

Biological and chemical control of chickpea (*Cicer arietinum* L.) pests under conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

V. Shuleshchenko✉

Article info

Correspondence Author

V. Shuleshchenko

E-mail:

vadym.shuleshchenko@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian

University,

Skovoroda Str., 1/3,

Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Shuleshchenko, V. (2025). Biological and chemical control of chickpea (*Cicer arietinum* L.) pests under conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28(4), 65–73. doi: 10.31210/spi2025.28.04.09

Chickpea is a strategically important pulse crop, the expansion of its acreage being constrained by a complex of pests whose harmfulness intensity significantly increases under conditions of global climate change and increased hydrothermal stress. The aim of the study was to investigate the population dynamics of key chickpea phytophages and to evaluate the effectiveness of biological and chemical protection systems on the Zekhavit and Kira varieties. Field studies were conducted on experimental plots in the Myrhorod district of the Poltava region during 2023–2024. The objects of the study were two chickpea varieties: Zekhavit and Kira. The subject of the research covered the dynamics of spread, species composition, and the degree of harmfulness of the phytophage complex, as well as the comparative effectiveness of biological and chemical insecticidal protection schemes. It was established that in the extremely droughty year of 2024, the total plant infestation index on the control variants increased by 26–28 % compared to 2023. This increase was directly caused by a significant rise in the population of dominant pests such as the leaf miner fly, thrips, and moths. A comparison of the varieties revealed that the Kira variety demonstrated higher natural resistance to the pest complex compared to the Zekhavit variety in the unprotected plots. However, the application of any protection measures, particularly the chemical ones, leveled the detected varietal differences, indicating the dominant influence of the protection system over varietal characteristics in years of high risk. The biological scheme, based on the use of entomopathogenic agents, provided an average reduction in the total infestation index by 44–46 %. Its effectiveness was sufficient against leaf miner flies, thrips, and moths, but its overall performance noticeably decreased during droughty periods due to unfavorable conditions for the viability and reproduction of biological agents. The chemical protection scheme demonstrated the highest stability and effectiveness, achieving a reduction in the infestation level by 72–74 % regardless of the variety and agro-climatic conditions. The obtained results highlight the strategic necessity of transitioning to an adaptive chickpea protection system, in which biological agents are recommended under moderate pest pressure, while the timely use of chemical insecticides is necessary to stabilize yields and combating extreme outbreaks of harmfulness under moisture-deficit conditions.

Keywords: adaptive strategy, harmfulness, varietal resistance, infestation level, *Agromyzidae*, *Bruchus pisorum*, *Delia platura*, *Helicoverpa armigera*.

Біологічний і хімічний контроль шкідників нуту (*Cicer arietinum* L.) в умовах Лівобережного Лісостепу України

В. А. Шулещенко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Нут є стратегічно важливою зернобобовою культурою, розширення посівних площ якої стримується комплексом шкідників, інтенсивність шкодочинності яких значно зростає в умовах глобальних кліматичних змін і посилення гідротермічного стресу. Мета – дослідити динаміку популяцій ключових фітофагів нуту й оцінити результативність біологічних і хімічних систем захисту на сортах Зехавіт і Кіра. Польові дослідження проводили на дослідних ділянках Миргородського району Полтавської області протягом 2023–2024 років. Об'єктом дослідження були два сорти нуту: Зехавіт і Кіра. Предмет дослідження охоплював динаміку поширення, видовий склад і ступінь шкодочинності комплексу фітофагів, а також порівняльну ефективність біологічної та хімічної схем інсектицидного захисту. З'ясовано, що в екстремально посушливому 2024 році сумарний індекс ураження рослин на контрольних варіантах зріс на 26–28 % порівняно з 2023 роком. Цей приріст був прямо зумовлений істотним збільшенням чисельності таких домінуючих шкідників, як мінюча муха, трипси та совки. При порівнянні сортів виявлено, що сорт Кіра продемонстрував вищу природну стійкість до комплексу шкідників порівняно із сортом Зехавіт на контрольних ділянках. Застосування будь-якої схеми захисту, особливо хімічної, нівелювало виявлені сортові відмінності, що доводить першочерговий вплив системи захисту над сортовими особливостями в роки високого ризику. Біологічна схема, заснована на застосуванні ентомопатогенних препаратів, забезпечила середнє зниження сумарного індексу ураження на 44–46 %. Її ефективність була достатньою проти мінючих мух, трипсів і совок, але її загальна результативність помітно знижувалася в посушливі періоди через несприятливі умови для життєдіяльності та розмноження біологічних агентів. Хімічна схема захисту продемонструвала найвищу стабільність і результативність, досягаючи зменшення рівня ураження на 72–74 % незалежно від сорту й агрокліматичних умов. Отримані дані підкреслюють стратегічну необхідність переходу до адаптивної системи захисту нуту, де біологічні засоби доцільні за умови помірного навантаження, тоді як для стабілізації врожаю та боротьби з екстремальними спалахами шкодочинності в умовах дефіциту вологи необхідне своєчасне використання хімічних інсектицидів.

Ключові слова: адаптивна стратегія, шкодочинність, сортова стійкість, рівень ураження, *Agromyzidae*, *Bruchus pisorum*, *Delia platura*, *Helicoverpa armigera*.

Бібліографічний опис для цитування: Шулещенко В. А. Біологічний і хімічний контроль шкідників нуту (*Cicer arietinum* L.) в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (4). С. 65–73.

Вступ

У сучасних умовах аграрного виробництва зростає увага до зернобобових культур як перспективних елементів раціоналізованих сівозмін, які сприяють підвищенню продуктивності агроєкосистем, покращенню родючості ґрунтів за рахунок фіксації атмосферного азоту, а також забезпеченню продовольчої та кормової безпеки [1, 2]. Зокрема, культура нут (*Cicer arietinum* L.) вирізняється серед бобових високим вмістом білка та комплексом поживних речовин, що робить її цінною як для споживання людиною, так і для кормового використання у тваринництві [3, 4]. У країнах з посушливим кліматом, таких як Індія й Іран, нут є важливою культурою, яка допомагає збільшити врожайність сільськогосподарських систем за рахунок своєї стійкості до сухих умов [5–7].

В Україні сівозміни та виробництво бобових останніми роками демонструють істотну динаміку: хоча площі під нутом залишаються порівняно невеликими, проте дослідження вказують на зростаючий інтерес до цієї культури як до економічно стабілізуючої альтернативи в умовах змін клімату та підвищених ризиків [8–10]. Особливо це актуально у Лісостеповій зоні України, зокрема на Лівобережжі, де погодні умови набувають більш вираженого гідротермічного стресу, що зумовлює необхідність адаптації технологій вирощування та захисту культури [11, 12]. Оскільки зміни клімату та нестача води збільшують ймовірність розвитку шкідників, ефективний контроль за ними стає необхідним елементом стратегії забезпечення стабільного врожаю.

У міжнародних наукових дослідженнях питання контролю основних шкідників нуту розглядається переважно в контексті двох базових підходів – біологічного та хімічного захисту і їх поєднання в загальну ІРМ-стратегію [3, 13]. Біологічні засоби, представлені препаратами на основі *Bacillus thuringiensis* (Bt), *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* та нуклеополігедринових вірусів, у польових і лабораторних дослідженнях продемонстрували здатність значно знижувати чисельність совок, трипсів і мінуючих мух [14–16]. Ефективність цих агентів є найбільшою при помірних температурах і достатній вологості, тоді як у посушливих умовах вона зменшується, про що свідчать дані досліджень з Індії, Ірану, Туреччини й Австралії [17]. Водночас низка робіт описує перспективність використання трихограми для придушення популяції совок на ранніх стадіях розвитку шкідника [18].

Хімічний захист нуту в міжнародних дослідженнях визнано найбільш стабільним за умов інтенсивного фітосанітарного тиску. Препарати на основі хлорантраніліпролу, індоксакарбу, спіносаду та лямбда-цигалотрину показали високу ефективність у контролі *H. armigera*, трипсів та інших фітофагів за умови підвищених температур і дефіциту вологи, забезпечуючи суттєве зменшення пошкодження бобів і підвищення врожайності [19, 20]. У низці досліджень доведено, що хімічні інсектициди нового покоління є особливо результативними тоді, коли погодні умови знижують дієвість біологічних агентів [21].

Це підтверджує важливість порівняння двох незалежних систем захисту – біологічної та хімічної – в умовах регіональних кліматичних коливань.

Мета дослідження

Мета дослідження – встановити популяційну динаміку основних шкідників нуту та визначити результативність біологічних і хімічних схем захисту для сортів Зехавіт і Кіра з огляду на агрокліматичні особливості Лівобережного Лісостепу України.

Завдання дослідження: дослідити динаміку поширення основних видів шкідників нуту на різних сортах; проаналізувати вплив застосованих біологічних і хімічних препаратів на ураженість шкідниками рослин нуту; оцінити ефективність варіантів захисту для різних сортів нуту; визначити вплив кліматичних факторів на рівень розвитку шкідників.

Матеріали і методи

Польові дослідження виконували 2023–2024 років на експериментальних ділянках Миргородського району Полтавської області, що входить до зони Лісостепу України. Ґрунтовий покрив представлений типовими малогумусними чорноземами з вмістом гумусу 2,7 %, концентрацією мінерального азоту 32,2 мг/кг, рухомих сполук фосфору (P_2O_5) – 110 мг/кг та обмінного калію (K_2O) – 128 мг/кг; показник кислотності становив рН 6,8, що відповідає слабко-кислій реакції ґрунтового розчину й є сприятливим для вирощування зернобобових культур, зокрема нуту.

У досліді застосовували два сорти нуту – Зехавіт (середньостиглий, посухостійкий, стійкий до вилягання, з крупним жовтим насінням) та Кіра (середньоранній, толерантний до основних патогенів і адаптований до умов Центральної України).

Вирощування культури здійснювали за загальноприйнятою методикою для умов Лісостепу [22]. Як попередник використовували озиму пшеницю. Сівбу проводили у другій декаді квітня після прогрівання ґрунту на глибині 5–7 см до $+6...+8$ °С. Норма висіву становила 400–450 тис. схожих насінин/га, глибина загортання – 5–6 см, ширина міжрядь – 15 см. Площа облікової ділянки – 42 м², схему досліду виконано у триразовій повторності.

Перед висівом насіння обробляли інокулянтном «BiNitro Нут» (ENZIM, Україна), який містить активну культуру *Mesorhizobium ciceri* штаму МС 285 з титром не менше 2×10^9 КУО/мл і комплекс метаболітів (фітогормони, амінокислоти, вітаміни), що сприяють формуванню ефективної бульбочкової системи й оптимізації азотного живлення. Інокуляцію здійснювали за 1–2 години до сівби відповідно до рекомендацій виробника [23].

Вегетаційний період нуту (квітень–серпень) 2023 і 2024 років характеризувався різними погодними умовами, які істотно впливали на ріст і розвиток рослин (рис. 1). 2023 року середньомісячна температура зростала від 10,0 °С у квітні до 22,0 °С у серпні, тоді як 2024 року температурний фон був дещо підвищеним і коливався в межах 13,2–22,7 °С.

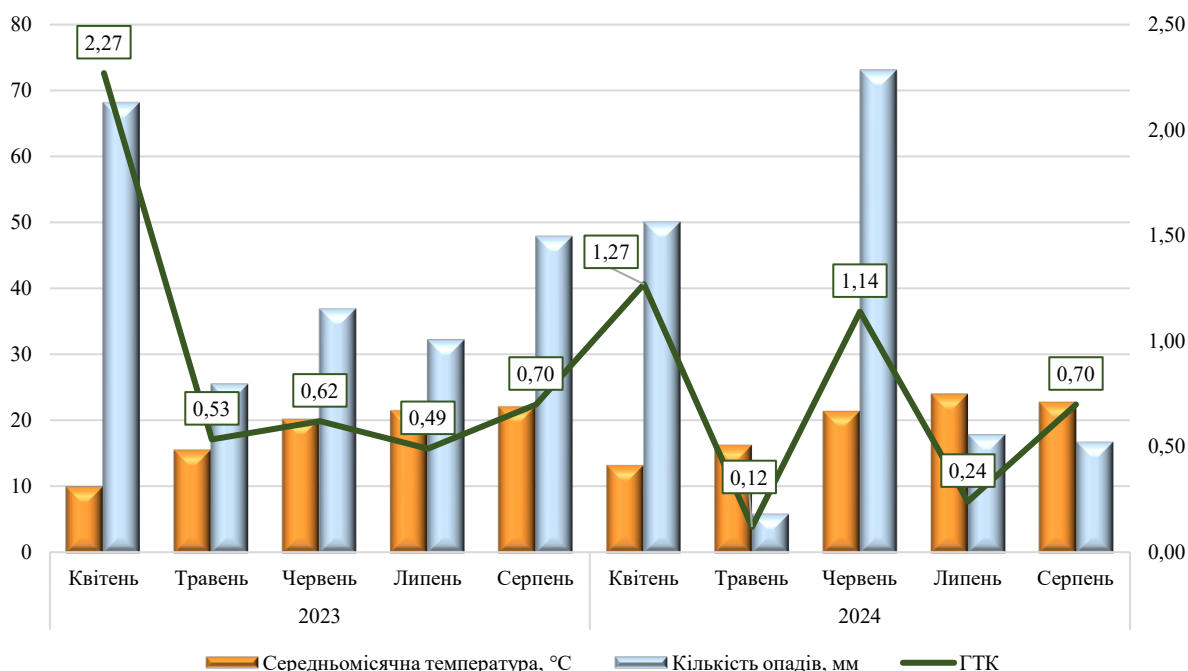


Рис. 1. Динаміка середньомісячної температури й опадів упродовж вегетаційного періоду вирощування нуту, 2023–2024 рр.

Кількість опадів за роками відрізнялась нерівномірністю. Найбільш зволожений місяцем 2023 року був квітень (68,2 мм), а 2024 року – червень (73,1 мм), тоді як решту періоду спостерігали дефіцит опадів.

Для оцінки вологозабезпечення розраховано гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за методикою Селянінова [24]. 2023 року значення ГТК свідчили про загалом задовільні умови зволоження: від 2,27 у квітні до 0,49–0,70 в літній період, що відповідає помірному рівню вологи. 2024 року умови були суттєво складнішими: достатнє зволоження відмічено лише у квітні (ГТК = 1,27) та червні (ГТК = 1,14), тоді

як у травні, липні та серпні сформувалася виражена посуха (ГТК = 0,12–0,24). Особливо критичним був травень 2024 р., коли при активному рості рослин ГТК становив лише 0,12.

Отримані погодні умови суттєво впливали на популяційну динаміку шкідників нуту й ефективність застосованих препаратів. Для оцінювання ефективності біологічних і хімічних методів контролювання основних шкідників нуту, що проявляли активність у різні фази органогенезу культури, було проведено дослід із використанням відповідних препаратів (*табл. 1*).

Таблиця 1

Схема застосування біологічних і хімічних інсектицидів у захисті нуту

Фаза розвитку нуту / основні шкідники	Біологічні заходи (препарат, норма)	Хімічні заходи (препарат, норма)
1. Передпосівна обробка насіння: - Паросткова муха (<i>Delia platura</i>) - Дротяники (<i>Elaterridae</i>), хрущі (<i>Melolonthinae</i>)	Метаризин (<i>Metarhizium anisopliae</i>), 1,5–2,0 л/т	Круїзер 350 FS (тіаметоксам, 350 г/л), 0,6 л/т
2. Сходи (BC1–BC2): - Паросткова муха - Совки (<i>Euxoaagricola</i> B., <i>Agrotis segetum</i> Schiff., <i>Ceramicapisi</i> L., <i>Autographa gamma</i> L.) - Трипси (<i>Thysanoptera</i>)	Актофіт, к.е. (<i>Aversectin C</i>), 0,2–0,3 л/га	Кораген 20 SC (хлорантраніліпрол), 0,07–0,10 л/га
3. Початок гілкування (BC2–BC3) - Мінуюча муха (<i>Liriomyza cicerina</i>) - Трипси	Спіносад, 0,15–0,20 л/га	Спінтор 240 SC (спіносад), 0,15–0,20 л/га
4. Бутонізація–цвітіння (BC4–BC6) - Мінуючі мухи (<i>Agromyzidae</i>) - Трипси - Попелиці (<i>Aphididae</i>)	Бітоксубацилін (<i>Bacillus thuringiensis</i> var <i>thuringiensis</i>), 1,0–2,0 кг/га	Мовенто 100 SC (спіротетрамат), 0,75–1,0 л/га
5. Налив насіння (R3–R5): - Гороховий зерноїд (<i>Bruchus pisorum</i>) - Совки	Трихограма (<i>T. evanescens</i>), 50–100 тис. особин/га	Карате Зеон, мк.с. (лямбда-цигалотрин), 0,075 л/га
6. Достигання (R6–R8): - Гороховий зерноїд - Трипси	Феромонні пастки <i>Bruchus</i> spp., 2–4 шт/га	Карате Зеон, 0,075 л/га
7. Післязбиральний період: - Гороховий зерноїд у зерні	Бактофіт (<i>Bacillus subtilis</i>) (зерноховища), 0,5–1,0 л/т зерна	Фосфін (фумігація), 1,5–3 г/м³

Облік основних шкідників нуту й оцінювання рівня пошкодження рослин здійснювали відповідно до загальноприйнятих ентомологічних методик [25].

Наявність та інтенсивність пошкодження мінуючими мухами визначали шляхом огляду листків на наявність характерних звивистих мін. Проводили підрахунок мін на одну рослину. За необхідності личинок і лялечок ідентифікували під мікроскопом.

Облік совок здійснювали через огляд рослин і ґрунту на глибину 5–8 см у прикореневій зоні для встановлення наявності гусениць. Додатково визначали частку пошкоджених або підгризенних рослин на обліковій площі.

Чисельність трипсів визначали методом струшування рослин на білий аркуш або лоток із подальшим підрахунком імаго та личинок. Додатково оцінювали характерні ознаки пошкодження: сріблястий блиск листків, наявність темних крапок-екскрементів.

Поширення попелиць оцінювали під час огляду рослин у шаховому порядку на ділянці. Підраховували кількість колоній та особин на стандартну вибірку (10 рослин). Враховували чисельність крилатих форм і загальний ступінь пошкодження.

Облік горохового зерноїду здійснювали у етапи:

- у фазі R3–R5 – шляхом огляду бобів на наявність яйцекладок;
- у фазі достигання та після збирання – визначенням частки бобів і насінин зі слідами проникнення або виходу личинок. Пошкоджене зерно виділяли шляхом просіювання та візуального аналізу.

Ураження паростковою мухою оцінювали через обстеження сходів і визначення рослин із пошкодженням гіпокотилем. У вибіркових рослин проводили розтин для виявлення личинок. Додатково визначали відсоток зріджених сходів у рядку.

Чисельність дротяників визначали ґрунтовими

розкопками на глибину 10–20 см у контрольних точках ділянки. Також застосовували метод харчових принад (шматочки картоплі або моркви, закладені у ґрунт на 24–48 годин) з подальшим підрахунком личинок. Додатково враховували кількість рослин із ознаками підземних пошкоджень.

Статистичну обробку результатів здійснено із застосуванням базових методів варіаційної статистики. Розрахунки проведено за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corporation, США), що дозволило виконати обчислення середніх значень, стандартних відхилень та оцінити достовірність різниць між дослідними варіантами. Візуалізацію результатів здійснено у програмному забезпеченні R Software (міжнародна розробка R Development Core Team).

Результати та їх обговорення

Початкові відмінності між сортами нуту визначають їхню реакцію на біотичні чинники та формують передумови ефективності заходів захисту [26]. Оскільки особливості фенологічного розвитку, стійкість до хвороб і шкідників, а також сприйнятливості до окремих груп фітофагів можуть суттєво варіювати між генотипами, виникає потреба врахувати ці сортові характеристики під час оцінювання результативності біологічних і хімічних методів контролю. На основі попередніх досліджень і наявних літературних даних було визначено очікувані сортові відмінності між генотипами Зехавіт і Кіра, які подано в **таблиці 2**. Ці відмінності слугували контекстом для подальшої інтерпретації отриманих експериментальних результатів щодо поширення шкідників і ефективності застосованих засобів захисту в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Таблиця 2

Очікувані відмінності між сортами нуту Зехавіт і Кіра за ознаками, що впливають на стійкість нуту до шкідників у польових умовах Лівобережного Лісостепу України

Ознака	Сорти нуту	
	Зехавіт	Кіра
Фенологія	середньостиглий	середньоранній
Стійкість до хвороб	нижча	вища
Стійкість до шкідників	нижча (довший вегетаційний період)	
Ймовірність пошкодження мінуючою мухою	висока	середня
Пошкодження совками	середня	нижча (швидші сходи)
Пошкодження трипсами	середня	нижча
Пошкодження попелицями	вища (довше зберігає молоді тканини)	
Ймовірність пошкодження гороховим зерноїдом	середня	нижча
Ризик пошкодження паростковою мухою	вищий (повільніші сходи – довший період уразливості)	
Пошкодження дротяниками	середня	нижча

Динаміка популяцій фітофагів у посівах нуту виявилася тісно пов'язаною як із погодними умовами вегетаційних періодів, так і з використаними схемами інсектицидного захисту та сортовими особливостями нуту. Отримані дані дали змогу зіставити ефективність біологічних і хімічних варіантів контролю в межах різних типів шкідників, що проявляють активність на окремих етапах органогенезу культури.

Це дозволило комплексно оцінити реакцію сортів Зехавіт і Кіра на біотичний тиск і визначити, яким чином поєднання сортових характеристик і застосованої системи захисту впливало на загальний рівень стресового навантаження в умовах Лівобережного Лісостепу України. Узагальнені результати оцінювання поширення основних груп шкідників 2023 і 2024 років наведено у **таблиці 3** та **таблиці 4**.

Таблиця 3

Динаміка шкідників нуту за різних схем захисту 2023 року, % уражених рослин

Шкідник	Сорт Зехавіт			Сорт Кіра		
	контроль	біологічна	хімічна	контроль	біологічна	хімічна
Мінуюча муха	12,4	6,5	3,1	9,6	4,6	2,4
Совки	7,9	4,9	2,5	6,4	3,5	1,9
Трипси	10,1	5,6	3,7	8,0	4,4	2,6
Попелиці	5,8	2,5	1,0	4,8	1,9	0,7
Гороховий зерноїд	4,2	2,7	0,9	3,2	2,0	0,6
Паросткова муха	6,0	3,4	1,7	4,8	2,6	1,2
Дротяники	5,1	3,1	1,2	4,0	2,4	0,8
Сумарний індекс	51,5	28,7	14,1	40,8	22,1	10,5
Стандартне відхилення (SD)	±4,8	±3,1	±1,9	±4,0	±2,6	±1,5
Зниження відносно контролю, %	–	44,3	72,6	–	45,8	74,3

2023 року загальний рівень ураження нуту шкідниками був порівняно помірним, що пов'язано із задовільним зволоженням у квітні та помірними температурами на початку вегетації (рис. 1), які стримували масовий розвиток окремих груп фітофагів. Найбільш чисельними упродовж сезону були мінуюча муха, трипси та совки, які формували основний внесок у сумарний індекс ураження. На контрольному варіанті сумарний індекс становив 51,5 % для сорту Зехавіт та 40,8 % для сорту Кіра, що підтверджує вищу природну стійкість і швидший темп початкового росту останнього. Зокрема, для Кіри відмічено нижчий рівень ураження всіма групами шкідників, причому найбільші сортові відмінності спостерігали щодо мінуючої мухи (22,6 %) та трипсів (20,8 %), що узгоджується з очікуваними характеристиками сорту (табл. 2).

Застосування біологічної схеми захисту забезпечило зниження сумарного рівня ураження на 44,3 % і 45,8 % порівняно з контролем для сортів Зехавіт і Кіра відповідно. Це свідчить про добру ефективність використаних біопрепаратів проти мінуючих мух і трипсів, особливо на ранніх стадіях, коли дія препаратів на основі *Aversectin C* і *Spinosad* була найбільш вираженою. Часткове зниження чисельності совок також пов'язане з підвищеною активністю трихограми в період яйцекладки совок. Проте біологічна схема не забезпечила повного стримування комплексу фітофагів, що відображено у вищих показниках ураження зерноїдом порівняно з хімічною схемою.

Хімічний варіант продемонстрував найбільшу результативність: сумарний індекс ураження зменшився на 72,6 % і 74,3 % для сортів Зехавіт і Кіра відповідно. Найбільше зниження чисельності шкідників

відмічено щодо мінуючої мухи, трипсів і совок – груп, чутливих до застосованих препаратів хлорфенапірного та піретроїдного ряду. Зменшення ураження гороховим зерноїдом до рівня менше 1 % свідчить про високу ефективність Карате Зеон у фазі наливу насіння. При цьому обидва сорти реагували схоже: попри вищу початкову пошкодженість Зехавіту, застосування хімічного захисту практично нівелювало сортові відмінності, про що свідчать близькі значення сумарного індексу ураження (14,1 % проти 10,5 % у сорту Кіра).

Стандартні відхилення в межах 1,5–4,8 % вказують на стабільність варіації між повтореннями та дозволяють упевнено трактувати виявлені відмінності як достовірні. Зокрема, різниці між контролем і біологічною схемою, так само, як і між контролем і хімічною, була статистично значущою на рівні $p < 0,01$ для обох сортів, що підтверджує високу ефективність запропонованих варіантів захисту.

2024 року фітосанітарна ситуація на посівах нуту була суттєво напруженішою, ніж у попередньому сезоні, що насамперед зумовлено характерними для цього року екстремальними погодними умовами. Відзначений у травні різкий дефіцит вологи (ГТК $\approx 0,12$), поєднаний із підвищеними середньодобовими температурами, сприяв масовому розвитку комплексу фітофагів ранніх і середніх фенологічних груп, зокрема мінуючої мухи, совок і трипсів (табл. 4). Це відобразилося у суттєвому зростанні сумарного індексу ураження на контрольних варіантах: у сорту Зехавіт він становив 65,9 %, а у сорту Кіра – 51,4 %, що на 28,0 і 26,0 % відповідно перевищує показники 2023 р. Така динаміка підтверджує провідну роль екологічних факторів у формуванні шкодочинності фітофагів на нуті в посушливих умовах Лісостепу.

Таблиця 4

Динаміка шкідників нуту за різних схем захисту 2024 р., % уражених рослин

Шкідник	Сорт Зехавіт			Сорт Кіра		
	контроль	біологічна	хімічна	контроль	біологічна	хімічна
Мінуюча муха	18,0	9,1	4,6	14,2	7,2	3,6
Совки	10,4	6,3	3,2	8,1	5,0	2,5
Трипси	14,0	7,8	5,0	11,2	6,2	3,9
Попелиці	5,4	2,3	0,9	3,9	1,7	0,7
Гороховий зерноїд	4,8	3,2	1,1	3,7	2,5	0,8
Паросткова муха	7,8	4,4	2,1	6,1	3,4	1,6
Дротяники	5,4	3,3	1,2	4,2	2,6	0,9
Сумарний індекс	65,9	36,4	18,1	51,4	28,7	13,9
Стандартне відхилення (SD)	±6,2	±3,8	±2,1	±5,0	±3,0	±1,8
Зниження відносно контролю, %	–	44,8	72,5	–	45,7	73,7

Попри збільшений тиск шкідників, застосування біологічної схеми захисту забезпечило достовірне зниження сумарного рівня ураження на 44,8–45,7 % у порівнянні з контролем для сортів Зехавіт і Кіра відповідно з незначною перевагою останнього. Ефективність біологічних препаратів залишалася стабільною, проте їхня результативність виявилася дещо нижчою порівняно з 2023 р., що зумовлено несприятливими для ентомопатогенних грибів умовами (низька вологість і високі температури під час перших хвиль розвитку мінулої мухи та трипсів). Це спричинило частково підвищену варіабельність ураження, про що свідчать SD у межах 3,0–3,8 %, а також послаблене стримування трипсів та горохового зерноїда.

Найвищу ефективність у стримуванні комплексу шкідників продемонструвала хімічна схема захисту, яка зменшила сумарний індекс ураження до 18,1 % у сорту Зехавіт і 13,9 % у сорту Кіра (зниження на 72,5–73,7 % відносно контролю). Результати відзначаються високою статистичною достовірністю

($p < 0,01$), що підтверджує стабільність дії препаратів у разі інтенсивного шкідливого фону. Важливо, що навіть за складних погодних умов хімічна схема практично нівелювала різницю в сортовій стійкості: значення показників для Зехавіту і Кіри наближені та статистично відрізняються несуттєво. Це вказує, що інтенсивний інсектицидний захист здатен компенсувати вразливість більш чутливих сортів, забезпечуючи вирівняний рівень фітосанітарної стабільності посівів.

Загалом результати **таблиці 4** демонструють важливість адаптивної системи захисту нуту в умовах змін клімату, а також підкреслюють чутливість ранніх фаз розвитку культури до комплексу фітофагів за умови стресового температурно-вологісного режиму.

Для узагальненої візуалізації розподілу інтенсивності ураження основними групами шкідників залежно від сорту та системи захисту побудовано теплову карту (**рис. 2**), що відображає інтегральні показники шкодочинності у розрізі сортів та систем захисту.

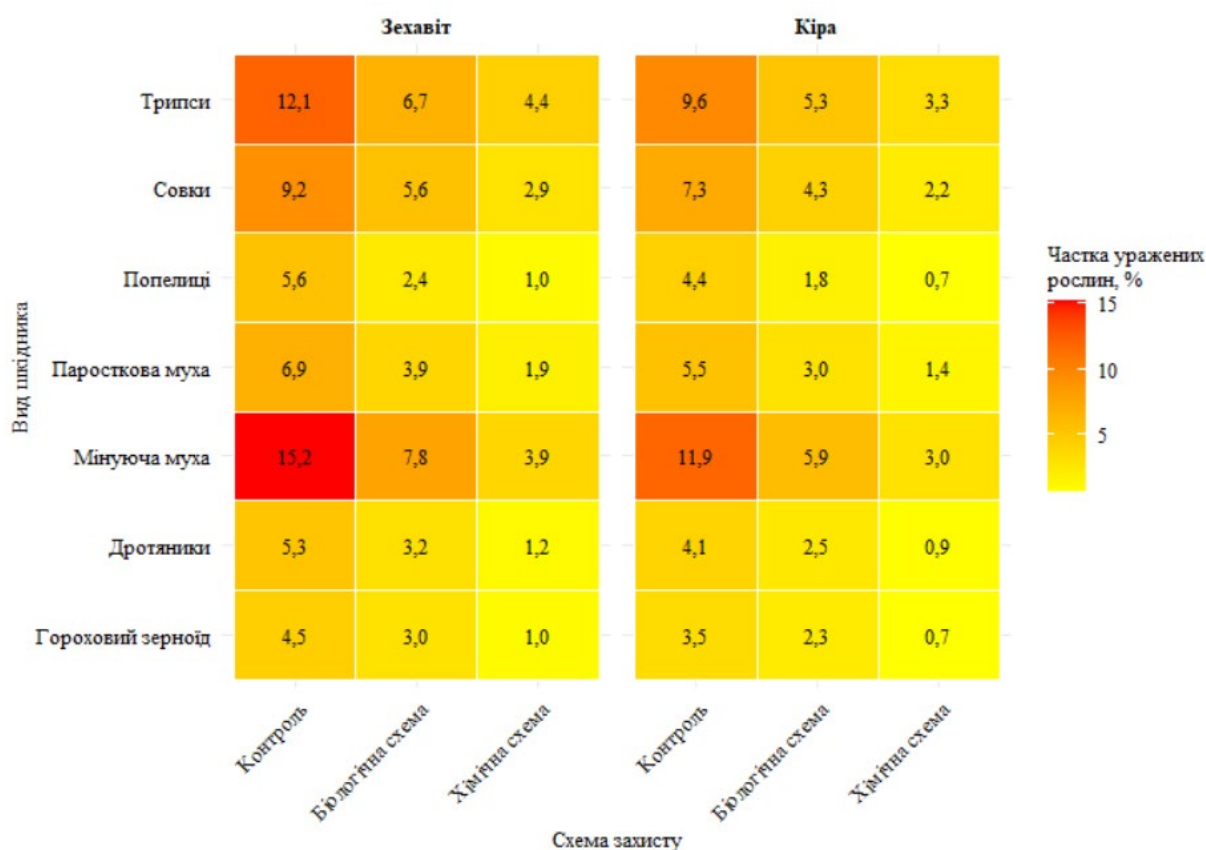


Рис. 2. Теплова карта зараженості шкідниками сортів Зехавіт і Кіра

Візуалізація чітко демонструє суттєве зниження інтенсивності ураження у біологічній та особливо хімічній схемах порівняно з контролем, тоді як міжрічна варіабельність відповідає загальній динаміці кліматичних умов дослідних сезонів. Найбільш контрастні відмінності між варіантами фіксуються для мінулої мухи та трипсів, які формували основний внесок у сумарний індекс ураження в обох роках. Теплова карта також підтверджує відносно вищу природну стійкість сорту Кіра, що проявляється у нижчих значеннях інтенсивності ураження на контрольних

варіантах. Узагальнюючи, результати теплової карти вказують на високу ефективність систем захисту та дозволяють наочно порівняти реакцію обох сортів на комплекс шкідників в умовах змін клімату.

Для деталізації структури ураження окремими групами шкідників було побудовано радарну діаграму (**рис. 3**), яка дозволяє одночасно оцінити внесок кожного типу фітофагів у формування сумарного індексу шкодочинності при різних системах захисту. Такий підхід є зручним для візуального порівняння ефективності біологічних і хімічних

заходів у межах кожного сорту, а також дає змогу виявити ключові вразливі фази фітоценозу. Радарна діаграма виразно демонструє різну чутливість схем захисту до основних груп шкідників та

підкреслює диференційовану реакцію сортів Зехавіт і Кіра, що особливо помітно щодо трипсів, мінуючої мухи та зерноїда.

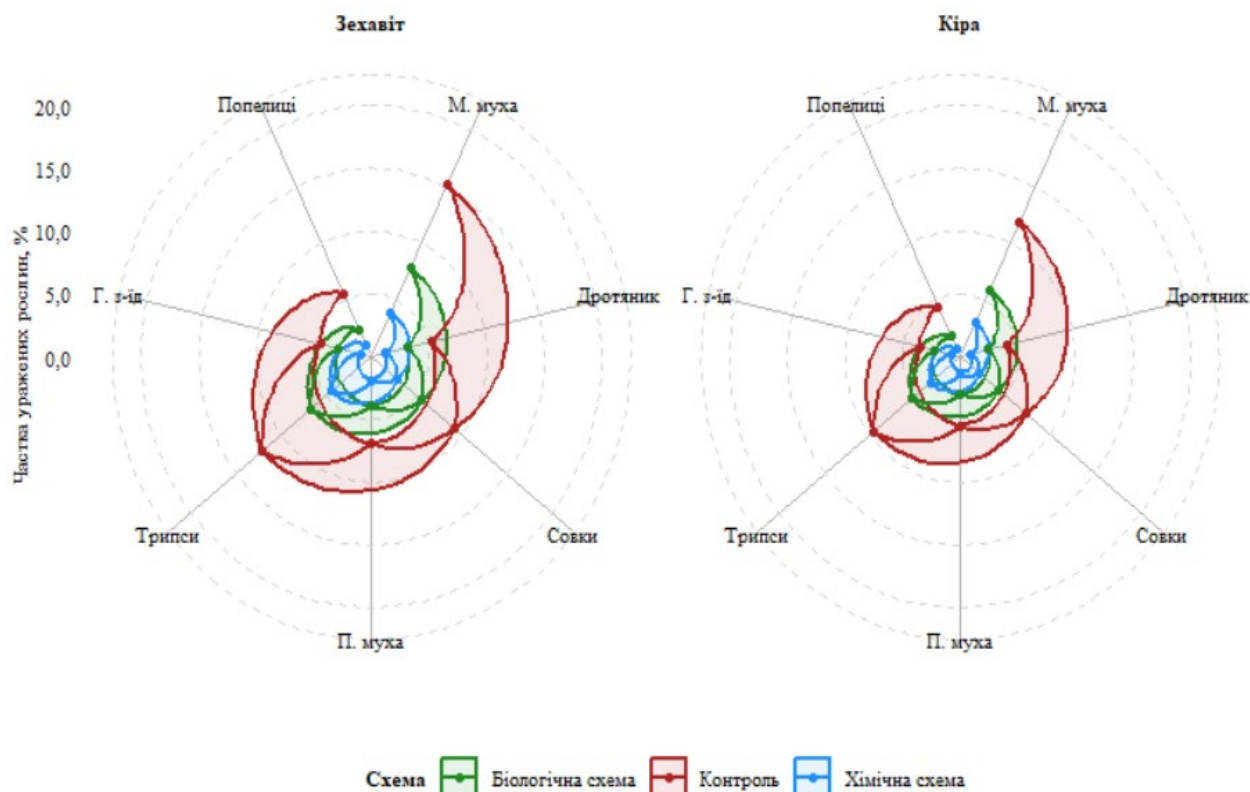


Рис. 3. Розподіл інтенсивності ураження рослин нуту дослідних сортів основними групами шкідників при різних схемах захисту

Примітки: П. муха – паросткова муха; М. муха – мінуюча муха; Г. з-їд – гороховий зерноїд.

Порівняння двох років досліджень дає змогу чітко окреслити взаємозв'язок між погодними умовами й інтенсивністю фітофагічного навантаження на нут у Лівобережному Лісостепу України. 2023 року рівень ураження шкідниками був помірним, а різниця між сортами проявлялася досить виразно, що дало змогу ефективно оцінити фон сортової стійкості. 2024 року екстремальна посуха у травні та високі температури сформували значно сприятливіші умови для розвитку мінуючих мух, трипсів і совок, що призвело до достовірного зростання сумарного індексу ураження на контролі на 26–28 % для обох сортів ($p < 0,05$). Отже, погодний чинник виявився першим і провідним фактором, що визначає амплітуду щорічних коливань шкідливості.

Своєю чергою, ефективність систем захисту проявилася стійкою між роками. Біологічна схема у середньому забезпечувала зниження шкодочинності на 44,6–45,8 % незалежно від року, що свідчить про її відносну стабільність навіть у стресових умовах. Проте посушливого 2024 р. вона виявилася менш ефективною у стримуванні окремих груп фітофагів, чутливих до мікроклімату (особливо мінуючих мух). Натомість хімічна схема про-

демонструвала найвищу стабільність дії: її ефективність залишалася на рівні 72,6–74,0 % в обидва роки ($p < 0,01$) незалежно від сортових характеристик і погодних умов.

Важливим результатом є те, що на контрольних варіантах обох років сорт Кіра мав достовірно нижчий рівень фонового ураження порівняно із сортом Зехавіт ($p < 0,05$), що підтверджує його відносно вищу природну стійкість до комплексу шкідників (рис. 4). Проте після застосування як біологічної, так і хімічної схем різниця між сортами зменшувалася, що свідчить про домінуючу роль системи захисту над сортовими відмінностями у формуванні кінцевого рівня фітосанітарної стабільності посівів.

Сукупно результати двох років підтверджують, що адаптивні схеми захисту нуту забезпечують високий рівень фітосанітарного контролю навіть при різних погодних сценаріях, однак у роки з екстремальною посухою роль інтенсивних інсектицидних заходів істотно зростає. Такий висновок має важливе практичне значення для оптимізації технологій вирощування нуту в умовах посилення кліматичних ризиків.

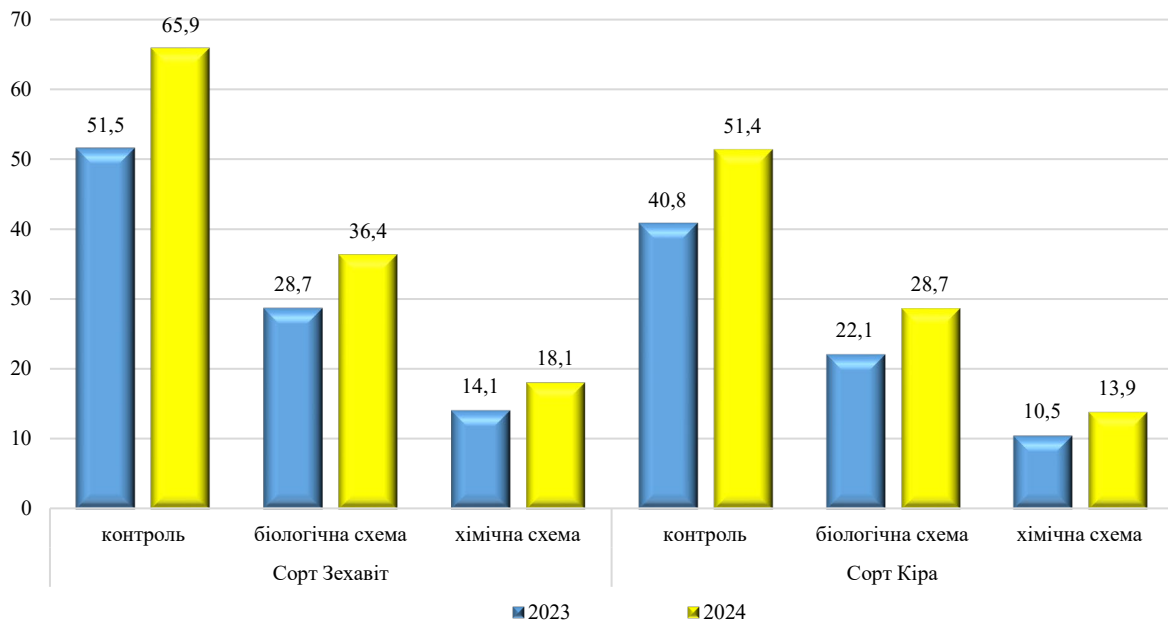


Рис. 4. Загальний рівень ураження дослідних сортів нуту шкідниками залежно від системи захисту, 2023–2024 рр.

Отримані результати узгоджуються з даними досліджень, зокрема польових випробувань, у яких інсектициди на основі хлорантраніліпролу демонстрували дуже високу ефективність проти *Helicoverpa armigera* на нуті – зниження чисельності гусениць і пошкодження бобів [27].

У дослідженнях, що поєднували хлорантраніліпрол із біопрепаратами, також зафіксовано синергетичний ефект: наприклад, у польових умовах при одночасному внесенні хлорантраніліпролу й *Beauveria bassiana* знижувалась популяція шкідника [28].

Водночас ефективність ентомопатогенних грибів, таких як *Metarhizium anisopliae* і *B. bassiana*, виявляє значну змінність залежно від екологічних умов. Наприклад, дослідження з полів у Непалі показали, що рідні ізоляти цих грибів можуть інфікувати *H. armigera*, але швидкість загибелі комах (LT_{50}) та загальна смертність залежить від вологості й температури [29].

Особливо значущі дані наведені в дослідженні, де *B. bassiana* поєднували із хлорантраніліпролом: такий підхід демонстрував кращий контроль шкідника, ніж застосування кожного засобу окремо, і позитивно вплинув на збереження корисних ентомофагів [30].

Ця відповідність між результатами нашої роботи та міжнародними дослідженнями підкреслює універсальність ключових закономірностей у реакції шкідників нуту на різні системи захисту. Зокрема, це свідчить про можливість адаптації міжнародних підходів інтегрованого захисту до контрастних умов клімату Лівобережного Лісостепу України.

Висновки

За результатами дворічних досліджень встановлено, що погодні умови мають провідну роль у формуванні шкідливості комплексу фітофагів на нуті. В екстремально посушливому 2024 р. сумарний

індекс ураження на контрольних варіантах зріс на 26–28 % відносно попереднього року, що було зумовлено істотним зростанням чисельності мінуючих мух, трипсів і совок. До того ж сорт Кіра продемонстрував вищу природну стійкість до шкідників порівняно із сортом Зехавіт. Однак застосування схем захисту (особливо хімічної) нівелювало сортові відмінності, що підтверджує домінуючий вплив системи захисту над сортовими особливостями.

Визначено, що біологічна схема забезпечила середнє зниження сумарного індексу ураження на 44–46 %. Її ефективність була стабільною проти мінуючих мух, трипсів і совок, але дещо знижувалася у посушливі роки через несприятливі умови для ентомопатогенних агентів. Хімічна схема захисту продемонструвала найвищу стабільність і результативність, зменшуючи рівень ураження на 72–74 %, незалежно від сорту та погодних умов. Це свідчить про здатність інсектицидів ефективно компенсувати вразливість чутливих генотипів у роки підвищеного фітосанітарного ризику.

Отримані результати підтверджують необхідність адаптивного підходу до захисту нуту. Біологічні препарати доцільні у роки з помірним рівнем стресу, тоді як в умовах посухи для забезпечення стабільного рівня захисту культури необхідне застосування більш інтенсивних хімічних заходів.

Перспективи подальших досліджень передбачають вивчення впливу інтегрованих систем захисту, які поєднують біологічні засоби та низькодозові інсектициди, для мінімізації екологічного навантаження та зниження резистентності фітофагів.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

- Chernik, I. V., & Tryhuba, O. V. (2023). Common chickpea (*Cicer arietinum* L.) – A prospective legume culture of the Western Forest Steppe of Ukraine. *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, 83 (3–4), 117–123. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.23.3-4.13>
- Chaika, T., Lohvynenko, V., & Pshenyshnyi, A. (2023). The impact of soil tillage systems on soybean yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 54–59. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.10>
- Patil, S. B., Goyal, A., Chitgupekar, S. S., Kumar, S., & El-Bouhssini, M. (2017). Sustainable management of chickpea pod borer. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 20. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0428-8>
- Bajya, D. R., Ranjith, M., & Raza, S. K. (2015). Evaluation of *Beauveria bassiana* against chickpea pod borer, *Helicoverpa armigera* and its safety to natural enemies. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85 (3), 378–381. <https://doi.org/10.56093/ijas.v85i3.47122>
- Kumari, N., & Malik, D. (2024). Status, growth and variability of chickpea production in India. *Agricultural Science Digest*. <https://doi.org/10.18805/ag.D-6065>
- Singh, K. A., Yadav, K. D., Vishwakarma, A., Gourav, K. B., & Dwivedi, P. (2025). Eco-friendly management of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* in chickpea. *Journal of Eco-Friendly Agriculture*, 20 (2), 382–386. <https://doi.org/10.48165/jefa.2025.20.2.20>
- Kanouni, H., Ahari, S. D., & Khoshro, H. H. (2018). Chickpea research and production in Iran. *7th International Food Legume Research Conference (IFLRC-VII)*. Marrakech, Morocco.
- Adamenko, T. (2006). Zmina agroklimatichnyh umov ta ih vplyv na zernove gospodarstvo. *Agronom*, 3, 12–15 [in Ukrainian]
- Chernik, I. V., & Tryhuba, O. V. (2023). Nut zvychny (Cicer arietinum L.) – perspektyvnabobova kultura zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Naukovi Zapysky TNPU. Seriya: Biolohiia*, 83 (3–4), 117–126. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.23.3-4.13> [in Ukrainian]
- Drobitko, A., Kachanova, T., Markova, N., Manushkina, T., & Tarabrina, A.-M. (2024). Aspects of legume growth in Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 28 (2), 9–20. <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/2.2024.09>
- Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Gorb, O. O., & Chaika T. O. (2019). Droughts in the context of climate changes in Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 134–146. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.18>
- Melnyk, A. V., Romanko, Yu. O., Brunov, M. I., Sorokolit, Ye. M., & Kubrak, T. M. (2020). Rist ta rozvytok nutu v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2 (40), 38–46 [in Ukrainian]
- Chandrashekar, K., Gupta, O., Yelshetty, S., Sharma, O. P., Bhagat, S., Chattopadhyay, C., Sehgal, M., Kumari, A., Amaresan, N., Sushil, S. N., Sinha, A. K., Asre, R., Kapoor, K. S., Satyagopal, K., & Jeyakumar, P. (2014). *Integrated Pest Management for Chickpea* (pp. 43). Directorate of Plant Protection, Quarantine & Storage; National Centre for Integrated Pest Management. Retrieved from <https://niphm.gov.in/IPMPackages/Chickpea.pdf>
- El Fakhoui, K., Boulamtat, R., Sabraoui, A., & El Bouhssini, M. (2022). The chickpea pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner): Yield loss estimation and biorational insecticide assessment in Morocco. *Agronomy*, 12 (12), 3017. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123017>
- Chouhan, S. S., Tomar, R. K. S., Awasthi, A. K., Kerketta, A., Pandey, D., & Chaure, N. K. (2023). To evaluate the bioefficacy of different biopesticides and insecticides against *Helicoverpa armigera* (Hubner) at Bilaspur (Chhattisgarh). *The Pharma Innovation Journal*, SP-12 (8), 431–435.
- Akhtar, M., Mahmood, M. T., Khalid, M. J., Amin, A., Zafar, M. N., Aziz, A., Rasool, I., & Qadeer, Z. (2022). Efficacy of some new chemistry insecticides against the chickpea pod borer (*Helicoverpa armigera*) [Hubner]. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 23 (9–10), 1–6. <https://doi.org/10.56557/pcbmb/2022/v23i9-107479>
- Ahmed, K., & Awan, M. S. (2013). Integrated management of insect pests of chickpea *Cicer arietinum* (L. Walp) in South Asian countries: Present status and future strategies – A review. *Pakistan Journal of Zoology*, 45 (4), 1125–1145.
- Singh, A., & Tayde, A. R. (2023). Determining the effect of biopesticides and chemicals against pod borer [*Helicoverpa armigera* (L.)] on chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Plant & Soil Science*, 35 (18), 1971–1976. <https://doi.org/10.9734/ijps/2023/v35i183481>
- Stavarakaki, M., Ilias, A., Simoglou, K. B., Mironidis, G. K., Zimmer, C. T., Souza, D., & Roditakis, E. (2024). Revision of *Helicoverpa armigera* insecticide resistance status in Greece. *Crop Protection*, 175, 106446. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106446>
- Ravicharan, C., & Tayde, A. R. (2023). Field efficacy of selected insecticides against pod borer, *Helicoverpa armigera* (H.) in chick pea (*Cicer arietinum* Linnaeus). *Biological Forum – An International Journal*, 15 (6), 220–223.
- Saeedi, G. D., Sediqi, A. N., & Niazyar, A. (2023). Effect of some chemical and biorational compounds against chickpea pod borer, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 3 (2), 1022–1025.
- Kalenska, S. M., Yermakova, L. M., & Palamarchuk, V. D. (2015). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnolohii u roslynyntstvi*. Vynnytsia: Rohalska I. O. [in Ukrainian]
- BINITRO NUT. (n.d.). *ENZIM Agro*. Retrieved from: <https://agro.enzim.biz/docs/preparat/binitro-nut.pdf> [in Ukrainian]
- Koval, I. M., & Bräuning, A. (2024). The effect of climate change on the radial growth of *Pinus sylvestris* L. and *Quercus robur* L. in the stands of Kharkiv green zone. *Man and Environment. Issues of Neoeccology*, 41, 130–142. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-10>
- Pysarenko, V. M., Pishchalenko, M. A., Horb, O. O., Pospelova, H. D., Kovalenko, N. P., & Sherstiuk, O. L. (2020). *Intehrovanyi zakhyst roslin*. Poltava [in Ukrainian]
- Koul, B., Sharma, K., Sehgal, V., Yadav, D., Mishra, M., & Bharadwaj, C. (2022). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) biology and biotechnology: From domestication to biofortification and biopharming. *Plants*, 11 (21), 2926. <https://doi.org/10.3390/plants11212926>
- Chitralkha, Yadav, G. S., & Verma, T. (2018). Efficacy of insecticides against *Helicoverpa armigera* on chickpea. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (3), 1058–1061.
- Barwa, J., & Kumar, A. (2022). Field efficacy of chlorantraniliprole with some biopesticides against pod borer [*Helicoverpa armigera* (Hubner)] on chickpea (*Cicer arietinum* L.). *The Pharma Innovation Journal*, SP-11 (6), 1912–1916.
- Rijal, J. P., GC, Y. D., Thapa, R. B., & Kafle, L. (2008). Efficacy of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against *Helicoverpa armigera* in Chickpea, under Field Conditions in Nepal. *Formosan Entomologist*, 28, 249–258.
- Younas, A., Wakil, W., Khan, Z., Shaaban, M., & Prager, S. M. (2017). The efficacy of *Beauveria bassiana*, jasmonic acid and chlorantraniliprole on larval populations of *Helicoverpa armigera* in chickpea crop ecosystems. *Pest Management Science*, 73 (2), 418–424. <https://doi.org/10.1002/ps.4297>

ORCID

V. Shuleshenko 

<https://orcid.org/0009-0002-9057-7382>



2025 by the author(s). 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.