

ВПЛИВ ПРИПОСІВНОГО РЯДКОВОГО ВНЕСЕННЯ БІОЧАРУ НА ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

МАКАРЧУК Б. М. – старший науковий співробітник

orcid.org/0009-0003-4957-8399

Український інститут експертизи сортів рослин

ГЕРАСЬКО Т. В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-1331-4397

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Постановка проблеми. Ячмінь звичайний ярий (*Hordeum vulgare* L.) є важливою зерновою культурою у всьому світі через його властивість пристосовуватись до несприятливих зовнішніх факторів [1]. Одночасно в Україні, як і всьому світі, існує проблема відновлення родючості ґрунтів [2]. Найбільш оптимальним рішенням для відновлення родючості ґрунтів є впровадження органічного землеробства з використанням органічних добрив. Проте великі дози органічних добрив економічно не вигідні для сільгоспвиробників, а локальне внесення малих доз органічних добрив на ячменю ярого, практично, не досліджено.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Україна посідає друге місце у світі за об'ємом виробництва зерна ячменю, при чому імпортує зерно ячменю до багатьох країн Африки і Азії [3]. Згідно офіційних даних, в Україні у 2025 році ячмінь ярий вирощувався на площі 781,4 тис. га, при чому було отримано 2911,4 тис. т зерна (середня урожайність за всіма категоріями господарств 3,73 т/га. У тому числі у Київській області ячмінь ярий вирощували на 46,7 тис. га, зібравши 212,8 тис. т зерна за врожайності 4,55 т/га [4]. Тому вдосконалення технології вирощування ячменю є актуальною проблемою для українських вчених-агрономів. Для відновлення родючості ґрунтів вирішальне значення має внесення органічних добрив. Проте, на сьогодні домінує така практика: органічні добрива розкидають по поверхні ґрунту, після чого проводять глибокий обробіток ґрунту. При такому способі внесення ефективними є дози органічних добрив на рівні 3–20 т/га [5]. Враховуючи, що у більшості випадків агрогосподарства, які спеціалізуються на вирощуванні зернових культур, самі не виробляють органічні добрива і їм доводиться купляти ці органічні добрива, то прибавка врожаю з 1 га не завжди компенсує витрати на придбання органічних добрив. За таких умов найбільш доцільним вбачається локальне припосівне застосування біодобрив. Одним з добре відомих і перспективних біодобрив є біочар - продукт піролізу деревини або будь-яких органічних відходів [6, 7]. Проте на сьогодні, практично, немає наукової інформації про ефективність локального припосівного внесення малих доз біочару на ячменю звичайному (*Hordeum vulgare*).

Мета статті – з'ясувати вплив локального припосівного внесення біочару у дозі 100 кг/га на показники продуктивності ячменю звичайного ярого за органічної технології вирощування у Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження були проведені упродовж 2023–2025 років у Київській спеціалізованій філії Українського інституту експертизи сортів рослин (Україна, Київська область, Білоцерківський район). Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний. Щільність ґрунту (за методом Йовенко) 1,18 г/см³; вміст гумусу (за ДСТУ 4362:2004) – 2,54 %; вміст азоту, що легко гідролізується (ДСТУ 7863:2015) – 109,2 мг/кг; вміст рухомих сполук фосфору і калію (за ДСТУ 4115-2002) – 129,5 і 94,17 мг/кг. Агрохімічна і еколого-агрохімічна оцінка ґрунту – відповідно, 62,54 і 56,29 бала. Метеодані дослідної ділянки були зібрані з польової метеостанції Meteotrek (Bitek, Україна). Погодні умови за вегетаційний період ячменю ярого у 2023–2025 роках були тепліші за середню багаторічну норму – на 0,5–5,5 °С. Березень 2023 року був посушливим – опадів випало всього лише 13 % від середньої багаторічної норми. Рясні опади у квітні 2023 року (сума опадів перевищила багаторічну норму на 34 %) змінилися посухою у травні і червні (опадів, відповідно, випало всього 30 і 49 % від норми). Березень і квітень 2024 року були дощовими – опадів випало, відповідно, на 47 і 49 % більше середньої багаторічної норми. Але у травні, червні і, особливо, липні 2024 року була посуха (сума опадів у ці місяці склала, відповідно, 17; 69 і 7 % від норми). У березні і квітні 2025 року опадів випало істотно менше за багаторічну норму (47 % від норми). Травень 2025 року був сприятливим за зволоженням – сума опадів була на 46 % більше середньої багаторічної норми. Однак, червень 2025 року був таким саме посушливим, як і у попередні два роки – сума опадів склала всього 45 % від середньої багаторічної норми. Ячмінь звичайний ярий сіяли 30.03.2023, 23.03.2024 і 28.03.2025 року. Урожай збирали 24.07.2023, 17.07.2024 і 23.07.2025 року. Біочар у нормі 100 кг/га вносили у ґрунт сівалкою при посіві ячменю ярого відповідно до схеми досліду: 1) Контроль (без внесення біочару); 2) Біочар (припосівне внесення у ґрунт у дозі 100 кг/га). Кількість повторень – 3, загальна площа дослідної ділянки 120 м², облікова площа 80 м². Ширина захисних смуг 2 м. Розташування варіантів систематичне. Густану стояння рослин підраховували двічі: під час повних сходів і за лабораторного аналізу пробного снопа, взятого з тих самих майданчиків напередодні збирання. Вживаність рослин до

збирання (%), кількість продуктивних стебел на (шт./м²) перед збиранням, продуктивна кущистість, число зерен в колосі (шт.), маса 1000 зерен (г), біологічний урожай (т/га) були визначені за лабораторним аналізом снопових зразків [8]. Статистичну обробку результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу, використовуючи програмне забезпечення MS Excel (Редмонд, Вашингтон, США) [9].

Для припосівного локального внесення був застосований біочар «Biochar Aktive», отриманий з деревних порід методом піролізу (при температурі горіння 600–1000 °С). Виробник характеризує цей продукт, як «продукт з високим вмістом зв'язаного вуглецю (90–99 %) та відсутністю шкідливих і токсичних домішок». Пропонована від виробника норма внесення біочару в чистому вигляді 100–200 кг/га [10].

Результати досліджень. Дані, наведені у таблиці 1, дозволяють судити про позитивний, але статистично неістотний вплив припосівного внесення біочару на такі показники продуктивності ячменю звичайного ярого, як виживаність рослин до збирання (прибавка 0,3–4 % до контролю), продуктивну кущистість (прибавка 1–2 % до контролю), число зерен у колосі (прибавка 0,5–2 % до контролю).

Проте, сукупно ці позитивні тенденції призвели до збільшення біологічного врожаю на 3–9 %, порівняно з контрольним варіантом (без внесення біочару). Помітна різниця у реакції сортів на внесення біочару: по сорту Командор внесення біочару збільшувало врожайність на 9 %, по сорту КВС Кріссі – на 5 %, по сорту Абсолют – на 3 %. Загальна картина показників продуктивності ячменю звичайного ярого у 2023 році слугує ілюстрацією до того, як впливають екстремальні умови (посуха) на врожайність рослин.

Задовільні за зволоженням березень і квітень 2024 року мали вирішальний вплив на формування врожаю ячменю звичайного ярого (табл. 2).

Рослини встигли сформувати продуктивні органи, хоча подальші погодні умови упродовж вегетації (травень, червень, липень) були посушливими. Біологічний урожай ячменю звичайного ярого у 2024 році був більшим за попередній рік на 48–63 %, в залежності від варіанту дослідження. Щодо впливу припосівного локального внесення біочару на показники продуктивності ячменю, то статистично істотним він був лише по сорту Командор – біологічний урожай збільшився на 7 %. По сортах КВС Кріссі і Абсолют спостерігалися позитивні тенденції у збільшення виживаності рослин до збирання

Таблиця 1

Показники продуктивності ячменю ярого за припосівного локального внесення біочару, 2023 рік

Варіант	Польова схожість, %	Вживаність рослин до збирання, %	Кількість продуктивних стебел (шт./м ²) перед збиранням	Продуктивна кущистість	Число зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Біологічний урожай, т/га
Сорт Командор							
Контроль	92,0	86,4	305	0,96	19,3	46,0	2,7
Біочар	92,2	89,8	325	0,98	19,6	46,0	2,9
Сорт КВС Кріссі							
Контроль	93,3	97,2	363	1,00	18,5	46,0	3,1
Біочар	93,9	97,9	371	1,01	18,6	47,0	3,2
Сорт Абсолют							
Контроль	95,0	97,7	379	1,02	19,7	48,0	3,6
Біочар	95,3	98,0	385	1,03	19,9	48,0	3,7
<i>HIP</i> _{0,5}	7,91	8,83	31,9	0,07	1,67	3,92	0,17

Таблиця 2

Показники продуктивності ячменю ярого за припосівного локального внесення біочару, 2024 рік

Варіант	Польова схожість, %	Вживаність рослин до збирання, %	Кількість продуктивних стебел (шт./м ²) перед збиранням	Продуктивна кущистість	Число зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Біологічний урожай, т/га
Сорт Командор							
Контроль	94,1	88,1	468	1,41	20,3	46,5	4,4
Біочар	94,0	91,5	492	1,43	20,6	46,5	4,7
Сорт КВС Кріссі							
Контроль	95,0	98,9	545	1,45	19,5	45,0	4,8
Біочар	95,0	99,6	553	1,46	19,0	46,0	4,8
Сорт Абсолют							
Контроль	97,0	99,4	567	1,47	20,7	46,0	5,4
Біочар	97,4	99,7	575	1,48	20,9	46,0	5,5
<i>HIP</i> _{0,5}	7,99	7,48	41,8	0,12	1,75	3,86	0,23

Таблиця 3

Показники продуктивності ячменю ярого за припосівного локального внесення біочару, 2025 рік

Варіант	Польова схожість, %	Вживаність рослин до збирання, %	Кількість продуктивних стебел (шт./м ²) перед збиранням	Продуктивна кущистість	Число зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Біологічний урожай, т/га
Сорт Командор							
Контроль	93,2	87,7	396	1,21	20,3	48,1	3,9
Біочар	93,4	91,1	418	1,23	20,6	48,3	4,2
Сорт КВС Кріссі							
Контроль	94,5	98,5	465	1,25	19,5	46,0	4,2
Біочар	95,1	99,2	475	1,26	19,6	45,9	4,3
Сорт Абсолют							
Контроль	96,2	99	484	1,27	20,7	47,8	4,8
Біочар	96,5	99,3	491	1,28	20,9	47,9	4,9
<i>HIP</i> _{0,5}	8,01	8,44	41,2	0,11	1,79	4,01	0,22

і продуктивної кущистості. По сорту Абсолют – також за кількістю зерен у колосі і масою 100 зерен. Проте, за врожайністю по сорту КВС Кріссі різниці між варіантами досліду не було зовсім, а по сорту Абсолют припосівне локальне внесення біочару давало прибавку 2 %. Посуха у березні і квітні 2025 року негативно позначилась на показниках продуктивності ячменю звичайного ярого (табл. 3): біологічний урожай був на 10–13 % меншим, порівняно з 2024 роком.

Проте, 2025 рік був більш сприятливим за погодними умовами, ніж 2023. Відповідно, біологічний урожай ячменю звичайного ярого був у 2025 році 32–45 % більшим, ніж у 2023 році. Вплив припосівного внесення біочару був статистично істотним лише по сорту Командор, де позитивні тенденції збільшення показників вживаності рослин до збирання, продуктивної кущистості і числа зерен у колосі призвели до збільшення біологічного врожаю на 8 %. По сортах КВС Кріссі і Абсолют була позитивна тенденція до збільшення врожаю за дії внесення біочару, але ефект був неістотний – всього 3 %.

Таблиця 4

Середня врожайність ячменю звичайного ярого за 2023–2025 роки

Сорт	Варіант	Середня врожайність за 2023–2025 роки, ц/га	Прибавка до контролю	
			ц/га	%
Командор	Контроль	37	–	–
	Біочар	39	2	5
КВС Кріссі	Контроль	40	–	–
	Біочар	41	1	3
Абсолют	Контроль	46	–	–
	Біочар	47	1	2
<i>HIP</i> _{0,5}	3,8	0,1	0,4	

Щодо впливу біочару на врожайність ячменю звичайного ярого досліджуваних сортів, то можна

констатувати, що цей вплив був позитивним але статистично неістотним: у середньому за три роки врожайність підвищувалася на 2–5 %. Для розуміння позитивної дії біочару на ріст і розвиток рослин потрібно мати на увазі, що біочар не є «добрином» за вмістом основних поживних речовин (N, P, K). Біочар (тим більше у мінімальних дозах, як у даному дослідженні) є оптимальним середовищем для розвитку мікрофлори насіння і ґрунту [11–13]. Тобто, будь-який ефект від внесення біочару – це ефект «праці» мікробів, для яких біочар створює оптимальне середовище. Насіння ячменю ярого передпосівом не було стерилізоване і не було протруєне хімічними препаратами. Відомо, що насіння ячменю несе на собі (і, навіть, має в середині) спори різноманітних мікробів [14]. Локальне припосівне внесення біочару у посівний рядок покращує умови для розвитку цих мікробів [11–13]. Насіння ячменю у даному дослідженні (як дослідного, так і контрольного варіантів) перед посівом було іноккульоване біофунгіцидом BioStim™ Насіння, що містить спори бактерій *Bacillus polytuxa*, фітогормони ауксинового, гіберелінового і цитокінінового рядів, амінокислоти, вітаміни, мікроелементи [15]. За показниками продуктивності рослин ячменю (табл. 1–4) можна зробити висновок, що присутність *Bacillus polytuxa* та інших симбіотичних бактерій (у тому числі специфічних симбіотичних бактерій кожного сорту) була більшою у ризосфері рослин ячменю, висіяного з біочаром. Недоліком даного дослідження є відсутність даних про мікробний склад ризосфери рослин ячменю. Це має стати одним із завдань наших подальших досліджень.

Біочар може сприяти росту і розвитку рослин також через свої унікальні фізичні властивості – стимулювати всмоктування поживних речовин корінням: нещодавні дослідження вказують на відповідний механізм, який сприяє збільшенню біомаси рису та поглинанню N і P після обробки біочаром з пшеничної соломи (частинки біочару мікронного розміру) – на шарі епідермальних клітин кореня створюється більш негативний електричний

потенціал, ніж на поверхні кореня, і ця різниця, вірогідно, є рушійною силою для поглинання мінеральних поживних речовин [13, 15].

Щодо покращення показників продуктивності із застосуванням біочару, то перспективним напрямком вбачається поєднання біочару з добривами та мікробними інокулянтами, дозволеними у органічному землеробстві.

Якщо порівняти урожайність сортів по роках (2023–2025), то звертає на себе увагу істотно більша врожайність сортів КВС Кріссі і Абсолют, порівняно з сортом Командор (відповідно, на 7 і 22 %). Проте сорт Командор краще відгукувався на внесення біочару (збільшення біологічного урожаю було істотним щороку). Припускаємо, що такі сортови особливості пов'язані з власним мікробіомом насіння, що є перспективою для подальших досліджень. За результатами дослідження можна констатувати, що біологічний урожай ячменю ярого у 2023–2025 роках коливався на 10–63 % залежно від погодних умов року, на 7–22 % залежно від сорту і на 2–5 % залежно від припосівного локального внесення біочару.

Висновки. Припосівне локальне внесення біочару у дозі 100 кг/га сприяло позитивній тенденції збільшення показників виживаності рослин до збирання, продуктивної кущистості і числа зерен у колосі ячменю звичайного ярого (на 1–4 %). У середньому за три роки біологічна урожайність досліджуваних сортів ячменю звичайного ярого за дії припосівного локального внесення біочару у дозі 100 кг/га була збільшена на 2–5 %. Перспективним прийомом для збільшення ефективності застосування біочару у органічній технології вирощування ячменю звичайного ярого може бути поєднання біочару з комплексними мінеральними добривами, дозволеними у органічному землеробстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kaso T., Guben G. Review of Barley Value Chain Management in Ethiopia, *Journal of Biology, Agriculture and Health care*. 2015. № 5(10). P. 84–97. URL: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/22519/23177>
2. Hrytsiuk, N., Plotnytska, N., Tymoshchuk, T., Dovbysh, L., Bondareva, L. Influence of the tillage on weediness of winter wheat crops in conditions of Ukrainian Polissia. *Scientific Horizons*. 2020. 05 (90). P. 15–21. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-15-21
3. Кирильчук А. М., Щербиніна Н. П., Чухлеб С. Л. Ячмінь – стан та шляхи збільшення виробництва зерна. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 90–103. doi: 10.32782/2226-0099.2023.131.11
4. Обсяг виробництва, урожайність та зібрана площа сільськогосподарських культур за їх видами по регіонах. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/sg/ovuzpsg/Arh_ovuzpsg_2025_u.html
5. Ali M., Rahul F., Ali S. et al. Impact of organic amendments on soil structure, fertility and growth of plants. In: Kausar, R., Nisa, Z. U., Jamil, M. & Bashir, I. (eds). *Integrated Health and Sustainability: Plants, Wildlife, and Genetic Resilience*. Faisalabad : Unique Scientific Publishers, 2025. P. 183–189. doi: 10.47278/book.NH/2025.295
6. Lehmann J., Joseph, S. (2009). “Biochar for environmental management: an introduction”, in *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. eds. J. Lehmann and S. Joseph. London : Earthscan, 2009. P. 1–12.
7. Allohverdi T., Mohanty A. K., Roy P., Misra M. A review on current status of biochar uses in agriculture. *Molecules*. 2021. № 26. 5584. doi: 10.3390/molecules26185584
8. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e5c0ed8332.pdf>
9. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз; За ред. В. О. Єщенка. Київ : Дія. 2005. 288с.
10. Biochar Aktive (біологічне вугілля). URL: <https://besta.com.ua/product/biochar/?srsltid=Afm-B0ooLXdxDCor5APpMYrxzsrR1JD6db8kmD9Fka6nyWiSflVgoZ2I8n>
11. Bai N., Zhang H., Li S. et al. Long-term effects of straw and straw-derived biochar on soil aggregation and fungal community in a rice-wheat rotation system. *Peer J*. 2019. № 6. e6171. doi: 10.7717/peerj.6171
12. Kamau S., Karanja N. K., Ayuke F. O., Lehmann J. Short-term influence of biochar and fertilizer-biochar blends on soil nutrients, fauna and maize growth. *Biol. Fertil. Soils*. 2019. №55. P. 661–673. doi: 10.1007/s00374-019-01381-8
13. Chew J., Zhu L., Nielsen S. et al. Biochar-based fertilizer: supercharging root membrane potential and biomass yield of rice. *Sci. Total Environ*. 2020. № 7(13). 136431. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136431
14. Langendries S., Goormachtig S. *Paenibacillus polymyxa*, a Jack of all trades. *Environmental Microbiology*. 2021. №23(10). P. 5659–5669. doi: 10.1111/1462-2920.15450
15. Chew J., Joseph S., Chen G. et al. Biochar-based fertilizer enhances nutrient uptake and transport in rice seedlings. *Sci. Total Environ*. 2022. № 826. 154174. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.154174

REFERENCES:

1. Kaso T., Guben G. (2015). Review of Barley Value Chain Management in Ethiopia, *Journal of Biology, Agriculture and Health care*, Vol. 5, No. 10, P. 84-97. URL: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/22519/23177>
2. Hrytsiuk, N., Plotnytska, N., Tymoshchuk, T., Dovbysh, L., Bondareva, L. (2020). Influence of the tillage on weediness of winter wheat crops in conditions of Ukrainian Polissia. *Scientific Horizons*, 05 (90), 15–21. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-15-21
3. Kyrylchuk A. M., Shcherbynina N. P., Chukhlieb S. L. (2023). Yachmin – stan ta shliakhy zbilshennia vyrobnytstva zerna [Barley – state and ways to increase grain production]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*, No. 131, pp. 90–103. doi: 10.32782/2226-0099.2023.131.11 (in Ukrainian).
4. Obsiah vyrobnytstva, urozhainist ta zibrana ploshcha silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy po rehionakh [Production volume, yield and harvested

- area of agricultural crops by type by region]. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/sg/ovuzpsg/Arh_ovuzpsg_2025_u.html (in Ukrainian)
5. Ali M., Rahul F., Ali S., Subhan U., Saleem Z., Quratulain, Waseem M., Hussain M., Ali M. A. & Mehdi M. M. (2025). Impact of organic amendments on soil structure, fertility and growth of plants. In: Kausar, R., Nisa, Z. U., Jamil, M. & Bashir, I. (eds). *Integrated Health and Sustainability: Plants, Wildlife, and Genetic Resilience*. Unique Scientific Publishers, Faisalabad, Pakistan, 183–189. doi: 10.47278/book.HH/2025.295
 6. Lehmann J. & Joseph S. (2009). "Biochar for environmental management: an introduction," in *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. eds. J. Lehmann and S. Joseph (London, U.K: Earthscan), 1–12.
 7. Allohverdi, T., Mohanty, A. K., Roy, P., and Misra, M. (2021). A review on current status of biochar uses in agriculture. *Molecules*, 26:5584. doi: 10.3390/molecules26185584
 8. Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslin na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e5c0ed8332.pdf> (in Ukrainian)
 9. Yeshchenko V. O., Kopytko P. G., Opryshko V. P., Kostogryz P. V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Ed. V. O. Yeshchenko. Diya, Kyiv. 288p. (in Ukrainian)
 10. Biochar Aktive (biolohichne vuhillia) [Biochar Aktive (biological charcoal)]. URL: <https://besta.com.ua/product/biochar/?srsltid=AfmBOoLXdxDCor5APpMYrxzsR1JD6db8kmD9Fka6nyWiSfVgo2Zl8n> (in Ukrainian)
 11. Bai N., Zhang H., Li S., Zheng X., Zhang J., Zhang H., et al. (2019). Long-term effects of straw and straw-derived biochar on soil aggregation and fungal community in a rice-wheat rotation system. *PeerJ* 6:e6171. doi: 10.7717/peerj.6171
 12. Kamau S., Karanja N. K., Ayuke F. O., and Lehmann J. (2019). Short-term influence of biochar and fertilizer-biochar blends on soil nutrients, fauna and maize growth. *Biol. Fertil. Soils* 55, 661–673. doi: 10.1007/s00374-019-01381-8
 13. Chew J., Zhu L., Nielsen S., Graber E., Mitchell D. R., Horvat J. et al. (2020). Biochar-based fertilizer: supercharging root membrane potential and biomass yield of rice. *Sci. Total Environ.* 713:136431. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136431
 14. Langendries S. & Goormachtig S. (2021). *Paenibacillus polymyxa*, a Jack of all trades. *Environmental Microbiology* 23(10), 5659–5669. doi: 10.1111/1462-2920.15450
 15. Chew J., Joseph S., Chen G., Zhang Y., Zhu L., Liu M. et al. (2022). Biochar-based fertilizer enhances nutrient uptake and transport in rice seedlings. *Sci. Total Environ.* 826:154174. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.154174
- Макарчук Б. М., Герасько Т. В. Вплив припосівного рядкового внесення біочару на показники продуктивності ячменю ярого за органічної технології вирощування у Лісостепу України**
- Мета** даної статті – з'ясувати вплив припосівного внесення біочару у дозі 100 кг/га на окремі показники продуктивності ячменю звичайного ярого в умовах органічного землеробства у Лісостепу України. **Методи.** Трирічний польовий дослід був проведений у Київській спеціалізованій філії Українського інституту експертизи сортів рослин (Україна, Київська область, Білоцерківський район). Ґрунт дослідної ділянки - чорнозем типовий малогумусний. Ячмінь звичайний ярий (сортів Командор, КВС Кріссі і Абсолют) вирощували за органічною технологією. Попередником для ячменю ярого у досліді слугувала конюшина лучна (*Trifolium pratense*), яку скошували двічі упродовж її вегетаційного періоду і заорювали у ґрунт на глибину 20–22 см. Густиоту стояння рослин підраховували двічі: під час повних сходів і за лабораторного аналізу пробного снопа, взятого з тих самих майданчиків напередодні збирання. Вживаність рослин до збирання (%), кількість продуктивних стебел на (шт./м²) перед збиранням, продуктивна кущистість, число зерен в колосі (шт.), маса 1000 зерен (г), біологічний урожай (т/га) були визначені за лабораторним аналізом снопових зразків. Статистичну обробку результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу, використовуючи програмне забезпечення MS Excel (Редмонд, Вашингтон, США). **Результати.** Локальне внесення біочару під час сівби в дозі 100 кг/га позитивно вплинуло на зростання показників виживаності рослин до моменту збирання, продуктивної кущистості та кількості зерен у колосі ярого ячменю, збільшивши їх на 1–4 %. **Висновки.** У середньому за три роки дослідження біологічна врожайність сортів ярого ячменю за умов застосування біочару в зазначеній дозі зросла на 2–5 %. Перспективним підходом для підвищення ефективності використання біочару в органічній технології вирощування ярого ячменю може стати його комбінювання з комплексними мінеральними добривами, дозволеними для органічного землеробства.
- Ключові слова:** ячмінь ярий, біочар, припосівне рядкове внесення добрив, органічна технологія вирощування.
- Makarchuk B. M., Gerasko T. V. The effect of in-row application of biochar during sowing on the productivity of spring barley under organic cultivation technology in the Forest-Steppe of Ukraine**
- The purpose** of the article is to determine the effect of sowing in-row biochar at a dose of 100 kg ha⁻¹ on some indicators of productivity of spring barley under organic farming conditions in the Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** A three-year field experiment was conducted in the Kyiv Specialized Branch of the Ukrainian Institute of Plant Variety Expertise (Ukraine, Kyiv region, Bila Tserkva district). The soil of the experimental plot is typical low-humus chernozem. Spring barley (cv Komandor, KWS Chrissie and Absolut) was grown using organic technology. The precursor for spring barley in the experiment was meadow clover (*Trifolium pratense*), which was mowed twice during its growing season and plowed into the soil

to a depth of 20–22 cm. Plant density was counted twice: at full emergence and during laboratory analysis of a test sheaf taken from the same sites on the eve of harvesting. Plant survival to harvest (%), number of productive stems per (pcs. m⁻²) before harvesting, productive bushiness, number of grains per ear (pcs.), weight of 1000 grains (g), biological yield (t ha⁻¹) were determined by laboratory analysis of sheaf samples. Statistical processing of the research results was carried out by the method of variance analysis using MS Excel software (Redmond, Washington, USA). **Results.** In-row application of biochar during sowing at a dose of 100 kg/ha had a positive

effect on the growth of plant survival rates until harvest, productive bushiness and the number of grains in spring barley ear, increasing them by 1–4 %. **Conclusions.** On average, over the three years of the study, the biological yield of spring barley under the conditions of using biochar at the specified dose increased by 2–5 %. A promising approach to increasing the efficiency of using biochar in organic technology for growing spring barley may be its combination with complex mineral fertilizers permitted for organic farming.

Key words: spring barley, biochar, in-row fertilizer application during sowing, organic growing technology.

Дата першого надходження рукопису до видання: 20.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 19.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025