а захист рослин від нього не може залежати від економічних (та інших) порогів шкідливості.

Взявши за основу висновки теорії катастроф, було висунуто концепцію превентивного використання екологічно безпечних засобів і заходів для захисту рослин від інвазійних шкідливих організмів в урбофітоценозах [1, 2].

Складність захисту рослин від шкідливих організмів у ботанічних

садах України станом на сьогодні значно зросла як в умовах оранжерей і теплиць, так і в колекціях рослин на ділянках відкритого ґрунту. Насамперед це пов'язано зі складністю дотримання належного гігротермічного режиму в оранжереях (унаслідок енергетичної й економічної кризи в державі), збільшенням неконтрольованого імпорту квітково-декоративних рослин комерційними структурами (в контейнерах і вазонах, у вигляді цибулин, бульбоцибулин, насіння тощо). Поряд із цим, поповнення колекційного фонду рослин ботанічних садів відбувається стихійно, без дотримання вимог карантину рослин. Унаслідок цього зросла вірогідність проникнення шкідливих організмів в оранжереї не лише ботанічних садів, але й у насадження екзотичних рослин відкритого ґрунту України.

Не одне сторіччя до поширених фітофагів в оранжереях належать *Coccus hesperidum* (Linnaeus, 1758), *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889), *Tiliaeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856), *Aulacorthum circumflexum* (Buckton, 1876), а у відкритому ґрунті — *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock, 1881), *Diaspidiotus ostreaeformis* (Curtis, 1843), *Etiella zinckenella* (Treitschke, 1832). Доволі стрімко додалося і чимало інших інвазійних видів шкідників. За останні 10—15 років виявлено в умовах закритого ґрунту небезпечних фітофагів *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), *Echinothrips americanus* (Morgan, 1913), *Thrips palmi* (Karny, 1925), *Bemisia tabaci* (Genn., 1889) [3].

У відкритому ґрунті виявлено кілька видів кліщів та комах, які раніше зустрічалися на південному березі Криму, або зареєстровані в Україні вперше. Наприклад, кліщі *Pentamerismus taxi* (Haller, 1877), *Pentamerismus oregonensis* (McGregor, 1949), *Schizotetranychus spireaefolia* (Garman, 1940), *Anthocoptes platynotus* (Nalepa, 1892) [4—6]; молі *Phyllonorycter platani* (Staudinger, 1870), *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963), *Cameraria ohridella* (Deschka & Dimic, 1986), *Parectopa robiniella* (Clemens, 1863) [7—9], самшитова вогнівка *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) [10], метелик білий американський *Hyphantria cunea* (Drury, 1773) [11], клопи — *Corythucha ciliate* (Say, 1832) та *Arocatus longiceps* (Stal., 1872) [12, 13]; цитрусова цикадка *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) [14]; щитівка каліфорнійська *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst., 1881), [15, 16]; ясенова смарагдова вузькотіла златка *Agrilus planipennis* (Fairmaire, 1888) [17]; слимаки *Arion lusitanicus* (Mabille, 1868) [18] та численні інші види інвазійної біоти в екосистемах мегаполісів України [19, 20].

Тривалий час багато інтродукованих рослин, наприклад *Aesculus hippocastanum* L., *Robinia pseudoacacia* L., види роду *Platanus* L., *Buxus sempervirens* L. та деякі інші, вважали порівняно стійкими до аборигенних та чужорідних видів фітофагів і фітопатогенів. Але в останні десятиліття стан цих та інших інтродукованих видів рослин суттєво погіршився як унаслідок впливу несприятливих абіотичних і антро-

погенних чинників середовища (через глобальні зміни клімату, посилення техногенного навантаження тощо), так й через проникнення у фітоценози ботанічних садів мегаполісів адвентивних видів фітофагів і фітопатогенів та їх масове розмноження.

Проведений нами скринінг робіт із питання моніторингу інвазійних видів фітофагів свідчить, що виявлення інвайдера відбувається зі значним запізненням після його фактичної появи в урбофітоценозах. Відсутні протоколи моніторингу інвазій, економічного обґрунтування можливої шкоди та системи заходів щодо унеможливлення проникнення й регулювання окремих видів шкідливих організмів, а також лікування урбофітоценозів загалом.

Поряд із цим захист рослин в умовах мегаполіса від шкідників і збудників захворювань рослин може вартувати значних зусиль і коштів. Проникнення лише одного із шкідників гіркокаштана звичайного — молі каштанової мінуючої (*Cameraria ohridella*) — у фітоценози мегаполіса (м. Київ) завдає збитків на значну суму. Лікування символу міста, що зображений на гербі столиці, за використання новітньої технології (ін'єкція пестицидів у стовбур рослин) може обійтися киянам у 2 176 748—5 441 852 доларів [21]. А економічні збитки лише від інвазійних організмів у масштабах держави можуть бути величезними. Наприклад, унаслідок інвазій чужоземних видів у США витрачають на рік 137 млрд, в Індії — 117 млрд, Бразилії — 50 млрд доларів США [22].

Метою дослідження є визначення оптимальних методів фітосанітарного моніторингу і стратегій контролю чисельності шкідливих членистоногих на основі екологічно безпечних препаратів на декоративних культурах у міських зелених зонах.

Матеріали і методи досліджень. Моніторинг фітосанітарного стану рослин проводили методом маршрутних обстежень насаджень (з 2010 р.) на території Національного ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна, в парках і скверах м. Києва та в Ботанічному саду Поліського національного університету, парках і скверах м. Житомир. У період вегетації рослин оглядали нижній бік листків, гілки на висоті до 1,5—2,0 м від поверхні ґрунту. Для обстеження пошкоджених листків вище у кроні дерев використовували фототехніку з функцією наближення об'єкта не менше 10× «zoom» та подальшою комп'ютерною обробкою. Складність проведення моніторингу фітосанітарного стану рослин в умовах ботанічних садів і фітоценозів мегаполісів полягає в тому, що на рослинах трапляються шкідливі організми з різних систематичних груп (кліщі, комахи, гриби та мікроорганізми-фітопатогени тощо), які, з одного боку, вимагають індивідуальних методичних прийомів збирання, фіксації, обліку, ідентифікації тощо, а з іншого — можуть викликати подібні (схожі) симптоми пошкодження рослин. Важливим є також дотримання правила «не нашкодь» рос-

линам, заселеним або ураженим шкідливими організмами. Видалення навіть мінімальної кількості (20—25) екземплярів листків або інших органів рослин може бути недопустимим в умовах ботанічних садів і парків мегаполісів. Тому ми використовували переважно удосконалені нами методи відбирання проб із використанням сучасних технічних можливостей [23].

Для обстеження крони рослин використовували метод візуального виявлення фітофага або слідів його життєдіяльності на стовбурі, гілках, пагонах і листках. Пошкоджені фітофагами листки (25—30 екз. з кожної окремо взятої рослини) не відокремлюючи, фотографували. Для обліку щільності колоній фітофагів і з метою ідентифікації особин збирали, використовуючи прозору липку плівку.

Для моніторингу лускокрилих (Lepidoptera), двокрилих (Diptera), твердокрилих (Coleoptera) та інших комах використовували кольорові клейові пастки з липкою речовиною, яка складається із суміші епоксидної смоли з рициновою олією за співвідношення 1:3 (рис. 1).



Рис. 1. Кольорова пастка з липкою речовиною

Ступінь заселення (пошкодження) рослин фітофагами виражали в балах за шкалою, розробленою С.О. Трибелем та ін. (2001) (табл. 1).

Приготування екологічно безпечних інсектицидних препаратів фітокомплексонів здійснювали за методикою Вигери С.М., Чумака П.Я. та інших [23—25]. Препарати отримували методом водяних витяжок з рослинної сировини. Технологія приготування робочої рідини фітокомплексону включає такі операції: 0,4 кг сухої та подрібненої сировини (чистотілу — *Chelidonium majus*, перецю гіркого — *Capsicum annuum* або тютюнового пилу) заливали 5 л теплої води, настоювали 5—6 год, потім розчин проціджували. Окремо 0,05 кг ріпакової олії

1. Якісна та кількісна шкала щільності популяції фітофагів-шкідників на листках рослин

Ознаки пошкоджень	Площа листової поверхні з ознаками пошкодження, %	Бал
Пошкодження відсутні	Поверхня листка без помітних ознак деформації, зміни кольору і пошкоджень	0
Пошкодження ледь помітні (деформована поверхня, зміна кольору або пошкоджені ділянки листка)	3—4	1
Слабка	5—10	2
Середня	11—20	3
Сильна	21—50	4
Дуже сильна	> 50	5

та 0,05 кг емульгатора змішували, утворену суміш заливали 4 л теплої води та знову ретельно розмішували. Для обприскування рослин від шкідників всі отримані речовини зливали в один посуд, ретельно розмішували і зразу ж використовували. Обприскування проти членистоногих проводили розробленими нами препаратами за концентрації робочої рідини 1,5%, а також препаратом Актотіт, 0,2% (еталон) під час масового розмноження шкідників. Препарати використовували відповідно до методики випробування і застосування пестицидів [26].

Цифрові дані обробляли з використанням індексів, прийнятих у статистиці. Математичну обробку результатів вимірювань проводили за допомогою пакету програм MS Excel.

Результати дослідження. Використання кольорових клейових пасток у закритому ґрунті Національного ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна з метою моніторингу комах дало змогу виявити 16 видів фітофагів із 4 рядів: **попелиці (Aphidoidea)** *Myzus persicae* Sulz., *Macrosiphum rosae* L., *Idiopterus nephrolepidis* Davis.; **кокциди (Coccoinea)** *Nipaeococcus nipae* Mask, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti), *Coccus hesperidum* L., *Diaspis boisduvalii* Sign., *Kuwanaspis pseudoleucaspis* Kuw.; **білокрилки (Aleyrodoidea)** *Aleurodes vaporariorum* Westw., *Bemisia tabaci* Genn., *B. argentifolii* Bellows; **трипси (Thysanoptera)** *Thrips tabaci* Lind., *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche., *Frankliniella occidentalis* Pergande, *Echinothrips americanus* Morgan, *Thrips palmi* Karny. За даними таблиці 2 серед семи кольорів, використаних для виявлення ступеня принадності комах, які поширені в закритому ґрунті, найбільш атрактивним є жовтий колір. Отримані дані привабливості жовтого кольору збігаються з даними інших дослідників про певну ступінь атрактивності цього кольору не лише для комах-фітофагів, але й для *Culex pipiens* L., самиці якого живляться кров'ю людини [27].

2. Принадність пасток різних кольорів для комах в умовах оранжерей і теплиць (липень — серпень)

Колір пастки	Потрапило особин різних видів комах, %			
	попелиці (Aphidoidea)	кокциди (Coccoinea), самці	білокрилки (Aleyrodoidea)	трипси (Thysanoptera)
Сірий (еталон)	3,3 ± 0,19	5,8 ± 0,21	4,0 ± 0,96	3,4 ± 0,11
Білий	3,4 ± 0,26	2,6 ± 0,05	3,9 ± 0,12	3,1 ± 0,15
Блакитний	6,7 ± 1,01	7,9 ± 0,11	5,2 ± 0,17	8,7 ± 0,23
Зелений	3,8 ± 0,47	5,4 ± 0,16	4,6 ± 0,14	4,3 ± 0,19
Жовтий	69,9 ± 4,18	52,7 ± 3,25	68,5 ± 3,67	54,8 ± 1,72
Синій	5,1 ± 0,98	6,5 ± 0,21	4,7 ± 0,38	12,2 ± 0,98
Фіолетовий	3,4 ± 0,46	7,8 ± 0,35	3,8 ± 0,18	10,3 ± 1,12
Червоний	2,3 ± 0,14	9,1 ± 1,23	2,9 ± 0,12	2,1 ± 0,15
Чорний	2,1 ± 0,11	2,2 ± 0,12	2,4 ± 0,11	1,1 ± 0,09

Використання кольорових пасток у відкритому ґрунті для моніторингу видів *Phyllonorycter issikii* Kumata (шкідника рослин роду *Tilia* L.) та *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (шкідника рослин роду *Aesculus* L.) показує, що три кольори були найбільш привабливими для них. Понад 50,5% особин *Phyllonorycter issikii* та 52,9% особин *Cameraria ohridella* потрапили у пастки, забарвлені блакитним, зеленим та червоним кольорами (табл. 3).

Обговорення. Чисельність інвазійних фітофагів за сприятливих умов закритого і відкритого ґрунту збільшується дуже стрімко, і про-

3. Привабливість пасток різного кольору для імаго *Phyllonorycter issikii* Kumata та *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic у відкритому ґрунті

Колір пастки	Потрапило особин, %	
	<i>Phyllonorycter issikii</i> Kumata	<i>Cameraria ohridella</i> Deschka&Dimic
Білий	12,6 ± 0,09	11,5 ± 0,13
Блакитний	15,7 ± 0,19	18,3 ± 0,21
Жовтий	13,8 ± 0,13	14,1 ± 0,12
Зелений	16,5 ± 0,12	16,9 ± 0,18
Сірий (еталон)	12,6 ± 0,08	11,8 ± 0,11
Червоний	18,3 ± 0,20	17,7 ± 0,19
Чорний	10,5 ± 0,14	9,7 ± 0,06

цес набуває вибухового характеру. За несвоечасного захисту від шкідників рослини повністю втрачають декоративність. Тому важливим і складним є завдання захисту рослин в ботанічних садах, парках, скверах, які зазвичай знаходяться в мегаполісі.

Високі санітарні вимоги до використання синтетичних хімічних препаратів в умовах ботанічних садів та в межах мегаполісів спонукають до пошуку екологічно безпечних засобів захисту колекцій рослин від шкідливих організмів. У Національному ботанічному саду імені академіка О.В. Фоміна розроблено нові препарати на основі ріпакової олії, емульгаторів та інших речовин, на які було отримано патенти [23—25]. Даними препаратами було оброблено рослини проти шкідливих членистоногих (табл. 4). Результати вказують на технічну ефективність на п'ятий день після застосування. Актофіт 0,2%, к.е. виявляє найвищу ефективність (92,5 і 89,2%) проти кліщів *Tetranychus urticae* Koch і *Pentamerismus taxi* Haller. Фітокомплексон-1 викликає загибель на рівні 91,3 і 87,3% з незначним стандартним відхиленням, що може бути відносно близько до результатів Актофіту. Комплексон-2п і Комплексон-3Г — були менш ефективними проти кліщів (87,5 та 89,2%).

4. Ефективність дії екологічно безпечних препаратів на основі рослинних витяжок фітокомплексонів проти членистоногих в Національному ботанічному саду імені академіка О.В. Фоміна

Шкідливі організми	Технічна ефективність, загибель на 5-ту добу				НІР ₀₅
	Актофіт 0,2%, к.е. (еталон)	Фітокомплексон-1	Комплексон-2п	Комплексон-3Г	
<i>Tetranychus urticae</i> Koch	92,5 ± 0,83	91,3 ± 0,92	87,5 ± 0,69	89,2 ± 0,72	0,5
<i>Pentamerismus taxi</i> Haller	89,2 ± 0,65	87,3 ± 0,71	82,2 ± 0,88	80,7 ± 0,96	0,9
<i>Neomyzus circumflexus</i> Busk.	93,8 ± 0,74	94,6 ± 0,89	90,9 ± 0,93	91,2 ± 0,48	0,4
<i>Coccus hesperidum</i> L.	82,7 ± 0,85	79,9 ± 0,79	76,2 ± 1,09	75,6 ± 0,88	0,7
<i>Bemisia tabaci</i> Genn.	79,1 ± 0,62	85,1 ± 0,71	78,5 ± 0,96	80,8 ± 0,83	0,6
<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande	85,8 ± 0,57	90,8 ± 0,08	89,6 ± 0,87	86,3 ± 0,79	0,5
<i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst.	76,4 ± 0,39	79,5 ± 0,65	72,7 ± 1,23	70,1 ± 2,04	0,3
<i>Hyphantria cunea</i> Drury	84,1 ± 0,76	88,3 ± 0,81	81,7 ± 0,69	82,9 ± 0,16	0,7
<i>Cydalima perspectalis</i> Walker	45,7 ± 0,82	92,4 ± 0,38	57,1 ± 0,94	56,3 ± 0,87	0,7

Усі використані препарати демонстрували високу ефективність у контролі чисельності *Neomyzus circumflexus* Busk та *Frankliniella occidentalis*, де відсоток загибелі становив від 94,6 до 90,9%. Для *Coccus hesperidun* L. усі речовини виявили близьку ефективність. У випадку з *Bemisia tabaci* Genn. Фітокомплексон-1 виявився найбільш ефективним, досягаючи 85,1%, що перевищує ефективність інших препаратів.

Аналіз даних таблиці 4 підтверджує високий рівень ефективності Фітокомплексон-1 у порівнянні з іншими варіантами. Для шкідників *Quadraspidotus perniciosus*, *Huphantria cunea* та *Cydalima perspectalis* цей препарат продемонстрував найвищі показники ефективності, які варіювали від 79,5 до 92,4%.

Фітотоксичної дії препаратів за наведених концентрацій не встановлено. З метою уникнення набуття стійкості фітофагів до інсектицидів та акарицидів слід проводити почергове використання біологічного препарату Актофіт, 0,2% та препаратів, виготовлених з рослинних витяжок (Фітокомплексон-1, Комплексон-2п, Комплексон-3Г). Ці прийоми є економічно доцільними й екологічно безпечними.

ВИСНОВКИ

Наведено важливі дані про різноманітність фітофагів у ботанічному саду та ефективність екологічно безпечних препаратів на основі рослинних витяжок для їх контролю. Дослідження в умовах закритого ґрунту виявило 16 видів фітофагів із 4-х рядів, включаючи попелиць, кокцид, білокрилок і трипсів. Використання кольорових клейових пасток у закритому ґрунті дозволило виявити, що жовтий колір є особливо привабливим для цих комах. Дослідження також показало, що при використанні пасток у відкритому ґрунті для моніторингу *Phyllonorycter issikii* та *Cameraria ohridella* найбільш привабливими кольорами були блакитний, зелений та червоний.

Збільшення чисельності фітофагів у закритому та відкритому ґрунті вимагає ефективних заходів захисту рослин. У цьому контексті розроблені препарати на основі ріпакової олії виявилися ефективними та безпечними для використання. Результати дослідження свідчать про перевагу Фітокомплексону-1 у контролі шкідливих організмів, що засвідчує його потенціал як екологічно безпечного і ефективного засобу для збереження рослинності та зменшення втрат врожаю.

Фінансування: ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин») 24.02.01.01 Ф «Екологічні основи захисту рослин від шкідників в умовах урбанізованого міського середовища».

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Thom R. Catastrophe Theory: Its present state and future perspectives. Dynamical Systems. Berlin — New York, 1974. P. 366-372.
2. Чумак П.Я. Членистоногі (Arthropoda) в оранжереях України та екологічні основи захисту рослин від шкідників. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2004. 143 с.
3. Чумак П.Я., Вигера С.М., Ключевич М.М. та ін. Превентивний захист рослин урбофітоценозів від попелиць та кокцид. Київ: Компрінт, 2018. 324 с.
4. Bondareva L.M., Chumak P.Y., Bondarev S.I. Revealing the Sustainable Population of *Pentamerismus taxi* (Acari, Tenuipalpidae) Outside the Zone of its Natural Habitation in Ukraine. Vestnik zoologii. 2017. 51 (5). P. 435-438. DOI 10.1515/vzoo-2017-0052
5. Bondareva L., Chumak P. First finding of *Pentamerismus oregonensis* and its abundance (Acari: Tenuipalpidae) on juniper trees in Kyiv Ukraine. Persian Journal of Acarology. 2020. 9 (3) P. 299-301. doi.org/10.22073/pja.v9i3.60667.
6. Bondareva L., Chumak P., Strygun O., Tymoshchuk T., Zavadzka O. New record of *Anthoceptes platynotus* Nalepa (Acari: Eriophyoidea) and its abundance on *Cornus mas* L. in the northern part of a Forest-Steppe zone of Ukraine. Plant and Soil Science. 2023. 14 (4) P. 9-20. <https://doi.org/10.31548/plant4.2023.09>
7. Zhovnerchuk O.V., Chumak P.Y. The spidermite *Schizotetranychus spireaefolia* (Acari, Tetranychidae), specific pest of Spiraea in the A.V. Fomin Botanical Garden. Vestnik Zoologii. 2018. 52(5). P. 389-394.
8. Сильчук О.І., Чумак П.Я., Вигера С.М. та ін. Липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.) і її інвазійний фітофаг міль-строкатка (*Phyllonorycter issikii* Kumata). Агроекологічний журнал. 2016. № 2. С. 134-138.
9. Трибель С.О., Гаманова О.М., Свентославські Я. Каштанова мінуюча міль. Київ: Колобіг, 2008. 70 с.
10. Мацяк І., Крамарець В. Інвазії комах-філофагів на територію України. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2020. № 20. С. 11-25.
11. Nakonechna Yu.O., Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Lezhenina I.P., Filatov M.O., Yushchuk D.D., Lutytska N.V., Molchanova O.A., Melenti V.O., Poliakh V.M., Buhaiiov S.M., Belay Yu.M., Martynenko V.I., Zhukova L.V., Buzina I.M., Khainus D.D. Distribution area of *Hyphantria cunea* Drury: the analysis of Ukrainian and world data. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. 9(3). P. 214-220.
12. Борзих О.І., Федоренко В.П., Стригун О.О. та ін. Клоп мереживний *Corythucha ciliate* Say, 1832 (Hemiptera: Tingidae) - потенційно небезпечний інвазійний вид у фітоценозах Києва. Карантин і захист рослин. 2022. № 1 (268). С. 13-18. Doi: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.1.13-18>
13. Борзих О.І., Стригун О.О., Чумак П.Я. та ін. Клоп довгоногий

(*Arocatus longiceps* Stal, 1872) — новий шкідник платану у фітоценозах Києва. Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю заснування Інституту захисту рослин НААН, 150-річчю від дня народження Пospelова Володимира Петровича, 100-річчю від дня народження Арешнікова Бориса Андрійовича, 90-річчю від дня народження Доліна Володимира Гдаліча (24-25 травня 2022 року. Київ, ІЗР НААН). 2022. С. 38-40.

14. Стригун О.О., Федоренко В.П., Чумак П.Я. та ін. Цикадка біла *Metcalfa pruinosa* — новий небезпечний шкідник рослин в парках Києва. Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю заснування Інституту захисту рослин НААН, 150-річчю від дня народження Пospelова Володимира Петровича, 100-річчю від дня народження Арешнікова Бориса Андрійовича, 90-річчю від дня народження Доліна Володимира Гдаліча (24-25 травня 2022 року. Київ, ІЗР НААН). 2022. С. 60-66.

15. Стефановська Т.Р., Чумак П.Я. Інвазійні щитівки (Sternorrhyncha: Diaspididae) в урбофітоценозах України. Біологічні системи: теорія та інновації. 2021. 12 (3). С. 60-67.

16. Стригун О.О., Федоренко В.П., Чумак П.Я., Вигера С.М., Гончаренко О.М., Аньол О.Г. Златка смарагдова ясенева (*Agrilus planipennis* Fairmaire) в парках Києва. Захист і карантин рослин у ХХІ столітті: проблеми і перспективи. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів докторів біологічних наук, професорів В. К. Пантелеєва та М. М. Родігіна (м. Харків, 20–21 жовтня 2022 р.). Харків. 2022. С. 198-201.

17. Kozłowski J., Kozłowski R. Expansion of the invasive slug species *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) and dangers to garden crops — a literature review with some new data. *Folia Malacologica*. 2011.19(4). P. 249-258. doi:10.2478/v10125-011-0005-8.

18. Ключевич М.М., Вигера С.М., Чумак П.Я. та ін. Інвазійні види біоти екосистем Житомирщини: методичні рекомендації. Житомир: Поліський національний університет, 2022. 56 с.

19. Чумак П.Я., Ковальчук В.П. Ентомологічні екскурсії в Ботанічному саду імені акад. О.В. Фоміна. Монографія. Київ: Фітосоціоцентр. 2012. 72 с.

20. Kushnir N.V., Bondareva L.M. Propagation, trophic connection, and phenology of *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Hemiptera) in N.N. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2022. 13(1). P. 74-80. <https://doi.org/10.1134/S207511172201009X>

21. Чумак П.Я., Вигера С.М., Ключевич М.М. та ін. Превентивний захист рослин урбофітоценозів від попелиць та кокцид. Київ: Компрінт, 2018. 324 с.

22. Pimentel D., McNair S., Janecka J. et al. Economic and environmental threats of a alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2001. 84 (1). P. 1-20.

23. Пат. №37503 Україна, А01G13/00. Екологічно безпечний засіб захисту рослин від комплексу шкідливих організмів «Фітокомплексон-1». С.М. Вигера, П.Я. Чумак. Заявл. 14.07.2008; Опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.

24. Пат. №47717 Україна, А01P15/00. Екологічно безпечний засіб захисту рослин від комплексу шкідливих організмів «Комплексон-2п». С.М. Вигера, П.Я. Чумак. Заявл. 09.07.2009; Опубл. 25.02.2010, Бюл. № 4.

25. Пат. №47719 Україна, А01P15/00. Екологічно безпечний засіб захисту рослин від комплексу шкідливих організмів «Комплексон-3Г». С.М. Вигера, П.Я. Чумак, Л.С. Школьна. Заявл. 09.07.2009; Опубл. 25.02.2010, Бюл. № 4.

26. Методика випробування і застосування пестицидів; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

27. Hellhammer F., Heidtmann H., Freise F., Becker S.C. Effects of color and light intensity on the foraging and oviposition behavior of *Culex pipiens* biotype molestus Mosquitoes. *Insects*. 2022; 13(11):993. <https://doi.org/10.3390/insects13110993>

¹**Borzykh O.**, ORCID: 0000-0002-9802-5622

¹**Strygun O.**, ORCID: 0000-0001-7315-1473

¹**Chumak P.**, ORCID: 0000-0002-2053-2341

²**Bondareva L.**, ORCID: 0000-0002-8171-2338

¹**Goncharenko O.**, ORCID: 0000-0002-0555-3427

¹**Anol O.**, ORCID: 0009-0003-2183-8558

¹**Kivel Ye.**, ORCID: 0009-0006-8484-4199

Broun I., ORCID: 0009-0000-5932-6556

¹Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

²National university of life and environmental sciences of Ukraine, 15, Heroiv oborony str., 03041, Ukraine

Detection and control of invasive phytophages in the botanical garden: new approaches and perspectives

Goal. Determination of optimal methods of phytosanitary monitoring and strategies for controlling the number of harmful arthropods based on ecologically safe preparations on ornamental crops in urban green areas.

Methods. Monitoring of the phytosanitary state of urbophytocenoses was carried out by the method of route surveys of plantations. The method of visual detection of the phytophagous or traces of its vital activity on the trunk, branches, shoots and leaves was used to examine the crown of plants.

To record the density of phytophagous colonies and to identify species, individuals were collected using a transparent adhesive film. Colored glue traps were used to monitor Lepidoptera, Diptera, Coleoptera and other insects. **Results.** The use of colored glue traps in the closed soil of the Botanical Garden named after Acad. O.V. For the purpose of monitoring insects, Fomina made it possible to identify 16 species of phytophages from 4 orders: aphids (Aphidoidea) *Myzus persicae* Sulz., *Macrosiphum rosae* L., *Idiopterus nephrolepidis* Davis.; coccids (Coccoinea) *Nipaecoccus nipae* Mask, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti), *Coccus hesperidum* L., *Diaspis boisduvalii* Sign., *Kuwanaaspis pseudoleucaspis* Kuw.; whiteflies (Aleyrodoidea): *Aleurodes vaporariorum* Westw., *Bemisia tabaci* Genn., *B. argentifolii* Bellows; thrips (Thysanoptera): *Thrips tabaci* Lind., *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche., *Frankliniella occidentalis* Pergande, *Echinothrips americanus* Morgan, *Thrips palmi* Karny. Among the seven colors we used to determine the degree of attractiveness of insects that are common in indoor soil, the most attractive color is yellow. Using color traps in open ground to monitor species such as *Phyllonorycter issikii* Kumata (a plant pest of *Tilia* L.) and *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (a plant pest of *Aesculus* L.) showed that three colors were most attractive to these species: blue, green and red. A high level of effectiveness of the drug Phytocomplexon-1 has been established in comparison with other options. For the pests *Quadraspidiotus perniciosus*, *Hyphantria cunea* and *Cydalima perspectalis*, this drug showed the highest efficacy rates ranging from 79.5 to 92.4%. **Conclusions.** The use of colored glue traps in closed and open ground conditions is an important element for insect monitoring. It is important to consider the color of traps when planning strategies for monitoring and controlling plant pests, which can improve the effectiveness of plant protection measures. The high level of effectiveness of new environmentally safe preparations based on rapeseed oil and plant extracts against various types of harmful organisms has been confirmed. In particular, the drug Phytocomplexon-1 proved to be the most effective for insects. The study indicates the prospects of using environmentally safe methods of plant protection in botanical gardens and megacities.

invasive phytophages; urbophytocenoses; colored traps; monitoring

REFERENCES

1. Thom R. (1974). Catastrophe Theory: Its present state and future perspectives. Dynamical Systems. Berlin — New York. P. 366-372.
2. Chumak P.Ya. (2004). Arthropoda in the greenhouses of Ukraine and the ecological basis of plant protection from pests. Kyiv: VOC «Kyiv University». 143 p. (in Ukrainian).
3. Chumak P.Ya., Vyhera S.M., Klyuchevych M.M. et al. (2018). Preventive

protection of urbophytocenosis plants from aphids and coccids. Kyiv: Comprint. 324 p. (in Ukrainian).

4. Bondareva L.M., Chumak P.Y., Bondarev S.I. (2017). Revealing the Sustainable Population of *Pentamerismus taxi* (Acari, Tenuipalpidae) Outside the Zone of its Natural Habitation in Ukraine. *Vestnik zoologii*, 51(5), 435-438. DOI 10.1515/vzoo-2017-0052

5. Bondareva L., Chumak P. (2020). First finding of *Pentamerismus oregonensis* and its abundance (Acari: Tenuipalpidae) on juniper trees in Kyiv Ukraine. *Persian Journal of Acarology*, 9(3), 299-301. doi.org/10.22073/pja.v9i3.60667

6. Bondareva L., Chumak P., Strygun O., Tymoshchuk T., Zavadzka O. (2023). New record of *Anthocoptes platynotus* Nalepa (Acari: Eriophyoidea) and its abundance on *Cornus mas* L. in the northern part of a Forest-Steppe zone of Ukraine. *Plant and Soil Science*, 14(4), 9-20. <https://doi.org/10.31548/plant4.2023.09>

7. Zhovnerchuk O.V., Chumak P.Y. (2018). The spidermite *Schizotetranychus spireaefolia* (Acari, Tetranychidae), specific pest of *Spiraea* in the A. V. Fomin Botanical Garden. *Vestnik Zoologii*, 52(5), 389-394.

8. Sylchuk O.I., Chumak P.Ia., Vyhera S.M. ta in. (2016). Lypa sertselysta (*Tilia cordata* Mill.) i yii invaziyni fitofah mil-strokatka (*Phyllonorycter issikii* Kumata). [The linden (*Tilia cordata* Mill.) and its invasive phytophagous moth (*Phyllonorycter issikii* Kumata)]. *Ahroekologichnyi zhurnal*, [Agroecological journal], (2), 134-138. (in Ukrainian).

9. Trybel S.O., Hamanova O.M., Svientoslavski Ya. (2008). *Kashtanova mi-niuucha mil*. Kyiv: Kolobih, 70 s. (in Ukrainian).

10. Matsiakh I., Kramarets V. (2020). Invazii komakh-filofahiv na terytoriiu Ukrainy. [Invasions of phyllophage insects on the territory of Ukraine. Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*, (20), 11-25. (in Ukrainian).

11. Nakonechna Yu.O., Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Lezhenina I.P., Filatov M.O., Yushchuk D.D., ..., Khainus D.D. (2019). Distribution area of *Hyphantria cunea* Drury: the analysis of Ukrainian and world data. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 214-220. (in Ukrainian).

12. Borzykh O., Fedorenko V., Stryhun O., Chumak P., Vyhera S., Honcharenko O., ..., Tkachova S. (2022). Klop merezhynnyi *Corythucha ciliate* Say, 1832 (Hemiptera: Tingidae) — potentsiino nebezpechnyi invaziyni vyd u fitotsenozakh Kyieva. [The sycamore lace bug *Corythucha ciliata* Say, 1832 (Hemiptera: Tingidae) — is a potentially dangerous invasive species in the phytocenoses of Kyiv]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, [Quarantine and plant protection], (1), 13-18. Doi: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.1.13-18> (in Ukrainian).

13. Borzykh O.I., Strygun O.O., Chumak P.Ya. (2022). Plant protection: scientific achievements and research perspectives: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the founding

of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences, the 150th anniversary of the birth of Volodymyr Petrovych Pospelov, the 100th anniversary of the birth of Boris Andriyovych Areshnikov, the 90th anniversary of birthday of Dolin Volodymyr Hdalich (May 24-25, 2022. Kyiv, IZR NAAS), P. 38-40. (in Ukrainian).

14. Stryhun O.O., Fedorenko V.P., Chumak P.Ia. ta in. (2022). Tsykadka bila *Metcalfa pruinosa* — novyi nebezpechnyi shkidnyk roslin v parkakh Kyieva. Zakhyst roslin: naukovy zdobutky ta perspektyvy doslidzhen: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 75-richchiu zasnuvannia Instytutu zakhystu roslin NAAN, 150-richchiu vid dnia narodzhennia Pospielova Volodymyra Petrovycha, 100-richchiu vid dnia narodzhennia Ariesnikova Borysa Andriiovycha, 90-richchiu vid dnia narodzhennia Dolina Volodymyra Hdalicha (24-25 travnia 2022 roku. Kyiv, IZR NAAN). S. 60-66. (in Ukrainian).

15. Stefanovska T.R., Chumak P.Ia. (2021). Invaziini shchytivky (Sternorrhyncha: Diaspididae) v urbofitotsenozakh Ukrainy. [Invasive scales (Sternorrhyncha: Diaspididae) in urbophytocenoses of Ukraine. Biological systems: theory and innovations]. *Biologichni systemy: teoriia ta innovatsii*, 12(3), 60-67. (in Ukrainian).

16. Stryhun O.O., Fedorenko V.P., Chumak P.Ya., Vyhera S.M., Honcharenko O.M., Anol O.H. (2022). Zlatka smaragdova yaseneva (*Agrilus planipennis* Fairmaire) v parkakh Kyieva. Zakhyst i karantyn roslin u XXI stolitti: problemy i perspektyvy. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj yuvileinym datam vid dnia narodzhennia vydatnykh vchenykh-fitopatolohiv doktoriv biologichnykh nauk, profesoriv V.K. Pantielieieva ta M.M. Rodihina (Kharkiv, 20–21 zhovtnia 2022). Kharkiv. S. 198-201. (in Ukrainian).

17. Kozłowski J., Kozłowski R. J. (2011). Expansion of the invasive slug species *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) and dangers to garden crops — a literature review with some new data. *Folia Malacologica*. 19(4). P. 249-258. doi:10.2478/v10125-011-0005-8

18. Kliuchevych M.M., Vyhera S.M., Chumak P.Ia. ta in. (2022). Invaziini vydy bioty ekosystem Zhytomyrshchyny: metodychni rekomendatsii. [Invasive species of the biota of Zhytomyr Oblast ecosystems: methodical recommendations]. *Zhytomyr: Poliskyi natsionalnyi universytet*, 56 s. (in Ukrainian).

19. Chumak P.Ia., Kovalchuk V.P. (2012). Entomolohichni ekskursii v Botanichnomu sadu imeni akad. O.V. Fomina: monohrafiia. Kyiv: Fitosotsiotsentr. 72 s. (in Ukrainian).

20. Kushnir N.V., Bondareva L.M. (2022). Propagation, trophic connection, and phenology of *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Hemiptera) in N. N. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Russian Journal of Biological Invasions*. 13(1). P. 74-80. [https:// doi.org/10.1134/S207511172201009X](https://doi.org/10.1134/S207511172201009X). (in Russian).

21. Chumak P.Ia., Vyhera S.M., Kliuchevych M.M. ta in. (2018). Preventyvnyi zakhyst roslyn urbofitotsenoziv vid popelyts ta kokhtsyd. Kyiv: Komprynt, 324 s. (in Ukrainian).
22. Pimentel D., McNair S., Janecka J., Wightman J., Simmonds C., O'Connell C., ..., Tsomondo T. (2001). Economic and environmental threats of a lien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84(1), 1-20.
23. Vyhera S.M., Chumak P.Ia. (2008). Pat. №37503 Ukraina, A01G13/00. Ekolohichno bezpechnyi zasib zakhystu roslyn vid kompleksu shkidlyvykh orhanizmiv «Fitokomplekson-1». Zaiavl. 14.07.2008; Opubl. 25.11.2008, Biul. № 22. (in Ukrainian).
24. Vyhera S.M., Chumak P.Ia. (2009). Pat. №47717 Ukraina, A01R15/00. Ekolohichno bezpechnyi zasib zakhystu roslyn vid kompleksu shkidlyvykh orhanizmiv «Komplekson-2p». Zaiavl. 09.07.2009.; Opubl. 25.02.2010, Biul. № 4. (in Ukrainian).
25. Vyhera S.M., Chumak P.Ia., Shkolna L.S. (2009). Pat. №47719 Ukraina, A01R15/00. Ekolohichno bezpechnyi zasib zakhystu roslyn vid kompleksu shkidlyvykh orhanizmiv «Komplekson-ZH». Zaiavl. 09.07.2009; Opubl. 25.02.2010, Biul. № 4. (in Ukrainian).
26. Trybel S.O. (Ed.). (2001). *Metodyka vyprovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. Kyiv. Svit. 448 s. (in Ukrainian).
27. Hellhammer F., Heidtmann H., Freise F., Becker S.C. (2022) Effects of color and light intensity on the foraging and oviposition behavior of *Culex pipiens* biotype molestus Mosquitoes. *Insects*. 13(11):993. <https://doi.org/10.3390/insects13110993>

Надійшла до редакції: 23.08.2024

Прийнята до друку: 17.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025