УДК: 631.547.2:633.16]:631.816
DOI: 10.32782/2415-8240-2025-107-1-238-248

РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ГОЛОЗЕРНОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ

Г. М. ГОСПОДАРЕНКО[1], *доктор сільськогосподарських наук*
В. В. ЛЮБИЧ[1], *доктор сільськогосподарських наук*
В. С. ГАВРИЛЕНКО[1], *доктор філософії*
О. В. ТРИГУБ[2], *в. о. заступника директора*
Ю. Г. ІЛЛІЧОВ[2], *молодший науковий співробітник*
[1]**Уманський національний університет**
[2]**Устимівська дослідна станція рослинництва**

У результаті проведених досліджень встановлено, що ріст рослин ячменю голозерного ярого піддається впливу погодних умов і застосуванню добрив. На виживання рослин найбільше впливає застосування добрив. Формування продуктивних стебел змінюється залежно від кількості опадів у період березень–квітень, а також від строку сівби. На стадії повної стиглості зерна азотна складова в складі повного мінерального добрива ($N_{70}P_{60}K_{70}$) сприяє підвищенню висоти рослин залежно від погодних умов року проведення досліджень на 11–40 %, тоді як фосфорна і калійна не впливає. При цьому необхідно зазначити, що зниження в складі повного мінерального добрива частки фосфору, калію або обох цих елементів живлення достовірно не знижує висоту рослин ячменю голозерного ярого.

Ключові слова: *ячмінь ярий голозерний, тривалість вегетаційного періоду, висота рослин, виживання рослин, польова схожість.*

Вступ. Нині спостерігається дедалі більша оцінка результатів досліджень, заснованих на довгострокових експериментах. Довгострокові експерименти є цінним джерелом даних про довгостроковий вплив різних агрономічних факторів, погодних та ґрунтових практик на врожайність та стабільність її компонентів [1]. Показники сталого сільського господарства, що запобігають зміні клімату у виробництві сільськогосподарських культур, можна визначити за допомогою довгострокових експериментів. За даними [2], для того, щоб система була стійкою, необхідна тенденція до зниження врожайності. Довгострокові дослідження, що синтезують переваги різноманітних сівозмін за різних методів управління землею та кліматичних умов, є важливими для розробки стійких систем вирощування культур [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зернові культури є найважливішими культурами в Європі. Пшениця та ячмінь є, відповідно, зерновими культурами з найвищим і третім за величиною обсягом виробництва в країнах Європейського Союзу [4]. Їхнє економічне значення не зменшилося навіть з огляду на зміни на сільськогосподарському ринку за останні кілька років завдяки широкому використанню обох видів у харчуванні людей та

тварин. Роль цих видів у продовольчій безпеці є вирішальною, звідси й необхідність розробки агрономічних схем для забезпечення стабільності врожайності цих ключових видів сільськогосподарських культур у Європі та у світі [5].

Системи удобрення можуть суттєво впливати на врожайність озимих та ярих зернових культур. Дослідження [6] показують, що внесення гною протягом багатьох років може підвищити не лише висоту, але й стабільність врожайності з часом, а також ефективно накопичувати запаси вуглецю та азоту в ґрунті. Однак також було показано, що покладатися виключно на удобрення гноєм без мінерального додавання NPK є ризикованим і може знизити стабільність компонентів врожайності та загальну врожайність.

У довгостроковому експерименті з удобрення, проведеному в Німеччині [7], було підтверджено, що постачання NPK до ґрунту з додатковим гноєм забезпечило найкращу стабільність врожайності пшениці озимої. Аналіз впливу різних режимів удобрення на врожайність рослин та їх стабільність в інших кліматичних умовах також підтверджує, що комбіноване використання мінеральних добрив та гною може покращити стабільність врожайності в роки зі змінними умовами навколишнього середовища. Вчені [8] продемонстрували, що в напівпосушливому кліматі комбіноване використання гною та мінеральних добрив покращує запаси вуглецю в ґрунті та може зменшити вплив кліматичних умов на врожайність сільськогосподарських культур протягом багатьох років. Подібні дослідження отримано в іншому дослідженні [9], в якому удобрення NPK + гній може призвести до стабільності врожайності, одночасно покращуючи вміст вуглецю в ґрунті та інші властивості ґрунту.

Метою дослідження було встановлення формування показників росту та розвитку рослин ячменю ярого голозерного за різних доз добрив і їх поєднання в польовій сівозміні.

Методика досліджень. Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського національного університету. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліду триразове. Площа облікової ділянки 25 м^2. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, pH_{KCl} – 5,7.

У варіанті досліду виробничого контролю ($N_{150}P_{60}K_{80}$) доза добрив розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему досліду складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив і визначити оптимальне їх поєднання як у

сівозміні, так і під окремі культури.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні включала такі варіанти (насиченість добривами 1 га площі сівозміни): без добрив (контроль), N_{75}, N_{150}, $P_{60}K_{80}$, $N_{150}K_{80}$, $N_{150}P_{60}$, $N_{75}P_{30}K_{40}$, $N_{150}P_{60}K_{80}$, $N_{150}P_{30}K_{40}$, $N_{150}P_{60}K_{40}$, $N_{150}P_{30}K_{80}$. Відповідно до схеми досліду фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивацію та в підживлення. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі на добриво. Вирощували ячмінь голозерний ярий (сорт Ахілес).

Закладання польових дослідів, проведення спостережень і досліджень проводили у відповідності з рекомендаціями, методичними вказівками і довідниками останніх років. Агротехніка вирощування ячменю ярого загальноприйнята для умов Правобережного Лісостепу України. Статистичне оброблення цифрового матеріалу здійснювали методом польового однофакторного дисперсійного аналізу польового досліду. Оброблення даних також проводили за використання спеціалізованого програмного забезпечення Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, USA).

Результати досліджень. Суттєвий потенціал зростання врожайності ярого голозерного ячменю полягає в раціональній реалізації адаптивних властивостей сучасних сортів через оптимізацію агротехнічних чинників. Пріоритетним завданням є вдосконалення стратегії управління мінеральним живленням, що дозволить максимально ефективно використовувати генетичний ресурс культури. Прийняття науково обґрунтованих рішень у цьому напрямі має базуватися на диференційованому підході до розрахунку доз та співвідношення мінеральних добрив з урахуванням варіативності родючості ґрунтового покриву.

Продуктивність ячменю ярого голозерного суттєво зростає при застосуванні диференційованого підходу до мінерального живлення. Оскільки культура гостро реагує на зміни погоди (що проявилося у коливанні вегетації на 22 доби протягом 2022–2023 рр.), внесення добрив стає стратегічним інструментом адаптації. Поліпшення живлення не лише забезпечує рослини необхідними елементами, а й допомагає їм протистояти дефіциту вологи. Математично підтверджено ($r = 0{,}96 \pm 0{,}00$), що інтенсивність росту рослин на удобрених ділянках безпосередньо корелює з їхньою фінальною врожайністю.

Для ячменю ярого характерні підвищені потреби у доступних елементах живлення та стабільному зволоженні. Застосування добрив виступає регуляторним чинником, що оптимізує транспіраційний коефіцієнт і полегшує засвоєння нутрієнтів за умов гідротермічного стресу [10]. Оптимальний режим живлення мінімізує вплив негативних факторів довкілля та стимулює розвиток вегетативної маси, що позитивно позначається на кінцевій врожайності [11]. Тісний зв’язок між лінійними параметрами рослин та їх продуктивністю на фоні повного мінерального добрива вказує на можливість прогнозування врожаю за морфологічними ознаками [12].

Табл. 1. Тривалість вегетаційного періоду ячменю ярого голозерного залежно від удобрення

Рік урожаю	Строк сівби, збирання врожаю та початок фаз росту й розвитку рослин						
	Сівба	ВВСН 10	ВВСН 20	ВВСН 30	ВВСН 50	ВВСН 73	Збирання врожаю
Календарна дата							
2021	14.04	26.04	12.05	23.05	17.06	24.06	20.07
2022	06.04	22.04	08.05	20.05	11.06	16.06	25.07
2023	02.05	11.05	24.05		25.06	03.07	22.07
Тривалість стадії, діб							
2021	–	16[1]	11	26	7	17	87[2]
2022	–	16[1]	12	22	6	25	96[2]
2023	–	13[1]	32		9	20	74[2]

Примітка. 1 – тривалість стадії «сходи–кущіння»; 2 – тривалість вегетаційного періоду, діб.

Результати досліджень (табл. 2) свідчать, що лінійні параметри рослин ячменю голозерного визначалися поєднанням гідротермічних умов вегетації та стратегії внесення добрив. На етапі кущіння висота рослин коливалася в діапазоні 9,1–17,3 см, причому визначальним чинником у цей період виступав стан погоди на початку вегетації, тоді як дія мінеральних добрив мала вибірковий і слабко виражений характер. Проте в фазу виходу в трубку вплив рівня живлення став домінантним і статистично значущим для переважної більшості варіантів, за винятком внесення в 2023 році.

Динаміка росту рослин у 2021–2023 рр. характеризувалася позитивною реакцією на внесення добрив: приріст висоти становив 4–70 %, 5–43 % і 10–14 % відповідно до року. Визначальним чинником стимулювання лінійного росту ячменю голозерного виступив азотний компонент повного мінерального добрива, тоді як фосфорно-калійні сполуки мали значно менший ефект. Встановлено, що найінтенсивніший вплив живлення спостерігається на ранніх етапах онтогенезу (до настання фази виходу в трубку), після чого дія добрив дещо нівелюється внаслідок прояву генетично детермінованих ознак сорту. У фазу повної стиглості азотна складова забезпечила збільшення висоти на 11–40 % залежно від метеорологічних умов, тоді як вплив фосфору та калію був статистично нечутливим (у межах помилки).

Слід зазначити, що зниження частки фосфору, калію або обох елементів у складі повного мінерального добрива не спричиняло достовірного зменшення висоти рослин ячменю ярого голозерного. Цей параметр виявляв значну залежність від метеорологічних умов: на контрольних ділянках (без добрив) варіювання висоти становило 42 % (від 55 до 78 см), тоді як при застосуванні добрив амплітуда коливань звузилася до 23 % (від 74 до 91 см). Це підтверджує роль оптимізованого мінерального живлення як чинника, що нівелює негативний вплив погодних стресів на морфологічні показники культури.

Табл. 2. Динаміка висоти рослин ячменю ярого голозерного залежно від удобрення, см

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку рослин			
	ВВСН 20	ВВСН 30	ВВСН 50	ВВСН 93
2021 р.				
Без добрив (контроль)	17,2	23	59	78
N_{35}	17,2	30	65	85
N_{70}	17,3	38	68	87
$P_{60}K_{70}$	17,2	24	61	82
$N_{70}K_{70}$	17,3	38	73	89
$N_{70}P_{60}$	17,1	38	74	88
$N_{35}P_{30}K_{35}$	17,2	31	70	87
$N_{70}P_{60}K_{70}$	17,3	39	75	91
$N_{70}P_{30}K_{35}$	17,3	38	76	90
$N_{70}P_{60}K_{35}$	17,2	39	76	91
$N_{70}P_{30}K_{70}$	17,1	39	75	91
$НІР_{05}$	*0,1*	*1*	*2*	*4*
2022 р.				
Без добрив (контроль)	9,2	21	58	62
N_{35}	9,2	25	63	68
N_{70}	9,3	29	64	70
$P_{60}K_{70}$	9,1	22	59	64
$N_{70}K_{70}$	9,2	29	60	73
$N_{70}P_{60}$	9,3	29	60	72
$N_{35}P_{30}K_{35}$	9,2	26	65	70
$N_{70}P_{60}K_{70}$	9,1	30	67	74
$N_{70}P_{30}K_{35}$	9,2	30	66	73
$N_{70}P_{60}K_{35}$	9,1	29	67	74
$N_{70}P_{30}K_{70}$	9,2	29	66	74
$НІР_{05}$	*0,1*	*1*	*2*	*4*
2023 р.				
Без добрив (контроль)	11,3	21	52	55
N_{35}	11,4	23	64	66
N_{70}	11,3	23	75	78
$P_{60}K_{70}$	11,1	21	58	60
$N_{70}K_{70}$	11,2	23	80	84
$N_{70}P_{60}$	11,3	23	80	83
$N_{35}P_{30}K_{35}$	11,2	24	70	74
$N_{70}P_{60}K_{70}$	11,3	23	81	84
$N_{70}P_{30}K_{35}$	11,2	24	81	84
$N_{70}P_{60}K_{35}$	11,4	24	80	82
$НІР_{05}$	*0,1*	*1*	*2*	*3*

Завдяки високій кущистості ячменю ярого, показник польової схожості не є визначальним чинником у формуванні щільності продуктивного стеблостою. Згідно з результатами досліджень (табл. 3), система удобрення не мала статистично значущого впливу на енергію проростання та схожість насіння протягом 2021–2023 рр.

Табл. 3. Польова схожість зерна ячменю ярого голозерного залежно від удобрення, %

Варіант досліду	Рік дослідження			Середнє
	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	88,5	87,5	80,0	85,3
N_{35}	88,7	88,0	80,1	85,6
N_{70}	89,0	88,2	80,5	85,9
$P_{60}K_{70}$	88,8	88,0	80,4	85,7
$N_{70}K_{70}$	89,0	87,7	80,3	85,7
$N_{70}P_{60}$	89,1	88,0	80,0	85,7
$N_{35}P_{30}K_{35}$	88,7	88,3	80,5	85,8
$N_{70}P_{60}K_{70}$	88,8	88,7	80,6	86,0
$N_{70}P_{30}K_{35}$	89,2	88,1	80,4	85,9
$N_{70}P_{60}K_{35}$	89,4	87,9	80,7	86,0
$N_{70}P_{30}K_{70}$	89,6	87,6	80,0	85,7
$НІР_{05}$	*4,4*	*4,2*	*3,8*	–

Зафіксовані коливання показників перебували в межах похибки. Зокрема, середньострокова тенденція демонструвала лише незначне зростання схожості (на 0,7–1,0 %) у варіантах із внесенням добрив. Натомість польова схожість більшою мірою детермінувалася гідротермічними умовами року: її значення варіювали від 80,0 % до 89,6 %, досягнувши мінімуму у 2023 році через дефіцит вологи в посівному шарі ґрунту.

Встановлено, що застосування добрив достовірно підвищувало виживання рослин ячменю ярого голозерного (табл. 4). Так, у середньому за три роки проведення досліджень цей показник був на рівні 83,8 % за вирощування на неудобрених ділянках. Застосування лише фосфорних і калійних добрив підвищувало виживання рослин несуттєво – лише на 1 % (85,0 %). Азотна складова досліджених систем удобрення забезпечувала виживання рослин на рівні 91,4–91,7 %, що було більшим на 9 % порівняно з контролем. Виживання рослин мало змінювалось залежно від погодних умов року проведення дослідження. Так, у 2021 і 2022 рр. вона змінювалась від 84,1 до 92,8 %, а в 2023 р. – від 82,0 до 91,2 % залежно від варіанту досліду.

Ячменю ярому, як і іншим зерновим колосовим культурам, властива здатність до компенсаторної взаємодії між ключовими компонентами врожайності: густотою продуктивного стеблостою, озерненістю колоса та масою 1000 зерен.

Табл. 4. Виживання рослин ячменю ярого голозерного залежно від удобрення, %

Варіант досліду	Рік проведення дослідження			Середнє
	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	85,2	84,1	82,0	83,8
N_{35}	91,5	92,1	90,7	91,4
N_{70}	91,6	92,5	91,0	91,7
$P_{60}K_{70}$	86,4	85,3	83,2	85,0
$N_{70}K_{70}$	91,4	92,8	90,8	91,7
$N_{70}P_{60}$	91,6	92,6	90,5	91,6
$N_{35}P_{30}K_{35}$	91,5	92,4	91,1	91,7
$N_{70}P_{60}K_{70}$	91,3	92,5	91,2	91,7
$N_{70}P_{30}K_{35}$	91,4	92,3	91,0	91,6
$N_{70}P_{60}K_{35}$	91,7	92,6	90,8	91,7
$N_{70}P_{30}K_{70}$	91,5	92,5	90,9	91,6
HIP_{05}	*4,6*	*4,7*	*4,2*	–

Проте надмірна інтенсивність кущіння зумовлює гетерогенність дозрівання колосків різних ярусів, що знижує вирівняність зерна та погіршує його пивоварні кондиції. Формування маси зернівки детермінується ефективністю фотосинтетичних процесів на фінальних етапах органогенезу та суттєво залежить від агрохімічних показників ґрунту й системи живлення. За результатами досліджень (табл. 5), щільність посіву ячменю ярого голозерного корелювала з польовою схожістю та коефіцієнтом кущіння.

Табл. 5. Формування густоти стояння рослин ячменю ярого голозерного залежно від удобрення, шт/м^2

Варіант досліду	Рік дослідження			Середнє
	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	302	294	262	286
N_{35}	325	324	291	313
N_{70}	326	326	293	315
$P_{60}K_{70}$	307	300	268	292
$N_{70}K_{70}$	325	326	292	314
$N_{70}P_{60}$	326	326	290	314
$N_{35}P_{30}K_{35}$	325	326	293	315
$N_{70}P_{60}K_{70}$	324	328	294	316
$N_{70}P_{30}K_{35}$	326	325	293	315
$N_{70}P_{60}K_{35}$	328	326	293	316
$N_{70}P_{30}K_{70}$	328	324	291	314
HIP_{05}	*16*	*17*	*13*	–

Максимальну густоту стеблостою в середньому за 2021–2023 рр. зафіксовано на удобрених фонах (313–316 шт./м²), тоді як на контрольних ділянках цей показник не перевищував 286 шт./м².

Значний вплив на формування показників продуктивності ячменю ярого має густота стеблостою, від якої залежить ріст і розвиток рослин. Кількість продуктивних стебел на одиниці площі є одним із найважливіших показників. Від нього залежить площа асиміляційного апарату, яка впливає на ефективність фотосинтезу, що у свою чергу визначає рівень урожайності [13]. Оптимальна густота стояння рослин є одним з чинників, що визначає ефективність використання природних ресурсів і формування високого врожаю належної якості. Реакції сортів на ті чи інші складові технології вирощування істотно різняться. У зв'язку зі створенням нових сортів різнопланового використання встановлення оптимальної густоти рослин для них є важливим в ефективному задіянні природних ресурсів [14].

Отже, удобрення сприяє більш стабільному формуванню стеблостою ячменю ярого голозерного залежно від погодних умов. Необхідно також зазначити, що цей сорт має високий компенсаційний потенціал формування щільності посіву.

Висновки. На стадії повної стиглості зерна азотна складова в складі повного мінерального добрива ($N_{70}P_{60}K_{70}$) сприяє підвищенню висоти рослин залежно від погодних умов року проведення досліджень на 11–40 %, тоді як фосфорна і калійна не впливає, як видно з показника $НІР_{05}$. При цьому необхідно зазначити, що зниження в складі повного мінерального добрива частки фосфору, калію або обох цих елементів живлення достовірно не знижує висоту рослин ячменю голозерного ярого. Цей показник також істотно змінюється залежно від погодних умов. так, на ділянках без добрив за роки проведення досліджень висота рослин змінюється від 55 до 78 см, або на 42 %, тоді як за внесення $N_{70}P_{60}K_{70}$ – від 74 до 91 см, або на 23 %. Це ще раз підтверджує, що поліпшення мінерального живлення рослин ячменю голозерного ярого згладжує негативний вплив погодних умов.

Доведено, що оптимізація мінерального живлення є ключовим фактором підвищення життєздатності ячменю ярого голозерного. У середньому за три роки досліджень показник виживання рослин на контрольних (неудобрених) ділянках становив 83,8 %. Внесення виключно фосфорно-калійних добрив забезпечило лише незначне зростання цього параметра — до 85,0 % (приріст 1,2 %). Водночас азотний компонент у системі удобрення виявився критично важливим, підвищивши рівень виживання до 91,4–91,7 %, що на 9 % перевищує показники контролю. Встановлено, що хоча загальний розвиток культури детермінується сукупним впливом агрокліматичних умов і живлення, саме добрива відіграють вирішальну роль у збереженні рослин.

Література:

1. Känkänen H., Eriksson C. Effects of Undersown Crops on Soil Mineral N and Grain Yield of Spring Barley. *Eur. J. Agron*. 2007. Vol. 27. P. 25–34.

2. Господаренко Г. М., Рябовол Я. С., Черно О. Д., Любич В. В., Крижанівський В. Г. Ріст і розвиток пшениці озимої у весняно-літній період

вегетації залежно від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського НУС*. 2020. № 2. С. 3–8.

3. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.

4. Shi X., Chai N., Wei Y., Qin R., Yang J., Zhang M., Li F.-M., Zhang F. Harmonizing Manure and Mineral Fertilizers Can Mitigate the Impact of Climate Change on Crop Yields. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2023. Vol. 352. 108526.

5. Любич В. В., Полянецька І. О., Климович Н. М. Ураження пшениці м'якої ярої листковими хворобами залежно від рівня азотного живлення. *Агробіологія*. 2022. № 1. С. 160–167.

6. Пшениця спельта: монографія. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, Ф. М. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, Я. С. Рябовол, О. Г. Сухомуд / За заг. ред. Г. М. Господаренка. К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 312 с.

7. Macholdt J., Piepho H.-P., Honermeier B. Mineral NPK and Manure Fertilisation Affecting the Yield Stability of Winter Wheat: Results from a Long-Term Field Experiment. *Eur. J. Agron*. 2019. Vol. 102. P. 14–22.

8. Suwara I., Pawlak-Zaręba K., Gozdowski D., Perzanowska A. Physical Properties of Soil after 54 Years of Long-Term Fertilization and Crop Rotation. *Plant Soil Environ*. 2016. Vol. 62. P. 389–394.

9. Wankhede M., Dakhli R., Manna M.C., Sirothia P., Mahmudur Rahman M., Ghosh A., Bhattacharyya P., Singh M., Jha S., Patra A.K. Long-term Manure Application for Crop Yield Stability and Carbon Sequestration in Subtropical Region. *Soil Use Manag*. 2021. Vol. 37. P. 264–276.

10. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії *Збірник наукових праць УНУС*. 2016. Вип. 89. С. 199–206.

11. Любич В. В. Кормові властивості зерна тритикале ярого залежно від доз і строків застосування азотних добрив. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. Вип. 95. С. 8–17.

12. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. 2017. № 2. С. 35–41.

13. Любич В. В., Невлад В. І., Мартинюк А. Т. Продуктивність тритикале ярого за різних доз азотних добрив. *Агробіологія*. 2022. № 1. С. 152–159.

14. Любич В. В. Хвороби і шкідники різних сортів пшениці твердої озимої. *Збірник Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 7–16.

References:

1. Känkänen, H., Eriksson, C. (2007). Effects of undersown crops on soil mineral nitrogen and grain yield of spring barley. *European Journal of Agronomy*, 27, 25–34.

2. Hospodarenko, H. M., Riabovol, Ya. S., Cherno, O. D., Liubych, V. V., Kryzhanivskyi, V. H. (2020). Growth and development of winter wheat during the spring–summer vegetation period depending on mineral nutrition conditions in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 3–8. [in Ukrainian].

3. Liubych, V. V. (2017). Productivity of wheat varieties and lines depending on abiotic and biotic factors. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 95, 146–161. [in Ukrainian].

4. Shi, X., Chai, N., Wei, Y., Qin, R., Yang, J., Zhang, M., Li, F.-M., Zhang, F. (2023). Harmonizing manure and mineral fertilizers can mitigate the impact of climate change on crop yields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 352, 108526.

5. Liubych, V. V., Polianetska, I. O., Klymovych, N. M. (2022). Infection of spring soft wheat with leaf diseases depending on nitrogen nutrition level. *Agrobiology*, 1, 160–167. [in Ukrainian].

6. Hospodarenko, H. M., Kostohryz, P. V., Liubych, V. V., Parii, F. M., Poltoretskyi, S. P., Polianetska, I. O., Riabovol, L. O., Riabovol, Ya. S., Sukhomud, O. H. (2016). *Spelt wheat*. Kyiv, SIK GROUP UKRAINE, 312. [in Ukrainian].

7. Macholdt, J., Piepho, H.-P., Honermeier, B. (2019). Mineral NPK and manure fertilisation affecting the yield stability of winter wheat: Results from a long-term field experiment. *European Journal of Agronomy*, 102, 14–22.

8. Suwara, I., Pawlak-Zaręba, K., Gozdowski, D., Perzanowska, A. (2016). Physical properties of soil after 54 years of long-term fertilization and crop rotation. *Plant, Soil and Environment*, 62, 389–394.

9. Wankhede, M., Dakhli, R., Manna, M. C., Sirothia, P., Rahman, M. M., Ghosh, A., Bhattacharyya, P., Singh, M., Jha, S., Patra, A. K. (2021). Long-term manure application for crop yield stability and carbon sequestration in a subtropical region. *Soil Use and Management*, 37, 264–276.

10. Liubych, V. V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of variety and line. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 89, 199–206. [in Ukrainian].

11. Liubych, V. V. (2019). Feed properties of spring triticale grain depending on nitrogen fertilizer rates and application timing. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 95, 8–17. [in Ukrainian].

12. Liubych, V. V. (2017). Baking properties of winter wheat grain depending on types, rates, and timing of nitrogen fertilizer application. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 2, 35–41. [in Ukrainian].

13. Liubych, V. V., Nevlad, V. I., Martyniuk, A. T. (2022). Productivity of spring triticale under different nitrogen fertilizer rates. *Agrobiology*, 1, 152–159. [in Ukrainian].

14. Liubych, V. V. (2022). Diseases and pests of different winter durum wheat varieties. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 100, 7–16. [in Ukrainian].

Annotation

Hospodarenko H. M., Liubych V. V., Havrylenko V. S., Tryhub O. V., Illichov Yu. H. Growth and development of naked spring barley plants under different fertilization systems in field crop rotation

Purpose. *To determine the formation of growth and development parameters of naked spring barley plants under different fertilizer rates and their combinations in a field crop rotation.*

Methods. *Field, measuring, calculation-comparative, analytical, and statistical.*

Results. *At the stage of full grain maturity, the nitrogen component of complete mineral fertilizer ($N_{70}P_{60}K_{70}$) contributed to an increase in plant height by 11–40%,*

depending on the weather conditions of the research year, whereas phosphorus and potassium had no significant effect. At the same time, a reduction in the proportion of phosphorus, potassium, or both nutrients in the complete mineral fertilizer did not significantly decrease the height of naked spring barley plants. This parameter also varied substantially depending on weather conditions. Thus, on unfertilized plots, plant height over the years of research ranged from 55 to 78 cm (a variation of 42%), whereas under $N_{70}P_{60}K_{70}$ application it ranged from 74 to 91 cm (a variation of 23%). This once again confirms that improving mineral nutrition of naked spring barley plants mitigates the negative impact of weather conditions. It was established that fertilizer application significantly increases the survival of naked spring barley plants. On average over three years, this indicator was 83.8% when grown on unfertilized plots. The application of phosphorus and potassium fertilizers alone increased plant survival by 1% (to 85.0%). The nitrogen component of the studied fertilization systems ensured plant survival at the level of 91.4–91.7%, which is 9% higher compared with the control.

Conclusions. *As a result of the conducted research, it was found that the growth of naked spring barley plants is influenced by weather conditions and fertilizer application. Plant survival is most strongly affected by fertilizer use. The formation of productive stems varies depending on the amount of precipitation during March–April as well as on the sowing date.*

Key words: *naked spring barley, duration of the vegetation period, plant height, plant survival, field emergence.*