

## ВПЛИВ ДОЗ І СПІВВІДНОШЕНЬ ДОБРИВУ ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

**Г. М. ГОСПОДАРЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук

**І. В. ПРОКОПЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук

**В. П. БОЙКО**, викладач

Уманський національний університет садівництва

*В статті висвітлено результати досліджень впливу тривалого (8 років) застосування різних доз і співвідношень добрив на чорноземі опідзоленому в польовій сівозміні в умовах Правобережного Лісостепу України на врожайність і якість зерна ячменю ярого, попередником якого була кукурудза.*

***Ключові слова:** доза мінеральних добрив, чорнозем опідзолений, ячмінь ярий, врожайність, натура зерна, маса 1000 зерен, протеїн.*

**Постановка проблеми.** Для подальшого розвитку теоретичних положень оптимізації системи удобрення сільськогосподарських культур у сівозміні та розроблення практичних рекомендацій із застосування добрив, необхідно встановити, який елемент або елементи живлення, обумовлюють їх ефективність [8]. Тому проблема підвищення врожайності та якості зерна ячменю ярого залишається актуальною, особливо за умов недостатнього застосування добрив в оптимальному співвідношенні елементів живлення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Реалізувати потенційну продуктивність сільськогосподарських культур слід не за допомогою високих доз добрив, а оптимізацією всіх властивостей і життєвих процесів у ґрунті, що забезпечують відновлення його родючості, створення поживного, водного, повітряного режимів відповідно до біологічних вимог рослин і оптимального

рівня біологічної активності ґрунту за відсутності негативного зсуву мікробіоценозів [10]. Дози мінеральних добрив повинні відповідати збалансованому живленню рослин всіма біогенними елементами з урахуванням екологічних наслідків їх застосування. Оптимізація доз добрив під окремі культури у спеціалізованих сівозмінах вимагає подальшого вдосконалення методів ґрунтової і комплексної діагностики потреби культур в окремих елементах. Всі ці питання вимагають подальшого розширення та поглиблення комплексних досліджень, особливо в стаціонарних агрохімічних дослідках.

У поширених нині короткоротаційних польових сівозмінах зі значним насиченням зерновими культурами вплив систем удобрення з різними дозами ті співвідношеннями елементів живлення на врожай та якість зерна ячменю ярого вивчений недостатньо.

**Мета статті.** Встановити вплив доз і співвідношень добрив у польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому та погодних умов року на формування врожаю та основних показників якості зерна ячменю ярого.

**Методика дослідження.** Дослідження проведено в умовах стаціонарного польового досліді [13], закладеному у 2011 році, розміщеному в Правобережному Лісостепу України з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи (табл. 1).

Розміщення варіантів у досліді послідовне. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур 4-пільної польової сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя) і виявляти вплив агрометеорологічних чинників на їх продуктивність та ефективність добрив. Висівали ячмінь ярий сорту Командор. Повторення досліді триразове. Загальна площа дослідної ділянки 110 м<sup>2</sup>, облікова – 72 м<sup>2</sup>. Фосфорні (суперфосфат гранульований) і калійні добрива (калій хлористий) вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні (аміачна селітра) – під передпосівну культивуацію та в підживлення пшениці озимої. Нетоварну частину врожаю культур сівозміни (солома, стебелиння) залишали на полі на добриво.

У варіанті досліду виробничого контролю доза добрив ( $N_{110}P_{60}K_{80}$ ) розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення запланованим урожаєм культурами сівозмінні. Схему досліду складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук за методом Корнфілда) – низький, рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова) – підвищений,  $pH_{KCl}$  – 5,7.

Збирання врожаю зерна ячменю ярого проводили прямим комбайнуванням. У зерні вміст протеїну визначали за ДСТУ 4117 [5], масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520 [7], натуру зерна – за ДСТУ 4233 [6].

Для якісного оцінювання тісноти зв'язку між досліджуваними чинниками використовували коефіцієнт кореляції за шкалою R. E. Chaddock [12]: 0,1–0,3 – незначний; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1 – функціональний. Коефіцієнт стабільності досліджуваних показників розраховували за такою формулою:  $K_{stab} = V_{сер} : (max - min)$ , де:  $V_{сер}$  – показник середньої величини;  $max - min$  – різниця між максимальним і мінімальним значенням показника в досліді. Узагальнений показник якості зерна розраховували за методом Ацці.

**Результати досліджень.** Продуктивність сільськогосподарських культур є найбільш мінливим й інтегральним показником їх життєдіяльності в якому акумулюється їх генетичний потенціал, родючість ґрунту, погодні умови і елементи технології вирощування. Ячмінь ярий найінтенсивніше засвоює поживні речовини упродовж короткого проміжку часу – від фази кущіння до початку колосіння (25–30 діб), тому добре реагує на внесення мінеральних добрив і їх післядію [3]. Проте є дані [14], що ячмінь досить стійка культура до стресових умов середовища, не проявляє депресії, але й слабо збільшує врожайність за високих доз мінеральних добрив. Величина приросту врожайності інтенсивно зростає до рівня  $N_{60}P_{90}K_{60}$ , а з подальшим збільшенням доз темпи приросту різко знижуються і в інтервалі  $N_{100}P_{150}K_{100}$  до  $N_{160}P_{240}K_{160}$

можуть бути лише 0,1 т/га. Тому окупність 1 кг NPK приростами урожаю зерна дуже різко зменшуються з підвищенням дози мінеральних добрив, а оптимальна знаходиться в межах  $N_{20-60}P_{30-90}K_{20-60}$ .

У Східному Лісостепу на чорноземі типовому найдоцільнішим було внесення під ячмінь  $N_{40}P_{40}K_{40}$ , що забезпечує найвищий приріст врожаю зерна (1,1 т/га) порівняно з окремими видами добрив, так і за їх парних поєднань. При цьому азотні добрива обумовили 53 % приросту врожаю від сумарної дії NPK, фосфорні – 35, а калійні – 12 %. Крім того, азотні добрива є не тільки засобом підвищення врожайності, але й необхідною передумовою (фоном) для ефективного застосування фосфорних і калійних добрив [14].

Як показали проведенні дослідження, врожайність ячменю ярого змінювалась від 3,29 до 6,10 т/га залежно від погодних умов вегетаційного періоду та особливостей застосування добрив у польовій сівозміні (табл. 1).

У 2016 році вегетація ячменю ярого проходила в досить контрастних умовах. Так, з травня до другої декади червня випала надмірна кількість опадів, що призвело до формування великої вегетативної маси. Починаючи з третьої декади червня, встановилась жарка і суха погода, проте завдяки достатньому зволоженню в попередній період негативного впливу на врожайність ячменю ярого вона не мала, тому продуктивність культури у цьому році була найвищою.

Добрива позитивно впливали на приріст врожайності пшениці озимої. У 2017 році склалися складні погодні умови. Починаючи вже з січня і до кінця вегетації кількість опадів (за виключенням квітня) була нижчою за середні багаторічні дані. Це негативно вплинуло на формування врожаю ячменю ярого порівняно з попереднім роком. Нестійкі умови зволоження були і в 2018 р.

Систематичне застосування добрив у сівозміні сприяло підвищенню врожайності зерна на 0,56–2,05 т/га залежно від варіанту дослідів. Найвищий його приріст був одержаний у варіанті дослідів, де дози добрив розраховано з урахуванням витрат поживних речовин на формування планованого врожаю сільськогосподарських культур ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ).

**Табл. 1. Вплив доз і співвідношень добрив у польовій сівозміні на  
врожайність ячменю ярого, т/га**

Варіант досліджу – внесено добрив		Рік дослідження			Середня за три роки	Зміна врожайності, ± т/га	
на 1 га площі сівозміни	під ячмінь ярий	2016	2017	2018		1 *	2
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	3,44	3,29	3,40	3,37	–	–2,05
N <sub>55</sub>	N <sub>35</sub>	4,46	3,70	3,65	3,93	0,56	–1,49
N <sub>110</sub>	N <sub>70</sub>	5,06	3,92	3,81	4,26	0,89	–1,16
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	4,48	3,65	4,02	4,05	0,68	–1,37
N <sub>110</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	5,37	4,54	3,94	4,61	1,24	–0,81
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>70</sub> P <sub>60</sub>	5,65	5,55	4,29	5,16	1,79	–0,26
N <sub>55</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>35</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	5,40	5,29	4,10	4,93	1,56	–0,49
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	6,10	5,78	4,38	5,42	2,05	–
N <sub>110</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	5,75	5,46	4,21	5,14	1,77	0,28
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>35</sub>	5,91	5,61	4,36	5,29	1,92	–0,13
N <sub>110</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>70</sub>	5,84	5,66	4,28	5,26	1,89	–0,16
НІР <sub>05</sub>		0,28	0,27	0,22	—	—	—

Примітка. 1\* – порівняно з абсолютним контролем, 2 – з виробничим контролем (N<sub>110</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub>).

При цьому слід зазначити, що в середньому за три роки проведення досліджень у варіантах досліджу N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>; N<sub>70</sub>P<sub>30</sub>K<sub>35</sub>; N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>35</sub> і N<sub>70</sub>P<sub>30</sub>K<sub>70</sub> відмічено лише тенденцію до зниження врожайності. Тобто ячмінь ярий може ефективно використовувати післядію добрив, внесених під попередник і не потребує високих доз добрив.

З основних елементів живлення ячмінь ярий найбільше реагує на азот. Приріст урожайності порівняно з фосфорно-калійним фоном становив 1,37 т/га або 34 %, тоді як від внесення фосфорних і калійних добрив на тлі парних комбінацій (NK і NP) – відповідно 18 і 5 %. Тому система застосування добрив

під ячмінь ярий у першу чергу повинна бути направлена на оптимізацію азотного живлення рослин.

Внесення вдвічі менших доз основних елементів живлення з мінеральними добривами у польовій сівозміні (варіант  $N_{35}P_{30}K_{35}$ ) знижувало врожайність ячменю ярого в середньому за три роки досліджень на 0,49 т/га або на 9 %.

Отже, ячмінь ярий слабо збільшує врожайність на тлі високої родючості ґрунту та високих доз мінеральних добрив. Рівень його врожайності залежно від насиченості сівозміни мінеральними добривами виражається таким рівнянням:

$$y = 0,0083x + 3,4355, R^2 = 0,82,$$

де  $x$  – сума  $N + P_2O_5 + K_2O$  мінеральних добрив на 1 га площі сівозміни.

Поряд з урожаєм, добрива мають значний вплив на якість зерна ячменю ярого. Встановлено, що під впливом зростаючих доз азотних добрив (0–20–40–60 кг/га д. р.) зменшується однорідність зерна ячменя ярого, маса 1000 зерен, але зростає вміст протеїну [4, 9]. Внесення азотних добрив понад 30 кг/га д. р. (дози 60 та 90 кг/га) зменшує відповідно однорідність зерна на 4,4 і 8,5 % та збільшує вміст протеїну – на 1,2 та 3,1 % [1]. Внесення  $K_{30}$  і  $K_{60}$  на тлі  $N_{30}$  знижувало вміст білка відповідно на 0,56 і 0,12 %, а за дози  $K_{60}$  і  $K_{120}$  на тлі  $N_{60}$  виявляється стійка тенденція до зниження вмісту протеїну [11]. Заміна фосфору на калій у системі удобрення може стримувати накопичення протеїну в зерні ячменю ярого на тлі суттєвого збільшення врожайності (10,6 % за  $N_{45}K_{60}$  і 11,6 % за  $N_{45}P_{60}$ ) [14].

Дослідженнями встановлено, що застосування мінеральних добрив мало суттєвий вплив на формування якості зерна ячменю ярого (табл. 2). Натура зерна, за виключенням варіантів  $N_{75}$  і  $P_{60}K_{80}$ , підвищувалась. Невисокі дози мінеральних добрив також сприяли підвищенню маси 1000 зерен.

**Табл. 2. Якість зерна ячменю ярого залежно від доз і співвідношень добрив у польовій сівозміні, 2016–2018 рр.**

Варіант досліджу	Натура зерна, г/л	Маса 1000 зерен, г	Вміст, %		Узагальнений показник якості, %
			протеїну	крохмалю	
Без добрив (контроль)	532	43,2	10,6	54,1	92,8
N <sub>35</sub>	552	44,3	10,7	53,8	94,5
N <sub>70</sub>	564	45,0	10,8	53,6	95,3
P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	546	43,7	10,7	54,1	94,0
N <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	602	45,4	10,9	53,6	97,0
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub>	613	46,3	11,0	53,5	98,5
N <sub>35</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	623	47,1	10,8	53,8	98,8
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	613	45,3	11,2	53,5	98,0
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	601	46,2	11,1	53,4	97,8
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>35</sub>	610	45,7	11,2	53,5	98,3
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>70</sub>	604	46,2	11,1	53,4	98,0
<i>НІР<sub>05</sub></i>	<i>21–26</i>	<i>2,1–2,7</i>	<i>04–0,6</i>	<i>2,5–2,7</i>	—

Маса 1000 зерен ячменю ярого значно залежала від рівня азотного живлення і найбільшою була у варіанті N<sub>35</sub>P<sub>30</sub>K<sub>35</sub>, що 9 % перевищувало абсолютний контроль. З підвищення дози повного мінерального добрива відмічено тенденцію до зниження маси 1000 зерен. Це пояснюється збільшенням кількості зерен на рослині. Між масою 1000 зерен і його натурою встановлено високу кореляційну залежність ( $R^2 = 0,85$ ), а між урожайністю і масою 1000 зерен – істотну кореляційну залежність ( $R^2 = 0,70$ ).

Вміст протеїну в зерні ячменю ярого підвищувався з покращення азотного живлення рослин. При цьому слід зазначити, що за середньорічного внесення в сівозміні N<sub>35</sub> відмічено лише тенденцію підвищення його вмісту. З підвищення вмісту протеїну в зерні – зменшується вміст крохмалю. Між цими

показниками встановлено обернену високу кореляційну залежність ( $R^2 = -0,76$ ).

З показників якості зерна ячменю ярого найбільше змінювались під впливом удобрення вміст крохмалю та натура зерна (коефіцієнт стабільності відповідно 4,9 і 6,5), а найменше – маса 1000 зерен (11,6). За узагальненим показником якості, розрахованим за системою величин Ацці, зерно ячменю ярого найкращої якості формувалося у варіантах дослідів з внесенням під нього  $N_{35}P_{30}K_{35}$ , а на 1 га площі сівозміни –  $N_{55}P_{30}K_{40}$ .

**Висновки.** Застосування різних доз і співвідношень мінеральних добрив на чорноземі опідзоленому в польовій сівозміні Правобережного Лісостепу сприяє підвищенню врожайності зерна ячменю ярого на 17–61 %. Найвищі показники врожайності (5,22 т/га) забезпечує застосування мінеральних добрив дозою  $N_{110}P_{60}K_{80}$  на 1 га площі сівозміни, у тому числі під ячмінь ярий –  $N_{70}P_{60}K_{70}$ . Виключення з повного удобрення ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ) азотної складової знижує врожай ячменю ярого на 25 %, фосфорної – на 15, а калійної лише на 5 %.

За узагальненим показником якості зерна ячменю ярого кращою виявилось доза із внесенням на 1 га площі сівозміни  $N_{55}P_{30}K_{40}$ . За цієї дози мінеральних добрив натура й маса 1000 зерен формується найбільшою. Зі збільшенням доз азотних, фосфорних і калійних добрив удвічі в зерні збільшується вміст протеїну.

## Література

1. Алабушев А. В. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового ячменя: методические рекомендации / А. В. Алабушев, Е. Г. Филипов, В. И. Щербаков [и др.] Москва: ФГНУ Росинфомагротех, 2009. 60 с.
2. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. Москва: Изд-во иностранной литературы, 1959. С. 242–243.



3. Господаренко Г. М. Удобрення сільськогосподарських культур. Київ: Вища освіта, 2016. 259 с.
4. Господаренко Г. М., Стасіневич О. Ю. Урожайність і якість зерна сортів ярого ячменю за тривалого застосування добрив у польовій сівоzmіні. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2006. Спец. вип. 4(37). С. 39–40.
5. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. [Чинний від 2007–08–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 4 с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ 4233:2003. Зернові культури. Визначання об'ємної щільності, так званої «маси на гектолітр» (Контрольний метод) (ISO 7971:1986, MOD). [Чинний від 2005-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України 2006. 10 с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ ISO 520:2015 (ISO 520:2010, IDT) Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен [Чинний від 2016-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 4 с.
8. Єщенко В. О., Опришко В. П. Екологічні основи проектування польових сівоzmін. *Зб. наук. праць Уманського с.-г. інституту*. Київ: Сільгоспосвіта, 1994. С. 31–36.
9. Кириєнко Г. С. Вплив удобрення на урожайність і якість зерна пивоварного ячменю в умовах Західного Лісостепу. *Землеробство*. 2007. Вип. 79. С. 99–103.
10. Минеев В. Г., Ремпе Е. Х. Экологические последствия длительного применения повышенных и высоких доз минеральных удобрений. *Агрохимия*. 1991. № 3. С. 35–48.
11. Пасынков А. В. Урожайность и пивоварные качества зерна различных сортов ячменя в зависимости от дозы соотношения азотных и калийных удобрений. *Агрохимия*. 2002. №7. С. 25–31.
12. Синицький О. М., Батюк О. Я. Економетія. Львів: Сполом, 2011. 210 с.

13. Стаціонарні польові досліді України. Київ: Аграрна наука, 2014. 146 с.

14. Управління якістю зерна ячменю; рекомендації. За ред. М. М. Мірошниченка. Харків: Вид-во Харківського НАУ, 2010. 56 с.

## References

1. Alabushev A. V. Promising resource-saving technology for the production of spring barley: guidelines / A. B. Alabushev, E. G. Filipov, V. I. Shcherbakov [et al.] Moscow: Federal State Institution Rosinfomagroteh, 2009. 60 p.

2. Attsi J. Agricultural Ecology. Moscow: Publishing House of Foreign Literature, 1959. pp. 242–243.

3. Hospodarenko H.M. Fertilization of crops. Kyiv: Higher Education, 2016. 259 p.

4. Hospodarenko H.M., Stasinevich A.Y. Yield and quality of grain of spring barley varieties for long-term use of fertilizers in field crop rotation. Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea. Nikolaev, 2006. Special. vol. 4 (37). Vol. 1, pp. 39–40.

5. DSTU 4117: 2007. Grain and its products. Determination of quality indices by infrared spectroscopy. [Effective 2007–08–01]. Kyiv: State Consumer Standard of Ukraine, 2007. 4 p. (National Standard of Ukraine).

6. DSTU 4233: 2003. Cereals. Determination of the bulk density, the so-called "mass per hectolitre" (Control method) (ISO 7971: 1986, MOD). [Valid from 2005-07-01]. Kyiv: State Consumer Standard of Ukraine 2006. 10 p. (National Standard of Ukraine).

7. DSTU ISO 520: 2015 (ISO 520: 2010, IDT) Cereals and legumes. Determination of the mass of 1000 grains [Valid from 2016-01-01]. Kyiv: State Consumer Standard of Ukraine, 2015. 4 p.

8. Yeshchenko V.O., Opryshko V.P. Ecological bases of field crop rotation design. Coll. of sciences. works of the Umansky agricultural community. of the Institute. Kiev: Agricultural, 1994. pp. 31–36.

9. Kiryenko G.S. Influence of fertilizer on the yield and quality of brewery barley grain in the Western Forest Steppe. *Agriculture*. 2007. Iss. 79. pp. 99–103.

12 Mineev V. G., Rempe E. Kh. Ecological consequences of prolonged use of elevated and high doses of mineral fertilizers. *Agrochemistry*. 1991. No 3. S. 35–48.

11. Pasyukov A. V. Productivity and brewing quality of grain of various varieties of barley, depending on the dose ratio of nitrogen and potassium fertilizers. *Agrochemistry*. 2002. No 7. pp. 25–31.

12. Synytskyi O.M., Batiuk O. Ya. *Econometrics*. Lviv: Spom, 2011. 210 p.

13. Stationary field experiments of Ukraine. Kyiv: Agrarian Science, 2014. 146 p.

14. Barley grain quality management; recommendations. Edited M.M. Miroshnichenko. Kharkov: Journal of Kharkiv NAU, 2010. 56 p.

### ***Аннотация***

***Господаренко Г. Н., Прокопчук И. В., Бойко В. П.***

***Влияние доз и соотношений удобрений в полевом севообороте на урожайность и качество зерна ячменя ярового***

*Освещены результаты исследований влияния длительного (8 лет) применения различных доз и соотношений удобрений на черноземе оподзоленном в полевом севообороте в условиях Правобережной Лесостепи Украины на урожайность и качество зерна ячменя ярового, предшественником которого была кукуруза.*

*Систематическое применение удобрений в севообороте способствовало повышению урожайности зерна на 0,56–2,05 т/га в зависимости от варианта опыта. Самый высокий его прирост был получен в варианте опыта, где дозы удобрений рассчитаны с учетом затрат питательных веществ на формирование планируемого урожая сельскохозяйственных культур ( $N_{110}P_{60}K_{80}$  на 1 га площади севооборота и под ячмень –  $N_{70}P_{60}K_{70}$ ). При этом следует отметить, что в среднем за три года исследований в вариантах опыта  $N_{70}P_{60}$ ;*

$N_{70}P_{30}K_{35}$ ;  $N_{70}P_{60}K_{35}$  и  $N_{70}P_{30}K_{70}$  отмечено лишь тенденцию к снижению урожайности. То есть ячмень яровой может эффективно использовать последствие удобрений, внесенных под предшественник и не требует высоких доз удобрений.

Выяснено, что за счет различных доз, соотношений и видов удобрений можно повысить урожайность культуры на 17–61 %. Самые высокие показатели урожайности зерна за три года исследований (5,22 т/га) получены при внесении минеральных удобрений дозой  $N_{110}P_{60}K_{80}$  на 1 га площади севооборота, в том числе под ячмень –  $N_{70}P_{60}K_{70}$ . Исключение из полного удобрения ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ) азотной составляющей снижает его урожайность на 25 %, фосфорной – на 15, а калийной лишь на 5 %.

Натура и масса 1000 зёрен формируется крупнейшей за внесением на 1 га площади севооборота  $N_{55}P_{30}K_{40}$ , а непосредственно под ячмень –  $N_{35}P_{30}K_{35}$ . На увеличение содержание протеина в зерне из основных элементов питания больше всего влияет азот. Однако также было установлено, что повышение содержания протеина в зерне уменьшается содержание крахмала. Между этими показателями установлена обратная высокую корреляционную зависимость ( $R^2 = -0,76$ ).

**Ключевые слова:** доза минеральных удобрений, чернозем оподзоленный, ячмень яровой, урожайность, натура зерна, масса 1000 зерен, протеин.

### **Annotation**

**Hospogarenko H. M., Prokopchuk I. V., Boyko V. P.**

***The effect of doses and ratios of fertilizers in the field crop rotation on the yield and quality of spring barley grain***

*The results of a long-term (8 years) application effect of different doses and ratios of fertilizers on podzolized chernozem in a field crop rotation under the conditions of the Right-bank forest steppe of Ukraine on the yield and quality of spring barley grain, the precursor of which was corn, were highlighted.*

*Systematic application of fertilizers in crop rotation contributed to the increase of grain yield by 0.56-2.05 t/ha depending on the variant of experiment. Its highest increase was obtained in the variant of experiment, where fertilizer doses were calculated, taking into account the nutrient costs on the formation of planned crop yield ( $N_{110}P_{60}K_{80}$  per 1 ha of crop rotation area and on spring barley –  $N_{70}P_{60}K_{70}$ ). It should be noted that, on average, for three years of research in  $N_{70}P_{60}$ ,  $N_{70}P_{30}K_{35}$ ,  $N_{70}P_{60}K_{35}$  i  $N_{70}P_{30}K_{70}$  experiment variants only a downward yield trend was registered. That is, spring barley can effectively use the aftereffect of fertilizers applied before its precursor and does not require high doses of fertilizers.*

*It was found that different doses, ratios and types of fertilizers can increase crop yield by 17–61 %. The highest grain yields for three years of research (5,22 t/ha) were obtained for application of mineral fertilizers with a dose of  $N_{110}P_{60}K_{80}$  per 1 ha of crop rotation area, including spring barley –  $N_{70}P_{60}K_{70}$ . An exception of the nitrogen component from the full fertilizer ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ) reduces its yield by 25 %, phosphorous – by 15 %, and potassium by only 5 %.*

*The nature and mass of 1000 grains is largely formed by application of  $N_{55}P_{30}K_{40}$  on 1 ha of crop rotation area, and under spring barley directly -  $N_{35}P_{30}K_{35}$ . Increase in grain protein content from the essential nutrients is mostly influenced by nitrogen. However, it has also been found that increase in grain protein content causes starch content decreases. A high invert correlation dependence ( $R^2 = -0.76$ ) between these indicators was established.*

**Keywords:** *dose of mineral fertilizers, chernozem podzolized, spring barley, yield, grain nature, 1000 grains weight, protein.*