

ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН ТА ВРОЖАЙНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ІЩЕНКО В.А. – доктор сільськогосподарських наук,
заступник директора з наукової роботи
orcid.org/0000-0002-7640-5659

Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук України
КОЗЕЛЕЦЬ Г.М. – кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії
orcid.org/0000-0001-7765-9506

Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук України
ГУБАРЄВ О.Д. – аспірант
orcid.org/0009-0002-7243-8688

Державна установа Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. У формуванні продуктивності с.-г. культур важливе значення відіграють кліматичні умови [1]. Варіювання виробництва зерна ячменю в Степу за роками пов'язано із нестійким і недостатнім зволоженням та високими температурами в період вегетації [2].

Урожайність ячменю ярого за останні десятиріччя зросла за рахунок впровадження нових сортів [3], потенціал продуктивності яких 8,0–9,0 т/га [4]. При дотриманні технології вирощування в умовах Степу можна стабільно отримувати врожай 3,0–4,0 т/га, а в роки із задовільним вологозабезпеченням – 5,0–6,0 т/га [5]. При цьому, потенціал сортів у виробництві використовується лише на 40–50% [6], а в окремі роки знижується до 25–30 %. Збільшення продуктивності ячменю можливе за рахунок підвищення адаптивного потенціалу посівів при впровадженні відповідних технологій вирощування [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В інтенсивних технологіях одним із факторів підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції є використання макро- і мікродобрив [8–12].

Важливим агротехнічним заходом забезпечення рослин макро- і мікроелементами впродовж вегетації є саме позакореневі підживлення [13]. Використання елементів живлення через листки є значно ефективнішим порівняно з їх засвоєнням із внесених у ґрунт [2]. Позакореневі підживлення посівів ячменю ярого є ефективним прийомом підвищення врожайності, оскільки стимулюють процеси росту на початкових стадіях органогенезу та створюють сприятливі умови для формування елементів індивідуальної продуктивності рослин [14].

В умовах нестійкого зволоження Степу збільшити врожайність ячменю можливо за рахунок впровадження нових сортів та елементів інтенсифікації технологій вирощування. Одним із пріоритетних напрямів вирішення питання нестачі чи недоступності макро- та мікроелементів із ґрунту є оптимізація живлення ячменю шляхом позакореневого підживлення рослин в критичні фази росту і розвитку рослин.

Мета статті – провести аналіз та порівняння урожайності та елементів індивідуальної продуктивності під впливом позакореневих підживлень макро- та мікро-

добривами при вирощуванні ячменю ярого в умовах Північного Степу.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження з вивчення впливу позакореневих підживлень макро- та мікродобривами на формування врожаю ячменю проводили в Інституті сільського господарства Степу НААН. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний середньогумусний глибокий важкосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 3,97 %, азоту, що гідролізується – 10,8 мг на 100 г ґрунту, рухомого фосфору та калію – 6,9 та 14,4 мг на 100 г ґрунту відповідно, рН – 5,9. Вміст бору становить 1,57 мг; марганцю – 9,8 та цинку – 0,64 мг на 100 г ґрунту. За вмістом азоту ґрунту, на яких проводили дослідження відносять до II класу (низький), фосфору – III класу (середня); калієм – V класу (висока забезпеченість). Технологія вирощування ячменю ярого крім питань, які поставлені на вивчення, загальноприйнята для зони. Мінеральні добрива вносили локально при сівбі $N_{10}P_{10}K_{10}$. Площа облікової ділянки становила 20 м², повторність у дослідках – триразова. Для обґрунтування умов формування урожайності та показників якості зерна ячменю ярого проводили обліки, спостереження, лабораторні дослідження відповідно до діючих національних стандартів та існуючих загальноприйнятих методик.

Результати досліджень. Погодні умови – один з найважливіших факторів формування продуктивності сільськогосподарських культур, які щорічно змінюються порівняно до багаторічних показників як в бік покращення, так і погіршення умов вегетації рослин, від чого, в значній мірі, залежить рівень їх урожайності. На ріст і формування продуктивності рослин зернових колосових культур впливає цілий комплекс факторів – погодні умови впродовж вегетації та рівень забезпечення продуктивною вологою. Характерною особливістю погодних умов останніх років є зростання нерівномірності розподілу кількості опадів за місяцями, тенденція до збільшення їх екстремального характеру у вигляді злив. У період активної вегетації рослин ячменю ярого зростає також частота посух, що створює несприятливі умови для росту рослин та формування врожаю. Показники середньомісячної температури повітря і суми

опадів за квітень – липень, є основними складовими теплового та водного балансів при вирощуванні ячменю ярого. Погодні умови вегетаційного періоду ячменю ярого в 2020–2022 рр. були контрастними і по різному впливали на формування стеблостою на ранніх етапах органогенезу, елементи індивідуальної продуктивності рослин і кінцеву врожайність. У 2020 р. в квітні ГТК був 0,27, травні 2,00, в червні 0,28 та липні – 0,52 відповідно, а за період вегетації – 0,73, тобто загалом зволоження було недостатнім для розвитку рослин, особливо на ранніх етапах органогенезу та в період формування і наливу зерна. Погодні умови вегетаційного періоду ячменю ярого у 2021 р. були сприятливими для росту і розвитку рослин і ГТК у квітні становив 0,88, травні 1,68, в червні 1,68 та липні – 0,96 відповідно, а за період вегетації – 1,45. У 2022 р. в квітні ГТК був 1,74, травні 1,04, в червні 0,76 та липні – 0,22 відповідно, тобто зволоження було сприятливим для розвитку рослин та в період формування зерна і не незадовільним під час наливу і дозрівання.

Важливе питання у формування високопродуктивних посівів є визначення можливості максимального накопичення рослинами органічної речовини в процесі фотосинтезу. Важливим є створення таких умов для росту і розвитку рослин, за яких листовий апарат міг би функціонувати з найвищою продуктивністю.

Застосування позакореневих підживлень макро- та мікродобривами позитивно впливало на площу листової поверхні рослин ячменю ярого, при сівбі після різних попередників. В середньому за 2020–2022 рр. більшою площею листової поверхні у фазу колосіння характеризувались рослини ячменю ярого після попередника соя – 40,1 тис. м²/га, а після пшениці озимої, соняшнику та кукурудзи на зерно вона становила 37,4; 38,2 та 37,9 тис. м²/га, або була меншою на 2,7; 1,9 та 2,2 тис. м²/га (табл. 1).

Ячмінь ярий суттєво реагував на внесення макро- та мікродобрив при застосуванні позакореневих підживлень, як при сівбі після кращих, так і гірших попередників. Застосування позакореневих підживлень сприяло поступовому підвищенню площі листової поверхні рос-

лин за фазами розвитку і на час колосіння при сівбі після сої вона була більшою на 1,8–4,3 тис. м²/га (4,7–11,4 %); після пшениці озимої – 0,9–3,1 тис. м²/га (2,5–8,6 %); після соняшнику – 1,0–3,6 тис. м²/га (2,9–10,1 %); після кукурудзи на зерно – 1,4–3,8 тис. м²/га (4,0–10,6 %) відповідно. В середньому за 2020–2022 рр. найбільше значення фотосинтезуючої поверхні ячменю ярого після попередника соя 41,9 тис. м²/га встановлено у варіанті внесення добрив Карбамід (10 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га); після пшениці озимої та кукурудзи на зерно – 38,7 і 39,2 тис. м²/га, Карбамід (10 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га) + Авангард Р зернові (2 л/га); після соняшнику – 39,7 тис. м²/га, Карбамід (5 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га) + Авангард Р зернові (2 л/га).

У формуванні врожайності ячменю ярого значну роль відіграє продуктивне кушення, при цьому важливим є те, щоб бічні стебла були синхронно розвинені з головним. Дослідженнями виявлено, що кількість продуктивних стебел на час збирання ячменю ярого залежала від попередників і в середньому за 2020–2022 рр. після сої вона становила 578 шт./м², а за сівбі після пшениці озимої вона була меншою на 142 шт./м² (24,6 %), соняшнику – 91 шт./м² (15,8 %), кукурудзи на зерно – на 144 шт./м² (24,9 %). За рахунок застосування позакореневих підживлень макро- та мікродобривами можливо створити належні умови для збереження та формування більшої кількості стебел порівняно з контролем (418 шт./м²) на 47–101 шт./м² або 11,3–24,1 % (рис. 1). Кількість продуктивних стебел перед збиранням на одиниці площі відповідала біологічним особливостям сорту і знаходилась у прямій залежності від кількості опадів та родючості ґрунту. в середньому за 2020–2022 рр. досліджень, використання позакореневих підживлень макро- і мікродобривами сприяло покращенню умов живлення рослин, що позитивно вплинуло на кількість продуктивних стебел і після попередника соя вона була більшою на 21–130 шт./м² (4,1–25,2 %), пшениці озимої – на 34–102 шт./м² (9,1–27,5 %), соняшнику – на 37–128 шт./м² (9,1–31,6 %) та кукурудзи зерно – на 50–80 шт./м² (13,2–21,1 %). На контролі даний показник становив 515, 373, 406 та 377 шт./м² відповідно.

Таблиця 1

Площа фотосинтетичної поверхні рослин ячменю ярого залежно від умов вирощування (2020–2022), тис. м²/га

Позакореневі підживлення	Попередник			
	Соя	Пшениця озима	Соняшник	Кукурудза на зерно
Контроль	37,6	35,6	36,1	35,4
Карбамід (5 кг/га)	39,5	36,5	37,1	36,8
Карбамід (10 кг/га)	39,9	37,1	37,9	37,9
Сульфат магнію (2 кг/га)	39,7	37,2	38,3	38,1
Авангард Р зернові (2 л/га)	39,4	37,1	37,9	38,4
Карбамід (5 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га)	40,4	38,5	37,7	39,1
Карбамід (10 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га)	41,9	38,2	39,6	38,2
Карбамід (5 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га) + Авангард Р зернові (2 л/га)	41,0	37,6	39,7	37,9
Карбамід (10 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га) + Авангард Р зернові (2 л/га)	41,5	38,7	39,5	39,2

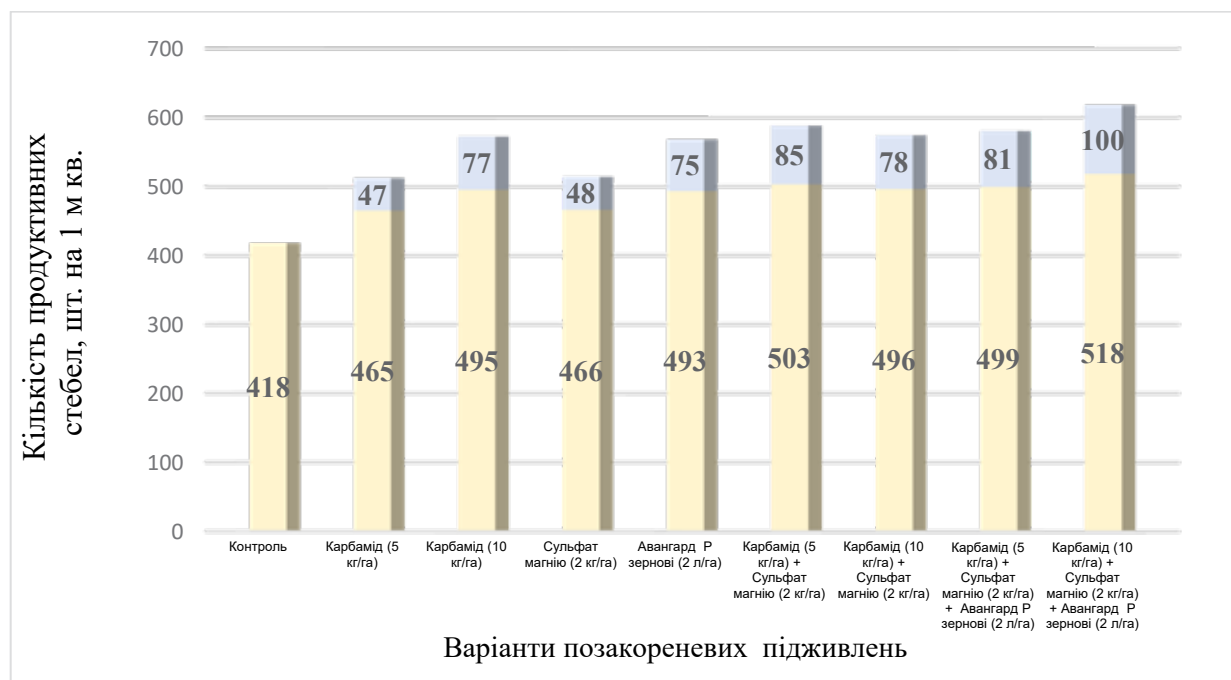


Рис. 1. Вплив позакореневих підживлень макро- та мікродобривами на формування густоти продуктивного стеблостою (2020–2022), шт./м²

Варіювання кількості продуктивних стебел при сівбі після сої в роки досліджень становило $V=4,9-13,5$; після пшениці озимої – $V=5,3-13,1$; після кукурудзи на зерно – $V=7,4-16,1$; після соняшнику – $V=7,4-10,7$.

Важливим завданням технології вирощування ячменю ярого є підвищення адаптивного потенціалу новостворених сортів. Урожайність культури досить тісно пов'язана з відповідними агрокліматичними умовами вирощування. Одним із резервів підвищення врожайності та стійкості ячменю ярого до несприятливих чинників довкілля було використання макро- та мікродобрив для позакореневих підживлень у фазі кущіння, коли закладались елементи продуктивності колоса та рослин. В середньому за варіантами дослідження урожайність ячменю ярого на фоні без підживлень становила 3,65 т/га, а за їх використання приріст склав 0,25–0,46 т/га або 6,9–12,5 % (рис. 2).

При вирощуванні ячменю ярого варіювання рівня вологозабезпечення посівів та температурний режим – один з найважливіших факторів формування продуктивності культури, оскільки вони значною мірою впливали на проходження процесів росту і розвитку рослин в онтогенезі. Після попередника соя на контролі врожайність ячменю ярого була на рівні 4,77 т/га. Застосування позакореневих підживлень рослин у фазі кущіння сприяло підвищенню врожайності на 0,22–0,58 т/га (4,6–12,1 %). При сівбі ячменю ярого після пшениці озимої приріст врожаю від використання позакореневих підживлень становив від 0,24 т/га до 0,44 т/га (7,9–14,2 %), за показника контролю 3,09 т/га. Після соняшнику на контролі врожайність була 3,66 т/га, тоді як застосування макро- та мікродобрив забезпечили її підвищення на 0,24–0,68 т/га (6,6–18,7 %). Після кукурудзи на зерно ячмінь ярий формував врожай на рівні

3,09 т/га. Застосування позакореневих підживлень рослин Карбамідом 5 кг/га та 10 кг/га, а також Сульфатом магнію (2 кг/га) та їх поєднання у фазі кущіння сприяло підвищенню врожайності на 0,22–0,46 т/га або 7,1–15,0 % (табл. 2).

При вирощуванні ячменю ярого після попередника соя вищу урожайність 5,35 т/га отримали у варіанті застосування Карбамід (10 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га), після пшениці озимої – 3,53 т/га при внесенні Авангард Р зернові (2 л/га), соняшнику – 4,34 т/га, Карбамід (5 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га) + Авангард Р зернові (2 л/га); кукурудзи на зерно – 3,55 т/га у варіанті Сульфат магнію (2 кг/га).

Висновки. В умовах нестійкого зволоження Північного Степу застосування позакореневих підживлень макро- та мікродобривами сприяло покращенню умов живлення рослин, що позитивно вплинуло на площу листової поверхні та густоту продуктивного стеблостою рослин ячменю ярого. Ефективність позакореневих підживлень залежала від форми добрив та потреби в макро- та мікроелементах при сівбі після різних попередників. Розмах варіювання R (max-min) урожайності ячменю по варіантах підживлень при сівбі після сої склав 0,46–1,09 т/га за коефіцієнта варіації $V = 3,2-6,3$ %, після пшениці озимої – 0,44–0,96 т/га і 4,9–10,3 %, після соняшнику – 0,54–1,03 т/га і 3,9–9,0 % та кукурудзи на зерно – 0,40–0,68 т/га і 3,6–9,0 %. Вищу урожайність 5,35 т/га після сої отримали у варіанті підживлення Карбамід (10 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га), після пшениці озимої – 3,53 т/га при внесенні Авангард Р зернові (2 л/га), соняшнику – 4,34 т/га, Карбамід (5 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га) + Авангард Р зернові (2 л/га); кукурудзи на зерно – 3,55 т/га у варіанті Сульфат магнію (2 кг/га).

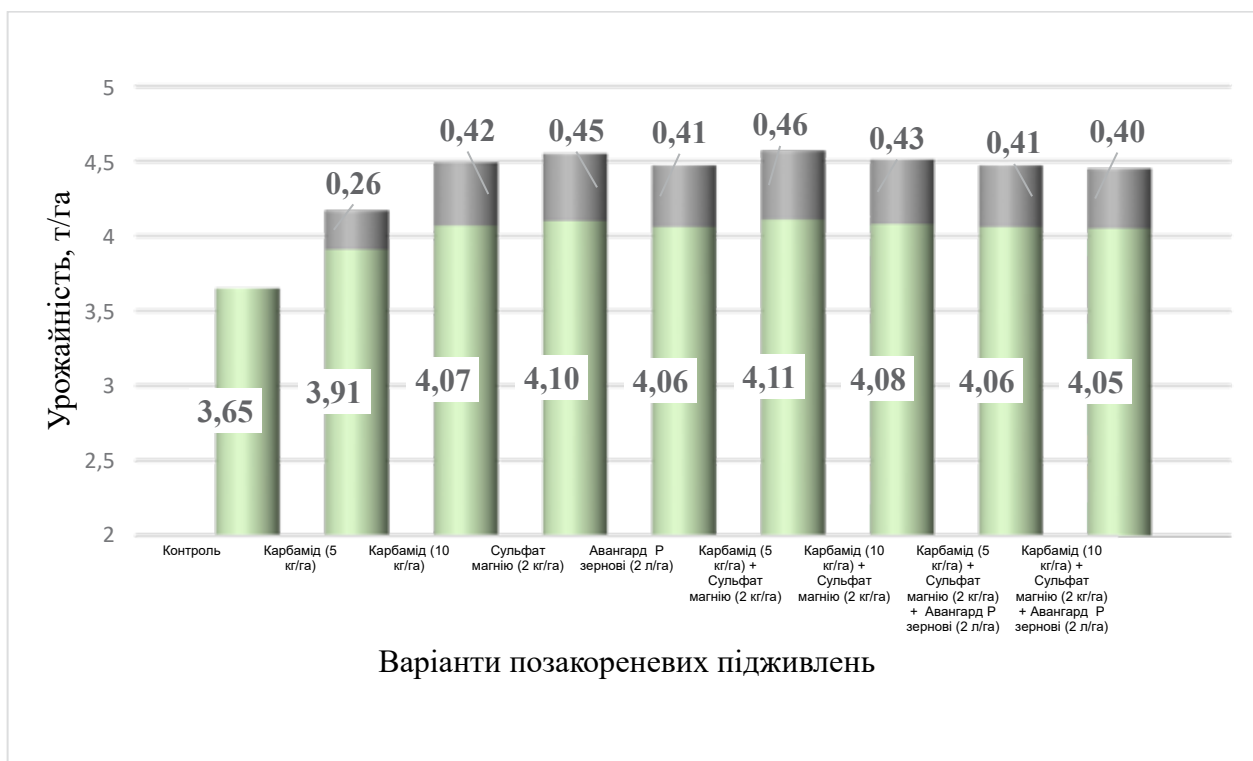


Рис. 2. Значення позакоренових підживлень у формуванні продуктивності посівів ячменю ярого (2020–2022), т/га

Таблиця 2

Вплив позакоренових підживлень та попередників на урожайність ячменю ярого (2020–2022), т/га

Позакоренові підживлення (фактор В)	Попередник (фактор А)			
	Соя	Пшениця озима	Соняшник	Кукурудза на зерно
Контроль	4,77	3,09	3,66	3,09
Карбамід (5 кг/га)	4,99	3,34	3,90	3,40
Карбамід (10 кг/га)	5,27	3,47	4,09	3,46
Сульфат магнію (2 кг/га)	5,12	3,49	4,21	3,55
Авангард Р зернові (2 л/га)	5,10	3,53	4,30	3,30
Карбамід (5 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га)	5,21	3,46	4,31	3,46
Карбамід (10 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га)	5,35	3,33	4,30	3,35
Карбамід (5 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га) + Авангард Р зернові (2 л/га)	5,19	3,41	4,34	3,31
Карбамід (10 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га) + Авангард Р зернові (2 л/га)	5,27	3,39	4,13	3,42
НІР ₀₅ (2020 р.) фактору А= 0,10; фактору В=0,16; фактору АВ=0,31				
НІР ₀₅ (2021 р.) фактору А= 0,11; фактору В=0,17; фактору АВ=0,34				
НІР ₀₅ (2022 р.) фактору А= 0,13; фактору В=0,20; фактору АВ=0,40				

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Nelson G. C., Valin H., Sands R. D., Navlik P., Ahammad H., Deryng D., Elliott J., Fujimori S., Hasegawa T., Heyhoe E. Climate change effects on agriculture: *Economic responses to biophysical shocks*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2014. № 111. P. 3274–3279.
- Касаткіна Т. О., Гамаюнова В. В. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на Півдні України. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8 (70). С. 131–138.
- Ahlemeyer J., Friedt W. Winter weizener trägein Deutsch land Stabil Auf Hohem Niveau – Welchen Einfluss Hat Der Züchtung sfortschritt; DLG Agro Food Medien GmbH: Bonn, Germany. 2012. P. 38–41.
- Козелець Г. М., Іщенко В. А., Гирка А. Д., Лукомська А. В. Науково-практичні рекомендації

- виращування ячменю ярого в умовах нестійкого зволоження Північного Степу. Кропивницький: Ін-т сіл. госп-ва Степу НААН, 2020. 48 с.
- Расевич В. В., Шагурська Н. В. Продуктивність та економічна ефективність вирощування ярого ячменю в умовах центрального Лісостепу за різних обробітків ґрунту. *Землеробство*. 2019. Вип. 2 (97). С. 15–22.
 - Гирка А. Д., Гирка Т. В., Кулик І. О., Андрейченко О. Г. Сортова реакція рослин ячменю ярого на зміну погодних умов. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2012. Випуск 12. С. 34–40.
 - Гірко В. С., Гірко О. В. Агроєкологічні принципи формування інтенсивних агроценозів сільськогосподарських культур у різних кліматичних зонах України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 55–63.
 - Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P. & Piccolo, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015. № 196. P. 15–27. doi:10.1016/j.scienta.2015.09.013.
 - Aguiar, N. O., Medici, L. O., Olivares, F. L., Dobbs, L. B., Torre-Netto, A., Silva, S. F., Novotny, E. H. & Canellas, L. P. Metabolic profile and antioxidant responses during drought stress recovery in sugarcane treated with humic acids and endophytic diazotrophic bacteria. *Annals of Applied Biology*. 2016. № 168(2). P. 203–213. doi: 10.1111/aab.12256.
 - Naujokienė, V., Šarauskis, E., Lekavičienė, K., Adamavičienė, A., Buragienė, S. & Kriaučiūnienė, Z. The influence of bio preparations on the reduction of energy consumption and CO₂ emissions in shallow and deep soil tillage. *Science of the Total Environment*. 2018. № 626. P. 1403–1413. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.190.
 - Tripathi, D. K., Singh, S., Swati, S., Sanjay, M., Chauhan, D. K. & Dubey, N. K. Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2015. № 37 (7). P. 1–14. doi: 10.1007/s11738-015-1870-3.
 - Noreen, S., Fatima, Z., Ahmad, S., Athar, H.-U.-R. & Ashraf, M. Foliar application of micronutrients in mitigating abiotic stress in crop plants (Book Chapter). *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*. 2018. P. 95–117. doi: 10.1007/978-981-10-9044-8_3.
 - Hyrka, A. D., Tkalic, I. D., Sydorenko, Yu. Ya., Bochevar, O. V., Ilienکو, O. V., & Mamiedova, E. I. The spring barley yield and grain quality formation in dependence of growth regulators and fertilizers use. *Grain Crops*. 2017. 1(1). С. 59–65.
 - Bega H. Ефективність проведення позакореневого підживлення ячменю ярого новим видом добрива за різних рівнів мінерального живлення в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2020. № 24. С. 190–192.
- REFERENCES:**
- Nelson, G.C., Valin, H., Sands, R.D., Havlík, P., Ahammad, H., Deryng, D., Elliott, J., Fujimori, S., Hasegawa, T., & Heyhoe, E. (2014). Climate change effects on agriculture: *Economic responses to biophysical shocks*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 111, 3274–3279
 - Kasatkina, T.O., & Hamayunova, V.V. (2018). Perspektivy ta osoblyvosti vyroshchuvannya yachmenyu yaroho na Pivdni Ukrayiny [Prospects and features of growing spring barley in the South of Ukraine]. *Naukovi horyzonty – Scientific horizons*, 7–8 (70), 131–138 [in Ukrainian].
 - Ahlemeyer, J., & Friedt, W. (2012). Winter weizener trägein Deutsch land Stabil Auf Hohem Niveau – Welchen Einfluss Hat Der Züchtung sfortschritt; DLG Agro Food Medien GmbH: Bonn, Germany. P. 38–41
 - Kozelets, H.M., Ishchenko, V.A., Hyrka, A.D., & Lukomska, A.V. (2020). *Naukovo-praktychni rekomendatsiyi vyroshchuvannya yachmenyu yaroho v umovakh nestiykoho zvolozhennya Pivnichnoho Stepu [Scientific and practical recommendations for growing spring barley in conditions of unstable moisture in the Northern Steppe]*. Kropyvnytsky: In-t sil. hosp-va Stepu NAAN, 48 [in Ukrainian].
 - Rasevych, V.V., & Shahurska, N.V. (2019). Produktivnist ta ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannya yaroho yachmenyu v umovakh tsentralnoho Lisostepu za riznykh obrobityv ґрунту [Productivity and economic efficiency of growing spring barley in the conditions of the central forest-steppe under different soil treatments]. *Zemlerobstvo – Agriculture*, 2 (97), 15–22 [in Ukrainian].
 - Hyrka, A.D., Hyrka, T.V., Kulyk, I.O., & Andreychenko, O.H. (2012). Sorтова reaktsiya Roslyny yachmenyu yaroho na zminu pohodnykh umov [Varietal response of spring barley plants to changes in weather conditions]. *Вісник TSNZ APV Kharkivskoyi oblasti – Bulletin of the Center for APV of the Kharkiv region*, 12, 34–40 [in Ukrainian].
 - Hirko, B.C., & Hirko, O.V. (2006). Ahroekolohichni pryntsyipy formuvannya intensyvykh ahrotsenoziv silskohospodarskykh kultur u riznykh klimatychnykh zonakh Ukrayiny [Agroecological principles of the formation of intensive agrocenoses of agricultural crops in different climatic zones of Ukraine]. *Sortovyvchennya ta okhорona prav na sorty Roslyn – Varietal research and protection of rights to plant varieties*, 3, 55–63 [in Ukrainian].
 - Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15–27. doi:10.1016/j.scienta.2015.09.013
 - Aguiar, N.O., Medici, L.O., Olivares, F.L., Dobbs, L.B., Torre-Netto, A., Silva, S.F., Novotny, E.H., & Canellas, L.P. (2016). Metabolic profile and antioxidant responses during drought stress recovery in sugarcane treated with humic acids and endophytic diazotrophic bacteria. *Annals of Applied Biology*, 168(2), 203–213. doi: 10.1111/aab.12256
 - Naujokienė, V., Šarauskis, E., Lekavičienė, K., Adamavičienė, A., Buragienė, S., & Kriaučiūnienė, Z. (2018). The influence of bio preparations on the reduction of energy consumption and CO₂ emissions in shallow and deep soil tillage. *Science of the Total Environment*, 626, 1403–1413. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.190
 - Tripathi, D.K., Singh, S., Swati, S., Sanjay, M., Chauhan, D.K., & Dubey, N.K. (2015). Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37 (7), 1–14. doi: 10.1007/s11738-015-1870-3
 - Noreen, S., Fatima, Z., Ahmad, S., Athar, H.-U.-R., & Ashraf, M. (2018). Foliar application of micronutrients in mitigating abiotic stress in crop plants (Book Chapter).

- Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*, 95–117. doi: 10.1007/978-981-10-9044-8_3
13. Hyrka, A.D., Tkalic, I.D., Sydorenko, Yu.Ya., Bochevar, O.V., Iliencko, O.V., & Mamiedova, E.I. (2017). The spring barley yield and grain quality formation in dependence of growth regulators and fertilizers use. *Grain Crops*, 1(1), 59–65
14. Veba, N. (2020). Efektyvnist provedennya pozakorenevoho pidzhyvlennya yachmenyu yaroho novym vydom dobryva za riznykh rivniv mineralnoho zhyvlennya v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Effectiveness of foliar fertilization of spring barley with a new type of fertilizer at different levels of mineral nutrition in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of the Lviv National Agrarian University*, 24, 190–192 [in Ukrainian].

Іщенко В.А., Козелець Г.М., Губарєв О.Д. Формування біометричних показників рослин та врожайності ячменю ярого залежно від позакоренових підживлень в умовах Північного Степу України

Мета. Провести аналіз та порівняння урожайності та елементів індивідуальної продуктивності під впливом позакоренових підживлень макро- та мікродобривами при вирощуванні ячменю ярого в умовах Північного Степу. **Методи.** Дослідження проводилися в Інституті сільського господарства НААН продовж 2020–2022 рр. Вивчався вплив позакоренових підживлень макро- та мікродобривами на формування біометричних показників рослин та врожай ячменю ярого. Технологія вирощування загальноприйнята для зони Степу. Польові дослідження виконано відповідно до загальноприйнятих методик. **Результати.** У результаті досліджень встановлено, що позакоренові підживлення макро- та мікродобривами сприяли покращенню умов живлення рослин, що позитивно вплинуло на площу листової поверхні та густоту продуктивного стеблостою рослин ячменю ярого. Ефективність позакоренових підживлень залежала від форми добрив та потреби в макро- та мікроелементах при сівбі після різних попередників. **Висновки.** В умовах нестійкого зволоження Північного Степу вищу урожайність 5,35 т/га після сої отримали у варіанті підживлення Карбамід (10 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га), після пшениці озимої – 3,53 т/га при внесенні Авангард Р зернові (2 л/га), соняшнику – 4,34 т/га, Карбамід (5 кг/га) + Сульфат магнію (2 кг/га) + Авангард Р зернові (2 л/га); кукурудзи на зерно – 3,55 т/га у варіанті Сульфат магнію (2 кг/га). Розмах варіювання R (max-

min) урожайності ячменю по варіантах підживлень при сівбі після сої склав 0,46–1,09 т/га за коефіцієнта варіації $V = 3,2\text{--}6,3\%$, після пшениці озимої – 0,44–0,96 т/га і 4,9–10,3%, після соняшнику – 0,54–1,03 т/га і 3,9–9,0% та кукурудзи на зерно – 0,40–0,68 т/га і 3,6–9,0%.

Ключові слова: ячмінь ярий, густота стеблостою, площа листової поверхні, урожай зерна, розмах варіювання.

Ishchenko V.A., Kozelets H.M., Gubarev O.D. Formation of plant biometric indicators and yield of spring barley depending on foliar fertilization in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

Purpose. To conduct an analysis and comparison of productivity and elements of individual productivity under the influence of foliar fertilizing with macro- and microfertilizers when growing spring barley in the conditions of the Northern Steppe. **Methods.** Research was conducted at the Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences during 2020–2022. The impact of foliar fertilizing with macro- and microfertilizers on the formation of biometric indicators of plants and the yield of spring barley was studied. The growing technology is generally accepted for the Steppe zone. Field research was carried out in accordance with generally accepted methods. **Results.** As a result of the research, it was established that foliar top dressing with macro- and microfertilizers contributed to the improvement of plant nutrition conditions, which positively affected the leaf surface area and the density of productive spring barley plants. The effectiveness of foliar fertilization depended on the form of fertilizers and the need for macro- and microelements when sowing after various predecessors. **Conclusions.** In the conditions of unstable moistening of the Northern Steppe, a higher yield of 5.35 t/ha after soybeans was obtained in the option of feeding Urea (10 kg/ha) + Magnesium sulfate (2 kg/ha), after winter wheat – 3.53 t/ha when applying Avangard R for grain (2 l/ha), sunflower – 4.34 t/ha, Urea (5 kg/ha) + Magnesium sulfate (2 kg/ha) + Avangard R for grain (2 l/ha); corn for grain – 3.55 t/ha in the magnesium sulfate variant (2 kg/ha). The range of variation R (max-min) of the yield of barley according to the top dressing options when sowing after soybeans was 0.46–1.09 t/ha with the coefficient of variation $V = 3,2\text{--}6,3\%$, after winter wheat – 0.44–0.96 t/ha (4.9–10.3%), after sunflower – 0.54–1.03 t/ha (3.9–9.0%) and corn for grain – 0.40–0.68 t/ha (3.6–9.0%).

Key words: spring barley, stem density, leaf surface area, grain yield, range of variation.