

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ГОЛОЗЕРНОГО

**Г. М. ГОСПОДАРЕНКО**<sup>1</sup>, доктор сільськогосподарських наук  
**В. В. ЛЮБИЧ**<sup>1</sup>, доктор сільськогосподарських наук  
**В. С. ГАВРИЛЕНКО**<sup>1</sup>, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)  
**В. О. ПРИХОДЬКО**<sup>1</sup>, кандидат сільськогосподарських наук  
**С. П. КРИКУН**<sup>1</sup>, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)  
**Л. В. ХУДОЛІЙ**<sup>2</sup>, кандидат сільськогосподарських наук  
**Я. Ю. ТОВСТЕНКО**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Уманський національний університет садівництва

<sup>2</sup> Український інститут експертизи сортів рослин

<sup>3</sup> ТОВ «Іверія Агро»

*Наведено формування якості зерна ячменю ярого голозерного (вміст білка, вміст крохмалю, натура зерна) за тривалого застосування різних систем удобрення. У середньому за три роки проведення досліджень на ділянках без добрив вміст білка становить 15,5 % і підвищується в інших варіантах досліду залежно від доз, видів мінеральних добрив і їх поєднань на 1–10 %. При цьому застосування лише азотних добрив у дозі 35–70 кг/га д. р. сприяє підвищенню вмісту білка в зерні на 7–8 %. Внесення ж 70 кг/га азоту добрив на тлі P<sub>60</sub>K<sub>70</sub> значно ефективніше і підвищує вміст білка на 10 %.*

***Ключові слова:** ячмінь ярий голозерний, вміст білка, вміст крохмалю, натура зерна, системи удобрення.*

**Вступ.** Нині внутрішнє споживання, так і експортні поставки зерна ячменю голозерного в інші країни з року в рік зростають. Проте обсяги його реалізації визначаються відповідними вимогами щодо якості [1]. Як уже зазначалося, ячмінь ярий характеризується коротким вегетаційним періодом. Тому формування відповідної якості зерна визначається низкою чинників, зокрема ґрунтово-кліматичними умовами регіону, погодними умовами вегетації, попередником, технологією вирощування [2]. Серед агрозаходів провідне місце належить оптимізації умов мінерального живлення ячменю голозерного, оскільки рівень забезпеченості рослин макро- та мікроелементами дає можливість управляти показниками якості зерна, зокрема вмістом білка [3].

Вміст білка є важливим показником якості зерна ячменю голозерного. Це показник, який визначає його цільове призначення – для пивоваріння чи продовольче. Безпосередній вплив на формування білкової складової зерна має наявність у ґрунті азоту мінеральних сполук за оптимального живлення

фосфором і калієм [4, 5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ячмінь ярий вимогливий до умов мінерального живлення. Тому важливо створити оптимальні його умови, які забезпечать реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів ячменю голозерного в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [6].

Провідною галуззю сільського господарства в Україні є зерновиробництво. Для збільшення і стабілізації виробництва зерна в Україні значну увагу приділяють підвищенню врожайності всіх зернових культур, у тому числі ячменю. Ячмінь є стратегічно важливою продовольчою, кормовою та технічною культурою. Серед зернових культур за площами посіву ячмінь займає третє місце після кукурудзи і пшениці [7]. Значне поширення культури ячменю у світі і, зокрема, в Україні обумовлене його високою врожайністю, невибагливістю до умов вирощування та чутливістю до складових агротехнології [8].

За вирощування ячменю ярого на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу позакореневі підживлення посіву ячменю ярого добривом органічного походження Фертігрейн Фоліар на різних фонах мінерального живлення є ефективним заходом підвищення вмісту білка в зерні. Так, проведення підживлення на тлі мінеральних добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$  забезпечує вміст білка в зерні на рівні 11,5 %, що було найвищим показником у досліді. Приріст вмісту білка відносно фону (мінеральних добрив) становив 0,27 % [9]. У цих же умовах поєднання основного мінерального удобрення з позакореневим підживленням добривами органічного походження з умістом мікроелементів забезпечує підвищення врожаю зерна. Внесення Фрея–Аква на тлі мінеральних добрив  $N_{45}P_{45}K_{45}$  створює оптимальні умови живлення рослин, що сприяє отриманню найвищого показника їхньої висоти на рівні 84 см. Відносно контролю без підживлення добривами з умістом мікроелементів приріст висоти ячменю становив 2 см, а врожайність зерна підвищувалася на 0,33 т/га [10].

Мінеральні добрива не тільки підвищують урожайність ячменю, а й поліпшують якість зерна. Вміст білка є важливим показником якості зерна, який визначає цільове його призначення – продовольче або для пивоваріння. Безпосередній вплив на підвищення вмісту білка має кількість у ґрунті азоту мінеральних сполук за оптимальної забезпеченості фосфором і калієм [11, 12].

Отже, з проведеного огляду літературних джерел можна зробити висновок, що ячмінь добре реагує на внесення мінеральних добрив. Особливо важливо забезпечити оптимальне живлення рослин на початку вегетації. Більш пізніші кореневі та позакореневі підживлення менш ефективні. Ячмінь голозерний, порівняно з півчастим, має нижчий рівень урожайності, менше виносить елементів живлення з ґрунту. Тому може потребувати і менших доз внесення добрив. Ці питання є актуальними і потребують проведення додаткових досліджень у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

**Мета статті** – визначити технологічні параметри формування якості зерна ячменю ярого голозерного за різних систем удобрення в польовій сівозміні.

**Методика досліджень.** Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді

з географічними координатами за Гринвічем  $48^{\circ} 46'$  північної широти і  $30^{\circ} 14'$  східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського НУС. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліду триразове. Площа облікової ділянки  $25 \text{ м}^2$ . Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу  $3,8 \%$ , вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений,  $\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,7$ .

У варіанті досліду виробничого контролю ( $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$ ) доза добрив розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему досліду складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив і визначити оптимальне їх поєднання як у сівозміні, так і під окремі культури.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні включала такі варіанти (насиченість добривами 1 га площі сівозміни): без добрив (контроль),  $\text{N}_{75}$ ,  $\text{N}_{150}$ ,  $\text{P}_{60}\text{K}_{80}$ ,  $\text{N}_{150}\text{K}_{80}$ ,  $\text{N}_{150}\text{P}_{60}$ ,  $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{40}$ ,  $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$ ,  $\text{N}_{150}\text{P}_{30}\text{K}_{40}$ ,  $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{40}$ ,  $\text{N}_{150}\text{P}_{30}\text{K}_{80}$ . Відповідно до схеми досліду фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивуацію та в підживлення. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі на добриво. Вирощували ячмінь голозерний ярий (сорт Ахіллес). Показники якості зерна (вміст білка та крохмалю) визначали методом інфрачервоної спектроскопії.

Математичну обробку здійснювали методом дисперсійного аналізу однофакторного польового досліду, використовуючи пакет стандартних програм «Microsoft Excel 2003».

**Результати досліджень.** Як показали проведені дослідження, вміст білка в зерні ячменю голозерного значно залежав як від погодних умов вегетаційного періоду, так і від особливостей удобрення і змінювався в межах від  $13,9$  до  $20,3 \%$  (табл. 1).

У середньому за три роки проведення досліджень на ділянках без добрив він був  $15,5 \%$  і підвищувався в інших варіантах досліду залежно від доз, видів мінеральних добрив і їх поєднань на  $1$ – $10 \%$ . При цьому застосування лише азотних добрив у дозі  $35$ – $70 \text{ кг/га}$  д. р. сприяло підвищенню вмісту білка в зерні на  $7$ – $8 \%$ . Внесення ж  $70 \text{ кг/га}$  азоту добрив на тлі  $\text{P}_{60}\text{K}_{70}$  було значно ефективнішим і підвищувало вміст білка на  $10 \%$ .

За внесення лише фосфорних і калійних добрив (варіант досліду  $\text{P}_{60}\text{K}_{70}$ ) в усі роки проведення досліджень не було отримано достовірного приросту вмісту білка в зерні ячменю голозерного, тому можна вважати, що простежується лише тенденція його підвищення в середньому за три роки з  $15,5 \%$  до  $15,7 \%$ . З основних елементів живлення у складі повного мінерального добрива ( $\text{N}_{70}\text{P}_{60}\text{K}_{70}$ ) найбільше сприяла підвищенню вмісту білка азотна складова (на  $8 \%$ ), потім фосфорна і калійна – по  $2 \%$ . Зі зменшенням дози мінеральних добрив удвічі (варіант  $\text{N}_{35}\text{P}_{30}\text{K}_{35}$ ) вміст білка формувалася меншим на  $0,4$  абс.  $\%$ .

**Табл. 1. Вміст білка в зерні ячменю ярого голозерного та індекс його стабільності залежно від удобрення**

Варіант досліджу	Вміст білка, %				Індекс стабільності
	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє	
Без добрив (контроль)	14,1	14,2	18,2	15,5	0,77
N <sub>35</sub>	15,4	15,0	19,7	16,7	0,76
N <sub>70</sub>	14,2	15,6	20,1	16,6	0,71
P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	13,9	14,3	18,8	15,7	0,74
N <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	14,8	15,2	20,1	16,7	0,74
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub>	14,9	15,1	20,2	16,7	0,74
N <sub>35</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	14,7	15,4	19,8	16,6	0,74
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	14,9	15,8	20,3	17,0	0,73
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	14,5	15,6	20,1	16,7	0,72
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>35</sub>	14,7	15,7	20,2	16,9	0,73
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>70</sub>	14,6	15,6	20,3	16,8	0,72
<i>НІР<sub>05</sub></i>	<i>0,7</i>	<i>0,8</i>	<i>1,0</i>	–	–

Зі зменшенням у складі повного мінерального добрива (N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>70</sub>) вдвічі дози внесення фосфору, калію або обох цих елементів живлення спостерігалась лише тенденція до зменшення вмісту білка на 0,1–0,3 абс. %. Розрахунки показали, що індекс стабільності вмісту білка в зерні був найвищим у абсолютному контролі та за внесення лише азотних добрив у дозі 35 кг/га д. р. – 0,76–0,77. В інших варіантах досліджу він був у межах 0,72–0,74, за виключенням варіанту з внесенням лише азотних добрив у дозі 70 кг/га д. р.

Отже, зерно ячменю цього сорту завдяки голозерності, формуванню великої вегетативної маси і відносно невисокої урожайності зерна накопичує значну кількість білка.

Як видно з даних табл. 2, збір білка з одиниці площі посіву ячменю ярого голозерного завдяки оптимальному живленню рослин, створеному удобренням, може підвищуватися з 362 до 604 кг/га, або на 67 %. При цьому необхідно зазначити, що збір білка більше залежить від урожайності зерна, ніж вмісту від вмісту білка в зерні (коефіцієнт кореляції відповідно 0,95 і 0,73). Значний вплив на цей показник мали погодні умови вегетаційного періоду. Так, у варіанті досліджу без добрив збір білка змінювався в роки проведення досліджень від 277 до 462 кг/га, або на 67 %, а наприклад, у варіанті N<sub>70</sub>P<sub>30</sub>K<sub>35</sub> – від 415 до 810 кг/га або на 95 %. Це перш за все можна пояснити поляганням рослин за незбалансованого живлення основними елементами за більшої частки в повному удобренні азоту.

За відсутності у складі повного мінерального добрива азоту збір білка знижувався з 604 до 414 кг/га, або на 31 %, тоді як фосфору й калію – на 4 %. Зменшення дози мінеральних добрив удвічі – з N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>70</sub> до N<sub>35</sub>P<sub>30</sub>K<sub>35</sub> знижувало збір білка на 14 %.

**Табл. 2. Збір білка з урожаю зерна ячменю ярого голозерного залежно від удобрення, кг/га**

Варіант досліджу	Рік дослідження			Середнє
	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	462	277	346	362
N <sub>35</sub>	516	390	552	486
N <sub>70</sub>	447	485	643	525
P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	399	340	502	414
N <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	469	511	750	577
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub>	462	501	774	579
N <sub>35</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	462	428	673	521
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	441	545	826	604
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	415	527	810	584
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>35</sub>	435	532	818	595
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>70</sub>	435	532	806	591

Зменшення в складі повного мінерального добрива (N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>70</sub>) дози фосфору, калію або фосфору і калію – збір білка зменшувався неістотно (до 3 %).

Важливим показником якості зерна ячменю є вміст крохмалю. Як показали проведені дослідження, цей показник є більш стабільним і змінювався за роки проведення досліджень в менших межах – від 57,0 до 63,2 % (табл. 3).

**Табл. 3. Вміст крохмалю в зерні ячменю ярого голозерного залежно від удобрення, %**

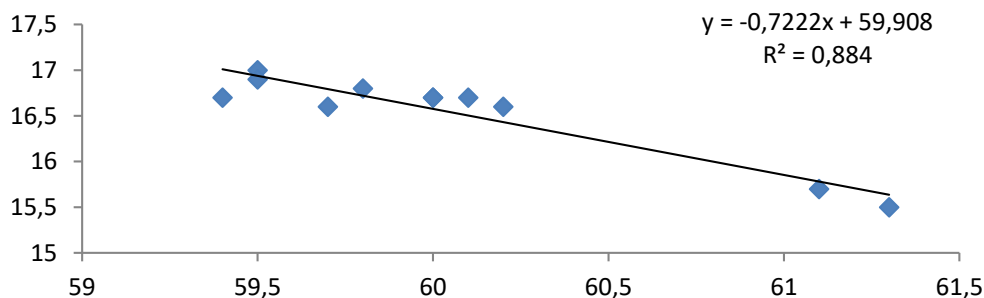
Варіант досліджу	Рік проведення дослідження			Середнє
	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	62,7	61,9	59,4	61,3
N <sub>35</sub>	61,0	60,7	58,6	60,1
N <sub>70</sub>	62,3	59,2	57,6	59,7
P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	63,2	61,1	58,9	61,1
N <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	62,1	60,1	57,8	60,0
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub>	62,2	60,0	57,9	60,0
N <sub>35</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	62,5	59,8	58,3	60,2
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	62,0	59,2	57,3	59,5
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	62,0	59,2	57,0	59,4
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>35</sub>	62,2	59,3	57,1	59,5
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>70</sub>	62,4	59,5	57,4	59,8
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>3,1</i>	<i>3,0</i>	<i>2,9</i>	–

Нижчий вміст крохмалю в зерні формувався за вищої його білковості. Встановлено дуже високий від'ємний кореляційний зв'язок між вмістом крохмалю та білка ( $r = -0,94$ ). У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$$y = -0,7222x + 59,908,$$

де  $y$  – вміст білка, %;

$x$  – вміст крохмалю, %.



**Рис. 1. Кореляційна залежність між вмістом крохмалю та вмістом білка в зерні ячменю ярого голозерного**

У середньому за три роки проведення досліджень вміст крохмалю в зерні ячменю голозерного був у межах 59,4–61,3 % залежно від особливостей удобрення. При цьому найбільший вплив на зниження вмісту крохмалю в зерні був за поліпшення мінерального живлення рослин, особливо азотного.

Збір крохмалю з урожаю зерна ячменю голозерного в більшій мірі залежав від погодних умов вегетаційного періоду, ніж від удобрення (табл. 4).

**Табл. 4. Збір крохмалю з урожаю зерна ячменю ярого голозерного залежно від удобрення, кг/га**

Варіант дослідю	Рік дослідження			Середнє
	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	2057	1207	1129	1464
N <sub>35</sub>	2044	1578	1641	1754
N <sub>70</sub>	1962	1841	1843	1882
P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	1814	1454	1573	1614
N <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	1969	2019	2156	2048
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub>	1928	1992	2218	2046
N <sub>35</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	1963	1662	1982	1869
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	1835	2042	2332	2070
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	1773	2001	2297	2024
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>35</sub>	1841	2010	2313	2055
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>70</sub>	1860	2029	2279	2056

У середньому за три роки проведення досліджень завдяки поліпшенню мінерального живлення рослин внесенням добрив він зростав з 1464 до 1754–2070 кг/га, або на 20–41 %. Зменшення дози повного мінерального удобрення вдвічі (до N<sub>35</sub>P<sub>30</sub>K<sub>35</sub>) знижувало збір крохмалю на 201 кг/га або на 10 %.

Відсутність у складі повного мінерального добрива (N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>70</sub>) фосфору, калію, або зменшення їх доз удвічі – відповідно до P<sub>30</sub> і K<sub>35</sub> не мало істотного впливу на збір крохмалю – зменшення становило лише 1–2 %. Необхідно також зазначити, що збір крохмалю з одиниці площі посіву ячменю голозерного в більшій мірі залежить від урожайності зерна, ніж від вмісту в ньому крохмалю – коефіцієнт кореляції відповідно становив 0,96 і 0,77.

Натура зерна є важливим показником його насінневих якостей, як сировини для пивоваріння, а також виготовлення харчових продуктів. Як показали проведені дослідження, натура зерна ячменю голозерного є досить стабільним показником і змінювалася в умовах проведення досліду від 722 до 797 г/л або лише на 10 % (табл. 5).

**Табл. 5. Натура зерна ячменю ярого голозерного залежно від удобрення, г/л**

Варіант досліду	Рік дослідження			Середнє
	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	773	791	746	770
N <sub>35</sub>	792	778	726	765
N <sub>70</sub>	773	775	722	757
P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	788	807	767	787
N <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	785	776	730	764
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub>	783	780	731	765
N <sub>35</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	792	785	735	771
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>70</sub>	793	797	736	775
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>35</sub>	783	791	735	770
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>35</sub>	791	792	737	773
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>70</sub>	789	793	736	773
<i>HIP<sub>05</sub></i>	39	40	35	–

Як видно з даних табл. 5, розбіжність у натурі зерна ячменю голозерного була ще меншою – від 757 до 787 г/л, або різнилася лише на 4 %. При цьому необхідно зазначити тенденцію зниження цього показника за поліпшення мінерального живлення рослин ячменю, особливо азотного.

**Висновки.** У середньому за три роки проведення досліджень на ділянках без добрив вміст білка становить 15,5 % і підвищується в інших варіантах досліду залежно від доз, видів мінеральних добрив і їх поєднань на 1–10 %. При цьому застосування лише азотних добрив у дозі 35–70 кг/га д. р. сприяє підвищенню вмісту білка в зерні на 7–8 %. Внесення ж 70 кг/га азоту добрив на тлі P<sub>60</sub>K<sub>70</sub> значно ефективніше і підвищує вміст білка на 10 %.

За внесення лише фосфорних і калійних добрив (варіант дослідів  $P_{60}K_{70}$ ) в усі роки проведення досліджень не отримано достовірного приросту вмісту білка в зерні ячменю голозерного, тому можна вважати, що простежується лише тенденція його підвищення в середньому за три роки з 15,5 % до 15,7 %.

З основних елементів живлення у складі повного мінерального добрива ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ) найбільше сприяє підвищенню вмісту білка азотна складова (на 8 %), потім фосфорна і калійна – по 2 %. Зі зменшенням дози мінеральних добрив удвічі (варіант  $N_{35}P_{30}K_{35}$ ) вміст білка формується меншим на 0,4 абс. %. Зі зменшенням у складі повного мінерального добрива ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ) вдвічі дози внесення фосфору, калію або обох цих елементів живлення спостерігається лише тенденція до зменшення вмісту білка на 0,1–0,3 абс. %.

У середньому за три роки проведення досліджень вміст крохмалю в зерні ячменю голозерного становить 59,4–61,3 % залежно від особливостей удобрення. При цьому найбільший вплив на зниження вмісту крохмалю в зерні має поліпшення мінерального живлення рослин, особливо азотного.

Збір крохмалю з урожаю зерна ячменю голозерного в більшій мірі залежить від погодних умов вегетаційного періоду, ніж від удобрення. У середньому за три роки проведення досліджень завдяки поліпшенню мінерального живлення рослин внесенням добрив він зростає з 1464 до 1754–2070 кг/га, або на 20–41 %. Зменшення дози повного мінерального удобрення вдвічі (до  $N_{35}P_{30}K_{35}$ ) знижує збір крохмалю на 201 кг/га або на 10 %.

### **Література:**

1. Вислободська М., Данилюк В., Бідна Л., Вурдик П. Формування урожайності та якості зерна ярого ячменю залежно від рівня мінерального живлення. *Вісник Львівського нац. аграр. університету*. 2013. № 17 (1). С. 166–170.
2. Господаренко Г. М., Любич В. В., Бурляй О. Л., Притуляк Р. М. Агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого за різних доз азотних добрив і їх поєднання з іншими видами мінеральних добрив. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 18–22.
3. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
4. Бомба М. Я. Формування врожаю ярого ячменю в Україні. *Зернові культури*. 2001. № 2. С. 22–24.
5. Господаренко Г. М., Любич В. В., Олійник О. О. Анізотропні властивості питомої активності радіонуклідів ґрунту та зерна пшениці м'якої озимої за тривалого застосування добрив. *Збірник Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 242–252.
6. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №3. С. 18–24.
7. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ Українські технології, 2010. С. 308–321.
8. Гудзенко В. М., Васильківський С. П. Урожайність ячменю ярого залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду у Центральному



Лісостепу України. *Агробіологія*. 2016. № 2. С. 11–17.

9. Вега Н. І. Вміст білка в зерні ячменю ярого залежно від фону мінерального живлення на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу. *Вісник Львівського НАУ. Агрономія*. 2021. Вип. 25. С. 154–157.

10. Вега Н. І. Закономірності зміни висоти рослин та формування урожайності ячменю ярого під впливом мінеральних добрив і позакореневих підживлень у Західному Лісостепу. *Вісник Львівського НАУ. Агрономія*. 2021. Вип. 23. С. 249–252.

11. Шкатула Ю. М., Козаченко М. І. Оптимізація технологічних прийомів вирощування ячменю озимого в умовах дослідного поля ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 22. С. 56–71.

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

### References:

1. Vyslobodska, M., Danylyuk, V., Bidna, L., Wurdyk, P. (2013). Formation of yield and grain quality of spring barley depending on the level of mineral nutrition. *Visnyk Lviv NAU*, no. 17 (1), pp. 166–170. [in Ukrainian].

2. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Burlyai, O. L., Prytulyak, R. M. (2022). Agrochemical properties of podzolized chernozem with different doses of nitrogen fertilizers and their combination with other types of mineral fertilizers. *Agrarian innovations*, no. 14, pp. 18–22. [in Ukrainian].

3. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, no. 95, pp. 46–161. [in Ukrainian].

4. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Oliynyk, O. O. (2022). Anisotropic properties of the specific activity of soil radionuclides and soft winter wheat grain during long-term fertilizer application. *Collection of the Uman NUS*, no. 100, pp. 242–252. [in Ukrainian].

5. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Oliynyk, O. O. (2022). Anisotropic properties of the specific activity of soil radionuclides and soft winter wheat grain during long-term fertilizer application. *Collection of the Uman NUS*, no. 100, pp. 242–252. [in Ukrainian].

6. Liubych, V. V. (2017). The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines. *Bulletin of Poltava SAA*, no. 3, pp. 18–24. [in Ukrainian].

7. Lykhochvor, V. V., Petrychenko, V. F. (2010). Planting. Technologies for growing agricultural crops. Lviv: NVF Ukrainian Technologies. Pp. 308–321. [in Ukrainian].

8. Gudzenko, V. M., Vasytkivskyi, S. P. (2016). Yield of spring barley depending on hydrothermal conditions of the growing season in the Central Forest Steppe of Ukraine. *Agrobiologia*, no. 2, pp. 11–17. [in Ukrainian].

9. Vega, N. I. (2021). The protein content of spring barley grains depending on the background of mineral nutrition on the dark gray podsolized soil of the Western Forest Steppe. *Bulletin of Lviv NAU. Agronomy*, no. 25, pp. 154–157. [in Ukrainian].

10. Vega, N. I. (2021). Patterns of changes in plant height and yield formation of spring barley under the influence of mineral fertilizers and foliar fertilization in the Western Forest Steppe. *Bulletin of Lviv NAU. Agronomy*, no. 23, pp. 249–252. [in Ukrainian].

11. Shkatula, Yu. M., Kozachenko, M. I. (2021). Optimization of technological methods of growing winter barley in the conditions of the experimental field of VNAU. *Agriculture and forestry*, no. 22, pp.56–71. [in Ukrainian].

12. Lyubich, V. V., Nevlad, V. I., Martyniuk, A.T. (2022). Productivity of spring triticale under different doses of nitrogen fertilizers. *Agrobiology*, no. 1, pp. 152–159. [in Ukrainian].

### *Annotation*

**Gospodarenko G. M., Liubych V. V., Gavrylenko V. S., Prykhodko V. O., Khudolii L. V., Tovstenko Ia. Iu., Krykun S. P.**

#### ***Technological parametres of formation of grain quality of spring barley***

**Goal.** *To determine the technological parameters of grain quality formation of spring bare barley under different fertilization systems in field crop rotation.*

**Methods.** *Laboratory, calculation and comparison, analysis.*

**Redearch results.** *From the main nutrients in complete mineral fertilizer ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ), the nitrogen component contributed most to the increase in protein content (by 8 %), next by phosphorus and potassium – by 2 % each. With a halving of the dose of mineral fertilizers (variant  $N_{35}P_{30}K_{35}$ ), protein content was formed by 0.4 abs. %. With a decrease in the composition of complete mineral fertilizer ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ) by half dose of phosphorus, potassium, or both of these nutrients, only a tendency to decrease protein content by 0.1–0.3 abs. % was observed.*

*From the main nutrients in the composition of a complete mineral fertilizer ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ) the nitrogen component contributes the most to the increase in protein content (by 8 %), followed by phosphorus and potassium – 2 % each. When the dose of mineral fertilizers is halved (variant  $N_{35}P_{30}K_{35}$ ), the protein content is formed by 0.4 abs. %. With a decrease in the composition of complete mineral fertilizer ( $N_{70}P_{60}K_{70}$ ) by half the dose of phosphorus, potassium or both of these nutrients, only a tendency to decrease the protein content by 0.1–0.3 abs. % is observed.*

*On average, over the three years of research, the starch content in bare barley grains is 59.4–61.3 %, depending on the characteristics of the fertilizer. The collection of starch from the grain harvest of bare barley depends to a greater extent on the weather conditions of the growing season than on fertilizer. On average, during the three years of research, thanks to the improvement of mineral nutrition of plants by applying fertilizers, it increases from 1464 to 1754–2070 kg/ha, or by 20–41 %. Reducing the dose of complete mineral fertilizer by half (to  $N_{35}P_{30}K_{35}$ ) reduces starch collection by 201 kg/ha or by 10 %.*

**Conclusions.** *On average, over three years of research on plots without fertilizers, the protein content is 15.5 % and increases by 1–10 % in other variants of the experiment, depending on doses, types of fertilizers and their combinations. At the same time, use of only nitrogen fertilizers at a dose of 35–70 kg/ha per year helps to increase protein content in grain by 7–8 %. The introduction of 70 kg/ha of nitrogen fertilizers on background of  $P_{60}K_{70}$  is much more effective and increases the protein content by 10 %. With the introduction of only phosphorus and potassium fertilizers (variant of the experiment  $P_{60}K_{70}$ ) in all years of research, no reliable increase in the protein content of whole-grain barley grains was obtained, so it can be assumed that only a trend of its increase over three years from 15.5 % to 15.7 % can be observed .*

**Key words:** *spring barley, protein content, starch content, grain nature, fertilization systems.*