

## Effect of plant density and fertilization on winter rapeseed yield

V. Shuleshchenko✉

### Article info

Correspondence Author

V. Shuleshchenko

E-mail:

[vadym.shuleshchenko@pdaa.edu.ua](mailto:vadym.shuleshchenko@pdaa.edu.ua)Poltava State Agrarian  
University,  
Skovoroda St., 1/3,  
Poltava, 36000, Ukraine

**Citation:** Shuleshchenko, V. (2025). Effect of plant density and fertilization on winter rapeseed yield. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (2), 57–62. doi: 10.31210/spi2025.28.02.09

The aim of this review was to assess the impact of climate change on the distribution and phytopathogenic pressure of chickpea (*Cicer arietinum* L.) diseases under the agroclimatic conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine. Statistical data analysis revealed significant fluctuations in chickpea cultivation areas and a notable shift in production from the Steppe to the Forest-Steppe zone over the past decade. The expansion of chickpea cultivation into new agroclimatic zones has increased phytosanitary risks associated with local pathogenic organisms. The plant's vulnerability to diseases is largely determined by its developmental stage, climatic conditions, and physiological state, which collectively influence the likelihood of disease outbreaks and potential yield losses. In the Forest-Steppe zone of Ukraine, phytopathogenic fungi of the genera *Fusarium* and *Ascochyta* remain the most damaging, significantly reducing crop productivity. Concurrently, climate change is facilitating the spread of new pathogens, including rust, Macrophomina blight, Alternaria leaf spot, and viral infections, necessitating enhanced phytosanitary monitoring and the adaptation of disease management strategies. Particular attention is given to the emerging threat of *Pea necrotic yellow dwarf virus*, which has already been detected in several European countries, including Germany. Rising annual mean air temperatures, changes in precipitation patterns, and the increasing frequency of extreme weather events have altered the epidemiology of major chickpea pathogens. Observed trends include an increased number of pathogen generations, a shift in periods of peak disease activity, prolonged plant infection periods, and the appearance of atypical disease symptoms, complicating field diagnostics. The resulting disruption of the "plant-pathogen-environment" system leads to heightened phytopathogenic pressure. In this context, the study underscores the need to adapt existing chickpea cultivation technologies to new climate realities by improving agronomic practices, implementing systematic phytosanitary monitoring, and integrating modern plant protection measures.

**Keywords:** *Cicer arietinum* L., phytopathogens, phytosanitary risk, ascochyta blight, fusarium wilt, disease epidemiology.

## Хвороби нуту в Лісостепу України в умовах кліматичних змін

В. А. Шулещенко

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Метою огляду було оцінити вплив кліматичних змін на поширення та фітопатогенний тиск хвороб нуту (*Cicer arietinum* L.) в агрокліматичних умовах Лісостепу України. Аналіз статистичних даних засвідчив значні коливання у площях вирощування культури та тенденцію до її поширення із зони Степу до Лісостепу протягом останнього десятиліття. Вирощування нуту в нових агрокліматичних зонах супроводжується зростанням фітосанітарних ризиків, зумовлених дією місцевих патогенних організмів. Вразливість рослин до хвороб значною мірою визначається фазою онтогенезу, кліматичними умовами та фізіологічним станом, що впливає на ймовірність розвитку захворювань і рівень можливих втрат урожаю. У Лісостепу України основними фітопатогенами нуту залишаються мікроміцети родів *Fusarium* та *Ascochyta*, які істотно знижують урожайність культури. Водночас кліматичні зміни сприяють поширенню нових небезпечних захворювань, таких як іржа, макрофомоз, альтернاریоз і вірусні інфекції, що потребує посиленого фітосанітарного нагляду й удосконалення системи захисту. Особливу загрозу становить вірус жовтого некрозу гороху (*Pea necrotic yellow dwarf virus*), зафіксований у низці європейських країн, зокрема в Німеччині. Підвищення середньорічної температури повітря, зміни режиму зволоження та зростання частоти екстремальних погодних явищ призводять до трансформації епідеміології основних хвороб нуту. Зокрема, фіксується збільшення кількості генерацій патогенів, зміщення періодів їх максимальної шкодочинності, подовження строків ураження та поява атипових симптомів, що ускладнює діагностику в польових умовах. Виявлено, що порушення балансу у системі «рослина – патоген – середовище» підсилює фітопатогенний тиск у посівах. У зв'язку з цим обґрунтовано необхідність адаптації існуючих технологій вирощування нуту до нових кліматичних умов шляхом удосконалення агротехнічних прийомів, запровадження систематичного фітосанітарного моніторингу та впровадження сучасних засобів захисту культури.

**Ключові слова:** *Cicer arietinum* L., фітопатогени, фітосанітарний ризик, аскохітоз, фузаріозне в'янення, епідеміологія хвороб.

**Бібліографічний опис для цитування:** Шулещенко В. А. Хвороби нуту в Лісостепу України в умовах кліматичних змін. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (2). С. 57–62.

Нут (*Cicer arietinum* L.) набуває все більшого значення в структурі агропромисловості України, особливо в контексті глобальних кліматичних трансформацій і необхідності диверсифікації сільськогосподарського виробництва [1]. Максимальні показники культивування дослідної бобової культури спостерігалися у 2013 р. і становили 20–25 тис. га. Проте період 2014–2016 рр. характеризувався значним скороченням посівних площ, що було детерміновано депресією цінової кон'юнктури та загальною волатильністю аграрного ринку. Починаючи з 2017 р., відбулася ревіталізація інтересу сільгоспвиробників до вирощування нуту, що сприяло позитивній динаміці посівних площ, які в 2018 р. досягли безпрецедентного для України максимуму – 36 тис. га [2]. Така тенденція була обумовлена не лише економічною рентабельністю культури як експортоорієнтованої зернобобової, але й її вагомими агроекологічними перевагами в контексті сівозмін і підвищення родючості ґрунтів [3]. У наступний період спостерігалася тенденція до поступової редукції посівних площ, які у 2021 р. становили 20 тис. га. Внаслідок військової агресії та повномасштабного вторгнення у 2022 р. відбулося катастрофічне скорочення площ під культурою – до 3,1 тис. га. За таких умов регіональним лідером з вирощування нуту у 2022 р. стала Полтавська область із показником 0,7 тис. га [4]. Утім, за результатами сезону 2023 р. зафіксовано півтораразове збільшення посівних площ під нутом, з тенденцією до подальшого розширення у 2024 р. Це свідчить про адаптацію українських аграріїв до умов воєнного стану й успішне коригування технологічних підходів до вирощування культури відповідно до нових викликів [5].

Нут відіграє ключову роль у забезпеченні сталого функціонування агроecosистем завдяки здатності до біологічної фіксації атмосферного азоту в симбіозі з бульбочковими бактеріями роду *Mesorhizobium*, що дозволяє накопичувати у ґрунті до 150 кг/га біологічного азоту, з яких 30 % залишається наступним у сівозміні культурам [6]. Крім того, культура має значну посухостійкість, що набуває особливого значення в умовах прогресуючої аридизації клімату України [7]. У контексті продовольчої безпеки нут є цінним джерелом рослинного білка (22–31 %), незамінних амінокислот, мікроелементів і вітамінів, що особливо важливо в умовах зростаючого глобального попиту на рослинні протеїни [8].

У традиційній аграрній структурі України нут вирощували переважно в південних регіонах – Одеській і Миколаївській областях, де агрокліматичні умови найбільше відповідали біологічним потребам культури [9]. Однак у зв'язку з кліматичними змінами, зокрема підвищенням температури повітря в період вегетації, а також внаслідок повномасштабної війни, що унеможливила обробіток значних площ у південних областях, виробництво нуту поступово зсувається в зону Лісостепу – передусім у Полтавську, Черкаську та Кіровоградську області [10, 11]. Тут останніми роками спостерігається нарощування посівних площ цієї культури, хоча умови її вирощування є менш сприятливими.

Варто зазначити, що згідно з результатами кліматологічних досліджень, підвищення середньорічної температури лише на один градус Цельсія в агрокліматичних умовах України призводить до суттєвого зміщення меж природно-кліматичних зон приблизно на 160 км у північному напрямку [12]. Це явище детермінує не лише трансформацію традиційних ареалів вирощування сільськогосподарських культур, але й створює передумови для розширення зони культивування нуту в регіонах, де раніше його виробництво було обмеженим через невідповідність термічного режиму біологічним вимогам культури [13].

Поширення нуту в нових агрокліматичних зонах супроводжується зростанням фітосанітарних ризиків, зумовлених впливом місцевих патогенних організмів. У Лісостепу культура часто вирощується у сівозмінах після зернових культур, за підвищеної вологості повітря та ґрунту, що сприяє активізації збудників грибкових хвороб, зокрема *Ascochyta rabiei*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* [14–16]. Додатковим ускладненням виступає кліматична нестабільність, яка спричиняє абіотичний стрес у рослин, знижуючи їхню імунну відповідь і сприяючи розвитку захворювань [17].

Кліматичні зміни, що проявляються у підвищенні середньорічної температури на 1,2 °C за останні 30 років в Україні, збільшенні частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ (посух, злив, різких температурних коливань), призводять до суттєвих трансформацій у структурі та динаміці патогенних комплексів сільськогосподарських культур [18, 19]. Зміщення меж агрокліматичних зон на 100–150 км на північ створює передумови для міграції південних фітопатогенів у центральні та північні регіони України [20].

У цих умовах особливою актуальністю набуває дослідження патогенного комплексу нуту в Лісостеповій зоні України, трансформації його структури та шкодочинності під впливом кліматичних змін з метою розробки ефективних стратегій захисту культури від хвороб з урахуванням нових екологічних реалій.

### **Біологічні особливості нуту, що впливають на його ураження**

Нут характеризується комплексом біологічних особливостей, які визначають його сприйнятливості до різних груп патогенів. Культура має специфічну анатомо-морфологічну будову – наявність залозистих волосків на всіх надземних органах, які виділяють яблучну та щавлеву кислоти, створюючи кисле середовище на поверхні рослини (рН 4,5–5,5) [8]. Це середовище сприяє розвитку багатьох патогенних грибів, зокрема збудників аскохітозу та фузаріозу. Водночас, опушення рослин забезпечує довге утримання краплинної вологи на поверхні органів, що також створює сприятливі умови для проростання спор фітопатогенів і розвитку інфекційного процесу [21].

Хімічний склад тканин нуту також впливає на його ураження патогенами. Насіння нуту містить

близько 22 % білка, що створює сприятливе поживне середовище для розвитку некротрофних патогенів, таких як *Fusarium* spp. та *Ascochyta rabiei*. Однак у відповідь на інфекційне ураження рослина синтезує фітоалексини – захисні сполуки, серед яких основними є медикарпін і маакіайн, що належать до птерокарпанів. Ці речовини мають фунгіцидні властивості та пригнічують ріст патогенних грибів, зокрема *Fusarium oxysporum* [22]. Крім того, у тканинах нуту виявлено ізофлавонон формононетин і біоханін А, які можуть бути попередниками фітоалексинів або мати власну захисну функцію. Рівень накопичення цих сполук може варіювати залежно від генотипу та ступеня стійкості сорту до патогенів [23].

Нут є вразливим до широкого спектру фітопатогенів, що включають грибові, бактеріальні та вірусні збудники [24]:

1. Грибові патогени: *Ascochyta rabiei* (збудник аскохітозу), *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (збудник фузаріозного в'янення), *Botrytis cinerea* (збудник сірої гнилі), *Rhizoctonia solani* (збудник кореневих гнилей), *Sclerotinia sclerotiorum* (збудник білої гнилі), *Alternaria alternata* (збудник альтернاریозу), *Uromyces ciceris-arietini* (збудник іржі).

2. Бактеріальні патогени: *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* (збудник бактеріального опіку), *Xanthomonas campestris* pv. *cassiae* (збудник бактеріального в'янення).

3. Вірусні патогени: вірус мозаїки нуту (Chickpea chlorotic dwarf virus, CpCDV), вірус некротичної плямистості бобових (Bean yellow mosaic virus, BYMV).

Ці патогени можуть спричиняти значні втрати врожаю, особливо за сприятливих для їх розвитку умов, таких як висока вологість і помірні температури. За інтенсивного розвитку захворювань втрати врожаю можуть сягати 100 % [25].

Сприйнятливості нуту до збудників хвороб значною мірою залежить від фази онтогенезу. Найбільш чутливими до інфекційного навантаження є такі етапи вегетації:

1. Фаза сходів (особливо за низьких температур і підвищеної вологості) – особливо чутливі до збудників кореневих гнилей, таких як *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp. та *Pythium* spp. [26]

2. Фаза бутонізації-цвітіння (за високої вологості повітря та помірної температури) – критичний період для ураження аскохітозом (*Ascochyta rabiei*), альтернاریозом (*Alternaria alternata*) й іржею (*Uromyces ciceris-arietini*) [27].

3. Фаза формування бобів (за підвищеної вологості та щільності посівів) – максимальна сприйнятливості до збудників сірої гнилі (*Botrytis cinerea*), аскохітозу та бактеріальних хвороб, спричинених *Pseudomonas* та *Xanthomonas* [28].

Доцільно відзначити, що кліматичні зміни, зокрема підвищення температури та зміни режиму опадів, впливають на фенологічні фази розвитку нуту, що, в свою чергу, змінює його сприйнятливості до хвороб [29]. Підвищення температури може призвести до скорочення тривалості вегетаційного періоду, що змінює час появи критичних фаз розвитку рослини. Зміни у фізіологічному стані рослин під

впливом абіотичних стресів, таких як посуха або надмірна вологість, можуть знижувати їхню стійкість до патогенів [30].

### Основні хвороби нуту в умовах Лісостепу України

У результаті проведених фітопатологічних досліджень встановлено, що максимальний негативний вплив на продуктивність і життєздатність рослин нуту спричиняють фітопатогенні мікроміцети родів *Fusarium* та *Ascochyta*. Дані грибові патогени характеризуються високим рівнем вірулентності та здатністю індукувати комплекс деструктивних процесів у тканинах рослини-господаря. Менший рівень шкодочинності, проте також істотний з агрономічної точки зору, демонструють представники відділу *Oomycota*, зокрема види родів *Pythium* та *Aphanomyces*. Сукупна патогенна дія вищезазначених мікроорганізмів призводить до формування некротичних уражень тканин, дисфункції судинної системи рослин, розвитку різноманітних гнилей і фітотоксикозів, що суттєво знижує продуктивний потенціал культури [31, 32].

Варто відмітити, що в умовах глобальних кліматичних змін існує високий ризик появи нових патогенів нуту в Лісостеповій зоні України, переважно шляхом міграції з південніших регіонів. За останнє десятиліття в посівах нуту в Лісостепу зафіксовано перші випадки таких хвороб [33–36]:

1. Іржа нуту (*Uromyces ciceris-arietini*) – раніше поширений переважно в Степовій зоні, з 2018 р. регулярно фіксується в південних районах Лісостепу України. Поширення іржі нуту пов'язане з підвищенням середньодобових температур у весняно-літній період, що створює сприятливі умови для розвитку хвороби.

2. Макрофомоз (*Macrophomina phaseolina*) – некротрофний гриб, який викликає вугільну гниль коренів та основи стебла, зафіксований у центральних областях України з 2020 року. Поширення хвороби пов'язане з підвищенням температур і посухами, що створюють стресові умови для рослин.

3. Альтернاریоз (*Alternaria alternata*) раніше вважався вторинним патогеном, але в останні роки набуває все більшого поширення (до 15–20 %) та шкодочинності в умовах контрастних гідротермічних умов. Зміни клімату, зокрема чергування періодів посухи та злив, сприяють активізації цього патогену.

На тлі кліматичних змін, що сприяють розширенню ареалів переносників вірусів, зокрема попелиць, фіксація вірусу жовтого некрозу гороху (*Pea necrotic yellow dwarf virus*, PNYDV) у нуту в Німеччині вказує на реальну загрозу його поширення і в Україні. З огляду на здатність PNYDV уражувати широкий спектр бобових культур і створювати інфекційний тиск у зоні просторового сусідства з гороховими посівами, постає необхідність моніторингу його циркуляції в агроценозах Лісостепу. Адаптація фітосанітарних стратегій до нових викликів є ключовою умовою забезпечення стабільного вирощування нуту в умовах кліматичної нестабільності [37].

Таким чином, кліматичні зміни сприяють як поширенню вже відомих патогенів нуту на нові

території, так і потенційній появі нових хвороб. Це підкреслює необхідність постійного фітосанітарного моніторингу й адаптації агротехнічних заходів для забезпечення стабільного виробництва нуту в Лісостеповій зоні України [38, 39].

### **Вплив кліматичних змін на поширення та фітопатогенний тиск хвороб нуту в агрокліматичних умовах Лісостепу**

Кліматичні зміни на території України проявляються у вигляді комплексу взаємопов'язаних явищ, які суттєво впливають на епідеміологію хвороб нуту. Аналіз динаміки середньомісячної температури повітря за період 1913–2022 рр. свідчить про її стійку тенденцію до підвищення у довгостроковому часовому вимірі. Зокрема, порівняно з найнижчим середньорічним значенням температури, зафіксованим у 1920–1930 рр. (+6,9 °C), її підвищення у 1998–2004 рр. становило +1,4 °C. У період 2015–2022 рр. середньорічна температура зросла вже на +2,3 °C, що свідчить про посилення темпів кліматичного потепління [40].

Підвищення температури (на  $0,6 \pm 0,2$  °C/100 років, що корелює з показниками глобального потепління) супроводжується трансформацією режиму зволоження (збільшення річної суми опадів лише на 5–7 % за 100 років): за загального збереження річної кількості опадів відбувається їх перерозподіл – зменшення у літній період (на 5–15 %) та збільшення в осінньо-зимовий (на 10–20 %) [41]. Крім того, зростає частота екстремальних погодних явищ – посух, злив, градобоїв, пізніх весняних і ранніх осінніх заморозків [42].

Вплив кліматичних змін на патогенний комплекс нуту проявляється у кількох аспектах:

#### **1. Збільшення кількості генерацій патогенів.**

Підвищення температури повітря призводить до скорочення тривалості вегетаційного періоду нуту, проте одночасно спостерігається подовження загального періоду з температурами вище 5 °C, що є біологічним мінімумом для розвитку більшості фітопатогенів. Цей період збільшився в середньому на 3 дні по території України, створюючи більш сприятливі умови для життєдіяльності патогенних мікроорганізмів як до початку вегетації культури, так і після її завершення. Такі зміни сприяють накопиченню більшої кількості інокуюлюючих патогенів у агроценозах та підвищують ризик інфікування рослин [43].

**2. Стресові погодні умови як фактори ослаблення імунітету рослин.** Стресові погодні умови, зокрема посухи, перезволоження та різкі перепади температур, негативно впливають на фізіологічний стан рослин нуту та знижують їхню природну стійкість до патогенів. Це особливо помітно за умов посухи, яка призводить до зниження тургору тканин, порушення водного балансу та синтезу захисних сполук, таких як фітоалексини, феноли та лігнін.

Дослідження показують, що за умов водного стресу, коли вологість ґрунту знижується до 60 % польової вологості або нижче, ураженість нуту фузаріозним в'яненням, спричиненим *Fusarium*

*oxysporum* f. sp. *ciceris*, значно зростає. Це пов'язано не лише з ослабленням рослин, але й з активізацією патогенних властивостей збудника за підвищених температур. Зокрема, дослідження вказують на те, що водний стрес може впливати на розмноження, поширення та інфекційну здатність патогенів, залежно від тривалості й інтенсивності стресу.

Крім того, контрастні гідротермічні умови, такі як чергування посух і злив, створюють сприятливе середовище для розвитку комплексу хвороб. Наприклад, після тривалої посухи різке збільшення вологості може провокувати масовий розвиток сірої гнилі та бактеріозів на фізіологічно ослаблених рослинах. Це пов'язано з тим, що стресові умови можуть змінювати поведінку патогенів, посилюючи їхню агресивність і здатність до інфікування [44].

Таким чином, стресові погодні умови суттєво впливають на фізіологічний стан рослин нуту й їхню взаємодію з патогенами, що може призводити до збільшення ураженості та втрат урожаю.

#### **3. Порушення традиційних циклів ураження.**

Кліматичні зміни призводять до трансформації традиційних циклів ураження нуту патогенами. В останнє десятиліття спостерігаються такі тенденції [18, 20, 36, 37]:

1. Ранні спалахи хвороб – якщо традиційно масовий розвиток аскохітозу в Лісостепу України спостерігався у фазі цвітіння-формування бобів (червень), то в останні роки перші спалахи фіксуються вже у фазі гілкування (травень).

2. Зміщення періодів максимальної шкодочинності – пік розвитку фузаріозного в'янення змістився з літнього періоду (липень) на більш ранні строки (кінець травня – червень), що пов'язано з раннім прогріванням ґрунту та створенням сприятливих умов для патогена.

3. Затяжне ураження – традиційно розвиток більшості хвороб нуту припинявся у фазі наливу зерна через несприятливі для патогенів умови (високі температури, низька вологість), проте в останні роки спостерігається тенденція до подовження періоду активного розвитку хвороб до фази повної стиглості, що пов'язано з більш нестабільним гідротермічним режимом у літній період [27].

4. Поява нетипових симптомів – в умовах кліматичного стресу спостерігається модифікація традиційних симптомів хвороб, що ускладнює їх діагностику. Наприклад, за умов посухи аскохітоз може проявлятися у вигляді дрібних некротичних плям без характерної зональності, а фузаріоз – у вигляді загального пожовтіння рослин без чіткого в'янення.

За останнє десятиліття в Лісостепу України спостерігається розширення кола збудників, здатних спричинити епіфітотії на посівах нуту. Якщо раніше епіфітотійного розвитку набували лише аскохітоз та фузаріозне в'янення, то в останні роки до них додалися сіра гниль та бактеріоз, що створює передумови для комплексного ураження рослин.

### **Висновки**

Метою проведеного огляду було оцінити вплив кліматичних змін на поширення та фітопатогенний



тиск хвороб нуту в агрокліматичних умовах Лісостепу України. Встановлено, що найзначніший негативний вплив на продуктивність і життєздатність рослин чинять фітопатогенні мікроміцети родів *Fusarium* та *Ascochyta*, тоді як меншу загрозу становлять представники відділу *Oomycota*. З'ясовано, що зміни клімату сприяли появі протягом останніх десятиліть у регіоні захворювань, раніше нетипових для зони Лісостепу, зокрема іржі, макрофомозу й альтернативіозу. Обґрунтовано припущення, що виявлення вірусу жовтого некрозу гороху у нуту в Німеччині на тлі кліматично зумовленого розширення ареалів переносників, зокрема попелиць, свідчить про актуальну загрозу його інтродукції та поширення в агроценозах нуту України. Показано, що вплив кліматичних чинників на патогенний комплекс нуту проявляється через збільшення кількості генерацій патогенів, зниження імунної відповіді рослин внаслідок стресових погодних умов та трансформацію традиційної сезонної динаміки ураження. Отже, нагальною є потреба адаптації стратегій захисту нуту з урахуванням прогнозованих кліматичних змін.

### Конфлікт інтересів

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

### References

- Honchar, M. V. (2024). Dynamika vyrobnytstva nutu v ukraini ta sviti. *Ahrarni Innovatsii*, 24, 60–66. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2024.24.8> [in Ukrainian]
- Ukraina narostyla ploshchi pid nutom do 36 tysyach hektariv. (2019). *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://super-agronom.com/news/6458-ukrayina-narostila-ploshchi-pid-nutom-do-36-tisyach-gektariv> [in Ukrainian]
- Panasiuk, I. (2023). Nut: alternatyva miasu ta rentabelnist vyrobnytstva. *AgroPortal*. Retrieved from: <https://agroportal.ua/agro-check/rozvinchuyemo-mifi/nut-alternativa-m-yasu-ta-rentabelnist-virobnictva> [in Ukrainian]
- Urozhai bobovykh v Ukraini u 2023 rotsi analityky otsiniuiut na rivni 390 tys. t. (2023). *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://super-agronom.com/news/17437-uroжай-bobovih-v-ukrayini-u-2023-rotsi-analitiki-otsinyuyut-na-rivni-390-tis-t> [in Ukrainian]
- Honchar, M. V. (2024). Zastosuvannya innovatsiynykh tekhnolohii vyroshchuvannya nutu v umovakh skorochennia ploshchi vyroshchuvannya bobovykh v umovakh viiny. *Suchasni tekhnolohichni aspekty vyrobnytstva zerna ta pererobky silskohospodarskoi produktsii: materialy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii z nahody 100-richchia vid dnia narodzhennia doktora silskohospodarskykh nauk, profesora Hryhoriia Rodionovycha Pikusha. (Dnipro, 20–21 march 2024)*. (s. 50–52). Dnipro: DU IZK NAAN [in Ukrainian]
- Korchan, A. (2024). Kultura nut (osoblyvosti vyroshchuvannya ta zberihannya). *Regga.zapisi*. Retrieved from: <https://regga.zapisi.cx.ua/ukrainyam/nut-norma-visivu-v-kg.html> [in Ukrainian]
- Asati, S., Tripathi, M. K., Tiwari, S., Yadav, R. K., & Tripathi, N. (2022). Molecular breeding and drought tolerance in chickpea. *Life*, 12 (11):1846. <https://doi.org/10.3390/life12111846>
- Bushulian, O. V., & Sichkar, V. I. (2009). *Nut: henetyka, selektsiia, nasinnytstvo, tekhnolohiia vyroshchuvannya : monohrafiia*. Odesa: SHI NTsNS [in Ukrainian]
- Kolesnikov, M. O., & Kadyrov, T. R. (2022). *Rekomendatsii po vyroshchuvannya nutu v umovakh pivden Ukrainy*. Melitopol: TDATU [in Ukrainian]
- Marynych, M. (2023). Vrozhai bobovykh v Ukraini: rezultaty 2022 r. ta perspektyvy 2023 r. *UkrAgroConsult*. Retrieved from: <https://ukragroconsult.com/news/vrozhaj-bobovykh-v-ukrayini-rezultaty-2022-r-ta-perspektyvy-2023-r/> [in Ukrainian]
- Chernik, I., & Tryhuba, O. (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>
- Kyrychenko, O. S., & Radina, V. D. (2020). Naslidky zminy klimatu v Lisostepu Ukrainy. *Piati Sumski naukovi heohrafiichni chytannia: zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovoï konferentsii. (Sumy, 9–11 October 2020)*. (s. 35–40). Sumy [in Ukrainian]
- Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., & Chaika, T. O. (2022). Vplyv pryrodno-klimatychnykh umov na urozhainist i adaptyvniost hrechky. In T. O. Chaika (Red.), *Ekoloohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohenno zabrudnennykh terytorii i stvorennia stalnykh ekosystem : kolektivna monohrafiia*. (s. 159–165). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
- Singh, R., Kumar, K., Purayannur, S., Chen, W., & Verma, P. K. (2022). Ascochyta rabiei: A threat to global chickpea production. *Molecular Plant Pathology*, 23 (9), 1241–1261. <https://doi.org/10.1111/mpp.13235>
- Soomi, J., Loni, F., Daryani, P., Amirbakhtiar, N., Pourhang, L., Pouralibaba, H. R., Khoshro, H. H., Ramandi, H. D., & Shobbar, Z.-S. (2025). Developing resistance to Fusarium wilt in chickpea: From identifying meta-QTLs to molecular breeding. *Plant Genome*, 18 (1):e70004. <https://doi.org/10.1002/tpg2.70004>
- Pande, S., Sharma, M., Gaur, P. M., & Gowda, C. L. L. (2010). Host plant resistance to ascochyta blight of chickpea. *Information Bulletin*, 82. Project Report. India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Moysiienko, V. V. (2017). Naukove obgruntuvannya shliakhiv pidvyshchennia produktyvnosti nutu (*Cicerarietinum* L.) v Ukraini. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 2 (1), 3–11 [in Ukrainian]
- Adamenko, T. I. (2022). *Zmina klimatu ta adaptatsiia vyrobnykiv soi v Ukraini*. Kyiv: Dunaiska soia [in Ukrainian]
- Letiak, V. (2021). Lito voseny i doshchi vyzmku: yak zminytsia klimat Ukrainy do 2100 roku. *Fakty*. Retrieved from: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/suspilstvo/20210824-lito-voseny-i-doshhi-vyzmku-yak-zminytsya-klimat-ukrayiny-do-2100-roku/> [in Ukrainian]
- Melnyk, S. (2018). Zminy klimatu vzhe poznachaiutsia na silskomu gospodarstvi. *Ahropolityka*, 4, 8–11 [in Ukrainian]
- Markov, I. L. (Red). (2019). *Fitopatolohiia : pidruchnyk*. Kyiv: Lira-K [in Ukrainian]
- Cachinero, J. M., Hervás, A., Jiménez-Díaz, R. M., & Tena, M. (2002). Plant defence reactions against fusarium wilt in chickpea induced by incompatible race 0 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* and nonhost isolates of *F. oxysporum*. *Plant Pathology*, 51 (6), 765–776. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2002.00760.x>
- Keßmann, H., & Barz, W. (1987). Accumulation of isoflavones and pterocarpan phytoalexins in cell suspension cultures of different cultivars of chickpea (*Cicer arietinum*). *Plant Cell Reports*, 6 (1), 55–59. <https://doi.org/10.1007/BF00269739>
- Rocha, F S., Sharma, M., Tarafdar, A., Chen, W., Azevedo, D. M. Q., Castillo, P., Costa, C. A., & Chobe, D. R. (2023). Diseases of Chickpea. *Handbook of Vegetable and Herb Diseases*, 1–44. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-35512-8\\_26-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35512-8_26-1)
- Bushulian, O. V., Sichkar, V. I., & Babaiants, O. V. (2014). Zakhyt nutu vid shkidlyvykh orhanizmiv. *Ahronom*, 2, 156–161 [in Ukrainian]
- Kalil, A., McKelvy, U., & Porter, L. D. (2022). *Chickpea disease diagnostic series*. Retrieved from: <https://www.ndsu.edu/agriculture/sites/default/files/2022-12/pp2072.pdf>
- Foresto, E., Carezzano, M. E., Giordano, W., & Bogino, P. (2023). Ascochyta blight in chickpea: An update. *Journal of Fungi*, 9 (2), 203. <https://doi.org/10.3390/jof9020203>
- Chen, W. (2016). Diseases of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *The American Phytopathological Society*. Retrieved from: <https://www.apsnet.org/edcenter/resources/common-names/Pages/Chickpea.aspx>
- Ochkala, O. S. (2021). Vykhidnyi material nutu zvychainoho (*Cicer arietinum* L.) z vysokym tempom prorostannia za nyzkykh temperatur v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Doktor's filosofii thesis*. Instytut Zroshuvanoho Zemlerobstva Natsionalnoi Akademii Ahramykh Nauk Ukrainy, Kherson [in Ukrainian]
- 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>

31. Morozov, O. M., Pospelova, H. D., & Nechiporenko, N. I. (2021). Osoblyvosti infikuvannya nutu mikromitsetamy. *Suchasni aspekty i tekhnologii u zahysti roslin : materialy Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi internet-konferentsii*. (Poltava, 26 November 2021). (s. 75–78). Poltava: PDAA [in Ukrainian]
32. Pospelova, G., Kovalenko, N., Nechiporenko, N., Sherstiuk, O., & Morozov, O. (2022). Influence of pre-seed treatment on sowing qualities and phytosanitary condition of nuttle seeds. *Scientific Progress & Innovations*, 2, 127–134. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.15>
33. Irzha nutu. (n.d.). *Agrarii-Razom*. <https://agrarii-razom.com.ua/plant-diseases/irza-nutu> [in Ukrainian]
34. Makrofomina (*Macrophomina phaseolina*): opys, profilaktyka ta borotba z khvoroboiu. (2024). *Ahroekspert Treid*. Retrieved from: <https://agroexp.com.ua/uk/makrofomina> [in Ukrainian]
35. Sichkar, V. (2022). Nut ne dlia nadprybutkiv, a zarady sivozminy. *Ahronomiia Sohodni*. Retrieved from: <https://agronomy.com.ua/statti/bobovi/1353-nut-ne-dlia-nadprybutkiv-a-zarady-sivozminy.html> [in Ukrainian]
36. Markov, I. (2019). Shcho zahrozhuie posivam nutu. *Ahrobiznes Sohodn*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/15667-shcho-zahrozhuie-posivam-nutu.html> [in Ukrainian]
37. Husarova, A. (2025). Nimetski doslidnyky vyjavlyli virus, yakyy zarazhuie vyroshchenyi u kraini nut. *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/20349-nimetski-doslidniki-viyavili-virus-yakyy-zarajuye-viroscheniy-u-krayini-nut> [in Ukrainian]
38. 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> [in Ukrainian]
39. 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>
40. Demydenko, O. (2023). Vikova zmina klimatu ta produktyvnosti ahrotsenoziv tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. *Ahronomiia Sohodni*. Retrieved from: <https://agronomy.com.ua/statti/2155-vikova-zmina-klimatu-ta-produktyvnosti-ahrotsenoziv-tsentralnoho-lisostepu-ukrainy.html> [in Ukrainian]
41. Boychenko, S., Voloshchuk, V., Movchn, Ya., Serdiuchenko, N., Tyshchenko, O., Tkachenko, V., & Savchenko, S. (2016). Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of the National Aviation University*, 4 (69), 96–113. <https://doi.org/10.18372/2306-1472.69.11061>
42. Climate Centre. (2024). Climate fact sheet. Red Cross Red Crescent Climate Centre. Retrieved from: [https://www.climatecentre.org/wp-content/uploads/RCCC-Country-profiles-Ukraine\\_2024\\_final.pdf](https://www.climatecentre.org/wp-content/uploads/RCCC-Country-profiles-Ukraine_2024_final.pdf)
43. Shvidenko, A., Buksha, I., Krakovska, S., & Lakyda, P. (2017). Vulnerability of Ukrainian Forests to Climate Change. *Sustainability*, 9 (7), 1152. <https://doi.org/10.3390/su9071152>
44. Sinha, R., Gupta, A., & Senthil-Kumar, M. (2017). Concurrent Drought Stress and Vascular Pathogen Infection Induce Common and Distinct Transcriptomic Responses in Chickpea. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00333>

## ORCID

V. Shuleshchenko 

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



2025 Shuleshchenko V. 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.