

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ГОЛОЗЕРНОГО

В. С. ГАВРИЛЕНКО, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)
Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень впливу різних видів і доз добрив на формування врожайності ячменю ярого голозерного. Встановлено, що найбільше на врожайність зерна впливає азотна складова повного мінерального добрива. Ефективність застосування добрив змінюється від погодних умов вегетаційного періоду. При цьому в умовах з кращим забезпеченням рослин вологою можливе полягання рослин. В умовах Правобережного Лісостепу за вирощування ячменю гол озерного сорту Ахілес ефективним є застосування мінеральних добрив у дозі $N_{35}P_{30}K_{35}$.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорту Ахілес, сівозміна, урожайність, стійкість рослин до полягання.

Постановка проблеми. З 2010 року виробництво ячменю збільшилось на 24 %, а в 2019 році виробництво зерна було на рівні 8,9 млн т. Посівні площі під цією культурою зайняли 2,45 млн га, а середня врожайність становила 3,4 т/га [1]. Нині зростає інтерес до голозерних сортів ячменю. Вони характеризуються підвищеним вмістом білка й незамінних амінокислот у зерні, а також антиоксидантів [2, 3], бета-глюконату, що підвищує біологічну цінність продуктів перероблення [4, 5]. Впровадження нових сортів передбачає з'ясування низки особливостей щодо вирощування цієї культури і розроблення системи удобрення. Тому вивчення питання щодо впливу різних видів і доз добрив за вирощування ячменю голозерного є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До особливостей культури можна віднести слаборозвинуту кореневу систему та вищу вимогливість до родючості ґрунту. Саме тому для одержання високих і сталих урожаїв важливим є забезпечення його в достатній кількості доступними елементами живлення, зокрема азотом, фосфором і калієм [7]. За даними учених [6, 8], найвища потреба ячменю до мінерального живлення в період куціння–колосіння (тривалість 26–28 діб). За цей період рослини споживають переважну частину мінеральних речовин 42–46 % азоту, 61–64 % фосфору і 64–74 % калію від загальної потреби. З початку фази колосіння споживання фосфору та калію знижуються до мінімального рівня [9]. Тому важливо забезпечити рослину фосфором на початкових стадіях росту. У разі дефіциту фосфору на початку вегетації значно знижується врожайність зерна [10].

Засвоєння калію рослинами ячменю відбувається подібно до фосфору. Достатня забезпеченість рослин калієм необхідна під час вирощування ячменю

на пивоварні цілі, тому що цей елемент живлення не лише підвищує врожай зерна, але й поліпшує його пивоварні якості [11, 12].

Ярі зернові колосові культури мають високу реакцію на застосування азотних добрив [13]. Вміст азоту в ґрунті має бути високим під час кушіння, виходу рослин у трубку, колосіння та наливання зерна ячменю ярого, що сприяє ліпшому розвитку та росту репродуктивних органів, а також він необхідний для посиленого накопичення білка в зерні. При цьому необхідно контролювати стійкість рослин до полягання [14].

Мета статті – встановити вплив удобрення на формування врожайності ячменю голозерного.

Методика досліджень. Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського НУС. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліді триразове. Площа облікової ділянки 25 м². Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, рН_{KCl} – 5,7.

У варіанті досліді виробничого контролю (N₁₅₀P₆₀K₈₀) доза добрив розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему досліді 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), N₇₅, N₁₅₀, P₆₀K₈₀, N₁₅₀K₈₀, N₁₅₀P₆₀, N₇₅P₃₀K₄₀, N₁₅₀P₆₀K₈₀, N₁₅₀P₃₀K₄₀, N₁₅₀P₆₀K₄₀, N₁₅₀P₃₀K₈₀. Відповідно до схеми досліді 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. ВВирощували ячмінь голозерний ярий (сорт Ахілес) Урожайність визначали поділянково прямим комбайнуванням. Стійкість рослин визначали відповідно до методики [15], а також за вдосконаленою методикою за такою шкалою: 9 – вилягання відсутнє, 7 – вилягло рослин на 25 % площі ділянки, 5 – 25–50 %, 3 – 50–75 %, 1 – ≥ 75 %.

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

Результати дослідження. У середньому за два роки досліджень поліпшення умов мінерального живлення ячменю голозерного сприяло достовірному підвищенню врожайності зерна – на 14–23 % (за виключенням ділянок з внесенням

P₆₀K₇₀) (табл. 1).

Табл. 1. Урожайність ячменю голозерного залежно від удобрення та індексу стійкості

Варіант дослідження	Урожайність, т/га			Індекс стійкості
	2021	2022	Середнє	
Без добрив (контроль)	3,28	1,95	2,62	0,59
N ₃₅	3,35	2,60	2,98	0,78
N ₇₀	3,15	3,11	3,13	0,99
P ₆₀ K ₇₀	2,87	2,38	2,63	0,83
N ₇₀ K ₇₀	3,17	3,36	3,27	0,94
N ₇₀ P ₆₀	3,10	3,32	3,21	0,93
N ₃₅ P ₃₀ K ₃₅	3,14	2,78	2,96	0,89
N ₇₀ P ₆₀ K ₇₀	2,96	3,45	3,21	0,86
N ₇₀ P ₃₀ K ₃₅	2,86	3,38	3,12	0,85
N ₇₀ P ₆₀ K ₃₅	2,96	3,39	3,18	0,87
N ₇₀ P ₃₀ K ₇₀	2,98	3,41	3,20	0,87
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,15</i>	<i>0,16</i>	–	–

Із видів мінеральних добрив найбільший вплив на формування врожаю мали азотні, які на тлі P₆₀K₇₀ у дозі N₇₀ забезпечили 19 % його приросту. Зниження дози добрив у двічі (до N₃₅P₃₀K₃₅) істотно не знижувало врожай ячменю ярого. Урожайність на ділянках з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив майже не відрізнялась від повного мінерального добрива.

Урожайність зерна значно змінювалась залежно від року проведення дослідження. Необхідно відзначити, що в 2021 р. застосування N₃₅ забезпечувало найбільшу врожайність зерна – 3,35 т/га проти 3,28 т/га у варіанті без добрив, проте це підвищення було недостовірним. Вилягання рослин ячменю голозерного зменшувало її до 2,86–3,17 т/га залежно від системи удобрення або на 5–13 %.

У 2022 р. врожайність ячменю голозерного збільшувалась від 1,95 до 2,60 т/га за внесення N₃₅ або на 33 %. За внесення подвійної дози азотних добрив (N₃₅) вона становила 3,11 т/га або більше на 59 %. Застосування N₃₅P₃₀K₃₅ забезпечувало формування 2,78 т/га зерна, що було більшим лише на 7 % порівняно з N₃₅. За умови застосування N₇₀P₆₀K₇₀ урожайність збільшувалась до 3,45 т/га або на 11 % порівняно з варіантом дослідження N₇₀. Найменше на врожайність впливало застосування фосфорних і калійних добрив. Так, за внесення P₆₀K₇₀ приріст урожайності був лише 0,43 т/га. Азотно-калійна, фосфорно-калійна та азотно-фосфорно-калійна системи удобрення з неповним поверненням основних елементів живлення порівняно з повним добривом (N₇₀P₆₀K₇₀) істотно не знижували урожайність ячменю голозерного.

Встановлено, що рослини ячменю голозерного мали різну стійкість до вилягання залежно від систем удобрення в 2021 р. (табл. 2).

Табл. 2. Стійкість до полягання ячменю голозерного залежно від удобрення в 2021 р.

Варіант досліджу	Дата проведення обліків					
	15.06	25.06	05.07	15.07	15.07 ¹	15.07 ²
Без добрив (контроль)	9	9	7	7	7	7
N ₃₅	9	9	3	3	3	5
N ₇₀	9	7	3	3	3	3
P ₆₀ K ₇₀	9	9	5	5	5	7
N ₇₀ K ₇₀	5	5	3	3	3	3
N ₇₀ P ₆₀	5	5	3	3	3	3
N ₃₅ P ₃₀ K ₃₅	9	5	3	3	3	3
N ₇₀ P ₆₀ K ₇₀	5	5	3	3	3	3
N ₇₀ P ₃₀ K ₃₅	5	5	3	3	3	3
N ₇₀ P ₆₀ K ₃₅	5	5	3	3	3	3
N ₇₀ P ₃₀ K ₇₀	5	5	3	3	3	3
<i>НІР₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Примітка. ¹ – стійкість в осередку вилягання, ² – удосконалена шкала.

Так, найвищою вона була у варіанті досліджу без добрив і фосфорно-калійному тлі – 5–7 бала. У решти варіантів досліджу цей показник був найнижчим – 3 бала, що вплинуло на формування врожаю ячменю голозерного.

Необхідно відзначити, що в 2021 р. навіть застосування лише фосфорних і калійних добрив сприяло полягання рослин ячменю ярого. При цьому на ділянках без добрив та із застосуванням P₆₀K₇₀ полягло 25 % рослин. За внесення 35 кг/га д. р. азотних добрив – 42 % (5 бала), а в решти варіантах досліджу – 65–70 % (3 бала). За умови, що рослини ячменю ярого в 2021 р. не полягли, його врожайність могла б становити 4,39–5,38 т/га за внесення лише азотних добрив і 4,98–5,85 т/га за внесення повного мінерального добрива (рис. 1).

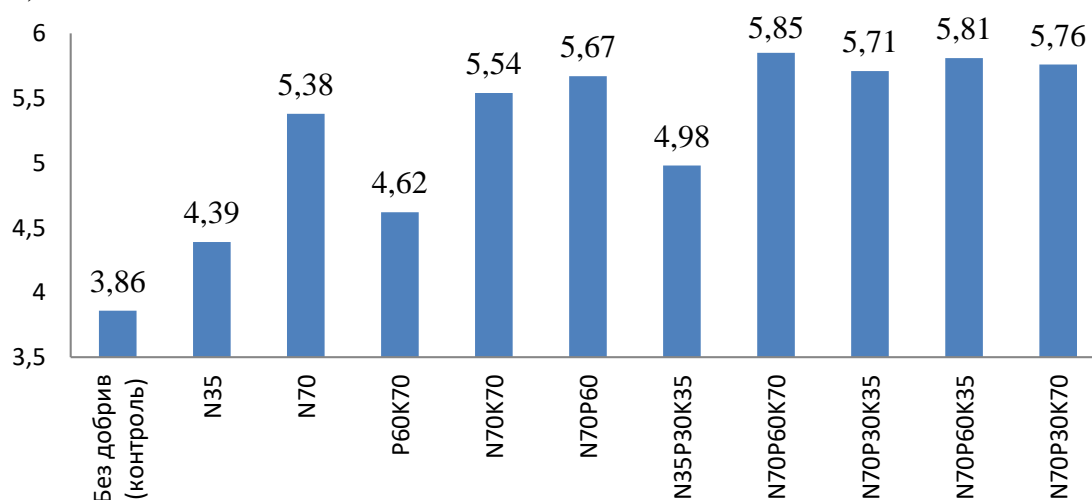


Рис. 1. Формування врожаю ячменю голозерного в 2021 р. за умови не вилягання рослин, т/га

При цьому приріст від застосування фосфорних і калійних добрив становив би 0,76 т/га. Отже, ячмінь голозерний добре реагує на застосування азотних добрив, проте необхідно враховувати стійкість рослин до полягання. За таких умов застосування $N_{35}P_{30}K_{35}$ під ячмінь голозерний сорту Ахілес є достатнім.

Висновки. Встановлено, що найбільше на врожайність ячменю голозерного впливає азотна складова повного мінерального добрива. Ефективність застосування добрив змінюється від погодних умов вегетаційного періоду. При цьому в умовах з кращим забезпеченням рослин вологою можливе полягання рослин. В умовах Правобережного Лісостепу за вирощування ячменю гол озерного сорту Ахілес ефективним є застосування $N_{35}P_{30}K_{35}$.

Література:

1. Динаміка посівних площ ячменю 2010–2019 рр. в Україні. Режим доступу: <https://kurkul.com/infographics/view/108>.
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. Матвеева А., Павлюкевич Є. У голозерному ячмені замало клітковини, але багато сирого протеїну та обмінної енергії. *Зерно і хліб*. 2015. № 4. С. 37.
4. 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.
5. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №3. С. 18–24.
6. Kir H., Karadag Y., Yavuz T. The factors affecting yield and quality of Hungarian vetch+ cereal mixtures in arid environmental conditions. *Fresen. Environ. Bull.* 2018. Vol. 27. P. 9049–9059.
7. Лісовий М. В. Підвищення ефективності мінеральних добрив. Київ: Урожай, 1991. 120 с.
8. Лень О. І. Забезпеченість рослин ячменю ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 4. С. 182–185.
9. Лопушняк В. І., Вега Н. І. Вплив рівня мінерального живлення ячменю ярого на вміст рухомих сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. С. 30–37.
10. Любич В. В., Невлад В. І., Мартинюк А. Т. Продуктивність тритикале ярого за різних доз азотних добрив. *Агробіологія*. 2022. №1. С. 152–159.
11. Гораш О. С. Залежність вмісту білка у пивоварному ячмені від міндобрив і норм висіву. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 10. С. 41–43.
12. Шевченко О. І. Основи формування продуктивності ячменю ярого. *Агрономія*. 2012. № 2. С. 20–26.
13. 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.

14. Tehulie N. S., Eskezia H. Effects of Nitrogen Fertilizer Rates on Growth, Yield Components and Yield of Food Barley (*Hordeum vulgare* L.): A Review. *J Plant Sci Agri Res*. 2021. Vol. 5. №. 1. 46.

15. ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В АГРОНОМІЇ / за ред. В. О. Єщенко. Вінниця : ТД Едельвейс і К, 2014. 332 с.

References:

1. Dynamics of barley sown areas in Ukraine in 2010–2019. Access mode: <https://kurkul.com/infographics/view/108>.

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*, 2022, no. 14, pp. 18–22. (in Ukrainian).

3. Matveeva, A., Pavlyukevich, E. (2015). There is not enough fiber in bare barley, but a lot of crude protein and exchangeable energy. *Grain and bread*, 2015, no. 4, pp. 37. (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*, 2022, no. 100, pp. 242–252. (in Ukrainian).

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

6. Kir, H., Karadag, Y., Yavuz, T. (2018). The factors affecting yield and quality of Hungarian vetch+ cereal mixtures in arid environmental conditions. *Fresen. Environ. Bull.*, 2018, no. 27, pp. 9049–9059.

7. Lisovyi, M. V. (1991). Increasing the efficiency of mineral fertilizers. Kyiv: Urozhai, 1991. 120 p. (in Ukrainian).

8. Len, O. I. (2010). The supply of spring barley plants with the main nutrients depending on the fertilization options. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2010, no. 4, pp. 182–185. (in Ukrainian).

9. Lopushnyak, V. I., Vega, N. I. (2015). The effect of the level of mineral nutrition of spring barley on the content of mobile phosphorus compounds in the dark gray podsolized soil of the Western Forest Steppe of Ukraine. *Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 2015, no. 2, pp. 30–37. (in Ukrainian).

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

11. Horash, O. S. (2006). Dependence of protein content in malting barley on fertilizers and sowing rates. *Herald of Agrarian Science*, 2006, no. 10, pp. 41–43. (in Ukrainian).

12. Shevchenko, O. I. (2012). Basics of formation of productivity of spring barley. *Agronomy*, 2012, no. 2, pp. 20–26. (in Ukrainian).

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

15. Yeshchenko, V. O. (Ed.). (2014). *Fundamentals of scientific research in*

Annotation

Gavrylenko V. S.

The effect of fertilizer on the yield of bare barley

Introduction. *The introduction of new varieties of bare barley requires the clarification of a number of peculiarities regarding its cultivation and the development of a fertilization system. Therefore, the study of the impact of different types and doses of fertilizers on the cultivation of bare barley is relevant.*

Goal. *To determine the influence of fertilizer on the formation of the yield of bare barley.*

Methods. *The research was conducted in the conditions of the stationary field experiment of the Uman NUH, located in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. The experiment was launched in 2011. The following crops are grown in the four-field field crop rotation: winter wheat, corn, spring barley, soybeans. The scheme of the experiment includes 11 variants of combinations and separate application of mineral fertilizers and, including, a control variant without fertilizer.*

The results. *On average, over two years of research, improving the conditions of mineral nutrition of bare barley contributed to a significant increase in grain yield by 14–23 % (excluding plots with P₆₀K₇₀ application). Of the types of mineral fertilizers, nitrogen fertilizers had the greatest impact on crop formation, which against the background of P₆₀K₇₀ in the dose of N₇₀ provided 19 % of its increase. Reducing the dose of fertilizers by two times (to N₃₅P₃₀K₃₅) did not significantly reduce the yield of spring barley. Productivity in areas with incomplete return of phosphorus and potash fertilizers was almost no different from full mineral fertilizer.*

The yield varied significantly depending on the year of the study. It should be noted that in 2021, the application of N₃₅ provided the highest grain yield - 3.35 t/ha versus 3.28 t/ha in the variant without fertilizers, but it was unreliable. Laying bare barley plants reduced it to 2.86–3.17 t/ha, depending on the fertilization system, or by 5–13 %. In 2022, the yield of Gol Ozerny barley increased from 1.95 to 2.60 t/ha with the application of N₃₅ or by 33 %. When applying a double dose of nitrogen fertilizers, it was 3.11 t/ha or more by 59 %. The use of N₃₅P₃₀K₃₅ ensured the formation of 2.78 t/ha of grain, which was only 7% more compared to N₃₅. With the use of N₇₀P₆₀K₇₀, the yield increased to 3.45 t/ha or by 11 % compared to N₇₀.

It was established that bare barley plants had different lodging resistance depending on fertilization systems in 2021. Yes, it was the highest in the variant without fertilizers and in the phosphorus-potassium background – 5–7 points. In the remaining variants of the experiment, this indicator was the lowest – 3 points, which affected the formation of the bare barley crop.

Conclusions. *It was established that the nitrogen component of the complete mineral fertilizer has the greatest effect on the yield of bare barley. The effectiveness of fertilizer application varies depending on the weather conditions of the growing season. At the same time, in conditions with a better supply of moisture to plants, dormancy is possible. In the conditions of the Right Bank Forest Steppe, the use of N₃₅P₃₀K₃₅ is effective for growing barley of the Achilles lake variety.*

Key words: *spring barley, Achilles variety, crop rotation, yield, plant resistance to dormancy.*