

УДК 633.161: 631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.4>

## ВПЛИВ ПРИПОСІВНОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ БІОЧАРУ, САПРОПЕЛЮ І БІОГУМУСУ НА ТРИВАЛІСТЬ ФАЗ ВЕГЕТАЦІЇ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Макарчук Б. М.** – с.н.с.,

Український інститут експертизи сортів рослин

[orcid.org/0009-0003-4957-8399](https://orcid.org/0009-0003-4957-8399)

**Герасько Т. В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва та садівництва імені професора В. В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

[orcid.org/0000-0002-1331-4397](https://orcid.org/0000-0002-1331-4397)

Польові дослідження проводилися упродовж 2023–2025 років на базі Київської спеціалізованої філії Українського інституту експертизи сортів рослин, розташованої у Білоцерківському районі Київської області. Випробування стосувалися вирощування ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) за органічною технологією, у сівозміні з попередником – конюшиною лучною (*Trifolium pratense*). Під час посіву ячменю вносили органічні меліоранти (біочар, сапропель і біогумус) у дозі 100 кг/га із використанням сівалки. Локальне припосівне внесення біоچارу, сапропелю та біогумусу скорочувало період від висівання до повних сходів на 1–4 доби в порівнянні з ділянками, де ці органічні добрива не застосовувалися. Загальна тривалість вегетаційного періоду (від появи сходів до воскової стиглості) зменшувалася на 1–2 доби при використанні біогумусу та на 1 добу за припосівного внесення сапропелю (відповідно протягом усіх трьох років та двох років досліджень – 2023 і 2024). Водночас внесення біоچارу не справляло істотного впливу на тривалість вегетації ячменю ярого.

Тривалість міжфазного періоду від сівби до сходів показала сильну негативну кореляцію з урожайністю ячменю ярого ( $r = -0,86$ ). Період від сходів до куціння виявив середню негативну кореляцію з урожайністю рослин ( $r = -0,34$ ). Водночас тривалість міжфазних періодів куціння-трубкування ( $r = 0,37$ ), трубкування-колосіння ( $r = 0,56$ ) та колосіння-воскова стиглість ( $r = 0,87$ ) характеризувалася, відповідно, середньою та сильною позитивною кореляцією з урожайністю ячменю ярого в умовах дослідження. Загальна тривалість вегетації від сходів до воскової стиглості мала слабку позитивну кореляцію з урожайністю досліджуваних сортів ячменю в період 2023–2025 років ( $r = 0,25$ ). Результати даного дослідження свідчать про те, що прискорення розвитку ячменю ярого під впливом припосівного внесення біогумусу, сапропелю та біоچارу переважно відбувається у фазах від сівби до сходів і від сходів до куціння. Зокрема, помітно, що пришвидшення появи сходів внаслідок локального внесення зазначених матеріалів значно позитивно корелює з урожайністю ячменю ярого.

**Ключові слова:** ячмінь ярий, біочар, сапропель, біогумус, припосівне рядкове внесення добрив.

**Makarchuk B. M., Gerasko T. V. The influence of sowing local application of biochar, sapropel and biohumus on the duration of vegetation phases of spring barley under organic growing technology in the forest-step of Ukraine**

Field studies were conducted during 2023–2025 at the Kyiv Specialized Branch of the Ukrainian Institute of Plant Variety Examination, located in the Bila Tserkva district of the Kyiv region. The tests concerned the cultivation of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) using organic technology, in crop rotation with a predecessor – meadow clover (*Trifolium pratense*). During barley sowing, organic ameliorants (biochar, sapropel and biohumus) were applied at a dose of



© Макарчук Б. М., Герасько Т. В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

100 kg/ha using a seeder. Local sowing application of biochar, sapropel and biohumus reduced the period from sowing to full germination by 1–4 days compared to areas where these organic fertilizers were not applied. The total duration of the growing season (from emergence to wax ripeness) was reduced by 1–2 days when using biohumus and by 1 day when applying sapropel at sowing (respectively, during all three years and two years of research – 2023 and 2024). At the same time, the application of biochar did not have a significant effect on the duration of the growing season of spring barley. The duration of the interphase period from sowing to emergence showed a strong negative correlation with the yield of spring barley ( $r = -0.86$ ). The period from emergence to tillering showed an average negative correlation with the yield of plants ( $r = -0.34$ ). At the same time, the duration of the interphase periods tillering-tubing ( $r = 0.37$ ), tufting-heading ( $r = 0.56$ ) and earing-wax ripeness ( $r = 0.87$ ) was characterized, respectively, by a medium and strong positive correlation with the yield of spring barley under the conditions of the study. The total duration of the vegetation period from germination to wax ripeness had a weak positive correlation with the yield of the studied barley varieties in the period 2023–2025 ( $r = 0.25$ ). The results of this study indicate that the acceleration of spring barley development under the influence of the sowing application of biohumus, sapropel and biochar mainly occurs in the phases from sowing to germination and from germination to tillering. In particular, it is noticeable that the acceleration of the emergence of seedlings due to the local application of these materials is significantly positively correlated with the yield of spring barley.

**Key words:** spring barley, biochar, sapropel, biohumus, sowing row application of fertilizers.

**Постановка проблеми.** Очікується, що до 2050 року населення світу зросте майже до 10 мільярдів [1, с. 131–155]. Відповідно, разом із зростанням світового населення, буде зростати і попит на продукти харчування. Однак зміна клімату (очікується, що температура зросте на 1,5–1,7 °C протягом наступних 25 років [2] становить значну загрозу для зростання виробництва продуктів харчування. Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare L.*) є однією з найбільш пластичних зернових культур, пристосованих до екстремальних погодних явищ [3, с. 84–97]. Тому у багатьох країнах Африки і Азії він є єдиною зерновою культурою, яка там вирощується [4]. Тому важливим є вдосконалення технології вирощування ячменю ярого, наприклад, через оптимізацію норм і способів застосування органічних добрив. Відомо, що тривалість фаз вегетації має істотний вплив на врожайність зернових культур [5, с. 11–17]. Проте досі не з'ясовано, як впливає на тривалість фаз вегетації ячменю ярого припосівне локальне внесення таких органічних добрив, як біочар, сапропель і біогумус.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженнями В. М. Гудзенко і С. П. Васильківського щодо впливу гідротермічних умов на тривалість вегетації і врожайність ячменю ярого у Центральному Лісостепу України [5, с. 11–17] встановлено, що тривалість міжфазних періодів вегетації негативно корелює із підвищенням середньодобової температури повітря і позитивно корелює з кількістю опадів (за винятком періоду колосіння-дозрівання, на тривалість якого впливає лише температурний режим). При чому було доведено, що урожайність ячменю ярого позитивно корелює з тривалістю періоду від сходів до дозрівання; особливо – з тривалістю періоду від колосіння до дозрівання.

Дослідженнями А. В. Панфілової і А. М. Могильницької [6, с. 161–163] встановлено, що між погодно-кліматичні умовами у періоди «сходи-кущіння», «кущіння-вихід» і «колосіння – повна стиглість» та врожайністю ячменю ярого існує сильний кореляційний зв'язок. Погодні умови періоду «вихід рослин у трубку – колосіння» мають помірний та сильний кореляційний зв'язок з урожайністю ячменю ярого. При чому, підвищення температури повітря має сильний від'ємний, а кількість опадів – сильний додатний кореляційний зв'язок з урожайністю ячменю ярого.

Відомо, що період сходи-колосіння є дуже важливим для формування урожаю ячменю ярого. Так, у період від фази сходів до фази трубкування, окрім утворенням бічних пагонів і формування вторинної кореневої системи, закладаються колоскові горбки. Однак, за водоспоживанням найбільш критичним для формування урожаю ячменю ярого є період від фази трубкування до фази колосіння [7, с. 40–52].

У науковій літературі широко описані рістстимулюючі властивості біогумусу (насамперед, як джерела гумінових речовин, фітогормонів, мікробного інокулянту) [8, с. 21–36], біочару (насамперед, як детоксиканта ґрунту і сприятливого середовища для розвитку корисних мікробів) [9], сапропелю (як джерела гумінових речовин, вітамінів, фітогормонів) [10, с. 44–51]. Біочар, сапропель і біогумус здатні прискорювати проростання і розвиток рослин, сприяючи при цьому збільшенню урожайності [11, с. 183–189].

Проте, на сьогодні ще не досліджено вплив локального передпосівного внесення біочару, сапропелю і біогумусу на тривалість фаз вегетації ячменю ярого і кореляційний зв'язок тривалості певних міжфазних періодів з урожайністю ячменю ярого за органічної технології вирощування у Лісостепу України.

**Мета** даної роботи – встановлення впливу припосівного локального внесення біочару, сапропелю і біогумусу на тривалість фаз вегетації ячменю ярого і кореляції тривалості міжфазних періодів з урожайністю культури за органічної технології вирощування у Лісостепу України.

**Виклад основго матеріалу дослідження.** Польові дослідження були проведені упродовж 2023–2025 років у Київській спеціалізованій філії Українського інституту експертизи сортів рослин (Україна, Київська область, Білоцерківський район) на чорноземі типовому малогумусному. Ячмінь ярий вирощували за органічною технологією. Попередник – конюшина лучна (*Trifolium pratense*). Норма висіву ячменю ярого у досліді складала 4 млн схожих насінин на гектар. Органічні добрива у дозі 100 кг/га вносили у ґрунт сівалкою при посіві ячменю ярого відповідно до схеми досліду: 1) Контроль (без внесення органічних меліорантів); 2) Біочар; 3) Сапропель; 4) Біогумус. Кількість повторень – 3, посівна площа дослідної ділянки 120 м<sup>2</sup>, облікова площа – 80 м<sup>2</sup>, ширина захисних смуг – 2 м, розташування варіантів систематичне.

Фенологічні спостереження (визначення фаз вегетації, тривалість міжфазних періодів) упродовж вегетаційного періоду проводили відповідно загальноприйнятими методиками [12]. Результати були оброблені методами дисперсійного і кореляційного аналізу [13] із застосуванням програмного забезпечення MS Excel (Редмонд, Вашингтон, США).

Через несприятливі погодні умови березня і більшої частини квітня 2023 року період між сівбою і сходами ячменю ярого був затяжним (рис. 1–3). При чому, вплив припосівного внесення органічних меліорантів виявився найбільш чітко, порівняно з більш сприятливими наступними (2024 і 2025) роками. За дії припосівного локального внесення біочару фаза повних сходів настала на 1 добу раніше відконтрольного варіанту (без внесення органічних меліорантів). За припосівного внесення сапропелю і біогумусу – відповідно, сходи з'явилися на 3 і 4 доби раніше за контрольний варіант.

Період між повними сходами і кушінням був дещо подовжений за дії органічних меліорантів – на 1–2 доби. Міжфазний період кушіння-трубкування був зменшений на 1–2 доби за дії припосівного локального внесення органічних меліорантів. Період між трубкуванням і колосінням був однаковим за тривалістю у всіх

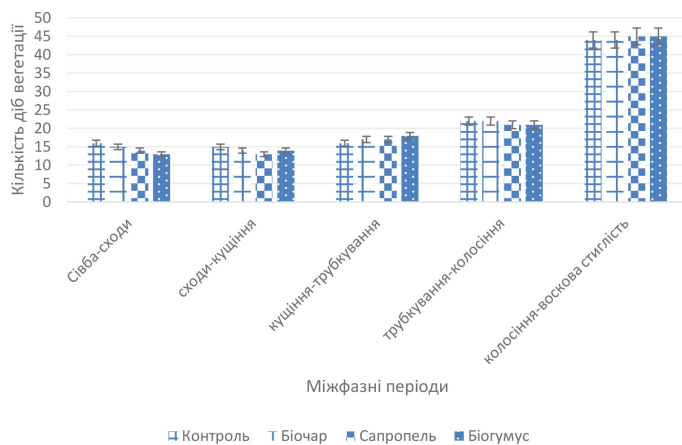


Рис. 1. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Командор, 2023 рік

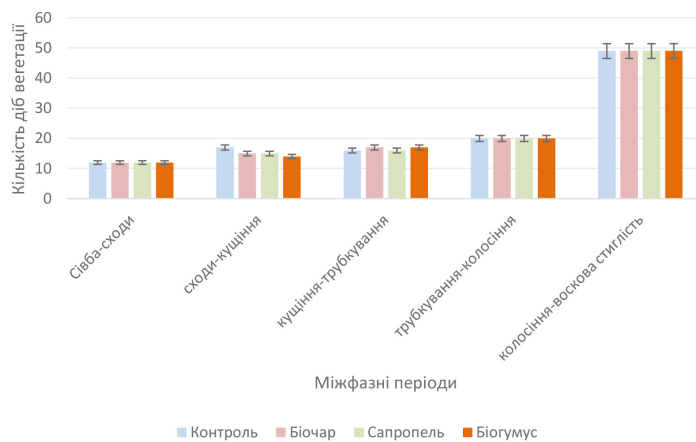


Рис. 2. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту КВС Кріссі, 2023 рік

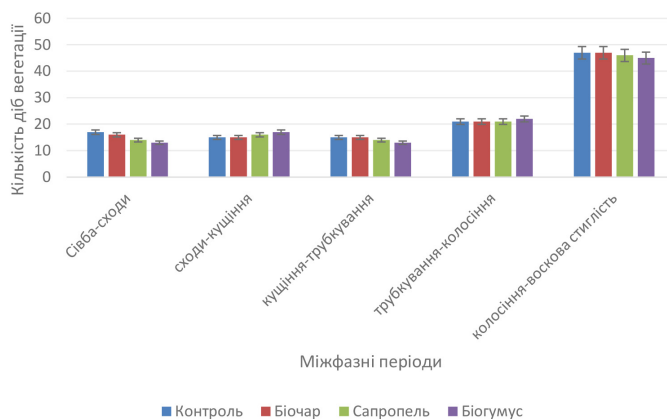


Рис. 3. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Абсолют, 2023 рік

варіантах досліді (по сорту КВС Кріссі); за припосівного внесення біогумусу – на 1 добу більше (по сорту Абсолют) та на 1 менше (по сорту Командор); також по сорту Командор – на 1 добу менше за припосівного внесення сапропелю. Кількість діб між колосінням і восковою стиглістю була однаковою у контрольному варіанті і за припосівного внесення біочару (по всіх досліджуваних сортах). У варіантах з припосівним внесенням сапропелю і біогумусу цей період був скорочений, відповідно, на 1 і 2 доби (по сорту Абсолют); по сорту Коандор – подовжений на 1 добу; по сорту КВС Кріссі – не відрізнявся від контрольного варіанту. Таким чином, припосівне внесення органічних меліорантів у 2023 році суттєво скорочувало час проростання ячменю ярого і міжфазний період кушіння–трубкування (по сортах Командор і Абсолют). Загальний час вегетації між сходами до воскової стиглості був однаковим для контрольного варіанту і варіанту з припосівним внесенням біочару. За припосівного внесення сапропелю і біогумусу загальний час вегетації (сходи–воскова стиглість) був скорочений, відповідно, на 1 і 2 доби.

Погодні умови 2024 року були більш сприятливі за кількістю опадів у березні і травні (порівняно з 2023 роком), тому повні сходи ячменю ярого були зафіксовані на 7–8 добу від сівби (рис. 4–6). Вплив припосівного внесення органічних меліорантів у цьому році був менш виражений, порівняно з 2023 роком – різниця у кількості діб між всіма фазами вегетації складала не більше 1 доби. Так, тривалість міжфазного періоду сівба-сходи була однаковою для всіх варіантів досліді, окрім варіанту з припосівним внесенням біогумусу (скорочення на 1 добу). Міжфазний період сходи-кушіння був скорочений на 1 добу, порівняно з контрольним варіантом за дії усіх досліджуваних меліорантів. Тривалість періоду кушіння-трубкування була скорочена на 1 добу у варіантах з припосівним внесенням сапропелю і біогумусу. Період між трубкуванням і колосінням, навпаки, був подовжений на 1 добу за дії припосівного внесення сапропелю і біогумусу. Кількість діб між колосінням і восковою стиглістю була однаковою у всіх варіантах досліді, окрім варіанту з припосівним внесенням біочару (подовження на 1 добу). Загальний час вегетації від сходів до воскової стиглості був однаковим для контрольного варіанту (без внесення органічних меліорантів) і варіанту з припосівним внесенням біочару. За припосівного внесення сапропелю і біогумусу загальний час вегетації був скорочений на 1 добу.

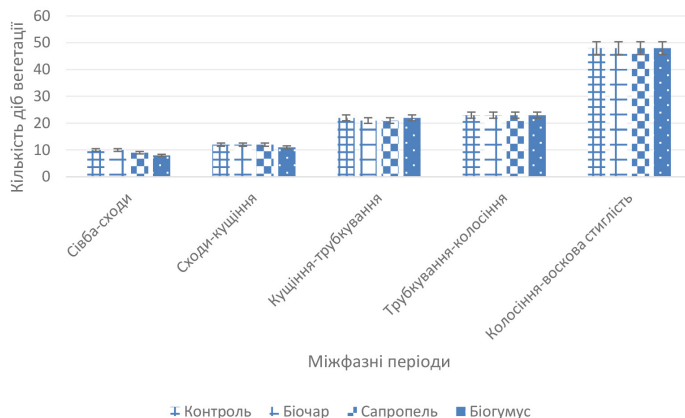


Рис. 4. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Командор, 2024 рік

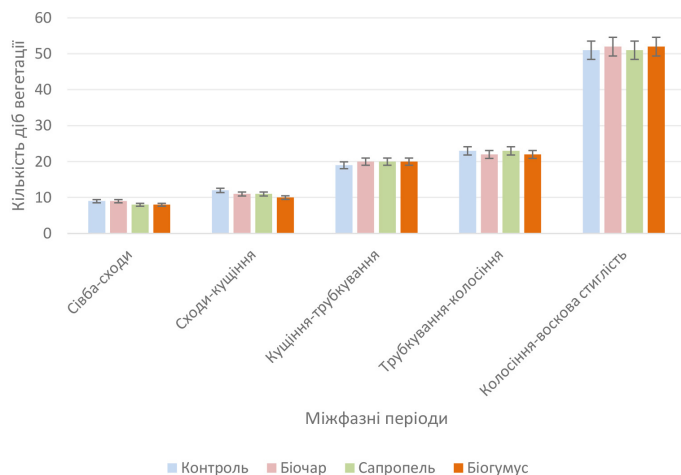


Рис. 5. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту КВС Кріссі, 2024 рік

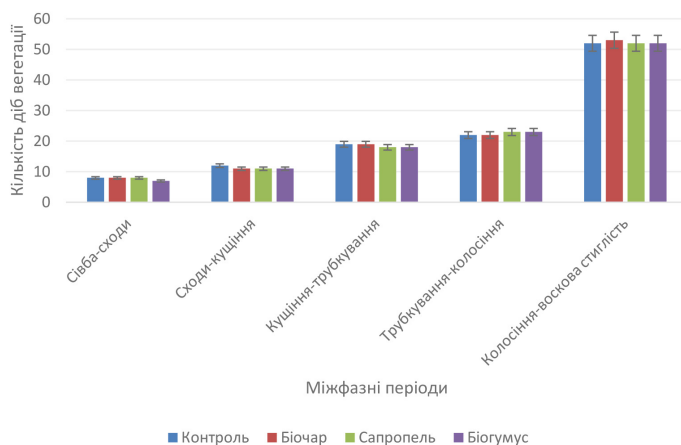


Рис. 6. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Абсолют, 2024 рік

Повні сходи ячменю ярого у 2025 році були отримані через 10–12 діб після сівби (рис. 7–9). За дії припосівного локального внесення органічних меліорантів фаза повних сходів була зафіксована раніше, порівняно з контрольним варіантом (без внесення органічних меліорантів) – на 1–2 доби. Кількість діб між сходами і кущінням була однаковою у всіх варіантах дослідження, окрім варіанту з припосівним внесенням біогумусу – скорочення на 1 добу. Період між кущінням і трубкуванням у цьому році був на 1 добу подовжений (порівняно з контрольним варіантом) за дії припосівного внесення біочару і біогумусу. Міжфазний період трубкування-колосіння був скорочений за дії припосівного внесення сапропелю, біочару і біогумусу, відповідно, на 1, 3 і 4 доби. Період між колосінням і восковою стиглістю, навпаки, був подовжений за дії припосівного внесення органічних меліорантів: за дії сапропелю, біочару і біогумусу, відповідно, на 1, 2 і 3 доби. Загальний час вегетації від сходів до воскової стиглостя був однаковим у всіх варіантах дослідження, окрім варіанту з припосівним внесенням біогумусу – скорочення на 1 добу.

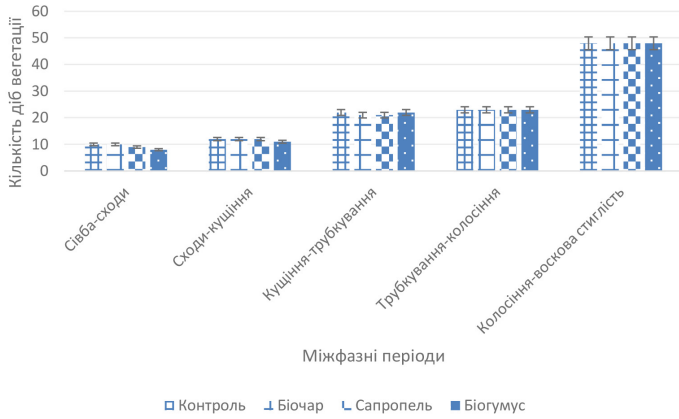


Рис. 7. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Командор, 2025 рік

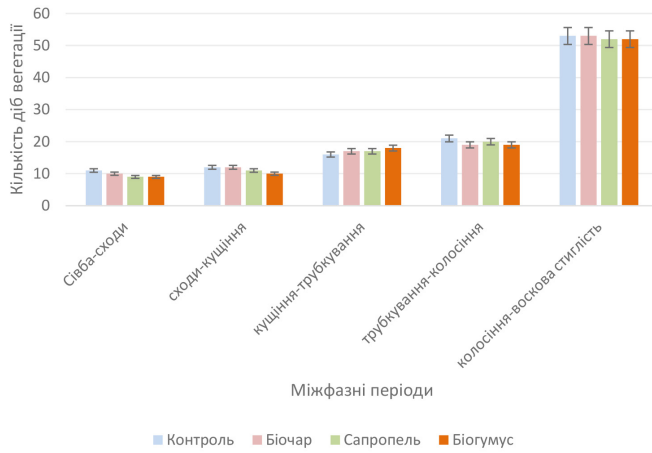


Рис. 8. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту КВС Кріссі, 2025 рік

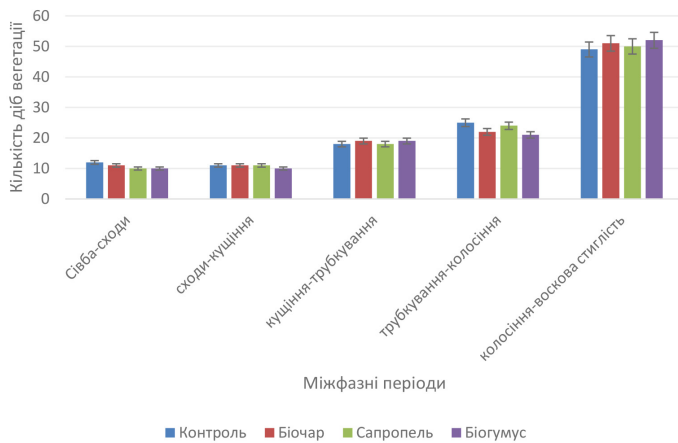


Рис. 9. Тривалість міжфазних періодів ячменю ярого сорту Абсолют, 2025 рік

У середньому за три роки досліджень, припосівне локальне внесення досліджуваних органічних меліорантів суттєво скорочувало період між сівбою і повними сходами ячменю ярого (на 1–4 доби, в залежності від погодних умов року). Такий вплив припосівного локального внесення органічних меліорантів (особливо, біогумусу) є позитивним, з точки зору формування врожаю ячменю ярого. Оскільки, як показано для умов Центрального Лісостепу України, затримка сходів негативно відбивається на урожайності ячменю ярого [5].

Вплив припосівного локального внесення біочару, сапропелю і біогумусу на подальші тривалість подальших періодів вегетації ячменю ярого був перемінним: подовження і скорочення, порівняно з контрольним варіантом (без внесення органічних меліорантів) коливалося на 1–2 доби. Загальний час вегетації (від сходів до воскової стиглості) був скорочений за припосівного внесення біогумусу на 1–2 доби (упродовж трьох років досліджень), за припосівного внесення сапропелю – на 1 добу (упродовж 2023 і 2024 років).

Отримані нами трирічні дані тривалості міжфазних періодів ячменю ярого підтверджують раніше опубліковані висновки [14, с. 51–61], щодо скорочення тривалості періодів вегетації ячменю ярого за умов підвищення середньодобової температури повітря (2023 рік) і подовження періоду вегетації за достатньої кількості опадів (2024 рік).

Тривалість міжфазного періоду від сівби до сходів сильно негативно корелювала з урожайністю ячменю ярого ( $r = -0,86$ ). Тривалість періоду від сходів до кущіння мала середню негативну кореляцію з урожайністю рослин ячменю ярого ( $r = -0,34$ ). Тривалість міжфазних періодів кущіння-трубкування ( $r = 0,37$ ), трубкування-колосіння ( $r = 0,56$ ) і колосіння-воскова стиглість ( $r = 0,87$ ) мали, відповідно, середню і сильну позитивну кореляції з урожайністю ячменю ярого у досліді. Загальна тривалість вегетації (сходи-воскова стиглість) слабо корелювала з врожайністю ячменю ярого досліджуваних сортів у 2023–2025 роках ( $r = 0,25$ ). Виявлені закономірності є наслідком рістстимулюючої дії використаних у даному дослідженні органічних меліорантів. Представлене тут дослідження показує, що прискорення розвитку ячменю ярого за припосівного внесення біогумусу, сапропелю і біочару відбувається, переважно, у міжфазних періодах від посіву до сходів і від сходів до кущення.

**Висновки.** Припосівне локальне внесення біочару, сапропелю і біогумусу на 1–4 доби скорочувало час між сівбою і повними сходами ячменю ярого (порівняно з варіантом, де не вносилися ці органічні добрива).

Загальний час вегетації (від сходів до воскової стиглості) був скорочений за припосівного внесення біогумусу на 1–2 доби (упродовж усіх трьох років досліджень); за припосівного внесення сапропелю – на 1 добу (упродовж 2023 і 2024 років). Припосівне локальне внесення біочару, практично, не впливало на загальний час вегетації ячменю ярого.

Найбільш сильно корелювали з урожайністю ячменю ярого тривалість міжфазного періоду від сівби до сходів (негативна кореляція) і тривалість міжфазного періоду колосіння-воскова стиглість (позитивна кореляція).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Mergos G. Population and food system sustainability. *International handbook of population policies* / eds: J. F. May, J. A. Goldstone. Cham : Springer International Publishing, 2022. P. 131–155. doi: 10.1007/978-3-031-02040-7\_7

2. Godde C. M., Mason-D’Croz D., Mayberry D. E., Thornton P. K., Herrero M. Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global Food Security*. 2021. № 28. 100488. doi: 10.1016/j.gfs.2020.100488
3. 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> (дата звернення 17.01.2026).
4. Ravan M. S., Karizaki A. R., Biabani A., Moghaddam A. N., Alamdari E. G. Photosynthetic material remobilization and its contribution to barley yield. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2022. № 57. e02968. doi: 10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02968
5. 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. URL: [https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/2481/1/Urozhainist\\_yachmeniu.pdf](https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/2481/1/Urozhainist_yachmeniu.pdf) (дата звернення 17.01.2026).
6. Панфілова А. В., Могильницька А. М. Моделювання впливу погоднокліматичних умов та варіантів живлення на урожайність сортів ячменю ярого. Науково-практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. online конф. молодих вчених, м. Херсон, 19 трав. 2020 р. Херсон : ІЗЗ НААН, 2020. С. 161–163.
7. Біловус Г., Лісова Ю., Марухняк Г., Ващишин О. Стійкість сортозразків ячменю ярого до ураження листовими грибними хворобами в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2025. № 77(2). С. 40–52. doi: 10.32636/01308521.2025-(77)-2-4
8. Soltan H. A. H., Dakhly O. F., Mahmoud M. A., Fayz Y. F. Microbiological and genetical identification of some vermicompost beneficial associated bacteria. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*. 2022. № 4(1). P. 21–36. doi: 10.21608/svuijas.2021.106875.1154
9. Zhang K., Han X., Fu Y., Khan Z., Zhang B., Bi J., Luo L. Biochar coating promoted rice growth under drought stress through modulating photosynthetic apparatus, chloroplast ultrastructure, stomatal traits and ROS homeostasis. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2024. № 216. 109145. doi: 10.1016/j.plaphy.2024.109145
10. Liužinas R., Jankevičius K., Šalkauskas M., Mikalajūnas M. Improvement of lake sapropel quality: a new method. *Geografijos metraštis*. 2005. № 38. P. 44–51. URL: [https://gamtostyrimai.lt/wp-content/uploads/2022/06/275\\_cd3745c8d557ffdbd1fd8c1950e00035.pdf](https://gamtostyrimai.lt/wp-content/uploads/2022/06/275_cd3745c8d557ffdbd1fd8c1950e00035.pdf) (дата звернення 17.01.2026).
11. 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
12. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковихін С. В. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство). Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.
13. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковихін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.
14. Гудзенко, С. П. Васильківський; Гудзенко В. М., Васильківський С. П., Демидов О. А., Полішук Т. П., Бабій О. О. Селекція ячменю ярого на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу. *Селекція і насінництво*. 2017. № 111. С. 51–61. URL: <https://journals.uran.ua/pbsd/article/view/104887/100054> (дата звернення 17.01.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026