

Monitoring the spread of root rot of spring barley in the Eastern part of the Forest Steppe of Ukraine

V. Turenko | Ye. Oleynikov✉

Article info

Citation: Turenko, V., & Oleynikov, Ye. (2026). Monitoring the spread of root rot of spring barley in the Eastern part of the Forest Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 29(1), 55–60. doi: 10.31210/spi2026.29.01.09

Correspondence Author

Ye. Oleynikov

E-mail:

evgeniy_oleynikov@ukr.net

State Biotechnological
University,
44 Alchevskih Str.,
Kharkiv, 61000,
Ukraine

Barley is one of the main grain crops in Ukraine and is noted for one of the lowest production costs. However, the actual yield of barley still remains significantly lower than its potential. One of the main factors limiting the production of high gross grain yields and deteriorating its quality is the significant damage to the crop by fungal pathogens, primarily root rot. The monitoring of the phytosanitary condition of spring barley crops in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine in 2018–2025 showed that the dominant pathogen of root rot is the fungus *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (60 % of the total specific weight of pathogens), while fungi of the genus *Fusarium* account for 40 %. Intensive growth and abundant formation of conidia of *B. sorokiniana* was noted at air temperatures of +22+28 °C and soil moisture of 80 % of the full moisture capacity. The incubation period of the disease was 6–8 days. For fungi of the genus *Fusarium*, the optimal conditions for development were at air temperatures of +22+26 °C and soil humidity of more than 40 %. It was found that an increase in the average daily temperature by +2.4+4.5 °C and a decrease in precipitation to 60–74 % increased the intensity of root rot development: in the tillering phase from 5.5 to 17.9 %, in the earing phase from 14.5 to 44.4 %, in the waxy grain ripeness phase from 31.8 to 57.9 %. Screening of varieties for resistance to root rot showed that the highest prevalence of *B. sorokiniana* was found in the Agrariy variety (70 %), in the Allegro, Kozvan and Modern varieties from 50 to 67 %. The highest level of infection by fungi of the genus *Fusarium* was noted in the Allegro variety – up to 50 %. Determining the species composition of pathogens, biological features of their development in different varieties allows for effective monitoring of disease development and planning timely protective measures for spring barley crops. The creation and widespread introduction of resistant barley varieties into production is a particularly urgent task, since the yield when growing such varieties can be tens of times higher compared to the use of only chemical plant protection products. Therefore, for effective protection of spring barley from root rot, it is advisable to introduce resistant varieties into production. This will contribute to the preservation of the harvest, improvement of the phytosanitary condition of agrocenoses due to the reduction of the frequency and rates of pesticide use, as well as the reduction of environmental pollution.

Keywords: spring barley, varieties, prevalence, development, pathogens, root rot.

Моніторинг поширення корневих гнилей ячменю ярого у східній частині Лісостепу України

В. П. Туренко | Є. С. Олейніков

Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків, Україна

Ячмінь належить до основних зернових культур України і відзначається однією з найнижчих собівартостей виробництва. Проте фактична врожайність ячменю все ще залишається значно нижчою за його потенційні можливості. Одним із основних чинників, що обмежує отримання високих валових зборів зерна та погіршує його якість, є значне ураження культури збудниками грибних хвороб, насамперед корневими гнилями. Проведений моніторинг фітосанітарного стану посівів ячменю ярого у Східному Лісостепу України в 2018–2025 рр. показав, що домінуючим видом збудників корневих гнилей був гриб *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (60 % від загальної питомої ваги збудників), тоді як гриби роду *Fusarium* становили 40 %. Інтенсивний ріст і рясне утворення конідій *B. sorokiniana* було відмічено при температурі повітря +22+28 °C і вологості ґрунту 80 % від повної вологоємності. Інкубаційний період хвороби становив 6–8 діб. Встановлено, що підвищення середньодобової температури на +2,4+4,5 °C і зменшення кількості опадів до 60–74 % підвищували інтенсивність розвитку корневих гнилей: у фазі кущення від 5,5 до 17,9 %, у фазі колосіння від 14,5 до 44,4 %, у фазі воскової стиглості зерна від 31,8 до 57,9 %. Скринінг сортів на стійкість до корневих гнилей показав, що найбільше поширення *B. sorokiniana* встановлено у сорту Аграрій (70 %), у сортів Алегро, Козван і Модерн від 50 до 67 %. Вищий рівень ураження грибами роду *Fusarium* відзначено у сорту Алегро – до 50 %. Визначення видового складу збудників, біологічних особливостей їх розвитку на різних сортах дозволяє проводити ефективний моніторинг розвитку хвороб та планувати своєчасні захисні заходи в посівах ячменю ярого. Створення та широке впровадження у виробництво стійких сортів ячменю є особливо актуальним завданням, оскільки врожайність при вирощуванні таких сортів може бути в десятки разів вищою порівняно з використанням лише хімічних засобів захисту рослин. Отже, для ефективного захисту ячменю ярого від корневих гнилей доцільно впроваджувати у виробництво стійкі сорти. Це сприятиме збереженню врожаю, покращенню фітосанітарного стану агроценозів завдяки зменшенню кратності та норм застосування пестицидів, а також зниженню рівня забруднення довкілля.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорти, поширеність, розвиток, збудники, кореневі гнілі.

Бібліографічний опис для цитування: Туренко В. П., Олейніков Є. С. Моніторинг поширення корневих гнилей ячменю ярого у східній частині Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2026. № 29 (1). С. 55–60.



Вступ

Ячмінь є однією з провідних зернофуражних культур. Потреба у зерні ячменю значно перевищує сучасні обсяги його виробництва. Підвищення врожайності культури стримується дією багатьох патогенних мікроорганізмів. Патогенний комплекс ячменю включає значну кількість збудників хвороб, але останніми роками особливо зросла шкідливість кореневих гнилей, у роки епіфітотій втрати врожаю від яких можуть досягати 5–12 % [2, 3].

Вивчення поширення цих захворювань, їхній тісний зв'язок із ґрунтовим середовищем та відсутність вузької спеціалізації щодо рослин-живителів зумовлюють постійну присутність грибів-збудників кореневих гнилей в агроценозах ячменю ярого і потребують постійного моніторингу та контролю, що свідчить про актуальність проведених досліджень [1, 4].

Проведення подальших досліджень у цьому напрямі в регіоні має важливе значення для отримання високих і стабільних урожаїв та обґрунтування ефективних заходів захисту ячменю ярого в умовах Східного Лісостепу України.

Мета дослідження

Метою проведених досліджень було встановлення біоекологічних особливостей розвитку кореневих гнилей ячменю ярого та обґрунтування ефективних заходів захисту культури в умовах східної частини Лісостепу України.

Матеріали і методи

Польові та лабораторні дослідження виконували упродовж 2020–2025 рр. Стаціонарні польові досліді закладали на базі ННВЦ «Дослідне поле Докучаєвське» та ДПДГ «Елітне» Харківського району Харківської області, які розташовані в агрокліматичних умовах східної частини Лісостепу України.

У процесі досліджень вивчали вплив сівозмінного чинника на продуктивність ячменю ярого, застосування органічних та органо-мінеральних добрив, різних способів основного обробітку ґрунту (полицевого і безполицевого), а також передпосівного протруювання насіння [21].

Протруювання насінневого матеріалу здійснювали водною суспензією препаратів за 1–5 діб до проведення сівби. До варіантів досліду були включені нові системні та комбіновані фунгіцидні препарати, дозволені до використання згідно з «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до застосування в Україні» (2025 р.) [17].

Фітопатологічну експертизу насінневого матеріалу ячменю ярого сорту Парнас, вирощеного в різних районах Харківської області, проводили в лабораторії рослинництва і сортовивчення Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.

Енергію проростання та лабораторну схожість насіння визначали відповідно до вимог ДСТУ 4138–2002 (2003).

У польових умовах звичайну кореневу гниль визначали за характерними симптомами, що проявлялися на первинних і вторинних коренях, підземному міжвузлі та основі стебла у вигляді побуріння тканин. Подальшу діагностику проводили в лабораторних умовах шляхом візуального аналізу після ретельного промивання кореневої системи, звертаючи увагу на комплекс діагностичних ознак, характерних для збудника *Bipolaris sorokiniana* [20].

Для встановлення фузаріозної та гельмінто-споріозно-фузаріозної кореневих гнилей проводили камеральні дослідження з подальшим мікроскопічним аналізом спорношення патогенів. Конідії поміщали у вологу камеру за температури повітря +16...+20 °С. Через 48 годин на уражених органах з'являлися рожеві подушечки або суцільний рожевий наліт конідиального спорношення, що є характерною діагностичною ознакою грибів роду *Fusarium* [1, 4].

Результати та їх обговорення

Проведені експериментальні дослідження засвідчили, що в структурі патологічного комплексу ячменю ярого переважали три типи кореневих гнилей: звичайна (гельмінтоспоріозна), фузаріозна та гельмінтоспоріозно-фузаріозна. Інші різновиди, зокрема церкоспорельозна, фузаріозно-церкоспорельозна, ризоктоніозна та офіобольозна кореневі гнилі, у досліджуваних посівах не виявлялися. Поширеність звичайної кореневої гнилі становила 22,1–30,4 %, тоді як інтенсивність розвитку захворювання коливалася в межах 9,8–12,3 %. Встановлено, що основним збудником кореневої гнилі ячменю є гриб *Bipolaris sorokiniana*, частота паразитування якого досягала 65–68 %. Значно рідше ураження посівів спричиняли гриби роду *Fusarium* spp. – у межах 27–32 %. У посівах ячменю ярого в усіх зонах вирощування переважали звичайна та гельмінто-споріозно-фузаріозна кореневі гнилі. Найбільш інтенсивний розвиток звичайної кореневої гнилі спостерігався у посушливі роки.

На коренях і листках проростків ячменю з'являлися поздовжні темні смуги та видовжені бурі плями. Відмічали побуріння і загнивання колеоптіля, а також пожовтіння та пліснявіння листків. У фазі кушіння формувалися дрібні темні плями, які з часом збільшувалися і досягали довжини до 1,4 см; їх центральна частина мала темно-буре або темно-сіре забарвлення, тоді як краї залишалися світлішими. На уражених тканинах рослин у вологу погоду з'являвся оксамитовий чорний або оливково-бурий наліт конідиального спорношення патогена. За сильного розвитку хвороби основа стебла чорніла і загинувала до рівня нижнього вузла. У таких рослин також спостерігалася потемніння півх листків [8].

На первинних і вторинних коренях, а також на підземному міжвузлі формувалися видовжені темно-коричневі виразки, які часто зливалися між собою, внаслідок чого уражена тканина набувала майже чорного забарвлення (*рис. 1*).



Рис. 1. Симптоми прояву кореневих гнилей на ячмені ярому (ННВЦ «Докучаєвське», 2021 р.).

У фазі наливу зерна в уражених рослин формувалися недорозвинені колоски, які часто були стерильними. Колоскові лусочки набували білого забарвлення з чорними плямами, а їх остюки ставали темно-бурими; нерідко спостерігалось також побіління стебел. Іноді в колосі все ж утворювалося зерно, проте воно було щуплим і часто мало чорний зародок. Окрім ячменю, збудник може уражувати пшеницю, жито, кукурудзу, просо та дикорослі злаки – загалом близько 90 видів рослин із 30 родів [15]. Патоген характеризується значною кількістю штамів, що відрізняються за рівнем патогенності щодо різних видів і генетичних груп ячменю. Він добре пристосований до паразитування в умовах теплої та сухої погоди, за підвищеної сонячної радіації та на ґрунтах із реакцією, близькою до нейтральної [6].

У період вегетації рослин збудник поширювався за допомогою конідій, а розповсюдженню інфекції в агроценозі сприяли вітряна й дощова погода. Для інфікування рослин необхідним є зволоження їх поверхні протягом не менше 14–16 годин. За середньодобової температури повітря понад +20 °С інкубаційний період розвитку хвороби становив 6–8 діб. Оптимальною для розвитку патогена є температура в межах +22+28 °С. Поширенню та інтенсивнішому розвитку захворювання сприяли м'які зими, чергування спочатку сухої, а потім вологої погоди, порушення сівозміни, а також пошкодження посівів низькими температурами [16].

Основним джерелом інфекції є рослинні рештки, у яких патоген зберігається у вигляді конідій, сумко-спор, а також грибниці в ураженому насінні. Інфекція здатна зберігатися у ґрунті понад один рік [5].

Шкідливість хвороби проявлялася в порушенні фізіолого-біохімічних процесів у хворих рослинах, пригніченні росту та послабленні мінерального живлення, що в підсумку призводило до зниження їх продуктивності й погіршення якості зерна. Втрати врожаю зерна від звичайної кореневої гнилі становили 2–5 %. У посушливі роки шкодочинність захворювання суттєво зростала [12, 14].

Останніми роками шкодочинність корневих гнилей значно підвищилася і становила від 40 до 70 %. У сівозмінах із насиченням зерновими культурами на рівні 75 % негативна роль корневих гнилей посилювалася, а втрати врожаю від звичайної кореневої гнилі становили 8–11 %. У посушливі роки ці показники були вищими [23].

У середньому шкоду від захворювання оцінювали на рівні 1,1–1,6 % після перевищення економічного порогу шкідливості. За розвитку хвороби на рівні 15 % маса 1000 насінин у середньому зменшувалася на 32–35 %, а недобір урожаю становив 12–15 %. За інтенсивності розвитку хвороби близько 40 % було відмічено зниження схожості насіння [18].

Зовнішні прояви фузаріозної кореневої гнилі значною мірою подібні до симптомів звичайної кореневої гнилі [9]. На колеоптилі, первинних і вторинних коренях, підземному міжвузлі та в основі стебла з'являються некротичні смуги і плями, які, розростаючись, спричиняють загальне побуріння ураженої тканини. За інтенсивного розвитку хвороби проростки можуть відмирати ще в ґрунті, не досягнувши його поверхні. На рослинах у фазі повної стиглості на коренях і підземному міжвузлі виявлялися видовжені коричнюваті плями без чітко вираженої центральної частини (рис. 2).

На поверхні таких плям іноді формувалися помаранчеві або рожеві подушечки конідиального спорношення патогена. Уражені рослини характеризувалися побілінням стебел, часто з наявністю рожевого розмитого малюнка на піхвах листків і міжвузлях. За сухої погоди інфіковані колоски або окремі частини колоса набували білого забарвлення, тоді як здорова тканина колоскових лусок залишалася зеленою [19].

Залежно від виду патогени формують макрота мікроконідії, а також хламідіоспори. Більшість збудників хвороби, окрім конідиального спорношення, у циклі свого розвитку утворюють одноклітинні або жовто-бурі хламідіоспори, а також темно-коричневі чи темно-сині мікросклеротії [13]. Упродовж вегетаційного періоду поширення патогенів відбувається за допомогою конідій. Інфікування рослин спостерігається за температури повітря +15+22 °С та вологості ґрунту понад 40 % [7]. Найбільш інтенсивне ураження кореневої системи відмічається за умов надмірної вологості ґрунту або значних її коливань [22].

Основним джерелом інфекції є ґрунт, у якому збудники зберігаються на уражених рослинних рештках

у вигляді грибниці, хламідіоспор та мікросклероціїв. Додатковим джерелом поширення інфекції виступає заражене насіння [10].



Рис. 2. Симптоми прояву корневих гнилей на ячмені ярого (ДП ДГ «Елітне», 2022)

Найбільшої шкодочинності фузаріозна коренева гниль завдає у фазі проростків, сповільнюючи їх ріст і розвиток. Упродовж вегетації захворювання спричиняє зріджування посівів та відмирання продуктивних стебел. Частина уражених рослин формує недорозвинені колоски зі щуплим зерном, іноді спостерігається пустоколосість [11, 17].

У результаті досліджень встановлено, що звичайна коренева гниль була домінуючим типом захворювання, частка якого серед усіх уражених рослин становила 68 %. У меншій мірі посіви уражувалися грибами роду *Fusarium* spp. – до 27 %. Комплекс гельмінтоспоріозно-фузаріозної гнилі мав незначне поширення і становив близько 5 % від загальної кількості уражень.

Результати проведених досліджень показали, що максимум розвитку звичайної кореневої гнилі спостерігався у третій декаді липня за середньодобової температури повітря +23 °С, відносної вологості повітря 77 % та кількості опадів за декаду 25 мм. За цих умов поширеність хвороби становила 29,5 %, а її розвиток – 11,8 %.

Шкідливість корневих гнилей поступово зростала від фази сходів до періоду збирання врожаю культури. Це зумовлено значним інфекційним навантаженням у ґрунті та сприятливими умовами для розвитку і поширення хвороби, що сформувалися протягом вегетаційного періоду (**табл. 1**).

Таблиця 1

Динаміка ураженості ячменю ярого сорту Парнас звичайною кореневою гниллю в ДП ДГ «Елітне» Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН (2020–2022 рр.)

Фази розвитку ячменю ярого	Звичайна коренева гниль					
	2020		2021		2022	
	поширеність хвороби, %	розвиток хвороби, %	поширеність хвороби, %	розвиток хвороби, %	поширеність хвороби, %	розвиток хвороби, %
Кущення	22,1	10,3	21,7	9,8	22,3	10,5
Колосіння-цвітіння	27,2	11,4	26,5	11,1	26,8	11,3
Воскова стиглість	30,4	12,3	29,5	11,8	29,9	12,1

Аналізуючи дані **таблиці 1**, встановлено, що ячмінь ярий уражався збудниками корневих гнилей упродовж всього вегетаційного періоду – від фази кущення до фази воскової стиглості зерна. Середній рівень розвитку хвороби коливався від 9,8 до 12,3 % при поширеності 22,1–30,4 %.

У фазі кущення рослини уражалися збудником кореневої гнилі, при цьому середня поширеність становила 21,7–22,2 %, а розвиток хвороби – 9,8–10,3 %.

У фазі колосіння-цвітіння зберігалася тенденція до подальшого розвитку звичайної кореневої гнилі: інтенсивність становила 11,1–11,4 % при поширеності 26,5–27,2 %.

У фазі воскової стиглості зерна інтенсивність розвитку хвороби збільшилася до 11,8–12,3 %, а поширеність досягла 29,5–30,4 % (**табл. 2**).

Таблиця 2

Динаміка ураженості рослин ячменю ярого корневими гнилями залежно від фази розвитку в ННВЦ «Дослідне поле «Докучаєвське» (2018–2022 рр.)

Сорт	Поширеність хвороби, %			Розвиток хвороби, %			Середньозважений бал ураження		
	кущіння	колосіння	воскова стиглість зерна	кущіння	колосіння	воскова стиглість зерна	кущіння	колосіння	воскова стиглість зерна
Модерн	20,6	24,5	49,7	6,1	13,3	30,1	0,24	0,53	1,20
Аграрій	23,2	26,8	54,2	6,6	16,4	36,4	0,26	0,66	1,46
Козван	15,9	27,6	50,7	4,8	15,7	33,8	0,19	0,63	1,35
Алегро	13,8	21,6	41,5	4,3	12,5	26,8	0,17	0,50	1,07
Середнє	18,4	25,1	49,0	5,5	14,5	31,8	0,22	0,58	1,27

Таким чином, максимальна поширеність і розвиток звичайної кореневої гнилі спостерігалися у фазі воскової стиглості зерна. При цьому було відзначено зниження співвідношення вуглеводів і білків у зерні, що негативно впливало на його урожайність та якість.

Дані **таблиці 2** показали, що розвиток корневих гнилей у фазі кушення коливався від 4,3 до 6,6 % при поширеності 13,8–23,2 %, а середній зважений бал ураження становив 0,17–0,26%. Найнижчі показники відзначені у сорті Алегро – 4,3 % при середньому розвитку 5,5 %.

У фазі колосіння розвиток хвороби виріс до 12,5–16,4 % при поширеності 21,6–27,6 % з середнім балом ураження 0,50–0,66. Найнижчі показники за цієї фази спостерігалися на сорті Алегро – 12,5 % при середньому 14,5 %.

У фазі воскової стиглості зерна відмічено максимальний розвиток захворювання: інтенсивність становила 26,8–36,4 %, поширеність – 41,5–54,2 %, середньозважений бал ураження зріс до 1,46. Розвиток хвороби на різних сортах був близьким до середнього показника – 31,8 %.

Найбільше поширення збудника *B. sorokiniana* спостерігалось на сорті Аграрій – 70 % від загальної питомої ваги збудників корневих гнилей. Сорти Алегро, Козван і Модерн мали поширення збудника від 50 до 67 %. Найбільший показник грибів роду *Fusarium* встановлено у сорті Алегро – до 50 %.

За шкалою оцінки стійкості зразків ячменю ярого до звичайної кореневої гнилі, сорти Модерн, Аграрій, Козван, Алегро були оцінені на 6 балів і класифіковані як стійкі.

Таким чином, для зменшення шкодочинності патогенів у комплексі корневих гнилей рекомендуємо впроваджувати стійкі сорти, що сприятимуть збереженню врожаю та поліпшенню фітосанітарного стану агроценозів.

Висновки

Проведений моніторинг фітосанітарного стану посівів ячменю ярого в Східному Лісостепу України в 2018–2025 рр. показав, що домінуючим видом збудників корневих гнилей був гриб *Bipolaris sorokiniana* Shoem. – 60 % від загальної питомої ваги збудників, тоді як гриби роду *Fusarium* становили 40 %.

Доведено, що інтенсивний ріст і рясне утворення конідій *B. sorokiniana* спостерігалися при температурі повітря +22+28 °C і вологості ґрунту 80 % від повної вологоємності. Інкубаційний період хвороби становив 6–8 діб. Для грибів роду *Fusarium* оптимальні умови розвитку за температури повітря +22+26 °C та вологості ґрунту понад 40 %. Встановлено, що підвищення середньодобової температури на +2,4+4,5 °C і зменшення кількості опадів до 60–74 % сприяли інтенсивному розвитку корневих гнилей: у фазі кушення від 5,5 до 17,9 %, у фазі колосіння від 14,5 до 44,4 %, у фазі воскової стиглості зерна від 31,8 до 57,9 %. Скринінг стійкості сортів до корневих гнилей показав, що найбільше поширення *B. sorokiniana* було відмічено у сорті Аграрій (70 %), а у сортів Алегро, Козван і Модерн 50–67 %.

Найвищий ступінь ураження грибами роду *Fusarium* відмічено у сорту Алегро – до 50 %.

Визначення видового складу збудників, біологічних особливостей їх розвитку на різних сортах дозволяє проводити ефективний моніторинг розвитку хвороб та планувати своєчасні захисні заходи в посівах ячменю ярого.

ДЕКЛАРАЦІЇ

Етична заява

Не застосовується.

Фінансування

Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

Подяки

Немає.

Декларація щодо використання ШІ та технологій на основі ШІ

Автори заявляють, що не використовували штучний інтелект або технології на основі ШІ під час підготовки цього рукопису.

References

1. Andreychenko, L. V., & Lavrishina, O. Ye. (2020). Alternative varieties of winter barley for growing in conditions of South of Mykolaiv region. *The Scientific Journal Grain Crops*, 3 (2), 286–292. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0088>
2. Batova, O. M. (2018). Vplyv strokiv sivyby na rozvytok korenyvkh hnylei pshenytsi ozymoi v umovakh Kharkivskoi oblasti [The influence of sowing dates on the development of root rots of winter wheat in the conditions of the Kharkiv region]. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya «Fitopatohiia ta Entomohiia»*, (1-2), 7–10. [in Ukrainian]
3. Batova, O. M. (2019). Poshyrennia ta shkidlyvist korenyvkh hnylei pshenytsi ozymoi v Ukraini [The prevalence and harmfulness of root rots of winter wheat in Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya «Fitopatohiia ta Entomohiia»*, (1-2), 7–12. [in Ukrainian]
4. Bilovus, G. (2022). Evaluation of winter barley varieties for yield productivity and resistance against infecting agents of leaf diseases. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 100 (3), 20–27. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202203-03>
5. Borzykh, A. I., & Fedorenko, V. P. (2016). Modern problems of phytosanitary condition agrobiocenoses in Ukraine. *Interdepartmental Thematic Scientific Collection of Plant Protection and Quarantine*, 62, 3–17. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2016.62.3-17>
6. Hudzenko, V. M. (2018). Yield and stability of Myronivka winter barley varieties. *Plant Breeding and Seed Production*, 113, 55–77. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134358>
7. Hudzenko, V. M., & Vasylykivskiy, S. P. (2017). Vyvedennia sortiv yachmeniu ozymoho, adaptovanykh do suchasnykh umov Lisostepu Ukrainy [Breeding winter barley varieties adapted to modern conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 90 (1), 63–70. [in Ukrainian]
8. Hudzenko, V. M., & Vasylykivskiy, S. P. (2016). Osnovni napriamy ta zavdannia selektsii yachmeniu ozymoho u Tsentralnomu Lisostepu Ukrainy [The main directions and tasks of winter barley breeding in the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Novitni ahrotekhnolohii*, 1, 4. <http://plant.gov.ua/uk/2016-1-2> [in Ukrainian]

9. Demydov, O., Vasylykivs'kyj, S., & Gudzenko, V. (2016). Level of manifestation and connection between productivity of height of plants and resistance to lodging of winter barley in Forest-steppe. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94 (10), 30–34. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201610-06>
10. Demydov, O. A., Hudzenko, V. M., & Vasylykivskyi, S. P. (2016). Impact of weather conditions during the growing season on winter barley yield in the Forest-Steppe zone of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 4 (33), 39–44. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.4\(33\).2016.88670](https://doi.org/10.21498/2518-1017.4(33).2016.88670)
11. Demydov, O. A., Hudzenko, V. M., & Khomenko, L. O. (2016). Optymizatsiia pidkhodiv do otsiniuvannia morozostiikosti selektsiinoho materialu yachmeniu ozymoho [Optimization of approaches to assessing frost resistance of winter barley breeding material]. *Myronivskyi Visnyk*, 2, 56–68. [in Ukrainian]
12. Zaiarna, O. Yu. (2017). Otsinka stiikosti sortiv yachmeniu yaroho do sazhkovykh khvorob [Assessment of the resistance of spring barley varieties to smut diseases]. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriia «Fitopatolohiia ta Entomolohiia»*, 1-2, 165–168. [in Ukrainian]
13. Zaets, S. O., Balian, I. V., Onufran, L. I., & Yuziuk, S. M. (2023). Urozhainist riznykh sortiv yachmeniu ozymoho v umovakh Pivdennoho Stepu [Yield of different varieties of winter barley in the conditions of the Southern Steppe]. *Ahrarni Innovatsii*, 19, 51–56. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.8>
14. Kuzmenko, N., Litvinov, A., & Oleynikov, Ye. (2017). Chemical protection of winter bread wheat against root rots and Septoria infection. *Annual Wheat Newsletter*, 63, 65–68.
15. Linchevs'kyj, A. (2017). Barley as a source of able-bodied life of contemporary person. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 95 (12), 14–21. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201712-03>
16. Linchevs'kyj, A., & Legkun, I. (2020). A new attitude to barley culture and selection in the conditions of climate change. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 98 (9), 34–42. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-05>
17. Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini [List of pesticides and agrochemicals permitted for use in Ukraine]. (2025). Yunivest Media [in Ukrainian]
18. Markov, I. L., Bashta, O. V., Hentosh, D. T., Dermenko, O. P., & Pikovskyi, M. Y. (2017). *Silskohospodarska fitopatolohiia: pidruchnyk* [Agricultural phytopathology: textbook]. Interservice [in Ukrainian]
19. Oleinikov, Ye. S. (2016). Zalezhnist proiavu osnovnykh pliamystostei lystia pshenytsi ozymoi vid umov vechetatsii roslyn [Dependence of the manifestation of the main leaf spots of winter wheat on the conditions of plant vegetation]. *Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia APV Kharkivskoi Oblasti*, 21, 73–78. [in Ukrainian]
20. Rakoid, O. O., & Kudriavyska, A. M. (2019). *Okhorona pratsi v zakhysti ta karantyni roslyn: navchalnyi posibnyk dlia studentiv zi spetsialnosti 202 «Zakhyst i karantyn roslyn»* [Occupational safety in plant protection and quarantine: textbook for students majoring in 202 Plant Protection and Quarantine]. NUBiP Ukrainy [in Ukrainian]
21. Stankevych, S. V., Zabrodina, I. V., Vasylieva, Yu. V., Turenko, V. P., Kulieshov, A. V., & Bilyk, M. O. (2020). *Monitorynh shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur: navchalnyi posibnyk* [Monitoring of pests and diseases of agricultural crops: a manual]. FOP Brovin O. V. [in Ukrainian]
22. Turenko, V. P., Bilyk, M. O., & Martynenko, V. I. (2020). *Ahrofarmakolohiia: pidruchnyk* [Agropharmacology: textbook]. Maidan [in Ukrainian]
23. Turenko, V. P., Zhukova, L. V., Horiainova, V. V., & Panchenko, V. S. (2020). Pliamystosti ozymoi pshenytsi ta udoskonalennia systemy zakhystu vid nykh [Spots of winter wheat and improvement of the system of protection against them]. *Materialy V Vseukrainskoi konferentsii molodykh uchenykh "Suchasni problemy pryrodnychyykh nauk"* (pp. 8–9). Nauka-Servis [in Ukrainian]

ORCID

V. Turenko  <https://orcid.org/0000-0002-7432-6965>
Ye. Oleynikov  <https://orcid.org/0000-0001-7702-7875>



2026 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.