

DOI: 10.32636/01308521.2026-(79)-2-10

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.559/.582/.8:633.16"321"

**ВРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ І СТРУКТУРИ СІВОЗМІН****Т. П. Прокоп'юк, М. В. Лозінський, О. О. Філіцька,
М. О. Самойлик, Ю. В. Федорук, М. Б. Грабовський**

Білоцерківський національний
аграрний університет
пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква,
Київська обл., 09117

Про авторів:

Тетяна ПРОКОП'ЮК,
доктор філософії
ORCID: 0009-0005-7008-1656

Микола ЛОЗІНСЬКИЙ,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-6078-3209

Олександра ФІЛІЦЬКА,
доктор філософії
ORCID: 0000-0003-1544-0845

Майя САМОЙЛИК,
доктор філософії
ORCID: 0000-0001-8576-5368

Юрій ФЕДУРУК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-3921-7955

Микола ГРАБОВСЬКИЙ,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-8494-7896

Для листування:

Тетяна ПРОКОП'ЮК
e-mail: Simakovatanya@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія
аграрних наук України

Отримано:

31 березня 2026 р.

Погоджено до друку:

12 травня 2026 р.

Опубліковано:

30 червня 2026 р.

Ячмінь ярий є однією з найшвидшезрілих зернових культур, тому дослідження особливостей його удобрення та оптимізації сівозмін набуває важливого значення для досягнення високих стабільних показників урожайності і якості зерна. Метою досліджень було виявити післядію систем удобрення за різних типів сівозмін на врожайність зерна ячменю ярого. У дослідженнях використано польові та лабораторно-аналітичні методи. У посівах ячменю ярого вивчали післядію добрив, які вносили під основну культуру. Система удобрення включала чотири варіанти: контроль – без добрив; мінеральна – $N_{53}P_{42}K_{42}$; традиційна органо-мінеральна – $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т/га гною; альтернативна органо-мінеральна – $N_{53}P_{42}K_{42} +$ побічна продукція. Найвищу врожайність ячменю ярого у зерно-просапній сівозміні досягнуто за післядії добрив у традиційній органо-мінеральній системі удобрення $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т/га гною – 4,01 т/га. Ячмінь ярий з товарним врожаєм на контролі без добрив виносив із ґрунту азоту у розрізі сівозмін 62–65 кг/га, фосфору – 20–26 кг/га, калію – 49–50 кг/га. Застосування добрив збільшило винос азоту – на 26–48 кг/га, фосфору – 9–25 кг/га, калію – 21–46 кг/га. Найбільшу врожайність зерна ячменю ярого досягли у зерно-просапній сівозміні за традиційної органо-мінеральної системи удобрення. Винос елементів живлення товарним врожаєм ячменю ярого збільшувався прямо пропорційно до збільшення врожайності зерна.

Ключові слова: ячмінь ярий, елементи живлення, врожайність, сівозміна, системи удобрення.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Прокоп'юк Т. П., Лозінський М. В., Філіцька О. О., Самойлик М. О., Федорук Ю. В., Грабовський М. Б., 2026

Spring barley yield depends on fertilization and crop rotation structure

Bila Tserkva National Agrarian University
Soborna Square, 8/1, Bila Tserkva,
Kyiv region, 09117

About authors:

Tatiana PROKOPIUK
ORCID: 0009-0005-7008-1656

Mykola LOZINSKYI
ORCID: 0000-0002-6078-3209

Oleksandra FILITSKA
ORCID: 0000-0003-1544-0845

Maiia SAMOILYK
ORCID: 0000-0001-8576-5368

Yurii FEDORUK
ORCID: 0000-0003-3921-7955

Mykola GRABOVSKIY
ORCID: 0000-0002-8494-7896

For corresponding:
Tatiana PROKOPIUK
e-mail: Simakovatanya@ukr.net

Funding information:
National Academy
of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
March 31, 2026
Accepted:
May 12, 2026
Published:
June 30, 2026

Spring barley is one of the fastest maturing grain crops, so the study of the features of its fertilization and optimization of crop rotation is of great importance for achieving high stable indicators of grain yield and quality. The aim of the research was to investigate the influence of fertilization systems and crop rotation structure on the yield and removal of nutrients by spring barley. The research used field and laboratory analytical methods. In spring barley crops, the aftereffect of fertilizers applied to the main crop was studied. The fertilization system included four options: control – no fertilizers; mineral – $N_{53}P_{42}K_{42}$; traditional organo-mineral – $N_{53}P_{42}K_{42} + 6.7$ t/ha of manure; alternative organo-mineral – $N_{53}P_{42}K_{42} +$ by-products. The highest yield of spring barley in grain-rowed crop rotation was achieved with the aftereffect of fertilizers in the traditional organo-mineral fertilization system $N_{53}P_{42}K_{42} + 6.7$ t/ha of manure – 4.01 t/ha. Spring barley with a marketable yield in the control without fertilizers removed from the soil nitrogen in the crop rotation section 62–65 kg/ha, phosphorus – 20–26, potassium – 49–50 kg/ha. The use of fertilizers increased the removal of nitrogen – by – 26–48 kg/ha, phosphorus – 9–25, potassium – 21–46 kg/ha. The highest yield of spring barley grain was achieved in grain-rowed crop rotation under the traditional organo-mineral fertilization system. The removal of nutrients by the spring barley harvest increased in direct proportion to the increase in grain yield.

Keywords: spring barley, nutrients, yield, crop rotation, fertilization systems.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. У зв'язку із збільшенням населення і несприятливим впливом глобальних кліматичних змін на онтогенез польових культур [19] зростає актуальність наросування та сталого виробництва сільськогосподарської продукції. Оптимізація систем удобрення та раціоналізація структури сівозмін є ключовими чинниками формування родючості ґрунту, підтримання стабільності ґрунтових процесів, а також створення сприятливих умов водного режиму і

мінерального живлення рослин [4]. Ячмінь ярий серед зернових культур посідає третє місце за обсягом виробництва в країнах Європейського Союзу. Незважаючи на трансформацію сільськогосподарського ринку, в останні роки його економічне значення залишається важливим завдяки широкому використанню як продукту харчування людей, так і тварин. Важливість ячменю ярого для продовольчої безпеки зумовлює потребу у розробленні агрономічних схем для забезпечення

стабільності його врожаю в Європі та світі [9]. За даними ФАО, із 130 150 млн т щорічних валових зборів ячменю 42–48 % використовується на промислову переробку, а саме: приготування різних комбікормів – 16 %, 6–8 % – виробництво пива, 15 % – харчові продукти тощо. Зерно та продукти його переробки, а саме різні форми солодових витяжок (так звані «мальц-екстракти»), також використовуються в текстильному, кондитерському, фармацевтичному та інших виробництвах [6].

У сучасних умовах сорти і гібриди сільськогосподарських культур повинні бути адаптованими до кліматичних змін і інших несприятливих чинників навколишнього середовища. Вибір оптимальної агротехнології, зокрема таких її складових, як сівозмінна і система удобрення, є визначальним фактором для забезпечення високої врожайності. Сівозмінна відіграє ключову роль у досягненні стабільних і високих врожаїв, а також є базовим елементом сталого розвитку та довготривалої економічної ефективності, не потребуючи додаткових фінансових витрат. Розробка стабільних систем вирощування культур, які краще адаптовані до змін клімату, має вирішальне значення для продовольчої безпеки [20].

Системи удобрення суттєво впливають на врожайність ячменю ярого. Дослідження свідчать, що внесення гною у сівозміні впродовж багатьох років може не тільки підвищити, але і забезпечити стабільність врожайності [8], та суттєво позитивно вплинути на агрегацію ґрунту. Науково обґрунтовані сівозміни з додатковим внесенням органічної речовини збільшують врожайність ячменю ярого, підвищуючи адаптивність до змін довкілля [20]. При цьому було виявлено, що використання післядії гною без мінерального удобрення може знизити стабільність елементів структури і врожайність в цілому [8].

Сучасне землеробство відзначається значним скороченням використання органічних добрив, що пов'язане зі

зменшенням поголів'я худоби та, відповідно, виробництва гною. Це зумовлює необхідність поповнення органічної речовини ґрунту за рахунок альтернативних джерел, адже вони є основою формування сприятливих воднофізичних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур. Внаслідок цього важливого значення у землеробстві набувають такі види органічних добрив, як нетоварна частина врожаю (солома, гичка), зелена маса сидеральних культур. Дослідження показують, що застосування побічної продукції рослинництва в сівозмінах, насичених зерновими на 50, 75 і 100 %, забезпечило підвищення врожайності ячменю ярого і сприяло активізації біологічних процесів у ґрунті [12].

За даними О. Шевчука найбільшу врожайність зерна ячменю ярого забезпечили орґано-мінеральні системи удобрення з післядією 40 т/га гною + $N_{60}P_{60}K_{60}$ 4,75 т/га і аналогічне мінеральне живлення на фоні післядії соломи, гички і сидератів – 4,66 т/га. Орґанічна система удобрення з післядією 40 т/га гною, який вносився безпосередньо під попередник – буряки цукрові, дозволила отримати врожайність зерна ячменю ярого – 3,79 т/га. Мінеральна система удобрення в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечила врожайність – 4,11 т/га. За даними Ю. Тараріко та ін. [7] врожайність ячменю ярого на природному фоні родючості склала 2,9 т/га, а за систематичного застосування мінеральних добрив – 3,7 т/га.

І. Рассадіна та ін. [10] стверджують, що післядія тривалого внесення добрив у сівозміні дозволяє підвищувати врожайність культур з часом. Ця закономірність пояснюється наступними чинниками: накопиченням післядії добрив, періодичним впровадженням більш високопродуктивних сортів та гібридів, тривалим чергуванням культур за принципом плодосміни, постійним вдосконаленням технологій вирощування.

Для отримання високоякісного зерна важливо забезпечити збалансоване живлення сільськогосподарських культур, яке включає оптимальну кількість життєво важливих речовин – азот (N), фосфор (P) і калій (K). Кожен з цих макроелементів відіграє важливу роль у рості та розвитку сільськогосподарських культур [16]. Найвища потреба ячменю ярого до мінерального живлення в період кушіння – колосіння, коли рослини споживають переважну частку мінеральних речовин: 42–46 % азоту, 61–64 % фосфору і 64–74 % калію від загальної потреби [2].

Серед усіх макроелементів азот є одним з найважливіших, оскільки він є компонентом багатьох рослинних біомолекул, таких як ферменти, структурні білки, хлорофіл, енергопереносна сполука аденозинтрифосфат та нуклеїнові кислоти. Азот безпосередньо впливає на збільшення біомаси рослин, підвищуючи фотосинтетичну здатність [17], а його недостатня кількість призводить до погіршення ростових процесів, недобору врожаю зерна і погіршення його якості [3].

Фосфор відіграє важливу роль в енергетичному обміні рослин, входить до складу нуклеїнових кислот, фосфоліпідів та інших органічних сполук. Достатнє фосфорне живлення прискорює розвиток кореневої системи, підвищує стійкість рослин до несприятливих факторів та сприяє кращому виповненню зерна [1]. При його нестачі погано розвивається коренева система, що є наслідком зменшення врожайів [11].

Калій є основним елементом, який збільшує посухостійкість рослин. Він впливає на різні процеси розвитку в період посухи, підвищує осмотичний тиск у коренях та посилює поглинання води з навколишнього середовища [13]. Також він необхідний для формування зерен та регуляції продихової провідності. Калій відіграє вирішальну роль у підтриманні цитоплазматичного рН, регуляції мембранного потенціалу та ферментативній активності. За нестачі калію рослини менш утримують воду, що

призводить до швидкого їх в'янення, особливо в умовах посухи [14, 18].

Г. Господаренко та ін. [11] зазначають, що повне мінеральне удобрення забезпечує більший приріст урожайності зерна, ніж удобрення лише одним елементом або парними комбінаціями основних елементів живлення.

О. Мазур та ін. [15] встановили, що ячмінь ярий використовує в середньому 23–30 кг азоту, 10–15 кг фосфору та 20–25 кг калію для утворення однієї тонни основної та відповідної побічної продукції. За даними С. Зайця та ін. [5] виявлено, що за врожайності ячменю ярого 6 т/га винос елементів живлення є значним, а саме: азоту – 130–180, фосфору – 60–90 та калію – 120–170 кг/га.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у стаціонарному польовому дослідженні, закладеному в 1976 р., в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції (БДСС). Ґрунтова відміна – чорнозем вилугуваний середньосуглинковий, з вмістом у орному 0–30 см шарі ґрунту гумусу – 3,1–3,3 % (за Тюрнімом); рухомого фосфору – 128–136 і калію 77–84 мг/кг ґрунту (за Чириковим). Загальна площа ділянки – 228 м², облікова – 100 м², повторність триразова.

Дослідження проводили в посівах ячменю ярого у трьох сівозмінах: плодозмінна з набором культур: вико-овес, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь з підсівом конюшини, конюшина, пшениця озима; зерно-просапна: вико-овес, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь, вика яра, пшениця озима; просапна: вико-овес, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь, соя, соняшник. Технологія вирощування сільськогосподарських культур загальноприйнята для зони Правобережного Лісостепу України.

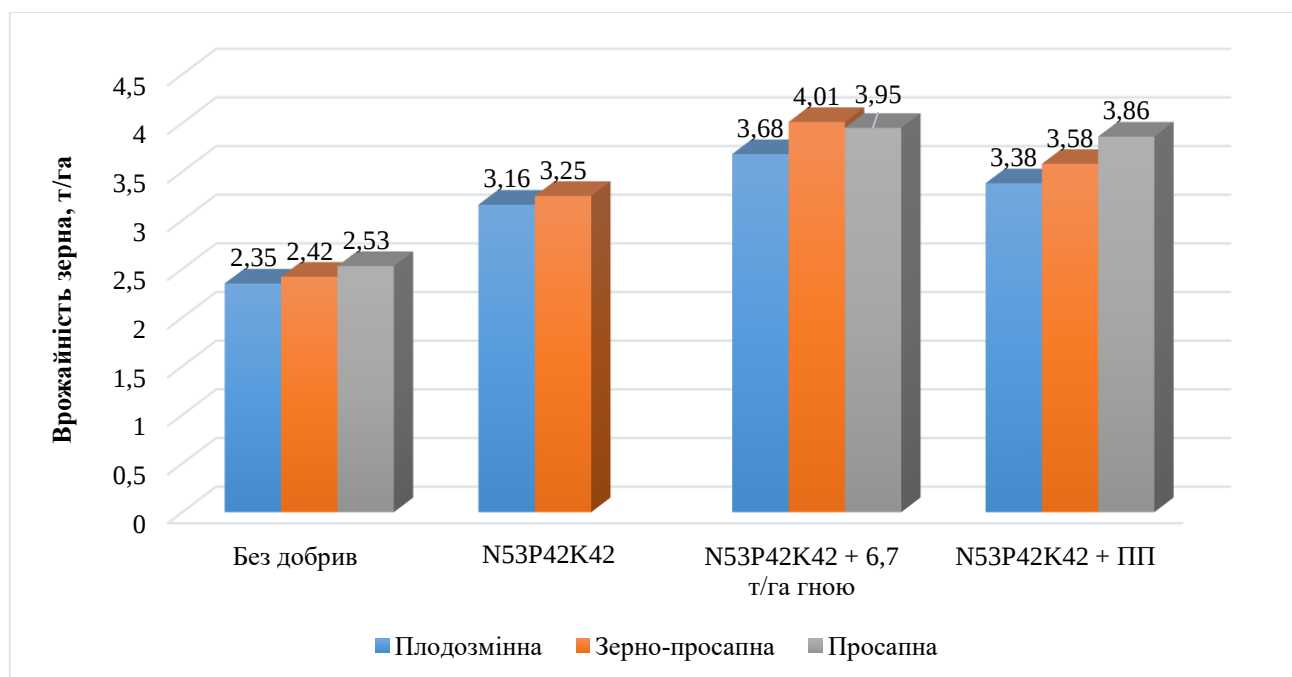
У посівах ярого ячменю вивчали післядію добрив, які вносили під цукровий буряк. Система удобрення включала чотири варіанти: контроль – без добрив; мінеральна – N₅₃P₄₂K₄₂; традиційна органо-мінеральна – N₅₃P₄₂K₄₂ + 6,7 т/га гною; альтернативна органо-мінеральна –

$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побічна продукція (ПП). Азотні добрива вносили у формі сечовини $CO(NH_2)_2$, фосфорні – простого суперфосфату $H_6CaO_8P_2^{2+}$, калійні – хлориду калію KCl . З органічних добрив застосовували напіврозкладений гній ВРХ і використовували побічну продукцію сільськогосподарських культур.

Облік врожаю проводили на пробних ділянках, отримані результати перераховували на площу 1 га. Достовірність різниць між варіантами визначали за найменшою істотною різницею при рівні значущості $p \leq 0,05$. Для обробки даних використовували програму Statistica 12.

Винос елементів живлення визначали розрахунковим методом з використанням усереднених даних їх вмісту у складових урожаю сільськогосподарських культур, отриманих експериментальним шляхом.

Результати та обговорення. У проведених нами дослідженнях зерно-бурякових сівозмін різної структури ми виявили помірне підвищення врожайності ячменю ярого залежно від систем удобрення та типу сівозміни. У контрольному варіанті, де станом на 2021 р. протягом років не застосовували добрив, врожайність зерна склала у плодозмінній сівозміні – 2,35 т/га, зерно-просапній – 2,42 т/га, просапній – 2,53 т/га. Підсів конюшини до ячменю ярого у плодозмінній сівозміні зменшив врожайність зерна порівняно з зерно-просапною – на 0,07 т/га, і просапною – на 0,18 т/га. На нашу думку, це було зумовлено погіршенням мінерального живлення ячменю, оскільки підсівна культура використовувала частину елементів живлення (рис. 1).



Примітка. * $НІР_{05}$ для післядії удобрення – 0,21, сівозмін – 0,27.

Рис. 1. Врожайність (т/га) зерна ячменю ярого, середнє за 2021–2023 рр.

За мінеральної системи удобрення ($N_{53}P_{42}K_{42}$) післядії добрив суттєво збільшила врожайність ячменю ярого у порівнянні з контролем на: плодозмінна сівозміна – 0,81 т/га, зерно-просапна – 0,83 т/га, за абсолютних показників 3,16 та 3,25 т/га відповідно. При цьому в результаті

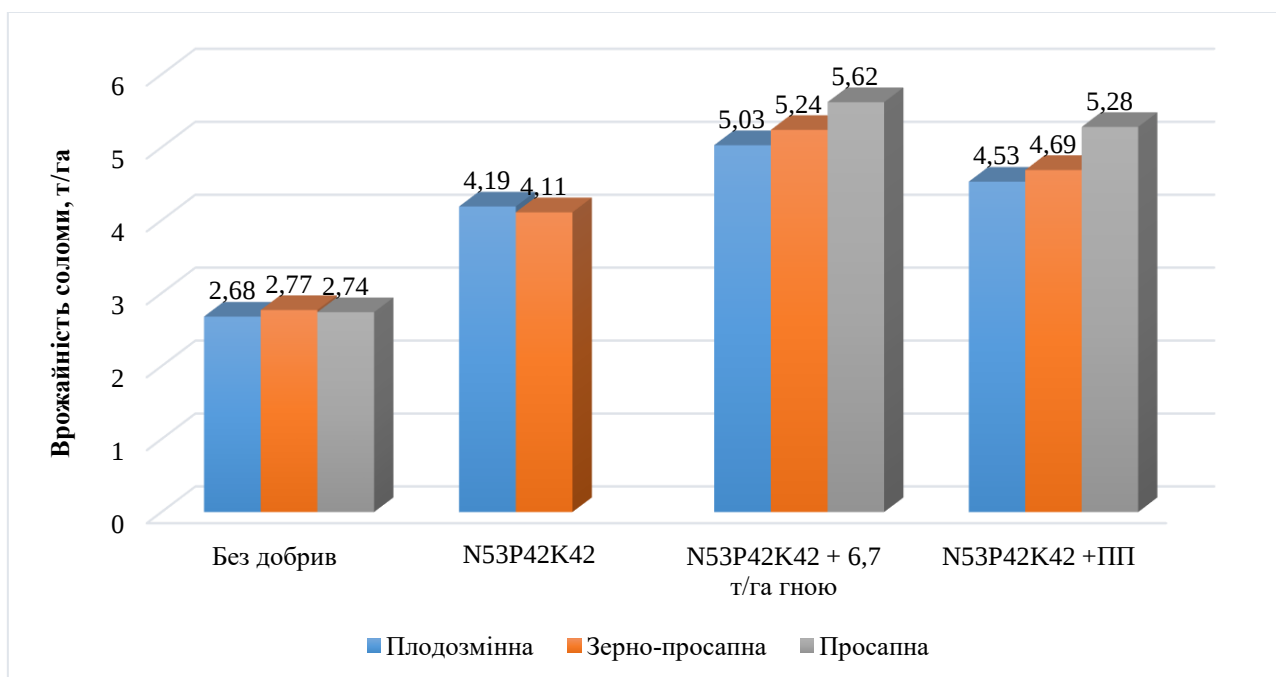
підсіву конюшини, врожайність ячменю ярого у плодозмінній сівозміні була меншою на 0,09 т/га ніж у зерно-просапній, що могло бути наслідком погіршення поживного та водного режимів ґрунту, відповідно і умов живлення.

Найбільшої врожайності зерна ячменю ярого досягли за післядії добрив за традиційної органо-мінеральної системи $N_{53}P_{42}K_{42}$ у поєднанні з 6,7 т/га гною: зерно-просапна сівозміна – 4,01 т/га; просапна – 3,95 т/га; плодозмінна – 3,68 т/га, що достовірно перевищує контроль на 1,59, 1,42 та 1,33 т/га відповідно. Врожайність зерна у зерно-просапній сівозміні перевищила відповідні показники плодозмінної і просапної на 0,33 та 0,06 т/га відповідно. Зерно-просапна сівозміна, де ячмінь ярий висівали без підсіву конюшини і частка просапних культур була невисокою, створювала найкращі умови для його вирощування і формування продуктивності посіву.

Також досить сприятливі умови для формування врожаю зерна ячменю ярого забезпечувала післядія альтернативної органо-мінеральної системи удобрення

$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побічна продукція (ПП). За такої системи удобрення врожайність у плодозмінній сівозміні становила 3,38 т/га, у зерно-просапній – 3,58 т/га, у просапній – 3,86 т/га, що суттєво перевищує контроль на 1,03, 1,16 та 1,33 т/га відповідно. За післядії в такій системі удобрення найбільша врожайність зерна спостерігалася у просапній сівозміні з істотним перевищенням показників плодозмінної і зерно-просапної на 0,48 та 0,28 т/га, що свідчить про найбільш сприятливий режим мінерального живлення ячменю ярого.

На збільшення побічної продукції (соломи) ячменю ярого також істотно впливала післядія добрив. На контролі маса соломи склала: плодозмінна сівозміна – 2,68 т/га, зерно-просапна – 2,77 т/га, просапна – 2,74 т/га (рис. 2).



Примітка. * $НІР_{05}$ для післядії удобрення – 0,16, сівозмін – 0,38.

Рис. 2. Побічна продукція (т/га) ячменю ярого в сівозмінах різної структури, середнє за 2021–2023 рр.

За післядії мінеральної системи удобрення маса соломи ячменю ярого склала: плодозмінна сівозміна – 4,19 т/га, зерно-просапна – 4,11 т/га, перевищуючи контроль на 1,51 та 1,34 т/га відповідно.

Максимальний вихід соломи у наших дослідженнях було досягнуто за післядії традиційної органо-мінеральної системи удобрення: плодозмінна сівозміна – 5,03 т/га, зерно-просапна – 5,24 т/га, просапна – 5,62 т/га.

При цьому маса соломи у просапній сівоzmіні істотно перевищила відповідні показники плодозмінної і зерно-просапної сівоzmін на 0,59 та 0,38 т/га. За післядії альтернативної органо-мінеральної системи удобрення вихід соломи склав: плодозмінна сівоzmіна – 4,53 т/га, зерно-просапна – 4,69 т/га, просапна – 5,28 т/га, достовірно перевищуючи контроль у 1,69–1,93 рази.

При залишенні побічної продукції сільськогосподарських культур на полі

винос елементів живлення із ґрунту розраховується на товарний врожай. Нами виявлено, що на контролі без добрив ячмінний врожай виносив із ґрунту: азоту – 62–65 кг/га, фосфору – 20–26 кг/га, калію – 49–50 кг/га. Встановлено, що винос рослинами азоту переважав споживання фосфору у 2,46–3,25 рази, а калію – у 1,27–1,31 рази. Азот є ключовим елементом, оскільки визначає інтенсивність формування вегетативної маси, продуктивне кущення та рівень урожайності (табл. 1).

1. Винос елементів живлення (кг/га) товарним врожаєм ячменю ярого залежно від структури сівоzmіни і удобрення, середнє за 2021–2023 рр.

Внесення добрив кг/га сівоzmіни, (фактор Б)	Елементи живлення	Сівоzmіна (фактор А)		
		плодозмінна	зерно-просапна	просапна
Без добрив (контроль)	N	62	64	65
	P	25	26	20
	K	49	49	50
N ₅₃ P ₄₂ K ₄₂	N	88	89	-
	P	35	35	-
	K	73	72	-
N ₅₃ P ₄₂ K ₄₂ + 6,7 т/га напіврозкладеного гною	N	103	110	113
	P	41	44	45
	K	86	91	96
N ₅₃ P ₄₂ K ₄₂ + побічна продукція	N	94	99	109
	P	37	40	43
	K	79	81	91

За післядії мінеральної системи удобрення N₅₃P₄₂K₄₂ обсяги виносу азоту порівняно з контролем у плодозмінній і зерно-просапній сівоzmінах зросли на 26 і 25 кг/га, фосфору – на 10 і 9 кг/га, калію – на 24 і 23 кг/га відповідно. У складі виносу елементів живлення, аналогічно до варіанта без удобрення, значно переважав азот, найвищі обсяги якого виявлені у зерно-просапній сівоzmіні – 89 кг/га.

Максимальний винос елементів живлення із ґрунту встановили у просапній сівоzmіні за післядії добрив у традиційній органо-мінеральній системі удобрення N₅₃P₄₂K₄₂ + 6,7 т/га гною: азоту – 113, фосфору – 45, калію – 96 кг/га. У плодозмінній та зерно-просапній сівоzmінах винос азоту був меншим, ніж у просапній – на 10 і 3 кг/га відповідно,

фосфору – 4 і 1 кг/га, калію – 10 і 5 кг/га відповідно.

Значні обсяги виносу елементів живлення, а також перевагу споживання азоту виявили за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення N₅₃P₄₂K₄₂ + побічна продукція: винос азоту становив 94–109 кг/га, фосфору – 37–43, калію – 79–91 кг/га. У просапній сівоzmіні винос елементів живлення був більший, ніж у плодозмінній і зерно-просапній, на: азоту – 15 і 10 кг/га, фосфору – 6 і 3, калію – 12 і 10 кг/га.

Висновки. Найбільша врожайність зерна ячменю ярого сформувалася у зерно-просапній (4,01 т/га) і просапній (3,95 т/га) сівоzmінах за післядії добрив при традиційній органо-мінеральній системі удобрення N₅₃P₄₂K₄₂ + 6,7 т/га гною. Високі показники врожайності ячменю ярого

(3,86 т/га) виявили у просапній сівозміні за післядії добрив в альтернативній органо-мінеральній системі удобрення $N_{53}P_{42}K_{42}$ + побічна продукція. На контролі без добрив врожайність зерна була більшою у просапній сівозміні (2,53 т/га) порівняно із плодозмінною – на 0,18 т/га і зерно-

просапною – на 0,11 т/га. Ячмінь ярий з товарним врожаєм на контролі без добрив виносив із ґрунту азоту у розрізі сівозмін 62–65 кг/га, фосфору – 20–26, калію – 49–50 кг/га. Застосування добрив збільшило винос азоту на 26–48 кг/га, фосфору – 9–25, калію – 21–46 кг/га.

Список використаної літератури

1. Гавриленко В. С. Вплив тривалого застосування мінеральних добрив на відносне винесення, коефіцієнт використання та інтенсивність балансу основних елементів живлення ячменю ярого голозерного. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 25–30. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.4>.
2. Гавриленко В. С. Вплив удобрення на врожайність ячменю голозерного. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023. Вип. 101. Ч. 1. С. 225–231. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-103-1-225-231>.
3. Заєць С. О., Рудік О. Л., Онуфран Л. І. Взаємозв'язки між урожайністю ячменю озимого та вмістом основних елементів живлення залежно від строків сівби і поліфункціональних препаратів. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 30–35. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.5>.
4. Іваніна В., Прокоп'юк Т. Стан родючості чорнозему вилугуваного за тривалого застосування добрив у зерно-буякових сівозмінах. *Вісник аграрної науки*. 2024. Вип. 102. Ч. 11. С. 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202411-03>.
5. Поживний режим ґрунту на посівах ячменю озимого за різних строків сівби та регуляторів росту рослин в умовах зрошення / С. О. Заєць та ін. *Аграрні інновації*. 2022. № 12. С. 28–33. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.5>.
6. Породько М. А. Оптимізація елементів технології вирощування ячменю ярого в північній частині Правобережного Лісостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2023. Вип. 19. Ч. 4. С. 104. [https://doi.org/10.31548/dopovidi4\(104\).2023.006](https://doi.org/10.31548/dopovidi4(104).2023.006).
7. Потенціал продуктивності органогенних і мінеральних ґрунтів Західного Полісся / Ю. Тараріко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2024. Вип. 102. Ч. 9. С. 45–56. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202409-06>.
8. Пшениця спельта / Г. М. Господаренко та ін. ; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с. <https://lib.udau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9cb2f375-c16a-4a52-877e-1f2123543f27/content>.
9. Ріст і розвиток рослин ячменю ярого голозерного за різних систем удобрення в польовій сівозміні / Г. М. Господаренко та ін. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2025. Т. 107. № 1. С. 238–248. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2025-107-1-238-248>.

References

1. Havrylenko V. S. The effect of long-term application of mineral fertilizers on the relative removal, utilization ratio and intensity of the balance of the main nutrients of spring bare-grain barley. *Ahrarni innovatsii*. 2023. No. 22. P. 25–30. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.4>.
2. Havrylenko V. S. The effect of fertilization on the yield of bare-grain barley. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2023. Issue 101 (1). P. 225–231. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-103-1-225-231>.
3. Zaiets S. O., Rudik O. L., Onufra L. I. Relationships between winter barley yield and the content of essential nutrients depending on sowing dates and multifunctional preparations. *Ahrarni innovatsii*. 2022. No. 14. P. 30–35. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.5>.
4. Ivanina V., Prokopiuk T. Fertility status of leached black soil after prolonged use of fertilizers in grain-beet crop rotations. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2024. Issue 102. (11). P. 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202411-03>.
5. Soil nutrient regime in winter barley crops at different sowing dates and plant growth regulators under irrigation conditions / S. O. Zaiets et al. *Ahrarni innovatsii*. 2022. No. 12. P. 28–33. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.5>.
6. Porodko M. A. Optimization of elements of spring barley growing technology in the northern part of the Right-Bank Forest-Steppe. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2023. Issue 19 (4). P. 104. [https://doi.org/10.31548/dopovidi4\(104\).2023.006](https://doi.org/10.31548/dopovidi4(104).2023.006).
7. Productivity potential of organogenic and mineral soils of Western Polissya / Yu. Tarariko et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2024. Issue 102 (9). P. 45–56. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202409-06>.
8. Spelt wheat / H. M. Hospodarenko et al. ; za zag. red. G. M. Gospodarenka. Kiiv : TOV «SIK GRUP UKRAINA». 2016. 312 p.
9. Growth and development of bare-grain spring barley plants under different fertilization systems / H. M. Hospodarenko et al. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu*. 2025. Vol. 107. No. 1. P. 238–248. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2025-107-1-238-248>.
10. Crop yield with long-term use of mineral and organo-mineral fertilizer systems in field crop rotation

10. Урожайність сільськогосподарських культур за тривалого застосування мінеральної та органіко-мінеральної систем удобрення у польовій сівоzmіні / І. Ю. Рассадина та ін. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2025. № 1. С. 14–19. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2025-1-14-19>.
11. Фотосинтезувальна система рослин ячменю ярого голозерного залежно від системи удобрення / Г. М. Господаренко та ін. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2024. Вип. 105. Ч. 1. С. 294–312. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-105-1-294-312>.
12. Шевчук О. Продуктивність ячменю ярого за післядії різних видів органічних добрив у Західному Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2012. Вип. 79. Ч. 1. С. 176–180.
13. Effects of potassium availability on growth and development of barley cultivars / W. A. Azzawi et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. No. 11. P. 2269. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112269>.
14. Endophyte Inoculation and Elevated Potassium Supply on Productivity, Growth and Physiological Parameters of Spring Barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes over Contrasting Seasons / D. Bleša et al. *Plants*. 2024. Vol. 13. No. 8. P. 1168. <https://doi.org/10.3390/plants13081168>.
15. Formation of yield and grain quality of spring barley depending on fertiliser optimization / O. Mazur et al. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024. Vol. 25. <https://doi.org/10.12912/27197050/183939>.
16. Long-term study of the effects of environment, variety, and fertilisation on yield and stability of spring barley grain / L. Hlisnikovský et al. *Plants*. 2024. Vol. 13. No. 19. P. 2745. <https://doi.org/10.3390/plants13192745>.
17. Nitrogen efficiency indexes association with nitrogen recovery, utilization, and use efficiency in spring barley at various nitrogen application rates / M. A. Ali et al. *Agronomy Journal*. 2022. Vol. 114. No. 4. P. 2290–2309. <https://doi.org/10.1002/agj2.21128>.
18. The effect of application of potassium, magnesium and sulphur on wheat and barley grain yield and protein content / L. Hlisnikovský et al. *Agron. Res*. 2019. No. 17. P. 1905–1917. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20203291922>.
19. Winter wheat (*T. aestivum* L.) yield depending on the duration of autumn vegetation and the terms of spring vegetation recovery: 50-years study in Ukraine / M. Lozinskyi et al. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2023. Vol. LXVI. No. 1. P. 406–415. https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art54.pdf.
20. Yield and yield components stability of winter wheat and spring barley in long-term experiment in Poland / M. Wijata et al. *Sustainability*. 2025 Vol. 15. No. 10. P. 4577. <https://doi.org/10.3390/su17104577>.
- / I. Yu. Rassadina et al. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2025. Issue 1. P. 14–19. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2025-1-14-19>.
11. Photosynthetic system of spring bare-grain barley plants depending on the fertilization system / H. M. Hospodarenko et al. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS*. 2024. Issue 105 (1). P. 294–312. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-105-1-294-312>.
12. Shevchuk O. Spring barley productivity after the effects of different types of organic fertilizers in the Western Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu*. 2012. Issue 79. Part 1. P. 176–180.
13. Effects of potassium availability on growth and development of barley cultivars / W. A. Azzawi et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. No. 11. P. 2269. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112269>.
14. Endophyte Inoculation and Elevated Potassium Supply on Productivity, Growth and Physiological Parameters of Spring Barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes over Contrasting Seasons / D. Bleša et al. *Plants*. 2024. Vol. 13. No. 8. P. 1168. <https://doi.org/10.3390/plants13081168>.
15. Formation of yield and grain quality of spring barley depending on fertiliser optimization / O. Mazur et al. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024. Vol. 25. <https://doi.org/10.12912/27197050/183939>.
16. Long-term study of the effects of environment, variety, and fertilisation on yield and stability of spring barley grain / L. Hlisnikovský et al. *Plants*. 2024. Vol. 13. No. 19. P. 2745. <https://doi.org/10.3390/plants13192745>.
17. Nitrogen efficiency indexes association with nitrogen recovery, utilization, and use efficiency in spring barley at various nitrogen application rates / M. A. Ali et al. *Agronomy Journal*. 2022. Vol. 114. No. 4. P. 2290–2309. <https://doi.org/10.1002/agj2.21128>.
18. The effect of application of potassium, magnesium and sulphur on wheat and barley grain yield and protein content / L. Hlisnikovský et al. *Agron. Res*. 2019. No. 17. P. 1905–1917. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20203291922>.
19. Winter wheat (*T. aestivum* L.) yield depending on the duration of autumn vegetation and the terms of spring vegetation recovery: 50-years study in Ukraine / M. Lozinskyi et al. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2023. Vol. LXVI. No. 1. P. 406–415. https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art54.pdf.
20. Yield and yield components stability of winter wheat and spring barley in long-term experiment in Poland / M. Wijata et al. *Sustainability*. 2025 Vol. 15. No. 10. P. 4577. <https://doi.org/10.3390/su17104577>.