

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.02 – МКР. 2188 «С». 2023.11.29. 012 ПЗ

МАРСАКОВ СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ

2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 632.3:632.93:633.16

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
захисту рослин, біотехнологій та
екології**

_____ **Коломієць Ю.В.**

«__» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
Ентомології, інтегрованого захисту та
карантину рослин**

_____ **Доля М.М.**

«__» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Фітосанітарні заходи та контроль посівів кукурудзи від лускокрилих шкідників»

Спеціальність __202 **Захист і карантин рослин**

Освітня програма **Карантин рослин**

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми _____ **д.с.-г. наук, професор Доля М.М.**

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **д.-ф. (Ph.D) Мороз С.Ю**

Виконав

_____ (підпис)

Марсаков С.С.

(ПІБ студента)

КИЇВ-2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Кафедра ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин
Освітній ступінь «Магістр»
Спеціальність 202 Захист і карантин рослин
Освітня програма Карантин рослин**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
ентомології, інтегрованого захисту
та карантину рослин
_____ Доля М.М.
« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання кваліфікаційної роботи студенту

Марсакову Сергію Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Фітосанітарні заходи та контроль посівів кукурудзи від лускокрилих шкідників»
керівник роботи проф., доктор філософії (Ph.D) Мороз С.Ю.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
2. Строк подання студентом роботи 15 листопада 2024 року
3. Вихідні дані до роботи лускокрилі фітофаги, кукурудза
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - 4.1. уточнити видовий склад та домінуючі види лускокрилих шкідників в посівах кукурудзи в умовах господарства АПОП «Великобухівське»;
 - 4.2. встановити вплив хімічних інсектицидів на заселеність основними лускокрилими фітофагами у посівах кукурудзи;
 - 4.3. встановити ефективність застосування сучасних інсектицидів агродромом проти лускокрилих фітофагів;
 - 4.4. визначити економічну ефективність системи захисту кукурудзи із застосуванням агродрону.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Мороз С.Ю.		
2	Мороз С.Ю.		
3	Мороз С.Ю.		
4	Мороз С.Ю.		

6. Дата видачі завдання 1 вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів випускної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Опрацювання наукових джерел	Вересень-жовтень	
2	Визначення методики проведення досліджень	Листопад-грудень	
3	Підготовка засобів та матеріалів для закладання досліду	Лютий-березень	
4	Посів кукурудзи	Квітень-травень	
5	Проведення моніторингу чисельності фітофагів	Червень-липень	
6	Облік урожаю та визначення ефективності інсектицидів	Вересень-жовтень	

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

Марсаков С.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Мороз С.Ю.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема: Фітосанітарні заходи та контроль посівів кукурудзи від лускокрилих шкідників

Текст: сторінок – 56, таблиць – 9, рисунків – 12, використано джерел – 67.

Об'єкт дослідження: кукурудза.

Предмет дослідження: лускокрилі комахи-фітофаги.

Коротко результати: Дослідження, проведені у 2024 році на виробничих посівах кукурудзи господарства АПОП "Великобухівське", підтвердили високу ефективність використання феромонних пасток для моніторингу чисельності лускокрилих комах-фітофагів та доцільність застосування хімічних інсектицидів для їх контролю. Завдяки феромонним пасткам, таким як РН-668-1RR, РН-554-1RR і РН-460-1RR, було проведено ефективний моніторинг чисельності ключових шкідників: кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis*), лучного метелика (*Loxostege sticticalis*) та бавовникової совки (*Helicoverpa armigera*). Вивчення ефективності трьох інсектицидів Кораген 20 КС, Ампліго 150 ЗС та Вантекс МК.С. забезпечило ефективний контроль чисельності гусениць. Найвищу ефективність продемонстрував препарат Кораген 20 КС, який забезпечив зниження гусениць на 93,1%. Ампліго 150 ЗС також виявив високу ефективність, яка склала 91,6%. Водночас Вантекс МК.С. показав найменш виражений ефект.

ВСТУП

Актуальність теми. Кукурудза є однією з ключових зернових культур України, що займає важливе місце в аграрному виробництві завдяки високій урожайності, своїй універсальності як сировини та значному експортному потенціалу. Однак вирощування кукурудзи супроводжується ризиками втрат урожаю, спричинених шкідливою діяльністю фітофагів, зокрема лускокрилих комах, таких як кукурудзяний стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis*), лучний метелик (*Loxostege sticticalis*) та бавовникова совка (*Helicoverpa armigera*). Ці шкідники можуть знижувати урожайність кукурудзи на 15–30%, спричиняючи значні економічні втрати для сільськогосподарських підприємств. Тому забезпечення ефективного моніторингу та контролю їх чисельності надзвичайно актуальним завданням сучасного сільського господарства.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження було розробити та оцінити ефективність системи фітосанітарних заходів для контролю чисельності лускокрилих комах-фітофагів у посівах кукурудзи в умовах господарства АПОП "Великобухівське".

Досягнення мети здійснювалося шляхом вирішення наступних завдань:

- уточнити видовий склад та домінуючі види лускокрилих шкідників в посівах кукурудзи в умовах господарства АПОП «Великобухівське»;
- встановити вплив хімічних інсектицидів на заселеність основними лускокрилими фітофагами у посівах кукурудзи;
- встановити ефективність застосування сучасних інсектицидів агродроном проти лускокрилих фітофагів;
- визначити економічну ефективність системи захисту кукурудзи із застосуванням агродрону.

Об'єкт дослідження – популяції домінуючих лускокрилих комах-фітофагів у посівах кукурудзи.

Предмет дослідження – фітосанітарні заходи, спрямовані на моніторинг і контроль лускокрилих комах-фітофагів у посівах кукурудзи

Методи досліджень включали польові спостереження, облік вилову імаго за допомогою феромонних пасток, підрахунок чисельності гусениць шкідників у посівах, а також економічний аналіз, спрямований на оцінку ефективності системи захисту. Використання феромонних пасток дозволило здійснити точний моніторинг популяцій шкідників, що стало основою для визначення оптимальних термінів застосування інсектицидів. Ефективність інсектицидів оцінювали за технічними (зменшення чисельності гусениць) і економічними (чистий дохід, порівняно з контрольним варіантом) показниками. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою дисперсійного аналізу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні ефективної системи захисту кукурудзи від лускокрилих шкідників, яка забезпечує мінімізацію втрат урожаю та підвищення економічної ефективності виробництва. Зокрема, використання феромонних пасток дозволяє своєчасно виявляти періоди активного льоту шкідників і оптимізувати терміни застосування хімічних препаратів, що зменшує навантаження на довкілля та забезпечує раціональне використання ресурсів. Дані про ефективність інсектицидів можуть бути застосовані для складання системи захисту із врахуванням результатів дослідів.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота викладена на 56 сторінках комп'ютерного тексту і складається з вступу, 4 розділів, висновків та списку використаних джерел. Дипломна робота містить 9 таблиць, 12 рисунків, список посилань складається з 67 джерел, з яких 34 латиницею.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Роль кукурудзи в харчовій галузі.....	9
1.2. Використання кукурудзи у кормовиробництві.....	9
1.3. Значення кукурудзи у промисловості та енергетиці.....	10
1.4. Економічне значення кукурудзи	11
1.5. Світове виробництво кукурудзи: структура та тенденції.....	11
1.5.1. Вирощування кукурудзи в Україні: структура та динаміка	13
1.6. Виклики у вирощуванні кукурудзи	14
1.6.1. Перспективи розвитку вирощування кукурудзи	15
1.7. Ентомокомплекс кукурудзи в Україні	16
1.8. Світовий досвід захисту посівів кукурудзи від лускокрилих шкідників ..	19
1.9. Методи моніторингу лускокрилих фітофагів кукурудзи.....	23
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1. Характеристика місця проведення досліджень.....	28
2.2. Характеристика ґрунтів в умовах господарства АПОП «Великобухівське»	31
2.3. Методи досліджень	33
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
3.1. Моніторинг лускокрилих комах-фітофагів на виробничих посівах господарства АПОП «Великобухівське»	37
3.2. Оцінка ефективності захисних заходів у досліді в умовах господарстві АПОП «Великобухівське».....	39
3.3. Економічна ефективність системи захисту кукурудзи від лускокрилих комах-фітофагів у господарстві АПОП "Великобухівське"	42
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ГОСПОДАРСТВІ АПОП "ВЕЛИКООБУХІВСЬКЕ"	44
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль кукурудзи в харчовій галузі

Кукурудза відіграє ключову роль у забезпеченні населення продовольством завдяки своїй універсальності та високій поживній цінності. Вона є основним джерелом вуглеводів для мільйонів людей у країнах Азії, Африки та Латинської Америки. Борошно використовується для приготування традиційних страв, таких як тортильяс у Мексиці, кукурудзяний хліб в Африці та полента в Європі. Ця культура є також основою багатьох продуктів промислового виробництва, таких як закуски, каші, кондитерські вироби та дитяче харчування [21].

Кукурудзяна олія, отримана з зародків зерна, має високий вміст корисних жирів, що сприяють нормалізації рівня холестерину в крові. Вона широко використовується в кулінарії та косметології завдяки своїм антиоксидантним властивостям [21].

Кукурудзяний крохмаль незамінний компонент у виробництві десертів, соусів, заморожених продуктів і консервів. Його висока в'язкість забезпечує стабільну структуру продуктів, що робить його популярним загусником у харчовій промисловості [20].

Іншою важливою сферою є виробництво кукурудзяного сиропу, який є дешевим і ефективним підсолоджувачем для напоїв, джемів і випічки, яке особливо поширене в США, де вона є основною сировиною для виготовлення сиропу з високим вмістом фруктози.

Важливість кукурудзи в харчовій галузі зростає з розвитком технологій переробки. Її універсальність забезпечує доступність для споживачів із різних соціальних груп та регіонів світу [32].

1.2. Використання кукурудзи у кормовиробництві

Доцільно відміти важливість цієї культури для світової кормової галузі завдяки високій енергетичній цінності та поживності. Вона забезпечує ефективне годування великої рогатої худоби, свиней та птиці, що дозволяє досягати високих показників продуктивності у м'ясо-молочному виробництві [24].

Зерно кукурудзи є джерелом легко засвоюваних вуглеводів, які становлять до 70% її складу. Завдяки цьому воно є основною складовою комбікормів для тваринництва. Крім того, кукурудза містить білки (9%), вітаміни групи В (особливо В1 і В6) і мінерали, такі як фосфор і калій, які сприяють здоровому росту та розвитку тварин.

Кукурудзяний шрот, побічний продукт після вилучення олії, має високий вміст білків і є незамінним компонентом комбікормів, дозволяє підвищувати продуктивність тварин, зокрема молочну віддачу у корів і приріст ваги у свиней.

В Україні кукурудза є основою комбікормової промисловості, забезпечуючи понад 40% загального виробництва кормів. Це є важливим фактором для розвитку галузей тваринництва, особливо в умовах зростання експорту продукції аграрного сектору.

Зростання глобального попиту на м'ясо та молочні продукти стимулює подальше використання кукурудзи у кормовій галузі. Інновації у генетиці кукурудзи, спрямовані на підвищення її поживної цінності, сприятимуть підвищенню її ефективності [7].

1.3. Значення кукурудзи у промисловості та енергетиці

Кукурудза є важливою сировиною для багатьох галузей промисловості, включаючи хімічну, текстильну, фармацевтичну та енергетичну. Її універсальність забезпечує зростаючий попит у технологічно розвинених країнах.

Одним із ключових напрямків використання кукурудзи є виробництво біоетанолу. У США до 35% зерна кукурудзи спрямовується на виготовлення цього екологічного палива, як добавка до бензину. Це дозволяє зменшувати викиди парникових газів і знижувати залежність від викопного палива [8].

Кукурудзяний крохмаль широко застосовується у промисловості, зокрема, у виробництві клеїв, паперу, текстильних виробів і фармацевтичних препаратів. Завдяки високій в'язкості та здатності до формування плівки крохмаль є незамінним інгредієнтом у багатьох технологічних процесах [9].

Іншим важливим напрямком є виробництво біорозкладних матеріалів. Полілактид, отриманий із кукурудзи, використовується для виготовлення упаковки, яка розкладається без шкоди для довкілля. Це сприяє переходу до циркулярної економіки та зменшенню рівня забруднення пластиком [22].

1.4. Економічне значення кукурудзи

Кукурудза є однією з найважливіших експортних культур для України, забезпечуючи значні валютні надходження до бюджету країни. Її економічна значущість зумовлена високим попитом на світовому ринку та конкурентною ціною [5].

У 2022 році Україна виробила близько 35 млн тонн кукурудзи, з яких понад 65% було експортовано. Основними ринками збуту стали ЄС, Китай, Єгипет і Туреччина, які високо цінують якість українського зерна .

Кукурудза забезпечує стабільність валютних надходжень, сприяючи розвитку агропромислового комплексу. Крім того, вона є важливим елементом продовольчої безпеки країни, забезпечуючи населення харчовими продуктами та кормами для тваринництва [23].

На внутрішньому ринку кукурудза використовується для виробництва біоетанолу, комбікормів і харчових продуктів. Її широке застосування у різних галузях створює робочі місця та стимулює розвиток суміжних секторів економіки.

Зростання світового попиту на кукурудзу в найближчі десятиліття, зумовлене збільшенням чисельності населення та розвитком інновацій у переробці, відкриває нові можливості для розширення експорту. Україна має всі передумови для зміцнення своїх позицій на світовому ринку, забезпечуючи стабільний економічний розвиток [4].

1.5. Світове виробництво кукурудзи: структура та тенденції

Світове виробництво кукурудзи є однією з найважливіших складових глобального агропромислового комплексу. Щорічно вирощується понад 1,2 млрд

тонн кукурудзи, що робить цю культуру ключовою в забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки. Найбільшим виробником залишається США, де кукурудза є основною зерновою культурою. У 2022 році обсяги виробництва становили понад 384 млн тонн, що дорівнює приблизно третині світового обсягу. Головним призначенням урожаю є виробництво кормів, біоетанолу, а також харчових продуктів [38].

Китай, другий за обсягами виробник, орієнтований здебільшого на внутрішнє споживання. Його річне виробництво кукурудзи перевищує 277 млн тонн. Кукурудза забезпечує кормову базу для тваринництва та є стратегічним ресурсом для харчової промисловості.

У Південній Америці лідирують Бразилія та Аргентина, виробляючи разом близько 170 млн тонн. Ці країни орієнтуються на експорт, забезпечуючи значну частину попиту ринків Європи, Азії та Африки [39].

Україна також входить до топ-5 виробників, виробляючи близько 42 млн тонн щорічно. Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам, високій урожайності та доступу до міжнародних ринків Україна забезпечує приблизно 10% світового експорту (рис. 1.1.) [31].

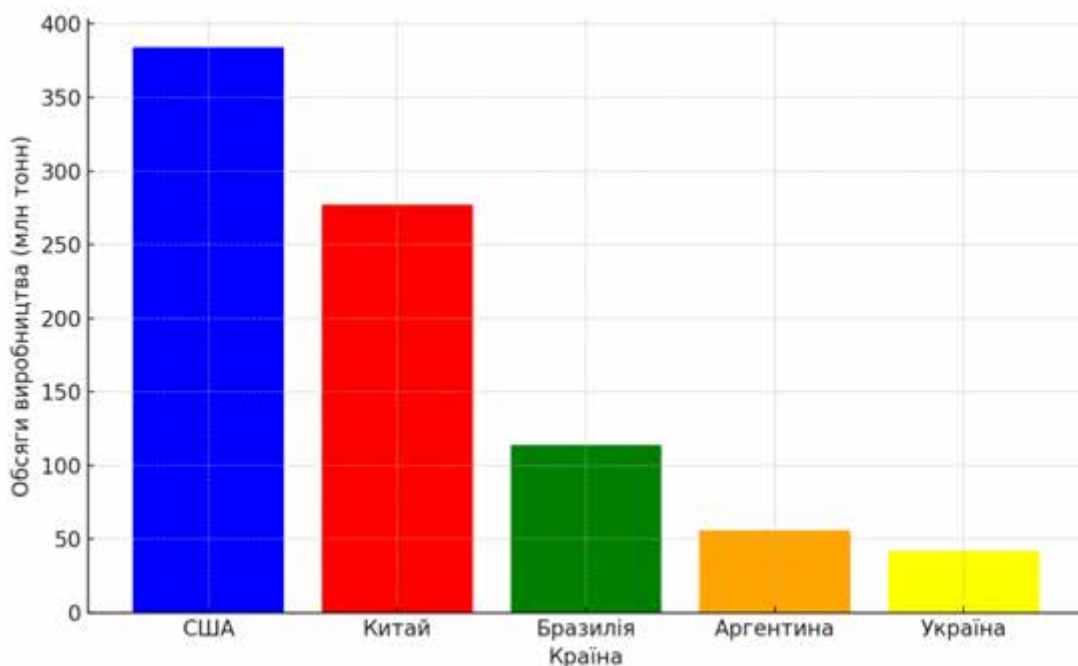


Рис. 1.1. Обсяги валового збору країнами-лідерами по вирощування кукурудзи [31]

Глобальні тенденції включають інтенсифікацію виробництва через впровадження високопродуктивних сортів, розвиток технологій точного землеробства та зростання попиту на біоетанол. Крім того, розширення посівних площ у країнах Африки та Південної Америки свідчить про адаптацію виробництва до змін клімату [47].

1.5.1. Вирощування кукурудзи в Україні: структура та динаміка

Україна є одним із найбільших виробників кукурудзи в Європі та світі. За останнє десятиліття площі під цією культурою значно зросли, відображаючи стратегічну важливість кукурудзи для українського агросектору. Якщо у 2010 році посівні площі становили 3,5 млн га, то в 2020 році вони збільшилися до 5,7 млн га, демонструючи стабільну динаміку приросту на 57% (рис. 1.2) [31].

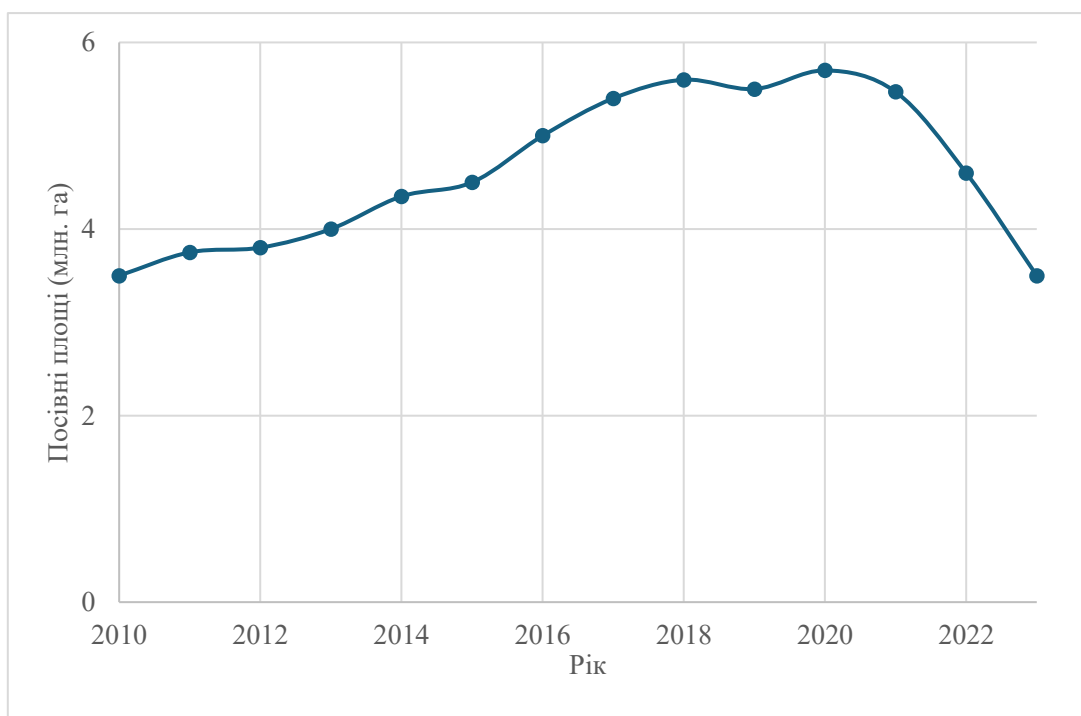


Рис. 1.2. Динаміка зміни площ посівів кукурудзи в Україні за 2010-2023 рр. [31]

Основні регіони вирощування кукурудзи зосереджені у центральній Україні. Полтавська, Черкаська та Вінницька області займають провідні позиції, забезпечуючи понад 30% загального обсягу виробництва. У цих регіонах оптимальне поєднання ґрунтово-кліматичних умов дозволяє отримувати високі врожаї [11].

Середня урожайність кукурудзи в Україні в 2023 році досягла 7,2 т/га, що відповідає світовим стандартам. Це стало можливим завдяки широкому впровадженню сучасних гібридів, систем краплинного зрошення та науково-обґрунтованій системі живлення. Важливою перевагою українського виробництва є доступ до чорноземів, які забезпечують природно високу продуктивність культур [6].

Основним напрямком використання української кукурудзи є експорт. Близько 75% зібраного врожаю експортується до країн ЄС, Китаю та Північної Африки. При цьому спостерігається стабільне зростання попиту на українську продукцію, що пояснюється її якістю та конкурентною ціною [25].

Таким чином, вирощування кукурудзи в Україні залишається одним із найбільш перспективних сегментів сільського господарства.

1.6. Виклики у вирощуванні кукурудзи

Вирощування кукурудзи в сучасних умовах стикається з низкою серйозних викликів, які потребують оперативних рішень. Однією з головних проблем є зміни клімату. Висока температура повітря та нерівномірний розподіл опадів призводять до стресу рослин та зниження врожайності. Посухостійкі сорти кукурудзи поки що не повністю вирішують проблему через високу залежність від погодних умов [1].

Другою важливою проблемою є шкідники та хвороби. Поширення кукурудзяного стеблового метелика, злакових попелиць та іржастих грибів завдають значної шкоди посівам. Водночас ефективність традиційних методів боротьби з ними поступово знижується через адаптацію шкідників до пестицидів.

Економічні фактори також чинять значний вплив на вирощування кукурудзи. Зростання цін на добрива, насіння та паливо збільшує собівартість виробництва, що, своєю чергою, впливає на конкурентоспроможність продукції на світових ринках. Коливання цін на зерно також створюють невизначеність для фермерів, які орієнтуються на експорт [14].

Додаткові виклики стосуються логістики, особливо в умовах війни та глобальної нестабільності. Українські фермери стикаються з труднощами експорту через блокування портів та зростання вартості перевезень.

Для подолання цих викликів необхідно впроваджувати інноваційні рішення, такі як точне землеробство, генетично модифіковані сорти, ефективні пестициди та адаптивні системи управління зрошенням [13].

1.6.1. Перспективи розвитку вирощування кукурудзи

Перспективи розвитку вирощування кукурудзи як в Україні, так і у світі є досить оптимістичними. Одним із ключових напрямків є інтенсифікація виробництва. В Україні впровадження сучасних агротехнологій, зокрема точного землеробства, дозволить підвищити врожайність до 8-9 т/га у найближчі роки.

Розширення експортного потенціалу залишається важливим фактором. Українська кукурудза є затребуваною на ринках ЄС, Китаю та Африки. Очікується, що збільшення обсягів переробки, включно з виробництвом біоетанолу, сприятиме зростанню доходів аграріїв.

На світовому рівні перспективи зосереджені на розширенні посівних площ, зокрема в Африці, де кукурудза може стати важливим джерелом продовольства. Також планується збільшення вирощування кукурудзи саме для виробництва біопалива, що особливо актуально у контексті пошуку альтернативних енергоресурсів.

Серйозним викликом залишається адаптація до кліматичних змін. Інвестиції в селекцію посухостійких сортів та розробка адаптивних агротехнологій мають стати пріоритетом для багатьох країн.

Таким чином, кукурудза не лише зберігатиме своє значення як стратегічна культура, але й посилюватиме роль у забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки [29].

1.7. Ентомокомплекс кукурудзи в Україні

Ентомокомплекс кукурудзи в Україні охоплює численні види шкідників із різних рядів комах, які завдають шкоди як вегетативним частинам рослини, так і зерну. Їхня активність значно впливає на врожайність, якість продукції та економічну ефективність вирощування кукурудзи. Шкідники включають представників рядів Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Diptera та Orthoptera (рис. 1.3) [52].

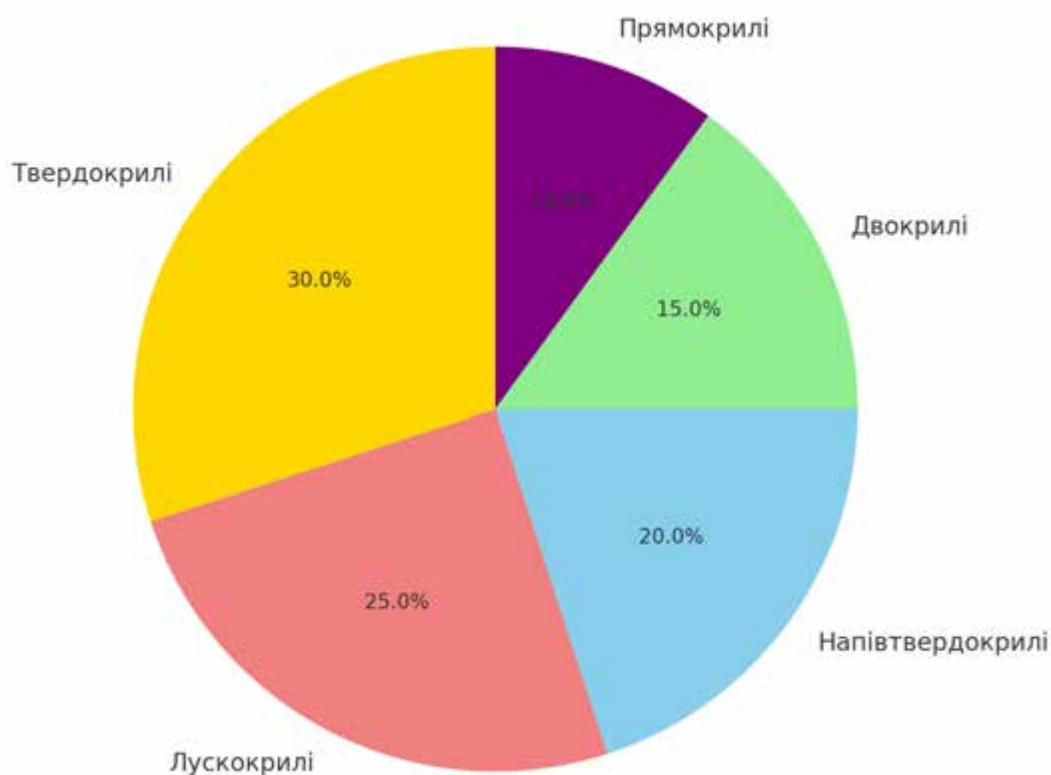


Рис. 1.3. Структура ентомокомплексу комах-фітофагів кукурудзи в Україні [52]

Графік ілюструє структуру ентомокомплексу кукурудзи в Україні, розподіляючи шкідників за основними таксономічними групами: твердокрилі (Coleoptera), лускокрилі (Lepidoptera), напівтвердокрилі (Hemiptera), двокрилі

(Diptera) та прямокрилі (Orthoptera). Кожна група представлена різною часткою, що свідчить про різний рівень шкоди, яку завдають ці шкідники, а також їх біологічну різноманітність та екологічні ніші в агроценозі кукурудзи [37; 55; 64].

Твердокрилі 30% ця група займає найбільшу частку в структурі ентомокомплексу. Вона включає західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera*), який є одним із найбільш небезпечних шкідників кукурудзи. Його значна частка пояснюється високою адаптивністю до різних умов і серйозним впливом на врожайність.

Лускокрилі 25% серед представників цієї групи особливу увагу привертають кукурудзяний стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis*) та озима совка (*Agrotis segetum*). Лускокрилі шкідники є критичними на етапі розвитку стебел і волоті, що призводить до серйозних втрат урожаю.

Напівтвердокрилі 20% ця група включає злакові попелиці (наприклад, *Rhopalosiphum maidis*), які часто виступають не лише як прямі шкідники, але і як переносники вірусних хвороб. Це підвищує їхню загальну небезпеку для посівів кукурудзи.

Двокрилі 15% злакові мушки (*Oscinella frit* та інші) впливають на розвиток рослин, знижуючи якість і кількість урожаю, хоча їх загальний вплив трохи менший порівняно з іншими групами.

Прямокрилі 10% остання група, представлена саранчовими (*Locusta migratoria*), має менший відсоток, але при цьому залишається небезпечною через високий рівень знищення біомаси за умов масового розмноження [34; 41; 61].

Графік показує, що серед різних груп шкідників твердокрилі та лускокрилі є найважливішими з точки зору контролю, оскільки вони завдають найбільшої шкоди врожаю. Залежно від частки кожної групи, можна визначити пріоритети у виборі методів захисту та складання інтегрованої системи управління шкідниками.

Твердокрилі (Coleoptera). Західний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera virgifera*) є одним із найнебезпечніших шкідників кукурудзи у світі, що активно поширюється в Україні. Личинки живляться коренями рослин, що призводить до

втрати стійкості до вилягання, зниження поглинання вологи й поживних речовин. Імаго пошкоджують листя, пилок і молоді качани, що знижує репродуктивний потенціал культури [41; 51; 57; 59]

Для боротьби із західним кукурудзяним жуком доцільно впроваджувати науково-обґрунтовані сівозміни, оскільки цей шкідник є вузькоспеціалізованим і вимагає наявності кукурудзи для розмноження. Високоєфективним є застосування інсектицидів на стадії личинок і імаго, а також вирощування стійких до ураження гібридів.

Лускокрилі (Lepidoptera). Кукурудзяний стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis*) пошкоджує стебла, качани та листя кукурудзи. Личинки проникають у тканини рослини, утворюючи ходи, які знижують механічну стійкість стебел і сприяють вторинному зараженню грибковими патогенами, такими як *Fusarium spp.*. Ураження призводить до значних втрат врожаю, особливо за високої популяції шкідника.

Іншим небезпечним видом є озима совка (*Agrotis segetum*), яка пошкоджує молоді сходи, особливо у фазі 2-4 листків. Гусінь цього шкідника є поліфагом і здатна швидко знищувати рослини в умовах масового розмноження.

Для боротьби з лускокрилими шкідниками застосовують агротехнічні заходи, такі як знищення рослинних решток і глибока оранка, що зменшує популяцію зимуючих стадій. Ефективним є внесення трихограми, яка паразитує на яйцях фітофага [40; 56].

Напівтвердокрилі (Hemiptera). Злакові попелиці (*Rhopalosiphum maidis*) є основними шкідниками кукурудзи в Україні. Вони висмоктують соки з листя, стебел та качанів, що призводить до ослаблення рослин, зниження фотосинтетичної активності й деформації зерна. Попелиці також є переносниками вірусів, таких як вірус смугастої мозаїки кукурудзи, що суттєво ускладнює вирощування культури.

Моніторинг популяції попелиць і залучення природних ворогів, таких як хижі комахи та паразитоїдні оси, є важливими елементами інтегрованої боротьби. У разі високої чисельності застосовуються системні інсектициди.

Двокрилі (Diptera). Злакові мушки (*Oscinella frit*) пошкоджують молоді рослини на ранніх стадіях розвитку. Личинки проникають у точки росту, що призводить до формування недорозвинених качанів або загибелі рослин. Особливо значна шкода спостерігається в умовах підвищеної вологості та низьких температур, які сприяють розвитку шкідника.

Профілактичні заходи включають дотримання сівозміни, протруювання насіння та своєчасне знищення бур'янів.

Прямокрилі (Orthoptera). Саранчові (*Locusta migratoria*) в окремі роки викликають значну шкоду кукурудзі, особливо в південних регіонах України. Масові нашествия цього шкідника здатні знищувати великі площі посівів за короткий час.

Контроль популяції саранчі здійснюється шляхом моніторингу чисельності та обробки посівів інсектицидами під час масового розмноження.

Розмаїття ентомокомплексу кукурудзи в Україні вимагає комплексного підходу до захисту рослин. Ефективна інтегрована система управління шкідниками, яка включає агротехнічні, біологічні та хімічні методи, дозволяє мінімізувати економічні втрати та знизити екологічний вплив агроєкосистем. Інноваційні підходи, такі як впровадження у виробництво біологічних агентів та прогнозування появи шкідників, є перспективними для сталого розвитку сільського господарства України.

1.8. Світовий досвід захисту посівів кукурудзи від лускокрилих шкідників

Лускокрилі шкідники є однією з найсерйозніших загроз для посівів кукурудзи у світі. Зокрема, такі види, як кукурудзяний стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis*), озима совка (*Agrotis segetum*), бавникова совка (*Helicoverpa armigera*), значно знижують врожайність, погіршують якість зерна і сприяють поширенню патогенів. Щорічні втрати світової економіки від пошкодження кукурудзи цими шкідниками оцінюються у десятки мільярдів доларів.

Хімічний захист залишається найефективнішим методом боротьби з лускокрилими шкідниками, забезпечуючи швидку реакцію на спалахи їх чисельності. У сучасних системах управління шкідниками інтеграція хімічних, біологічних і агротехнічних методів дозволяє досягати екологічно безпечного та економічно вигідного результату.

Кукурудзяний стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis*) є найбільш шкодочинним для кукурудзи в регіонах з помірним кліматом. Гусениці пошкоджують стебла, качани та зерно, створюючи умови для проникнення грибкових інфекцій, зокрема *Fusarium* spp. [42].

Озима совка (*Agrotis segetum*) шкідник вражає насіння та молоді рослини. Личинки совки спричиняють зрив розвитку рослин і зниження щільності посівів.

Бавникова совка (*Helicoverpa armigera*) пошкоджує качани та зерно кукурудзи, створюючи механічні ушкодження, які стають джерелом інфекцій і знижують якість продукції.

Лучний метелик (*Loxostege sticticalis*) шкідник здатний швидко мігрувати, завдаючи шкоди листям рослин, що впливає на фотосинтетичну активність і загальну продуктивність культури.

Найбільш розповсюдженими та ефективними методами контролю чисельності лускокрилих фітофагів виділяють, хімічний захист, зокрема, інсектициди, які є основою для боротьби з лускокрилими та іншими шкідниками кукурудзи. Їхній механізм дії полягає в прямому знищенні шкідників або пригніченні їхнього розвитку [44; 45; 54; 60].

До основних груп інсектицидів належать препарати з таких хімічних класів, як: органофосфати (д.р. хлорпірифос, диметоат): ефективні проти широкого спектра лускокрилих, піретроїди (д.р. альфа-циперметрин, ламбда-цигалотрин): швидка дія та тривалий ефект захисту, неонікотиноїди (д.р. імідаклопрід, тіаметоксам): високефективні для контролю лускокрилих на стадіях гусениці.

Хімічні засоби широко застосовуються в США, Китаї, Бразилії та країнах ЄС, де застосовуються інтегровані системи управління шкідниками (ІРМ). Згідно

зі статистикою, близько 70% посівів кукурудзи у світі щорічно обробляються інсектицидами (рис. 1.4.) [3; 18]..

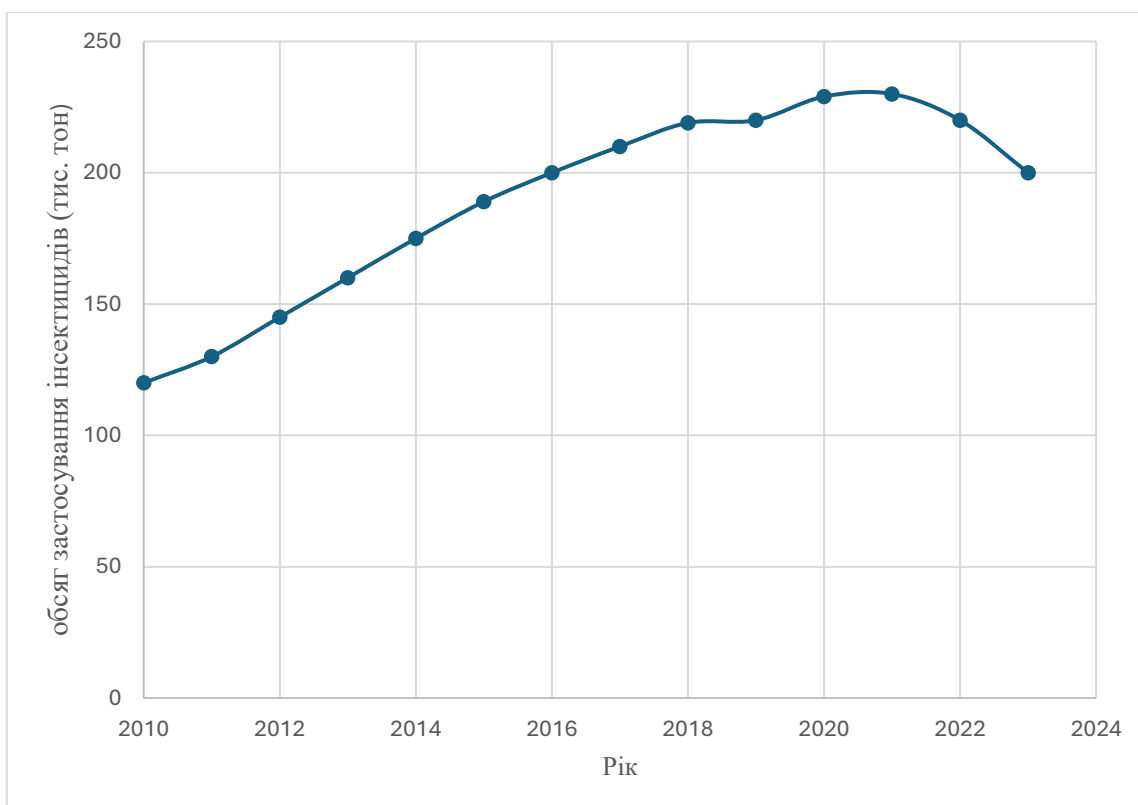


Рис. 1.4. Динаміка застосування інсектицидів у посівах кукурудзи у світі (2010-2023 рр.) [3; 18]

Динаміка застосування інсектицидів показує зміну обсягів застосовування інсектицидів у світі для посівів кукурудзи проти лускокрилих шкідників за період 2010–2023 років, демонструє зростання до 2016 року та стабілізацію у 2022. Це пов'язано із впровадженням альтернативних методів контролю та суворішими екологічними нормами та світовими кризами

Біопрепарати на основі бактерій (*Bacillus thuringiensis*) та впровадження у систему захисту ентомофагів, зокрема трихограми та паразитичних ос ефективні для регулювання чисельності *Ostrinia nubilalis* та інших шкідників. У США та країнах ЄС трихограма активно вноситься на великих площах, контролюючи популяції шкідників на рівні 75% [66].

Сівозміна, обґрунтований вибір строків сівби, обробка ґрунту, знищення поживних залишків значно знижують ризики масового поширення шкідників.

Генетично модифіковані культури, такі як Bt-кукурудза, синтезують токсини, які знищують лускокрилих шкідників. У 2022 році Bt-кукурудза займала 33% світових посівних площ кукурудзи [12].

Таблиця 1.1. Ефективність методів боротьби з лускокрилими шкідниками кукурудзи

Метод	Ефективність (%)	Екологічна безпека	Застосовність у масштабах
Хімічний захист	85–95	Середня	Висока
Біологічний контроль	60–80	Висока	Середня
Агротехнічні заходи	50–70	Висока	Висока
Генетично модифіковані	70–90	Висока	Висока

Згідно з даними FAO, застосування інсектицидів у сільському господарстві, включаючи обробку посівів кукурудзи, демонструє стабільне зростання [19]. У 2022 році загальний обсяг застосованих інсектицидів досяг 3,7 мільйонів тонн, що на 4% більше, ніж у 2021 році, і це вдвічі більше порівняно з 1990 роком. За останнє десятиліття застосування інсектицидів зросло на 13%, що пов'язано зі збільшенням площ оброблюваних культур, включаючи кукурудзу, та інтенсивнішим застосуванням хімічних засобів захисту рослин через зміну кліматичних умов і поширення шкідників [2].

Кукурудзяний стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis*) та бавникова совка (*Helicoverpa armigera*) є ключовими лускокрилими шкідниками, проти яких застосовуються інсектициди. У країнах Європи та Північної Америки домінують піретроїди, органофосфати та неонікотиноїди. Поряд із хімічними методами, збільшується частка біопестицидів. Наприклад, у регіонах Океанії біопестициди становлять до 44% від загального обсягу інсектицидів, що свідчить про тенденцію до більш екологічних підходів [50; 63; 67].

Зростання обсягів застосування з 1990 року застосування збільшилося вдвічі, що відображає як збільшення сільськогосподарських площ, так і

посилення потреби у боротьбі зі шкідниками через екстремальні кліматичні умови.

Найбільше зростання відбулося в Азії та Америці, тоді як у Європі спостерігається їх скорочення на -5% з 1990 року, що пояснюється впровадженням більш суворих екологічних стандартів [46; 49].

У багатьох країнах активно зростає частка біопестицидів, які є екологічно безпечнішими та мають менший вплив на довкілля.

Дані свідчать, що ефективне застосування інсектицидів залишається критично важливим для збереження врожайності кукурудзи, однак для досягнення стійкого сільського господарства необхідно впроваджувати інтегровані підходи захисту рослин [35; 36; 53].

1.9. Методи моніторингу лускокрилих фітофагів кукурудзи

Ефективний контроль за популяцією фітофагів дозволяє не лише зменшити втрати врожаю, а й знизити застосування пестицидів, забезпечуючи екологічно раціональне управління агроценозами. У цьому розділі розглядаються традиційні та сучасні методи моніторингу, включно з технологіями штучного інтелекту (ШІ) та агродронів, які стрімко впроваджуються у сільськогосподарську практику [10].

Так, візуальне обстеження полів полягає у регулярному візуальному огляді рослин на наявність шкідників чи пошкоджень, характерних для лускокрилих фітофагів, таких як *Ostrinia nubilalis* (стебловий метелик). Зазвичай визначається індекс пошкодження рослин, після чого оцінюється економічний поріг шкідливості (ЕПШ). Візуальні методи залишаються основою для прийняття рішень щодо застосування інсектицидів, проте вони мають низку недоліків, зокрема суб'єктивність та низьку точність.

Феромонні пастки дозволяють контролювати популяції лускокрилих шкідників за допомогою синтетичних статевих феромонів. Ці пастки високочутливі до самців шкідників і використовуються для оцінки динаміки їх чисельності. Сучасні феромонні пастки оснащені датчиками, що фіксують

кількість уловлених комах, а результати моніторингу можуть передаватися у реальному часі до центральної бази даних, порівняльна характеристика ефективності різних типів пасток (рис. 1.5) [28].

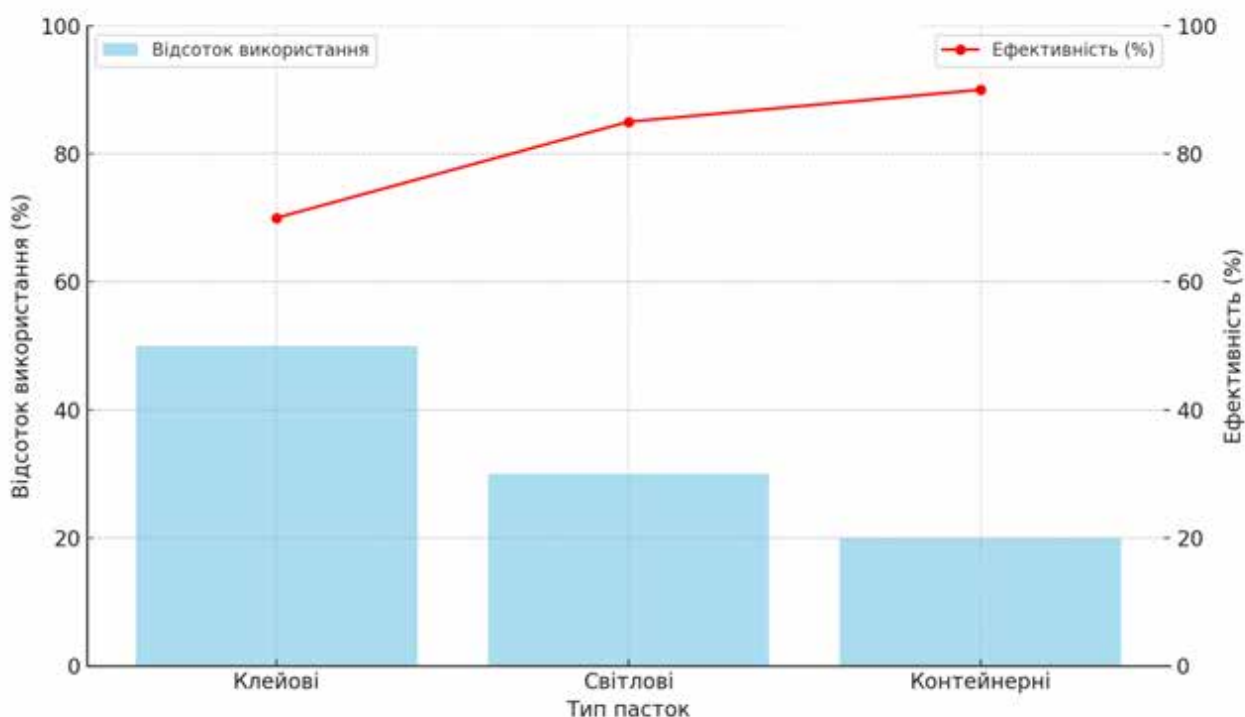


Рис. 1.5. Порівняльна оцінка використання та ефективності різних типів пасток, % [28]

Ґрунтові проби та аналіз пошкоджень. Цей метод дозволяє оцінити присутність шкідників на стадіях личинок, що перебувають у ґрунті чи пошкоджених частинах рослин. Використовується для моніторингу діапаузи шкідників, таких як лучний метелик та ін. Недоліком є значні трудовитрати та складність отримання репрезентативної вибірки [33].

Впровадження у виробництво сучасних технологій, зокрема, агродронів для моніторингу агроценозів, які оснащені мультиспектральними камерами, є перспективними інструментами у агрономів, що допомагає: [26].

- фіксувати пошкодження рослин за допомогою високоточної оптики;
- аналізувати аномалії спектрального відображення, які корелюють із присутністю шкідників;

– охоплювати великі території за короткий час, що знижує витрати на моніторинг.

Дрони з можливістю термального зондування дають змогу ідентифікувати прихованих шкідників за змінами температури уражених ділянок. Інтеграція цих даних із геоінформаційними системами (ГІС) допомагає створювати точні карти поширення шкідників (рис. 1.6) [27].



Рис. 1.6. Агродрон, оснащений мультиспектральною камерою для моніторингу стану кукурудзи.

Технології штучного інтелекту та машинного навчання активно впроваджуються для автоматизації і точності моніторингу. Основні досягнення у цьому напрямі включають (рис. 1.7):

– Камери, встановлені на дронах чи стаціонарних станціях, збирають дані, які обробляються алгоритмами глибокого навчання для автоматичної ідентифікації лускокрилих шкідників за морфологічними ознаками.

– ШІ аналізує дані про метеоумови, фенологію шкідників і господарські операції для моделювання популяцій шкідників. Це дозволяє попереджати спалахи їх чисельності.

– Алгоритми ШІ аналізують спектральні зображення рослин, дозволяючи визначати ступінь пошкоджень і прогнозувати втрати врожаю [15].

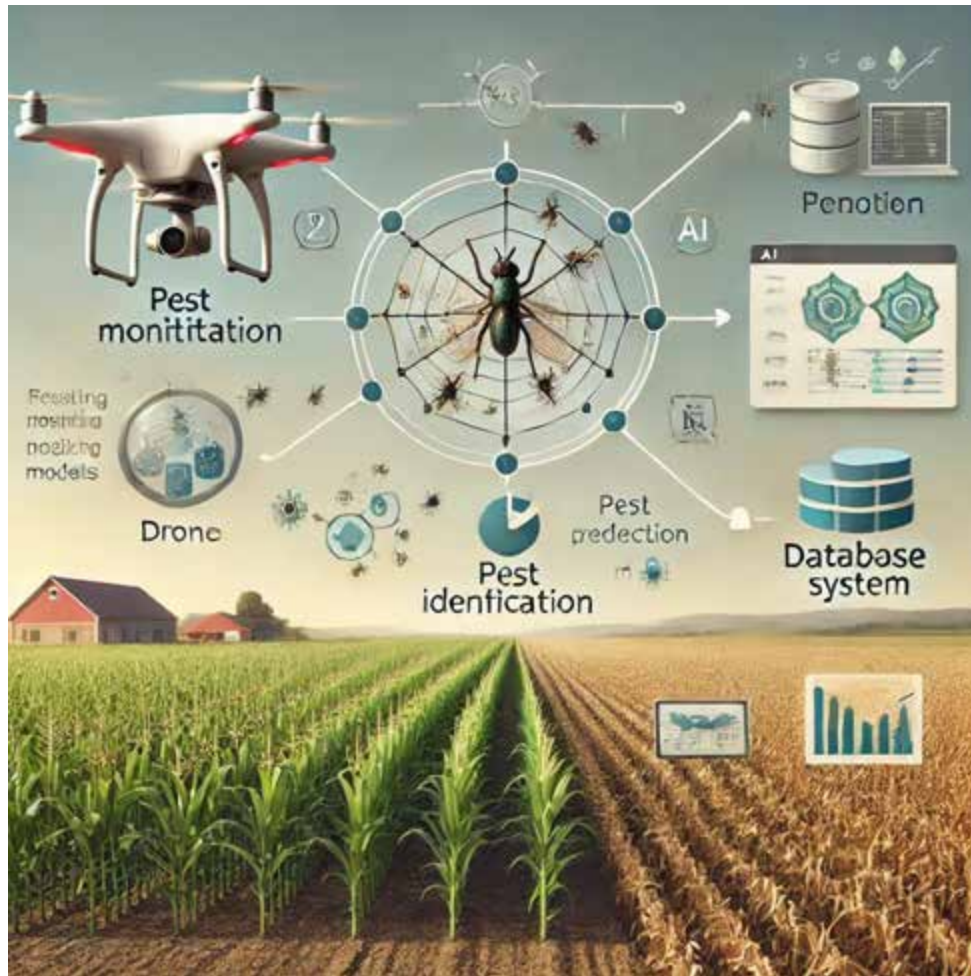


Рис. 1.7. Алгоритм ШІ, що прогнозує поширення шкідників кукурудзи.

Сучасні IoT-пристрої, такі як сенсори і смарт-феромонні пастки, забезпечують збір, обробку та передачу даних у режимі реального часу. Робота IoT у поєднанні зі штучним інтелектом дозволяє:

- отримувати оперативну інформацію про чисельність шкідників на полі;
- інтегрувати ці дані у системи прийняття рішень;
- знижувати затрати часу та людських ресурсів [48].

Високороздільні супутникові зображення дозволяють контролювати великі площі посівів кукурудзи. Аналіз спектральних характеристик рослин за допомогою NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) та інших індексів допомагає визначити стресові ділянки, які можуть бути спричинені фітофагами [43].

Поєднання традиційних та інноваційних технологій моніторингу лускокрилих фітофагів створює нові можливості для точного землеробства. Зокрема, поєднання агродронів та ШІ дозволяє:

- підвищити точність та ідентифікацію виявлення шкідників;
- знизити екологічне навантаження на агроценози завдяки оптимізації застосування пестицидів;
- створити інтегровані системи управління шкідниками на основі реальних даних.

Необхідним залишається подальший розвиток доступних для фермерів систем моніторингу, які базуються на новітніх досягненнях науки. Інтеграція цих методів у практику може стати важливим кроком для підвищення продуктивності сільського господарства та збереження навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика місця проведення досліджень

Для вивчення фітосанітарних заходів та контролю посівів кукурудзи від лускокрилих шкідників дослідження проводили на виробничих посівах кукурудзи господарства в Полтавській області, Миргородського району, село Велика Обухівка АПОП «Великобухівське». Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових і технічних культур, зокрема кукурудзи, що забезпечує значну частину його доходів.

Господарство розташоване в Лісостеповій зоні України. Клімат регіону є помірно континентальним, характеризується теплим літом, м'якою зимою та достатньою кількістю опадів, що сприяє вирощуванню кукурудзи та інших польових культур.

Середньорічна температура повітря $+8,5$ °C характерна для зони помірно континентального клімату, що сприяє вирощуванню різноманітних сільськогосподарських культур. Зокрема, кукурудза, яка потребує теплої весни та літа, добре адаптується до таких умов. Температурний режим забезпечує оптимальний вегетаційний період для багатьох культур, включаючи зернові (пшениця, ячмінь), технічні (соняшник, ріпак) та овочеві (картопля, морква).

Температурні коливання протягом року впливають на терміни сівби та строки дозрівання кукурудзи. Наприклад, підвищення температури в порівнянні з середніми багаторічними показниками ($+0,5-1$ °C) сприяє ранньому початку вегетаційного періоду.

Рівень опадів 500–550 мм є помірним, що дозволяє забезпечити сільськогосподарські культури достатньою кількістю вологи в критичні періоди росту та розвитку, зокрема кукурудзу. Однак нерівномірний їх розподіл протягом року створює певні ризики, що вимагає впровадження ресурсозберігаючих технологій, зокрема no-till.

Характерним є і те що у весняний період посіви кукурудзи особливо чутливі до дефіциту вологи, що може знижувати швидкість проростання насіння.

Літні опади навпаки часто припадають на період активного розвитку рослин, що забезпечує формування високого потенціалу урожайності культури (рис. 2.1).

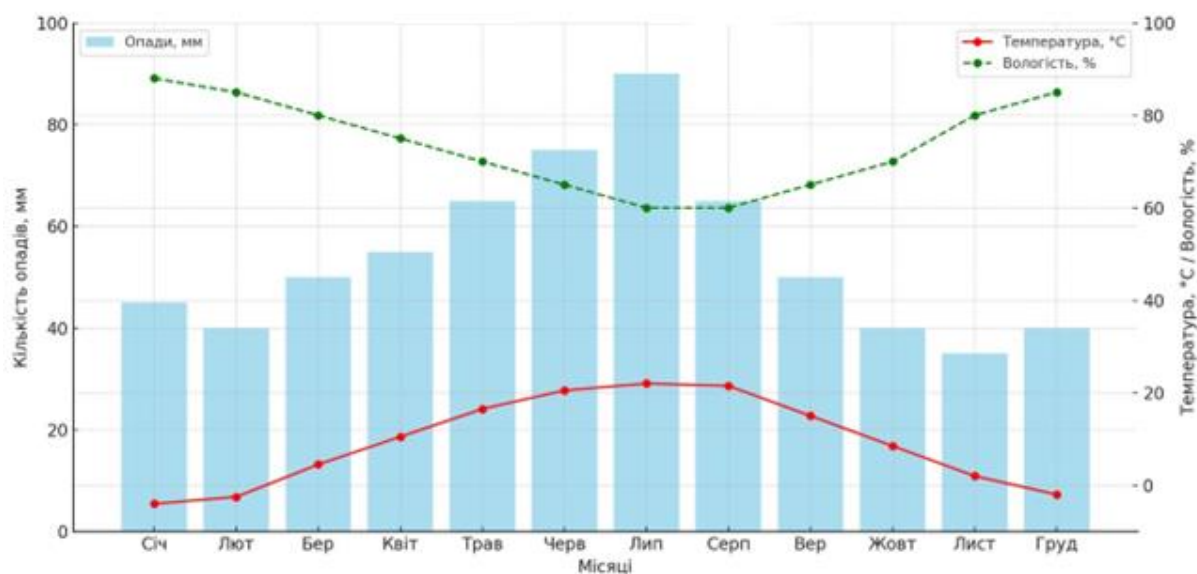


Рис. 2.1. Середньо-багаторічні погодні кліматичні умови в регіоні спостережень (2018-2024 рр.)

Рівень відносної вологості 70% є сприятливим для більшості культур, включаючи кукурудзу. Висока вологість сприяє активному фотосинтезу і розвитку рослин. Однак тривале підвищення вологості в поєднанні з теплими температурами може створювати сприятливі умови для розвитку шкідливих організмів, зокрема, лускокрилих фітофагів, а також збудників хвороб.

Характерним для зимового періоду регіону є відносно м'які умови, що супроводжується короткими морозними періодами та частими відлигами.

У весняний період середня температура повітря $+8,0$ °C. Початок весни відзначається нерівномірним прогріванням ґрунту та частими перепадами температур, що позначається на строках посіву кукурудзи та зміщення стадій розвитку шкідників.

Весняні опади 40–60 мм/місяць є недостатніми для початку проростання та активного росту та розвитку кукурудзи. Отже, у весняний період рекомендується зберігати оптимальний вологозапас ґрунту за рахунок сучасних технологій

ведення землеробства, зокрема нульової або стрічкової обробки ґрунту (табл. 2.1.).

Таблиця 2.1. Метеорологічні показники за даними стаціонарної метеорологічної станції в господарстві АПОП «Великобухівське» за 2023-2024 рр.

Місяць	Кількість опадів, мм	Середня температура (°C)	Вологість, %	СЕТ (°C) >10°C	ГТК за Селяніновим
Січень	45	-4,0	88	-	
Лютий	40	-2,5	85	-	
Березень	50,3	+4,5	80	-	
Квітень	55,9	+10,5	75	105	0,65
Травень	40,5	+16,5	70	165	0,65
Червень	50,7	+20,5	65	205	0,68
Липень	60,8	+22,0	60	220	0,78
Серпень	65,5	+21,5	60	215	0,51
Вересень	50,4	+15,0	65	150	0,62
Жовтень	40,2	+8,5	70	-	
Листопад	35,1	+2,0	80	-	
Грудень	40,4	-2,0	85	-	
	574,8	9,4	73,6	1060	0,65

Середня температура в літній період становила +20,5 °C. Цей сезон є найбільш критичним для кукурудзи, що пов'язано з формуванням майбутнього врожаю та цвітінням. Кількість опадів у літні місяці в середньому становлять 65 мм, що вважається оптимальним, проте нерівномірний їх розподіл може спричинити стрес у рослин у критичні фази розвитку та вплинути на виповненість качанів кукурудзи.

Отже кліматично-погодні умови Полтавської області є сприятливими для вирощування кукурудзи, однак їх особливості вимагають адаптації агротехнічних заходів. М'яка зима сприяє збереженню вологи у ґрунті, тоді як нерівномірні весняні та літні опади вимагають постійного моніторингу стану посівів.

У весняний період важливо забезпечити оптимальні умови для проростання насіння, тоді як у літній період критичними є опади та вологозапас ґрунту. Агрономічна адаптація до кліматичних ризиків, таких як посуха чи

коливання температур, є ключовим фактором для досягнення стабільних урожаїв кукурудзи.

2.2. Характеристика ґрунтів в умовах господарства АПОП «Великообухівське»

Господарство АПОП «Великообухівське» переважно здійснює свою виробничу діяльність на чорноземах середньогумусних, які є основними ґрунтами зони Лісостепу України. Даний тип ґрунту характеризується високим вмістом гумусу, доброю структурою, високою водо- і повітропроникністю, що забезпечує їх придатність для вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур, включаючи кукурудзу.

Гранулометричний склад в досліджуваному господарстві переважно мають середньосуглинковий механічний склад, що сприяє оптимальному водному режиму та забезпечує достатню кількість повітря для розвитку кореневих систем рослин. Водночас водопроникність становить 2–5 мм/хв., що знижує ризики підтоплення.

Щільність складення орного шару становить 1,1–1,3 г/см³, що є сприятливим для росту рослин. Глибші горизонти мають більшу щільність, однак показники не перевищують критичних значень для даного типу ґрунту.

Загальна пористість становить 50–55%, що забезпечує добру аерацію та збереження вологи у ґрунтового профілі.

Ґрунт характеризується високим вмістом гумусу 4,5–5,5% у верхньому горизонті, що сприяє підвищенню їхньої родючості. Основні хімічні характеристики представлені у вигляді середніх значень у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Результати агрохімічних аналізів дослідних ділянок господарства АПОП «Великообухівське» Полтавська область, Миргородський район, с. Велика Обухівка

Показник	Середнє значення
1	2
pH (H ₂ O)	6,5

Продовження таблиці 2.1

1	2
Загальний азот, кг/га	75,0 кг/га
Фосфор (P), мг/кг	35,3 мг/кг
Калій (K), мг/кг	250,4 мг/кг
Кальцій (Ca), мг/кг	2214,0 мг/кг
Сірка (S), мг/кг	12,5 мг/кг
Бор (B), мг/кг	0,7 мг/кг

Ґрунту притаманний нейтральний рівень кислотності у деяких місця слабокислий (рН 6,5), забезпеченість азотом становить 75,0 кг/га, що є середнім рівнем. Для формування високого урожаю кукурудзи додатково доцільно проводити азотне підживлення. Вміст фосфору – 35,3 мг/кг ґрунту, що характерно для низького рівня забезпеченості. Високий вміст калію – 250,4 мг/кг ґрунту є достатнім для забезпечення посівів кукурудзи протягом вегетації. Значна кількість кальцію – 2214,0 мг/кг в ґрунті сприяє підтриманню стабільної ґрунтової структури та оптимального водного режиму. Вміст сірки – 12,5 мг/кг перебуває на середньому рівні. Вміст бору – 0,7 мг/кг є достатнім для кукурудзи.

Переважає більшість сільськогосподарських угідь АПОП «Великобухівське» характеризуються високою родючістю, що створює сприятливі умови для вирощування кукурудзи. Нейтральна реакція середовища (рН 6,5), високий вміст калію та кальцію, а також достатні рівні сірки й бору забезпечують стабільність фізико-хімічних властивостей ґрунту та оптимальні умови для росту і розвитку рослин.

Проте середній рівень забезпечення азотом і фосфором вказує на потребу в застосуванні додаткових мінеральних добрив для досягнення запланованого урожаю зерна.

2.3. Методи досліджень

Вивчення ефективності різних інсектицидів для захисту кукурудзи від основних лускокрилих фітофагів: лучного метелика (*Loxostege sticticalis* L.), бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb.) та кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis* Hb.). Проводили за загально прийнятими методами у захисті рослин із застосуванням агродрону DJI Agras T16 (рис. 2.1, рис. 2.2.) шляхом постановки однофакторного досліду в чотирьохкратній повторності, площа дослідної ділянки 100 м², за наступною схемою [17; 30]:

1. Контроль (вода 120 л/га);
2. Кораген (хлорантраніліпрол, 200 г/л) – 0,13 л/га (еталон)
3. Ампліго (хлорантраніліпрол, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л) – 0,2 л/га.
4. Вантекс мк.с (Гамма-цигалотрин, 60 г/л) – 0,15 л/га.

Попередником кукурудзи у 2023 році була пшениця озима. Після збирання пшениці в полі залишалася значна кількість пожнивних решток, які виконували функцію природного мульчування, сприяючи збереженню вологи в ґрунті та зменшенню ерозійних процесів.

У системі обробітку ґрунту господарство останні 10 років провадять ґрунто захисну технологію вирощування No-till. Після збирання озимої пшениці на полі висівали покривні культури на основі сумішей різних сільськогосподарських культур (рис 2.2).



Рис. 2.2. Розвиток покривних культур після збирання попередника (пшениця озима) (оригінальне фото: Доля М., Мороз С. 29.07.2023)

У дослідженні використовували дельтовидні пастки, оскільки вони забезпечують високу ефективність улову імаго за загальноприйнятою методикою [16].

Моніторинг проводили за допомогою трьох типів дельтовидних пасток із відповідними феромонами: PH-668-1RR – для кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis* Hb.), PH-554-1RR – для лучного метелика (*Loxostege sticticalis* L.), PH-460-1RR – для бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb.).

Кожен тип феромону відповідав фізіологічним особливостям виду шкідника, що забезпечувало ефективний моніторинг.

Феромонні пастки встановлювали над рослинами кукурудзи на висоті 1 метра, що відповідало оптимальному рівню активності льоту імаго цільових шкідників. Щільність пасток становила 1 пастка на 2 га, що забезпечувало достатню репрезентативність даних щодо чисельності шкідників на дослідних ділянках.

Перед встановленням диспенсер із феромоном вилучали із саше та фіксували в центрі пастки. Пастки розміщували безпосередньо на початку вегетаційного періоду кукурудзи та підтримували їхню активність протягом усього дослідного періоду, регулярно перевіряючи стан феромонів та змінюючи їх за необхідності.

Облік чисельності імаго лускокрилих шкідників проводили кожні 10 днів. Для цього з пасток вилучали улов і реєстрували кількість комах кожного виду, отримуючи кількісні дані щодо щільності популяції кожного шкідника на оброблюваних ділянках.

Захисні обробки посівів кукурудзи проводили у період з 10 по 14 липня 2024 року, коли чисельність імаго основних лускокрилих шкідників досягла економічного порогу шкідливості.

Для внесення інсектицидів використовували дрон DJI Agras T16, який забезпечує високу точність і рівномірність обприскування (рис 2.1.; рис. 2.2.).



Рис. 2.1. Внесення інсектицидів згідно схеми дослідів дроном DJI Agras T16 у господарстві АПОП «Великообухівське» (Оригінальне фото: Мороз С., Гирявенко О. 13.07.2024)



Рис. 2.1. Внесення інсектицидів згідно схеми дослідів дроном DJI Agras T16 у господарстві АПОП «Великообухівське» (Оригінальне фото: Мороз С., Гирявенко О. 14.07.2024)

Робоча рідина готувалася згідно з рекомендаціями виробників інсектицидів. Норма витрати становила 120 л/га, що забезпечувало ефективне покриття поверхні рослин і максимальну дію препаратів проти шкідників.

Після внесення інсектицидів проводили додатковий моніторинг чисельності шкідників за допомогою феромонних пасток, що дозволяло оцінити ефективність проведеної обробки. Результати обліку чисельності імаго після внесення інсектицидів продемонстрували значне зниження популяції лускокрилих шкідників у порівнянні з контрольними ділянками.

Посів кукурудзи проводився в оптимальні агротехнічні строки – 1 травня 2024 року. Головним критерієм для визначення строків посіву було досягнення температури ґрунту 12 °С на глибині 5-10 см, що є критично важливим за технології no-till для забезпечення формування дружного проростання зерна та формування сходів.

Посів проводили сівалкою John Deere 7500. Глибина загортання становила 4-6 см, що відповідає біологічним потребам культури та сприяє рівномірному розподілу тепла та вологи в зоні проростання. Норма висіву була встановлена на рівні 77 тисяч схожих насінин на гектар, що відповідає рекомендаціями виробника відповідно до регіону проведення досліджень гібриду Pioneer P9361.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В межах даного розділу висвітлено результати спостережень у 2024 році на посівах кукурудзи АПОП «Великобухівське», де досліджували ефективність моніторингу за допомогою феромонних пасток та захисних заходів проти лускокрилих комах-фітофагів, зокрема, лучного метелика (*Loxostege sticticalis* L.), бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb.) та кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis* Hb.).

3.1. Моніторинг лускокрилих комах-фітофагів на виробничих посівах господарства АПОП «Великобухівське»

У господарстві АПОП «Великобухівське» облік імаго лучного метелика (*Loxostege sticticalis* L.), бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb.) та кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis* Hb.) проводили із застосуванням дельтовидних феромонних пасток.

Використовували феромонні пастки типу PH-668-1RR, PH-554-1RR і PH-460-1RR.

Облік вилову імаго проводили через 10 днів, починаючи з появи першої генерації шкідників і до застосування інсектицидів. Аналіз результатів здійснювали шляхом підрахунку виловлених імаго в кожній пастці та обчислення середніх показників для кожного виду фітофагів (рис.3.1).



Рис. 3.1. Моніторинг лускокрилих фітофагів за допомогою феромонних пасток (Оригінальне фото: Доля М., Марскаков С. 26.06.2024 р.)

Результати моніторингу лускокрилих комах-фітофагів у господарстві АПОП «Великобухівське» у 2024 році, представлені в таблиці 3.1, демонструють ефективність застосування феромонних пасток.

Таблиця 3.1. Ефективність моніторингу лускокрилих комах-фітофагів з використанням феромонних пасток в умовах господарства АПОП «Великобухівське» у 2024 році

Тип феромонної пастки	Цільовий об'єкт	Охоплена площа, га	Дата встановлення	Дата зняття вибірки	Кількість виловлених шкідників, самців/пастка
PH-668-1RR	<i>Ostrinia nubilalis</i> Нб.	2	14.06.2024	24.06.2024	3,1
				04.07.2024	18,1
PH-554-1RR	<i>Loxostege sticticalis</i> L.	2	14.06.2024	24.06.2024	-
				04.07.2024	9,7
PH-460-1RR	<i>Helicoverpa armigera</i> Нб.	2	14.06.2024	24.06.2024	4,0
				04.07.2024	12,3

Так, пастка з феромоном PH-668-1RR дозволила встановити зміну чисельності самців *Ostrinia nubilalis* Нб між двома датами відбору зразків. У перший період (14.06–24.06) кількість виловлених особин становила 3,1 екз./пастку, що свідчить про початок активності популяції. У другий період (24.06–04.07) чисельність зросла до 18,1 екз./пастку, що вказує на активну фазу розвитку шкідника. Лучний метелик (*Loxostege sticticalis* L.) станом на 24.06.2024 року виявлений не був, що може бути пов'язано з низькою його активністю. У другій перевірці пасток (24.06–04.07) кількість виловлених самців становила 9,7 екз./пастку, що свідчить активний літ імаго. Бавовникова совка (*Helicoverpa armigera* Нб.) під час першого огляду пасток її середня чисельність становила 4,0 екз./пастку, тоді як у другому – 12,3 екз./пастку. Таке збільшення свідчить про

перехід популяції до фази масового льоту, що слугувало сигналом до проведення захисних заходів.

3.2. Оцінка ефективності захисних заходів у досліді в умовах господарстві АПОП «Великобухівське»

Захист посівів кукурудзи від домінуючих лускокрилих шкідників, таких як лучний метелик (*Loxostege sticticalis* L.), кукурудзяний стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis* Hb.) і бавовникова совка (*Helicoverpa armigera* Hb.), є важливим завданням для забезпечення високих врожаїв. У досліді вивчали ефективність трьох хімічних інсектицидів: Кораген 20 КС (хлорантраніліпрол, 200 г/л), Ампліго 150 ЗС (хлорантраніліпрол, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л) і Вантекс мк.с (гамма-цигалотрин, 50 г/л). Дані препарати застосовували для контролю чисельності зазначених шкідників, що домінують у посівах кукурудзи в умовах господарства АПОП «Великобухівське».

Оцінку їх ефективності проводили на 3-й, 7-й і 14-й дні після застосування інсектицидів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Ефективність інсектицидів проти лускокрилих комах-фітофагів у посівах кукурудзи (АПОП «Великобухівське» Полтавська область, Миргородський район, с. Велика Обухівка)

Варіант	Лучний метелик (<i>Loxostege sticticalis</i> L.), екз./100 рослин				Бавовникова совка (<i>Helicoverpa armigera</i> Hb.) екз./100 рослин				Кукурудзяний стебловий метелик (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hb.) екз./100 рослин				Урожайність, т/га
	0	3	7	14	0	3	7	14	0	3	7	14	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Контроль (вода) 120 л/га	9,7	9,5	9,3	9,1	12,3	12,0	11,8	11,6	18,1	17,9	17,7	17,5	7,0

Продовження таблиці 3.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Кораген 20 КС, 0,13 л/га (еталон)	-	2,5	1,5	0,8	-	3,1	1,6	1,0	-	4,0	1,9	1,2	8,1
Ампліго, 150 ЗС 0,2 л/га	-	3,1	1,8	1,0	-	4,0	2,1	1,3	-	4,5	2,2	1,5	7,8
Вантекс, 0,15 л/га	-	3,9	2,3	1,2	-	5,1	3,0	2,0	-	5,0	3,1	2,0	7,3
НІР ₀₅	-	0,6	0,7	0,6	-	0,8	0,7	0,6	-	0,9	0,8	0,7	

Так, аналіз отриманих результатів дав змогу сформуванню відповідних висновків, зазначимо, що ефективність Корагену 20 КС на 3-й день після обробки зменшувала чисельність гусениць лучного метелика (*Loxostege sticticalis* L.) на 3-й – день – 73,7%, на 7-й день – на 83,9% та 14-й день – на 91,2%. Ампліго 150 ЗС також показав високу ефективність, яка становила 80,6% на 7-й день та 89,0% на 14-й день. Вантекс м.с демонстрував порівняно невисокий рівень ефективності по відношенню до інших варіантів.

У випадку з бавовниковою совкою зберігалася така ж закономірність щодо і лучного метелика. Так, найвища ефективність спостерігалася у варіанті із застосуванням Корагену 20 КС, який знижував чисельність гусениць на 3-й – день – 74,2%, на 7-й день – на 86,4% та 14-й день – на 91,4%. Ампліго 150 ЗС формував схожу ефективність із наступними результатами на 3-й ефективність препарату становила 66,7%, на 7-й день – на 82,2% та 14-й день – на 88,8%.

Характерно, що всі три варіанти добре контролювали чисельність гусениць стеблового кукурудзяного метелика. Так, Кораген 20 КС показав найкращі результати, на 3-й день – 77,7%, на 7-й день – на 89,3% та 14-й день – на 93,1%. Ампліго 150 ЗС на 3-й – 74,9%, на 7-й день – на 87,6% та 14-й день – на 91,6%. Вантекс на 3-й – 72,1%, на 7-й день – на 82,5% та 14-й день – на 88,6%. (табл 3.3).

Таблиця 3.3. Технічна ефективність інсектицидів проти лускокрилих комах-фітофагів у посівах кукурудзи (АПОП «Великобухівське» Полтавська область, Миргородський район, с. Велика Обухівка)

Варіант	Лучний метелик (<i>Loxostege sticticalis</i> L.), екз./100 рослин			Бавовникова совка (<i>Helicoverpa armigera</i> Нв.) екз./100 рослин			Кукурудзяний стебловий метелик (<i>Ostrinia nubilalis</i> Нв.) екз./100 рослин		
	3	7	14	3	7	14	3	7	14
Контроль (вода) 120 л/га	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кораген 20 КС, 0,13 л/га (еталон)	73,7	83,9	91,2	74,2	86,4	91,4	77,7	89,3	93,1
Ампліго, 150 ЗС 0,2 л/га	67,4	80,6	89,0	66,7	82,2	88,8	74,9	87,6	91,4
Вантекс мк.с, 0,15 л/га	58,9	75,3	86,8	57,5	74,6	82,8	72,1	82,5	88,6

Так, найбільш ефективним інсектицидом проти усіх трьох видів шкідників виявився Кораген 20 КС, який продемонстрував максимальне зниження чисельності гусениць досліджуваних лускокрилих фітофагів. Водночас Ампліго 150 ЗС забезпечив схожу ефективність із Корагеном, особливо проти лучного метелика. Вантекс показав найменшу ефективність у порівнянні з іншими варіантами, проте значно перевищував контрольний варіант.

3.3. Економічна ефективність системи захисту кукурудзи від лускокрилих комах-фітофагів у господарстві АПОП "Великобухівське"

Однією з ключових проблем при вирощуванні кукурудзи є шкідлива діяльність лускокрилих комах-фітофагів, зокрема кукурудзяного стеблового метелика та лучного метелика. Втрати врожаю від цих шкідників можуть становити від 15 до 30%, що суттєво знижує економічну ефективність виробництва. Для зменшення негативного впливу шкідників у господарстві АПОП "Великобухівське" проведено дослідження з вивчення ефективності застосування інсектицидів Кораген 20 КС, Ампліго 150 ЗС та Вантекс мк.с за допомогою агродрону DJI Agras T16 (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. Економічна ефективність застосування інсектицидів агродроном у досліді (АПОП "Великобухівське", Полтавська область, Миргородський район, с. Велика Обухівка, 2024 р.)

Показник	Контроль (вода, 120 л/га)	Кораген 20 КС	Ампліго 150 ЗС	Вантекс мк.с
Норма витрати препарату, л/га	-	0,13	0,2	0,15
Вартість препарату, грн/л	-	10208,0	5560,0	2070,0
Вартість препарату на 1 га, грн	-	1531,2	1112,0	310,5
Вартість внесення агродроном, грн/га	400,0	400,0	400,0	400,0
Загальні витрати на захист, грн/га	-	1931,2	1512,0	710,5
Вартість урожаю, грн/га	66500,0	76950,0	74100,0	69350,0
Повні витрати, грн/га	3093	5024,2	4605,0	3803,5
Чистий дохід	63407,0	71925,8	69495,0	65546,5

Так, у таблиці представлені економічні розрахунки щодо ефективності трьох варіантів хімічного захисту кукурудзи від лускокрилих шкідників із застосуванням препаратів Кораген 20 КС, Ампліго 150 ЗС та Вантекс МК.С. у порівнянні з контрольним варіантом, де вносили лише воду (120 л/га).

У варіанті з Корагеном 20 КС чистий дохід склав 71 925,8 грн/га, що пов'язано із суттєвим збереженням урожаю 1,1 т/га. Висока вартість препарату 1931,2 грн/га компенсується його ефективністю у захисті кукурудзи.

Економічно доцільний варіант за браку матеріальної складової можна розглядати варіант із застосуванням інсектициду Ампліго 150 ЗС, який продемонстрував баланс між вартістю та ефективністю, зберігши 0,8 т/га врожаю та забезпечивши чистий дохід 69495 грн/га.

Варіант із мінімальними витратами на захист кукурудзи був 4 варіант із інсектицидом Вантекс МК.С. його вартість на 1 га – 710,5 грн, однак його ефективність поступається іншим препаратам.

Отже, усі варіанти захисту виявилися економічно ефективними, оскільки збереження врожаю перевищує витрати на захист.

РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ГОСПОДАРСТВІ АПОП "ВЕЛИКООБУХІВСЬКЕ"

АПОП "Великообухівське", розташоване в Полтавській області, є одним із провідних господарств регіону, що спеціалізується на вирощуванні зернових і технічних культур, зокрема кукурудзи за технології no-till. За вирощування сільськогосподарських культур за ресурсозберігаючими технологіями, зокрема нульового обробітку ґрунту важливим завданням є мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище, особливо при застосуванні пестицидів.

Ефективне застосування пестицидів дозволяє значно зменшити втрати врожаю від шкідників і хвороб, однак науково не обґрунтоване їх застосування негативно впливає на екосистему, забруднюючи ґрунт і ґрунтові води, а також створює загрозу для здоров'я людей і тварин. У цьому розділі проаналізовано екологічний стан у господарстві, правила безпечного використання пестицидів і їхній вплив на довкілля.

Під час вирощування кукурудзи у господарстві особлива увага приділяється дотриманню правил безпеки при застосуванні пестицидів. Так, всі засоби захисту зберігаються в оригінальній упаковці з чітким маркуванням, у спеціалізованих складських приміщеннях, які забезпечені вентиляцією, захистом від вологи та захищені від потрапляння прямих сонячних променів. Доступ до складів мають лише уповноважені особи, які пройшли навчання з безпечного поводження з агрохімікатами.

Приготування бакових сумішей або безпосередньо робочих розчинів проводять у спеціально обладнаних місцях, віддалених від джерел водопостачання з дотримання рекомендацій та обмежень встановлених інструкціями виробників ЗЗР. Всі операції проводяться з використанням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): респіраторів, рукавичок, захисних костюмів.

Транспортування пестицидів здійснюється у герметично закритій упаковці, що виключає можливість витоку. Для перевезення ЗЗР обладнано спеціальний транспортний засіб.

Водночас у господарстві регулярно проводяться тренінги для персоналу щодо безпечного поводження з пестицидами, правил їх зберігання, приготування та застосування.

Отже, екологічний стан навколишнього середовища при вирощуванні сільськогосподарських культур у господарстві АПОП "Великообухівське" значною мірою залежить від безпечного застосування пестицидів. Дотримання правил зберігання, транспортування та застосування хімічних засобів дозволяє знизити їхній негативний вплив на навколишнє середовище.

ВИСНОВКИ

Дослідження, проведені у 2024 році на виробничих посівах кукурудзи господарства АПОП "Великообухівське", підтвердили високу ефективність використання феромонних пасток для моніторингу чисельності лускокрилих комах-фітофагів та доцільність застосування хімічних інсектицидів для їх контролю. Завдяки феромонним пасткам, таким як PH-668-1RR, PH-554-1RR і PH-460-1RR, було проведено ефективний моніторинг чисельності ключових шкідників: кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis*), лучного метелика (*Loxostege sticticalis*) та бавовникової совки (*Helicoverpa armigera*). Аналіз динаміки чисельності імаго продемонстрував суттєві коливання їх активності у різні періоди, що дозволило оптимізувати терміни застосування інсектицидів. Наприклад, активна фаза льоту кукурудзяного стеблового метелика була зафіксована в період із 24.06 по 04.07, що збіглося з періодом активного розмноження популяції.

Вивчення ефективності трьох інсектицидів Кораген 20 КС, Ампліго 150 ЗС та Вантекс МК.С. забезпечило ефективний контроль чисельності гусениць. Найвищу ефективність продемонстрував препарат Кораген 20 КС, який забезпечив зниження гусениць на 93,1%. Ампліго 150 ЗС також виявив високу ефективність, яка склала 91,6%. Водночас Вантекс МК.С. показав найменш виражений ефект.

Економічна оцінка підтвердила доцільність застосування інсектицидів. Найвищий чистий дохід у розмірі 71 925,8 грн/га було отримано при застосуванні Корагену 20 КС, що компенсувало його високу вартість. Ампліго 150 ЗС забезпечив чистий дохід 69 495 грн/га, підтверджуючи його збалансованість між витратами та ефективністю. Вантекс МК.С., хоч і продемонстрував нижчий рівень ефективності, проте забезпечив чистий дохід 65546,5 грн/га завдяки мінімальним витратам на застосування.

Дослідження також підкреслили важливість поєднання феромонного моніторингу та своєчасного застосування хімічних засобів у боротьбі з лускокрилими комахами. Завдяки використанню сучасних технологій, таких як

агродрони, було забезпечено точне внесення препаратів, що зменшило їх витрати та знизило негативний вплив на довкілля. Це демонструє важливість інтегрованих підходів до захисту рослин, які враховують екологічну складову та економічну ефективність. Таким чином, впровадження систем захисту кукурудзи від лускокрилих комах у господарстві АПОП "Великобухівське" сприяло підвищенню врожайності, зниженню втрат від шкідників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белов, Я. В. Напрями оптимізації технологій вирощування насіння кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, (4). 2018. С. 74-81
2. Борисенко, А. А., Антоненко, А. М., Бардов, В. Г., Кондратюк, М. В., Подуст, А. О., Омельчук, С. Т. Аналіз динаміки асортименту дозволених до застосування в Україні пестицидів, обробка якими можлива з використанням сільськогосподарських дронів. *Медицина науки України*, 2023, Vol. 19, № 1
3. Бублик Л.І., Круть М.В. Інновації з удосконалення хімічного методу захисту рослин. VI Міжнародна науково-практична конференція. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва (29-30 листопада 2023 року), Харків. 2023. С.57-60
4. Вожегова Р. А., Влащук А. М., Дробіт О. С., Дробіт М. В. Показники ефективності вирощування інноваційних гібридів кукурудзи. *НВ Чувікіна, ДБ Рахметов*, 2022. 52
5. Вожегова, Р., Влащук, А., Дробіт, О. Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронія*, (22 (1)), 2018. С. 253-259
6. Глупак, З., Форостина, А. Урожайність кукурудзи залежно від строків сівби в умовах Лісостепу України. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (September 22, 2023; Singapore, Singapore), 2023. 69-70
7. Гноєвий, В. І., Гноєвий, І. В., Бугай, Т. А., Трішин, О. К., Карпюк, У. В., & Кисличенко, В. С. (2020). Якісний склад полісахаридного комплексу вегетативної маси кукурудзи. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція, смт Глеваха Київської області—м. Київ, Україна, 2-27 грудня 2019 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2020. 125 с.*
8. Гончарук І. В., Ємчик Т. В., Купчук І. М., Телекало Н. В., Гонтарук Я. В. Напрями вдосконалення вирощування та переробки кукурудзи на

біопаливо. *Таврійський науковий вісник*. № 125. 2022. С. 25-32. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.4>.

9. Горач О. О., Кіпіоро І. М., Гусар А. О. Використання альтернативних видів сировини з метою розробки нових безглютенових рецептур. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (5) 2022. С. 38-44.

10. Горновська С. В., Хахула В. С. Моніторинг та поширення західного кукурудзяного жука в Україні. Integracion DE Las Ciencias Fundamentales Aplicadas En El Paradigma De La Sociedad post-industrial. Conferencia Internacional Cientifica Y Practica, Barselona, Espana 24 De Abril De 2020. P.96-98.

11. Зимароєва, А. А. Просторово-часові закономірності варіювання урожайності кукурудзи в Україні. *Наукові горизонти*, (2), 2019. С. 58-66.

12. Кандул І. що таке Vt-кукурудза, і чим вона страшна для шкідників та експортерів. Агробізнес сьогодні. 2023. [Електронний ресурс] URL: <https://agro-business.com.ua/>

13. Кирпа, М., Скотар, С., Базілева, Ю., Стюрко, М. Етапи розвитку та наукові здобутки в галузі післязбиральної обробки і зберігання насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*, (8), 2015. 16-21

14. Климчук О. В., Скорук О.П. Перспективні напрямки вирощування кукурудзи для використання на енергетичні потреби. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки.-2011.-Вип. 1 (48).-С. 2018/. 67-73*

15. Кучмійова Т. С., Мороз Т. О., Шешунова А. В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. *Modern Economics*. 2023. № 39(2023). С. 69-74. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V39\(2023\)-10](https://doi.org/10.31521/modecon.V39(2023)-10)

16. Методичні рекомендації щодо застосування феромонних пасток для виявлення регульованих та шкідливих організмів / Борзих О. І., Федоренко А. В., Неверовська Т. М., Доля М. М., Сикало О. О., Челомбітко А. Ф., Чайковський В. М., Калашніков В. Б., Стефківський В.М., Ходорчук В.Я., Орлова О. М., Сидорчук О. В., Чекан К.В. Київ. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, 2019. 102 с

17. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку шкідників і хвороб технічних культур / Борзих О. І., Челомбітко А. Ф., Стефківський В. М., Ретьман С. В., Федоренко В. П., Саблук В. Т., Запольська Н. М., Шендрик Р. Я., Боровська І. Ю., Мамрай В. В., Орлова О. М., Сидорчук О. В., Чекан К. В. Київ. Державна служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, 2018. 89 с.
18. Найдюнова, О. Є. Динаміка чисельності мікрофлори і біохімічної активності чорнозему типового за застосування комплексу пестицидів. *AgroChemistry and Soil Science*, 90. 2020. С. 65-75
19. Окрушко, С. Є. Безпека сучасних інсектицидів для корисної ентомофауни. *International independent scientific journal.*-2020.-№ 16.-Р. 6-12.
20. Олійник С. Г., Степанькова Г. В., Кравченко О. І. Продукти переробки зародків вівса та кукурудзи як перспективна сировина в технології хлібобулочних виробів. *Харчова наука і технологія*, 9 (3), 2015. С. 62-67.
21. Олійник С. Г., Степанькова Г. В., Кравченко О. І. Дослідження перебігу процесів дозрівання пшеничного тіста з використанням продуктів переробки вівса та кукурудзи. *Наукові праці ОНАХТ*, 1(46) 2014. С.58-69.
22. Осика, В. А., Комаха, О. С., & Комаха, В. О. Інноваційне пакування для харчових продуктів. *Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації»[Електронне видання]: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф.(Київ, 27 травня 2021 р.)/відп. ред. АА Мазаракі.–Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2021. 224 с.*
23. Пархомець М. К., Уніят Л. М. Інноваційні методи управління виробництвом зерна кукурудзи у сільськогосподарських підприємствах. *Економічний аналіз*, 28, № 3, 2018. С. 176-183.
24. Петриченко В. Ф., Задорожна, І. С. Розвиток польового кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*, (4), 2010. С. 65-67
25. Пітель, Н. Я. Аграрний експорт України в умовах війни. *Економіка та управління АПК*, 2. 2023. С. 45-56

26. Полевий, В. Агродрони: політ у майбутнє сільського господарства. *Матеріали VII Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання»*. 2024. 21-22
27. Прогнозування поширення пожеж та осередків шкідливих комах у соснових лісах засобами ГІС: Монографія / О. І. Борисенко, В. Л. Мешкова. Харків. Планета-Прінт, 2021. 148 с
28. Станкевич С. В., Забродіна І. В., Васильєва Ю. В., Туренко В. П., Кулешов А. В., Білик М. О. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур: навч. посіб. Харків. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. 624 с.
29. Талавиря, М. П., Ващенко, І. В. Формування та функціонування ринку кукурудзи в Україні. *Економіка АПК*, (9), 2018. 28-33
30. Трибель С.О та ін. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ. Світ, 2001. 448 с
31. Україна тримається на 7 місці за обсягом виробництва кукурудзи у світі. [Електронний ресурс]. URL: <https://superagronom.com/> (дата звернення: 17.07.2024)
32. Шаповаленко, О. І., Кустов, І. О., & Рибчинський, Р. С. (2019). Технологічна характеристика зерна кукурудзи. *Scientific Works*, 83(2), 39-43.
33. Шейдик К., Салька О. Моніторинг домінуючих видів комах-шкідників і їх шкодочинність у садах різного технологічного забезпечення зони закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*, (54), 2023. 135-147
34. Bibb J.L., Cook D., Catchot A., Musser F., Stewart S.D., Leonard, B.R., David Buntin, G., Kerns D., Allen T.W., Gore J. Impact of corn earworm (lepidoptera: Noctuidae) on field corn (poales: Poaceae) yield and grain quality. *Journal of Economic Entomology*. Vol. 111. 2018. P. 1249-1255
35. Blandino M., Scarpino V., Vanara F., Sulyok M., Krska R., Reyneri A. Role of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) on contamination of maize with 13

Fusarium mycotoxins. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*. Vol. 32. 2015. P. 533-543

36. Bohnenblust E.W., Breining J.A., Shaffer J.A., Fleischer S.J., Roth G.W., Tooker J.F. Current European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, injury levels in the northeastern United States and the value of Bt field corn. *Pest management Science*. Vol. 70. 2014. P. 1711-1719

37. Disi, J.O., Zebelo S., Kloepper J.W., Fadamiro, H. Seed inoculation with beneficial rhizobacteria affects European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) oviposition on maize plants. *Entomology science*. Vol. 21. 2018. P. 48-58

38. Dragomir, V., Ioan Sebastian, B., Alina, B., Victor, P., Tanasă, L., & Horhocea, D. An overview of global maize market compared to Romanian production. *Romanian Agriculture Research*, 39, 2022. 535-544

39. Erenstein, O., Chamberlin, J., & Sonder, K. Estimating the global number and distribution of maize and wheat farms. *Global Food Security*, 30, (2021). 100558

40. Fisher K.E., Mason C.E., Flexner J.L., Hough-Goldstein J., McDonald, J.H. Survivorship of Z-Pheromone Race European Corn Borer (Lepidoptera: Crambidae) on a Range of Host Plants Varying in Defensive Chemistry. *Journal of economic entomology*. Vol. 110. 2017. P. 978-985

41. Fodor J., Köblös G., Kákai Á., Kárpáti Z., Molnár B.P., Dankó T., Bozsik G., Bognár C., Szócs G., Fónagy A. Molecular cloning, mRNA expression and biological activity of the pheromone biosynthesis activating neuropeptide (PBAN) from the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *Insect Molecular Biology*. Vol. 26. 2017. P. 616-632

42. Gagnon A., Audette C., Duval B., Boisclair J. Can the Use of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to Control *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) Be Economically Sustainable for Processing Sweet Corn? *Journal of economic entomology*. Vol. 110. 2017. P. 59-66

43. Harsh S., Singh D., Pathak S. Efficient and Cost-effective Drone–NDVI system for Precision Farming. *International Journal of New Practices in Management and Engineering*, 10(04), 2021. 14-19

44. Krystian Bereś P., Kucharczyk H., Górski D. Effects of insecticides used against the european corn borer on thrips abundance on maize. *Plant protection science*. Vol. 53. 2017. P. 44-49
45. Kutuk H. Identification and Natural Parasitism of Trichogramma Species on *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) Eggs in Düzce, Turkey. *Entomological news*. Vol. 126. 2017. P. 290-298
46. Leppik E., Frérot B. Maize field odorscape during the oviposition flight of the European corn borer. *Chemoecology*. Vol. 24. 2014. P. 221-228
47. Miedaner, T., Juroszek, P. Global warming and increasing maize cultivation demand comprehensive efforts in disease and insect resistance breeding in north-western Europe. *Plant Pathology*, 70(5), 2021. 1032-1046
48. Moysiadis, T., Adamides G., Stylianou A., Zotos N., Giannakopoulou M., Alexiou G. Use of IoT technologies for irrigation and plant protection: The case for Cypriot fruits and vegetables. In *Bio-Economy and Agri-Production* pp. 2021. 175-194
49. Murrell E.G., Cullen E.M. Conventional and organic soil fertility management practices affect corn plant nutrition and *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) larval performance. *Environmental Entomology*. Vol. 43. 2014. P. 1264-1274
50. Priesnitz K.U., Vaasen A., Gathmann A. Baseline susceptibility of different European lepidopteran and coleopteran pests to Bt proteins expressed in Bt maize: A systematic review. *Environmental Evidence*. Vol. 2016. 27 p.
51. Przystalski M., Lenartowicz T. Comparing the resistance of mid-maturing maize varieties to European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) – result from the Polish VCU registration field trials. *Plant Breeding*. Vol. 136. 2017. P. 498-508
52. Доля М.М., Мороз С.Ю., Панчук Т.В., Попович М.В. Особливості формування ентомокомплексу кукурудзи за антропогенного навантаження короткоротаційних сівозмін в Україні. *Таврійський науковий вісник №138*. 2024. С. 48-54 DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.6>

53. Sarajlić A., Raspudić E., Majić I., Lončarić Z., Brmež M., Josipović M. Relationship between European corn borer feeding activity and nitrogen leaf content under different agricultural practices. *Poljoprivreda*. Vol. 21. 2015. P. 41-45
54. Sarajlić A., Raspudić E., Lončarić-Josipović Z., Brmež M., Ravlić M., Zebec V., Majić, I. Significance of irrigation treatments and weather conditions on European corn borer appearance. *Maydica*. Vol. 62. 2017, 8 p
55. Scarpino V., Reyneri A., Sulyok M., Krska R., Blandino M. Impact of the insecticide application to maize cultivated in different environmental conditions on emerging mycotoxins. *Field Crops Research*. Vol. 217. 2018. P. 188-198
56. Schaub L., Breitenmoser S. Development and validation of a phenological model for the European corn borer. *Agrarforschung Schweiz*. Vol. 8. 2017. P. 216-219
57. Schaub L., Breitenmoser S., Derron J., Graf B. Development and validation of a phenological model for the univoltine European corn borer. *Journal of Applied Entomology*. Vol. 141. 2017. P. 421-430
58. Siegwart M., Thibord J.-B., Olivares J., Hirn C., Elias J., Maugin S., Lavigne C. Biochemical and Molecular Mechanisms Associated With the Resistance of the European Corn Borer (Lepidoptera: Crambidae) to Lambda-Cyhalothrin and First Monitoring Tool. *Journal of economic entomology*. Vol. 110. 2017. P. 598-606
59. Skoczek A., Piesik D., Wenda-Piesik A., Buszewski B., Bocianowski J., Wawrzyniak M. Volatile organic compounds released by maize following herbivory or insect extract application and communication between plants. *Journal of Applied Entomology*. Vol. 141. 2017. P. 630-643
60. Tancik J. Natural parasitism of the second generation european corn borer eggs *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera, Pyralidae) by *Trichogramma* spp. in sweet corn fields in Vojvodina, Serbia – short communication. *Plant Protection Science*. Vol. 53. 2017. P. 50-54
61. Thieme T.G.M., Buuk C., Gloyna K., Ortego F., Farinós G.P. Ten years of MON 810 resistance monitoring of field populations of *Ostrinia nubilalis* in Europe. *Journal of Applied Entomology*. Vol. 142. 2018. P. 192-200

62. Tóth M., Szarukán I., Nagy A., Furlan L., Benvegnù I., Rak Cizej M., Ábri T., Kéki T., Körösi S., Pogonyi A., Toshova T., Velchev D., Atanasova D., Kurtulus A., Kaydan B.M., Signori A. European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn., Lepidoptera: Crambidae): comparing the performance of a new bisexual lure with that of synthetic sex pheromone in five countries. *Pest Management Science*. Vol. 73. 2017. P. 2504-2508
63. Tóth M., Szarukán I., Nagy A., Ábri, T., Katona V., Korösi S., Nagy T., Szarvas A., Koczor S. An improved female-targeted semiochemical lure for the European Corn Borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. Vol. 51. 2016. P. 247-254
64. Yu T., Li X., Coates B.-S., Zhang Q., Siegfried B.-D., Zhou, X. microRNA profiling between *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab-susceptible and resistant European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hübner). *Insect Molecular Biology*. Vol. 27. 2018. P. 279-294
65. Yu T., Li X., Coates B.-S., Zhang Q., Siegfried B.-D., Zhou, X. microRNA profiling between *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab-susceptible and resistant European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hübner). *Insect Molecular Biology*. Vol. 27. 2018. P. 279-294
66. Zanga D., Sanahuja G., Eizaguirre M., Albajes R., Christou P., Capell T., Fraser P., Gerrisch C., López C. Carotenoids moderate the effectiveness of a bt gene against the european corn borer, *ostrinia nubilalis*. *PloS ONE*. 2018. Vol. 13
- Čerevková A., Miklisová D., Szoboszlay M., Tebbe C.C., Cagán Ľ. The responses of soil nematode communities to Bt maize cultivation at four field sites across Europe. *Soil Biology and Biochemistry*. 2018. Vol. 119. P. 194-202
67. Zunker M., Zimmermann O., Reißig A., Schneller H., Albert R. Development of biological plant protection methods, in particular the use of beneficials, in baden-wuerttemberg since 1979: A survey with new data from 2013 and 2014. *Journal for Kulturpflanzen*. Vol. 69. 2017. P. 198-209