

The effect of chemical and biological agents on chickpea (*Cicer arietinum* L.) disease development in the Forest-Steppe of Ukraine

V. Shuleshchenko✉

Article info

Correspondence Author

A. Shuleshchenko

E-mail:

vadym.shuleshchenko@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Shuleshchenko, V. (2025). The effect of chemical and biological agents on chickpea (*Cicer arietinum* L.) disease development in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 25–31. doi: 10.31210/spi2025.28.03.04

Chickpea is a promising crop for cultivation in the Forest-Steppe of Ukraine; however, its productivity is limited by phytopathogenic infections. The aim of the study was to assess the species composition of phytopathogenic microflora and the effectiveness of chemical and biological protection against major chickpea pathogens under the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. The research was carried out in 2023 and 2024 on experimental plots in Myrhorod District, Poltava Region using two chickpea varieties – Zehavit and Kira. The results identified the phytopathogenic microflora associated with chickpea, including *Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, and *Pythium ultimum*. The analysis of their spread dynamics showed an increase in the frequency of seed infection in 2024 compared to 2023, correlating with a lower hydrothermal coefficient and moisture deficit during the spring period. The Kira variety demonstrated higher resistance to the complex of phytopathogens compared to Zehavit, which was confirmed by lower prevalence and disease intensity. The highest infection rates were associated with *Ascochyta rabiei* and *Alternaria alternata*, requiring particular attention when developing protection schemes. The use of chemical seed treatments effectively suppressed pathogen development, while the combination of Maxim Advance with the biofungicide Trichodermin provided the highest biological efficacy (81.2–86.8 %), surpassing both chemical and biological agents used individually. These findings confirm the feasibility of using integrated protection schemes to improve the phytosanitary condition of chickpea crops. The obtained results can serve as a basis for developing practical recommendations for protecting chickpea against seed-borne and soil-borne infections under the agroecological conditions of the Poltava region, taking into account varietal characteristics and climatic factors.

Keywords: phytopathogens, *Alternaria*, *Fusarium*, *Ascochyta*, *Botrytis*, integrated protection, seed material.

Вплив хімічних і біологічних препаратів на розвиток хвороб нуту (*Cicer arietinum* L.) в умовах Лісостепу України

В. А. Шулещенко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Нут є перспективною культурою для вирощування в Лісостепу України, проте його продуктивність обмежують фітопатогенні інфекції. Мета дослідження – оцінити видовий склад фітопатогенної мікрофлори й ефективність хімічного та біологічного захисту проти основних патогенів нуту в умовах Лісостепу України. Дослідження проведено у 2023 і 2024 роках на дослідних ділянках Миргородського району Полтавської області, що належать до зони Лісостепу України, з використанням двох сортів нуту – Зехавіт і Кіра. За результатами досліджень встановлено видовий склад фітопатогенної мікрофлори нуту, представлений *Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani* та *Pythium ultimum*. Проведений аналіз динаміки їх поширення засвідчив зростання частоти виявлення насіннєвої інфекції у 2024 році порівняно з 2023 роком, що корелювало зі зниженням гідротермічного коефіцієнта та дефіцитом вологи у весняний період. Сорт Кіра продемонстрував вищу стійкість до комплексу фітопатогенів порівняно зі сортом Зехавіт, що підтверджувалося нижчими показниками поширеності й інтенсивності ураження. Найбільший рівень зараженості формувалася за участі *Ascochyta rabiei* й *Alternaria alternata*, що потребує особливої уваги під час підбору схем захисту. Застосування хімічних протруйників забезпечувало ефективне пригнічення розвитку патогенів, при цьому поєднання Максим Адванс із біофунгіцидом Триходермін проявило найвищу біологічну ефективність (81,2–86,8 %), перевищуючи показники як монопрепаратів, так і біологічних засобів окремо. Це підтверджує доцільність використання інтегрованих схем захисту для підвищення фітосанітарного стану посівів нуту. Отримані результати можуть бути використані для розробки практичних рекомендацій щодо захисту нуту від насіннєвих і ґрунтових інфекцій в умовах Полтавської області, з урахуванням сортових особливостей і кліматичних факторів.

Ключові слова: фітопатогени, *Alternaria*, *Fusarium*, *Ascochyta*, *Botrytis*, інтегрований захист, насіннєвий матеріал.

Бібліографічний опис для цитування: Шулещенко В. А. Вплив хімічних і біологічних препаратів на розвиток хвороб нуту (*Cicer arietinum* L.) в умовах Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 25–31.

Вступ

Нут (*Cicer arietinum* L.) є однією з найважливіших бобових культур світу, займаючи третє місце за значенням після сої та квасолі [1, 2]. Культивована площа нуту в світі становить 14,84 млн гектарів з виробництвом 15,08 млн тонн і середньою урожайністю 1,01 т/га [3], що далеко від його потенційної врожайності 6 т/га за оптимальних умов [4].

Серед бобових культур нут займає провідне місце як за якістю, так і за кількістю білка (20–22 %), що робить його цінним джерелом їжі [5]. Також ця культура багата на клітковину, мінерали (калій, фосфор, кальцій, селен, магній, залізо та цинк) і β-каротин [6]. Окрім того, доцільним є включення нуту до сівозмін [7], оскільки ця культура залишає значні запаси біологічного азоту в ґрунті (80–150 кг/га) та виступає хорошим попередником для інших сільськогосподарських культур [8, 9].

Останні роки в Україні характеризуються підвищенням середніх температур і зростанням дефіциту вологи, що формує сталу перспективу для поширення посухо- та жаростійких культур [10]. Однією з таких культур, придатних для вирощування в умовах недостатнього зволоження, є нут [11]. Хоча в зоні Лісостепу ця культура поки що не має такого поширення, як у Степовій зоні, поступова трансформація кліматичних умов сприяє підвищенню її адаптивного потенціалу [12].

Зона Лісостепу України, що охоплює близько 33 % території країни, має сприятливі агрокліматичні умови для вирощування нуту. Помірно континентальний клімат з достатньою кількістю опадів у всьняний період і підвищеною посушливістю під час досягання культури створює оптимальні умови для формування врожаю нуту [13, 14].

Однак, незважаючи на високий потенціал продуктивності, низькі прирости врожайності нуту пов'язані переважно з біотичними й абіотичними стресами [15, 16]. Серед основних факторів, що обмежують продуктивність нуту в умовах Лісостепу України, особливе місце займають фітопатогенні хвороби [17]. Основними збудниками захворювань нуту є *Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani* та *Pythium ultimum*, які спричиняють кореневі гнилі й ураження надземних органів рослин [18–21]. Дослідження показують, що інфікованість насіння нуту може досягати понад 50 % за сприятливих для них розвитку умов (високої вологості та помірної температури) [22]. Ці обмежуючі фактори можуть призводити до зниження виробництва нуту до 90 % [23], що робить питання захисту рослин від хвороб критично важливим для забезпечення стабільного виробництва цієї цінної культури.

У зв'язку з цим, розробка ефективних систем захисту нуту від фітопатогенних хвороб з використанням хімічних і біологічних препаратів набуває особливої актуальності. Сучасні дослідження підтверджують високу ефективність використання хімічних протруйників (Максим Адванс) і біологічних препаратів (Біофосфорин, Триходермін, ФітоДоктор), що забезпечує біологічну ефективність

захисту на рівні 87,3–92,8 % [24]. Інтегрований підхід до управління хворобами, що поєднує превентивні заходи, використання стійких сортів і застосування засобів захисту рослин, є основою сучасних технологій вирощування нуту в умовах Лісостепу України [25, 26].

Мета дослідження

Мета дослідження – встановити видовий склад фітопатогенної мікрофлори нуту, оцінити динаміку її поширення за різних погодних умов і визначити ефективність хімічного та біологічного захисту проти основних патогенів культури в умовах Лісостепу України.

Завдання дослідження:

- дослідити динаміку поширення насінневої інфекції нуту різних сортів; проаналізувати вплив застосованих препаратів на поширеність фітопатогенів у фазі сходів;

- оцінити ефективність варіантів захисту для різних сортів нуту; визначити вплив агротехнічних і кліматичних факторів на рівень розвитку фітопатогенів.

Матеріали і методи

Дослідження проводили у 2023 і 2024 роках на дослідних ділянках Миргородського району Полтавської області, що належать до зони Лісостепу України. Ґрунти – чорноземи типові малогумусні з вмістом гумусу 2,7 %, мінерального азоту – 32,2 мг/кг, рухомого фосфору (P_2O_5) – 110 мг/кг, обмінного калію (K_2O) – 128 мг/кг, при рН 6,8 (слабокисла реакція ґрунтового розчину), що є сприятливими для вирощування зернобобових культур, зокрема нуту.

У дослідженнях використано сорти нуту Зехавіт (середньостиглий, з доброю посухостійкістю, стійкістю до вилягання, великим жовтим насінням) та Кіра (середньоранній, стійкий до основних хвороб, адаптивний до умов центральної частини України).

Вирощування нуту проводили за загальноприйнятою технологією для умов Лісостепу України [27]. Попередник – озима пшениця. Сівбу здійснювали в другій декаді квітня після прогрівання ґрунту на глибині 5–7 см до температури +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, дослід закладено в триразовій повторності.

Перед посівом насіння інокулювали препаратом «BiNitro Нут» (ENZIM, Україна), що містить активну культуру *Mesorhizobium ciceri* штаму МС 285 з титром не менше 2×10^9 КУО/мл і продуктами їх метаболізму (фітогормони, амінокислоти, вітаміни), з метою стимуляції формування бульбочкових симбіозів та покращення азотного живлення рослин. Інокуляцію проводили за 1–2 години до сівби відповідно до рекомендацій виробника [28].

Веgetаційний період нуту (квітень–серпень) у 2023 і 2024 роках характеризувався відмінностями за температурним режимом і кількістю опадів,

що суттєво впливало на ріст і розвиток культури (рис. 1). У 2023 р. середньомісячна температура повітря поступово зростала від 10,0 °С у квітні до

22,0 °С у серпні, тоді як у 2024 р. температурний режим був дещо вищим – від 13,2 °С до 22,7 °С відповідно.



Рис. 1. Динаміка опадів і середньомісячної температури протягом вегетаційного періоду вирощування нуту

Опади впродовж вегетаційного періоду мали нерівномірний розподіл. У 2023 р. максимальна кількість опадів відмічена в квітні (68,2 мм), тоді як у 2024 р. основна кількість випала в червні (73,1 мм) на фоні дефіциту в інших місяцях.

Для оцінки вологозабезпечення обчислено гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Селяніновим. У 2023 р. показники ГТК свідчили про переважно задовільне забезпечення вологою: від 2,27 у квітні до 0,49–0,70 в літні місяці, що відповідає умовам помірного зволоження. У 2024 р. погодні умови були менш сприятливими: лише квітень (ГТК = 1,27) та червень (ГТК = 1,14) характеризувалися достатнім зволоженням, натомість у травні, липні та серпні спостерігалася посуха (ГТК = 0,12–0,24). Особливо критичним виявився травень 2024 р., коли на фоні активного росту нуту ГТК склав лише 0,12.

Такі метеорологічні умови мали значний вплив на розвиток хвороб рослин, ефективність застосованих препаратів і загальну продуктивність культури.

Для оцінювання ефективності різних засобів захисту нуту проти комплексу фітопатогенних мікроорганізмів було закладено дослід із семи варіантів обробки насіння, які включали хімічні, біологічні препарати й їх комбінації:

- 1) контроль (без обробки);
- 2) Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т);
- 3) Максим Адванс (1,0 л/т);
- 4) Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т) + Триходермін (1,0 л/т);
- 5) Максим Адванс (1,0 л/т) + Триходермін (1,0 л/т);
- 6) Біофосфорин (1,0 л/т) + Триходермін (1,0 л/т);
- 7) ФітоДоктор (1,0 л/т) + Поліверсум (0,1 г/кг).

Діагностику фітопатогенів нуту проводили комплексно, поєднуючи візуальні (морфологічні) та мікроскопічний метод (роздавленої краплі) на чотирьох ключових етапах розвитку культури:

Етап 1: Перед висівом (аналіз насіннєвого матеріалу): відбір проб насіння з кожного варіанту

дослідів (по 400 насінин); візуальна оцінка насіння на наявність плям, деформацій; формування середніх зразків для лабораторного аналізу (по 100 насінин з кожного зразка).

Етап 2: Фаза сходів (10–14 діб після появи сходів): відбір рослин з ознаками захворювання та візуально здорових (по 25 рослин з кожної ділянки); відбір проб кореневої системи з ознаками ураження.

Етап 3: Після збирання врожаю (аналіз насіння нового врожаю): відбір насіння з кожного варіанту (по 500 насінин); формування середніх зразків для аналізу.

Для оцінювання ефективності застосованих засобів захисту рослин і поширеності фітопатогенів використовували стандартні фітопатологічні показники, розраховані за загальноприйнятими методиками.

Частота виявлення патогенів (ЧВ, %) визначалася за формулою (1):

$$\text{ЧВ} = \frac{n}{N} \times 100, \quad (1)$$

де n – кількість зразків, у яких виявлено патоген; N – загальна кількість досліджених зразків.

Поширеність хвороби (П, %) розраховували за формулою (2):

$$\text{П} = \frac{n_x}{N_{\text{заг}}} \times 100, \quad (2)$$

де n_x – кількість хворих рослин; $N_{\text{заг}}$ – загальна кількість обстежених рослин.

Інтенсивність розвитку хвороби (І, %) визначали за формулою:

$$\text{І} = \frac{\sum(a \times b)}{N \times K} \times 100, \quad (3)$$

де a – кількість рослин із відповідним балом ураження; b – бал ураження; N – загальна кількість обстежених рослин; K – максимальний бал шкали ураження.

Для оцінювання ступеня ураження застосовували шкалу балів: 0 балів – здорова рослина; 1 бал – слабе ураження (до 25 % поверхні); 2 бали – середнє ураження (26–50 % поверхні); 3 бали – сильне ураження (понад 50 % поверхні).

Біологічну ефективність препаратів (БЕ, %) визначали за формулою:

$$БЕ = \frac{P_K - P_0}{P_K} \times 100, \quad (4)$$

де P_K – розвиток хвороби у контрольному варіанті;
 P_0 – розвиток хвороби у дослідному варіанті.

Отримані дані обробляли статистично з використанням стандартних методів варіаційної статистики за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corporation, США).

Таблиця 1

Динаміка поширення насіннєвої інфекції нуту сорту Зехавіт

Патоген	Частота виявлення, %		Зміна частоти, %	Інтенсивність, бал	
	2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.
<i>Ascochyta rabiei</i>	15,2	18,7	+3,5	1,8	2,1
<i>Fusarium oxysporum</i>	8,5	12,3	+3,8	1,4	1,7
<i>Botrytis cinerea</i>	6,8	9,1	+2,3	1,2	1,5
<i>Alternaria alternata</i>	12,1	14,8	+2,7	1,6	1,9
<i>Rhizoctonia solani</i>	4,2	6,7	+2,5	1,1	1,3
<i>Pythium ultimum</i>	3,1	5,4	+2,3	1,0	1,2
Загальна інфікованість	23,8	28,5	+4,7	-	-

Видовий склад фітопатогенів, виявлених на насіннєвому матеріалі нуту сорту Зехавіт (**табл. 1**), включав *Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani* та *Pythium ultimum*. Частота виявлення патогенів у 2023 р. становила 23,8 %, а у 2024 р. – 28,5 %, що

Результати та їх обговорення

Одним із важливих етапів інтегрованого захисту рослин є вивчення видової структури фітопатогенних мікроорганізмів, що формують патоконплекси на різних етапах органогенезу культури. Враховуючи поширення ґрунтових і насіннєвих інфекцій у посівах нуту, особливого значення набуває комплексна оцінка ефективності як хімічних, так і біологічних засобів захисту рослин. Проведений аналіз фітопатогенної мікрофлори дозволив встановити видовий склад збудників хвороб, оцінити динаміку їхнього поширення залежно від сорту нуту, варіанту захисту та кліматичних умов, а також визначити біологічну ефективність застосованих препаратів (**таблиці 1–4, рис. 2**).

узгоджується зі збільшенням середньомісячної температури та зниженням гідротермічного коефіцієнта у весняний період 2024 р. Найвищу частоту мали *Ascochyta rabiei* (15,2–18,7 %) та *Alternaria alternata* (12,1–14,8 %), що вказує на їх значущу роль у структурі насіннєвої інфекції.

Таблиця 2

Динаміка поширення насіннєвої інфекції нуту сорту Кіра

Патоген	Частота виявлення, %		Зміна частоти, %	Інтенсивність, бал	
	2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.
<i>Ascochyta rabiei</i>	12,8	15,4	+2,6	1,5	1,8
<i>Fusarium oxysporum</i>	7,2	10,1	+2,9	1,3	1,5
<i>Botrytis cinerea</i>	5,5	7,8	+2,3	1,1	1,3
<i>Alternaria alternata</i>	10,3	12,7	+2,4	1,4	1,6
<i>Rhizoctonia solani</i>	3,8	5,9	+2,1	1,0	1,2
<i>Pythium ultimum</i>	2,7	4,6	+1,9	0,9	1,1
Загальна інфікованість	20,5	24,8	+4,3	-	-

За даними **таблиці 2** для нуту сорту Кіра загальний рівень зараженості був дещо нижчим (20,5 % у 2023 р. і 24,8 % у 2024 р.), що свідчить про більшу стійкість цього сорту до насіннєвих інфекцій. Основними збудниками залишалися ті ж види, з дещо нижчою інтенсивністю розвитку ураження.

У фазі сходів спостерігалось суттєве зниження ураженості кореневими гнилями за рахунок застосування фунгіцидних і біологічних препаратів (**таблиця 3–4**). У контрольних варіантах (без обробки) рівень ураження у сорту Зехавіт становив 24,5 % у 2023 р. і 31,2 % у 2024 р., що було зумовлено впливом ґрунтових патогенів, переважно

Rhizoctonia solani, *Pythium ultimum* та *Fusarium oxysporum* (**табл. 3**). Погодні умови 2024 р., зокрема дефіцит вологи у травні (ГТК = 0,12), створювали сприятливі умови для розвитку корневих гнилей.

Застосування хімічних протруйників (Вітавакс 200 ФФ, Максим Адванс) дозволяло знизити ураженість у 2,5–4 рази порівняно з контролем. Найнижчі показники ураження фіксувалися у варіантах з комбінованим використанням фунгіцидів і біопрепаратів (Триходермін). Зокрема, поєднання Максим Адванс + Триходермін забезпечило зниження ураження до 3,8–5,9 % у сорту Зехавіт і до 2,9–4,7 % у сорту Кіра, підтверджуючи синергічний ефект хімічного й біологічного захисту.

Таблиця 3
Динаміка поширення фітопатогенів у фазі сходів рослин нуту сорту Зехавіт

Варіант обробки	Ураженість кореневими гнилями, %		Зміна ураженості, %	Домінуючі патогени	
	2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.
Контроль	24,5	31,2	+6,7	<i>Rhizoctonia, Pythium, Fusarium</i>	<i>Pythium, Rhizoctonia, Fusarium</i>
Вітавакс 200 ФФ	8,7	12,1	+3,4	<i>Pythium, Rhizoctonia</i>	<i>Pythium, Alternaria</i>
Максим Адванс	6,3	9,8	+3,5	<i>Rhizoctonia, Fusarium</i>	<i>Rhizoctonia, Pythium</i>
Вітавакс + Триходермін	4,2	6,5	+2,3	<i>Pythium</i>	<i>Pythium</i>
Максим Адванс + Триходермін	3,8	5,9	+2,1	<i>Fusarium</i>	<i>Rhizoctonia</i>
Біофосфорин + Триходермін	11,2	15,7	+4,5	<i>Rhizoctonia, Pythium</i>	<i>Pythium, Fusarium</i>
ФітоДоктор + Поліверсум	9,4	13,3	+3,9	<i>Pythium, Fusarium</i>	<i>Pythium, Rhizoctonia</i>

Таблиця 4
Динаміка поширення фітопатогенів у фазі сходів рослин нуту сорту Кіра

Варіант обробки	Ураженість кореневими гнилями, %		Зміна ураженості, %	Домінуючі патогени	
	2023 р.	2024 р.		2023 р.	2024 р.
Контроль	19,8	26,4	+6,6	<i>Rhizoctonia, Fusarium, Pythium</i>	<i>Pythium, Fusarium, Rhizoctonia</i>
Вітавакс 200 ФФ	7,1	10,3	+3,2	<i>Pythium, Rhizoctonia</i>	<i>Pythium, Fusarium</i>
Максим Адванс	5,2	8,1	+2,9	<i>Rhizoctonia, Fusarium</i>	<i>Fusarium, Pythium</i>
Вітавакс + Триходермін	3,4	5,2	+1,8	<i>Pythium</i>	<i>Pythium</i>
Максим Адванс + Триходермін	2,9	4,7	+1,8	<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium</i>
Біофосфорин + Триходермін	9,6	13,1	3,5	<i>Rhizoctonia, Pythium</i>	<i>Pythium, Fusarium</i>
ФітоДоктор + Поліверсум	8,1	11,8	+3,7	<i>Pythium, Fusarium</i>	<i>Pythium, Rhizoctonia</i>

У післязбиральний період рівень біологічної ефективності захисту підтвердив отримані результати (рис. 2). У 2023 р. найвищу ефективність продемонстрували варіанти Максим Адванс + Триходермін (83,7 % для сорту Зехавіт і 86,8 % для сорту Кіра), що зберіглося і в 2024 р. (81,2–84,3 %

відповідно). Біологічні препарати без хімічного супроводу забезпечували помірний рівень захисту (49,7–61,8 %), що свідчить про необхідність інтегрованого підходу для ефективного контролю фітопатогенної мікрофлори в умовах Полтавської області.

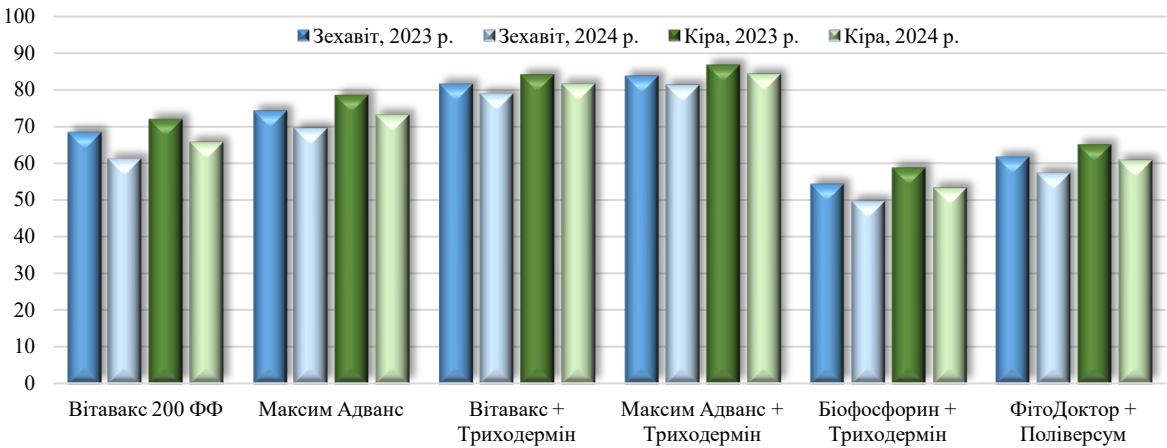


Рис. 2. Ефективність варіантів захисту (біологічна ефективність, %) для дослідних сортів нуту

Загалом встановлено, що сорт Кіра мав вищу стійкість до розвитку корневих гнилей на всіх етапах вегетації, що обумовлено його генетичними особливостями. Кліматичні умови обох років, особливо критичний дефіцит вологи у травні 2024 р., істотно впливали на розвиток патогенів, зокрема на зростання частоти ураження *Pythium ultimum* і *Rhizoctonia solani* у фазі сходів.

Отримані результати підтверджують доцільність використання комбінованих схем захисту із

застосуванням хімічних протруйників (Максим Адванс) у поєднанні з біофунгіцидами (Триходермін), що забезпечує ефективний контроль основних видів фітопатогенів нуту та сприяє стабілізації продуктивності культури за контрастних погодних умов.

Результати проведених досліджень підтверджують складність фітосанітарної ситуації з нутом в умовах Лісостепу України та необхідність комплексного підходу до захисту культури від патогенних мікроорганізмів. Отримані дані щодо видового складу

фітопатогенної мікрофлори нуту та ефективності різних схем захисту узгоджуються з результатами попередніх досліджень і доповнюють наявні знання новими аспектами.

Аналіз насінневої інфекції показав високий рівень контамінації насіннєвого матеріалу нуту патогенними мікроорганізмами. Загальна інфікованість насіння сорту Зехавіт становила 23,8–28,5 %, а сорту Кіра – 20,5–24,8 % залежно від року досліджень. Ці показники корелюють з результатами Г.Д. Поспелової та ін. [24], які встановили інфікованість насіння нуту сорту Зехавіт на рівні 74,3 %. Деяка розбіжність у показниках може бути пояснена різними методиками аналізу та умовами зберігання насіннєвого матеріалу.

Домінуючими патогенами в структурі насіннєвої інфекції виявилися *Ascochyta rabiei* (12,8–18,7 %), *Alternaria alternata* (10,3–14,8 %) та *Fusarium oxysporum* (7,2–12,3 %), що відповідає даним літератури про провідну роль цих збудників у патогенному комплексі нуту. У дослідженні [24] також відзначали високу частоту виявлення *Alternaria* spp. (28,7–33,7 %) і *Fusarium* spp. (4,6–7,2 %) на насінні нуту, підтверджуючи стабільність видового складу фітопатогенної мікрофлори культури в різних регіонах України.

Важливо відзначити, що сорт Кіра продемонстрував нижчі показники інфікованості порівняно з сортом Зехавіт, що може свідчити про його генетично зумовлену стійкість до насіннєвих інфекцій. Це узгоджується з характеристикою сорту як стійкого до основних хвороб та адаптивного до умов центральної частини України.

Результати оцінки ефективності хімічних і біологічних препаратів показали значні переваги комбінованих схем захисту. Найвищу біологічну ефективність (81,2–86,8 %) забезпечило поєднання Максим Адванс + Триходермін, що підтверджує синергійний ефект хімічного та біологічного компонентів.

Г.Д. Поспелова та ін. [24] у лабораторних умовах встановили, що композиція Біофосфорин + ФітоДоктор + Триходермін знижувала рівень контамінації насіння до 91,8 %, переважно через пригнічення бактеріальної інфекції. Однак, найкращі результати отримано за використання Максим Адванс – 92,8 % здорових проростків. Наші польові дослідження показали дещо нижчу ефективність варіанта ФітоДоктор + Поліверсум (57,4–65,2 %) та композиції Максим Адванс + Триходермін (81,2–86,8 %), що може бути пояснено більш складними умовами польового експерименту порівняно з лабораторними.

Погодно-кліматичні умови досліджуваних років суттєво впливали на розвиток фітопатогенної мікрофлори. Критичний дефіцит вологи у травні 2024 р. (ГТК = 0,12) створював стресові умови для рослин і сприяв розвитку кореневих гнилей, що проявилось у збільшенні ураженості контрольних варіантів до 26,4–31,2 %.

У дослідженні [24] також підкреслено важливість контролю за фітосанітарним станом насіннєвого матеріалу в сучасних умовах ведення сільського господарства в Україні, особливо в контексті мінливих погодних умов. Наші результати

підтверджують необхідність адаптації систем захисту до конкретних агрометеорологічних умов регіону.

Сорт Кіра стабільно демонстрував вищу стійкість до фітопатогенів на всіх етапах досліджень. Ураженість кореневими гнилями у фазі сходів для цього сорту була на 4,7–4,8 % нижчою порівняно з сортом Зехавіт у контрольних варіантах. Біологічна ефективність захисних заходів для сорту Кіра також була вищою (84,3–86,8 % для найкращого варіанта), що свідчить про успішне поєднання генетичної стійкості з хімічним захистом.

Результати досліджень переконливо доводять доцільність інтегрованого підходу до захисту нуту від фітопатогенів. Г.Д. Поспелова та ін. [24] відзначали позитивний вплив композиційних сумішок біологічних препаратів на посівні якості і фітосанітарний стан насіння. Наші дослідження розширюють ці висновки, демонструючи ефективність комбінованого використання хімічних і біологічних препаратів у польових умовах.

Особливо важливим є той факт, що комбіновані схеми забезпечували стабільно високу ефективність протягом двох років досліджень з різними погодними умовами, що свідчить про їх надійність і перспективність для виробничого використання.

На основі отриманих результатів можна рекомендувати:

1. Використання комбінованих схем захисту з поєднанням Максим Адванс (1,0 л/т) + Триходермін (1,0 л/т) для обробки насіння нуту перед посівом.

2. Перевагу сорту Кіра в регіонах з підвищеним фітопатогенним фоном завдяки його генетично зумовленій стійкості.

3. Обов'язковий контроль фітосанітарного стану насіннєвого матеріалу, особливо за несприятливих погодних умов.

4. Адаптацію систем захисту до конкретних агрометеорологічних умов регіону та року.

Отримані результати вносять значний вклад у розуміння особливостей захисту нуту від фітопатогенів в умовах Лісостепу України та можуть служити основою для розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення продуктивності цієї важливої бобової культури.

Висновки

За результатами проведених досліджень доцільно відзначити, що рівень ураженості насіннєвим і ґрунтовим патогенним комплексом нуту суттєво залежав як від сортових особливостей, так і від погодних умов вегетаційного періоду. Погодні умови 2024 р., зокрема дефіцит вологи в критичні фази органогенезу культури, сприяли активізації розвитку фітопатогенів, що відображалось у збільшенні частоти виявлення основних збудників інфекції.

Встановлено, що основну частку в структурі патоконкомплексу становили *Ascochyta rabiei*, *Alternaria alternata* та *Fusarium oxysporum*, частота виявлення яких була істотно вищою у сорту Зехавіт порівняно з сортом Кіра. При цьому сорт Кіра проявив кращі показники стійкості до розвитку хвороб упродовж усього періоду досліджень.

Максимальну біологічну ефективність забезпечувало застосування інтегрованих схем захисту, зокрема поєднання Максим Адванс із Трихoderміном, що дозволяло знижувати поширеність і розвиток хвороб до економічно безпечного рівня.

Перспективи подальших досліджень передбачають вивчення впливу хімічних і біологічних препаратів не лише на розвиток хвороб, а й на популяції основних шкідників нуту в умовах Лісостепу України.

Конфлікт інтересів

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

References

- Kumari, N., & Malik, D. (2024). Status, growth and variability of chickpea production in India. *Agricultural Science Digest - A Research Journal*. <https://doi.org/10.18805/ag.d-6065>
- Lykhochvor, V. V., & Pushchak, V. I. (2018). Vplyv norm vysivu ta intensyfikatsii tekhnologii na formuvannya urozhainosti sortiv nutu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 1, 133–141 [in Ukrainian]
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). FAOSTAT statistical database. [Rome]: FAO. Retrieved from: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Arriagada, O., Cacciottolo, F., Cabeza, R. A., Carrasco, B., & Schwember, A. R. (2022). A comprehensive review on chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding for abiotic stress tolerance and climate change resilience. *International Journal of Molecular Sciences*, 23 (12), 6794. <https://doi.org/10.3390/ijms23126794>
- Zhuk, M., Rudenko, V., & Khodjibekov, S. (2025). Peculiarities of chickpea growing technology in the Steppe Zone of Ukraine. *BIO Web of Conferences*, 151, 01011. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202515101011>
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., & Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108 (S1), S11–S26. <https://doi.org/10.1017/s0007114512000797>
- Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. (2015). Efektyvna sivozmina v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsypy. *Ahrarnyi Biuletyn*, 52, 17–21 [in Ukrainian]
- Babych, A. O., & Babych-Poberezhna, A. A. (2008). Svitovi resursy roslynnoho bilka. *Selekcija i Nasinnytvo*, 96, 215–222. [in Ukrainian]
- Moisiienko, V. (2017). Scientific bases ways of increasing (*Cicer arietinum* L.) productivity in Ukraine. *Scientific Horizons*, 20 (2), 3–11.
- Adamenko, T. (2006). Zmina agroklimatichnykh umov ta yikh vplyv na zernove gospodarstvo. *Agronom*, 3, 12–15 [in Ukrainian]
- 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), 117–126. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.23.3-4.13>
- Melnyk, A., Romanko, Y., Brunov, M., Sorokolit, E., & Kubrak, T. (2020). Growth and development of chickpeas under the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 40 (2), 38–46. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2020.2.5>
- Sichkar, V. I., & Bushulian, O. V. (2000). Perspektyvy selekcii nutu v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 1, 38–40. [in Ukrainian]
- Kvitko, H. P., Mykhalchuk, D. P., & Karasevych, V. V. (2013). Perspektyvy vyroshchuvannya nutuposivnoho v umovakh lisostepu Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 75, 113–120. [in Ukrainian]
- Hiremath, P. J., Farmer, A., Cannon, S. B., Woodward, J., Kudapa, H., Tuteja, R., Kumar, A., BhanuPrakash, A., Mulaosmanovic, B., Gujaria, N., Krishnamurthy, L., Gaur, P. M., KaviKishor, P. B., Shah, T., Srinivasan, R., Lohse, M., Xiao, Y., Town, C. D., Cook, D. R., May, G. D., & Varshney, R. K. (2011). Large-scale transcriptome analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.), an orphan legume crop of the semi-arid tropics of Asia and Africa. *Plant Biotechnology Journal*, 9 (8), 922–931. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2011.00625.x>
- Pospelov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Crops' productivity in short-term rotations depending on tillage and fertilization in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 69–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.08>
- Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S., Kalenska, S. M., & Yermakova, L. M. (2011). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii u roslynnytstvi*. Vinnytsia [in Ukrainian]
- Sharma, K. D., Chen, W., & Muehlbauer, F. J. (2005). Genetics of chickpea resistance to five races of fusarium wilt and a concise set of race differentials for *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris. *Plant Disease*, 89 (4), 385–390. <https://doi.org/10.1094/pd-89-0385>
- Sharma, K. D., & Muehlbauer, F. J. (2007). Fusarium wilt of chickpea: physiological specialization, genetics of resistance and resistance gene tagging. *Euphytica*, 157 (1–2), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9401-y>
- Kyryk, M. M., Taranukho, Yu. M., Pikoyskyi, M. Y., & Diachenko, O. M. (2014). Rozvytokkorennykh hnylei nutu ta vydovyi sklad yikh zbudnykiv. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrainy: Seriya: Ahronomiia*, 195 (1), 152–155. [in Ukrainian]
- Pikoyskyi, M. I. (2014). Diahnostychni oznaky siroi hnyli nutu. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 9, 1–3. [in Ukrainian]
- Bushulian, O. V., Sichkar, V. I., & Babaiants, O. V. (2014). Zakhyst nutu vid shkidlyvykh orhanizmiv. *Ahronom*, 2, 156–161. [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>
- Pospelova, G. D., Kovalenko, N. P., Nechiporenko, N. I., Stepanenko, R. O., & Sherstiuk, O. L. (2021). Influence of fungicidal disinfectants on pathogenic complex and laboratory germination of soybean seeds. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 72–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.08>
- Pospelova, H. D., Barobolia, O. V., & Morozova, O. O. (2018). Influence of biological preparations on the phytosanitary state of soybean seeds. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 37–42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.05>
- Pysarenko, V. M., Pishchalenko, M. A., Horb, O. O., Pospelova, H. D., Kovalenko, N. P., & Sherstiuk, O. L. (2020). *Intehrovanyi zakhyst roslyn*. Poltava [in Ukrainian]
- Kalenska, S. M., Yermakova, L. M., & Palamarchuk, V. D. (2015). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnologii u roslynnytstvi*. Vinnytsia: Rohalska I. O. [in Ukrainian]
- BINITRO NUT. (n.d.). *TD "Enzym-Ahro"*. Retrieved from: <https://agro.enzim.biz/docs/preparat/binitro-nut.pdf> [in Ukrainian]

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.