АГРОНОМІЯ

УДК 633.111.1:631.547

Особливості росту, розвитку та ураження хворобами пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України

Кирута Ю.Л., Правдива Л.А.

Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: bioroslyna@ukr.net

Кирута Ю.Л., Правдива Л.А. Особливості росту, розвитку та ураження хворобами пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України. «Агробіологія», 2026. № 2. С. 8–17.

Kyruta Yu., Pravdyva L. Growth and development characteristics and disease severity in winter wheat as influenced by cultivation technology elements in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. «Agrobiology», 2026. no. 2, pp. 8–17.

Рукопис отримано: 07.09.2026 р.
Прийнято: 15.10.2026 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2026-207-2-8-17

ISSN 2310-9270

Досліджено вплив сортових особливостей, мікоризоутворювального препарату за оброблення насіння пшениці озимої та позакореневого живлення рослин біостимуляторами на ріст, розвиток й ступінь ураження хворобами в Правобережному Лісостепу України. Дослідження проводили у 2023–2025 рр. у СФГ «КоЛоСоК», Правобережний Лісостеп України (Білоцерківський район, Київська область). Було передбачено вивчення трифакторного досліду: фактор А – сорти пшениці озимої (ЛГ Анері, РЖТ Лінус, РЖТ Реформ); фактор В – передпосівна обробка насіння мікоризоутворювальним препаратом (без обробки – контроль, Мікофренд-Т – 1 л/т); фактор С – позакореневе застосування біостимуляторів (контроль, Келпак – 1,5 л/га, Амінорост – 1,0 л/га у період ВВСН 25–29 та ВВСН 37–39). Досліджено, що погодні умови осіннього періоду суттєво варіювали за роками: сума ефективних температур знизилася з 306,8 °С (2023 р.) до 181,9 °С (2025 р.) на тлі коливання опадів від 55,1 до 109,0 мм. За таких умов тривалість періоду «сівба–сходи» визначалася погодними чинниками та особливостями сортів (10–14 діб). Розвиток борошнистої роси зростав від фази ВВСН 13–14 (1,6–2,6 %) до фази ВВСН 59–65 (10,5–23,0 %). Найвищу сприйнятливість виявив сорт ЛГ Анері (до 23,0 % у контролі), тоді як сорт РЖТ Реформ був найстійкішим. Найвищу захисну ефективність показало комплексне застосування Мікофренд-Т з Келпаком: у фазу цвітіння ураженість зменшувалася на 4,7–6,5 % порівняно з контролем, досягаючи мінімального значення 10,5 % у сорту РЖТ Реформ. Ураженість септоріозом збільшувалася впродовж вегетації з 0,9–1,5 до 3,5–8,0 %, виявляючи аналогічну сортову залежність (максимум у ЛГ Анері – 8,0 %, мінімум у РЖТ Реформ – 3,5 %).

Ключові слова: сорт, мікоризоутворювальний біопрепарат, позакореневе живлення, борошниста роса, септоріоз.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Пшениця озима є однією з найважливіших зернових культур, вирощування якої має велике значення для забезпечення продовольчих потреб. Її особливістю є осіння сівба, проходження початкових етапів розвитку восени та відновлення активної вегетації навесні після періоду зимового спокою. Для нормального розвитку рослини потребують впливу низьких температур, що сприяє формуванню їхньої морозостійкості [1, 2]. Насіння пшениці озимої здатне проростати за температури ґрунту 1–2 °С, проте оптимальними умовами для цього процесу є 12–20 °С. За достатнього зволоження ґрунту за таких температур сходи з’являються через 5–6 діб. Підвищення температури понад 25 °С може посилювати розвиток хвороб

і призводити до ураження інфікованого насіння та молодих рослин. Найсприятливішим для сівби вважається період, коли середньодобова температура повітря становить 14–17 °С. Упродовж осінньої вегетації рослини поступово загартовуються, завдяки чому підвищується їхня здатність витримувати зимові несприятливі умови. Зокрема, морозостійкі сорти за належного загартування можуть витримувати зниження температури до −19–20 °С на рівні вузла кущення [3, 4].

Пшениця озима належить до культур, для росту й розвитку яких необхідне достатнє забезпечення вологою. Під час проростання насіння вона поглинає воду в кількості приблизно 55–60 % від власної маси. Нестача вологи в ґрунті уповільнює ріст і розвиток рослин, що негативно позначається на формуванні врожайності. Особливо чутливою до дефіциту води пшениця озима є на початкових етапах формування колоса та під час наливу зерна. У ці періоди потреба рослин у волозі зростає, тому її нестача може призвести до зменшення кількості зерен у колосі, зниження маси зернівок і, відповідно, недобору врожаю [5–7].

Тривалість окремих фаз розвитку та загального вегетаційного періоду пшениці озимої визначається сукупністю природних і технологічних чинників. Важливе значення мають температурний режим, сума ефективних температур, забезпеченість ґрунту вологою, сортові особливості рослин і застосовувані агротехнічні заходи. Залежно від поєднання цих чинників змінюються строки проходження основних фаз розвитку та тривалість вегетації. Правильно підібрані строки сівби, система удобрення й інші елементи технології вирощування дають змогу регулювати розвиток рослин і створювати сприятливі умови для формування врожаю [8–10].

Застосування біостимуляторів росту рослин є перспективним напрямом удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур. Їх використання сприяє підвищенню продуктивності рослин і поліпшенню адаптації до умов навколишнього середовища [11]. Дія таких препаратів спрямована на регулювання фізіологічних процесів у рослинах, що дає змогу доповнити традиційні агротехнічні заходи та підвищити ефективність вирощування культур [12].

Науковці зазначають [13, 14], що проростання насіння є важливим етапом розвитку рослин, під час якого формується проросток, що виходить на поверхню ґрунту та починає розвивати надземну частину. На початкових етапах росту зародок використовує запасні поживні речовини насінини, а після формування перших зелених органів поступово переходить до самостійного живлення завдяки фотосинтезу.

В Україні та інших країнах світу активно розробляють і застосовують біопрепарати на основі корисних мікроорганізмів, зокрема бактерій і грибів. Їх використання сприяє поліпшенню біологічної активності ґрунту, засвоєнню поживних речовин і росту рослин. Окремі препарати також допомагають підвищити стійкість культур до збудників хвороб, що створює передумови для отримання якісного врожаю та раціонального використання мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин [15–17].

Позакореневе підживлення є важливим елементом технології вирощування пшениці озимої, оскільки дає змогу забезпечувати рослини необхідними елементами живлення через листкову поверхню. Його застосування може сприяти стійкості рослин до захворювань та зимостійкості, активізації фотосинтетичної діяльності, поліпшенню росту й розвитку рослин, підвищенню врожайності та якості зерна. Ефективність цього заходу залежить від складу препаратів, строків їх внесення, сортових особливостей і погодних умов. Поєднання позакореневого підживлення з іншими елементами технології вирощування створює можливості для підвищення продуктивності посівів [18–21].

З огляду на важливе продовольче значення пшениці озимої, актуальним є вдосконалення технології її вирощування завдяки добору сортів, застосуванню біопрепаратів для обробки насіння та позакореневого підживлення рослин. Комплексне поєднання цих чинників сприятиме поліпшенню росту й розвитку рослин, підвищенню їхньої стійкості до несприятливих умов, розвитку хвороб і формуванню високої врожайності та якості зерна.

Мета статті – дослідити вплив сортових особливостей, мікоризоутворювального препарату за оброблення насіння пшениці озимої та позакореневого живлення рослин біостимуляторами на ріст, розвиток й ступінь ураження хворобами в Правобережному Лісостепу України.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження виконано у 2023–2025 рр. у СФГ «КоЛоСоК», Правобережний Лісостеп України (Білоцерківський район, Київська область). Було передбачено вивчення трифакторного досліду: фактор А – сорти пшениці озимої (ЛГ Анері – інтенсивний тип з високою

здатністю до кущіння, РЖТ Лінус – високий потенціал продуктивності, РЖТ Реформ – пластичний тип, висока адаптивність до умов вирощування); фактор В – передпосівна обробка насіння мікоризоутворювальним препаратом (без обробки – контроль, Мікофренд-Т – 1 л/т); фактор С – позакореневе застосування біостимуляторів (контроль, Келпак – фітогормональний стимулятор ауксинового типу; 1,5 л/га у фази ВВСН 25–29 та ВВСН 37–39, Амінорост – комплекс вільних амінокислот антистресової дії; 1,0 л/га у фази ВВСН 25–29 та ВВСН 37–39). Площа облікової ділянки становила 90 м². Чотириразова повторність досліду.

Технологія вирощування була загальноприйнятою в Лісостепу України, крім досліджуваних елементів. Попередником пшениці озимої була соя. Основний обробіток ґрунту включав безвідвальний дисковий обробіток на глибину 14–18 см за 2–4 тижні до сівби пшениці із внесенням $N_{20}P_{60}K_{60}$ (фон). Передпосівний обробіток передбачав передпосівну культивацію на глибину загортання насіння 3–4 см. Сівбу в 2023 р. здійснювали 21 вересня, у 2024 р. – 20 вересня, у 2025 р. – 23 вересня. Норма висіву – 5,0 млн схожих насінин/га, суцільно рядковим способом. Контроль бур'янів та шкідників: здійснювали внесенням післясходових гербіцидів та інсектицидів, залежно від ЕПШ. Захист від хвороб: з метою виявлення реального впливу мікоризації насіння (препарат Мікофренд-Т) та позакореневого застосування біостимуляторів (Келпак, Амінорост) на природну стійкість сучасних сортів пшениці озимої до комплексу фітопатогенів, хімічні фунгіцидні обробки у період вегетації на дослідних ділянках не проводили, що дозволило оцінити стійкість рослин та ефект досліджуваних біопрепаратів проти таких хвороб як септоріоз листя (*Zymoseptoria tritici*), борошниста роса (*Blumeria graminis*). Збирання здійснювали прямим комбайнуванням.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали із використанням програмного забезпечення Statistica 6 [22]. У процесі досліджень застосовували загальноприйняті методи та методики проведення агрономічних досліджень, а також сучасні комп'ютерні програми для систематизації та узагальнення отриманих результатів [23].

Фітопатологічні обліки на посівах пшениці озимої проводили з метою визначення поширення та інтенсивності розвитку борошнистої роси й септоріозу листків у різні фази росту та розвитку рослин. Обстеження здійснювали у фази ВВСН 13–14, 29–31, 45–51 та 59–65, що давало змогу оцінити динаміку розвитку хвороб упродовж вегетації залежно від сортових особливостей, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення.

Під час обліків у кожному варіанті досліду рослини відбирали систематично в кількох точках облікової ділянки, уникаючи крайових рядків. Для кількісного оцінювання фітосанітарного стану обліковували 100 рослин на варіанті (по 20 рослин у п'яти точках) у кожному повторенні. На кожній рослині визначали наявність характерних симптомів борошнистої роси та септоріозу, а також ступінь ураження листкового апарату. Збудника борошнистої роси визначали візуально за характерним білим борошнистим нальотом на листках і піхвах, а септоріозу – за наявністю видовжених або неправильної форми некротичних плям, часто з темними крапками-пікнідами.

Поширення хвороби визначали як відношення кількості рослин із характерними симптомами до загальної кількості облікованих рослин і виражали у відсотках. Інтенсивність розвитку хвороби оцінювали за часткою ураженої поверхні листків із використанням відсоткової шкали: 0 % – симптоми відсутні; до 5 % – слабке ураження; 6–10 % – помірно слабке; 11–25 % – помірне; 26–50 % – сильне; понад 50 % – дуже сильне ураження [24, 25].

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий. Агрофізичні й агрохімічні властивості орного шару ґрунту (0–30 см) характеризуються показниками: гумусу – 3,5–4,2 %, загального азоту – 0,31 %; гідролітична кислотність – 1,80 мг-екв.; легкогідролізованого азоту (N) – 90–120 мг, P2O5 – 130–160 мг, K2O – 120–130 мг/кг ґрунту. Ступінь насиченості основами – 90 %.

За показниками гідротермічного коефіцієнта (ГТК) Селянінова погодні умови в роки проведення досліджень характеризувалися значною варіабельністю за рівнем вологозабезпечення. У 2023 р. спостерігали сильну посуху (ГТК = 0,54), тоді як 2024 р. характеризувався середньою посушливістю (ГТК = 0,62). Натомість 2025 р. був достатньо вологим, при цьому ГТК становив 1,21. Отже, період досліджень охоплював роки з контрастними погодними умовами, що дало змогу оцінити реакцію сортів пшениці озимої та досліджуваних технологічних елементів за різного рівня вологозабезпечення.

Результати дослідження та обговорення. Тривалість осінньої вегетації залежить від сукупності чинників, зокрема від періоду, необхідного для появи сходів після сівби. Цей період визначається переважно погодними умовами, тоді як сортові особливості істотно на нього не впливають. Суму ефективних температур розраховували як суму різниць між середньодобовою температурою повітря та біологічним температурним порогом +5 °С за кожну добу, протягом якої середньодобова температура перевищувала це значення. Зазначений поріг використовували для оцінювання накопичення тепла, необхідного для росту й розвитку рослин пшениці озимої в період осінньої вегетації.

Аналіз погодних умов свідчить про істотну міжрічну мінливість теплозабезпечення осіннього періоду (рис. 1). У 2023 р. сума ефективних температур становила 306,8 °С за кількості опадів 79,5 мм (тривалість осінньої вегетації 53 доби), у 2024 р. вона знизилася до 231,1 °С за найменшої кількості опадів – 55,1 мм (тривалість осінньої вегетації 49 діб), а у 2025 р. досягла 181,9 °С за найбільшої кількості опадів – 109,0 мм (43 доби). За таких умов тривалість періоду появи сходів могла змінюватися залежно від поєднання температурного режиму та доступності ґрунтової вологи. Водночас більша кількість опадів не обов'язково забезпечувала швидшу появу сходів, оскільки визначальне значення мали фактична вологість посівного шару та температура ґрунту.

Тривалість періоду сівба–сходи (ВВСН 00–ВВСН 09) пшениці озимої визначалася насамперед погодними умовами в період проростання насіння, а також біологічними особливостями досліджуваних сортів. За результатами досліджень, у сорту ЛГ Анері цей період становив 11–13 діб, у РЖТ Лінус – 12–14 діб, тоді як у РЖТ Реформ його тривалість змінювалася від 10 до 14 діб залежно від року досліджень. Такі відмінності пов'язані з неоднаковою реакцією сортів на температурний режим і вологозабезпечення посівного шару ґрунту після сівби (табл. 1).

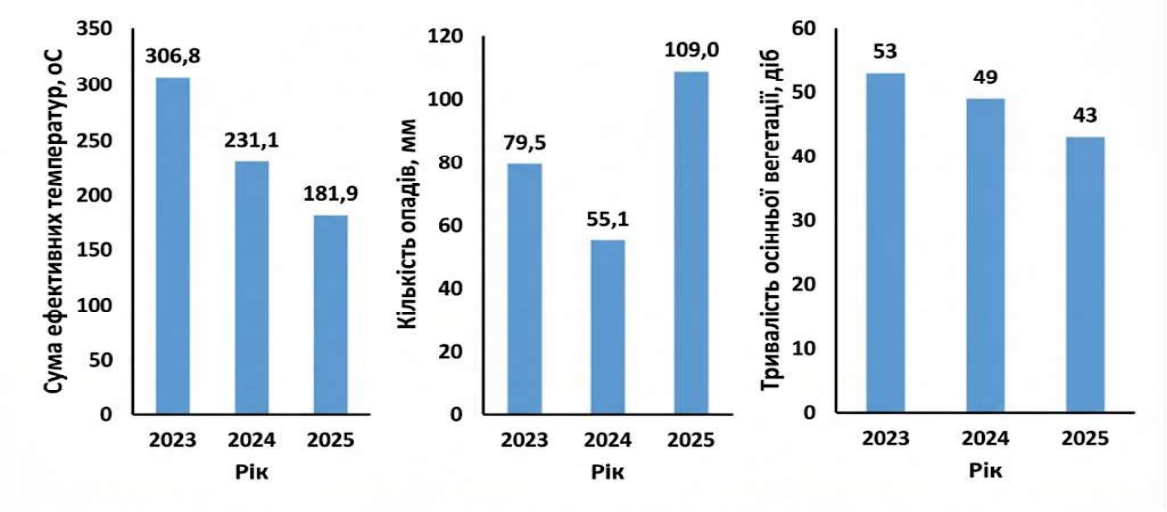


Рис. 1. **Сума ефективних температур, кількість опадів і тривалість осінньої вегетації в період від сівби до її припинення** (за даними Білоцерківської метеорологічної станції).

Таблиця 1 – **Тривалість періоду сівба–сходи (ВВСН 00– ВВСН 09) пшениці озимої залежно сорту та року досліджень**, діб

Сорт	Рік			Середнє
	2023	2024	2025	
ЛГ Анері	11	12	13	12
РЖТ Лінус	12	13	14	13
РЖТ Реформ	10	12	14	12

В осінній період рослини пшениці озимої активно розвиваються, формуючи вегетативні органи та закладаючи основу для подальшого формування генеративних органів. У цей час посіви можуть зазнавати ураження збудниками різних грибних хвороб, зокрема борошнистої роси, бурої листкової іржі, септоріозу та інших захворювань. Розвиток хвороб на ранніх етапах органогенезу здатний негативно позначатися на рості й розвитку рослин, а в подальшому – на продуктивності посівів, урожайності та якості зерна. Тому важливим напрямом досліджень є визначення рівня ураженості рослин пшениці м'якої озимої основними хворобами в осінній період вегетації та оцінювання особливостей їх прояву залежно від сортових характеристик і застосованих елементів технології вирощування.

Отримані результати свідчать про захисний ефект досліджуваних препаратів, що сприяли обмеженню розвитку хвороб. Рівень інтенсивності розвитку на рослинах пшениці озимої також залежав від погодних умов, зокрема температурного режиму та кількості опадів упродовж вегетації. На початкових етапах вегетації (ВВСН 13–14) ураженість рослин борошнистою росою була найнижчою та становила 1,6–2,6 %. Надалі, до фази ВВСН 29–31, показник зростав до 4,0–8,0 %, що свідчить про поступове поширення хвороби в посівах, що пояснюється впливом погодних умов. Найвищі значення у цю фазу спостерігалися у сорту ЛГ Анері в контрольному варіанті без обробки насіння 8,0 %. Натомість у сорту РЖТ Реформ за оброблення насіння Мікофренд-Т ураженість становила 4,0–4,5 %, що було на 3,5–4,0 % менше порівняно з контролем (табл. 2).

Таблиця 2 – **Інтенсивність розвитку борошнистої роси на рослинах пшениці озимої,** %, середнє за 2023–2025 рр.

Сорт	Обробка насіння	Позакореневе підживлення	У фазу:			
			ВВСН 13–14	ВВСН 29–31	ВВСН 45–51	ВВСН 59–65
ЛГ Анері	Контроль	Контроль	2,5	8,0	18,0	23,0
		Келпак	2,5	7,5	14,5	18,5
		Амінорост	2,6	7,7	15,0	19,2
	Мікофренд-Т	Контроль	2,2	6,5	15,0	19,5
		Келпак	2,1	5,5	11,8	15,5
		Амінорост	2,1	5,8	12,3	16,2
РЖТ Лінус	Контроль (без обробки)	Контроль	2,0	6,5	15,0	20,0
		Келпак	2,0	6,0	12,2	16,0
		Амінорост	2,1	6,2	12,8	16,7
	Мікофренд-Т	Контроль	1,8	5,5	12,5	17,0
		Келпак	1,8	4,8	9,8	13,5
		Амінорост	1,8	5,0	10,5	14,2
РЖТ Реформ	Контроль (без обробки)	Контроль	1,7	5,5	12,5	17,0
		Келпак	1,7	5,0	10,0	13,5
		Амінорост	1,8	5,2	10,6	14,2
	Мікофренд-Т	Контроль	1,6	4,5	10,0	13,5
		Келпак	1,6	4,0	7,8	10,5
		Амінорост	1,6	4,2	8,4	11,2
$НІР_{05}$			0,4	1,2	2,0	2,5

У фазу ВВСН 45–51, у контрольних варіантах без обробки насіння та позакореневого підживлення показник становив 12,5–18,0 %, тоді як за комплексного застосування Мікофренд-Т і Келпаку – 7,8–11,8 %. Зокрема, у сорту ЛГ Анері ураженість за комплексного застосування препаратів дорівнювала 11,8 % проти 18,0 % у контролі, а в сорту РЖТ Реформ – 7,8 проти 12,5 %, що менше на 6,2 та 4,7 %.

У фазу ВВСН 59–65 ураженість сягала 13,5–23,0 % у контрольних варіантах, тоді як за поєднання передпосівної обробки насіння Мікофренд-Т із Келпаком становила 10,5–15,5 %. Найменше значення зафіксовано для сорту РЖТ Реформ у варіанті комплексного застосування препаратів – 10,5 %, що на 6,5 % нижче порівняно з контролем (17,0 %). Застосування Амінопросту також супроводжувалося нижчими отриманими даними ураженості посівів порівняно з відповідними контрольними варіантами, хоча його ефект у наведених даних дещо поступався Келпаку.

Аналогічна тенденція поширення борошнистої роси у посівах пшениці озимої спостерігалась і у сорту РЖТ Лінус.

За результатами оцінювання розвитку септоріозу на рослинах пшениці озимої встановлено, що рівень ураженості залежав від сортових особливостей, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення біостимуляторами. Найвищі показники ураженості спостерігали у сорту ЛГ Анері на контрольному варіанті без застосування препаратів: від 1,5 % у фазу ВВСН 13–14 до 8,0 % у фазу ВВСН 59–65. У сортів РЖТ Лінус і РЖТ Реформ прояв хвороби був слабшим, що може свідчити про відмінності їхньої реакції на ураження септоріозом (табл. 3).

Таблиця 3 – **Інтенсивність розвитку септоріозу на рослинах пшениці озимої,** %, середнє за 2023–2025 рр.

Сорт	Обробка насіння	Позакореневе підживлення	У фазу:			
			ВВСН 13–14	ВВСН 29–31	ВВСН 45–51	ВВСН 59–65
ЛГ Анері	Контроль	Контроль	1,5	6,0	6,5	8,0
		Келпак	1,5	5,8	5,5	6,5
		Амінорост	1,6	5,9	5,8	7,0
	Мікофренд-Т	Контроль	1,3	5,0	5,5	7,0
		Келпак	1,3	4,5	4,0	5,0
		Амінорост	1,4	4,7	4,5	5,5
РЖТ Лінус	Контроль (без обробки)	Контроль	1,3	5,0	5,5	7,0
		Келпак	1,3	4,8	4,5	5,5
		Амінорост	1,4	4,9	4,8	6,0
	Мікофренд-Т	Контроль	1,1	4,2	4,5	6,0
		Келпак	1,1	3,8	3,5	4,5
		Амінорост	1,2	4,0	3,8	5,0
РЖТ Реформ	Контроль (без обробки)	Контроль	1,1	4,2	4,5	6,0
		Келпак	1,1	4,0	3,8	4,8
		Амінорост	1,2	4,1	4,0	5,0
	Мікофренд-Т	Контроль	0,9	3,5	3,8	5,0
		Келпак	0,9	3,1	2,8	3,5
		Амінорост	1,0	3,3	3,0	4,2
$НІР_{05}$			0,2	0,6	0,8	1,0

Поєднання передпосівної обробки насіння препаратом Мікофренд-Т із позакореневим застосуванням біостимуляторів супроводжувалося нижчими показниками інтенсивності розвитку септоріозу порівняно з відповідними контрольними варіантами. Водночас величина відмінностей залежала від сорту, фази розвитку рослин і застосованого препарату.

Загалом, на початковому етапі розвитку рослин пшениці озимої, у фазу ВВСН 13–14, істотного впливу позакореневого застосування біостимуляторів на ураженість хворобами не спостерігали, оскільки обробки ще не проводили і їх дія ще не проявилася. Тому, початкові відмінності пов'язані із сортовими особливостями та впливом передпосівної обробки насіння. У період ВВСН 25–29, що відповідає періоду кущіння, рослини формують нові пагони й активно розвивають листковий апарат. Перше внесення Келпаку або Аміноросту в цей період підтримувало фізіологічну активність рослин, їхню здатність засвоювати поживні речовини та переносити несприятливі умови.

У фазу ВВСН 45–51, після повторного підживлення, спостерігалось уповільнення наростання ураженості на пшениці озимій порівняно з необробленим контролем. У фазі ВВСН 59–65, під час колосіння та цвітіння, ураженість продовжувала зростати, оскільки хвороба розвивалась на нових листках за сприятливих для неї умов.

Висновки. Гідротермічні умови осіннього періоду суттєво варіювали за роками: сума ефективних температур знизилася з 306,8 °С (2023 р.) до 181,9 °С (2025 р.) на тлі коливання опадів від 55,1 до 109,0 мм. За таких умов тривалість періоду сівба–сходи визначалася погодними чинниками та сортовими особливостями сортів (10–14 діб).

Інтенсивність розвитку борошнистої роси зростала від фази ВВСН 13–14 (1,6–2,6 %) до фази ВВСН 59–65 (10,5–23,0 %). Найвищу сприйнятливість виявив сорт ЛГ Анері (до 23,0 % у контролі), тоді як у сорту РЖТ Реформ зафіксовано найнижчу інтенсивність розвитку хвороб за умов досліду. Найвищу захисну ефективність показало комплексне застосування Мікофренд-Т з Келпак, ураженість зменшувалася на 4,7–6,5 % порівняно з контролем, досягаючи мінімального значення 10,5 % у сорту РЖТ Реформ. Ураженість септоріозом збільшувалася впродовж вегетації з 0,9–1,5 до 3,5–8,0 %, виявляючи аналогічну сортову залежність (максимум у ЛГ Анері – 8,0 %, мінімум у РЖТ Реформ – 3,5 %).

Дослідження варто продовжити і вивчити вплив мікоризоутворювального препарату та біостимуляторів росту рослин на урожайність пшениці озимої та якість насіння.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Cold stress in wheat: Plant acclimation responses and management strategies / M.A. Hassan et al. Frontiers in Plant Science. 2021. Vol. 12. Art. 676884. DOI: 10.3389/fpls.2021.676884

2. How to survive mild winters: Cold acclimation, deacclimation, and reacclimation in winter wheat and barley / K. Kosová et al. Plant Physiology and Biochemistry. 2025. Vol. 220. Art. 109541. DOI: 10.1016/j.plaphy.2025.109541

3. Estimation of crown temperature of winter wheat and the effect on simulation of frost tolerance / T. Persson et al. Journal of Agronomy and Crop Science. 2017. Vol. 203. No 2. P. 161–176. DOI: 10.1111/jac.12187

4. Almogdad M., Lukošiūtė-Stasiukonienė A., Semaškienė R., Mačiulytė V. Sowing date and seed rate influence on Septoria leaf blotch occurrence in winter wheat. Agriculture. 2024. Vol. 14. No 7. Art. 988. DOI: 10.3390/agriculture14070988

5. Іваніна В.В., Прокоп'юк Т.П. Вплив удобрення та структури сівозмін на вологозабезпеченість ґрунту й використання вологи пшеницею озимою. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2024. № 32. С. 6–13. DOI: 10.47414/np.32.2024.316114

6. Drought stress effect, tolerance, and management in wheat – a review / S. Nyaupane et al. Cogent Food & Agriculture. 2024. Vol. 10(1). Art. 2296094. DOI: 10.1080/23311932.2023.2296094

7. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review / A. Raza et al. Plants. 2019. Vol. 8(2). Art. 34. DOI: 10.3390/plants8020034

8. Михайлюк Д.В., Правдива Л.А. Вплив елементів технології вирощування на виживаність та зимостійкість пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2025. № 3. DOI: 10.37406/2706-9052-2025-3.8

9. Тривалість вегетаційного періоду та висота рослин пшениці твердої озимої за різного удобрення в польовій сівозміні / Г.М. Господаренко та ін. Збірник наукових праць Уманського національного університету. 2025. Вип. 107. Ч. 1. С. 207–215. DOI: 10.32782/2415-8240-2025-107-1-207-215

10. Water and nitrogen management strategies influence grain filling and yield of winter wheat in the North China Plain / Z. Cao et al. Frontiers in Plant Science. 2026. Vol. 17. DOI: 10.3389/fpls.2026.1795994

11. Effectiveness of bio-effectors on maize, wheat and tomato performance and phosphorus acquisition from greenhouse to field scales in Europe and Israel: a meta-analysis / P.M. Nkebiwe et al. Frontiers in Plant Science. 2024. Vol. 15. Art. 1333249. DOI: 10.3389/fpls.2024.1333249

12. Ma Y., Freitas H., Dias M.C. Strategies and prospects for biostimulants to alleviate abiotic stress in plants. Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13. Art. 1024243. DOI: 10.3389/fpls.2022.1024243

13. After ripening induced transcriptional changes of hormonal genes in wheat seeds: the cases of brassinosteroids, ethylene, cytokinin and salicylic acid / V.R. Chitnis et al. PLoS One. 2014. Vol. 9. No 1. Art. e87543. DOI: 10.1371/journal.pone.0087543

14. Shu K., Liu X., Xie Q., He Z. Two faces of one seed: Hormonal regulation of dormancy and germination. Molecular Plant. 2016. Vol. 9. No 1. P. 34–45. DOI: 10.1016/j.molp.2015.08.010

15. Ткачук О.П., Гуцол Г.В., Ковка Н.С. Агроекологічне обґрунтування ефективності застосування мікробних біопрепаратів у посівах пшениці озимої в контексті збереження стійкості ґрунтів. Збалансоване природокористування. 2026. № 1. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2026.359986

16. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М., Амонс С.Е. Ефективність застосування біопрепаратів у посівах пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу. Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 1 (24). С. 96–113. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-7

17. Role of microbial inoculants as bio fertilizers for improving crop productivity: A review / D. Shahwar et al. Heliyon. 2023. Vol. 9. No 6. Art. e16134. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e16134

18. Коткова Т.М., Довбиш Л.Л. Вплив позакореневого (фоліарного) підживлення рослин пшениці озимої на урожай і якість зерна. Український журнал природничих наук. 2023. DOI: 10.32782/naturaljournal.3.2023.176-185

19. Худолій Л.В. Ефективність позакореневого підживлення пшениці озимої. Plant Varieties Studying and Protection. 2017. Т. 13. № 2. С. 178–182. DOI: 10.21498/2518-1017.13.2.2017.105410.

20. Ямковий В.Ю., Буняк О.І., Ящук Н.О. Продуктивність та якість зерна пшениці озимої залежно від позакореневого підживлення в Лівобережному Лісостепу України. Аграрні інновації. 2021. № 5. С. 101–107. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.5.16

21. Nagyné Mester T., Pepó P. Evaluation of the use of leaf fertilizers and growth regulators in winter wheat: A review. Acta Agraria Debreceniensis. 2025. No 2. P. 77–82. DOI: 10.34101/actaagrar/2/15270

22. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Поліграф Консалтинг, 2007. 56 с.

23. Ткачик С.О., Присяжнюк О.І., Лещук Н.В. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2016. 118 с.

24. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / С.О. Трибель та ін. Київ: Колобіг, 2010. 392 с.

25. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С.О. Ткачик. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2016. 82 с.

REFERENCES

1. Hassan, M.A., Xiang, C., Farooq, M., Muhammad, N., Yan, Z., Xu, H., Yu, K., Bruno, A.K., Zhang, L., Li, J. (2021). Cold stress in wheat: Plant acclimation responses and management strategies. Frontiers in Plant Science. Vol. 12, Art. 676884. DOI: 10.3389/fpls.2021.676884.

2. Kosová, K., Nešporová, T., Vítámvás, P., Vítámvás, J., Klíma, M., Ovesná, J., Prášil, I.T. (2025). How to survive mild winters: Cold acclimation, deacclimation, and reacclimation in winter wheat and barley. Plant Physiology and Biochemistry. Vol. 220, Art. 109541. DOI: 10.1016/j.plaphy.2025.109541.

3. Persson, T., Bergjord Olsen, A.K., Nkurunziza, L., Sindhöj, E., Eckersten, H. (2017). Estimation of crown temperature of winter wheat and the effect on simulation of frost tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science. Vol. 203, no. 2, pp. 161–176. DOI: 10.1111/jac.12187.

4. Almogdad, M., Lukošiūtė-Stasiukonienė, A., Semaškienė, R., Mačiulytė, V. (2024). Sowing date and seed rate influence on Septoria leaf blotch occurrence in winter wheat. Agriculture. Vol. 14, no. 7, Art. 988. DOI: 10.3390/agriculture14070988.

5. Ivanina, V.V., Prokopiuk, T.P. (2024). Vplyv udobrennia ta struktury sivozmin na volohozabezpechenist gruntu y vykorystannia volohy psheny tseiu ozymoiu [Effect of fertilization and crop rotation structure on soil water supply and water use by winter wheat]. Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet]. no. 32, pp. 6–13. DOI: 10.47414/np.32.2024.316114.

6. Nyaupane, S., Poudel, M.R., Panthi, B., Dhakal, A., Paudel, H., Bhandari, R. (2024). Drought stress effect, tolerance, and management in wheat – a review. Cogent Food & Agriculture. Vol. 10, no. 1, Art. 2296094. DOI: 10.1080/23311932.2023.2296094.

7. Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y., Xu, J. (2019). Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A Review. Plants. Vol. 8, no. 2, Art. 34. DOI: 10.3390/plants8020034.

8. Mykhailiuk, D.V., Pravdyva, L.A. (2025). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na vyzhyvanist ta zymostiikist pshenytsi ozymoi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of cultivation technology elements on survival and winter hardiness of winter wheat under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika [Podillia Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics]. no. 3, DOI: 10.37406/2706-9052-2025-3.8.

9. Hospodarenko, H.M., Liubych, V.V., Novak, Yu.V., Kalantyr, V.O., Kholod, S.M., Illiachov, O.H. (2025). Tryvalist vehetatsiinoho periodu ta vysota roslyn pshenytsi tverdoi ozymoi za riznoho udobrennia v polovii sivozmini [Duration of the growing season and plant height of winter durum wheat under different fertilization systems in a field crop rotation]. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho

natsionalnoho universytetu [Collection of Scientific Papers of Uman National University]. Issue 107, Part 1, pp. 207–215. DOI: 10.32782/2415-8240-2025-107-1-207-215.

10. Cao, Z. (2026). Water and nitrogen management strategies influence grain filling and yield of winter wheat in the North China Plain. Frontiers in Plant Science. Vol. 17. DOI: 10.3389/fpls.2026.1795994.

11. Nkebiwe, P.M., Stevens, R., Lekfeldt, J.D.S. (2024). Effectiveness of bio-effectors on maize, wheat and tomato performance and phosphorus acquisition from greenhouse to field scales in Europe and Israel: a meta-analysis. Frontiers in Plant Science. Vol. 15, Art. 1333249. DOI: 10.3389/fpls.2024.1333249.

12. Ma, Y., Freitas, H., Dias, M.C. (2022). Strategies and prospects for biostimulants to alleviate abiotic stress in plants. Frontiers in Plant Science. Vol. 13, Art. 1024243. DOI: 10.3389/fpls.2022.1024243.

13. Chitnis, V.R., Gao, F., Yao, Z. (2014). After ripening induced transcriptional changes of hormonal genes in wheat seeds: the cases of brassinosteroids, ethylene, cytokinin and salicylic acid. PLoS One. Vol. 9, no. 1, Art. e87543. DOI: 10.1371/journal.pone.0087543.

14. Shu, K., Liu, X., Xie, Q., He, Z. (2016). Two faces of one seed: Hormonal regulation of dormancy and germination. Molecular Plant. Vol. 9, no. 1, pp. 34–45. DOI: 10.1016/j.molp.2015.08.010.

15. Tkachuk, O.P., Hutsol, H.V., Kovka, N.S. (2026). Ahroekolohichne obgruntuvannia efektyvnosti zastosuvannia mikrobnykh biopreparativ u posivakh pshenytsi ozymoi v konteksti zberezhennia stiikosti gruntiv [Agroecological substantiation of the effectiveness of microbial biological preparations in winter wheat crops in the context of preserving soil resilience]. Zbalansovane pryrodokorystuvannia [Balanced Nature Using]. no. 1. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2026.359986.

16. Pinchuk, N.V., Verheles, P.M., Kovalenko, T.M., Amons, S.E. (2022). Efektyvnist zastosuvannia biopreparativ u posivakh pshenytsi ozymoi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Effectiveness of biological preparations in winter wheat crops under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo [Agriculture and Forestry]. no. 1 (24), pp. 96–113. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-7.

17. Shahwar, D., Mushtaq, Z., Mushtaq, H., Alqarawi, A.A., Park, Y., Alshahrani, T.S., Faizan, S. (2023). Role of microbial inoculants as bio fertilizers for improving crop productivity: A review. Heliyon. Vol. 9, no. 6, Art. e16134. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e16134.

18. Kotkova, T.M., Dovbysh, L.L. (2023). Vplyv pozakorenevoho (foliarnoho) pidzhyvlennia roslyn pshenytsi ozymoi na urozhai i yakist zerna [Effect of foliar feeding of winter wheat plants on grain yield and quality]. Ukrainskyi zhurnal pryrodnychykh nauk [Ukrainian Journal of Natural Sciences]. DOI: 10.32782/naturaljournal.3.2023.176-185.

19. Khudolii, L.V. (2017). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia pshenytsi ozymoi [Effectiveness of foliar fertilization of winter wheat]. Plant Varieties Studying and Protection. Vol. 13, no. 2, pp. 178–182. DOI: 10.21498/2518-1017.13.2.2017.105410.

20. Yamkovyi, V.Yu., Buniak, O.I., Yashchuk, N.O. (2021). Produktyvnist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi zalezhno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Productivity and grain quality of winter wheat depending on foliar feeding in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Ahrarni innovatsii [Agrarian Innovations]. no. 5, pp. 101–107. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.5.16.

21. Nagyné Mester, T., Pepó, P. (2025). Evaluation of the use of leaf fertilizers and growth regulators in winter wheat: A review. Acta Agraria Debreceniensis. no. 2, pp. 77–82. DOI: 10.34101/actaagrar/2/15270.

22. Ermantraut, E.R., Prysiazhniuk, O.I., Shevchenko, I.L. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0 [Statistical analysis of agronomic experimental data using Statistica 6.0]. Kyiv, Polihraf Konsaltynh, 56 p.

23. Tkachyk, S.O., Prysiazhniuk, O.I., Leshchuk, N.V. (2016). Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for conducting the qualification examination of plant varieties for suitability for dissemination in Ukraine]. Vinnytsia, FOP Korzun D.Yu.,118 p.

24. Trybel, S.O., Retman, S.V., Stryhun, O.O., Kovalyshyna, H.M., Andriushchenko, A.V. (2010). Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob [Methodology for assessing wheat variety resistance to pests and pathogens]. Kyiv, Kolobih, 392 p.

25. Tkachyk, S.O. (2016). Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for examining varieties of cereal, groat and legume crops for suitability for dissemination in Ukraine]. Vinnytsia, FOP Korzun D.Yu., 82 p.

Growth and development characteristics and disease severity in winter wheat as influenced by cultivation technology elements in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Kyruta Yu., Pravdyva L.

To investigate the influence of varietal characteristics, a mycorrhiza-forming preparation (applied via winter wheat seed treatment), and foliar nutrition with biostimulants on the growth, development, and disease severity of plants in the Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. The research was conducted from 2023 to 2025 at the "KoLoSoK" farm (Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, Bila Tserkva district, Kyiv region). A three-factor experiment was designed: Factor A – winter wheat varieties (LG Anerie, RGT Linus, RGT Reform); Factor B –

pre-sowing seed treatment with a mycorrhiza-forming preparation (untreated control vs. Mykofrend-T at 1 L/t); Factor C – foliar application of biostimulants (control, Kelpak at 1.5 L/ha, and Aminorost at 1.0 L/ha, applied during the BBCH 25–29 and BBCH 37–39 growth stages). It was observed that autumn weather conditions varied significantly across the years: the sum of effective temperatures decreased from 306.8 °C (in 2023) to 181.9 °C (in 2025), while precipitation levels fluctuated between 55.1 mm and 109.0 mm. Under these conditions, the duration of the "sowing–emergence" period was determined by weather factors and the genetic characteristics of the varieties (10–14 days). The development of powdery mildew increased from the BBCH 13–14 growth stage (1.6–2.6 %) to the BBCH 59–65 stage (10.5–23.0 %). The variety LG Anerie showed the highest susceptibility (up to 23.0 % in the control), while the variety RGT Reform was the most resistant. The combined application of Mycofriend-T and Kelpak demonstrated the highest protective efficacy: during the flowering stage, disease incidence was reduced by 4.7–6.5 % compared to the control, reaching a minimum value of 10.5 % in the RGT Reform variety. The incidence of Septoria increased throughout the growing season from 0.9–1.5 % to 3.5–8.0 %, showing a similar varietal pattern (maximum in LG Anerie at 8.0 %, minimum in RGT Reform at 3.5 %).

Key words: variety, mycorrhiza-forming biological product, foliar nutrition, powdery mildew, Septoria.

Copyright: Кирута Ю.Л., Правдива Л.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Кирута Ю.Л. https://orcid.org/0009-0007-7533-8216
Правдива Л.А. https://orcid.org/0000-0002-5510-3934