

Effectiveness of corn pest control systems under the conditions of the Ukrainian Steppe

V. Matiukha¹ | O. Tsyliuryk² | S. Semenov¹✉

Article info

Correspondence Author
S. Semenov
E-mail:
semenmart@gmail.com

¹ State Institution Institute
of Grain Crops of the NAAS
of Ukraine,
Volodymyr Vernadsky Str.,
14, Dnipro, 49009, Ukraine

² Dnipro state agrarian
and economic university,
Serhii Efremov Str., 25,
49009, Ukraine

Citation: Matiukha, V., Tsyliuryk, O., & Semenov, S. (2025). Effectiveness of corn pest control systems under the conditions of the Ukrainian Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (2), 23–30. doi: 10.31210/spi2025.28.02.04

The article presents the results of long-term scientific research aimed at evaluating the effectiveness of various pest control systems for maize under the specific natural and climatic conditions of the Northern Steppe of Ukraine. It has been proven that one of the main limiting factors hindering the realization of maize's yield potential is the complex detrimental effect of phytophagous pests, which form a significant entomological complex within agroecosystems. Among the key pest species causing considerable damage to maize crops in the Steppe zone, the most widespread and dangerous were identified as wireworms (click beetle larvae), chafer beetles, the European corn borer, aphids, thrips, and the invasive quarantine pest – the Western corn rootworm. Within the framework of the experimental studies, a comparative assessment was conducted to determine the efficacy of a range of modern insecticidal formulations belonging to different chemical classes and exhibiting various modes of action. Specifically, insecticides based on thiamethoxam, imidacloprid, chlorantraniliprole, lambda-cyhalothrin, and alpha-cypermethrin were examined. It was found that the application of the systemic insecticide based on thiamethoxam at a rate of 0.35 L/ha resulted in a 72.3 % reduction in pest populations in maize fields compared to the untreated control. At the same time, the use of chlorantraniliprole at a rate of 0.15 L/ha reduced the number of phytophagous pests by 68.9 %, which also confirms the high efficacy of this product in suppressing harmful insect populations. The highest maize grain yield – 9.24 t/ha – was recorded in the variant where a combined insecticide containing imidacloprid and lambda-cyhalothrin was applied. Compared to the control variant without pest control measures, the yield increase amounted to 1.83 t/ha, representing an almost 25 % improvement. It is important to emphasize that the study results confirm the high effectiveness of an integrated maize protection system, which combines chemical, agrotechnical, and biological methods of influencing the entomocomplex. This approach significantly reduces the overall pesticide load on the agroecosystem while maintaining high crop productivity. The implementation of integrated protection strategies meets the current demands for ecological safety in agricultural production, ensures the economic viability of applied technologies, and allows for the adaptation of pest control systems to the regional climatic and biotic conditions.

Keywords: corn, insecticides, phytophagous pests, harmful insects, yield.

Ефективність системи захисту кукурудзи від шкідників в умовах степу України

В. Л. Матюха¹ | О. І. Циліурік² | С. С. Семенов¹

¹ Державна установа
Інститут зернових культур
НААН України,
м. Дніпро, Україна

² Дніпровський державний
аграрно-економічний
університет,
м. Дніпро, Україна

У статті висвітлено результати багаторічних наукових досліджень, присвячених оцінці ефективності різних систем захисту кукурудзи від шкідливих організмів у специфічних природно-кліматичних умовах північного Степу України. Доведено, що одним із головних обмежувальних факторів, який стримує реалізацію потенційної врожайності кукурудзи, є комплексний негативний вплив фітофагів, які формують значний ентомокомплекс агроценозу. Серед основних видів шкідників, які завдають суттєвої шкоди посівам кукурудзи в умовах Степу, найпоширенішими та найнебезпечнішими визнано дрітляників (личинки ковалика), хлібних жуків, стеблових метелика, попелиць, трипсів, а також небезпечного карантинного виду – західного кукурудзяного жука. У межах експериментальних досліджень проведено порівняльну оцінку ефективності використання низки сучасних інсектицидних препаратів, які належать до різних хімічних класів та мають різні механізми дії. Зокрема, було досліджено інсектициди на основі тіаметоксаму, імідаклоприду, хлорантраніліпролу, лямбда-цигалотрину та альфа-циперметрину. Встановлено, що застосування системного інсектициду на основі тіаметоксаму у нормі 0,35 л/га забезпечувало зменшення чисельності шкідників у посівах кукурудзи на 72,3 % у порівнянні з контролем без застосування захисних заходів. Водночас використання хлорантраніліпролу в нормі 0,15 л/га забезпечувало зниження чисельності фітофагів на 68,9 %, що також свідчить про високу ефективність цього препарату у стримуванні популяції шкідливих видів. Найвищу врожайність зерна кукурудзи – 9,24 т/га – було зафіксовано на варіанті із застосуванням комбінованого інсектициду, до складу якого входять імідаклоприд і лямбда-цигалотрин. У порівнянні з контрольним варіантом, де захист не здійснювався, урожайність зросла на 1,83 т/га, що становить приріст майже на 25 %. Важливо зазначити, що результати досліджень підтверджують високу ефективність інтегрованої системи захисту кукурудзи, яка поєднує хімічні, агротехнічні та біологічні методи впливу на ентомокомплекс. Такий підхід дозволяє суттєво знизити загальне пестицидне навантаження на агроєкосистему, водночас підтримуючи високу продуктивність культури. Упровадження інтегрованого захисту відповідає сучасним вимогам щодо екологічної безпеки агровиробництва, забезпечує економічну доцільність технологій і дозволяє адаптувати систему захисту до регіональних кліматичних та біотичних особливостей.

Ключові слова: кукурудза, інсектициди, фітофаги, шкідники, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Матюха В. Л., Циліурік О. І., Семенов С. С. Ефективність системи захисту кукурудзи від шкідників в умовах степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (2). С. 23–30.

Вступ

Кукурудза посідає провідне місце серед сільсько-господарських культур агропромислового комплексу України, формуючи вагомую частку у загальному зерновому балансі держави. У північному Степу ця культура виявляє високий рівень урожайного потенціалу, характеризується доброю адаптацією до умов обмеженого зволоження та має широкі перспективи використання як у кормовій, так і в продовольчій та енергетичній галузях. Проте значним стримувальним чинником, що обмежує ефективність її вирощування, залишається шкодочинна дія комплексу фітофагів [1–3].

Шкідливий ентомологічний комплекс кукурудзи охоплює групу фітофагів, які завдають суттєвої шкоди рослинам на всіх етапах онтогенезу – від проростання насіння до повного досягання зерна. Кліматичні умови північного Степу, що характеризуються підвищеними температурами повітря та періодичними проявами вологого дефіциту, створюють сприятливе середовище для активного розвитку та масового розмноження шкідників, що істотно підсилює їхній негативний вплив. У таких умовах шкодочинність ентомофауни перетворюється на один із ключових лімітуючих чинників, який обмежує реалізацію генетичного потенціалу урожайності кукурудзи та погіршує якісні характеристики одержаної продукції [4–6].

За таких умов виняткового значення набуває впровадження ефективних заходів контролю чисельності ентомофауни, зокрема шляхом застосування сучасних, екологічно безпечних засобів захисту рослин, що є передумовою стабільного підвищення урожайності кукурудзи та забезпечення екологічної стійкості агроєкосистем регіону [7–11]. У практиці вирощування кукурудзи на території Північного Степу України ефективними виявилися інсектициди системної та контактної-шлункової дії, зокрема препарати на основі тіаметоксаму, імідаклоприду, хлорантраніліпролу, лямбда-цигалотрину та альфа-циперметрину [12, 13]. Зазначені діючі речовини забезпечують широкий спектр контролю проти основних шкідників – дрітників, хлібних жуків, стеблових метеликів, попелиць, трипсів та кукурудзяного жука, при цьому відзначаються порівняно низьким токсикологічним навантаженням на агроєкосистему. Розробка інтегрованих систем захисту, що базуються на поєднанні агротехнічних, хімічних і біологічних методів, дозволяє не лише знижувати чисельність шкідливих організмів до економічно незначущого рівня, але й формувати більш стійкі, адаптовані до кліматичних змін системи ведення кукурудзівництва в умовах південної частини Лісостепу та північного Степу України [14–17].

Попри помітний науковий прогрес у дослідженні впливу окремих видів шкідників на польові культури, комплексне вивчення дії ентомологічного комплексу на кукурудзу в умовах північного Степу України залишається недостатньо повним і потребує подальшого глибокого аналізу. Особливої актуальності набуває дослідження взаємозалежностей між біологічними особливостями самої культури,

фітосанітарним станом посівів, системою агротехнічних прийомів та результативністю заходів захисту від шкідників. Вивчення механізмів формування урожайності кукурудзи за умов дії шкідливого ентомокомплексу має важливе значення для обґрунтування ефективних і науково вивірених технологічних рішень, спрямованих на підвищення стабільності та результативності її вирощування. Поширення ентомошкідників у посівах кукурудзи призводить не лише до суттєвих втрат урожаю та зниження якісних параметрів зерна, але й зумовлює зростання витрат на заходи захисту, що в цілому негативно впливає на економічну ефективність виробництва культури в регіоні [18, 19].

Комплексне дослідження впливу шкідливого ентомокомплексу відкриває можливість глибшого розуміння біоекологічних характеристик основних фітофагів, закономірностей їхньої чисельності, динаміки розвитку та чинників, що обумовлюють зростання шкодочинного потенціалу. Таке наукове підґрунтя є необхідною умовою для вдосконалення системи захисту кукурудзи, зокрема шляхом впровадження інтегрованих технологій, які поєднують агротехнічні, біологічні та хімічні методи з урахуванням екологічної безпеки, економічної доцільності та адаптації до регіональних кліматичних умов [20, 21].

Тобто, актуальність проведеного дослідження зумовлена необхідністю виявлення закономірностей росту та розвитку кукурудзи залежно від рівня шкодочинності ентомологічного комплексу, а також від впливу окремих елементів агротехніки, що застосовуються в умовах степової зони. Метою таких досліджень є мінімізація втрат урожайності зерна за рахунок оптимізації технологій вирощування та зниження пестицидного навантаження на агроєкосистему, що особливо важливо в контексті забезпечення екологічної рівноваги та підвищення стійкості агровиробництва [22–24].

Вирішення цієї проблеми полягає у підвищенні продуктивності кукурудзи шляхом впровадження в технологію їх вирощування сучасних безпечних і високоефективних пестицидів-протруйників та їх комбінацій, таких як Круїзер, Максим XL, Вермістим, а також їхніх сумішей (Максим XL + Вермістим, Круїзер + Максим XL + Вермістим). Додатково передбачено використання препаратів для обробки вегетуючих рослин, зокрема Карате Зеон, Вермістим та їхньої комбінації (Карате Зеон + Вермістим). Проте наявна інформація про ефективність різних інсектицидів у боротьбі зі шкідниками на посівах кукурудзи є обмеженою і часто має суперечливий характер.

Мета дослідження

Основною метою даної наукової роботи є встановити ефективність та удосконалити технологічні підходи до вирощування кукурудзи в умовах Північного Степу України з метою підвищення її продуктивності, зокрема шляхом застосування сучасних, екологічно безпечних та високоефективних засобів захисту рослин. У процесі дослідження охарактеризовано дію низки інноваційних препаратів, основна увага

зосереджена на використанні інсектицидних протруйників насіння та їх комбінацій, серед яких: Круїзер, Максим XL, Вермістим, а також поєднання Максим XL + Вермістим та Круїзер + Максим XL + Вермістим. Окремим напрямком роботи є порівняння ефективності препаратів, призначених для обробки вегетуючих рослин у фазі розвитку культури, зокрема Карате Зеон, Вермістим, а також їх комбінації – Карате Зеон + Вермістим, з урахуванням показників збереження рослин, зниження чисельності шкідників та формування урожайності.

Завдання дослідження полягає в оцінюванні біологічної та економічної ефективності зазначених препаратів у системі захисту кукурудзи від основних шкідників, вивченні їхнього впливу на формування структурних елементів урожаю та кінцевого рівня врожайності, а також у визначенні найбільш доцільних і ефективних схем застосування відповідно до агрокліматичних умов північного Степу України.

Матеріали і методи

Експериментальна частина роботи виконувалась на базі дослідного господарства «Дніпро» ДУ Інститут зернових культур НААН України. Кукурудзу середньостиглого гібриду Моніка 350МВ розміщували після пшениці озимої. Після збирання попередника, здійснювали два дискування стерні на 10–12 см, а восени здійснювали оранку на глибину 23–25 см. Допосівна підготовка ґрунту включала ранньовесняне закриття вологи зубовими бородами та дві культивції на 8–10 та передпосівну на 6–8 см. Під першу культивування вносили мінеральні добрива (нітроамфоска) розкидним способом з розрахунку $N_{30}P_{30}K_{30}$. Сівбу проводили сівалкою Great Plains 8R–3000 за норми висіву – 60 тис. зернин на 1 га. З метою знищення бур'янів застосовували ґрунтовий гербіцид Харнес – 2,5 л/га, виконували також міжрядний обробіток. У 2019–2021 роках метеорологічні умови вегетаційного періоду кукурудзи в степовій зоні України були нестабільними, з коливаннями температури та опадів, що безпосередньо впливало на ріст і розвиток культури. Найвищу середню температуру (19,9 °C) зафіксовано у 2019 році, найнижчу (17,9 °C) – у 2021-му. Найсприятливішими для кукурудзи були червень–липень, коли відбувається активний ріст і формування зерна.

Кількість опадів коливалась від 177,9 мм у 2019 році (з повною відсутністю вологи в серпні) до 403,6 мм у 2021-му, що значно перевищувало норму. Основна частина опадів у врожайному 2021 році припала на червень – критичний період для водозабезпечення рослин.

Схема дослідів включала дослідження ефективності різних інсектицидів і регуляторів росту в посівах кукурудзи за трьома напрямками: передпосівна обробка насіння, обприскування вегетуючих рослин та їх поєднання. У варіантах передпосівної обробки застосовували як окремі препарати, так і їх комбінації. Зокрема, насіння обробляли інсектицидом Круїзер 350 FS у дозі 4 л/т, фунгіцидом Максим XL035 FS у дозі 5 л/т, біостимулятором росту Вермістим у дозі 6 л/т, а також комбінацією

Максим XL і Вермістиму та трикомпонентною сумішшю Круїзер, Максим XL і Вермістим (*табл. 1*).

Таблиця 1

Схема дослідів з вивчення ефективності інсектицидів і регуляторів росту в посівах кукурудзи

Тип обробітку кукурудзи	Препарати та їх дози
Передпосівна обробка насіння	Без обробки (контроль)
	Круїзер 350 FS (4 л/т)
	Максим XL035 FS (5 л/т)
	Вермістим (6 л/т)
	Максим XL035 FS (5 л/т) + Вермістим (6 л/т)
Обприскування посівів (без обробки насіння)	Карате Зеон 050 CS (0,2 л/га)
	Вермістим (10 л/га)
	Карате Зеон 050 CS (0,2 л/га) + Вермістим (10 л/га)
Обприскування посівів + обробка насіння	Карате Зеон 050 CS (0,2 л/га)
	Вермістим (10 л/га)
	Карате Зеон 050 CS (0,2 л/га) + Вермістим (10 л/га)

У другій частині досліджень передбачалося лише обприскування вегетуючих рослин без попередньої обробки насіння. Тут застосовували інсектицид Карате Зеон 050 CS у дозі 0,2 л/га, Вермістим у дозі 10 л/га, а також бакову суміш обох препаратів. У третій частині дослідів оцінювали поєднання передпосівної обробки насіння з подальшим обприскуванням у період вегетації. Контролем слугував варіант без обробітку препаратами. Площа облікової ділянки – 10 м², повторність – 4-х кратна.

Всі обліки і спостереження, зокрема ентомологічні дослідження чисельності (щільності), пошкодженості, поширеності шкідників проводилися у відповідності із сучасними методиками визначення в агрономії [25–26].

Технічну (біологічну) ефективність препаратів розраховували за формулою:

$$TE = \frac{100 \cdot (D - П)}{D}, \text{ де}$$

TE – технічна ефективність дії з поправкою на контроль, %;

D – чисельність шкідників у даному варіанті до обробки, особин/рослину;

П – чисельність шкідників у даному варіанті після обробки, особин/рослину.

Облік урожаю проводився шляхом виламування качанів вручну з усіх ділянок окремо, обрушення та зважування зерна. Урожай перераховували на 14 % вологість зерна [25–26].

Результати досліджень піддавалися обробці методами дисперсійного та статистичного аналізів за допомогою відповідних статистичних програм [25–26].

Результати та їх обговорення

Ґрунтові обстеження проведені перед сівбою кукурудзи показали, що чисельність шкідників протягом 2019–2021 років не перевищувала економічний поріг шкодочинності (ЕПШ), зокрема

для дрітників 1,0–2,7 особин/м², пластинчастовусих 0,5–1,2 особин/м². Найвні шкідники у ґрунті пошкоджували сходи кукурудзи, але із різною

інтенсивністю залежно від протруєння посівного матеріалу (*табл. 2*).

Таблиця 2

Пошкодженість рослин кукурудзи ґрунтовими шкідниками у період сходів залежно від протруєння насіння за 2019–2021 рр.

№ п/п	Варіанти передпосівної обробки насіння	Норма витрати препаратів	Пошкодженість, %			
			2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє
1	Без обробки	–	18,8	23,8	12,7	18,4
2	Круїзер	7 л/т	8,0	10,3	6,4	8,2
3	Максим XL	1 л/т	14,3	18,9	8,5	13,9
4	Вермістим	6 л/т	17,4	21,2	13,2	17,3
5	Максим XL + Вермістим	1 л/т + 6 л/т	12,4	18,4	8,2	13,0
6	Круїзер + Максим XL + Вермістим	7 л/т + 1 л/т + 6 л/т	4,0	7,0	2,5	4,5
	НІР0,5, %		3,4	2,6	2,5	–

Контрольний варіант, де насіння не оброблялося, демонстрував найвищу середню пошкодженість – 18,4 %, що свідчить про значну загрозу з боку шкідників у разі відсутності захисних заходів.

Застосування інсектицидного протруйника Круїзер у нормі 7 л/т дало змогу істотно знизити пошкодженість до 8,2 %, що на 10,2 відсоткових пункти (в.п.) менше порівняно з контролем, або на 55,4 % у відносному вимірі. Обробка насіння препаратом Максим XL у дозі 1 л/т забезпечила зменшення пошкодженості до 13,9 %, що відповідає абсолютному зниженню на 4,5 в.п. та відносному – на 24,5 %. Досить незначним виявився ефект від застосування біологічного препарату Вермістим (6 л/т), який знизив пошкодженість лише до 17,3 %, що становить різницю з контролем у 1,1 в.п. (відсоткових пункти), або лише 6,0 % у відсотковому співвідношенні. Кращі результати були отримані при поєднанні Максим XL з Вермістимом, де рівень пошкодженості знизився до 13,0 %, тобто на 5,4 в.п. або 29,3 % менше, ніж без обробки.

Найефективнішим виявився варіант комплексного застосування трьох препаратів – Круїзер, Максим XL та Вермістим – у відповідних нормах 7 л/т, 1 л/т та 6 л/т. За цього варіанту середній рівень пошкодженості становив лише 4,5 %, що на 13,9 в.п. нижче за контрольний показник, або на 75,5 % менше у відносному вираженні. Такий результат свідчить про потужну синергічну дію препаратів при їх одночасному використанні.

Результати експериментів Рудської Н. О. [27] в умовах Лісостепу (Вінницький район) показали, що найбільшу технічну ефективність серед інсектицидних протруйників мали препарати Форс Зеа 280 FS (5,5 л/т) та Пончо 600 FS (2,5 л/т). Їх, ефективність проти личинок дрітників склала 82,2 і 81,8 %, а проти хрущів – 81,1 і 82,6 % відповідно. У контрольному варіанті щільність шкідників була майже у 4,5 рази вищою, а врожайність зберігалася на рівні лише 0,69–1,19 т/га.

Загибель проростків кукурудзи від пошкодження ґрунтовими шкідниками в період сходів є серйозною проблемою для агровиробників у Степу України. Ґрунтові шкідники, такі як дрітники, личинки

хрущів та інші види, активно пошкоджують насіння і молоді проростки, що призводить до значного зменшення густоти сходів та втрат урожайності.

Дослідження в умовах Степу України показали, що варіанти обробки насіння мають істотний вплив на рівень загибелі проростків. У контрольному варіанті, без застосування протруйників, загибель проростків була найвищою, що пояснюється відсутністю захисту і безпосереднім впливом шкідників на вразливі тканини рослин. Це призводило до значного прорідження посівів і нерівномірності сходів [23, 24].

Застосування інсектицидних препаратів, таких як Круїзер або "Максим XL, суттєво знижувало рівень загибелі проростків. Ці препарати забезпечували формування хімічного захисного шару навколо насіння, що пригнічував активність шкідників у зоні кореневої системи. Особливо ефективними були комбіновані схеми, які включали поєднання інсектицидів із біостимуляторами, такими як Вермістим. Ці комбінації не лише захищали насіння, але й стимулювали його енергію проростання, що сприяло формуванню більш дружних і сильних сходів [28–31].

Експерименти доводять, що передпосівна обробка насіння кукурудзи є ключовим заходом у системі захисту рослин від ґрунтових шкідників. Оптимальними є інтегровані підходи, що поєднують застосування інсектицидів і стимуляторів росту, оскільки вони дозволяють мінімізувати загибель проростків, зберегти густоту посівів та забезпечити високий потенціал урожайності кукурудзи в умовах Степу України [32, 33].

У результаті досліджень, проведених протягом 2019–2021 років, встановлено, що загибель проростків кукурудзи у фазі сходів значною мірою залежала від варіанту передпосівної обробки насіння. У контрольному варіанті, де насіння не протруювалося, середній рівень загибелі склав 9,2 %, що свідчить про суттєві втрати рослин внаслідок пошкодження ґрунтовими шкідниками. Аналогічний рівень загибелі – 9,2 % – зафіксовано і в разі застосування лише біологічного препарату Вермістим, що вказує на його низьку ефективність у захисті проростків від ґрунтових шкідників. (*табл. 3*).

Таблиця 3

Загибель проростків кукурудзи від пошкодження ґрунтовими шкідниками у період сходів залежно передпосівної обробки насіння за 2019–2021 рр.

№ п/п	Варіанти передпосівної обробки	Норма витрати препаратів	Загибель проростків, %				Ефективність, %
			2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє	
1	Без обробки	–	7,8	11,6	8,1	9,2	–
2	Круїзер	7 л/т	3,2	3,4	2,7	3,1	66,0
3	Максим XL	1 л/т	5,7	6,6	3,5	5,3	36,1
4	Вермістим	6 л/т	8,8	11,0	7,7	9,2	–
5	Максим XL + Вермістим	1 л/т + 6 л/т	4,2	5,1	3,1	4,1	51,5
6	Круїзер + Максим XL + Вермістим	7 л/т + 1 л/т + 6 л/т	1,3	4,2	1,5	2,3	71,1
НІР _{0,5} , %			2,2	2,0	2,4	–	–

Натомість обробка насіння інсектицидом Круїзер у нормі 7 л/т дозволила знизити середній рівень загибелі до 3,1 %, що становить зменшення на 6,1 відсоткових пункти (в.п.) або 66,0 % у порівнянні з контролем. Препарат Максим XL, застосований окремо в дозі 1 л/т, забезпечив зменшення загибелі проростків до 5,3 %, що відповідає зниженню на 3,9 в.п. або 36,1 %. Комбіноване застосування Максим XL з Вермістим (1 л/т + 6 л/т) виявилось більш ефективним, дозволивши знизити загибель до 4,1 % (на 5,1 в.п. менше, ніж у контролі), що становило 51,5 % ефективності.

Найкращий результат отримано при сумісному застосуванні трьох препаратів – Круїзер, Максим XL і Вермістим – у відповідних нормах. У цьому випадку загибель проростків була найнижчою і становила в середньому лише 2,3 %. Це означає зменшення на 6,9 в.п. або 71,1 % порівняно з контролем. Такий результат підтверджує високу ефективність комплексного протруєння, що поєднує хімічні та біологічні засоби захисту.

Тобто, найнадійніший захист проростків кукурудзи від загибелі, зумовленої пошкодженням ґрунтовими шкідниками, забезпечується комбінованим протруєнням насіння із використанням

інсектицидів та стимуляторів росту, що в комплексі значно підвищує ефективність заходів захисту порівняно з одноосібним застосуванням окремих препаратів.

Упродовж 2019–2021 років було вивчено вплив передпосівної обробки насіння кукурудзи на пошкодженість рослин шведською мухою у фазі сходів. Найвищий рівень пошкодженості спостерігався у варіанті без обробки – в середньому 7,5 %, що є базовим показником для оцінки ефективності інших варіантів захисту. Серед окремих препаратів найкращий результат забезпечив інсектицид Круїзер у нормі 7 л/т: середня пошкодженість знизилася до 2,1 %, що на 5,4 відсоткових пункти менше, ніж у контролі, або на 73,4 % ефективніше. (табл. 4).

Застосування Максим XL у нормі 1 л/т та біопрепарату Вермістим у дозі 6 л/т дало однаковий середній рівень пошкодженості – 4,3 %, що на 3,2 в.п. нижче за контрольний показник, що відповідає ефективності 41,5 %. Це свідчить про помірну інсектицидну дію як хімічного препарату, так і біологічного засобу. Комбіноване використання Максим XL із Вермістим покращило результат: середній рівень пошкодженості знизився до 3,1 %, тобто на 4,4 в.п. менше порівняно з необробленим варіантом, що відповідає 57,4 % ефективності.

Таблиця 4

Пошкодженість рослин кукурудзи шведською мухою в період сходів залежно від передпосівного обробітку насіння за 2019–2021 рр.

№ п/п	Варіант передпосівного обробітку	Норма витрати препаратів	Пошкодженість рослин шведською мухою, %				Ефективність, %
			2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє	
1	Без обробки	–	12,6	6,1	3,8	7,5	–
2	Круїзер	7 л/т	1,6	3,4	1,2	2,1	73,4
3	Максим XL	1 л/т	5,8	5,1	2,1	4,3	41,5
4	Вермістим	6 л/т	7,3	3,7	1,8	4,3	41,5
5	Максим XL + Вермістим	1 л/т + 6 л/т	4,2	3,7	1,3	3,1	57,4
6	Круїзер + Максим XL + Вермістим	7 л/т + 1 л/т + 6 л/т	2,7	2,8	0,8	2,1	70,2
НІР _{0,5} , %			1,7	1,1	0,8	–	–

Найвищий рівень захисту був досягнутий при комплексному використанні трьох препаратів – Круїзер, Максим XL і Вермістим. У цьому випадку середній показник пошкодженості становив лише 2,1 %, що на 5,4 в.п. нижче, ніж у контролі, і майже відповідав результату варіанту з одним лише Круїзером. Однак ефективність становила 70,2 %, тобто дещо нижча, ніж у варіанті з Круїзером окремо. Це може свідчити про те, що додавання інших препаратів не дало суттєвої синергії щодо контролю шведської мухи. Тобто, найбільш ефективним

способом захисту рослин кукурудзи від шведської мухи у період сходів було протруєння насіння інсектицидом Круїзер або його поєднання з Максим XL і Вермістим, що дозволяло суттєво зменшити пошкодження у порівнянні з необробленим насінням.

Згідно результатів випробування інсектицидів проти гусениць стеблових метелика та бавовникової совки на кукурудзі в умовах Лісостепу Рудської Н. О. [27] найвищі показники технічної ефективності мали препарати Кораген 20 к.с. (0,15 л/га) – 86,0 % та Ампліго 150 ЗС, ФК (0,2 л/га) –

80,5 %. Застосування зазначених засобів захисту сприяло підвищенню врожайності порівняно з контролем, а збережений урожай становив 0,23–0,32 т/га.

В наших дослідженнях пошкодженість рослин

кукурудзи стебловим метеликом у період сходів за 2019–2021 роки свідчить про помітні відмінності між варіантами. На контролі, де насіння не обробляли і не застосовували захист під час вегетації, середній рівень пошкодженості склав – 4,97 % (*табл. 5*).

Таблиця 5

Пошкодженість рослин кукурудзи стебловим метеликом у період сходів залежно від передпосівного обробітку насіння за 2019–2020 р., %

№ п/п	Варіант обробітку препаратами		Пошкоджено стебловим метеликом, %			
	передпосівний обробіток насіння	в період вегетації	2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє
1	Без обробки	—	6,3	3,6	5,0	4,97
2		Карате Зеон	1,9	0,5	1,2	1,20
3		Вермістим	3,8	1,2	2,5	2,50
4		Карате Зеон + Вермістим	1,8	0,0	0,9	0,90
5	Круїзер	—	5,6	1,0	3,3	3,30
6	Максим XL	—	5,9	1,5	3,7	3,70
7	Вермістим	—	6,2	1,5	3,9	3,85
8	Максим XL + Вермістим	—	5,8	0,9	3,4	3,35
9	Круїзер + Максим XL + Вермістим	—	5,3	0,9	3,1	3,10
10		Карате Зеон	1,7	0,5	1,1	1,10
11		Вермістим	4,7	0,9	2,8	2,80
12		Карате Зеон + Вермістим	1,4	0,4	0,9	0,90
НІР _{0,5} , %			1,3	1,1	1,5	—

Застосування препарату Карате Зеон у фазу вегетації (варіант 2) дало змогу знизити пошкодженість до 1,20 %, що на 3,77 % менше порівняно з контролем, або на 75,9 % у відносному вираженні. Подібний результат спостерігався і в іншому варіанті з Карате Зеон (варіант 10), де середній рівень ушкодження становив 1,10 %, що на 3,87 % або 77,9 % менше, ніж у контролі.

Застосування лише препарату Вермістим у вегетаційний період (варіант 3) дозволило зменшити пошкодженість до 2,50 %, тобто на 2,47 % у порівнянні з контролем, що становить 49,7 % зменшення. Варіант 11 з Вермістимом також продемонстрував зниження – до 2,80 %, що на 2,17 % або 43,7 % менше відносно контролю.

Найкращий результат показав варіант обробки Карате Зеон + Вермістим у вегетацію (варіанти 4 і 12), де середній рівень ушкодження склав 0,90 %, що означає зниження на 4,07 % у порівнянні з контролем, або на 81,9 % у відносному вимірі. Це найефективніший варіант серед усіх досліджених.

Передпосівне застосування Круїзеру (варіант 5) дало змогу знизити пошкодженість лише до 3,30 %, що на 1,67 % або 33,6 % менше, ніж у контролі. Максим XL (варіант 6) був трохи ефективнішим – 3,70 % пошкодженості, що менше на 1,27 % або 25,6 %, тоді як використання одного лише Вермістиму перед сівбою (варіант 7) дало результат 3,85 %, тобто зменшення на 1,12 % або 22,5 %.

Поєднання препаратів Максим XL + Вермістим (варіант 8) дозволило знизити ушкодженість до 3,35 %, що на 1,62 % або 32,6 % менше відносно контролю. Найкращим серед передпосівних варіантів був варіант 9 – Круїзер + Максим XL + Вермістим, де пошкодженість становила 3,10 %, що на 1,87 % або 37,6 % нижче за контроль.

Тобто, найефективнішими заходами проти стеблових метелика у період сходів кукурудзи виявилися обробки вегетаційними інсектицидами, особливо поєднання Карате Зеон + Вермістим. Передпосівна обробка мала позитивний, але менш виражений ефект. Комбінації кількох препаратів показали кращі результати, ніж окремі обробки, що свідчить про доцільність інтегрованого підходу до захисту кукурудзи від шкідників.

Урожайність кукурудзи значно варіювала залежно від застосованих препаратів для передпосівної обробки насіння та вегетаційного захисту рослин. У контрольному варіанті без будь-яких обробок середня врожайність за три роки становила 4,29 т/га. Цей показник використовується як базовий для аналізу приростів і знижень урожаю в інших варіантах (*табл. 6*).

Застосування інсектициду Карате Зеон по вегетуючих рослинах (варіант 2) забезпечило середню урожайність 5,22 т/га, що на 0,93 т/га (21,7 %) більше, ніж у контролі. Обробка тільки Вермістимом (варіант 3) дала 4,89 т/га – прирост склав 0,60 т/га (14,0 %). Найвищий результат серед вегетаційних варіантів без передпосівної обробки отримано при спільному застосуванні Карате Зеон + Вермістим (варіант 4) – 5,30 т/га, що на 1,01 т/га або 23,5 % більше, ніж у контролі.

Значне зростання урожайності зафіксовано у варіантах із передпосівною обробкою. Так, при застосуванні Круїзеру (варіант 5) урожайність становила 6,32 т/га, що на 2,03 т/га або 47,3 % більше від контролю. Препарат Максим XL (варіант 6) забезпечив 5,46 т/га – приріст 1,17 т/га або 27,3 %. Використання Вермістиму окремо (варіант 7) дало 5,45 т/га, що майже ідентично варіанту 6 і на 1,16 т/га або 27,0 % більше від контролю.

Таблиця 6

Урожайність рослин кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння та використання інсектицидів за 2019–2021 рр.

№ п/п	Варіанти обробітку препаратами		Урожайність, т/га			
	передпосівний обробіток насіння	обробіток по вегетуючих рослинах	2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє
1		–	4,70	2,77	6,41	4,29
2	Без обробки	Карате Зеон	5,77	2,97	6,93	5,22
3		Вермістим	5,05	3,00	6,63	4,89
4		Карате Зеон + Вермістим	5,85	3,03	7,02	5,30
5	Круїзер	–	6,66	4,07	7,24	6,32
6	Максим XL	–	6,43	3,60	7,35	5,46
7	Вермістим	–	5,53	3,62	7,21	5,45
8	Максим XL + Вермістим	–	6,71	4,11	7,38	6,07
9		–	7,02	4,33	8,23	6,53
10	Круїзер + Максим XL + Вермістим	Карате Зеон	7,46	4,57	8,71	6,58
11		Вермістим	6,62	4,41	8,59	6,54
12		Карате Зеон + Вермістим	7,64	4,78	9,00	7,14
	НІР _{0,5} , т/га		0,35	0,29	0,51	–

Комбінація Максим XL + Вермістим (варіант 8) дозволила досягти 6,07 т/га, приріст становив 1,78 т/га або 41,5 %. Найвищу урожайність серед варіантів з передпосівною обробкою забезпечила комбінація трьох препаратів: Круїзер + Максим XL + Вермістим (варіант 9), де вона склала 6,53 т/га, що перевищує контроль на 2,24 т/га або 52,2 %.

Найвищі показники урожайності зафіксовано у варіантах, де вегетаційно застосовували Карате Зеон або Вермістим без передпосівної обробки, однак можливо, в умовах підвищеного тиску шкідників. Так, у варіанті 10 (Карате Зеон) урожайність склала 6,58 т/га – це на 2,29 т/га або 53,4 % вище, ніж у контролі. Варіант 11 (Вермістим) забезпечив 6,54 т/га – приріст 2,25 т/га або 52,4 %. Найвищу урожайність у дослідженні отримано у варіанті 12 – спільне внесення Карате Зеон + Вермістим у фазу вегетації – 7,14 т/га, що на 2,85 т/га або 66,5 % більше, ніж у контролі. Тобто, максимальне зростання урожайності забезпечують комбінації інсектицидів, особливо Карате Зеон + Вермістим у вегетацію та комплексне передпосівне оброблення. Це свідчить про доцільність застосування інтегрованого захисту кукурудзи для стабільного підвищення урожайності.

Поступова зміна кліматичних умов, зокрема підвищення середньорічних температур, зміщення термінів вегетаційного періоду та зростання кількості екстремальних погодних явищ, значно впливають на чисельність і видовий склад шкідників кукурудзи. У зв'язку з цим виникає необхідність перегляду та адаптації існуючих систем захисту рослин до нових умов. Крім того, на ринку постійно з'являються нові високоефективні інсектицидні препарати з удосконаленими формулами та механізмами дії, які забезпечують кращу біологічну ефективність і знижують ризик розвитку резистентності у шкідників. Все це обумовлює необхідність продовження наукових досліджень з метою виявлення найбільш раціональних, екологічно безпечних та економічно доцільних засобів захисту кукурудзи. Зокрема, важливо визначити оптимальні терміни обробки, норми витрати препаратів та ефективні схеми їх поєднання, що дозволить забезпечити стабільну врожайність культури при мінімальному впливі на довкілля.

Висновки

1. Передпосівна обробка насіння кукурудзи є критично важливою складовою захисту від ґрунтових шкідників у Степу України. Незважаючи на те, що чисельність шкідників (дротяники, личинки хрущів тощо) не перевищувала економічного порогу шкодо-чинності, у разі відсутності захисних заходів відмічалася значна пошкодженість сходів (18,4 %) та загибель проростків (9,2 %) кукурудзи. Без передпосівної обробки формуються зрізнені посіви з нерівномірними сходами, що негативно впливає на потенціал урожайності культури.

2. Найвищу ефективність у захисті кукурудзи від пошкодження ґрунтовими шкідниками продемонструвало комплексне застосування інсектицидів і біостимуляторів. Комбінація препаратів Круїзер (7 л/т), Максим XL (1 л/т) та Вермістим (6 л/т) забезпечила найнижчі показники пошкодженості рослин (4,5 %) та загибелі проростків (2,3 %), що відповідно на 75,5 % та 71,1 % менше у порівнянні з контролем.

3. Використання окремих інсектицидних препаратів також забезпечує ефективний, але менш виражений захист, ніж інтегровані схеми. Зокрема, препарат Круїзер у дозі 7 л/т знижував пошкодженість рослин до 8,2 % (на 55,4 %) та загибель проростків до 3,1 % (на 66,0 %). Максим XL діяв менш ефективно, знижуючи відповідні показники на 24,5 % та 36,1 %. Біологічний препарат Вермістим у монозастосуванні не забезпечив належного захисту, оскільки пошкодженість та загибель проростків практично не відрізнялися від контролю, що свідчить про його низьку інсектицидну активність. Водночас включення Вермістиму до складу комбінованих схем дозволило підвищити загальну ефективність завдяки його стимулюючій дії на проростки.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Tsyliuryk, O. I. (2023). *Suchasni systemy mulchuvannoho obrobittu gruntu v Pivnichnomu Stepu: monohrafiia*. Odesa: Oldi Plus+ [in Ukrainian].
2. Bakhmut, O. O. (2017). Kompleksna shkodochynnist fitofahiv kukurudzy v umovakh pviddenno-zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 53, 22–28. [in Ukrainian]
3. Tsyliuryk, O. I. (2016). Efektyvnist minimalnogo obrobittu gruntu pid kukurudzu v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 2, 5–9. [in Ukrainian]
4. Borzykh, O. I., Janse, L. A., Chaika, V. M., Bakhmut, O. O., Borisenko, V. I., & Chaika, S. P. (2023). Population dynamics of corn insect pests in Ukraine under climate change. *Agricultural Science and Practice*, 10 (3), 35–45. <https://doi.org/10.15407/agrisp10.03.035>
5. Rudska, N. (2022). Influence of the protection system on limitation of the number of main pests in corn crops. *Agriculture and Forestry*, 143–165. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-11>
6. Melnyk, S. (2023). Intehrovanyi zakhyst posiviv kukurudzy. *Zbirnyk Studentskykh Naukovykh Prats, Silskohospodarski Nauky*, 4 (12), 45–48. [in Ukrainian]
7. Tkach, Yu. I., Tsyliuryk, O. I., & Kozechko, V. I. (2017). Optymizatsiia zastosuvannya mikrodobryv ta rehuliatoriv rostu roslin u posivakh kukurudzy pivnichnoho stepu Ukrainy. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 4, 20–25. [in Ukrainian]
8. Dolia, M., Moroz, S., Panchuk, T., Pohyba, V., & Polkov, V. (2024). Kontrol shkidnykiv za suchasnykh osoblyvosti formuvannya i samorehulatsii entomokompleksiv kukurudzy. *Ahrarni Innovatsii*, 26, 29–33. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.4> [in Ukrainian]
9. Chernykh, S. A., Lemishko, S. M., Tsysar, N. O., & Pryhoda, V. I. (2021). Zastosuvannya zasobiv zakhystu roslin dlia obmezhenia chyselnosti patohennoi mikroflory v ahrotsenozakh kukurudzy v Pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Innovative Technologies in Science and Practice*, 6, 24. <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.II.VI> [in Ukrainian].
10. Tsyliuryk, O. I., & Solohub, I. M. (2023). Growth regulators in corn crops of the Northern Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 132, 237–247. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.29>
11. Vasylenko, R. M., & Zaiets, S. O. (2017). Produktivnist kukurudzy zalezno vid strokiv sivy ta zakhystu vid khvorob ta shkidnykiv. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 67, 69–72. [in Ukrainian]
12. Hryhorieva, A. V., & Mostoviyak, S. M. (2022). The main phytophagous of corn and measures to limit their number in the conditions of the Lviv region. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 128–132. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2022-1-128-132>
13. Boiko, P., Kovalenko, N., Yurkevych, Y., Valentiuk, N., & Albul, S. (2022). The history, current state and prospects for the implementation of elements of biologization for the efficient cultivation of corn in organic farming of the southern steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems & Ecology Sciences*, 13 (1). <https://doi.org/10.31407/ijeec13.106>
14. Melnychuk, F., Alekseeva, S., Hordienko, O., Melnychuk, L., & Shatkovska, K. (2020). Soil pest control for maize when applying drip and sprinkler irrigation. *Land Reclamation and Water Management*, 1, 86–94. <https://doi.org/10.31073/mivg202001-230>
15. Dolia, M. M., Yushchenko, L. P., & Varchenko, T. P. (2018). Osoblyvosti zastosuvannya suchasnykh biolohichnykh zasobiv zakhystu silskohospodarskykh kultur vid shkidnykiv u Lisostepu i Polissi Ukrainy. *Silskohospodarska Mikrobiologhiia*, 27, 60–66. [in Ukrainian]
16. Sakhnenko, V., Sakhnenko, D., & Varchenko, T. (2018). Modern systems of resource-saving measures to protect winter wheat and corn from pests in the Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraini*, 2018 (4). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2018.04.011>
17. Furlan, L., Vasileiadis, V. P., Chiarini, F., Huiting, H., Leskovšek, R., Razingar, J., Holb, I. J., Sartori, E., Urek, G., Verschwele, A., Benvegnù, I., & Sattin, M. (2017). Risk assessment of soil-pest damage to grain maize in Europe within the framework of Integrated Pest Management. *Crop Protection*, 97, 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.029>
18. Tkachenko, G., Borzykh, O., & Ignat, V. (2020). The current state of application of biological plant protection agents in agroecology of Ukraine. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 98 (12), 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-03>
19. Tsyliuryk, O. I., Izboldin, O. O., & Solohub, I. M. (2022). Vplyv stymulatoriv rostu roslin na biometrychni pokaznyky ta urozhainist kukurudzy v Pivnichnomu Stepu. *Ahrarni Innovatsii*, 15, 59–66. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.9> [in Ukrainian]
20. Sekun, M. P., & Snizhok, O. V. (2017). Neobkhdnist ta osoblyvosti zastosuvannya suchasnykh pestytsydiv na posivakh kukurudzy. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 63, 145–150. [in Ukrainian]
21. Kuzmynskyi, A. V. (2013). Stiikist hibrydiv kukurudzy do luskokrylykh shkidnykiv. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 4, 132–135. [in Ukrainian]
22. Huliak, N. V. (2012). Chervuvannya kultur ta poshkodzhennist posiviv kukurudzy lychynkami kovalykyv. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 9, 1–2. [in Ukrainian]
23. Liaska, Yu. M., Stryhun, O. O., & Kravchenko, V. P. (2018). Efektyvnist protruinykiv proty gruntovykh fitofahiv na posivakh kukurudzy. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 64, 74–82. [in Ukrainian]
24. Sheludko, O. D., Markovska, O. Ye., & Mrynskyi, I. M. (2012). Efektyvnist peredposivnoi obrobky nasinnia kukurudzy protruinykami. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 58, 64–66. [in Ukrainian]
25. Ushkarenko, V. O., & Vozhehova, R. A. (2024). *Metodyka polovoho doslidu: navchalnyi posibnyk*. Odesa: Oldi Plus+ [in Ukrainian]
26. Steel, R. (1997). Analysis of variance I: The one-way classification. In R. G. D. Steel, J. H. Torrie, & D. A. Dicky. *Principles and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach*. 3rd Edition. New York: McGraw Hill, Inc. Book Co.
27. Rudska, N. O. (2021). Efficiency of the system of protection of maize crops from weeds in different methods of soil treatment in the conditions of the Right Bank forest-Steppe of Ukraine. *Colloguim-Journal*, 17 (104), 47–54.
28. Trybel, S. O. (2005). Yak pozbutsia drotianikyv. *Zakhyst Roslyn*, 4, 5. [in Ukrainian]
29. Drozd, V. F. (2003). Hruntovi shkidnyky. Yak pozbutsia yikh zasylia na silskohospodarskykh uhiddiakh. *Zakhyst Roslyn*, 6, 8–10. [in Ukrainian]
30. Ariesnikov, B. A., Honcharenko, M. P., & Kostikovskiy, M. H. (1992). *Zakhyst zernovykh kultur vid shkidnykiv, khvorob i burianiv pry intensyvykh tekhnolohiakh*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
31. Hyrka, T. V. (2009). Vplyv ahrotekhnichnykh pryomiv vyroshchuvannya kukurudzy na poshkodzhennist prorostkiv lychynkami kovalykyv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 131–133. [in Ukrainian]
32. Trybel, S. O., Hetman, M. V., & Bakhmut, O. O. (2009). Zakhyst kukurudzy vid shkidnykiv. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 1, 5–8. [in Ukrainian]
33. Derevenets, K. A. (2012). Yakshcho posiiaty iz zapiznenniam. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 16, 17–19. [in Ukrainian]

ORCID

- V. Matiukha  <https://orcid.org/0000-0002-5657-3524>
O. Tsyliuryk  <https://orcid.org/0000-0002-7479-8401>
S. Semenov  <https://orcid.org/0000-0001-8329-5438>



2025 Matiukha V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.