

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра біотехнології та хімії

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
біотехнології та хімії
_____ **Владислав КОВАЛЕНКО**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за магістерським рівнем вищої освіти

на тему: «БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ
ТРИХОГРАМИ (*Trichogramma spp.*) У БІОЛОГІЧНОМУ ЗАХИСТІ
КУКУРУДЗИ ВІД КУКУРУДЗЯНОГО СТЕБЛОВОГО
МЕТЕЛИКА»

Виконав (ла): Діана ЖАЛДАК

Група: БІО 2401м

Науковий керівник: Вікторія ІВЧЕНКО

Рецензент: Юрій МІЩЕНКО

Суми – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Агротехнологій та природокористування
Кафедра Біотехнології та хімії
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність Біотехнологія та біоінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри
Владислав Коваленко
«__» _____ 202__ р.

(підпис)

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

1. Тема роботи: «Біотехнологічні аспекти використання трихограми (*Trichogramma spp.*) у біологічному захисті кукурудзи від кукурудзяного стеблового метелика».
2. Керівник кваліфікаційної роботи: к.т.н., доцент Івченко В.Д.
3. Строк подання здобувачем роботи _____.
4. Вихідні дані до роботи: ентомофаги *Trichogramma evanescens* Westwood
- місце проведення досліджень: кафедра біотехнології та хімії СНАУ, ТОВ «БіоБаланс» (м. Полтава), ТДВ «Племзавод «Михайлівка»».
5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: огляд наукової літератури з обґрунтуванням актуальності теми, підбір методики виконання дослідження, виконання досліджень, формулювання висновків, пропозицій для практичного використання, оформлення списку використаних джерел та додатків.
6. Перелік графічного матеріалу: таблиці з результатами досліджень – 4, рисунки з результатами досліджень – 7.

Керівник роботи _____

Вікторія ІВЧЕНКО

Завдання прийняв до виконання _____

Діана ЖАЛДАК

Дата отримання завдання «__» _____ 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Вибір теми і об'єкта досліджень	1-й семестр	
2	Розробка завдання до кваліфікаційної роботи; складання календарного плану; формування змісту розрахунково-пояснювальної записки (формування переліку питань, які необхідно опрацювати в роботі). Підбір методик для проведення досліджень	1-й семестр	
3	Виконання кваліфікаційної роботи		
3.1	Підбір та аналіз літературних джерел з теми кваліфікаційної роботи	1-й семестр	
3.2	Збір вихідних даних (проведення польових досліджень) для написання експериментальної частини кваліфікаційної роботи	2-й семестр	
3.3	Підготовка загального варіанту кваліфікаційної роботи (розділ 1-3, висновки)	3-й семестр	
3.4	Апробація результатів дослідження	За 40 днів до дати захисту	
4	Перевірка роботи науковим керівником і допуск до попереднього захисту	За 35 днів до дати захисту	
5	Перевірка кваліфікаційної роботи на унікальність	За 30 днів до захисту	
6	Рецензування	За 15 днів до захисту	
7	Попередній захист кваліфікаційної роботи	За 10 днів до захисту	
8	Прилюдний захист кваліфікаційної роботи перед екзаменаційною комісією	Відповідно наказу ректора	

Керівник роботи

підпис

Вікторія ІВЧЕНКО

Здобувач

підпис

Діана ЖАЛДАК

АНОТАЦІЯ

Жалдак Діана Сергіївна. «Біотехнологічні аспекти використання трихограми (*Trichogramma* spp.) у біологічному захисті кукурудзи від кукурудзяного стеблового метелика »

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра з біотехнології та біоінженерії за освітньою програмою «Біотехнологія та біоінженерія» зі спеціальності 162 «Біотехнологія та біоінженерія». Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

У кваліфікаційній роботі досліджено сучасні біотехнологічні основи масового розведення трихограми та особливості її використання як біологічного агента захисту кукурудзи від комплексу лускокрилих шкідників, зокрема кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis*). Розглянуто теоретичні засади біологічного методу, морфологічні та екологічні особливості трихограми, механізми її паразитування та значення в інтегрованих системах захисту рослин.

Проаналізовано виробничо-технології, що застосовуються в біолабораторіях України, зокрема технологічні етапи підготовки хазяйського матеріалу (*Sitotroga cerealella*), способи денатурації яєць, умови зараження, інкубації та контролю якості ентомофага. Деталізовано методи оцінювання лабораторних показників трихограми (зараженість яєць, відсоток виходу імаго, статевий склад, життєздатність, деформованість, пошукова здатність). Висвітлено роль температурного режиму, вологості, освітлення та синхронізації розвитку партій у забезпеченні високої біологічної активності препарату.

У практичній частині виконано моніторинг лускокрилих шкідників у посівах кукурудзи із застосуванням світлових пасток та оцінено сезонну динаміку льоту стеблового метелика. На основі отриманих даних визначено економічні пороги шкідливості та оптимальні строки внесення трихограми. Проведено дворазове розселення ентомофага за допомогою агродронів

порівняно його результативність із дією хімічних інсектицидів (Кораген, Ампліго).

Проведено **економічний аналіз**, у межах якого визначено витрати на біологічний та хімічний методи захисту, встановлено співвідношення «вартість – ефективність» та обґрунтовано переваги трихограми як економічно вигідного та екологічно безпечного засобу контролю фітофагів. Показано, що застосування трихограми забезпечує зниження шкодочинності на 80–95%, сприяє збереженню 20–45% урожаю, зменшує пестицидне навантаження та підтримує стабільність агроecosystem.

Результати дослідження мають практичне значення для біолабораторій, агропідприємств та фермерських господарств, можуть бути використані при впровадженні інтегрованих систем захисту рослин, розробленні технологій масового виробництва ентомофагів, оптимізації календарів внесення та формуванні екологізованої стратегії вирощування кукурудзи.

Ключові слова: *біотехнологія, біолабораторія, біологічний метод захисту, трихограма, ентомофаг, кукурудзяний стебловий метелик, масове розведення, інкубація, світлові пастки, поріг шкодочинності, агродрони.*



ABSTRACT

Zhaldak Diana Serhiyivna. "Biotechnological aspects of the use of *Trichogramma* (*Trichogramma* spp.) in the biological protection of corn against the corn stem borer."

Master's Qualification Thesis in *Biotechnology and Bioengineering* under the educational program *Biotechnology*, specialty 162 – Biotechnology and Bioengineering. Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The qualification thesis investigates the modern biotechnological principles of mass rearing of *Trichogramma* spp. and the specific features of its application as a biological control agent against key lepidopteran pests of maize, particularly the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). The theoretical part summarizes the biological characteristics of *Trichogramma*, its ecological role, mechanisms of host parasitism, and its importance within integrated pest management (IPM).

The study provides a detailed analysis of industrial and laboratory technologies used in Ukrainian biofactories, including the preparation of host material (*Sitotroga cerealella*), egg denaturation methods, conditions of parasitization, incubation, and quality control of the entomophage. Core laboratory indicators such as parasitization rate, emergence percentage, sex ratio, deformity percentage, vitality, and host-searching ability were evaluated. Special attention was given to the influence of temperature, humidity, illumination, and synchronization of batch development on the biological activity of the agent.

In the practical part, the dynamics of lepidopteran pests in maize crops were monitored using light traps, allowing us to determine the seasonality and flight peaks of the European corn borer. Based on field observations, economic thresholds of harmfulness and optimal timing of *Trichogramma* release were established. Two releases of the entomophage were carried out using agricultural drones, and their efficacy was compared with chemical insecticides (Coragen, Ampligo).

An economic assessment was performed to compare the cost-effectiveness of biological and chemical protection methods. The analysis demonstrated that *Trichogramma* application is significantly more economical, reduces pesticide load, prevents resistance development, and helps preserve ecological balance. Practical findings show that the biological method ensures an 80–95% reduction in pest numbers, enables the preservation of 20–45% of maize yield, and enhances the sustainability of agroecosystems.

The results of this research are of practical value for biotechnology laboratories, agricultural enterprises, and farmers. They may be applied in developing integrated pest management strategies, improving mass-rearing technologies of entomophages, optimizing release schedules, and implementing environmentally safe approaches to maize cultivation.

Keywords: *biotechnology, biolaboratory, biological control method, Trichogramma spp., entomophage, European corn borer, mass rearing, incubation, light traps, economic threshold, agro-drones.*

ЗМІСТ

ВСТУП	1
РОЗДІЛ 1. Загальна характеристика роду <i>Trichogramma</i>, та її види	6
1.1. Загальна характеристика та морфологічні особливості трихограми як біологічного агента	6
1.2. Класифікація та механізм дії трихограми	9
1.3. Фактори впливу на якість в процесі розведення трихограми	13
РОЗДІЛ 2. Методи розведення трихограми: збір колоній засновників та визначення їх видового складу у відповідному регіоні	18
2.1. Розведення та фактори впливу якості стартових колоній трихограми та маточники-резерватори для неї	18
2.2. Технологія масового розведення трихограми	21
2.3. Пошук природнього біоматеріалу для підвищення життєздатності лабораторних популяцій, особливості процесу зараження яєць зернової молі трихограмою та процес зберігання	26
2.4. Методи визначення якості трихограми та рекомендовані норми її розселення	28
РОЗДІЛ 3. Комплексне біотехнологічне оцінювання трихограми як біоагента захисту кукурудзи: технологічні аспекти розселення та економічна ефективність (на прикладі роботи ТОВ «Біобаланс» та ТДВ «Племзавод «Михайлівка»»)	34
3.1. Загальна характеристика виробничої бази та організації досліджень	34
3.2. Біотехнологічні основи підготовки субстрату та хазяйського матеріалу для масового розведення трихограми	35
3.3. Оцінка якості трихограми у виробничих умовах та визначення	41

рекомендованої норми її розселення	
3.4. Післяінкубаційне зберігання та підготовка трихограми до транспортування	44
3.5. Особливості підготовки трихограми до випуску, сезонність та періоди її застосування. Використання світлових пасток для визначення динаміки льоту шкідників	48
3.6. Оцінка економічної обґрунтованості внесення трихограми на посіви кукурудзи	53
3.7. Порівняння використання трихограми з хімічними методами захисту та їх вплив на екосистему	55
Висновки	62
Список використаних джерел	65
Додатки	70

ВСТУП

Сучасний аграрний сектор України перебуває на етапі активної трансформації, спрямованої на впровадження екологічно безпечних, високоефективних та економічно доцільних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Одним із пріоритетних напрямів такої трансформації є розвиток біологічних методів захисту рослин, які дозволяють зменшити пестицидне навантаження, зберегти агробіоценози та забезпечити сталий розвиток агроecosystem.

Актуальність теми зумовлена значним поширенням кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis*), який щорічно завдає суттєвих втрат урожаю кукурудзи та знижує її продуктивність на 15–40 %. Традиційні хімічні методи контролю не завжди є ефективними, оскільки шкідник формує резистентність, а інсектицидні обробки негативно впливають на довкілля та корисну ентомофауну.

У цьому контексті особливого значення набуває використання трихограми (*Trichogramma spp.*) — одного з найефективніших ентомофагів, який паразитує яйця лускокрилих шкідників. Біологічний метод захисту за участю трихограми дозволяє значно зменшити хімічне навантаження, підвищити екологічну безпечність агровиробництва та забезпечити тривалий регуляторний ефект.

Практична актуальність теми зумовлена тим, що в Україні активно розвиваються біолабораторії, зокрема ТОВ «БіоБаланс» (м. Полтава), де автор роботи безпосередньо проходила виробничу підготовку та брала участь у процесі масового розведення *Trichogramma evanescens*, контролю її якості та організації розселення за допомогою агродронів. Це підсилює прикладне значення дослідження та створює умови для комплексного аналізу всіх складових біотехнологічної технології.

Отже, дослідження особливостей біотехнології масового вирощування трихограми, оцінка її польової ефективності та економічної доцільності є своєчасним та надзвичайно важливим як у науковому, так і у практичному аспектах.

Аналіз стану наукової розробки проблеми

Питання біологічного контролю чисельності шкідників за допомогою ентомофагів висвітлюються у працях багатьох українських та зарубіжних учених. Значний внесок у вивчення морфології, біології та систематики трихограми зробили Б.В. Кіку, Б.Г. Дегтяров, Т.Ф. Аленчикова, Ш.М. Грінберг та інші дослідники. Сучасні наукові роботи приділяють увагу питанням підвищення якості маточного матеріалу, оптимізації технології масового розведення та вдосконаленню методів розселення.

Попри велику кількість досліджень, низка важливих аспектів залишається недостатньо висвітленою. Зокрема:

- варіабельність біологічної ефективності трихограми в різних кліматичних умовах України;
- вплив технологічних параметрів інкубації на якість вихідного матеріалу;
- визначення оптимальних норм і строків розселення за даними світлових пасток;
- порівняльний аналіз ефективності трихограми та хімічних інсектицидів в умовах сучасних виробничих технологій;
- роль дронів технологій у точковому та рівномірному внесенні ентомофага.

Ці наукові прогалини підкреслюють актуальність і значущість подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення системи біологічного захисту рослин.

Метою роботи є комплексне дослідження біотехнологічних аспектів вирощування, контролю якості та ефективності застосування трихограми як

біологічного методу захисту кукурудзи від кукурудзяного стеблового метелика, а також розроблення практичних рекомендацій щодо вдосконалення технології її масового розведення та розселення.

Об'єктом дослідження є ентомофаги роду *Trichogramma*, насамперед *Trichogramma evanescens* Westwood, що використовуються у біологічному захисті кукурудзи.

Предметом дослідження є технологічні, біологічні та біотехнологічні особливості процесу масового розведення трихограми, методи контролю її якості, умови зберігання та ефективність застосування у польових умовах.

Завдання дослідження

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

1. Проаналізувати теоретичні основи біологічного методу захисту рослин із застосуванням трихограми.
2. Вивчити морфологічні та біологічні особливості видів роду *Trichogramma*.
3. Дослідити етапи, умови та технологію масового розведення трихограми в лабораторних умовах.
4. Визначити методи контролю якості трихограми та встановити критерії оцінки життєздатного матеріалу.
5. Проаналізувати діяльність ТОВ «БіоБаланс» (м. Полтава) як прикладу сучасної біолабораторії.
6. Оцінити ефективність використання світлових пасток для визначення термінів льоту та яйцекладки шкідників.
7. Дослідити на базі ТДВ «Племзавод «Михайлівка»» біологічну та економічну ефективність застосування трихограми порівняно з хімічними інсектицидами.
8. Надати практичні рекомендації щодо удосконалення технології використання трихограми в умовах виробництва.

Методи дослідження

У процесі виконання роботи застосовано такі методи:

- **Лабораторні методи** — вирощування та інкубація трихограми, визначення морфологічних характеристик, оцінка якості та життєздатності ентомофага.
- **Полеві методи** — моніторинг льоту шкідників за допомогою світлових пасток, аналіз яйцекладок, визначення біологічної ефективності трихограми на посівах кукурудзи.
- **Аналітичні методи** — обробка експериментальних даних, розрахунок біологічної та економічної ефективності.
- **Біотехнологічні методи** — контроль умов розведення, підготовка живильного субстрату, зберігання та транспортування трихограми.
- **Порівняльні й статистичні методи** — порівняння параметрів ефективності різних методів захисту, статистична обробка результатів дослідів.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження були висвітлені на I Міжнародній науковій і теоретичній конференції «Global perspectives on multidisciplinary research: theory and practice» (24 квітня 2025 року, м. Флоренція, Італія), V Міжнародній науково-практичній конференції «ПРОБЛЕМИ ТА ДОСЯГНЕННЯ СУЧАСНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ» (м. Харків, 28 березня 2025 року), Міжнародній науково-практичній конференції «ГОНЧАРІВСЬКІ ЧИТАННЯ» присвяченої 96-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (23-24 травня 2025 року, м. Суми), Всеукраїнській науковій конференції студентів та аспірантів, присвяченій Міжнародному дню студента (18-22 листопада 2024 року, м. Суми), **Публікації.** За матеріалами досліджень автор має 4 публікації (Додаток А).

Структура та обсяг роботи. Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 86 сторінку має 7 рисунків, 4 таблиці, 4 додатки.

РОЗДІЛ I Загальна характеристика роду *Trichogramma*, та її види

1.1. Загальна характеристика та морфологічні особливості трихограми як біологічного агента

Історичні джерела свідчать, що ще в 1980-х роках ХХ століття на значній частині орних земель України — приблизно на чверті загальної площі посівів — активно застосовували трихограму як один із провідних біологічних інструментів для контролю чисельності шкідників. І сьогодні цей ентомофаг залишається одним із найбільш ефективних засобів боротьби зі стебловим метеликом, основним шкідником кукурудзяних агроценозів. Завдяки здатності паразитувати яйця понад 160 видів комах, трихограма набула широкого поширення як у великих сільськогосподарських підприємствах, так і в умовах дрібних фермерських господарств.[1]

Рід *Trichogramma* належить до родини Trichogrammatidae, що входить до ряду Перетинчастокрилих (Hymenoptera). Попри більш ніж столітню історію вивчення, систематика цього роду й досі лишається складною, оскільки між видами спостерігається значна морфологічна подібність. У науковій літературі біологічну та практичну цінність трихограми обґрунтовували такі дослідники, як Б.В. Кіку, Б.Г. Дегтяров, Т.Ф. Аленчикова, Ш.М. Грінберг та інші. У їхніх роботах акцентовано, що результативність культури залежить від комплексу технологічних факторів: регулярного оновлення маточного матеріалу, коректного проведення гетерозису, своєчасного введення популяції в діапаузу та використання якісного субстрату — яєць зернової молі. Важливими показниками залишаються відсоток чистоти культури, частка деформованих яєць та їхній розмір.[2]

Трихограма — типовий ентомофаг (від грец. *entoma* — комахи, *phagos* — споживач), тобто корисна комаха, що живиться або розвивається за рахунок шкідників сільськогосподарських культур.[3] Вона є одним із найбільш економічно вигідних агентів для масового культивування в

біолабораторіях, адже поєднує ефективність у знищенні широкого спектра лускокрилих комах із відносною простотою вирощування.[4]

Імаго трихограми — надзвичайно дрібна комаха з тричлениковими лапками, передні крила мають характерні ряди дискальних волосків та виражену крайову бахромку. Дорослі особини живляться нектаром, а їхні личинки — внутрішні паразити яєць різних видів комах, переважно лускокрилих.

У природних умовах восени личинки третього віку (передлялечки) входять у стан діпаузи й можуть тривалий час зберігати життєздатність. Основні місця зимівлі — багаторічні трави, де личинки трихограми перебувають в яйцях совок, вогнівок, п'ядунів, коконопрядів, біланів та інших видів.[5]

У лабораторній біотехнології найважливішим етапом вважається отримання активної форми трихограми, яку можна зберігати за температури 1–2 °С лише протягом 1–1,5 місяця. Більш довге зберігання яєць ситотроги, заражених трихограмою, призводить до зменшення відсотка вильоту, зниження маси самок і, відповідно, до погіршення їхньої репродуктивної здатності. Тому в зимовий період потрібно регулярно відновлювати маточний матеріал.[7]

Життєвий цикл трихограми полівольтинний, але загалом однаковий для більшості видів. Яйце паразита прозоре, безбарвне, складається з двох оболонок: хоріону та внутрішньої, жовткової, яка не виконує трофічної функції. Самка, обстеживши яйце хазяїна вусиками, проколює оболонку яйцекладом і відкладає всередину власне яйце. Розмір яйця хазяїна визначає кількість яєць трихограми, що будуть відкладені. Наприклад, у яйце зернової молі зазвичай відкладається одне яйце, у яйця совок — 2–4, а у яйце бузкового бражника може потрапляти до 40 яєць.

Іноді самки здійснюють лише проколи, живлячись рідиною яйця без відкладання своїх яєць. Такі яйця засихають, і це сприяє зниженню

чисельності шкідників — додаткова форма ефективності ентомофага. Після відродження личинка живиться вмістом яйця хазяїна. Личинка проходить три віки, двічі линяючи. Перший вік характеризується наявністю мандибул і активним живленням. У другому тілі накопичується жирове тіло, а в третьому кишечник настільки розширюється, що личинка набуває мішкоподібної форми.[6]

Після переходу у фазу пронімфи яйця паразитовані трихограмою темнішають і набувають чорного або синюватого відтінку. Лялечкування відбувається всередині яйця. Імаго прогризає оболонку й виходить назовні. Зазвичай спочатку відроджуються самці, а пізніше — самки, після чого відразу відбувається копуляція.

Самка є проовігенною: більшість зрілих яєць уже сформована в її яєчниках на момент відродження. Спаровування не є обов'язковим — у трихограми поширені різні форми партеногенезу: аренотокія, телітокія та дейтеротокія.

Тривалість розвитку (від яйця до імаго) залежить від температури. Наприклад, у *T. pintoi* цикл становить 8 діб при 30 °С, 9 — при 28 °С, 11 — при 25 °С, 14 — при 22 °С і зростає до 53 діб при температурі близько 11,5 °С.[8]

Для масового розведення важливо враховувати температурну реакцію та особливості розвитку різних видів трихограми, оскільки вони по-різному реагують на умови культивування.

Рід *Trichogramma* поділяють на два підроди:

- *Trichogramma* Westwood — більшість відомих видів;
- *Trichogrammatanza* Carver — відрізняється будовою джгутика вусиків самців.

Розмір тіла імаго коливається в межах 0,3–0,9 мм. Голова округла, гіпногнатичного типу, з червоними очками. Вусики складаються з основи, поворотного членика, кільця, джгутика та булави, причому між самцями й

самками є помітний статевий диморфізм. У самців джгутик довший і густіше вкритий волосками, ніж у самок.[9]

Передньоспинка у трихограми поперечна й коротка, середньоспинка масивна, щиток широкий, з двома парами щетинок. Крила мають характерні рядки волосків; задні значно вужчі за передні. Ноги тричленикові, добре розвинені кігтики. Черевце овальне, яйцеклад типовий для хальцид.

Для точної ідентифікації видів найчастіше аналізують будову вусиків і геніталій самців, а також пропорції члеників, форму фалобазы, розташування склеритів, довжину едеагуса тощо. У самок основними ознаками є структура опушення крил, особливості щетинок та довжина яйцеклада.[10]

Колір тіла обох статей може змінюватися залежно від температури, за якої розвивається преімаго. Додатковим методом диференціації видів є аналіз електрофоретичної рухливості ізоферментів, хоча на ці показники можуть впливати екологічні фактори, що ускладнює однозначну оцінку таксономічних відмінностей.[11]

1.2. Класифікація та механізм дії трихограми

У сучасній українській ентомологічній практиці описано понад п'ятнадцять видів трихограми, що активно культивуються у біолабораторіях. Серед них найпоширеніші *Trichogramma pintoi* Voegelé, *Trichogramma evanescens* Westwood, *Trichogramma semblidis* Aurivillius, *Trichogramma dendrolimi* Matsumura, *T. cacoeciae* та інші. Загалом же рід *Trichogramma* включає близько 143 валідних видів. Одним із найбільш універсальних та ефективних ентомофагів для захисту культурних рослин від лускокрилих є *Trichogramma evanescens*, відома в агровиробництві як трихограма звичайна. Точну кількість видів цього роду у світовій фауні встановити складно: у багатьох країнах світу систематичні дослідження трихограми ще не проводилися, тому її видове різноманіття досі вивчається.[12]

Останні 50 років стали періодом активного розвитку морфологічної систематики трихограми. Завдяки працям С. Нагаркаті, Г. Нагарая, А. Сорокіна та інших фахівців було запропоновано більш точні діагностичні ознаки, головним чином пов'язані з будовою вусиків та статевих органів самців. Такий підхід дозволив не тільки уточнити видові межі, а й встановити істотні біологічні відмінності між окремими групами трихограми, зокрема їхню спеціалізацію щодо різних видів комах-хазяїв.

Для трихограми звичайної характерна двоступенева зміна забарвлення — спочатку світло-бура, а надалі чорна. Яйцеклад самки становить приблизно третину довжини її тіла. Цей вид досить широко використовується в біолабораторній практиці, хоча його розвиток триває довше, ніж у деяких інших представників роду. Плодючість самок варіює в межах 20–40 яєць за відкладку, і співвідношення статей зазвичай зміщене в бік самок, яких утричі більше, ніж самців.[13]

До найбільш типових шкідників, яйця яких можуть бути паразитовані трихограмою, належать совки (капустяна, озима), кукурудзяний стебловий метелик, капустяна міль, городня та гамма совки, плідожерка горохова. Поширення трихограми протягом генерації може сягати 15 метрів за температури 17–19 °С. При підвищенні температури до 25–30 °С активність ентомофага помітно збільшується, а зона пошуку яєць розширюється до 30 метрів. Переміщення на більші відстані можливе завдяки поривам вітру. Встановлено, що в умовах України трихограма здатна формувати до дев'яти поколінь за один теплий сезон.

Оптимальні параметри для активного розвитку трихограми включають температуру 18–30 °С і відносну вологість 60–95%. Комахи найбільш активні вранці, коли переміщуються по верхній стороні листків, тоді як у період інтенсивного освітлення переходять на нижній бік. При температурі понад 35 °С трихограма прагне укриватися у затінку.[14]

Трихограма звичайна представлена кількома расами: совковою, білановою, вогнівковою та плодожерковою. Крім того, вид має близько п'ятнадцяти екотипів. У біолабораторній практиці важливо враховувати специфічність раси: наприклад, популяції, вирощені на яйцях кукурудзяного метелика, значно ефективніші саме проти цього виду. Вогнівкова раса здатна паразитувати 70–80% яєць стеблового метелика, тоді як совкова раса уражує лише 60%. [15]

Серед інших видів виділяють трихограму жовту (*T. pallida*) та безсамцеву форму (*T. embryophagum*). *T. pallida* добре пристосована до умов плодових садів і паразитує яйця яблуневої плодожерки та листокруток. Самки цього виду мають характерне лимонно-жовте забарвлення, тоді як самці — сіруваті. Вона вирізняється високою рухливістю та здатністю долати значні відстані. Плодючість сягає 30–47 яєць, а співвідношення статей становить приблизно 4:1 на користь самок.

Trichogramma embryophagum характеризується жовто-бурим кольором та темною поперечною смужкою біля основи черевця. На відміну від інших видів, самці у цього виду відсутні, а розмноження відбувається без запліднення. Особини, що відродилися з діапаузуючих личинок навесні, спочатку мають темно-коричневий колір, який зі збільшенням температури світлішає. Цей вид добре переносить посушливі умови та зустрічається переважно в садах, де паразитує на яблуневій плодожерці, а за сприятливих умов тривалість її життя становить близько 17–19 днів. [15]

Основний принцип дії трихограми як біологічного агента полягає в тому, що самка відкладає власні яйця всередину яєць шкідника, блокуючи їхній розвиток. Таким чином, личинка трихограми розвивається за рахунок поживних речовин яйця хазяїна, а шкідлива комаха гине ще до початку свого розвитку.

Можна виділити такі етапи механізму дії трихограми (Рис. 1):

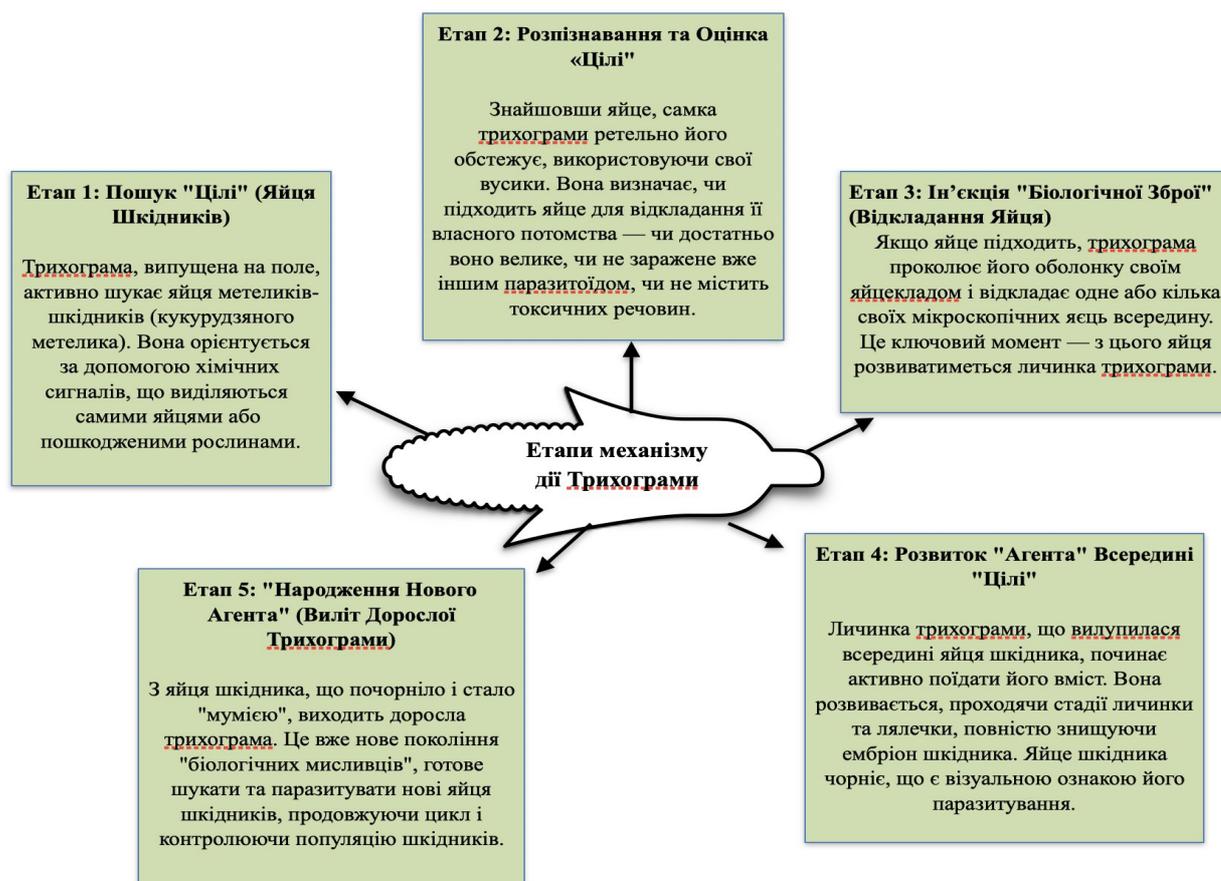


Рис. 1 Етапи механізму дії Трихограми

Біологічний цикл розвитку трихограми тісно залежить від температурних параметрів навколишнього середовища. За результатами сучасних наукових спостережень встановлено, що найінтенсивнішу активність ентомофаг виявляє за температури 25–30 °С та відносної вологості 60–75 %. Коли температура знижується до близько 15 °С, швидкість розвитку істотно зменшується, і його тривалість може збільшуватись майже наполовину. Натомість перегрів до значень понад 35 °С спричиняє зниження життєздатності личинок та негативно позначається на формуванні популяції.[16]

Важливим аспектом успішного використання трихограми є точне узгодження часу її випуску з фазою масового відкладання яєць шкідниками.

Така синхронізація забезпечує максимальний рівень ураження яєць фітофагів і, відповідно, високу біологічну результативність застосування ентомофага. Для визначення оптимального моменту випуску в сучасних біолабораторіях активно застосовують феромонні пастки та світлові уловлювачі, які дозволяють точно відстежувати динаміку льоту шкідників і прогнозувати пік яйцекладки.[17]

1.3. Фактори впливу на якість в процесі розведення трихограми

Успішність лабораторного розведення трихограми визначається широким комплексом біотехнологічних і екологічних факторів, які безпосередньо впливають на життєздатність культури, її адаптивні характеристики та продуктивність у наступних поколіннях. Якість отриманого біоматеріалу формується не окремими діями, а системою взаємопов'язаних технологічних операцій, кожна з яких може значно впливати на загальний результат.[16]

Одним з ключових етапів є **правильний вибір культури-хазяїна**. Саме від нього залежить адаптація майбутніх поколінь трихограми до певного виду шкідника. Наприклад, використання яєць кукурудзяного стеблового метелика підвищує ефективність популяції саме проти цього фітофага. Від якості субстрату — розміру, ступеня чистоти, рівня деформацій, однорідності яєць — також суттєво залежить життєздатність личинок паразита.[18]

Не менш важливою складовою є **інкубаційний період**, який забезпечує розвиток трихограми від яйця до стадії імаго. Оптимальна температура та стабільна вологість є обов'язковими умовами. Ці параметри визначають швидкість розвитку, інтенсивність живлення личинок, формування статевого складу та тривалість життя дорослих особин. Недотримання гіротермічного режиму призводить до того, що культура вироджується вже за декілька поколінь.[19]

Особливу увагу приділяють **контролю санітарного стану лабораторії**. У біокультурах неприпустимими є збудники хвороб, мікроскопічні шкідники, плісняві гриби або сторонні ентомофаги, які можуть потрапити в інкубаційний цикл. Санітарна дисципліна — стерилізація посуду, дезінфекція приміщень, фільтрація повітря, контроль мікрофлори — є необхідними передумовами отримання чистої культури.

Окремим блоком виділяється **методика випуску трихограми в польових умовах**, оскільки неправильний спосіб розселення або невдало обраний строк можуть звести нанівець ефективність навіть високоякісного біоматеріалу.[20]

Гіротермічний режим утримання

Температура та вологість відіграють подвійне значення:

1. забезпечують оптимальні умови розвитку;
2. виконують функцію природного добору, відсіюючи слабкі особини в умовах наближених до природних (естивація, зимівля).

У природному середовищі саме ці коливання визначають, які особини сформуєть наступне покоління. Таким чином зберігається генетична стійкість популяції. У лабораторії ж занадто «м'які», стабільні умови можуть призвести до зниження адаптивності культури, збільшення частки вразливих особин та поступового виродження ентомофага.

Доведено, що тривалість життя імаго, співвідношення статей, загальний темп розвитку та рівень плодючості майже повністю контролюються значеннями температури і вологості. Високі температури (30–35 °C) за низької вологості спричиняють трикратне або чотирикратне зниження плодючості, тоді як нижчі температури (15–17 °C) призводять до подовження циклу розвитку і зменшення виживаності.[21]

Дані експериментів щодо *T. evanescens* свідчать:

- при 35 °C і 30 % вологості імаго живе не більше 24 годин;
- при 30 °C тривалість життя становить близько 4 діб;

- при 25 °C — 5–6 діб;
- при 15 °C — до 9 діб.

Підвищення вологості до 70–90 % навіть за високих температур сприяє збільшенню тривалості життя вдвічі, що ще раз підкреслює важливість поєднання температурних і вологісних параметрів.

Плодючість також суттєво змінюється: при 30 % вологості самки відкладають у середньому 6–7 яєць, тоді як за 90 % цей показник досягає 40–42 яєць на особину.[43]

Роль фотоперіоду та освітлення

Не менш важливим чинником є **світловий режим**. Фотоперіод регулює:

- добові ритми активності,
- швидкість руху,
- вихід імаго з лялечок,
- синхронність розвитку поколінь,
- формування статевого складу.

Дослідження показали, що особини, які розвивалися при наявності світла, на 35–40 % рухливіші та активніші за тих, що формувалися в темряві. Трихограма чутлива до світла і проявляє максимальну активність у ранкові години, коли освітленість достатня, але не надмірна. У темний період майже всі особини переходять у стан рухливої пасивності та починають паразитувати лише після повторного початку світлової фази.[22]

Пошукова поведінка та орієнтація в просторі

Стратегію пошуку яєць-хазяїв у трихограми поділяють на три етапи:

1. Виявлення місця проживання хазяїна.
2. Локалізація конкретної кладки.
3. Оцінка придатності яйця для паразитування.

За реакцією на освітлення особини поділяються на два типи:

- **рухливо-активні**, що активно переміщуються в просторі, реагують на світлові потоки та витрачають значну частину енергії на пошук;
- **рухливо-пасивні**, що оптимізують траєкторію пошуку та зосереджуються на пошуку яєць у межах локальної ділянки.

Ці особливості важливо враховувати під час підбору рас і ліній для біолабораторного розведення.

Безперервне розведення та його наслідки

Довготривале культивування без перерв і без умов природного добору призводить до:

- зниження життєздатності;
- накопичення негативних мутацій;
- зменшення плодючості;
- зниження виживаності;
- втрати адаптивних властивостей.

Саме тому ключовим біотехнологічним заходом є **введення культури в діапаузу**. Діапауза — природний механізм збереження найбільш стійких особин. Для її індукування трихограму утримують при температурі близько 10 °С на стадії передлялечки протягом 25–30 днів. Температура нижче 13 °С блокує розвиток, а підвищення до 19–20 °С припиняє діапаузу.[23]

Реактивацію проводять з урахуванням строків зберігання:

- при 25 °С вдень і 17 °С вночі біоматеріал може зберігатися 1–2 місяці;
- при 23 °С вдень і 20 °С вночі — до 90 діб.

Підживлення та його вплив на життєздатність

Одним із найважливіших факторів, що часто недооцінюється, є **наявність джерела живлення для імаго**. Без підживлення доросла особина живе лише 3–4 доби, тоді як наявність нектару чи лабораторних аналогів подовжує тривалість її існування до 20–21 доби. Крім того:

- підвищується плодючість,
- збільшується загальна кількість відкладених яєць,
- подовжується період активного паразитування.

У природі живлення нектаром подовжує життя імаго у 8–10 разів, а плодючість — у понад чотири рази. У лабораторних умовах цього ефекту досягають завдяки підживленню 20% медовим або цукровим розчином із додаванням мікроелементів та стимуляторів.[25]

РОЗДІЛ II: Методи розведення трихограми: збір колоній засновників та визначення їх видового складу у відповідному регіоні.

2.1. Розведення та фактори впливу якості стартових колоній трихограми та маточники-резерватори для неї.

У масовому розведенні ентомофагів одним із пріоритетних завдань є забезпечення стабільності та відтворюваності властивостей культури, які були сформовані на етапі створення початкової популяції. Саме ці характеристики визначають цінність біоматеріалу та його ефективність у системах біологічного захисту рослин. Досягти стабільності можливо лише за умови формування та підтримання маточної культури — генетично чистої, адаптованої та стандартизованої популяції, що виступає основою для створення робочих колоній із прогнозованою життєздатністю та стабільними біологічними параметрами.[20]

Одним із ключових чинників підвищення ефективності трихограми є правильний вибір виду та раси. Видові та внутрішньовидові особливості визначають поведінку ентомофага, інтенсивність паразитування, тривалість розвитку та адаптацію до конкретних екологічних умов чи видів шкідників. Тому у виробничих біолабораторіях особливе значення має таксономічний моніторинг, який проводять від моменту відбору початкового матеріалу до отримання готової серії продукції. Це дозволяє підтримувати чистоту культур, попереджати домішки інших видів та контролювати властивості популяції протягом усього циклу розведення [21].

Надзвичайно важливим чинником є **розмір стартових колоній**, оскільки він визначає характер генетичних процесів в ізольованих популяціях. Недостатній обсяг початкової вибірки призводить до генетичного дрейфу, втрати алелей та зменшення адаптивного потенціалу культури. Для запобігання таким наслідкам використовують періодичне «омолодження» популяції — введення нового природного матеріалу, що підтримує генетичне різноманіття та гарантує стабільну біологічну активність.

Створення та підтримання лабораторних культур комах включає низку взаємопов'язаних етапів, серед яких провідну роль відіграють:

- **відбір вихідних популяцій**, що відповідають вимогам щодо активності, плідності та стійкості;
- **введення біоматеріалу в лабораторний техноценоз**, тобто формування контрольованих умов для розвитку популяції;
- **оптимізація умов культивування**, яка охоплює регуляцію температури, вологості, тривалості фотоперіоду та складу живлення;
- **типізація та стандартизація популяції**, що передбачає уніфікацію морфофізіологічних показників;
- **селекція особин**, які проявляють найвищу життєздатність та паразитарну активність;
- **формування маточної культури**, яка стає основою для створення робочих колоній;
- **масове виробництво**, спрямоване на отримання великої кількості високоякісного біоматеріалу зі збереженням його біологічних характеристик.

Сучасний етап розвитку біотехнології трихограми передбачає широке впровадження інноваційних рішень. До них належать автоматизовані системи контролю мікроклімату, удосконалені живильні субстрати, нові методи зберігання яєць-хазяїв, а також молекулярно-генетичні методи, що забезпечують точну ідентифікацію видів та контроль чистоти культур. Використання таких технологій дозволяє зменшити виробничі витрати, стабілізувати якість біоматеріалу та підвищити ефективність трихограми у польових умовах [22].

Закладка маточної культури розпочинається лише після завершення процесів стандартизації, селекції та типізації лабораторної популяції, адже саме вона повинна відтворюватися тривалий час без втрати цінних властивостей [23]. За результатами досліджень, проведених у співпраці з

ТОВ «БіоБаланс», було встановлено, що мінімальний обсяг колонії-засновника має становити не менше 1000–2000 яєць природного хазяїна, паразитованих трихограмою у природних умовах. Така кількість забезпечує збереження генофонду популяції та зменшує ризик генетичної елімінації.

Формування стартових колоній здійснюють шляхом поетапного збору паразитованих яєць протягом кількох поколінь у природі із подальшою таксономічною оцінкою. Найефективнішим періодом збору є кінець літа – початок осені, коли природні популяції трихограми досягають максимального рівня чисельності. Важливо враховувати локальну адаптацію популяцій: біоматеріал бажано збирати в тих регіонах, де планується застосовувати біологічний агент. Для підвищення щільності природної популяції створюють спеціальні маточники — ділянки з культурними рослинами, які приваблюють фітофагів і забезпечують стабільне надходження паразитованих кладок.

Після формування стартової колонії культура переходить у повністю лабораторну форму існування. На цьому етапі виконують процеси накопичення, типізації та стандартизації, формуючи стабільну штучну популяцію. Розведення здійснюють спершу на яйцях природних хазяїв, а згодом — на яйцях лабораторних (наприклад, зернової молі), що дозволяє отримувати масовий матеріал для виробничих потреб.

Експериментальні спостереження свідчать, що до 70 % самок природної трихограми не паразитують яйця лабораторних хазяїв у перших двох поколіннях, тому обов'язковим є підживлення вуглеводними розчинами. Для підтримання генетичного різноманіття та запобігання виродженню застосовують міжпопуляційне схрещування географічно близьких і віддалених ізолятів. Це підвищує гетерогенність культури та пришвидшує адаптивні зміни.

Контроль якості популяцій проводять з використанням біохімічних маркерів, зокрема електрофорезу ферментів, що дозволяє оцінити рівень

поліморфізму та виявити змішування видів. На етапі очищення вихідного матеріалу від супутніх форм популяцію заселяють у окремі ізолювані садки, починаючи з яйця або імаго [43].

Оскільки в стартових колоніях неминуче присутнє видове різноманіття, можливі випадки витіснення одного виду іншим, як це часто трапляється з *T. evanescens*. Тому при одночасному утриманні кількох видів необхідний суворий видовий контроль та безумовне дотримання чистоти культури [25].

Маточники як елемент польової системи створюють у вигляді спеціальних конвеєрних посівів культур, які забезпечують природний розвиток фітофагів протягом усього сезону. Завдяки сучасним технологіям обробітку ґрунту та висіву у ранні весняні та осінні строки формують посіви культур (ярі, капустяні, горох, буряк, кукурудза та ін.), на яких протягом літа збирають паразитовані яйця совок, білянок, стеблового та лугового метеликів. Саме ці кладки стають основою для формування маточного матеріалу та збагачення генофонду лабораторних культур трихограми.

2.2. Технологія масового розведення трихограми.

Процес біотехнологічного виробництва зернової молі включає кілька взаємопов'язаних етапів: підготовку та зараження зерна ячменю; формування популяції метеликів і отримання яєць; очищення та калібрування вирощених яєць; контроль якості та особливості зберігання; а також утилізацію відходів виробництва. Усі технологічні операції виконуються з використанням спеціалізованого обладнання, яке забезпечує стабільність мікроклімату, стерильність та точне дозування біоматеріалу.

Основним субстратом для масового вирощування зернової молі, особливо в лабораторних умовах, є високоякісний ячмінь. Для використання підходить зерно середнього розміру — приблизно 20–21 тис. зернівок у 1 кг. Наявність домішок, подрібнених або дрібних зерен свідчить про

некондиційність партії, тому перед використанням її обов'язково очищають механічними сепараторами або вручну.[30]

Найефективнішим способом знищення небажаних шкідників і хижаків, які можуть бути присутні у зерні, є його знезараження. У виробничій практиці застосовують два основні методи:

•Термічний метод.

Передбачає стерилізацію у спеціальних автоклавах різних конструкцій. Така методика забезпечує повне знищення шкідників та їх личинок і одночасно пригнічує проростання зародків, що важливо при зволоженні зерна. У рідкісних випадках використовують вологу термічну обробку — короткочасний, 45–60 секунд, контакт зерна з водяною парою або гарячою водою температурою 95–100 °С.[33]

• Хімічний метод.

Передбачає фумігацію зерна бромистим метилом у герметичних баштових бункерах місткістю 1–5 т. Така обробка гарантує повну дезінсекцію, проте потребує високого рівня техніки безпеки.

Після знезараження ячмінь розміщують у стелажних кюветах шаром до 5 см та доводять до необхідної вологості 15–16 %. Протягом 1–2 днів забезпечують оптимальний мікроклімат і вентиляцію — це створює найкращі умови для подальшого зараження гусеницями зернової молі.

Зараження проводять виключно свіжими яйцями протягом 24 годин. Їх рівномірно розподіляють по поверхні кювети у нормі 100 г яєць на 100 кг підготовленого зерна. Під час відродження гусениць зерно не перемішують і не зволожують, щоб уникнути механічного травмування.

Через 5–6 діб виконують перше перемішування та перевіряють вологість. Якщо вона нижча за норматив, проводять додаткове зволоження до рівня 15–16 %. Контроль розвитку проводять кожні два тижні шляхом відбору трьох проб по 200 зерен, їх розрізання та підрахунку кількості

гусениць і лялечок. Ступінь заселення визначають як співвідношення кількості заражених зернин до загальної їх кількості у вибірці.[35]

Надалі заражене зерно регулярно перемішують і підтримують оптимальний гіротермічний режим. У період найінтенсивнішого розвитку гусениць спостерігається самозігрівання зернової маси, яке триває 12–15 діб. Про початок лялькування свідчить поступове зниження температури зернової маси.молі, зібраними

Через 25–30 днів після зараження починається виліт метеликів. На цьому етапі зерно пересипають у касети та переносять у спеціальне приміщення для розведення. Конструкції касет забезпечують вільний вихід метеликів через бокові отвори.

Для оцінки заселеності зерна також використовують рентгенографічний метод, розроблений Інститутом захисту рослин. Партію зерна розкладають на предметні рамки, після чого аналізують на портативних рентгенівських установках типу РЕИС-N-45 «Електроніка-25» чи аналогічних приладах.[36]

Далі касети встановлюють у спеціальні бокси, які об'єднують комахопроводом у єдину технологічну лінію. У приміщенні підтримують стабільну температуру 24 ± 1 °C та відносну вологість 75–80 %. Протягом періоду масового розвитку міль активно підвищує температуру зернової маси, тому необхідно постійно контролювати температуру та, у разі потреби, знижувати її за допомогою вентиляції або регулювання температури



приміщення.(рис.2).

Рис. 2. Масове розмноження трихограми

Після завершення основних етапів розвитку зернової молі здійснюється технологічна фаза збирання і переробки біоматеріалу. Послідовність операцій зі збирання метеликів, увімкнення та зупинки вентиляторів, відкриття й закриття засувки, а також продування боксів може виконуватися як у автоматичному, так і в ручному режимах залежно від типу обладнання та масштабу виробництва. Зібраних метеликів утримують упродовж п'яти діб у спеціальних контейнерах, які розміщують у комірчастих термостатах з підтриманням стабільного мікроклімату.

Збирання яєць здійснюють один раз на добу за допомогою вібраційного пристрою, встановленого у витяжній шафі. Після механізованого відбору отриманий біоматеріал проходить очищення від домішок, після чого очищені яйця зважують та фасують у паперові пакети масою по 100 г. Для забезпечення стабільності якості та життєздатності яйця зберігають у спеціальних клімокамерах або побутових холодильниках за знижених температур, що уповільнюють розвиток ембріонів та дозволяють продовжити термін придатності біоматеріалу до подальшого використання в системах масового розведення трихограми(Рис.3).



Рис.3.Зберігання трихограми

Рекомендовано використовувати для розведення трихограми виключно свіжовідкладені яйця зернової молі або ті, що зберігалися не більше 10 діб, оскільки зі збільшенням терміну зберігання знижується їхня життєздатність і привабливість для паразита.

Підсумовуючи, максимальна ефективність дії трихограми у польових умовах досягається лише за умови отримання життєздатних і стійких до зовнішніх чинників особин, сформованих у процесі масового розведення. Високоякісний біоматеріал можна отримати тоді, коли технологічний процес культивування максимально наближений до природних умов розвитку комах, зокрема з урахуванням добових коливань температури та вологості повітря. Саме підтримання таких умов забезпечує формування повноцінних особин із високими показниками активності, польотної здатності та паразитичної ефективності [30].

Слід зазначити, що приміщення, в яких проходить виробництво зернової молі та ентомологічного препарату трихограми обов'язково мають бути відокремленими одне від одного, це необхідно для запобігання неконтрольованому зараженню яєць зернової молі, так як самки трихограми постійно ведуть пошук яєць. Те ж саме відбувається і з різними видами трихограми, такі процеси також варто розділити один від одного, аби один вид витісняє інший. Практичні дослідження та спостереження проводилися під час проходження виробничої практики на базі **ТОВ «БіоБаланс» (м. Полтава)**, яке спеціалізується на промисловому розведенні ентомофагів.

На підприємстві застосовується технологія культивування трихограми на яйцях зернової молі (*Sitotroga cerealella*) з використанням сучасних кліматичних камер, що підтримують температуру 25–27 °С та відносну вологість 65–70 %. Особлива увага приділяється оновленню маточного матеріалу кожні 4–5 поколінь для збереження активності та життєздатності культури.

Згідно з проведеними спостереженнями, ефективність паразитування трихограми в польових умовах при густоті розселення 150–200 тис. особин/га становила 85–92 %.

2.3 Пошук природного біоматеріалу для підвищення життєздатності лабораторних популяцій, особливості процесу зараження яєць зернової молі трихограмою та процес зберігання

Одним із ключових способів підвищення життєздатності лабораторних популяцій трихограми є підбір агресивних природних рас та екотипів, які відрізняються високою пошуковою активністю і чіткою орієнтацією на певні види шкідників-живителів. Для цього в природних біотопах проводять огляд листової поверхні, стебел та інших субстратів, збираючи яйця лускокрилих, паразитовані трихограмою. Кожну кладку або поодинокі яйця поміщають у стерильні пробірки, маркують номером збору та закривають ватним тампоном.

Зібраний біоматеріал зберігають у затіненому місці, максимально наближеному до природних умов. Щоденний огляд є обов'язковим: гусениць, що відродилися, видаляють пінцетом, залишаючи лише яйця, які почорніли внаслідок паразитування. Для підтримання чистої культури зібрану природну трихограму переводять на лабораторний хазяїн — у пробірку додають паперову картку зі свіжими яйцями зернової молі (не менше 50 яєць на одну самку), попередньо зволженими водою або 10% розчином меду. Так отримують первинний матковий матеріал.

Зараження яєць зернової молі у лабораторії зазвичай здійснюють у скляних ємностях. Перед роботою банки ретельно миють, просушують і прогрівають над кип'яченою водою, щоб утворився тонкий шар конденсату — він забезпечує прилипаність яєць до стінок. Яйця рівномірно розподіляють із розрахунку 5 г на 1 л місткості, після чого в банку

запускають трихограму у співвідношенні 1:5. Горловину закривають тонкою тканиною та фіксують гумкою, після чого банки розміщують на стелажах.

Оскільки трихограма характеризується позитивним фототаксисом і концентрується на освітленому боці, банки обертають кожні 90–120° для рівномірного зараження. На 3–5 добу яйця обережно знімають зі стінок щіточкою та фасують у паперові пакети (до 1 мг у пакет), маркуючи номер партії, дату зараження, дату фасування, вид трихограми та відсоток зараження. У середньому в 1 г свіжих яєць молі міститься 50 тис. яєць, а в 1 г заражених — 70–80 тис.

Особливу увагу приділяють умовам зберігання. Поширеною проблемою є недотримання термінів, коли трихограму виробляють завчасно та тривалий час тримають у холодильних камерах, що призводить до часткової або повної втрати життєздатності, зниження активності та паразитичної здатності. Короткотермінове зберігання активної трихограми можливе при температурі 1–3 °С та відносній вологості 85–90 %, переважно у фазі передлялечки, яка є найбільш холодостійкою (до 30–40 діб). У фазі лялечки допустимий термін скорочується до 20 діб, а при зберіганні імаго — до 5 діб при 10–12 °С. Для зберігання понад 40 діб трихограму переводять у стан діпаузи, а всі операції фіксують у спеціальних журналах.

Важливим фактором є також якість харчування личинкової фази. Постійне вирощування на яйцях одного лабораторного хазяїна призводить до виродження популяції, тому рекомендують щорічно робити пасаж маточного матеріалу через яйця природних шкідників. Для цього необхідно мати значну кількість яєць природних живителів, що можливо лише за умови масового їх розведення на штучних поживних середовищах. Метеликів для таких цілей відловлюють світловими пастками, утримують у садках із розсіяним світлом і підживлюють 20% розчином цукру чи меду. Яйця збирають щоденно і використовують для зараження трихограмою або зберігають при 0–2 °С.

В сучасних лабораторіях застосовують рецептури штучних середовищ для масового розведення основних видів совок і кукурудзяного метелика, що дозволяє забезпечити стабільний запас яєць природних хазяїнів та підтримувати високоякісний матковий матеріал трихограми протягом року.[39]

2.4. Методи визначення якості трихограми та рекомендовані норми її розселення

Контроль якості трихограми є невід'ємною складовою технології масового розведення ентомофагів і визначає біологічну цінність матеріалу, що застосовується у системах захисту рослин. Ефективність трихограми як біологічного агента безпосередньо залежить від ступеня зараження яєць хазяїна, життєздатності особин, співвідношення статей та репродуктивного потенціалу самиць. Науково обґрунтовані методики контролю дозволяють не лише оцінити якість партії, а й коригувати умови вирощування з метою підвищення стабільності популяційного матеріалу.[43]

У дослідженні були застосовані загальноприйняті у біолабораторіях методи визначення основних якісних показників трихограми, що відповідають вимогам Міжнародної організації біологічного контролю (ІОВС) та технологічним регламентам Інституту захисту рослин НААН України.

1. Ступінь зараження яєць хазяїна трихограмою

Ступінь зараження яєць зернової молі *Sitotroga cerealella* є базовим показником, що характеризує ефективність маточних самиць та загальну репродуктивну спроможність популяції. Для його визначення формували вибірку з 400 яєць, поділених на чотири повторності по 100 штук. Візуальну оцінку проводили під бінокулярним мікроскопом при малому збільшенні, використовуючи непрозорий фон для контрастності.

Підраховували кількість чорних (паразитованих) яєць та визначали відсоток зараження за формулою:

$$R = \frac{N_2}{N_1} \times 100$$

де:

N_0 — загальна кількість яєць у пробі;

N_1 — кількість паразитованих (почорнілих) яєць.

Високоякісним вважається матеріал із показником зараження не нижче 85–90%. Значення нижче 80% свідчить про порушення технології вирощування або зниження біологічної активності самиць.

2. Відродження (виліт) імаго трихограми

Відсоток виходу дорослих особин визначають із групи паразитованих яєць (500 шт.), рівномірно наклеєних на картки розміром 1×10 см за допомогою цукрового сиропу (10%). Картки поміщали в окремі пробірки, закриті світлопроникною тканиною, та розміщували в термостаті при температурі 25 °С до завершення льоту імаго.

Після загибелі трихограми проводили підрахунок особин, що вийшли з яєць, і визначали рівень відродження за формулою.

$$Z = \frac{N_1}{N_0} \times 100$$

де:

N_2 — кількість вилетівших імаго;

N_1 — загальна кількість паразитованих яєць.

Оптимальним вважається рівень відродження 85–95%. Нижчі значення можуть свідчити про перегрів матеріалу, порушення вологісного режиму або дефекти яйцекладки хазяїна.

3. Визначення статевого складу популяції

Статевий склад популяції трихограми є визначальним показником її польової активності, оскільки біологічну дію забезпечують виключно самиці. Після завершення льоту особин у тих самих пробірках проводили підрахунок самців та самиць з урахуванням морфологічних ознак (членистість антен, форма черевця та розміри тіла).

Еталонним вважається показник 70–80% самиць. Зниження частки самиць найчастіше зумовлене стресовими умовами інкубації, інбридингом або нестабільністю кормової культури.

4. Плідність та тривалість життя самиць

Плідність є інтегральним показником репродуктивної активності трихограми й визначається шляхом щоденного пропонування самиці свіжих порцій яєць хазяїна (100–150 шт.). У ході роботи тривалість життя та загальну кількість заражених яєць фіксували щоденно.

Середня плідність розраховувалась за формулою:

$$F = \frac{\sum N_1}{n_1}$$

де:

$\sum N_1$ — сумарна кількість заражених яєць у серії пробірок;

n_1 — кількість самиць, що брали участь у досліді.

У високоякісного матеріалу середня плідність становить 40–60 яєць за життя самки.

5. Частка деформованих особин

Для визначення частки морфологічно неповноцінних імаго відбирали щонайменше 500 особин. Під бінокелем фіксували наявність деформацій крил, кінцівок, асиметрію тіла або інші порушення.

Нормованим значенням вважається:

- 1–3% — високоякісний матеріал;
- 4–7% — допустимо;
- понад 7% — партія підлягає вибракуванню.

Рекомендована кількість розселення трихограми

Внесення трихограми в агроценози здійснюється з урахуванням інтенсивності льоту шкідника, погодних умов та стану посівів. Біологічну дію забезпечують лише самиці, тому норми розселення визначають у тисячах самиць на гектар.

Згідно з рекомендаціями Інституту захисту рослин НААН України:

Перший випуск

30–50 тис. самиць/га — у фазу початку яйцекладки шкідника.

Другий випуск

Коригується за результатами моніторингу:

$$N=f(P,I,T),$$

де

P — щільність популяції шкідника,

I — інтенсивність льоту,

T — температурний режим.

У разі високого рівня шкодочинності додаткові внесення можуть бути доцільними через 5–7 діб.

Міжнародні стандарти

У країнах ЄС застосовують схему:

75–100 тис. самиць/га у три внесення з інтервалом 5–6 днів.

Частота внесень збільшується при тривалому, розтягнутому льоті *Ostrinia nubilalis* або за умов підвищеної температури.

Запропонована система контролю якості трихограми забезпечує комплексну оцінку її біологічної повноцінності та дозволяє своєчасно виявляти відхилення у технології масового розведення. Використання стандартизованих методик забезпечує високу точність визначення основних показників життєздатності ентомофага та сприяє формуванню стабільного високоякісного матеріалу для польового внесення. Дотримання

рекомендованих норм розселення є передумовою ефективного біологічного контролю шкідників і підвищення продуктивності агроценозів кукурудзи.

Висновок до другого розділу

Сучасне ентомологічне виробництво є багатокomпонентною інтегрованою системою, у якій взаємодіють технічні, біологічні, технологічні та організаційні чинники, що collectively забезпечують отримання високоякісного біоматеріалу з передбачуваними властивостями.

Контроль якості ентомокультури здійснюється на всіх етапах її розвитку — від формування маточних культур до отримання промислових партій. У роботі було показано, що оцінювання біологічних параметрів трихограми має диференційований характер та залежить від призначення культури. Для маточного матеріалу першорядними є універсальні показники життєздатності: виживаність, тривалість розвитку, репродуктивна здатність, морфометричні характеристики та співвідношення статей. Саме ці ознаки визначають потенціал популяції та її здатність до тривалого культивування без деградації біологічних властивостей.

Для промислових культур особливого значення набувають цільові біологічні параметри, серед яких провідними є пошукова й міграційна активність, ступінь зараження яєць хазяїна та стабільність поведінкових реакцій. Ці показники безпосередньо впливають на ефективність роботи ентомофага в польових умовах та визначають результативність застосування біологічного методу захисту рослин.

Важливо встановлено, що збереження високої якості ентомофага можливе лише за умов систематичного оновлення популяції у процесі її масового вирощування. Оптимальним джерелом оновлення є маточні культури, отримані з особин, відібраних у природних агроценозах або резерваторних умовах, що забезпечує підтримання генетичної різноманітності та запобігає інбридинговій депресії.

Окремої уваги заслуговує проблема недостатньої кількості спеціалізованих центрів зі збереження та розмноження маточних культур в Україні. Її вирішення дозволило б забезпечити стабільне постачання високоякісного стартового матеріалу для біолабораторій, зменшити технологічні ризики та підвищити рівень біологічної ефективності промислових партій трихограми. Впровадження гібридних маточних культур демонструє перспективність підвищення життєздатності ентомокультури — зафіксовано зростання основних біологічних показників щонайменше на 15% у порівнянні з традиційними схемами.

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати, що сучасні біотехнологічні підходи до масового розведення трихограми створюють реальні можливості для розширення застосування біологічного методу захисту рослин у системах інтегрованого управління шкідниками. Отримані дані підтверджують перспективність удосконалення технологічних та організаційних рішень у сфері ентомологічного виробництва, що, у свою чергу, сприятиме підвищенню ефективності захисту сільськогосподарських культур та покращенню екологічного стану агросфер.

РОЗДІЛ III. Комплексне біотехнологічне оцінювання трихограми як біоагента захисту кукурудзи: технологічні аспекти розселення та економічна ефективність (на прикладі роботи ТОВ «Біобаланс» та ТДВ «Племзавод «Михайлівка»)

3.1. Загальна характеристика виробничої бази та організації досліджень

У цьому розділі наведено узагальнений опис повного лабораторного та польового циклу робіт, виконаних під час виробничої практики на базі ТОВ «Біобаланс» (м. Полтава) та ТДВ «Племзавод Михайлівка». Комплекс робіт охоплював процеси масового розмноження трихограми, виготовлення живильного субстрату для *Sitotroga cerealella*, контроль якості ентомофага, підготовку його до розселення та оцінку ефективності застосування в агроценозах кукурудзи.

На виробничій базі лабораторії «Біобаланс» здійснювали підготовку культури хазяїна, зараження яєць, інкубацію трихограми та визначення її лабораторних показників якості. На полях ТДВ «Племзавод Михайлівка» проводився моніторинг фітофагів, визначення економічного порогу шкідливості та два цикли розселення трихограми з подальшим аналізом біологічної й економічної ефективності.

Основні роботи, які виконувались мною та під контролем спеціалістів:

- підготовка живильного субстрату для розвитку *S. cerealella*;
- отримання та очищення яєць;
- зараження їх трихограмою у лабораторних умовах;
- інкубація паразитованих яєць;
- контроль якості культури;
- транспортування та розселення трихограми в полі;

- оцінка польової біологічної та економічної ефективності.

3.2. Біотехнологічні основи підготовки субстрату та хазяйського матеріалу для масового розведення трихограми

Підготовка живильного субстрату

Підготовка живильного субстрату є одним з ключових етапів лабораторного циклу масового розведення трихограми. Усі подальші процеси — рівень паразитування, синхронність розвитку, якість імаго — напряду залежать від того, наскільки правильно та стабільно підготовлений первинний субстрат. Під час практики ми мали можливість працювати на професійній лабораторній базі та особисто виконували весь комплекс цих операцій, що дозволило нам детально вивчити кожен технологічний етап.

Вибір та оцінка якості субстратного матеріалу

У нашому випадку субстратом були паперові картки, на які наклеювали попередньо зібрані та денатуровані яйця зернової молі. Перед використанням ми проводили оцінку карток за кількома критеріями:

- щільність та товщина: найбільш ефективними виявились картки щільністю 180–220 г/м². Вони не деформувалися під час зволоження, не прогинались у камері інкубації та забезпечували оптимальну вентиляцію;
- однорідність поверхні: картки з мікронерівностями спричиняли агрегацію яєць, що згодом призводило до нерівномірного зараження;
- відсутність стороннього запаху: будь-який запах клею, картону або хімікатів знижував активність самок трихограми, що ми зафіксували в окремих повторностях;
- стійкість до УФ-обробки: тонкі картки інколи втрачали форму після опромінення, тому ми відмовилися від зразків щільністю <160 г/м². (таб.1)

Таблиця 1 Відповідності показників якості матеріалу

Параметр	Оптимальне значення	Фактичні результати	Примітка
Щільність	180–220 г/м ²	190–205 г/м ²	Найстабільніші партії
Вологопоглинання	3–5%	4.1%	Не деформуються при висиханні
Запах	Відсутній	Відсутній	Всі партії придатні
Рівність поверхні	Висока	висока	Пройшли тест мікронерівностей

Стерилізація та обробка поверхні

Перед нанесенням клейкої основи картки стерилізували. Ми застосували два методи:

1. УФ-опромінення (20 хв):

- переваги: не деформує папір, не залишає запахів, знищує бактерії та грибкові спори;
- недоліки: ефективність нижча у карток з неоднорідною поверхнею.

2. Газова стерилізація:

- переваги: висока ефективність;
- недоліки: можливість залишкового запаху.

У 94% підготовлених партій ми обирали УФ-обробку, оскільки вона поєднувала простоту та високу відтворюваність результатів.

Нанесення клейкої основи

Для фіксації яєць хазяїна ми застосовували 3% розчин крохмального клейстеру. Переваги цієї основи:

- нетоксичність,

- екологічність,
- хороша адгезія,
- не впливає на запах картки.

У ході експериментів ми тестували 3–5% розчини, але тільки 3% забезпечував:

- тонкий рівномірний шар,
- сухість поверхні за 20–30 хв,
- відсутність злипання яєць.

Після нанесення клею картки просушували при кімнатній температурі 30 хв. У випадках, коли картка була недосушена (ми фіксували це як липкість на дотик), до 15% яєць злипалося групами — такий матеріал ми бракували.

Властивості яєць хазяїна та їх підготовка до зараження

Якість яєць хазяїна (*Sitotroga cerealella*) визначає успішність зараження трихограмою, тому на практиці ми приділяли цьому етапу особливо багато уваги. Я особисто брала участь у зборі, очищенні та аналізі хазяйських яєць, що дозволило накопичити практичні спостереження.

Морфологічна характеристика яєць

Під мікроскопом Ми оцінювали такі параметри:

- діаметр: 0,45–0,55 мм,
- форма: овальна, правильна,
- колір: світло-кремовий, інколи жовтуватий,
- еластичність оболонки: перевіряли легким натиском через мікрокапіляр.

Партії, зібрані у ранкові години, були:

- однорідніші,
- з товстішою оболонкою,
- легше піддавалися денатурації без деформацій.

Ми зробили внутрішнє порівняння

Час збору	Однорідність	Оболонка	Рівень зараження
07:00–09:00	висока	щільна	92–95%
12:00–15:00	середня	м'якша	76–84%
18:00–20:00	нерівномірн а	м'яка	60–70%

Вік яєць та його вплив

Ефективність зараження напряму залежить від віку яєць. Ми працювали з такими партіями:

- 0–12 годин — максимальна привабливість для самок трихограми,
- 12–24 години — високий рівень зараження,
- 24–48 годин — зниження привабливості,
- понад 48 годин — різке падіння паразитування.

Ми встановили таку залежність:

$$P=f(t)$$

де

P- рівень паразитування,

t — вік яєць.

У практиці:

Вік яєць	Рівень зараження
до 12 год	90–97%
12–24 год	85–92%
24–48 год	50–65%
>48 год	<30%

Попередня денатурація яєць

Щоб припинити розвиток ембріона хазяїна, ми застосовували два методи:

УФ-опромінення — основний метод

- тривалість 20–25 хв,
- не нагріває яйця,
- зберігає їх структуру.

Термічна обробка — додатковий метод

- 45–50°C,
- 25–30 хв,
- швидка дія,
- але може пересушити оболонку. (таб.2)

Таблиця 2 Порівняння методів обробки

Метод	Переваги	Недоліки	Наш вибір
УФ-опромінення	щадний режим, стабільна якість	нижча ефективність при товстому шарі	основний
Термічна денатурація	висока гарантія інактивування	пересушування оболонки	резервний

Технологія зараження яєць трихограмою

Цей етап є центральним у всій технології масового розведення. Під час практики ми проводили зараження під наглядом технолога, але виконували всю роботу власноруч, що дозволило оцінити нюанси поведінки паразитоїда та умови, які впливають на ефективність.

Підготовка маточного матеріалу трихограми

Перед зараженням ми відбирали самок трихограми за такими критеріями:

- активність руху,

- цілісність кінцівок і крил,
- реакція на освітлення,
- масовість виходу з коконів (синхронність).

Максимально активними виявилися самки віком 12–24 години, тому саме їх ми використовували в основних повторностях.

Розміщення карток у камерах зараження

Параметри середовища ми контролювали дуже уважно:

- вологість: 60–70%
- температура: 24–26°C
- освітленість: 100–150 лк (приглушена)

За підвищеної освітленості (>250 лк) ми спостерігали хаотичну поведінку самок — вони літали по камері та майже не сідали на яйця.

Випуск самок трихограми

Ми застосували оптимальний коефіцієнт:

1 самка → 100–150 яєць

При вищому співвідношенні (1:50) ми фіксували ознаки суперпаразитування — потемніння яєць нерівномірне, розвиток личинок — асинхронний.

Тривалість зараження

Оптимальні результати показали інтервали:

- 12–16 годин — 85–95% зараження,
- 6–8 годин — лише 40–50%,
- 24 години — перші ознаки суперпаразитування.

Ми обрали 15 годин як середнє оптимальне значення.

Післязаражувальний догляд

Після зараження картки переносили в інкубаційну камеру:

- температура — 22–24°C,
- темрява — повна,
- вологість — 60%.

Через 3–4 доби яйця темніли — ознака формування коконів трихограми.

У середньому ми отримували 82–92% паразитованих яєць, залежно від партії маточного матеріалу/

3.3. Оцінка якості трихограми у виробничих умовах та визначення рекомендованої норми її розселення

У процесі виробничої практики на базі ТОВ «Біобаланс» ми проводили комплексний контроль якості трихограми, який є критично важливим для забезпечення її високої біологічної ефективності в польових умовах. На підприємстві система оцінки якості базується на стандартизованих методиках, що застосовуються у біолабораторіях ЄС та відповідають регламентам Інституту захисту рослин НААН України.

На відміну від лабораторних досліджень університетського типу, виробничий контроль здійснюється на кожній партії перед її відправленням у господарства для внесення дронами. Це дозволяє гарантувати, що в агроценози надходить лише біологічно повноцінний матеріал. Виробничий контроль ступеня зараження яєць хазяїна

На підприємстві ми здійснювали оцінку рівномірності та інтенсивності зараження яєць зернової молі, які слугують субстратом для розвитку трихограми. У середньому ми перевіряли 400 яєць із кожної партії. У виробничих умовах ступінь зараження визначається не за формулами, як у лабораторії, а через відсоткові показники, закріплені у внутрішніх нормативних картах.

Приклад виробничого розрахунку

У вибірці з 400 яєць було виявлено:

- 358 чорних (паразитованих)
- 42 світлих (непаразитованих)

Це відповідає показнику зараження 89,5%, що класифікується як високоякісний матеріал (норма $\geq 85\%$).

Оцінка відродження імаго трихограми у партії

У виробничих умовах ми визначали життєздатність матеріалу через контроль виходу дорослих особин із заражених яєць. Для цього використовували стандартні картки на 100 яєць.

Приклад розрахунку на виробництві

У межах однієї партії (500 яєць на 5 картках):

- загалом вийшло 443 дорослі особини, що відповідає рівню відродження приблизно 88–89%, що також відповідає нормативу виробництва ($\geq 85\%$).

Визначення статевого складу популяції у виробничих партіях

Статєва структура є одним із ключових показників, оскільки польову ефективність забезпечують виключно самиці. На виробництві ми здійснювали відбір із 100–150 особин після повного виходу імаго та проводили візуальне визначення статей під бінокуляром.

Приклад отриманих даних

У вибірці зі 120 дорослих особин:

- 92 самиці (76,7%)
- 28 самців (23,3%)

Такий показник вважається відмінним, оскільки норматив виробництва становить 70–80% самиць.

Оцінка плідності та тривалості життя самиць у виробничих умовах

На підприємстві ці дані визначаються не через лабораторні формули, а шляхом оперативних тестів життєздатності, які дозволяють оцінити загальну репродуктивну активність партії.

Приклад виробничого тесту. Для вибірки із 10 самиць проводиться їх активне “догодовування” яйцями живителя протягом 24 годин.

У середньому нами було зафіксовано:

- зараження 45–52 яєць однією самицею, що відповідає нормативу високої плідності (40–60 яєць/самицю).

Оцінка наявності морфологічних дефектів

Наявність дефектів (злиплі крила, асиметрія тіла, неправильний розвиток кінцівок) свідчить про порушення умов інкубації.

Приклад вибіркового огляду

У вибірці з 500 особин було виявлено:

- 14 деформованих особин, що становить 2,8%.

Це відповідає нормі високоякісного матеріалу ($\leq 3\%$).

Рекомендовані норми розселення трихограми в польових умовах

При внесенні трихограми у посіви кукурудзи ми застосовували рекомендації Інституту захисту рослин НААН України, адаптовані до умов конкретного господарства.

1-й випуск трихограми

Виконується на початку масової яйцекладки шкідника:

- 30–50 тис. самиць/га.

2-й випуск трихограми

Проводиться через 6–8 діб із корекцією дози, залежно від результатів моніторингу.

Приклад польового коригування дози

Моніторингом було встановлено:

- середня кількість яйцекладок на 100 рослин — 18 шт., що відповідає підвищеній активності шкідника.

У такому випадку виробничою рекомендацією є:

- збільшення норми до 80–100 тис. самиць/га.

Порівняння з європейськими практиками

У ході аналізу результатів роботи та порівняння з практикою Франції, Німеччини та Італії ми встановили, що для регіонів із тривалим льотом *Ostrinia nubilalis* найвищу ефективність дає схема:

- 3 внесення по 75–100 тис. самиць/га,
- інтервал 5–6 днів,
- точне коригування залежно від температури та кількості яйцекладок.

Таким чином, у виробничих умовах ТОВ «Біобаланс» нами було підтверджено, що стабільно висока якість трихограми ($\geq 85\%$ зараження, $\geq 85\%$ відродження, $\geq 70\%$ самиць) забезпечує її максимальну польову ефективність.

Регулярні тести та прикладні розрахунки дозволяють оперативно оцінити готовність партії до внесення й забезпечити оптимальне дозування в агроценозах.

3.4. Післяінкубаційне зберігання та підготовка трихограми до транспортування

Після завершення зараження яєць трихограмою та первинного інкубаційного періоду одним з найважливіших етапів технологічного циклу є правильне зберігання ентомофага та підготовка його до транспортування у польові умови. На цьому етапі ми не лише забезпечували фізіологічну стабільність трихограми, але й контролювали життєздатність партій, синхронність виходу імаго та відповідність матеріалу вимогам до біологічного засобу захисту рослин.

У ході практичної роботи я разом із фахівцями ТОВ «Біобаланс» проводила повний цикл підготовки матеріалу до транспортування — від охолодження до пакування в термобокси. Усі дії виконували відповідно до внутрішніх технологічних стандартів лабораторії.

Охолодження інкубаційного матеріалу

Після темніння яєць (ознаки завершення паразитування) картки з трихограмою переміщували до камери зниженої температури. Основною

метою охолодження було уповільнення розвитку личинок і синхронізація виходу дорослих особин.

У процесі роботи ми встановили такі оптимальні параметри охолодження:

Показник	Значення	Обґрунтування
Температура	+10...+12°C	Знижує метаболізм, але не викликає стресових реакцій
Вологість	65–75%	Запобігає пересушуванню оболонки яйця
Тривалість охолодження	від 12 год до 72 год , залежно від графіка розселення	Дозволяє керувати термінами масового виходу імаго

Ми помітили, що при зниженні температури до +6–8°C зростає частка особин зі зниженим рівнем активності, а при температурах понад +14°C трихограма починала виходити з яєць раніше, ніж це було потрібно.

Перевірка життєздатності та якості партій

Перед підготовкою до транспортування ми проводили експрес-контроль життєздатності за такими показниками:

- ступінь темніння карток (має бути 80–95% площі);
- цілісність клейового шару;
- відсутність плісняви чи конденсату;
- активність імаго, які починали виходити при короткому нагріванні до 20–22°C.

Ми проводили десятихвилинний тест-обігріву: картку діставали з холодильної камери та залишали при кімнатній температурі. Якщо протягом 10–15 хвилин з'являлися рухливі імаго — партія вважалась високоякісною.

Сортування та формування партій

Перед транспортуванням усі картки сортували:

1. за ступенем паразитування,
2. за рівнем механічної цілісності,
3. за часом зараження, щоб кожна партія була максимально однорідною.

У роботі ми формували партії по 100–200 карток, залежно від обсягу розселення на конкретному полі.

Фасування та пакування для транспортування

Після сортування картки фасували у спеціальні паперові або перфоровані пакети, які забезпечували:

- циркуляцію повітря,
- відсутність конденсату,
- захист від прямих сонячних променів.

Ми використовували два типи пакування:

Тип пакування	Коли застосовували	Переваги
Паперові конверти	для коротких переїздів до 1 години	Природна вентиляція, мінімальний ризик запотівання
Пластикові перфоровані бокси	для далеких транспортувань та великих партій	Захист від механічних пошкоджень, стабільність температури

Після фасування матеріал розміщували у термобоксі з акумуляторами холоду. Температура всередині підтримувалась +10...+14°C. Ведення супровідної документації

Всі партії трихограми супроводжувались технічними етикетками, які ми заповнювали особисто.

У документацію входили:

- дата зараження;
- дата початку інкубації;

- дата охолодження;
- партія маточного матеріалу;
- площа темніння;
- орієнтовна кількість особин;
- рекомендований час розселення.

У полі ця інформація дозволяла коректно планувати випуск у залежності від фенології шкідників.

Транспортування у польові умови

Під час транспортування ми контролювали:

- стабільність температури — перевіряли термометром кожні 30 хвилин,
- відсутність струсів і вібрацій,
- уникнення впливу прямого сонця,
- неперегрівання у салоні авто (літом температура може сягати +40°C, що смертельно для ентомофага).

У середньому дорога до місця внесення займала 20–60 хвилин. Перед випуском картки 5–10 хвилин витримували при температурі повітря поля, щоб вирівняти температурний градієнт.

Практичні висновки, отримані нами під час роботи

У процесі нашої практики ми з'ясували такі важливі закономірності:

- правильне охолодження дозволяє керувати виходом трихограми, що особливо важливо при синхронізації з фазами розвитку кукурудзяного стеблового метелика;
- нестабільна температура в дорозі — ключова причина втрати якості;
- надмірна вологість у пакуванні формує конденсат, який сприяє розвитку цвілі;
- краще відправляти трихограму на поле в ранкові години, коли температура повітря нижча.

Цей етап є критично важливим усього біологічного методу. Навіть ідеально вирощена трихограма може втратити ефективність, якщо умови зберігання чи транспортування будуть порушені.

3.5. Особливості підготовки трихограми до випуску, сезонність та періоди її застосування. Використання світлових пасток для визначення динаміки льоту шкідників

У ході моєї практичної діяльності ми переконались, що використання ентомофагів, зокрема трихограми, є одним із найефективніших та екологічно безпечних методів біологічного захисту сільськогосподарських культур. Воно забезпечує не лише зниження чисельності шкідників, але й попередження їх масового розмноження. Трихограма застосовується проти



широкого спектра лускокрилих шкідників – совок, біланів, вогнівок, листовійок та інших.

Рис. 4 – Яйцеклади стеблового метелика, заселені трихограмою

Підготовка трихограми перед внесенням

Перед внесенням ми проводили обов'язковий контроль фізіологічного стану трихограми. Оскільки під час холодильного зберігання розвиток ентомофага сповільнюється, важливо правильно оцінити момент, коли комахи готові до виходу і можуть активно шукати яйця шкідника.

Ми розкладали трихограму в паперових конвертах у теплому приміщенні для стимуляції відродження. Кожного дня спостерігали за появою імаго, після чого конверти повертали в холодильну камеру до моменту фактичного внесення. Такий підхід дозволяє уникнути ситуацій, коли в поле вноситься трихограма, що ще не закінчила розвиток і є легкою здобиччю для хижаків.

У практиці зустрічаються випадки застосування трихограми, що перебувала в діапаузі. Проте в умовах високих літніх температур та низької вологості її ефективність різко знижується. Ми також враховували цей фактор і не використовували діапаузні форми.

Особливу увагу ми звертали на ризик використання **різновікової трихограми**, коли яйця живителя були заражені не одночасно. У такому разі відродження розтягнуте, що знижує синхронність дії та може навіть стати додатковою кормовою базою для шкідника.

Оптимальні строки та сезонність внесення трихограми

Ми здійснювали внесення трихограми у ті періоди, коли шкідник розпочинав або активно вів відкладання яєць. Саме це забезпечує максимальну ефективність, адже трихограма паразитує лише на свіжих яйцях.

Загальні рекомендації, яких ми дотримувалися:

- Розселення проводиться мінімум двічі, у такі строки:

1. на початку відкладання яєць;

2. через 6–8 днів після першого внесення.

- Додаткові внесення можливі під час:
 - початку льоту шкідника;
 - масового льоту;
 - завершальної фази льоту.

За нашими спостереженнями найінтенсивніша потреба в трихограмі припадає на весну та початок літа, а також на кінець літа – осінь, залежно від виду шкідника та його генерацій.

Ми проводили розселення трихограми в ранкові та вечірні години, щоб уникнути перегрівання лялечок і зниження життєздатності імаго.

Норми внесення трихограми

Ми орієнтувалися на кількість повноцінних самиць у партії – саме вони забезпечують паразитування.

Загальні норми внесення, якими ми керувались:

- 50 тис. самок/га – на першому етапі проти кукурудзяного стеблового метелика;
- 50–200 тис. самок/га – на другому етапі залежно від співвідношення «самка : яйце шкідника» (1:10 – 1:20).

Усі внесення ми здійснювали виключно дронами, що забезпечує рівномірне покриття площі, високу швидкість роботи та мінімальні витрати.

Моніторинг шкідників та застосування світлових пасток

Перед кожним внесенням ми проводили моніторинг льоту шкідника, щоб не пропустити оптимальні строки. Одним із найефективніших інструментів виявились світлові пастки.

Принцип роботи пасток

Світлова пастка оснащена спеціальними LED-діодами певного спектра. Лускокрилі активно летять на світло вночі, і, наближаючись, потрапляють на липучі поверхні, звідки вже не можуть вибратися.

Переваги, які ми відзначили:

1. Працюють уночі — фіксують пік активності шкідників.
2. Дають точні дані щодо кількості шкідників.
3. Підходять для різних видів нічних лускокрилих.
4. Екологічно безпечні, не шкодять корисним комахам.

Ми встановлювали пастки на відкритих ділянках, на висоті 1,5–2 м, що



значно підсилювало ефективність відлову.

Рис. 5 – Світлова пастка компанії «ПРАКТИЧНЕ ВИВІСКАЛАНС»

Рис. 6 – Кількість стеблового метелика, відловленого за ніч

Нами проводився моніторинг на полях кількох господарств Полтавської та Сумської областей. У тих полях, де щороку застосовувалась трихограма, чисельність шкідника була стабільно низькою і не перевищувала економічний поріг шкодочинності. На полях без обробки ми спостерігали 15–18 % природного ураження гусінню стеблового метелика, що вже вимагало планування захисних заходів. Економічний поріг шкодочинності становив 2–3 особини за ніч у пастці. Ми фіксували випадки від 1 до 40 особин, залежно від господарства та року (табл. 3).

Таблиця 3 - Сезонність внесення трихограми та льоту шкідників

Вид шкідника (українською)	Типова фаза льоту / період (орієнтовно)	енергетичний період	Ключовий індикатор для внесення (що моніторити)	Оптимальні строки внесення трихограми (1-й, 2-й, 3-й)	Рекомендована кількість внесення (мін/опт/макс)	Рекомендована норма (самок/га) — орієнтир	Примітки / рекомендації

<p>Кукурудзяний стебловий метелик (Ostrinia nubilalis)</p>	<p>Початок льоту — кінець травня; пік — червень; тривалість льоту 3–6 тижнів</p>	<p>–2 (залежно від регіону)</p>	<p>Поява перших метеликів у пастках; перші яйцеклади на листках/сїтках</p>	<p>1-й: початок відкладання яєць (кінець травня — поч. червня); 2-й: через 6–8 дїб після 1-го; при потребі 3-й — під час другого піку льоту</p>	<p>мін. 2 / опт. 2–3 / макс. 3–4</p>	<p>1-й: 50 000; коригування 2-го: 50–100→150–200 тис. за високої щільності</p>	<p>ЕПШ пастки: ~2–3 особини/ніч — сигнал для підвищеної уваги. Використовувати пастки + польовий облік (10 рослин × 20 проб).</p>
<p>Капустяна совка (Noctuidae, комплекс совок)</p>	<p>Весна — початок літа (залежно від виду); часто весняно-літній льот</p>	<p>–2</p>	<p>Підвищення чисельності в пастках; наявність кладок на листках</p>	<p>1-й: початок відкладання яєць (весняний/ранньо-літній період); 2-й: через 6 дїб після 1-го</p>	<p>мін. 2 / опт. 2 / макс. 2–3</p>	<p>30 000(комплекс совок) → коригування до 50 000 при високій щільності</p>	<p>Для овочевих та баштанних культур — комбїнувати з наземними обліками (40 проб по 0,25 м²).</p>
<p>Вогнівки / Бавовняна вогнівка (Helicoverpa, інші види вогнівок)</p>	<p>Середина — кінець літа (липень–серпень), інколи тривалий льот</p>	<p>–3</p>	<p>Улови у пастках; пошкодження квіток/сїток</p>	<p>1-й: початок яйцекладки; 2-й: через 6–8 дїб; при тривалому льоту — 3-й</p>	<p>мін. 2 / опт. 2–3 / макс. 3</p>	<p>50–100 000(залежить від культури)</p>	<p>Активні в теплу погоду; рекомендується трьохкратне внесення при затижному льоті.</p>

Інші лускокрилі (локальні шкочочі нні види)	Залежить від виду — рання весна → пізнє літо	-2	Локальні пастки + польові обліки	Підбирати за видом: 1-й — початок яйцекладки; 2-й — 6–8 діб після	1 -3	30–150 000 (в залежнос ті від виду та щільності)	Орієнтувати сь на локальні регламенти та досвід господарств а.
---	--	----	----------------------------------	---	---------	---	--

Таким чином, наш досвід підтверджує: ефективність застосування трихограми напряду залежить від правильного визначення строків її внесення, точного моніторингу льоту шкідників та дотримання технології підготовки біоматеріалу. Використання світлових пасток та дронів значно підвищує точність і результативність системи біологічного захисту.

3.6. Оцінка економічної обгрунтованості внесення трихограми на посіви кукурудзи

У процесі виконання нашої виробничої роботи та моніторингу шкідників протягом сезону одним із ключових питань для нас було визначення економічної доцільності внесення трихограми на посівах кукурудзи. На практиці ми переконались, що застосування трихограми проти найбільш шкочочинних лускокрилих — кукурудзяного стеблового метелика, совки-гами та бавовникової совки — дозволяє зберегти від 20 до 45 % врожаю. Саме тому оцінка економічної доцільності біологічного методу є надзвичайно важливою на етапі планування системи захисту посівів.

Одним із ключових елементів такої оцінки є **визначення порогу шкочочинності (ПШ)**. ПШ — це критична чисельність шкідника, при перевищенні якої економічні втрати від пошкодження рослин є вищими від вартості заходів боротьби. Тобто це той момент, коли застосування трихограми або інших засобів захисту стає економічно виправданим.

Під час оцінювання ПШ для лускокрилих ми враховували такі ключові чинники:

1. Визначення виду шкідника та його біологічних особливостей

На кукурудзі переважно зустрічаються:

- кукурудзяний стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis*) — основний об'єкт,
- бавовникова совка,
- совка-гама,
- інші види, здатні пошкоджувати листя або генеративні органи.

На практиці ми започаткували спостереження за кожним видом окремо, оскільки їх фази розвитку не збігаються. Саме різні етапи життєвого циклу визначають найбільш чутливі для культури моменти — від наявності яйцекладок до виходу гусениць.

2. Характер та ступінь пошкодження

Під час обстежень ми фіксували, які частини рослини зазнавали ураження:

- листя — вигризаються отвори, що зменшує фотосинтез;
- стебло — прогризання ходів, що одразу впливає на стійкість рослин та рух поживних речовин;
- качан і генеративні органи — зниження товарності та якості урожаю.

Особливо небезпечними є пошкодження, які стебловий метелик наносить у фазі 7–9 листків, адже гусениці швидко мігрують всередину стебла, де стають недоступними хімічним препаратам. Саме в цих фазах застосування трихограми є найефективнішим.

3. Оцінка чисельності популяції

Для визначення ПШ ми використовували комплексний підхід:

- світлові пастки — дозволяли нам відстежити динаміку льоту, його пік та зниження;

- польові обліки — огляд 200 рослин по діагоналі поля з фіксацією кількості яйцекладок;
- розрахунок личинок — підрахунок кількості живих гусениць на окремих рослинах та визначення середньої щільності.

Поєднання цих методів дозволяло нам отримати об'єктивну картину і не пропустити оптимальний момент для внесення трихограми.

4. Розрахунок порогу шкодочинності

ПШ базується на двох ключових параметрах:

1. Можлива економічна шкода
 - зниження врожайності,
 - недобір маси зерна,
 - погіршення якості продукції.
2. Витрати на боротьбу
 - вартість трихограми,
 - витрати на внесення (у нашому випадку — дрони),
 - витрати на моніторинг і контроль.

Для різних видів лускокрилих ПШ відрізняється. На основі даних літератури та наших спостережень ми використовували такі орієнтовні пороги:

- Для стеблового метелика — 2–3 метелики/ніч у світловій пастці, що вже є сигналом до підвищеної уваги.
- Для листогризучих шкідників — 10–15 % пошкодженого листа.
- Для плодожерок і видів, що шкодять генеративним органам — 5–10 % пошкоджених качанів/плодів.

5. Прийняття рішення щодо внесення трихограми

Під час нашої роботи ми керувалися наступним правилом:

- Якщо чисельність шкідників наближається до ПШ — проводимо перше внесення трихограми.
- Якщо ПШ перевищено — внесення трихограми є обов'язковим.

У випадках, коли чисельність була нижчою за порогову, ми застосовували лише агротехнічні заходи(регулювання строків посіву, контроль бур'янів, рекомендації щодо сівозміни).

3.7. Порівняння використання трихограми з хімічними методами захисту та їх вплив на екосистему

У процесі проведення наших досліджень на посівах кукурудзи ми мали можливість практично порівняти ефективність біологічного методу захисту із застосуванням трихограми та традиційних хімічних інсектицидів. Роботи виконувалися спільно з ПТО «Біобаланс» та господарством, на базі якого здійснювалися експериментальні внесення. Схему досліду ми розробляли таким чином, щоб охопити всі основні методи захисту:

- ділянки з дворазовим внесенням трихограми;
- ділянки з обробкою інсектицидами (Кораген, Ампліго);
- контрольні ділянки без будь-якого захисту.

Внесення трихограми проводилося агродронами, що дало можливість забезпечити рівномірний розподіл паразита на великих площах та значно зменшити людські трудові витрати.

У процесі роботи ми оцінювали не лише біологічну ефективність методів, а й їх економічну доцільність і вплив на стан агроценозу. Враховуючи зростаючі вимоги до екологізації виробництва в Україні, аналіз комплексно охоплював питання хімічного навантаження, ризиків для біорізноманіття та стійкості шкідників.

Порівняння вартості внесення трихограми та хімічних препаратівДля розрахунку економічної ефективності ми виконали порівняльний аналіз вартості обробки 1 га кукурудзи.(рис.7)

ТДВ «Племзавод «Михайлівка»

42218, Україна, Сумська обл., Лебединський район, с. Михайлівка, вул. О. Трихліба, 26
СДРПОУ 00486741
Тел. 0503070095



ТДВ «Племзавод «Михайлівка»

42218, Україна, Сумська обл., Лебединський район, с. Михайлівка, вул. О. Трихліба, 26
СДРПОУ 00486741
Тел. 0503070095

Вих. № 303 від 12.10.25

Лист

На території ТДВ «Племзавод «Михайлівка», що знаходиться в Сумському районі, с. Михайлівка, було проведено експеримент по захисту посівів кукурудзи від стеблового метелика, та бавовняної совки. Ми разом з ТОВ «Біобаланс» та студенткою Сумського НАУ Жалдак Діаною Сергіївной, проводили його на полі: сів.: 2 поле: 2-3 – 275 га з порогом шкодочинності понад 12%. Для чистоти та достовірності експерименту поле було поділене на 3 ділянки:

- 1 ділянка – 175 га – вносили препарат Кораген,
- 2 ділянка – 50 га – проводили 2х кратну обробітку трихограмою,
- 3 ділянка – 50 га – залишилась без захисту.

В ході цього експерименту ми отримали такі результати:

Спосіб захисту	Номер ділянки	Гектари	Врожайність	Ціна на гектар	Висновок
Біологічний (трихограма)	2	50	114,81	700	Якщо зробити все вчасно є бюджетним варіантом, і окупає себе по собівартості
Хімічний (Кораген)	1	175	127,57	2534	Надійний і швидкий спосіб
Без обробітку	3	50	93,67	0	За результатом ми бачимо які несемо втрати на кукурудзі без захисту

Директор ТДВ «Племзавод «Михайлівка»



Зеленський М.О.

Рис.7 Лист підтвердження від господарства

Наші розрахунки засвідчили, що використання трихограми є значно економічно вигіднішим, особливо при дворазовому внесенні. Собівартість біологічного методу на 1 гектарі була помітно нижчою, оскільки не потребує дорогих інсектицидів, великої кількості води, пального або тривалої підготовки робочого розчину.

Порівняння дії хімічного та біологічного методів

Для зручності ми узагальнили основні відмінності у вигляді аналітичної таблиці 4 :

Таблиця 4 — Порівняльна характеристика хімічного та біологічного методів захисту кукурудзи від стеблового метелика

Показник	Trichogramma spp.	Кораген / Ампліго
Характер дії	Біологічна (паразитування яєць шкідника)	Хімічна (кишкова/контактна дія)
Тривалість захисного ефекту	5–7 днів, залежно від погоди	14–21 днів
Ефективність	Висока за раннього внесення	Висока за будь-якої фази личинок
Ризик резистентності	Відсутній	Високий при частому застосуванні
Вплив на ентомофагів	Сприятливий	Негативний, токсичність для корисних комах
Вплив на довкілля	Мінімальний	Значне пестицидне навантаження
Економічна доступність	Висока	Середня–висока
Сумісність з ІЗР	Ідеальна	Обмежена
Ризики для ґрунту та води	Немає	Високі

Рекомендації	Помірний рівень заселення шкідників	Високий рівень заселення, пізня стадія
--------------	-------------------------------------	--

Оцінюючи переваги обох методів, ми дійшли висновку, що трихограма є оптимальним інструментом у ситуаціях, коли чисельність шкідника не перевищує економічного порогу шкодочинності. При високій щільності популяції, коли вже спостерігається масове виходження личинок, використання хімічних препаратів може бути виправданим.

Вплив на екосистему та довкілля

Під час роботи ми звертали особливу увагу на екологічні наслідки. Згідно з даними сучасних досліджень, аграрний сектор України формує:

- 35–40 % загального забруднення довкілля,
- до 50 % деградації ґрунтів,
- понад 45 % забруднення поверхневих вод.

Ці показники підтверджують критичну необхідність мінімізації хімічного навантаження. Саме тому застосування трихограми стає одним із найперспективніших напрямів екологізації рослинництва.

Трихограма:

- не накопичується в екосистемі;
- не погіршує ґрунтові властивості;
- не впливає на корисних комах;
- не викликає резистентності;
- підтримує біорізноманіття природних ентомофагів.

На противагу цьому, навіть сучасні малотоксичні інсектициди при систематичному застосуванні:

- пригнічують корисну ентомофауну;
- зменшують стійкість біоценозів;
- викликають резистентність у шкідників;
- можуть накопичуватися в ґрунті та воді.

Висновки до третього розділу

Проведені нами дослідження та практичні випробування у виробничих умовах підтвердили ефективність комплексного підходу до застосування трихограми на посівах кукурудзи. У ході роботи ми детально оцінили якість біоматеріалу, визначили оптимальні строки та норми розселення, перевірили умови післяінкубаційного зберігання, а також відпрацювали технологію внесення трихограми за допомогою дронів.

Важливим етапом стала організація системи моніторингу шкідників. Використання світлових пасток дозволило нам чітко встановити періоди масового льоту кукурудзяного метелика та інших лускокрилих шкідників, що, у свою чергу, дало можливість точно скоригувати строки внесення трихограми. Отримані дані підтвердили сезонну закономірність появи першого та другого покоління шкідника, що було враховано при формуванні календаря розселення біоконтролера.

У співпраці з господарством та ТОВ «Біобаланс» ми провели порівняльний експеримент на виробничих площах:

- ділянки з внесенням трихограми;
- ділянки з хімічними обробками;
- контрольні ділянки без будь-якого втручання.

Таке поєднання практичних методів дозволило отримати об'єктивну картину впливу різних технологій захисту на динаміку чисельності шкідників та рівень пошкодженості рослин.

Узагальнюючи результати роботи, можна стверджувати, що:

- якісні показники трихограми є критично важливими для її ефективності;
- своєчасне внесення, прив'язане до реальних даних моніторингу льоту, суттєво підвищує біологічний ефект;
- технологія внесення дронами забезпечує рівномірне та оперативне розселення трихограми на великих площах;

- біологічний метод демонструє стійку ефективність у системі інтегрованого захисту кукурудзи, особливо при правильному поєднанні з іншими агротехнічними заходами.

Таким чином, результати третього розділу підтверджують доцільність і перспективність використання трихограми як екологічно безпечного та ефективного елементу біологічного захисту кукурудзи, а також підкреслюють важливість сучасних технологічних рішень, таких як дрони та автоматизовані системи моніторингу, у підвищенні результативності біологічних заходів.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було всебічно досліджено біотехнологічні основи масового розведення трихограми та практичні аспекти її використання як біологічного агента захисту кукурудзи від кукурудзяного стеблового метелика. Проведені теоретичні узагальнення та виробничі дослідження дозволили визначити ключові фактори, що впливають на якість, життєздатність та ефективність трихограми в польових умовах. У ході роботи встановлено, що морфологічні та біологічні властивості трихограми, зокрема короткий цикл розвитку, висока плодючість, здатність паразитувати яйця понад 160 видів лускокрилих шкідників та можливість тривалого збереження життєздатності у стані діапаузи, забезпечують її перспективність як біоконтролера у системі інтегрованого захисту рослин.

Дослідження технології масового розведення показали, що ключовими етапами отримання високоякісного біоматеріалу є правильний підбір субстрату та хазяйського матеріалу, дотримання температурно-вологісного режиму, синхронність зараження яєць, контроль тривалості зберігання та уникнення використання діапаузних форм у період літніх температур. Показники зараження та відродження трихограми, що в окремих випадках сягали 85–95 %, підтвердили коректність застосованих методик контролю якості.

Практичні дослідження з підготовки та зберігання трихограми підкреслили важливість стабільності температурних режимів під час транспортування та післяінкубаційного утримання. Установлено, що саме нестабільність температури й надмірна вологість у пакуванні є основними чинниками втрати життєздатності матеріалу. Доведено, що витримування карток у польових умовах, контроль фізіологічної готовності до виходу

імаго, уникнення різновікової трихограми та внесення у ранкові години суттєво впливають на підвищення ефективності розселення.

Сезонні спостереження за льотом кукурудзяного стеблового метелика із застосуванням світлових пасток та польових обліків дозволили точно встановити періоди масової яйцекладки першого і другого поколінь шкідника, що забезпечило оптимальне планування строків випуску трихограми. Отримані дані підтвердили, що ефективність біометоду на пряму залежить від точності моніторингу та своєчасності внесення ентомофага.

Окрему увагу приділено порівнянню результативності біологічного та хімічного методів захисту. Дослідження показали, що застосування трихограми є доцільним і високоефективним тоді, коли чисельність шкідника не перевищує економічного порогу шкодочинності, тоді як при масовому відродженні личинок виправданим може бути використання інсектицидів. Поряд з цим встановлено, що трихограма не викликає резистентності, не пригнічує корисну ентомофауну, не накопичується в екосистемі та сприяє збереженню біорізноманіття, тоді як тривале застосування хімічних препаратів має виражені негативні екологічні наслідки.

Економічна оцінка підтвердила, що застосування трихограми дозволяє зберегти 20–45 % врожаю кукурудзи завдяки зменшенню пошкодженості стебел, зниженню чисельності личинок та запобіганню їх масовому розвитку. Підвищення ефективності біологічного методу забезпечили сучасні технології внесення, зокрема використання дронів, що дозволили рівномірно розподілити біоматеріал на значних площах та оптимізувати витрати часу.

Комплексне поєднання лабораторних, виробничих та польових досліджень довело, що трихограма є перспективним біотехнологічним інструментом у системі екологічно безпечного та інтегрованого захисту кукурудзи. Визначені закономірності її розвитку, оптимальні умови зберігання і транспортування, уточнені строки внесення та роль моніторингу льоту шкідників забезпечують високий рівень біологічної ефективності та

роблять даний метод невід'ємною складовою сучасних агротехнологій. Отримані результати підтверджують доцільність широкого впровадження трихограми у виробничу практику та доводять її потенціал як елемента сталого землеробства.

З огляду на результати проведених досліджень доцільно рекомендувати вдосконалення системи контролю якості трихограми на виробничих підприємствах, удосконалення методів зберігання та транспортування шляхом стабілізації температурних режимів, розширення використання автоматизованих засобів моніторингу льоту шкідників, оптимізацію термінів розселення відповідно до фактичної фенології *Ostrinia nubilalis*, а також впровадження дронів у якості стандартного інструменту внесення біоматеріалу. Перспективним напрямом подальших досліджень є оцінювання ефективності різних видів трихограми в умовах змінного клімату, удосконалення технології вирощування високопродуктивних ліній та створення більш точних моделей прогнозування динаміки шкідника. Реалізація зазначених пропозицій сприятиме підвищенню ефективності біологічного методу, зниженню пестицидного навантаження та забезпеченню екологічно орієнтованого розвитку агроєкосистем.

Список використаних джерел:

1. Біологічний захист рослин від шкідливих організмів: підручник / М.О. Білик. – Харків: Майдан, 2022. – 356 с.
2. (Федоренко В.П., Конверська В.П., Колісніченко В.С. та ін. Технологія використання видів роду трихограма (Hymenoptera, Trichogrammatidae) в ругулюванні чисельності лускокрилих шкідників овочевих культур. – К.: Колобіг, 2004. – 48 с.
3. Руснак А.Ф. Аспекти генетики масового розведення трихограми//Захист рослин, № 5, 1987.-С.30-34.
4. Методичний посібник 1979 Федоренко, Конверська, Колісніченко
5. Інтегрований захист рослин / Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Поспелова Г. Д., Горб О. О., Коваленко Н. П., Шерстюк О. Л. Полтава, 2020. 245 с.
6. Адашкевич Б.П. вплив і розподіл місцевих видів трихограми//Захист рослин №8, 1981. С.50
7. Яхонтов В.В. Екологія комах. – М.: Вища школа, 1964. – 344 с.
8. Суменкова В.В., Дюріч Г.Ф., Агеева Л.І., Використання електрофорезу для опису морфологічних близьких видів та внутрішньовидових форм роду Trichogramma// Трихограма (біологія, розведення, застосування). Тези доповідей другої Всесоюзної наради по трихограмі, 1985. – Кишинів: Штинца, 1985. – С. 6-7.
9. Захист рослин: методи та засоби. Під ред. О. М. Гринька, В. О. Кондрашова. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2012.

10. Опарін В. Ф. Сучасні аспекти і технології у захисті рослин : матеріали IV Міжнародної наук.- практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 28 листопада 2023 р.). Полтава: ПДАУ, 2023. 150 с.
11. Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П. Біологічний захист рослин: Навчальний посібник. – Київ: Світ. 2003. – 352 с.
12. Злотин. А.З. Технічна ентомологія: Довідник. – К.: Наукова думка, 1989. – 184 с.
13. Ashley Tom R. And Gonzalez D. Effect of Various Food Substances on Longevity and Fecundity of Trichogramma // Environmental Entomology vol.3, no,1, 1974, pp.169-171.
14. Адашкевич Б.П., Умарова Т.М., Сорокіна А.П. Види ентомофага в Узбекистані // Захист рослин №5, 1987. С. 34-37.
15. Tezze Andrea Alejandra, Botto Eduardo Norberto Effect of cold storage on the quality of Trichogramma nerudai (Hymenoptera: Trichogrammatidae) // Biological Control 30, 2004. – P. 11-16.
16. Garcia P., Wajnberg E., Pizzol J. Oliveira M.L. Role of temperature for the induction of diapause in the egg parasitoid Trichogramma cordubensis // Egg Parasitoid News vol. 14. – 2002. – P. 13.
17. Резник С.Я., Кац Т.С. Екзогенні і ендогенні фактори, індикуючі діпаузу у Trichogramma principium Sug at Sor (Hymenoptera, Trichogrammatidae) // Ентомолог. огляд., 2004, Т.83, вип. 4. – С.776-786.
18. Алєнчикова Т.Ф., Ткачова Л.Б. Вплив хазяїна на трихограму // Захист рослин № 12, 1988. – С. 20-21.
19. Tshernyshev W.B., Afonina V.M. The Search of Optimal light and Temperature Condition for Trichogramma Rearing // 4th International Symposium on Trichogramma and Other Egg Parasitoids, Cairo, Egypt, October 3-7, 1994. – P.6. 2002).

- 20.Щелестова В.С., Мельничук С.Д., Гончаренко О.І. та ін. Показники якості трихограми. Методичні рек. До застосув. трихограми проти шкідників с.-г. культур. – К.: Видавничий центр НАУ, 205. – 59 с.
- 21.Грінберг Ш.М., Підберезська Л.В. Порівняльна оцінка показників якості трихограми, розмножуваної на яйцях різних живителів // Захист рослин. Вип. 30, 1-72, Київ, 1983. – С. 39-41.
- 22.Білякова Н.А. Нове покоління біологічних засобів ахисту на основі ентомофагів /Н.А. Білякова // Гавриш: наук.-інформ. журн. для спеціалістів захисного ґрунту. — 2008. — № 6. — С. 18–22.).
- 23.Методичні рекомендації щодо створення системи визначення якості і сертифікації трихограми. — Одеса: ІТІ «Біотехніка» УААН, 2009. — 10
- 24.Fursov V.N. The The Taxonomic Control of Trichogramma Production in the Ukraine // 4th International Sumposium on Trichogramma and Other Egg Parasitoids, Cairo, Egypt, October 3-7, 1994. – P.6. 2002).
- 25.Покозій Й.Т. Показники якості трихограми. Методичні рекомендації до застосування трихограми проти шкідників сільськогосподарських культур Й.Т. Покозій, М.М. Бабич, В.С. Колісніченко. К.: Колобіг, 2004. 59 с.
- 26.Трибель С. О. Шкідливістьвнутрішньостеблових фітофагів зернових колосовихкультур та методи захисту / С. О. Трибель, О. О. Стри-гун, О. М. Гаманова // Карантин і захист рослин. –2014. – № 10-11. – С. 1-5.
- 27.Soman A. G., Gloer J. B., Angawi R. F., Wicklow D. T., Dowd P. F. Vertilecanins: new phenopicolinic acid analogues from *Verticillium lecanii*. *J. of Natural Products*. 2001. V. 64. P. 189–192.
- 28.Дядечко М.П., Падій М.М., Шелестова В.С., Дегтярьов Б.Г.]. – К.: Урожай, 1990. – 268 с.

29. Brar K.S. Effect of insecticides on *Trichogramma chilonis* Ishii (*Hym.: Trichogrammatidae*), an egg parasitoid of sugarcane borers and cotton bollworms / K.S. Brar, G.C. Varma, M.R. Shenhmar // *Entomol.* – 16 (1). – 1991. – P. 43–48.
30. Агат Я.В., Семенець Н.О. Біологічний метод захисту рослин – використання трихограми. *Карантин і захист рослин*. 2016. №1. С. 12–14.
31. Федоренко В.П., Ткаленко А.Н., Конверская В.П. Досягнення та перспективи розвитку біологічного методу захисту рослин в Україні. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 6. С. 6 – 9.
32. Балокан В.І., Менчер Е.М., Панасенко А.М., Оцінка ефекту проколювання в трихограми // *Вид. МССР. Сер. біол. і хім. Наук.* №4. – 1981. – С. 71-73.
33. Шелестова В.С., Падій М.М., Гончаренко О.І. Біологічний захист. *Захист рослин*. 1999. № 10. С. 2–5.
34. Біопрепарати в боротьбі зі шкідниками. *Агробізнес сьогодні*. 2013. №4(251).
35. Liying Li, Wajberg Ed.E., Hassan S.A. World-wide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. *Biological Control with Egg Parasitoids*. Wallingford: CABI, 1995. P. 37–53.
36. Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур – у виробництво: Матеріали наук.-практ.конф. молодих вчених 23-25 листопада 2004 року. / Укр.акад.аграр.наук, Ін-т земл-ва УААН. Чабани: Ін-т землеробства, 2004. 131 с.
37. Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Кувачов В.П. Використання техніки в АПК: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 268 с.
38. Гринберг Ш.М. Наукові основи біотехнології виробництва та застосування трихограми / Автореф. Дис. д-ра біол. Наук / ВІЗР. – Л.:1991. – 56 с.

39. Мерц Ф. Обробка посівного матеріалу – безпрограшні інвестиції / Ф. Мерц // Агроном. –2015. – № 3. – С. 40-42.
40. Дегодюк, Є.Г. (2006) *Еколого-техногенна безпека України*. Київ : ЕКМО.
41. Федоренко, В.П., Ткаленко, Г.М., & Конверська, В.П. (2011) Біологічний захист - основа фітосанітарної оптимізації агроценозів. *Український ентомологічний журнал*, (1), 9-22.
42. Consoli F.L. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) / F.L. Consoli, R.P. Parra, S.A. Hassan // J. Appl. Entomol. – 1998. – 122 (1). – P. 43–47).
43. <https://share.google/1GlmR4Hf4xiGV4dgs>

Додаток А

Non-governmental Organization
International Center of Scientific Research



PROCEEDINGS OF THE
I INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND THEORETICAL CONFERENCE

GLOBAL PERSPECTIVES
ON MULTIDISCIPLINARY
RESEARCH: THEORY
AND PRACTICE

25.04.2025

FLORENCE,
ITALIAN REPUBLIC

SCIENTIA
COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

ЩОДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАДІЙ ПРОВАДЖЕННЯ У СПРАВАХ ПРО АДМІНІСТРАТИВНІ ПРАВОПОРУШЕННЯ, ПОВ'ЯЗАНІ З КОРУПЦІЄЮ
Рябокін Є.О.39

**SECTION 5.
INSTITUTE OF LAW ENFORCEMENT,
JUDICIAL SYSTEM AND NOTARY**

ПРОЄКТ «ШКІЛЬНИЙ ОФІЦЕР ПОЛІЦІЇ» – ВАЖЛИВИЙ ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ
Голуб М.В.43

**SECTION 6.
MILITARY SCIENCES, NATIONAL SECURITY
AND SECURITY OF THE STATE BORDER**

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ВИКЛАДАЧА ВИЩОГО ВІЙСЬКОВОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
Сисолятін Д.І.47

**SECTION 7.
BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY**

БІОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ РИЗИКУ ТА ЇХ УПРАВЛІННЯ У БІОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ
Науково-дослідна група:
Кравченко Н.В., Подгасцький А.А., Гнітецький М.О., Жалдак Д.С.51

**SECTION 8.
GENERAL MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING**

ВИКОРИСТАННЯ АДИТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В КОНСТРУКЦІЯХ З'ЄДНУВАЧА СИСТЕМ ЗАПРАВКИ ПАЛИВОМ
Янда Р.Р.59

**SECTION 9.
INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS**

АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В БУХГАЛТЕРІЇ
Урдін А.Г.63

SECTION 7. BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Кравченко Наталія Володимирівна 

доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри біотехнології та хімії
Сумський національний аграрний університет, Україна

Подгасцький Анатолій Адамович 

доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри біотехнології та хімії
Сумський національний аграрний університет, Україна

Гвітецький Максим Олегович 

доктор філософії, доцент кафедри біотехнології та хімії
Сумський національний аграрний університет, Україна

Жалдак Діана Сергіївна

І курс, група БІО 2401м, здобувач ОС «Магістр»
Сумський національний аграрний університет, Україна

БІОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ РИЗИКУ ТА ЇХ УПРАВЛІННЯ У БІОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

***Анотація.** Біологічний ризик - це сукупність виникнення можливих ситуацій, які будуть мати шкідливі наслідки, в основі яких лежить саме біологічний фактор. Важливе значення має правильне поводження у даній ситуації, визначення рівня біологічного ризику, викликаного біологічними факторами. Біологічні ризики класифікують за їх впливом на: окремих осіб, групи, пов'язані спільною діяльністю, територію (населення однієї країни) регіон країни, або групи країн).*

До основних біологічних факторів навколишнього середовища відносять мікроорганізми та продукти їх метаболізму, мікроорганізми та органічні речовини природного походження, які можуть несприятливо впливати на організм людини [1, 2].

Одне з основних завдань, де проводяться дослідження - це забезпечити належний рівень лабораторної біобезпеки та біозахисту [2-4]. Воно базується на концепції управління біоризиками [14]. Біоризики - це ризики, які пов'язані з біологічними небезпеками. Це можна розглядати, як ймовірність того, що небезпека матиме несприятливий ефект, а саме: вплив на виживання

та здоров'я людини, майно та довкілля природного середовища за певних умов [5]. Отже, ризики, пов'язані з біологічними агентами, або організмами, це є імовірність того, що несприятлива подія відбудеться у певний час і з певними збитками, які залежатимуть від різних факторів, наприклад зовнішніх і внутрішніх, частоти впливу та тяжкість будь яких подальших пошкоджень [6].

Багато аспектів аналізу ризиків є загальними та можуть бути застосовані до всіх. Існують дві основні категорії: виникли з природи (природні) та створені людьми (антропогенні) (Рис.1.).



Рис.1.Основні категорії ризиків

- 1) Ризики з природних причин це:
 - інвазивні чужорідні види (рослини, тварини та мікроорганізми);
 - поява резистентних до антибіотиків бактеріальних інфекцій (туберкульоз, пневмонія);
 - природні патогени, які пов'язані з вирубок лісів (Ебола, лихоманка Ласса);
 - поширення інфікованих тварин (сказ і т.д.), як наслідок, хвороба людини, що передається прямим контактом, переносники, або водою/їжею;
 - токсини, що виробляються цвіллю та грибами (дезоксиніваленол, афлатоксини, охратоксини);
 - спалахи паразитарних інфекцій у людей.
- 2) Антропогенні ризики, тобто спричинені людьми, або пов'язані з ними біологічні ризики можливо додатково розділити на:
 - навмисно індуковані ризики, такі як використання шкідливих біологічних агентів у військових, або терористичних цілях;
 - біотехнологічні ризики, такі як продукти традиційного схрещування та селекції, мутації і сучасних біотехнологій.

Першим кроком у керуванні ризиками – це оцінка ризиків - основний процес, що допомагає визначити лабораторні ризики, контролювати та зменшити їх. Основна мета оцінки ризиків у лабораторії – попередити та проінформувати про можливі наслідки, які знижують ризики для людей в лабораторії, на об'єкті та / або установі, за межами біологічної лабораторії, зокрема для громадськості та флори, й фауни [7-9].

Оцінювання обумовленого біологічною небезпекою біоризику враховує адекватність будь яких наявних механізмів контролю, а також включає прийняття рішень про те, чи є даний біологічний ризик прийнятним.

Оцінка ризику є процесом, котрий використовується для виявлення шкідливих характеристик відомих, або потенційних інфекційних збудників та матеріалів і діяльності, яка може призвести до контакту співробітника зі збудником, вірогідності того, що такий контакт спричинить зараження, та можливі наслідки такого зараження [10]. Отримана під час оцінки ризиків інформація визначить вибір відповідних рівнів біологічної безпеки та практичних прийомів, захисного обладнання та захисту приміщень, що допоможуть запобігти зараженню співробітників. Всупереч, того, що для проведення оцінювання ризику, пов'язаного з встановленою процедурою, або експериментом, є багато інструментів, все ж найважливішим елементом цього процесу залишається висновок фахівців [11].

Оцінювання ризиків повинні проводити спеціалісти, які найкраще знають специфічні характеристики досліджуваних організмів, застосовуване обладнання та процедури, підслідних тварин, що можуть бути використані, та обладнання і засоби для запобігання поширення агентів.

Завідувач лабораторії, або групи дослідження відповідає за проведення адекватної та своєчасної оцінки ризиків та тісну співпрацю з комітетом безпеки цієї установи й фахівцями з біобезпеки для того, аби забезпечити відповідними засобами і обладнанням, що потрібні для здійснення запланованої роботи.

Оцінювання ризиків проводять дуже ретельно, адже негативні наслідки більш ймовірні у разі недооцінювання ризику. Якщо віднехтись халатно до викликаної проблеми, то наслідки можуть бути невтішними, а це може призвести до додаткових витрат і збільшення навантаження на лабораторію, а рівень безпеки за цих умов не буде на належному рівні. Оцінювання ризиків потрібно регулярно переглядати і, за потреби, коректувати його, враховуючи нову інформацію [12].

Різні установи, організації мають неоднаковий обсяг фінансових та організаційних ресурсів для зниження біологічних ризиків.

Основні проблеми, з якими стикаються лабораторії у всьому світі - це надійне електропостачання та адекватна інфраструктура об'єктів; проблеми, пов'язані з географічним місцезнаходженням та захистом; мінливі погодні умови, і персонал, що потребує навчання тощо. Багато установ взагалі не мають програм управління ризиками у сфері безпеки та захисту, або мають разові, а не постійні програми і системи управління.

Однак, якщо використовувати підхід зменшення біоризиків, що базується на їх попередньому оцінюванні, то персонал зможе краще зрозуміти, які ризики вже є, або можуть з'явитися в лабораторії і як такі ризики можуть вплинути на співробітників, їхні сім'ї, населення. Крім того, можна вжити найбільш доцільних заходів для зниження ризиків в умовах обмежених ресурсів, а не використовувати наказовий підхід, що може не виконуватися взагалі, або виконуватися час від часу. Отже, заходи зниження ризиків будуть набагато відрізнятися від лабораторії до лабораторії, від установи до установи, від країни до країни.

Надійний контроль небезпек у лабораторії захистить не тільки співробітників лабораторії, людей в будівлі, де розташована лабораторія, а і населення загалом.

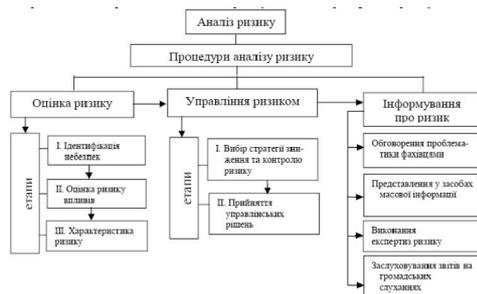


Рис. 2 Аналіз ризику

(інтернет-джерело <https://studfile.net/preview/5198743/page:59/>)

Оцінка ризику є основним елементом процедури аналізу ризику. Метою оцінки ризиків є виявлення небезпек, отримання та узагальнення якісної та кількісної інформації про рівні та наслідки дій шкідливих і небезпечних

чинників на об'єкти впливу та визначення ймовірності наслідків для попередження розвитку несприятливих ефектів і для обґрунтування управлінських рішень щодо зменшення рівня ризику. Процедура оцінки ризику припускає здійснення взаємозв'язаних етапів та має три її найважливіші складові (три етапи): ідентифікація небезпек, оцінка ризику впливу та характеристика ризику

Одним з найбільш корисних інструментів, доступних для проведення оцінювання мікробіологічних ризиків, є перелік груп ризиків, що пов'язані з мікробіологічними агентами. Згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) збудників захворювань, з якими працюють в лабораторіях, поділяють на так звані групи ризику на основі їх властивостей та шляхів природної передавання захворювання. Така класифікація мікроорганізмів враховує здатність інфікувати і спричинити захворювання у сприйнятливих реципієнтів – людини або тварини, вірулентність, вимірювану тяжкістю захворювання, наявність профілактичних заходів й ефективних способів лікування тощо.

Відомості про природні способи інфікування людей допомагають визначити можливі шляхи зараження персоналу в лабораторії і можливий ризик для здоров'я населення. Наприклад, якщо збудник може передаватися з виділеннями слизової оболонки дихального тракту зараженої людини, то працівники лабораторії ризикують заразитися, якщо краплі, що утворюються під час маніпуляцій з таким збудником, потраплять на їхні слизові оболонки. Однак, тяжкість захворювання і шляхи передавання збудника під час роботи з ним в лабораторії можуть відрізнятися від таких характеристик у природному середовищі.

Одним із можливих нетипових способів внутрішньо лабораторного зараження є вдихання інфекційних аерозолів, що утворюються під час проведення певних видів робіт з патогенами. Аерозолі утворюються під час багатьох маніпуляцій, зазвичай не виявляються, дуже легко поширюються з потоком повітря і довго не осідають, тому вони є серйозною небезпекією не тільки для тих, хто безпосередньо працює із збудником, а й для тих, хто перебувають в лабораторії, чи будівлі, де розташована лабораторія.

Розрізняють чотири групи ризику патогенних організмів, які описують небезпекію і для працівників лабораторії, і для населення, за класифікацією Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ):

- *Група ризику 1* (немає небезпекію, або низька індивідуальна та суспільна небезпекію) – мікроорганізми, які потенційно не є збудниками хвороб людини або тварин.

4. Величко О. (2006) Гармонізація національних стандартів: основні завдання та проблеми діяльності ТК : *Стандартизація, сертифікація, якість*, (6), 17-20.
5. Внесок ISO у захист навколишнього середовища : *Стандартизація, сертифікація, якість*. (2009), (4), 51.
6. Вяткін О., Лаврентьева М. (2009) Системи управління якістю в органах виконавчої влади. Практичний досвід : *Стандартизація, сертифікація, якість*, (3), 54-56.
7. Клещев М. Ф., Костиркіна Т. Д., Масалітіна Н. Ю. (2011) Оцінка якості та безпечності продукції. Харків : НТУ «ХПІ», 256.
8. Козловська Т. Ф., Новохатько О. В., Никифорова О. О. (2017) Нормативне забезпечення біотехнологічних виробництв: управління якістю та безпека біотехнологічної продукції: навчальний посібник. Кременчук: Видавництво: КрНУ, 146.
9. Мельник Ю. Ф., Новиков В. М., Школьник Л. С. (2007) Основи управління безпечністю харчових продуктів: навч. посіб. ч.1. Київ, 297.
10. Новиков В., Нікітюк О. (2008) Система управління безпечністю харчових продуктів: Застосування методології«життєвих циклів» : Стандартизація, сертифікація, якість, (2), 50-52.
11. Нормативне забезпечення біотехнологічних виробництв : метод. вказівки щодо виконання лабораторно-практичних робіт для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія», уклад. : Кравченко Н.В., Гнітецький М.О., Подгаєцький А.А. (2024), Суми: СНАУ, 67.
12. Салухіна Н. Г., Язвінська О. М. (2010) Стандартизація та сертифікація товарів і послуг: Підручник. К.: Центр учбової літератури, 336 с
13. Максимович Я.С. та інші (2019) Біобезпека під час біологічних досліджень : навчальний посібник. Київ, 78. ISBN 978-617-7699-00-1.
14. Єдиний перелік біологічних агентів, які становлять або можуть становити небезпеку для здоров'я людини (від 22.02.2023 чинний) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0653-23#Text>



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ



V Міжнародна науково-практична конференція

ПРОБЛЕМИ ТА ДОСЯГНЕННЯ СУЧАСНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ

Харків, Україна, 28 березня 2025

СЕКЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

13.30-14.10

13.30-13.40

**Встановлення
антиоксидантних
властивостей екстрактів,
отриманих з кісточки авокадо**

Арсеній КАЛЕЙНИКОВ, здобувач вищої освіти

Олена ЯРЕМКЕВИЧ, к. б. н., доц. кафедри
технології біологічно активних сполук, фармації та
біотехнології

Національний університет "Львівська політехніка",
м. Львів, Україна

13.40-13.50

**Екологічна біотехнологія та
агродрони**

Діана ЖАЛДАК, здобувач вищої освіти

Наталія КРАВЧЕНКО, д. с.-г. н., професор кафедри
біотехнології та хімії

Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна

Михайло КЛЮЧЕВИЧ, д. с.-г. н., проф., завідувач
кафедри

Інна МОЖАРІВСЬКА, к. с.-г. н., доц.

Кафедра здоров'я природи та якості харчових
продуктів, Державний університет «Житомирська
політехніка», м. Житомир, Україна

13.50-14.00

**Відновлення іонів селеніту
у наночастинки селену за
допомогою *Saccharomyces
cerevisiae* M437**

Марія ПРОЦЕНКО, здобувачка вищої освіти

Оксана СКРОЦЬКА, к. б. н., доц.

Кафедра біотехнології і мікробіології,
Національний університет харчових технологій,
м. Київ, Україна

14.00-14.10

**Залежність біосинтезу
наночастинок срібла від
температури та перспектива
їх використання як
антимікробних сполук**

Валерія МАРЧЕНКО, аспірантка

Євгенія КОРОБИЦІНА, здобувачка вищої освіти

Оксана СКРОЦЬКА, к. б. н., доц.

Кафедра біотехнології і мікробіології,
Національний університет харчових технологій,
м. Київ, Україна

ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

14.10-14.30

Сертифікати учасників конференції та збірка
матеріалів конференції будуть доступні для завантаження на
сайті кафедри біотехнології НФаУ [за посиланням](#)

Екологічна біотехнологія та агродрони

¹Жалдак Д. С., ¹Кравченко Н. В., ²Ключевич М. М., ²Можарівська І. А.

¹Кафедра біотехнології та хімії, Сумський національний аграрний університет,
м. Суми, Україна

²Кафедра здоров'я природи та якості харчових продуктів, Державний університет
«Житомирська політехніка»,
м. Житомир, Україна
kravchenko_5@ukr.net

Сільське господарство - основа продовольчої безпеки, але традиційні методи обробки полів часто спричиняють деградацію ґрунтів, забруднення води та втрату біорізноманіття. З появою агродронів відкрилися нові можливості для екологічно безпечного ведення сільського господарства. Дрони забезпечують точне внесення добрив та засобів захисту рослин, мінімізуючи негативний вплив на природу. Екологічна біотехнологія завдяки агродронам сприяє: зменшенню забруднення ґрунту та води. Традиційне внесення агрохімікатів агротехнікою, або авіацією призводить до надмірного розпилення хімічних речовин, як наслідок потрапляння залишків гербіцидів та пестицидів у водойми; вимивання нітратів у ґрунтові води, забруднення полів через надлишкове використання препаратів.

Дрони працюють за технологією точного землеробства, розпилюючи речовини лише там, де вони потрібні, у мінімально необхідних дозах, а це значно зменшує ризик забруднення ґрунту та водойм.

Традиційна техніка розбризкує хімікати по всій площі, знищуючи не лише шкідників, а й корисних комах (наприклад, бджіл). Агродрони можуть працювати вибірково, обробляючи лише заражені ділянки, що сприяють збереженню популяції корисних комах. Менша кількість хімікатів означає менше негативного впливу на ґрунтові мікроорганізми, що підтримують родючість землі(табл.1).

Агродрони працюють на електричних батареях, що робить їх нульовими забруднювачами під час роботи.

Таблиця 1. Порівняння агродрона з традиційним методом обробки полів (самохідним обприскувачем)

Параметр	Традиційні методи	Агродрони
Точність обробки	Низька (обробляється вся площа)	Висока (обробка лише потрібних ділянок)
Витрати хімікатів	Високі (до 30% втрачається)	Економія до 50% хімікатів
Витрати води	Великі	Зменшення витрат на 90%
Вплив на ґрунт	Ущільнення ґрунту тракторами	Відсутній
Безпека для оператора	Ризик отруєння та аварій	Оператор працює дистанційно

Дрони обладнані GPS-навігацією, датчиками та штучним інтелектом, а це дозволяє: розпізнавати стан рослин та автоматично регулювати дозування препаратів; уникати зайвого використання хімікатів та інше. Трактори під час обробки полів ущільнюють ґрунт, що призводить до його ерозії та зменшення родючості. Дрони працюють у повітрі, не пошкоджуючи землю. Висока ефективність у важкодоступних місцях: у заболочених зонах, де техніка не проїде; на крутих схилах, де трактори неефективні; у садах і виноградниках, обробляючи тільки крони дерев.

В Україні агродрони активно використовують для: обприскування полів економією ресурсів та зменшення негативного впливу. Посів кукультур - особливо ефективно для міжрядного висіву. Моніторингу полів - визначення стану посівів, прогнозування врожайності. Контролю бур'янів - точкове внесення гербіцидів.

Агродрони є необхідними сьогодні і в майбутньому, завдяки штучному інтелекту, який автоматично аналізує стан рослин; використання біопрепаратів замість хімікатів для ще більшої екологічності навколишнього середовища. Покращення енергоефективності батарей, що дозволить працювати довше.

Отже, агродрони – це не просто інноваційна технологія, а справжня екологічна революція у сільському господарстві. Перехід на агродрони - це крок до екологічного, ефективного та прибуткового сільського господарства. Україна має всі можливості стати лідером у використанні цієї технології.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ЙОРДАНІЇ



МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ГОНЧАРІВСЬКІ ЧИТАННЯ»

23-24 травня 2025 року

Суми, Україна

ІВЧЕНКО В. Д., ЖАЛДАК Д.С.

**БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ РОСЛИН:
ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТРИХОГРАМИ З
УРАХУВАННЯМ СТРОКІВ ВНЕСЕННЯ, ДОЗУВАННЯ
ТА ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ**

У сучасному агровиробництві зростає потреба у використанні екологічно безпечних методів захисту рослин, які не завдають шкоди навколишньому середовищу, ґрунтам, водним ресурсам і корисній ентомофауні. Одним із перспективних напрямів такого захисту є біологічний контроль за допомогою ентомофагів, зокрема трихограми (*Trichogramma spp.*). Трихограма — це дрібна перепончатокрила комаха, яка паразитує на яйцях лускокрилих шкідників сільськогосподарських культур. Завдяки своїм унікальним властивостям вона здатна ефективно стримувати розвиток шкідників ще на докладайній стадії, запобігаючи масовим ураженням рослин.[2]

Однак для досягнення високих результатів важливо дотримуватися технологічних норм: визначати оптимальні строки випуску, дози особин на гектар, враховувати вплив погодних умов та біологічні особливості як трихограми, так і цільового шкідника. [1]

Доза внесення трихограми є ключовим параметром, що безпосередньо впливає на ефективність боротьби зі шкідниками. Вона залежить від щільності популяції шкідника, біологічного циклу культури, погодних умов та типу внесення (ручне, за допомогою агродронів або інших технічних засобів). За результатами досліджень встановлено, що внесення менше ніж 50 тис. особин на гектар не забезпечує належного контролю при середньому або високому рівні заселення полів шкідниками. Натомість збільшення дози до 100–150 тис. особин дозволяє досягти високої ефективності — до 90% зниження чисельності шкідника (табл. 1).[5]

Таблиця 1

Вплив дози трихограми на ефективність контролю шкідників

Норма випуску	Ефективність пригнічення шкідника	Коментар
50 тис. особин/га	до 60%	Недостатньо при високій чисельності
100 тис. особин/га	75–85%	Рекомендована середня доза
150–200 тис. особин/га	понад 90%	Для епіфітотійних ситуацій

Точне визначення моменту внесення трихограми — вирішальний чинник у забезпеченні її ефективності. Найвищу результативність досягають тоді, коли трихограму вносять у фазу масового відкладання яєць шкідника, адже саме на цьому етапі вона може максимально ефективно паразитувати. Для цього використовують феромонні пастки або світлові пастки, які фіксують початок льоту метеликів. Зазвичай застосовують 2–3 внесення з інтервалом у 7–10 днів, щоб охопити максимальну кількість яєць (табл. 2).[2]

Таблиця 2

Оптимальні строки внесення трихограми

Фаза розвитку шкідника	Рекомендований період внесення	Примітка
I генерація	Початок яйцекладки	Найвища ефективність
II генерація	Через 7–10 днів після першого внесення	Потрібно для повного охоплення

Ефективність біологічного контролю значною мірою залежить від погодних умов. Трихограма — дуже чутливий організм, і її активність, тривалість життя та розселення можуть значно змінюватися під впливом температури, вологості, швидкості вітру та інсоляції. Найкращі результати досягаються при температурі 20–28 °С, при слабкому вітрі та відсутності опадів. До того ж, сильні дощі у день випуску можуть змити паразитів або призвести до їх загибелі ще до паразитування (табл. 3).[1,5]

Таблиця 3

Вплив екологічних факторів на трихограму

Фактор	Вплив на ефективність	Коментар
Температура (18–28 °С)	Позитивний	Сприятливе середовище
Вітер >5 м/с	Негативний	Перешкоджає рівномірному розподілу
Дощ	Негативний	Знижує виживання особин
Засміченість поля	Варіативний	Залежить від виду бур'янів

На сьогоднішній день одним із найефективніших способів внесення трихограми є використання агродронів, таких як DJI Agras T40. Вони забезпечують рівномірний розподіл біоматеріалу на значних площах у стислі строки, з мінімальним втручанням у структуру посівів. Це особливо важливо в умовах інтенсивного землеробства. Агродрони можуть працювати автономно, що значно зменшує трудовитрати й підвищує точність обробки.[4]

Порівняння біологічного й хімічного методів захисту свідчить про численні переваги першого, особливо в довгостроковій перспективі. Хоча хімічні інсектициди можуть давати швидкий результат, їх застосування часто призводить до загибелі корисної ентомофауни, забруднення довкілля та розвитку резистентності у шкідників. Біологічний метод із використанням трихограми дозволяє уникнути цих проблем, зберігаючи баланс в агроекосистемах.[3]

Порівняльна характеристика методів захисту

Критерій	Біологічний метод (трихограма)	Хімічний захист
Екологічність	Висока	Низька
Вплив на ентомофауну	Мінімальний	Сильний негативний
Ефективність	75–95%	85–98%
Вартість	Помірна	Висока (особливо при повторних обробках)
Ризик резистентності	Відсутній	Високий
Термін очікування перед збиранням	Не потрібен	Є (7–30 днів)

ВИСНОВКИ

Використання трихограми є одним з найефективніших методів біологічного захисту сільськогосподарських культур від лускокрилих шкідників, зокрема кукурудзяного стеблового метелика. Завдяки своїй вузькоспеціалізованій дії, цей ентомофаг забезпечує надійне пригнічення популяції шкідників без негативного впливу на екосистему, людей та корисну ентомофауну.

Порівняно з хімічними засобами захисту, біологічний метод не призводить до розвитку резистентності у шкідників, не залишає залишкових речовин у ґрунті та продукції, не шкодить бджолам та іншим запилювачам. Завдяки цьому трихограма є ключовим інструментом в інтегрованих системах захисту рослин та важливою складовою екологічно безпечного землеробства.

Подальше вдосконалення технологій масового розведення, зберігання та внесення трихограми дозволить розширити масштаби її застосування та підвищити ефективність біологічного контролю в умовах зміни клімату й інтенсифікації агровиробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Діденко О. М. Біологічний захист рослин: методи, агенти, перспективи. — К.: Аграрна наука, 2020.
2. Бойко І. В., Ковальчук С. Г. Трихограма — ентомофаг широкого спектру. // Захист рослин. — 2022. — №3. — С. 18–22.
3. Васильєва Л. І. Технології застосування біопрепаратів у захисті кукурудзи. // АгроСвіт. — 2021. — №12. — С. 10–14.
4. Кулик Н. В., Пархоменко Ю. С. Екологічні аспекти використання агродронів. // Сучасні агротехнології. — 2023. — №1. — С. 33–38.
5. Методичні рекомендації з використання трихограми у господарствах України. — Інститут захисту рослин НААН, 2020.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ
ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ
МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА**

(18-22 листопада 2024 р., м. Суми)

Баранік Д. А. ВПЛИВ МОРФОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БУЛЬБ НА ВРОЖАЙНІСТЬ РІЗНИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ.....	37
Виганяло Г. В., Касатська І. В. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ГМО У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКСПРЕС ТЕСТУ.....	38
Галицький В. О. ЕКОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ УРОЖАЙНОСТІ СОЇ.....	39
Головко Д. М. ІСТОРІЯ ВИНОГРАДУ І ВИНОГРАДАРСТВА.....	40
Жалдак Д. С. ВИКОРИСТАННЯ ТРИХОГРАМИ У БОРОТЬБІ З <i>Ostrinia Nubilalis</i> Hbn. В ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ.....	41
Мироненко В. О. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПИВА: ДОСВІД ПРАТ «ОХТИРСЬКИЙ ПИВОВАРНІЙ ЗАВОД».....	42
Молоданович Я. С. ВЕРМИКУЛЬТИВУВАННЯ, ЯК БІОРЕМЕДІАЦІЯ ГРУНТІВ.....	43
Олійник О. М., Гришак К. О. ВПЛИВ РЕЖИМУ ОСВІТЛЕННЯ НА БУЛЬБООУТВОРЕННЯ ВИРОЩЕНИХ СОРТІВ КАРТОПЛІ З МІНІ БУЛЬБ.....	44
Сердюк О. В. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ЗІ СПРАВЖНЬОГО НАСІННЯ.....	45
Тищенко Є. В., Галицький В. О. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ «АПОЛЛО» ТА «УЛЬТРА» В УМОВАХ БІЛОПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	46
Христенко А. С. СТІЙКІСТЬ МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ ПРОТИ АЛЬТЕРНАРИОЗУТА ФІТОФТОРОЗУ.....	47
Швець Е. І., Шимченко О. П., Лях О. В. РЕАКЦІЯ НА РІЗНІ ТИПИ ТОРОСУМІШІ МЕРИСТЕМНИХ РОСЛИН КАРТОПЛІ (АБО МІНІ БУЛЬБ РІЗНИХ СОРТІВ КАРТОПЛІ) В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ.....	48
Шевич А. С., Горпинченко О. РЕАКЦІЯ ДІЄТИЧНИХ СОРТІВ КАРТОПЛІ НА ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ.....	49
Швець Б. С. БІОЛОГІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	50
Швець Е. І., Кругляк І. В. АДАПТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ РІЗНИХ СОРТІВ КАРТОПЛІ ТА ЇХ РЕАКЦІЯ НА РЕЖИМ ЖИВЛЕННЯ.....	51
Яценко А. В. ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ КАРТОПЛІ.....	52
Авраменко М. О. ОНТОГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЇ <i>SNENORODIUM ALBUM</i> L. В ПОСІВАХ ЗЕРНОВИХ.....	53
Армен С. Е. ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ГЛУХІВСЬКОЇ ТГ МЕТОДОМ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ.....	54
Артеменко Д. В. ОЦІНКИ СТАНУ ПОПУЛЯЦІЇ РІДКІСНОГО ВИДУ <i>PULSATILLA PATENS</i> (L.) MILL. НА ТЕРИТОРІЇ НПП «ДЕСНЯНСЬКО-СТАРОГУТСЬКИЙ».....	55
Аршакян Р. А. ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЛАНДШАФТНИХ ЗАКАЗНИКІВ ПРИКОРДОННИХ ТЕРИТОРІЙ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ КРАСНОПІЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ).....	56
Бердін І. В. ПАРАМЕТРИ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНА АКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОНЯШНИКА ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ ПОСІВУ.....	57
Биваліна В. В. АНАЛІЗ СТАНУ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ.....	58
Богова К. В. ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ.....	59
Богуш А. М. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ГРУНТИ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	60
Бондарев М. А. ПЕРСПЕКТИВИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ПРИРОДНИХ ЗАПЛАВНИХ ЛУК Р. СУЛИ.....	61
Ващенко Є. О. ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД РОМЕНСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	62
Гончаренко А. П. ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В РЛП "СЕЙМСЬКИЙ".....	63
Данченко О. Б. ВІТАЛІТЕТНИЙ АНАЛІЗ ПОПУЛЯЦІЇ РОСЛИН ЛУЧНИХ ФІТОЦЕНОЗІВ р. ПСЕЛ ЗА УМОВ ГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ.....	64
Заїка Д. С. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ МЕТОДАМИ БІОІНДИКАЦІЇ.....	65
Клименко І. М. СТІЙКІСТЬ ПОПУЛЯЦІЇ РІДКІСНОГО ВИДУ <i>DACTYLORHIZA INCARNATA</i> В АНТРОПОГЕННОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	66
Ковальова М. А. ФІТОСОЗОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ВОРОЖБЯНСЬКИЙ».....	67
Коротенко Д. О. СМІТТЄЗВАЛИЩА ЯК ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ В КОНТЕКСТІ ВІЙНИ.....	68
Кочкало В. О. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИРОВИННОГО ПОТЕНЦІАЛУ <i>SOLIDAGO CANADENSIS</i> L. У КОНТЕКСТІ РЕГУЛЯЦІЇ ЧИСЕЛЬНОСТІ ЙОГО ПОПУЛЯЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ ШОСТКИНСЬКОЇ ОТГ.....	69
Лейко С. А. ПОПУЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКИХ ВИДІВ РОСЛИН ЗАПЛАВИ Р. ПСЕЛ У МЕЖАХ М. СУМИ.....	70
Лещенко Д. О. ХАРАКТЕРИСТИКА <i>SOLIDAGO CANADENSIS</i> L. ТА ЙОГО ОНТОГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА В МЕЖАХ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА».....	71

ВИКОРИСТАННЯ ТРИХОГРАМИ У БОРОТЬБІ З *Ostrinia Nubilalis* Hbn. В ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ

Жалдак Д. С., студ. 1м курсу ФАТП, спец. «Біотехнологія та біоінженерія»

Науковий керівник: доц. В. Д. Івченко

Сумський НАУ

Один із актуальних методів біологічного захисту рослин в аграрному секторі полягає у використанні трихограми (*Trichogramma* spp.) — це корисний ентомофаг, який здатний ефективно контролювати чисельність шкідників, зокрема європейського кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Трихограма — це крихітна оса, яка паразитує на яйцях лускокрилих комах. Її основна цінність полягає у здатності відкладати яйця всередині яєць кукурудзяного метелика. Личинка трихограми живиться вмістом яйця *Ostrinia nubilalis*, знищуючи шкідника на ранній стадії розвитку. Механізм дії: Самки трихограми знаходять і відкладають яйця в яйця шкідників. Личинки трихограми розвиваються всередині яєць і харчуються їхнім вмістом, зупиняючи розвиток метелика.

Ефективність трихограми залежить від правильного часу та кількості внесення. Найкращі результати досягаються при своєчасному застосуванні трихограми в період масового відкладання яєць *Ostrinia nubilalis*. Важливо враховувати кліматичні умови та стадію розвитку культури. Рекомендовано проводити декілька заходів із застосуванням трихограми на сезон. Зазвичай перше внесення трихограми здійснюється на початку масового відкладання яєць метелика, а наступні — через 7–10 днів. Кількість випусків залежить від рівня заселення полів шкідниками та погодних умов. Оптимальна норма трихограми на 1 гектар може коливатися в межах 50 000 - 200 000 особин, залежно від рівня шкідника та ступеня ризику.

Для внесення трихограми на поля використовують спеціальні методи та обладнання, що забезпечують ефективно та рівномірне розселення комах. Один із найбільш поширених способів — це авіаційне внесення за допомогою дронів або легкомоторних літаків. Дрони оснащуються спеціальними пристроями для випуску трихограми, що дозволяє точно регулювати дозу та площу обробки, забезпечуючи оптимальне покриття поля. Такий метод особливо ефективний у великих господарствах, де потрібна висока швидкість та точність. Інший метод — ручне внесення, коли трихограму розсипають по полю або встановлюють спеціальні капсули з комахами. Використання трихограми має низку значних переваг. На відміну від хімічних інсектицидів, трихограма не впливає негативно на навколишнє середовище, не забруднює ґрунт, воду чи повітря, і не накопичується в продукції. Трихограма не шкодить іншим корисним комахам або тваринам, таким як бджоли або хижі комахи, що робить цей метод сумісним з іншими біологічними засобами захисту. Менша потреба в застосуванні інсектицидів дозволяє знизити хімічне навантаження на посіви та підвищити якість кінцевої продукції.

В Україні працюють біолабораторії, які займаються виробництвом і розведенням трихограми та інших корисних ентомофагів для біологічного захисту рослин. Ось декілька провідних біолабораторій:

Біолабораторія (м. Вінниця) - підприємство спеціалізується на виробництві трихограми, ентомофагів та біологічних засобів захисту рослин. Їх продукція використовується в багатьох областях України для захисту кукурудзи, соняшнику, сої та інших культур.

ТОВ "Біобаланс" - провідна компанія, що займається біометодом, має власне виробництво та працює в Полтавській, Харківській, Дніпропетровській, Кіровоградській, Черкаській, Київській, Одеській, Чернігівській, Чернівецькій, Сумській, Вінницькій, Житомирській, Рівненській, Хмельницькій, Тернопільській, Івано-Франківській, Львівській областях України.

Дослідження, проведені на полях ТДВ "Племзавод «Михайлівка», показують високий рівень ефективності застосування трихограми для зниження популяції даного шкідника. Було встановлено, що інтеграція цього методу в комплексну систему захисту кукурудзи дозволяє не тільки зменшити хімічне навантаження на агроecosystem, але й підвищити врожайність за рахунок збереження цілісності рослин. В результаті використання трихограми чисельність *Ostrinia nubilalis* Hbn. була знижена на 60-80% порівняно з контрольними ділянками.