

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ І НОРМ ЇХ ВНЕСЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

А. Д. Гирка<sup>1</sup>, Ю. Я. Сидоренко<sup>2</sup>, О. В. Бочевар<sup>1</sup>, Я. В. Алексєєв<sup>2</sup>, О. В. Ільєнко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна

<sup>2</sup>Ерастівська дослідна станція Державної установи Інститут зернових культур НААН, с.м.т. Вишневе, Кам'янський район, Дніпропетровська область, 52150, Україна

**Актуальність** Ячмінь ярий – важлива продовольча, кормова й технічна культура, рівень врожайності якої суттєво впливає на валові збори зерна в Україні. Відповідно ФАО, 42–48 % валових зборів зерна ячменю використовується на промислову переробку, 16 % – на кормові цілі, 15 % – на харчові і 6–8 % – на виробництво пива. Незважаючи на високу пристосованість ячменю ярого до умов вирощування, культура досить вимоглива до ґрунтової родючості, що, практично, унеможливує підвищення її врожайності без використання мінеральних добрив. Інтенсивне споживання азоту і калію та більш повільніше фосфору розпочинається рослинами ячменю ярого вже на ранніх етапах розвитку, відразу після появи сходів, що обумовлено слабкорозвинутою кореневою системою та низьким рівнем засвоєння важкодоступних форм поживних речовин. Однак, нестійкі метеорологічні умови, які спостерігаються останніми роками, зумовлюють суттєве зниження ефективності використання рослинами ячменю мінеральних добрив та коливання його врожайності, яке може сягати рівня 40–50 %. **Мета досліджень** полягала у вивченні ефективності застосування мінеральних добрив за різних способів і доз їх внесення у технології вирощування ячменю ярого. **Матеріали та методи.** Польові дослідження проводили впродовж 2022–2024 рр. на базі Ерастівської дослідної станції ДУ ІЗК НААН, яка розташована у Північному Степу України. Клімат зони розміщення дослідної станції – помірно-континентальний, характеризується посушливістю та нестійкими умовами зволоження. Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту (0–30 см) становить 4,0–4,5 %, нітратного азоту – 30,5 мг/кг (ДСТУ 4729:2007), рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова (ДСТУ 4115–2002) – 125 і 145 мг/кг відповідно, рН водної витяжки – 6,5–7,0. Дослід закладали після попередника пшениця озима. Вирощували сорт ячменю ярого Святомихайловський селекції Інституту сільськогосподарства Степу НААН за загальноприйнятою для зони агротехнікою. Згідно зі схемою дослідження азотне (аміачна селітра) та повне (НРК) мінеральне добриво вносили весною врозкид під передпосівну культивуацію дозами 30, 45, 60 кг/га діючої речовини з наступним прикореневим підживленням рослин у фазу повних сходів аміачною селітрою дозами 30, 45 і 60 кг/га. **Результати.** У середньому за три роки досліджень встановлено, що внесення мінеральних добрив під передпосівну культивуацію у дозах  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та прикореневе підживлення рослин у фазі повних сходів аміачною селітрою  $N_{30}$ ,  $N_{45}$  та  $N_{60}$  забезпечило зростання висоти рослин на 0,3–3,6 см, коефіцієнта кушіння – на 0,15–0,31, довжини колосу – на 0,1–1,0 см, його озерненості – на 0,1–1,2 шт. та маси 1000 зерен – на 0,2–1,9 г, це позитивно вплинуло на формування врожайності зерна ячменю ярого, яка залежно від способу внесення, складу та кількості елементів живлення в добривах підвищилась на 0,08–1,33 т/га. **Висновки.** Використання добрив у технології вирощування ячменю ярого сорту Святомихайловський виявилось найбільш ефективно за умов передпосівного удобрення дозою  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та додаткового прикореневого підживлення у фазу повних сходів аміачною селітрою у дозі

### Інформація про авторів:

**Гирка Анатолій Дмитрович**, доктор с.-г. наук, професор, головний науковий співробітник лаб. агробіологічних ресурсів озимих та ярих зернових культур, e-mail: adgyrka@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2521-502X>.

**Сидоренко Юрій Якович**, канд. с.-г. наук, с. н. с., зав. лаб. зернових культур, e-mail: zernovik\_1@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0695-3956>.

**Бочевар Ольга Володимирівна**, канд. с.-г. наук, с. н. с., провідний науковий співробітник лаб. агробіологічних ресурсів озимих та ярих зернових культур, e-mail: olgamedodessa@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5549-7681>.

**Ільєнко Олександр Вікторович**, канд. с.-г. наук, с. н. с., старший науковий співробітник лаб. зернових культур, e-mail: soyewod1@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3660-1268>

**Алексєєв Ярослав Володимирович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник лаб. зернових культур, e-mail: ayv7709@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5757-8044>.

$N_{60}$ , коли врожайність зерна склала 3,86 т/га та перевищила результат у варіанті без добрив на 1,33 т/га (52,3 %). Встановлено, що прикореневе підживлення рослин у дозі  $N_{45}$  на фоні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та подвійне застосування лише аміачної селітри у дозі  $N_{60}$  під передпосівну культивування, а також у фазі повних сходів зумовило формування високого і практично однакового рівня врожаю зерна – 3,60 і 3,64 т/га, що вище за контроль на 1,11 і 1,07 т/га (43,9 і 21,3 %), відповідно.

**Ключові слова:** ячмінь ярий, попередник, фон удобрення, прикореневе підживлення, біометричні показники, елементи структури врожаю, урожайність зерна

**Вступ.** Ячмінь ярий – провідна зернофуражна культура, зерно якої збалансоване за амінокислотним складом і наближається за кормовими якостями до стандартних концентрованих кормів. Встановлено, що білок ячменю має повноцінний амінокислотний склад, а за вмістом таких амінокислот, як лізин і триптофан, він переважає показники усіх інших злакових культур [1–3]. Так, якщо для фізіологічно повноцінної годівлі тварин у білка ячменю не вистачає 20 % лізину, то у білка пшениці – 43 % [4]. Зерно дворядного ячменю є також найкращою сировиною для пивоварної галузі та харчової промисловості [5, 6].

Завдяки високій потенційній продуктивності та низьким ресурсовитратам при вирощуванні посівні площі ячменю ярого постійно збільшуються, особливо у роки, коли виникає необхідність пересіву озимих культур.

Ячмінь ярий досить вимогливий до ґрунтової родючості та добре реагує на внесення добрив. Останнім часом із зниженням рівня культури землеробства значно погіршилась родючість ґрунтів, тому одержати високі врожаї ячменю ярого за рахунок їх природної родючості майже неможливо, а продуктивність культури підвищується за певного рівня насичення сівозміни добривами [7–10].

З урожаєм 1 т зерна ячмінь виносить з ґрунту 25 кг азоту, 11 кг фосфору, 18 кг калію. У порівнянні з іншими зерновими культурами ячмінь ярий відрізняється більш інтенсивним споживанням поживних речовин у ранні фази розвитку, відразу після появи сходів, що обумовлено його слабкорозвинутою кореневою системою та коротким періодом споживання основних елементів живлення. [11–13]. На початку вегетації рослини ячменю інтенсивніше використовують азот і калій, вже до виходу рослин у трубку культура потребує основну частину цих макроелементів – 74 і 87 % від загального їх виносу, а до фази колосіння – всю їх необхідну кількість. Фосфор, навпаки, споживається рос-

линами ячменю повільними темпами, але добрий фосфорний режим необхідний їм до кінця вегетації [11, 14].

Застосування мінеральних добрив у технології вирощування ячменю ярого найефективніше у вологі роки. При достатньому зволоженні засвоєння елементів живлення рослинами відбувається швидше й у більш повному обсязі, у посушливі роки, через нестачу вологи в ґрунті, дія добрив знижується. Внесення мінеральних добрив сприяє підвищенню кущистості та наростанню біомаси, що позитивно впливає на їхню продуктивність і приріст врожайності зерна, який може досягати 0,7–1,0 т/га, а за сприятливих умов – збільшуватися до 1,4 т/га [15]. Встановлено, що мінеральні добрива підвищують осмотичний тиск клітинного соку і ступінь гідратації колоїдів, збільшують вміст колоїдно-зв'язаної води у листках, це сприятливо позначається на рості вегетативних і генеративних органів та у подальшому на формуванні врожайності зерна [3]. Загалом прирости врожаю від застосування добрив за посухи зменшуються на 25–30 % порівняно з природними умовами.

Додатковим прийомом, яким поліпшують умови живлення рослин ячменю ярого, є підживлення посівів азотними добривами у критичні фази їх росту і розвитку [8, 16]. Аналіз наукових досліджень показав, що позакореневе підживлення рослин азотом сприяє збільшенню врожайності зерна на 11–23 % порівняно з допосівним його внесенням. Оптимальна доза азоту, яку необхідно вносити у підживлення ячменю на забезпечених елементами живлення ґрунтах, становить  $N_{30-45}$ .

Науковцями виявлено, що внесення мінеральних добрив  $N_{30}P_{30}K_{30}$  забезпечує приріст врожайності зерна у різних сортів ячменю на рівні 0,76–1,20 т/га. [17, 18]. Але за сівби культури після попередників, які виснажують ґрунт, доцільно використовувати у

основне внесення фосфорні та калійні добрива  $P_{60-90}K_{60-90}$ , доповнюючи підживленням азотними  $N_{60-90}$ . Інші вчені повідомляють про негативний вплив підвищених доз макроелементів, насамперед азоту, на формування врожаю ячменю ярого [19, 20]. У науковій літературі також зустрічаються повідомлення, що для оптимізації живлення рослин ярих зернових колосових культур необхідно до сівби разом з повною дозою фосфорних та калійних внести не менше 50 % азотних добрив, а решту азоту застосовувати у фазі колосіння [21–22]. Отже, серед наукової спільноти існують різні точки зору щодо оптимальних доз та строків внесення мінеральних добрив у посівах ячменю ярого. Крім того, зміни клімату в сторону потепління, нерівномірність випадання опадів, погодні аномалії у вигляді весняних заморозків, які спостерігаються останнім часом у степовому регіоні, зокрема, потребують більш детального вивчення цього питання та вдосконалення технології вирощування культури.

*Метою досліджень* було вивчення особливостей формування біометричних показників рослин, елементів структури врожаю та врожайності зерна ячменю ярого залежно від застосування мінеральних добрив у основне внесення та прикореневе підживлення в умовах Північного Степу.

**Матеріали та методи.** Наукові дослідження проводили впродовж 2022–2024 рр. у польовій сівозміні Ерастівської дослідної станції ДУ ІЗК НААН, яка розташована у Північному Степу України. Попередник – пшениця озима. У досліді висівали сорт ячменю ярого Святомихайловський, селекції Інституту сільського господарства Степу з нормою висіву 4,5 млн схожих насінин/га. Грунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту (0–30 см) становить 4,0–4,5 %, нітратного азоту – 30,5 мг/кг (ДСТУ 4729:2007), рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова (ДСТУ 4115–2002) – 125 і 145 мг/кг відповідно, рН водної витяжки – 6,5–7,0. Агротехніка у досліді – загальноприйнята для зони. Основний обробіток ґрунту в осінній період складався з дворазового лушніння стерні попередника та полицевої оранки на глибину 20–22 см. Весняний

обробіток ґрунту включав ранньовесняне боронування та передпосівну культивування. Згідно схеми дослідів азотне (аміачна селітра) та повне (NPK) мінеральне добриво вносили весною врозкид під передпосівну культивування дозами 30, 45, 60 кг/га діючої речовини з наступним прикореневим підживленням рослин ячменю аміачною селітрою дозами 30, 45 і 60 кг/га у фазу повних сходів. Розміщення варіантів у польовому досліді – систематичне, повторність – триразова, облікова площа ділянки – 25 м<sup>2</sup>.

**Результати та обговорення.** Погодні умови у роки проведення досліджень найбільш різнилися за температурним режимом і кількістю опадів у першій половині вегетації ячменю ярого, що вплинуло на формування продуктивності рослин культури. У 2022 р. швидке наростання температури повітря розпочалося з третьої декади березня, коли її показники перевищили багаторічні дані на 2,5 °С, а відносна вологість повітря зменшилась відносно багаторічного рівня на 12 %. Сівбу ячменю вдалося провести вже 29 березня. Весна у 2023 р., навпаки, виявилась ранньою, прохолодною та затяжною, що привело до затримки початку весняно-польових робіт. У квітні середня температура повітря була на рівні багаторічного показника, а кількість опадів перевищила на 61,1 мм, що зумовило затримку на два тижня сівби ячменю ярого – 25 квітня. У квітні 2024 р. відмітили найбільшу середню температуру повітря за весь період досліджень – 14,4 °С, що перевищило на 5,4 °С середньобагаторічні дані, а кількість опадів у цей час зменшилась на 8,2 мм відносно багаторічних показників. Сівбу ранніх ярих зернових у досліді було проведено 5 квітня. Запаси продуктивної вологи перед сівбою ячменю ярого у 2022 і 2023 рр. були практично рівнозначними і склали у шарах ґрунту 0–10 см – 14,4 і 15,2 мм, 0–30 см – 48,4 і 46,5, 40–60 см – 46,2 і 42,8, 60–100 см – 61,0 і 58,0, 0–100 см – 154,8 і 147,3 мм, а у 2024 р. зменшились до 8,2 мм, 26,5, 31,5, 39,5 і 97,5 мм відповідно. Встановлено, що наявні запаси продуктивної вологи суттєво не впливали на тривалість періоду сівба – сходи за роками досліджень і були достатніми для одержання повних сходів ячменю ярого в 2022 р. через – 11 діб, у 2023 р. – через 7 діб, 2024 р. – через 9 діб після сівби.

У травні найбільш сприятливі умови зволоження для рослин ячменю ярого спостерігали в 2022 р., коли випало 60,3 мм (115 %) їх місячної середньо багаторічної норми, тоді як у 2023 і 2024 рр. цей показник склав 20,8 і 45,2 % відповідно. Середня температура повітря в цей час не змінювалась за роками досліджень та варіювала у межах 14,3–15,4°C за середньобагаторічних даних 16,1 °С. Незалежно від року досліджень у червні кількість опадів протягом місяця була значно нижчою за багаторічну (50 мм) – 29,4–36,8 мм. На фоні гострого дефіциту опадів середня температура повітря найбільше зросла у 2024 р. 22,3°C та у 2022 р. – 21,7°C та перевищила середньобагаторічні значення на 2,2 і 1,6 °С, відповідно. У 2023 р. її показники (19,3°C) були у межах середньо багаторічних даних (20,1 °С). Вегетаційний період ячменю ярого у 2022 р. продовжувався 97 дб, у 2023 р. – 78, у 2024 р. – 82 доби.

Результати спостережень впродовж вегетації рослин ячменю ярого показали, що

внесення під передпосівну культивуацію повного мінерального добрива N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та прикореневе підживлення рослин у фазі повних сходів аміачною селітрою у дозах N<sub>30</sub>, N<sub>45</sub> та N<sub>60</sub> не впливало на строки настання та тривалість фенологічних фаз росту і розвитку культури.

Однак, у варіантах з використання мінеральних добрив, спостерігався суттєвий приріст надземної маси та збільшення висоти рослин ячменю ярого. Порівняно з варіантом без внесення добрив (68,3 см) використання аміачної селітри під передпосівну культивуацію дозами N<sub>30</sub>–N<sub>60</sub> окремо та проведення у цих варіантах додаткового прикореневого підживлення у фазі повних сходів тим же добривом аналогічними дозами сприяло збільшенню висоти рослин на 0,3–2,7 см (табл. 1). Застосування повного мінерального добрива N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> збільшило цей показник відносно контролю на 0,9–3,6 см.

Аналіз елементів структури врожаю під-

**Таблиця 1. Біометричні показники та елементи структури врожаю ячменю ярого сорту Святомихайлівський залежно від мінерального живлення (середнє за 2022–2024 рр.)**

Внесення добрив		Висота рослин, см	Коефіцієнт кущіння	Довжина колосу, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г
під культивуацію	у підживлення					
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	Контроль	68,3	1,20	7,0	15,6	41,8
–	N <sub>30</sub>	69,9	1,36	7,2	15,8	42,4
–	N <sub>45</sub>	70,0	1,38	7,2	15,8	42,6
–	N <sub>60</sub>	70,1	1,39	7,3	15,8	42,8
N <sub>30</sub>	без добрив	69,1	1,37	7,1	15,7	41,9
N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	70,1	1,38	7,2	15,8	42,1
N <sub>30</sub>	N <sub>45</sub>	70,2	1,41	7,4	15,8	42,8
N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	70,2	1,44	7,4	15,9	43,0
N <sub>45</sub>	без добрив	70,6	1,39	7,1	15,8	42,0
N <sub>45</sub>	N <sub>30</sub>	70,9	1,42	7,2	15,9	42,2
N <sub>45</sub>	N <sub>45</sub>	71,5	1,44	7,3	15,9	42,5
N <sub>45</sub>	N <sub>60</sub>	71,9	1,46	7,5	16,1	43,0
N <sub>60</sub>	без добрив	71,0	1,40	7,2	15,9	42,2
N <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>	71,9	1,44	7,5	16,0	42,7
N <sub>60</sub>	N <sub>45</sub>	72,6	1,46	7,5	16,1	43,3
N <sub>60</sub>	N <sub>60</sub>	73,6	1,49	7,6	16,1	44,1
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	без добрив	69,2	1,39	7,3	16,1	42,1
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	70,4	1,40	7,4	16,1	42,2
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>45</sub>	70,8	1,43	7,4	16,2	43,0
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	71,2	1,46	7,5	16,2	43,2
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Без добрив	70,8	1,41	7,3	15,9	42,2
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>30</sub>	71,5	1,44	7,2	16,1	42,4
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>45</sub>	72,3	1,46	7,4	16,2	42,7

1	2	3	4	5	6	7
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>60</sub>	72,8	1,48	7,5	16,3	43,2
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без добрив	71,9	1,42	7,4	16,5	42,4
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>	72,8	1,46	7,7	16,7	42,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>45</sub>	73,5	1,48	7,9	16,8	43,5
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>60</sub>	74,4	1,53	8,0	16,8	44,3

підтвердив позитивний вплив добрив на показники продуктивності рослин ячменю ярого. У середньому за три роки досліджень, залежно від способу внесення, складу та кількості елементів живлення в добривах, довжина колосу ячменю ярого збільшилась на 0,1–1,0 см, його озерненість – на 0,1–1,2 шт., маса 1000 зерен – на 0,2–1,9 г.

Найбільший габітус та вищу продуктивність рослин спостерігали за умов внесення під передпосівну культивування повного мінерального добрива N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та у фазі повних сходів додаткового прикореневого підживлення аміачною селітрою у дозах N<sub>45</sub> або N<sub>60</sub>. Висота рослин у цих варіантах знаходилась на рівні 73,5–74,7 см, коефіцієнт кушіння – 1,48–1,53, довжина колосу – 7,9–8,0 см, кількість зерен у колосі – 16,8 шт., маса 1000 зерен – 43,5–44,3 г.

Децю нижчу але також високу ефектив-

ність добрив відмічено у варіанті досліду з внесенням аміачної селітри під передпосівну культивування (N<sub>60</sub>) та у прикореневе підживлення рослин у фазі повних сходів (N<sub>60</sub>). Встановлено, що дворазове внесення лише азотних добрив сприяло стимуляції росту рослин, збільшенню їх асиміляційної поверхні та кількості продуктивних пагонів (табл. 1). У подальшому у таких рослин, порівняно з контрольним варіантом (без використання добрив), висота рослин зроста на 5,3 см, коефіцієнт кушіння – на 0,29, довжина колосу – на 0,6 см, кількість зерен у колосі – на 0,5 шт., маса 1000 зерен – на 2,3 г.

Облік врожайності зерна в досліді показав, що внесення різної кількості мінеральних добрив, як під передпосівну культивування, так і у прикореневе підживлення забезпечило підвищення продуктивності рослин ячменю ярого на 0,08–1,33 т/га (табл. 2).

**Таблиця 2. Урожайність зерна ячменю ярого сорту Святомихайлівський залежно від мінерального живлення, 2022–2024 рр.**

Внесення добрив		Урожайність за роками, т/га				Прибавка за рахунок, т/га	
під культивування	у підживлення	2022	2023	2024	середнє	внесення добрив під культивування	у підживлення
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	Контроль	2,50	2,63	2,47	2,53	–	–
–	N <sub>30</sub>	2,67	2,81	2,61	2,70	–	0,17
–	N <sub>45</sub>	2,88	3,03	2,82	2,91	–	0,38
–	N <sub>60</sub>	2,91	3,06	2,84	2,94	–	0,41
N <sub>30</sub>	без добрив	2,70	2,84	2,64	2,84	0,31	–
N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	2,81	2,96	2,75	2,84	0,31	0
N <sub>30</sub>	N <sub>45</sub>	2,89	3,04	2,83	2,92	0,39	0,08
N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	3,05	3,21	2,99	3,08	0,55	0,24
N <sub>45</sub>	без добрив	2,85	3,00	2,79	2,88	0,35	–
N <sub>45</sub>	N <sub>30</sub>	3,01	3,17	2,94	3,04	0,51	0,16
N <sub>45</sub>	N <sub>45</sub>	3,17	3,33	3,10	3,20	0,67	0,32
N <sub>45</sub>	N <sub>60</sub>	3,23	3,40	3,16	3,26	0,70	0,38
N <sub>60</sub>	без добрив	3,03	3,19	2,96	3,06	0,53	–
N <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>	3,31	3,48	3,24	3,34	0,81	0,28
N <sub>60</sub>	N <sub>45</sub>	3,48	3,66	3,41	3,52	0,99	0,46
N <sub>60</sub>	N <sub>60</sub>	3,56	3,75	3,49	3,60	1,07	0,54
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	без добрив	2,73	2,87	2,67	2,76	0,23	–

1	2	3	4	5	6	7	8
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	2,90	3,05	2,84	2,93	0,40	0,14
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>45</sub>	2,95	3,10	2,89	2,98	0,45	0,22
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	3,10	3,26	3,04	3,13	0,60	0,37
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Без добрив	2,90	3,05	2,84	2,93	0,40	–
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>30</sub>	3,10	3,26	3,04	3,13	0,60	0,20
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>45</sub>	3,22	3,39	3,14	3,25	0,72	0,32
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>60</sub>	3,31	3,48	3,24	3,34	0,81	0,41
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без добрив	3,15	3,31	3,09	3,18	0,65	–
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>	3,45	3,63	3,41	3,50	0,97	0,32
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>45</sub>	3,61	3,80	3,51	3,64	1,11	0,46
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>60</sub>	3,83	4,03	3,71	3,86	1,33	0,68
НІР <sub>05</sub> , т/га		0,060	0,053	0,051	0,055		

Застосування перед сівбою ячменю ярого азотного добрива у дозах N<sub>30</sub>, N<sub>45</sub>, N<sub>60</sub> зумовило одержання приросту врожаю зерна на рівні 0,31 т/га, 0,35, 0,53 т/га (12,3 %, 13,8, 20,9 %), відповідно. Проведення додатково прикореневого підживлення на фоні N<sub>30</sub> виявилось ефективним лише у разі застосування аміачної селітри у дозі N<sub>45</sub> або N<sub>60</sub>, коли було одержано прибавки відносно контролю на рівні 0,08 та 0,24 т/га (2,8 % та 8,5 %). Підживлення рослин ячменю на фоні удобрення N<sub>45</sub> забезпечило одержання прибавок врожаю зерна 0,16 т/га, 0,32, 0,38 т/га (5,6%, 11,1, 13,2 %), відповідно, на фоні N<sub>60</sub> – 0,28 т/га, 0,46, 0,54 т/га (9,2 %, 15,0, 17,6 %, відповідно) нормам внесення аміачної селітри N<sub>30</sub>, N<sub>45</sub>, N<sub>60</sub>.

Внесення під передпосівну культивування повного мінерального добрива у варіантах з N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> сприяло формуванню додаткового врожаю зерна ячменю ярого на рівні 0,23 т/га, 0,40 та 0,65 т/га відповідно по фонах. Проведення підживлення рослин азотом N<sub>30</sub>, N<sub>45</sub>, N<sub>60</sub> на фоні передпосівного внесення добрив N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> забезпечило одержання приросту врожаю зерна 0,17 т/га, 0,22; 0,37 т/га, на фонах N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> та N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 0,20 т/га, 0,32; 0,41 т/га та 0,32 т/га, 0,46; 0,68 т/га, відповідно.

Найкращі умови живлення для формування високої продуктивності рослин ячменю ярого сорту Святомихайловський склалися при поєднанні внесення під передпосівну культивування мінеральних добрив N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (фон) та прикореневого підживлення рослин у фазу повних сходів аміачною селітрою N<sub>60</sub>, коли приріст зерна відносно варіанта без

добрив склав 1,33 т/га (52,3 %). Внесення меншої кількості азотних добрив (N<sub>45</sub>) у прикореневе підживлення на фоні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> також забезпечило високий рівень врожаю ячменю ярого – 1,11 т/га (43,9 %). За умов застосування лише азотних добрив вищу врожайність ячменю ярого (1,07 т/га або 21,3 %) було одержано у варіанті з дворазовим внесенням аміачної селітри N<sub>60</sub> – перед сівбою культури та у прикореневе підживлення у фазі повних сходів.

#### Висновки.

1. Внесення під передпосівну культивування мінеральних добрив N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (фон) та прикореневе підживлення рослин у фазі повних сходів аміачною селітрою у дозах N<sub>30</sub>, N<sub>45</sub> та N<sub>60</sub> не впливало на строки настання та тривалість фенологічних фаз росту і розвитку ячменю ярого сорту Святомихайловський.

2. Застосування різних способів та доз внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню біометричних показників та елементів структури врожаю ячменю ярого сорту Святомихайловський: висоти рослин – на 0,3–3,6 см, коефіцієнта кушіння – на 0,15–0,31, довжини колосу – 0,1–1,0 см, його озерності – на 0,1–1,2 шт., маси 1000 зерен – 0,2–1,9 г. Зростання асиміляційної поверхні та елементів продуктивності рослин позитивно вплинуло на формування врожайності зерна ячменю ярого в досліді, яка залежно від способу внесення, складу та кількості елементів живлення в добривах підвищилась на 0,08–1,33 т/га

3. Найбільшу врожайність зерна ячменю ярого сорту Святомихайловський у

досліді було одержано за внесення під передпосівну культивуацію мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  (фон) та прикореневого підживлення рослин у фазі повних сходів аміачною селітрою дозою  $N_{60}$  – 3,86 т/га, що перевищило контроль на 1,33 т/га (52,3 %). Ефективним виявилось також прикореневе підживлення рослин у дозі  $N_{45}$  на фоні

$N_{60}P_{60}K_{60}$  та подвійне застосування лише аміачної селітри у дозі  $N_{60}$  під передпосівну культивуацію та у фазі повних сходів. Застосування таких технологічних заходів сприяло формуванню стабільної врожайності зерна ячменю ярого на рівні 3,60 і 3,64 т/га, що перевищило контроль на 1,11 і 1,07 т/га (43,9 і 21,3 %), відповідно.

### Використана література

1. Жатов О. Г., Глушенко Л. Т., Жатова О. Г. та ін. Рослинництво з основами програмування врожаю (за ред. О. Г. Жатова). Київ: Урожай, 1995. 256 с.
2. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво (за ред. О. І. Зінченка). Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
3. Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитришак М. Я. та ін. Рослинництво. Київ: НАУУ, 2005. 502 с.
4. Каленська С. М., Дмитришак М. Я., Мокрієнко В. А. та ін. Рослинництво з основами кормовиробництва та агрометеорології. Ч. 1. Рослинництво. Київ: Прінтеко, 2023. 611 с.
5. Гораш О. С., Климишена Р. І. Ячмінь: управління пивоварною якістю. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2020. 260 с.
6. Рожков А. О., Огурцов Є. М. Рослинництво: навч. посібник. Харків: Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.
7. Іщенко В. А. Вплив мінерального живлення ячменю ярого на продуктивність агроценозу під час сівби після різних попередників в умовах Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 35–40.
8. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Вплив підживлення азотними добривами на елементи структури урожаю та продуктивність ячменю ярого. *Аграрні інновації*. 2023. № 20. С. 56–61.
9. Гавриленко В. С. Формування основних елементів структури врожаю ячменю голозерного ярого залежно від удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 24–29.
10. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю. Я., Бочевар О. В. Особливості формування зернової продуктивності ячменю ярого залежно від доз позакореневого підживлення та строків його проведення. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 2. С. 272–280.
11. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Петриченко П. В. Зерновиробництво. Львів: НВФ Українські технології, 2008. 624 с.
12. Василенко М. Г., Стадник А. П., Душко П. М. Перспективи застосування органо-мінеральних добрив і регуляторів росту рослин. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 3. С. 96–102.
13. Жатов О. Г., Гуліда Г. В. Роль мінеральних добрив у процесі формування високоврожайного посіву ячменю. *Вісник Сумського національного аграрно-го університету*. 2011. Вип. 4. С. 61–64.
14. Демидов О., Гудзенко В. Ячмінь ярий: реалізація потенціалу продуктивності. *Пропозиція*. 2017. № 2. С. 66–69.
15. Зубець М. В., Ситник В. П., Безуглий М. Д. та ін. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ: Аграрна наука, 2010. 986 с.
16. Козелець Г., Іщенко В., Гайденок О. Ефективність підживлення посівів ячменю ярого макро- та мікродобривами за вирощування після різних попередників. *Агробізнес сьогодні*. 2024. № 11–12 (522–523). С. 26–27.
17. Демидов О. А., Гудзенко В. М. Урожайність нових сортів ячменю ярого залежно від норми висіву та внесення мінеральних добрив. *Миронівський вісник*. 2015. № 1. С. 215–225.
18. Гирка А. Д., Гирка Т. В., Кулик І. О. та ін. Сортова реакція рослин ячменю ярого на зміну погодних умов. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2012. № 12. С. 34–40.
19. Мазур В. А., Поліщук І. С., Телекало Н. В., Мордванюк М. О. Рослинництво. Навчальний посібник (І частина). Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.
20. Білера Н. М. Оптимізація мінерального живлення та удобрення пивоварного ячменю у правобережному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.04. Київ, 2009. 21 с.
21. Андрейченко О. Г. Агротехнічні заходи підвищення урожайності ячменю ярого півчастого та голозерного в північному Степу України: дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2014. 218 с.
22. Вінюков О. О. Ефективність впровадження наукових інновацій на розвиток зернового господарства України та Донецької області. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. Харків, 2018. № 25. С. 12–21.

### References

1. Zhatov, O. H., Hlushchenko, L. T., Zhatova, O. H. et al. (1995). *Roslynnystvo z osnovamy prohramuvannia vrozhaiu* [Plant growing with principles of yield programming]. Kyiv: Urozhai. [in Ukrainian]
2. Zinchenko, O. I., Salatenko, V. N., Bilonozhko, M. A. (2001). *Roslynnystvo* [Plant growing]. Kyiv: Ahrarna osvita. [in Ukrainian]
3. Kalenska, S. M., Shevchuk, O. Ya., Dmytryshak, M. Ya. et al. (2005). *Roslynnystvo* [Plant growing]. Kyiv: NAUU. [in Ukrainian]
4. Kalenska, S. M., Dmytryshak, M. Ya., Mokriienko, V. A. et al. (2023). *Roslynnystvo z osnovamy kormovyrobnystva ta ahrormeteorolohii. Ch. 1. Roslynnystvo* [Plant growing with fundamentals of forage growing

- and agrometeorology. Vol. 1. Plant growing]. Kyiv: Printeko. [in Ukrainian]
5. Horash, O. S., Klymyshena, R. I. (2020). *Yachmin: upravlinnia pyvovarnoiu yakistiu* [Barley: managing malting quality]. Kamianets-Podilskyi: TOV «Drukar-nia Ruta». [in Ukrainian]
  6. Rozhkov, A. O., Ohurtsov, Ye. M. (2017). *Roslymytstvo: navch. posibnyk* [Plant growing: textbook]. [in Ukrainian]
  7. Ishchenko, V. A. (2021). The impact of mineral nutrition of spring barley on agrocoenosis productivity when sowing after different predecessors in the Steppe conditions of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* [Tavrian Scientific Bulletin], 119, 35–40. [in Ukrainian]
  8. Palamarchuk, V. D., Kolisnyk, O. M. (2023). Effect of nitrogen top-dressing on yield structure elements and productivity of spring barley. *Ahrarni innovatsii* [Agrarian innovations], 20, 56–61. [in Ukrainian]
  9. Havrylenko, V. S. (2023). The influence of fertilization on the formation of main yield structure elements in hullless spring barley. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* [Tavrian Scientific Bulletin], 134, 24–29. [in Ukrainian]
  10. Hyrka, A. D., Tklich, I. D., Sydorenko, Yu. Ya., Bochevar, O. V. (2020). Peculiarities of grain yield formation in spring barley as affected by top-dressing rates and application dates. *Zernovi kultury* [Grain crops], 4 (2), 272–280. [in Ukrainian]
  11. Lykhochvor, V. V., Petrychenko, V. F., Petrychenko, P. V. (2008). *Zernovyrobnytstvo* [Grain production]. Lviv: NVF Ukrainski tekhnolohii. [in Ukrainian]
  12. Vasylenko, M. H., Stadnyk, A. P., Dushko, P. M. (2017). Prospects for the application of organo-mineral fertilizers and plant growth regulators. *Ahroekolo-hichnyi zhurnal* [Agroecological journal], 3, 96–102. [in Ukrainian]
  13. Zhatov, O. H., Hulida, H. V. (2011). The role of mineral fertilizers in the formation process of high-yielding barley stands. *Visnyk Sumskoho natsionalno-ho ahrarnoho universytetu*. [Bulletin of Sumy national agrarian university], 4, 61–64. [in Ukrainian]
  14. Demydov, O., Hudzenko, V. (2017). Spring barley: realizing the productivity potential. *Propozytsiia* [Proposal], 2, 66–69. [in Ukrainian]
  15. Zubets, M. V., Sytnyk, V. P., Bezuhlyi, M. D. et al. (2010). *Naukovi osnovy ahropromysloвого vyrob-nystva v zoni Stepu Ukrainy* [Scientific basis of agro-industrial production in the Steppe zone of Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian]
  16. Kozelets, H., Ishchenko, V., Haidenko, O. (2024). Efficiency of spring barley top-dressing with macro and microfertilizers when grown after different predecessors. *Ahrobiznes sohodni* [Agribusiness Today], 11–12, (522–523). 26–27. [in Ukrainian]
  17. Demydov, O. A., Hudzenko, V. M. (2015). Yield capacity of new spring barley varieties depending on seeding rate and mineral fertilizer application. *Myronivskiy visnyk*. [Myronivka bulletin], 1, C. 215–225. [in Ukrainian]
  18. Hyrka, A. D., Hyrka, T. V., Kulyk, I. O. et al. (2012). Variety response of spring barley plants to changing weather conditions. *Visnyk tsentru naukovo-ho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti* [Bulletin of the research support center for agricultural production in Kharkiv region], 12, 34–40. [in Ukrainian]
  19. Mazur, V. A., Polishchuk, I. S., Telekalo, N. V., Mordvaniuk, M. O. (2020). *Roslymytstvo. Navchalnyi posibnyk (I chastyna)* [Plant Growing. textbook (Vol. 1)]. Vinnytsia: TOV «Druk». [in Ukrainian]
  20. Biliera, N. M. (2009). *Optymizatsiia mineralnoho zhyvlennia ta udobrennia pyvovarnoho yachmeniu u pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy* [Optimization of mineral nutrition and fertilization of malting barley in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine.]. (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). 06.01.04. Kyiv. 21 p. [in Ukrainian].
  21. Andreichenko, O. H. (2014). Ahrotekhnichni zakhody pidvyshchennia urozhainosti yachmeniu yaro-ho plivchastoho ta holozerno-ho v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Agrotechnical measures for increasing the yield of hulled and hull-less spring barley in the northern Steppe of Ukraine.]. (Cand. Agric. Sci. Diss.). Dnipropetrovsk. Ukraina. [in Ukrainian].
  22. Viniukov, O. O. (2018). Efficiency of scientific innovations implementation on the development of grain production in Ukraine and the Donetsk region. *Visnyk Tsentru naukovo-ho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti* [Bulletin of the research support center for agricultural production in Kharkiv region], 25, 12–21. [in Ukrainian]

UDC 633.16 «321»:631.559/.816.3(292.486)(477)(1-17)

**Hyrka, A. D., Sydorenko, Yu. Ya., Bochevar, O. V., Aleksieiev, Ya. V., Ilienکو, O. V. The effectiveness of mineral fertilisers applied at different methods and rates in spring barley cultivation technology.**

*Grain Crops*. 2025. 9 (2). 304–312.

State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

Erastivska Experimental Station of the SE Institute of Grain Crops of NAAS, Vyshneve village, Kamianske district, Dnipropetrovsk region, 52150, Ukraine

**Topicality.** Spring barley is an important food, feed, and industrial crop, the yield level of which significantly impacts the gross grain harvest in Ukraine. According to the FAO, 42–48 % of the gross barley harvest is used in the processing industry, 16 % for feed purposes, 15 % for food and 6–8 % for beer production. Despite the high adaptability of spring barley to growing conditions, the crop is quite demanding in terms of soil fertility, which virtually prevents increasing yield without the application of mineral fertilizers. Barley plants begin to consume nitrogen and potassium intensively and phosphorus more slowly in the early stages of development, immediately after seedling emergence. This is explained by the poorly developed root system and low assimilation of less available forms of nutrients. However, unstable meteorological condi-

tions in recent years have resulted in a significant reduction in the assimilation of mineral fertilisers by barley plants, which affects fluctuations in its yield, which can reach 40–50 %. **Purpose.** To study the effectiveness of mineral fertiliser application with different methods and rates in spring barley cultivation technology. **Materials and Methods.** Field trials were conducted at the Erastivka Research Station of SE Institute of Grain Crops of NAAS during 2022–2024. The climate of the research area, located in the Northern Steppe of Ukraine, is moderately continental, characterized by drought and unstable moisture conditions. The soil cover of the experimental plots is ordinary low-humus heavy loam chernozem. In the arable soil layer (0–30 cm), the humus content is 4.0–4.5 %, nitrate nitrogen content is 30.5 mg/kg (DSTU 4729:2007), mobile phosphorus and potassium compounds of 125 and 145 mg/kg, respectively, according to the modified Chirikov's method (DSTU 4115–2002), and the pH of the water extract is 6.5–7.0. The experiment was carried out after the winter wheat. The spring barley variety Sviatomykhailivskyi, bred by the Institute of Agriculture of the Steppe of NAAS, was grown using generally accepted farming techniques for the zone. According to the experimental design, nitrogen (ammonium nitrate) and complete mineral fertilizers (NPK) were applied broadcast under pre-sowing cultivation at rates of 30, 45, and 60 kg a.i./ha in spring, followed by root feeding with ammonium nitrate at rates of 30, 45, and 60 kg/ha at the full seedling stage. **Results.** Over three years of research, it was found that the incorporation of mineral fertilisers in pre-sowing cultivation at rates of  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  and root feeding with nitrogen fertilizer at rates of  $N_{30}$ ,  $N_{45}$  and  $N_{60}$  at the full seedling stage ensured an increase in plant height by 0.3–3.6 cm, tillering coefficient by 0.15–0.31, ear length by 0.1–1.0 cm, grain content per ear by 0.1–1.2 grains, and 1000-grain weight by 0.2–1.9 g. The abovementioned positively influenced the formation of spring barley grain yield, which increased by 0.08–1.33 t/ha depending on the method of application, composition and amount of nutrients in fertilisers. **Conclusions.** In the cultivation technology of spring barley variety Sviatomykhailivskyi, it was found that the most effective method was pre-sowing fertilization at a rate of  $N_{60}P_{60}K_{60}$  and additional root feeding with ammonium nitrate  $N_{60}$  at the full seedling stage, where the grain yield reached 3.86 t/ha and exceeded the result of the no-fertilizer option by 1.33 t/ha or 52.3 %. It was established that root feeding at a rate of  $N_{45}$  against a background of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , and the double application of only ammonium nitrate at the  $N_{60}$  under pre-sowing cultivation and at the full seedling stage resulted in the formation of an equally high grain yield of 3.60 t/ha and 3.64 t/ha, respectively, which is 1.11 and 1.07 t/ha (43.9 and 21.3 %) higher compared to the control, respectively.

**Key words:** *spring barley, predecessor, fertilised background, root feeding, biometric indicators, yield attributes, grain yield*