

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-3.7>
УДК 63.633.1

Матюха В. Л.

доктор сільськогосподарських наук,
в. о. завідувача лабораторії захисту рослин,
Державна установа Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України
Дніпро, Україна
E-mail: matuhavladimir116@gmail.com
ORCID: 0000-0002-5657-3524

Цилюрик О. І.

доктор сільськогосподарських наук,
завідувач кафедри рослинництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Дніпро, Україна
E-mail: tsilurik_alexander@ukr.net
ORCID: 0000-0002-7479-8401

Семенов С. С.

аспірант, молодший науковий співробітник лабораторії захисту рослин,
Державна установа Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України
Дніпро, Україна
E-mail: semenmart@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8329-5438

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ СОРГО ВІД ШКІДНИКІВ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація

У статті подано результати дослідження щодо ефективності інсектицидного захисту посівів зернового сорго в умовах Північного Степу України. Актуальність роботи зумовлена зростанням кліматичних ризиків, зокрема посух, і необхідністю пошуку надійних альтернатив традиційним зерновим культурам. Сорго – перспективна культура через високу посухостійкість, стабільну врожайність і меншу потребу у внесенні добрив. Водночас його вирощування супроводжується негативним впливом комплексу шкідників, серед яких домінують злакові попелиці, дрітляники, шведська муха, бавовникова совка, хлібні жуки тощо.

Метою дослідження було встановлення ефективності різних схем захисту сорго – передпосівного протруювання насіння та обробки вегетуючих рослин – із застосуванням хімічних і біологічних препаратів (Круїзер, Максим XL, Вермістим, Карате Зеон). Досліди проводилися на базі дослідного господарства «Дніпро» Інституту зернових культур Національної академії аграрних наук України у 2018–2021 роках, з урахуванням агрокліматичних умов, які виявилися нестабільними за температурним і водним режимом.

Результати показали, що комбінація Круїзер + Максим XL + Вермістим забезпечила найнижчі показники ураження сходів (6,0%) та загину проростків (4,0%), а також найвищу врожайність – до 8,80 т/га за комбінованого застосування з Карате Зеон. Застосування інсектицидів дозволяло зменшити чисельність попелиць у критичних фазах розвитку культури (до 0,8–1,2 особини/рослину). Доведено високу ефективність інтегрованого захисту сорго, що поєднує інсектициди й біостимулятори росту, як фактор підвищення врожайності та зниження пестицидного навантаження на довкілля. Отримані дані мають практичне значення для агровиробництва в зоні ризикованого землеробства й обґрунтовують доцільність подальших досліджень ефективних, екологічно безпечних препаратів.

Ключові слова: сорго зернове, інсектициди, протруйники, регулятори росту, шкідники, попелиці, врожайність.

Вступ. Сорго зернове є однією з найперспективніших культур для вирощування у степовій зоні України завдяки своїй високій посухостійкості та здатності адаптуватися до кліматичних особливостей місцевості. В умовах зростання дефіциту вологи та частішого виникнення посух ця культура постає надійною альтернативою традиційним зерновим, як-от кукурудза та пшениця озима. Завдяки розгалуженій і глибокій кореневій системі сорго здатне ефективно використовувати вологу навіть за умов тривалої посухи [1; 7, с. 10–19; 12].

Порівняно з кукурудзою, яка в посушливі роки може втрачати значну частину врожаю, сорго демонструє стабільність продуктивності на рівні 4–6 т/га. Окрім того, ця культура потребує менших витрат на добрива, засоби

захисту та догляд, що знижує загальну собівартість виробництва. Завдяки високій стійкості до температурних коливань сорго витримує різкі перепади погодних умов, що особливо важливо в сучасних умовах змін клімату [2, с. 274–277; 3, с. 48–53].

Вирощування сорго у Степу України супроводжується впливом низки шкідників, які можуть суттєво знижувати врожайність і якість зерна. Найпоширенішими шкідниками цієї культури є злакові попелиці, дротяники (личинки коваликів), бавовникова совка, шведська муха, хлібні жуки тощо [1].

Злакові попелиці завдають шкоди, висмоктуючи сік із листя та пагонів, що призводить до ослаблення рослин, зниження фотосинтетичної активності, у кінцевому підсумку – зменшення врожаю. Бавовникова совка пошкоджує зерно у фазі наливу, спричиняє значні втрати врожайності та погіршує його якість. Шведська муха уражає молоді рослини, уповільнює їхній ріст і розвиток, а дротяники пошкоджують кореневу систему, що може призвести до загибелі сходів. Хлібні жуки харчуються зерном у фазі молочно-воскової стиглості, знижують його товарну якість та посівні властивості [6; 7, с. 10–19; 8; 9, с. 1–13; 12].

Актуальність даної роботи полягає у виявленні ефективності інсектицидних протруювачів, бакових сумішей пестицидів у посівах сорго зернового залежно від наявного комплексу шкідників, елементів агротехніки вирощування в умовах Степу для зменшення втрат урожайності зерна й інсектицидного навантаження на довкілля.

Мета роботи – підвищення продуктивності сорго шляхом удосконалення технології його вирощування, зокрема впровадження сучасних, екологічно безпечних і високоефективних пестицидів-протруйників та їх комбінацій (Круїзер, Максим XL, Вермістим, Максим XL + Вермістим, Круїзер + Максим XL + Вермістим), а також бакових сумішей препаратів для обробки вегетуючих рослин (Карате Зеон, Вермістим, Карате Зеон + Вермістим). Головне завдання дослідження – визначення ефективності інсектицидів, уточнення оптимальних доз їх застосування, виявлення продуктивності посівів за дії шкідників та інсектицидних препаратів в умовах Північного Степу України.

Експериментальна частина роботи виконувалась на базі дослідного господарства «Дніпро» ДУ Інститут зернових культур НААН України. Сорго гібрида Дніпровський-39 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 культивациї на 8–10 та передпосівну на 6–8 см. Під першу культивацию вносили мінеральні добрива (нітроамфоска) розкидним способом з розрахунку $N_{30}P_{30}K_{30}$. Сівбу проводили сівалкою СУПН-8 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 2018–2021 рр. метеорологічні умови вегетаційного періоду сорго у Степу України були нестабільними, з коливаннями температури й опадів, що безпосередньо впливало на ріст і розвиток культури. Найвищу середню температуру (19,9 °C) зафіксовано у 2018 р., найнижчу (17,9 °C) – у 2021 р. Найсприятливішими для сорго були червень – липень, коли відбуваються активний ріст і формування зерна.

Кількість опадів коливалась від 177,9 мм у 2018 р. (з повною відсутністю вологи в серпні) до 403,6 мм у 2021 р., що значно перевищувало норму. Основна частина опадів у врожайному 2021 р. припала на червень – критичний період для водозабезпечення рослин.

Схема дослідів включала дослідження ефективності різних інсектицидів і регуляторів росту в посівах сорго за трьома напрямками, як-от: 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 сорго

Тип обробітку сорго	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)
	Круїзер 350 FS (4 л/т) + Максим XL035 FS (1 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 досліду оцінювали поєднання передпосівної обробки насіння з подальшим обприскуванням у період вегетації. Контролем слугував варіант без обробітки препаратами. Площа облікової ділянки – 10 м², повторність – чотирикратна

Усі обліки та спостереження, зокрема ентомологічні дослідження чисельності (щільності), пошкодженості, поширеності шкідників, проводилися відповідно до сучасних методик визначення в агрономії [4].

Технічну (біологічну) ефективність препаратів розраховували за формулою:

$$TE = \frac{100 \times (D - P)}{D}, \text{ де:}$$

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

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

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

Облік урожаю проводився шляхом зрізання волотей (сорго) вручну з усіх ділянок окремо, обмолочування та зважування зерна. Урожай перераховували на 14% вологість зерна [4].

Результати досліджень піддавалися обробці методам дисперсійного та статистичного аналізів за допомогою відповідних статистичних програм [4].

Виклад основного матеріалу дослідження. Визначення щільності ґрунтових шкідників перед сівбою сорго показало наявність у ґрунті трьох основних родин шкідників, як-от: ковалики (Lv), чорниші (Lv) та пластинчастовусі (Lv). Економічний поріг шкодочинності (далі – ЕПШ) становить 3–5 особин/м² для коваликів і чорнишів та 1–2 особин/м² для пластинчастовусих.

У 2018 р. чисельність коваликів становила 2,3 особин/м², що нижче за встановлений поріг шкодочинності, у 2019 р. їхня чисельність дещо зросла, до 2,7 особин/м², а у 2020 р. знову знизилась до 2,1 особин/м². Чорниші мали чисельність 0,8 особин/м² у 2018 р., що також не досягало ЕПШ, проте у 2019 р. їхня чисельність зросла до 1,6 особин/м², а у 2020 р. зменшилась до 1,0 особин/м². Пластинчастовусі мали чисельність 0,5 особин/м² у 2018 р., у 2019 р. цей показник зріс до 0,7 особин/м², а у 2020 р. – до 1,2 особин/м², що впритул наблизилось до верхньої межі ЕПШ.

Загальна чисельність ґрунтових шкідників перед сівбою сорго у 2018 р. становила 3,6 особин/м², у 2019 р. вона збільшилась до 5,0 особин/м², що свідчить про збільшення чисельності шкідників. У 2020 р. загальний показник знизився до 4,3 особин/м².

У період сходів сорго одним із критичних факторів, що впливають на густоту стояння рослин, отже, на майбутню врожайність, є пошкодження проростків ґрунтовими шкідниками. Дослідження, проведені протягом 2019–2021 рр., дали змогу об'єктивно оцінити ефективність передпосівної обробки насіння різними протруйниками й біологічними препаратами щодо зменшення пошкодженості рослин (табл. 2).

Таблиця 2. Пошкодженість рослин сорго ґрунтовими шкідниками у період сходів залежно від протруєння насіння за 2019–2021 рр.

№	Варіант передпосівної обробки насіння	Норма витрати препаратів	Пошкодженість, %			
			2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє
1	Без обробки	без обробки	16,9	30,1	10,1	19,0
2	Круїзер	4 л/т	10,0	12,6	5,2	9,3
3	Максим XL	5 л/т	14,5	25,9	9,5	16,6
4	Вермістим	6 л/т	16,0	28,2	10,4	18,2
5	Максим XL + Вермістим	1 л/т + 6 л/т	14,0	20,9	5,3	13,4
6	Круїзер + Максим XL + Вермістим	4 л/т + 5 л/т + 6 л/т	5,8	10,9	1,3	6,0
НІР _{0,5} , %			2,2	3,4	3,6	–

У контрольному варіанті, де насіння не оброблялося жодними препаратами, рівень пошкодженості сягав у середньому 19,0%, коливаючись від 16,9% у 2019 р. до 30,1% у 2020 р. Це свідчить про значну шкодочинність ґрунтових фітофагів за відсутності захисних заходів.

Застосування препарату Круїзер у нормі 4 л/т забезпечило істотне зниження пошкодженості сходів сорго. Середній рівень ушкодження становив 9,3%, що на 9,7% менше порівняно з контролем, або на 51,1% у відносному вираженні. Найменше пошкодження відмічалось у 2021 р. (5,2%), а найвище – у 2020 р. (12,6%), що демонструє стабільну дію препарату за різних погодних умов.

Застосування Максим XL окремо, у дозі 5 л/т, виявилось менш ефективним: середня пошкодженість рослин сягала 16,6%, тобто лише на 2,4% нижче, ніж у варіанті без обробки, що відповідає зменшенню всього на 12,6%. Особливо слабкий ефект був у 2020 р., де рівень пошкодженості залишався високим (25,9%).

Біопрепарат Вермістим у нормі 6 л/т також не забезпечив належного захисту: середній показник ушкодження становив 18,2%, що лише на 0,8% менше за контроль, або зменшення на 4,2%, отже, ефективність його застосування була вкрай обмеженою.

Комбіноване використання Максим XL із Вермістимом у дозах 1 л/т і 6 л/т відповідно дало позитивніші результати, ніж застосування препаратів окремо. Пошкодженість у середньому знизилася до 13,4%, що на 5,6% менше порівняно з контролем (зменшення на 29,5%).

Найбільш ефективною виявилася потрійна комбінація Круїзер + Максим XL + Вермістим (4 + 5 + 6 л/т), яка забезпечила найнижчий рівень пошкодженості – у середньому 6,0%. Це свідчить про абсолютне домінування цього варіанту над іншими: зменшення пошкодженості порівняно з контролем становило 13,0% в абсолютному вираженні, або 68,4% у відносному. Особливо значний ефект зафіксовано у 2021 р., де показник ушкодження був мінімальним – лише 1,3%, що майже у 8 разів менше, ніж у варіанті без обробки.

Рівень загибелі проростків сорго, пошкоджених ґрунтовими шкідниками в період сходів, залежно від різних варіантів передпосівної обробки насіння показав деякі відмінності між використаними препаратами (табл. 3).

Таблиця 3. Загибель проростків сорго від пошкодження ґрунтовими шкідниками в період сходів залежно передпосівної обробки в 2019–2021 рр.

№	Варіант передпосівної обробки	Норма витрати препаратів	Загибель проростків, %				Ефективність, %
			2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє	
1	Без обробки	без обробки	9,3	17,1	11,4	13,2	–
2	Круїзер	4 л/т	5,0	5,5	6,2	5,6	60,3
3	Максим XL	5 л/т	6,6	9,4	7,7	7,9	39,7
4	Вермістим	6 л/т	8,1	12,5	10,8	10,5	22,1
5	Максим XL + Вермістим	1 л/т + 6 л/т	5,6	8,8	5,4	6,6	45,8
6	Круїзер + Максим XL + Вермістим	4 л/т + 5 л/т + 6 л/т	3,1	6,6	2,8	4,1	63,4
НП _{0,5} , %			1,7	3,1	3,8	–	–

Так, контрольний варіант, без обробки насіння, показав найвищий рівень загибелі проростків від шкідників: у 2019 р. – 9,3%, у 2020 р. – 17,1%, а у 2021 р. – 11,4%. Варіант з обробкою препаратом Круїзер за норми 4 л/т показав значне зниження загибелі проростків, до 5,0% у 2019 р., 5,5% у 2020 р., 6,2% у 2021 р., із середнім значенням 5,6% і ефективністю 60,3%. Використання препарату Максим XL за норми 5 л/т мінімізувало загибель проростків від шкідників до 7,8% (6,6% у 2019 р., 9,4% у 2020 р., 7,7% у 2021 р.) з ефективністю 39,7%.

Від використання Вермістиму дозою 6 л/т загибель проростків трималася на рівні 10,5% (8,1% у 2019 р., 12,5% у 2020 р., 10,8% у 2021 р.), що відповідає ефективності 22,2%. А комбінація Максим XL + Вермістим у дозах 1 л/т + 6 л/т зменшила середню загибель проростків до 6,6% (5,6% у 2019 р., 8,8% у 2020 р., 5,4% у 2021 р.), з ефективністю 45,8%.

Найнижчий рівень загибелі проростків досягнуто обробленням комбінованим варіантом Круїзер + Максим XL + Вермістим (4 л/т + 5 л/т + 6 л/т): 3,1% у 2019 р., 6,6% у 2020 р., 2,7% у 2021 р., із середнім показником 4,0% та найвищою ефективністю 63,4%. Це досягнуто завдяки комплексному впливу різних діючих речовин протруйників у поєднанні з регуляторами росту рослин.

Динаміка поширення та чисельності злакових попелиць у посівах сорго за 2019–2020 рр. характеризуються значною варіативністю залежно від фази розвитку культури та року спостережень (табл. 4). Найвищий рівень заселеності рослин сорго попелицями спостерігався у фазі викидання волоті в усі роки досліджень. У 2019 р. попелиці заселили 100% рослин, чисельність становила 55–75 особин/рослину. У 2020 р. показник трохи знизився, до 90%, із чисельністю 45–60 особин/рослину, а у 2021 – до 95% із чисельністю 50–67,5 особин/рослину.

У фазі сходів попелиці траплялись значно рідше: від 1,5% заселених рослин у 2020 р. до 3,4% у 2019 р., з мінімальною чисельністю від 0,5 до 3 особин/рослину. У фазі молочної стиглості активність шкідників знижувалася: у 2019 р. заселеність становила 17,5%, у 2020 р. – 8,4%, у 2021 р. – 12,9%, відповідно із чисельністю 3–14 особин/рослину.

Максимальна шкодочинність попелиць спостерігається у фазі викидання волоті, коли чисельність шкідників на рослинах досягає максимальних значень. Водночас погодні умови 2020 р. сприяли зменшенню заселеності та чисельності попелиць у всіх фазах розвитку культури порівняно із 2019 р. Це підкреслює важливість моніторингу та своєчасного вжиття заходів для боротьби зі шкідниками для збереження врожаю сорго.

Динаміка чисельності попелиць у посівах сорго в середньому за 2019–2021 рр. залежно від застосованих засобів захисту демонструє значний вплив як передпосівної обробки насіння, так і обприскування в період вегетації на їхню кількість (табл. 5). У контрольних варіантах, де не проводилося жодного обробітку, кількість попелиць зростала поступово протягом вегетації: у фазі сходів спостерігалось в середньому 3,0 особин/рослину, тоді як у фазі 9–10 листків цей показник досягав до 17,7 особин/рослину.

Максимальне значення чисельності шкідників, яке фіксувалося перед обприскуванням, становило 27,3 особин/рослину. Навіть після завершення обприскування популяція попелиць знизилася лише частково, до 18,8 особин/рослину на третю добу та 21,3 особини/рослину за сім діб. Ці показники свідчать про високий рівень шкодо-чинності попелиць у разі відсутності захисту.

Таблиця 4. Динаміка поширення та чисельності злакових попелиць у посівах сорго за 2019–2021 рр.

Фаза розвитку культури	Заселеність, %	Чисельність особин/рослину
2019 р.		
Сходи	3,4	2,5–3
Викидання волоті	100	55–75
Молочна стиглість	17,5	8–14
2020 р.		
Сходи	1,5	0,5–1
Викидання волоті	90	45–60
Молочна стиглість	8,4	3–8
2021 р.		
Сходи	2,4	1,5–2,0
Викидання волоті	95	50–67,5
Молочна стиглість	12,9	6,0–11,0

Тобто застосування інсектицидів на сорго є важливим елементом агротехніки для ефективного контролю популяції попелиць. Використання комбінованих схем захисту, зокрема Карате Зеон разом із біологічними стимуляторами, дозволяє досягти максимального зниження чисельності попелиць та забезпечити здоровий ріст і розвиток рослин сорго.

Таблиця 5. Динаміка чисельності попелиць у посівах сорго залежно від засобів захисту в середньому за 2019–2021 рр.

№	Варіанти захисту сорго		Чисельність попелиць, особин/рослину					
	передпосівний обробіток насіння	обприскування в період вегетації	червень			перед обприскуванням	після обприскування	
			сходи	6–7 листіків	9–10 листіків		на 3-тю добу	на 7-му добу
1	Без обробки	без обробки (контроль)	3,0	11,5	17,7	27,3	18,8	21,3
2		Карате Зеон				3,0	1,0	1,3
3		Вермістим				25,3	8,4	11,3
4		Карате Зеон + Вермістим				2,7	0,9	1,2
5	Круїзер	без обробки	0,7	10,0	17,0	25,7	17,6	20,1
6	Максим XL	без обробки	2,0	12,0	18,0	27,0	19,0	21,3
7	Вермістим	без обробки	3,7	12,3	17,7	27,7	19,2	21,5
8	Максим XL + Вермістим	без обробки	2,7	11,3	17,7	27,0	18,7	21,1
9	Круїзер +Максим XL + Вермістим	без обробки	0,8	10,3	17,8	25,0	17,7	20,1
10		Карате Зеон				2,3	0,8	1,0
11		Вермістим				26,3	8,8	11,7
12		Карате зеон + Вермістим				2,3	0,8	1,0
НІР _{0,5} особин/рослину			0,5	0,7	0,6	5,5	6,8	6,9

Шкідники мали суттєвий вплив на врожайність сорго. Використані інсектициди знищували шкідливі об'єкти та сприяли підвищенню продуктивності культури (табл. 6). У контрольному варіанті, де не застосовувалися жодні обробки інсектицидами, середня врожайність за 2019–2021 рр. становила 4,16 т/га, з коливанням показників від 3,64 т/га у 2019 р. до 4,57 т/га у 2021 р.

Застосування інсектициду Карате Зеон під час вегетації дало помітне підвищення врожайності. Середній показник за три роки зріс до 5,13 т/га, що на 0,97 т/га (23,4%) більше порівняно з контролем. Найвищий результат було зафіксовано у 2021 р., де врожайність становила 7,03 т/га, що на 2,46 т/га (53,9%) перевищувало контрольний варіант.

Обробка насіння препаратом Вермістим показала ефективність, підвищила середню врожайності до 5,02 т/га, що перевищує контроль на 0,86 т/га (20,7%). Комбіноване використання Карате Зеон і Вермістиму забезпечило середню врожайність на рівні 5,49 т/га, тобто на 1,33 т/га (32,0%) більше, ніж на контролі.

Передпосівна обробка насіння препаратом Круїзер забезпечила врожайність на рівні 5,30 т/га, що на 1,14 т/га (27,5%) більше за контроль. Найбільший приріст урожайності зафіксовано у 2020 р. – 6,00 т/га, що на 1,74 т/га (40,9%) перевищило контроль. Обробка насіння Максим XL забезпечила схожий ефект, підвищила середній урожай до 5,14 т/га, тобто на 0,98 т/га (23,7%) більше, ніж у контролі.

Таблиця 6. Урожайність сорго залежно від передпосівної обробки насіння та використання інсектицидів за 2019–2021 рр.

№	Варіанти обробітку препаратами		Урожайність, т/га			
	передпосівний обробіток насіння	обробіток по вегетуючих рослинах	2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє
1	—	без обробки (контроль)	3,64	4,26	4,57	4,16
2		Карате Зеон	3,86	5,51	7,03	5,13
3		Вермістим	4,18	5,21	6,68	5,02
4		Карате зеон + Вермістим	4,66	5,60	7,22	5,49
5	Круїзер	—	4,48	6,00	6,41	5,30
6	Максим XL	—	3,63	5,75	6,03	5,14
7	Вермістим	—	3,48	5,45	6,19	5,04
8	Максим XL + Вермістим	—	4,50	6,09	7,64	6,08
9	Круїзер + Максим XL + Вермістим	—	5,08	6,51	8,10	6,23
10		Карате Зеон	5,58	6,69	8,58	6,62
11		Вермістим	5,30	6,48	8,48	6,42
12		Карате Зеон + Вермістим	6,11	6,94	8,81	7,29
НІР _{0,5} т/га			0,38	0,31	0,33	—

Використання Вермістиму в передпосівній обробці насіння забезпечувало підвищення врожайності до 5,04 т/га, що перевищувало контроль на 0,88 т/га (21,2%). Водночас комбінація Максим XL + Вермістим виявилася значно ефективнішою, забезпечила середню врожайність 6,08 т/га, що на 1,92 т/га (46,3%) більше за контроль. Зокрема, у 2021 р. цей варіант забезпечував максимальний результат урожайності – 7,64 т/га, що перевищило контроль на 3,07 т/га (67,3%).

Максимальний показник урожайності було отримано за комбінованого застосування Круїзер + Максим XL + Вермістим – 6,23 т/га, що на 2,07 т/га (49,9%) більше за контроль. Особливо цей варіант показав найвищу ефективність у 2021 р., де врожайність досягала 8,10 т/га, що перевищувало контроль на 3,53 т/га (77,4%).

Обробка вегетуючих рослин сорго інсектицидом Карате Зеон без передпосівної обробки насіння забезпечила врожайність 6,62 т/га, що на 2,46 т/га (59,3%) більше за контроль. А використання тут Вермістиму сприяло підвищенню врожайності до 6,42 т/га, що перевищило контрольний варіант на 2,26 т/га (54,5%). Найвищі результати було досягнуто за комбінованого використання Карате Зеон + Вермістим, де середня врожайність становила 7,29 т/га, що на 3,13 т/га (75,4%) перевищувало контроль.

Проведені експериментальні дослідження показали високу ефективність передпосівної обробки насіння та застосування інсектицидів по вегетуючих рослинах сорго, що підтверджується достовірністю отриманих результатів величини НІР_{0,5} за роками (0,38 т/га у 2019 р., 0,31 т/га у 2020 р., 0,33 т/га у 2021 р.).

Висновки.

1. У ґрунтах Степу України перед сівбою сорго виявлено наявність трьох основних груп шкідників, як-от: ковалики (*Elateridae*), чорниші (*Carabidae*) та пластинчастовусі (*Scarabaeidae*). Їхня чисельність в окремі роки перевищує економічний поріг шкодочинності, що потребує вжиття захисних заходів.

2. Найвищу ефективність у зменшенні пошкодженості рослин у фазі сходів продемонструвала комбінація препаратів Круїзер + Максим XL + Вермістим, що понизило рівень пошкодження до 6,0% і загибелі проростків до 4,0%, за загальної ефективності суміші 63,4%.

3. Передпосівна обробка насіння істотно впливала на зменшення чисельності злакових попелиць у посівах сорго. Найвищий рівень заселеності спостерігався у фазі викидання волоті (до 100%), а застосування інсектициду Карате Зеон у поєднанні з Вермістимом знижувало чисельність шкідників до 0,8–1,2 особини/рослину.

4. Комбіноване застосування засобів захисту сорго забезпечувало найвищі показники врожайності. Найефективнішим виявився варіант із комплексним застосуванням Круїзер + Максим XL + Вермістим і подальшим обприскуванням Карате Зеон + Вермістим, де середня врожайність становила 8,80 т/га, що на 93% перевищувала контроль.

5. Інтегроване використання хімічних інсектицидів і біостимуляторів росту в системі захисту сорго є доцільним і високоефективним у степових умовах, оскільки дозволяє значно зменшити пестицидне навантаження на навколишнє середовище.

Беручи до уваги зміни кліматичних умов, постійну появу нових перспективних інсектицидних засобів захисту рослин, пристосованість, резистентність і толерантність шкідників до інсектицидів, постає потреба у продовженні досліджень у даному напрямі та подальшому виявленні найбільш ефективних і безпечних для навколишнього середовища препаратів, що забезпечуватимуть сталу та високу врожайність зерна сорго.

Список використаних джерел

1. Доля М.М. Фітосанітарний моніторинг : посібник для студентів. Агроном. Спеціальний вищий заклад аграрної освіти III–IV рівнів акредитації. Київ : Національний аграрний університет ННЦ ІАЕ, 2004. 294 с.
2. Дремлюк Г.К., Гамадій В.Л., Гамадій І.В. Основні елементи технології вирощування сорго. *Посібник українського хлібороба*. 2013. № 3. С. 274–277.
3. Танчик С.П., Мокрієнко В.А., Скалій І.М. Новітні елементи в технологіях вирощування сорго. *Хімія. Агрономія*. 2009. № 10. С. 48–53.
4. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А. Методика польового досліджу : навчальний посібник. Одеса: Олді+, 2024. 448 с.
5. Федорчук М.І., Коковіхін С.В., Каленська С.М. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування екологічно безпечних технологій вирощування та переробки сорго у степовій зоні України : монографія. Херсон. 2017. 208 с.
6. Crow W.D., Catchot A.L., Bao D. Efficacy of Selected Insecticides Against Sugarcane Aphid in Grain Sorghum. *Arthropod Management Tests*. 2021. № 46 (1). 155 с.
7. Lahiri S., Ni X., Buntin G.D., Punhuri S., Jacobson A., Reay-Jones F. P., Toews M.D. Combining host plant resistance and foliar insecticide application to manage *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) in grain sorghum. *International Journal of Pest Management*. 2021. № 67 (1). С. 10–19.
8. Lytle A.J., Huseeth A.S. Impact of foliar insecticide sprays on *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) and natural enemy populations in grain sorghum. *Crop Protection*. 2021. Vol. 149. P. 105764.
9. Nboyine J.A., Opare-Obuobi K., Yahaya I., Badii B.K., Kusi F., Yahaya A., Adazebra G. Effects of insecticides and cultivars on panicle-feeding insect pest infestations and grain yield of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in northern Ghana. *Bulletin of the National Research Centre*. 2021. Vol. 45. P. 1–13.
10. Tkalic Y., Tsyliuryk O., Havryushenko O., Mytsyk O., Kozzechko V., Rudakov Y., Tkalic O., Honchar N. The weed chemical control in grain sorghum at the steppe zone of Ukraine. *Ecological Questions*. 2023. Vol. 34 (2). P. 1–11.
11. Uyi O., Toews M.D. Management of sorghum aphids in early and late – planted grain sorghum with an in – furrow insecticide application. *Crops & Soils*. 2024. Vol. 57 (5). P. 38–45.
12. Zander A., Lofton J., Harris C., Kezar S. Grain sorghum production: Influence of planting date, hybrid selection, and insecticide application. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2021. Vol. 4 (2). P. e20162.

Matiukha V. L.

Doctor of Agricultural Sciences, Acting Head of the Laboratory of Plant Protection,
State Institution “Institute of Grain Crops of the NAAS of Ukraine”
Dnipro, Ukraine

E-mail: matuhavladimir116@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5657-3524

Tsyliuryk O. I.

Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Crop Production,
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine

E-mail: tsilurik_alexander@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7479-8401

Semenov S. S.

Postgraduate Student, Junior Research Fellow at the Laboratory of Plant Protection,
State Institution “Institute of Grain Crops of the NAAS of Ukraine”
Dnipro, Ukraine

E-mail: semenmart@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8329-5438

EFFECTIVENESS OF THE SORGHUM PROTECTION SYSTEM AGAINST PESTS UNDER THE CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

Abstract

The article presents the results of a study on the effectiveness of insecticidal protection of grain sorghum crops under the conditions of the northern Steppe of Ukraine. The relevance of the research is driven by increasing climate risks, particularly droughts, and the need to find reliable alternatives to traditional cereal crops. Sorghum is a promising crop due to its high drought resistance,

stable yield, and lower fertilizer requirements. At the same time, its cultivation is accompanied by the negative impact of a complex of pests, among which cereal aphids, wireworms, Swedish flies, cotton bollworms, and chafer beetles dominate.

The aim of the study was to determine the effectiveness of different sorghum protection schemes – seed pre-treatment and foliar treatment of growing plants – using chemical and biological agents (Cruiser, Maxim XL, Vermystim, Karate Zeon). The experiments were conducted at the “Dnipro” experimental farm of the Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine during 2018–2021, considering agroclimatic conditions characterized by unstable temperature and hydrological regimes.

The results showed that the combination of Cruiser + Maxim XL + Vermystim provided the lowest rates of seedling damage (6,0%) and seedling mortality (4,0%), as well as the highest yield – up to 8,80 t/ha under combined application with Karate Zeon. The use of insecticides effectively reduced aphid populations during critical crop development phases (down to 0,8–1,2 individuals per plant). The study confirms the high effectiveness of integrated sorghum protection combining insecticides and growth biostimulants as a factor in increasing yields and reducing pesticide pressure on the environment. The obtained data have practical value for agricultural production in risk-prone farming zones and justify the need for further research into effective and environmentally safe plant protection products.

Key words: grain sorghum, insecticides, seed treatment, growth regulators, pests, aphids, yield.

References

1. Dolia, M.M. (2004). *Fitosanitarnyi monitorynh: posibnyk dlia stud. ahronom. spets. vyshchykh zakl. ahrarnoi osvity III–IV rivniv akredytatsii [Phytosanitary monitoring: a manual for students of agronomic specialties of higher agricultural education of the III–IV levels of accreditation]*. Kyiv: Natsionalnyi ahrarnyi un-t: NNTs IAE. 294 [in Ukrainian].
2. Dremluk, H.K., Hamadii, V.L., & Hamadii, I.V. (2013). Osnovni elementy tekhnolohii vyroshchuvannia sorho [Basic elements of sorghum cultivation technology]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 3, 274–277 [in Ukrainian].
3. Tanchyk, S.P., Mokriienko, V.A., & Skalii, I.M. (2009). Novitni elementy v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia sorho [Latest elements in sorghum growing technologies]. *Khimiia. Ahronomiia*. 10, 48–53 [in Ukrainian].
4. Ushkarenko, V.O., & Vozhehova, R.A. (2024). *Metodyka polovoho doslidu: navchalnyi posibnyk [Field Experiment Methodology: A Study Guide]*, Odesa: Oldi+, 448 p. [in Ukrainian].
5. Fedorchuk, M.I., Kokovikhin, S.V., & Kalenska, S.M. (2017). *Naukovo-teoretychni zasady ta praktychni aspekty formuvannia ekolohobezpechnykh tekhnolohii vyroshchuvannia ta pererobky sorho v stepovii zoni Ukrainy [Scientific and theoretical foundations and practical aspects of the formation of environmentally friendly technologies for growing and processing sorghum in the steppe zone of Ukraine]: monohrafiia*. Kherson. 208 p. [in Ukrainian].
6. Crow, W.D., Catchot, A.L., & Bao, D. (2019). Efficacy of Selected Insecticides Against Sugarcane Aphid in Grain Sorghum, 2019. *Arthropod Management Tests*. 46 (1), 155 [in English].
7. Lahiri, S., Ni, X., Buntin, G.D., Punhuri, S., Jacobson, A., Reay-Jones, F P., & Toews, M.D. (2021). Combining host plant resistance and foliar insecticide application to manage *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) in grain sorghum. *International Journal of Pest Management*. 67 (1), 10–19 [in English].
8. Lytle, A.J., & Huseeth, A.S. (2021). Impact of foliar insecticide sprays on *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) and natural enemy populations in grain sorghum. *Crop Protection*. 149. 105764 [in English].
9. Nboyine, J.A., Opare-Obuobi, K., Yahaya, I., Badii, B.K., Kusi, F., Yahaya, A., & Adazebr, G. (2021). Effects of insecticides and cultivars on panicle-feeding insect pest infestations and grain yield of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in northern Ghana. *Bulletin of the National Research Centre*. 45, 1–13 [in English].
10. Tkalič, Y., Tsyliuryk, O., Havryushenko, O., Mytsyk, O., Kozechko, V., Rudakov, Y., Tkalič, O., & Honchar, N. (2023). The weed chemical control in grain sorghum at the steppe zone of Ukraine. *Ecological Questions*. 34 (2), 1–11 [in English].
11. Uyi, O., & Toews, M.D. (2024). Management of Sorghum Aphids in Early and Late-Planted Grain Sorghum with an In-Furrow Insecticide Application. *Crops & Soils*. 57 (5), 38–45 [in English].
12. Zander, A., Lofton, J., Harris, C., & Kezar, S. (2021). Grain sorghum production: Influence of planting date, hybrid selection, and insecticide application. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 4 (2), e20162 [in English].

Отримано: 17.04.2025

Рекомендовано: 22.05.2025

Опубліковано: 29.08.2025