

УДК 633.16«321»: 631.816.1: 631.53.048

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.7>

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ КОЛОСА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ПАРАМЕТРОМ КІЛЬКОСТІ ЗЕРНИН ВІД ВПЛИВУ АБІОТИЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Горах О.С. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Климишена Р.І. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Мета досліджень – встановити залежність продуктивності колоса ячменю ярого за кількістю зернин, як окремого елемента структури урожайності, внаслідок впливу зовнішніх умов середовища у відповідності до процесу вирощування за різних строків сівби та норм висіву насіння. **Методи.** Під час проведення досліджень використано наукові методи: лабораторний, аналітичний, конкретизації, узагальнення, математичний.

Результати. Доведено, що із зміщенням строків сівби ячменю ярого на 10 днів розпочинаючи від першого проведеного 10 березня відбувається поступове істотне збільшення продуктивності колоса за кількістю зернин. Встановлено, що незалежно від строку сівби збільшення норми висіву насіння спричиняє зниження зернистості колоса. **Висновки.** Отримані результати досліджень із зміщенням строків сівби на кожних 10 днів розпочинаючи від першого строку проведеного 10 березня пояснюють процес поступового істотного збільшення зернистості колоса ячменю, як на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{90}$, так і на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$, що характеризує специфіку впливу факторів середовища стосовно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Встановлені показники продуктивності колоса ячменю за кількістю зернин у відповідності до п'яти строків сівби на агрофоні норми добрив $N_{30}P_{45}K_{90}$ – 22,4; 23,2; 23,8; 24,3; 24,6 шт. та на агрофоні норми добрив $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 22,1; 22,9; 23,6; 24,0; 24,4 шт. Норми висіву насіння у формі цього дослідження характеризуються закономірністю впливу за якою відбувається істотне зниження продуктивності колоса ячменю при збільшенні норми висіву в межах 200; 250; 300 нас. шт./м², де отримані відповідно показники на фонах мінерального живлення: $N_{30}P_{45}K_{90}$ – 24,1, 23,6; 23,3 шт., $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 23,8, 23,4; 23,0 шт.

Ключові слова: ячмінь ярий, строки сівби, норми висіву, фон живлення, зернистість колоса.

Horash O.S., Klymyshena R.I. Dependence of spring barley ear productivity by the number of grains parameter on the influence of abiotic and technological factors

The purpose of the research is to establish the dependence of spring barley ear productivity by the number of grains, as a separate element of the yield structure, due to the influence of external environmental conditions in accordance with the growing process at different sowing dates and seeding rates. **Methods.** During the research, scientific methods were used: laboratory, analytical, concretization, generalization, mathematical. **Results.** It is proven that with the shift of spring barley sowing dates by 10 days starting from the first one carried out on March 10, there is a gradual significant increase in ear productivity by the number of grains. It is established that regardless of the sowing date, an increase in the seeding rate causes a decrease in the grain size of the ear. **Conclusions.** The obtained results of the studies with the shift of sowing dates every 10 days starting from the first date carried out on March 10 explain the process of a gradual significant increase in the grain size of the barley ear, both against the background of mineral nutrition $N_{30}P_{45}K_{90}$ and against the background of mineral nutrition $N_{60}P_{90}K_{90}$ which characterizes the specifics of the influence of environmental factors in relation to specific soil and climatic conditions. The established indicators of barley ear productivity by the number of grains in accordance with five sowing dates on the agrobbackground of fertilizer rates $N_{30}P_{45}K_{90}$ – 22,4;

23,2; 23,8; 24,3; 24,6 pcs. and on the agrobbackground of fertilizer rates $N_{60}P_{90}K_{90} - 22,1; 22,9; 23,6; 24,0; 24,4$ pcs. Seeding rates in the format of this study are characterized by a pattern of influence according to which there is a significant decrease in barley ear productivity with an increase in the seeding rate within 200; 250; 300 pcs./m², where the following indicators were obtained on the mineral nutrition backgrounds: $N_{30}P_{45}K_{45} - 24,1; 23,6; 23,3$ pcs., $N_{60}P_{90}K_{90} - 23,8; 23,4; 23,0$ pcs.

Key words: spring barley, sowing dates, seeding rates, nutrition background, grain size of the ear.

Постановка проблеми. Актуалізація питання строків сівби ячменю ярого набула значущості у зв'язку із істотними змінами теплозабезпечення агроєкосистеми зони західного Лісостепу за останні кілька десятиліть [1, 2]. До важливої особливості цих змін відноситься більш ранній прихід тепла, що сприяє вже на початку березня проведенню весняних польових робіт, так і безпосередньо процесу сівби ячменю ярого. Традиційно сівбу ячменю ярого раніше розпочинали, як правило, в першій декаді квітня, тепер за сприятливості умов процес сівби став можливим набагато раніше. Відповідно формуванню урожайності зерна ячменю за аналізом окремих структурних компонентів залежно від впливу зовнішніх умов середовища на реалізацію продуктивності колоса за різних строків сівби, слід надати увагу в доцільності заданого напрямку досліджень, як окремої складової частини в системі забезпечення сталого агровиробництва в умовах встановлених змін агрокліматичних ресурсів середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження процесів формування урожаю дає можливість встановити міру залежності елементів структури урожайності від впливу умов середовища до яких належать абіотичні, технологічні та біологічні фактори [3, 4].

S.P. Kennedy та інші (2018) зазначають, що кількість зернин у колосі ячменю – це важлива ключова характеристика, яка є визначальною за впливом на рівень урожайності [5]. Відповідно цей показник є складовим компонентом в структурі урожайності зерна. Урожайність – інтегральний показник, що відповідає динамічному поєднанню параметрів кількості продуктивних стебел на одиниці площі посіву, кількості зернин в колосі та масі однієї зернини колоса. Кількість зернин у колосі ячменю за максимальним значенням генетично детермінована ознака. Проте реалізація продуктивності колоса ячменю ярого за цією ознакою залежить, як від природних факторів середовища, так і від біологічних та технологічних факторів. Відповідно продуктивність колоса за зернистістю зумовлюється умовами зовнішнього середовища, сортовими особливостями, рівнем мінерального живлення, вологозабезпеченістю, густотою агрофітоценозу та його структурою [6, 7, 8]. Взаємозв'язок з структурними елементами урожайності ячменю полягає в оптимальному збалансованому співвідношенні між кількістю зернин колоса, кількістю продуктивних стебел на одиниці площі посіву та масою однієї зернини за середнім показником, який за своїм змістом є особливо важливим у необхідності досягнення максимального кінцевого результату.

Отже, на результати реалізації продуктивності колоса ячменю впливають умови середовища, до найважливіших із них відносяться фактори вегетації або абіотичні фактори. До переліку цих складових факторів відноситься сонячна радіація, світловий режим, тривалість світлового періоду доби, а також температурний режим, позитивні, активні та ефективні температури. Саме ці фактори належать до некерованих, відповідно дослідження ячменю при організації вирощування за різних строків сівби буде визначальною умовою оцінки впливу цих

факторів на ріст та розвиток рослин ячменю та формування урожаю. Особливо, якщо звернути увагу на те, що ячмінь – це культура довгого дня, рослини добре реагують на тривалість світлового періоду доби. Динаміка змін параметрів цього показника (тривалості дня) характеризується багаторічною стабільністю. Температурний режим з настанням весняного періоду не завжди стабільний, проте накопичувальна функція теплової енергії незворотна в особливості у відношенні ґрунту. Контент інформації наукових публікацій звертає увагу на той факт, що при збільшенні урожайності зерна ячменю ярого відбувається знижена реалізація потенціалу продуктивності колоса за кількістю зернин. Проте за низьких рівнів урожайності така закономірність не спостерігається.

Постановка завдання. Мета досліджень – встановити залежність продуктивності колоса ячменю ярого за кількістю зернин, як окремого елемента структури урожайності, внаслідок впливу зовнішніх умов середовища у відповідності до процесу вирощування за різних строків сівби та норм висіву насіння.

Дослідження виконані впродовж 2018–2020 рр. в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет» в умовах Західного Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – сорт ячменю ярого Себастьян, процеси формування урожайності зерна за окремими структурними компонентами. Організація польового дослід: закладка ділянок у 4 повтореннях обліковою площею 20 м². Строки сівби: перший – 10 березня, другий – 20 березня, третій – 30 березня, четвертий – 9 квітня, п'ятий – 19 квітня. Норми висіву насіння – 200; 250; 300 схожих насінин шт./м². Застосування мінеральних добрив – фони мінерального живлення N₃₀P₄₅K₄₅ та N₆₀P₉₀K₉₀. Спосіб сівби звичайний рядковий, глибина загортання насіння в межах 2–3 см. Параметри маси зернівки насіння ячменю, яке використано для сівби 48–52 мг.

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок. Тип ґрунту – чорнозем опідзолений глеуватий середньо суглинковий, за фізичними та агрохімічними властивостями характеризується, як сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур. Вміст гумусу становить 3,2%, забезпеченість елементами живлення: азотом лужногідролізованим – 100 мг на 1 кг ґрунту, рухомим фосфором P₂O₅ – 176 мг на 1 кг ґрунту, обмінним калієм K₂O – 160 мг на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної або нейтральна – рН сольової витяжки 6,8–7,0 мг-екв./100 г ґрунту.

Для математичного аналізу отриманих результатів досліджень використано дисперсійний аналіз на основі статистичного методу Duncan's Multiple Range Test [9].

Виклад основного матеріалу дослідження. Слід звернути увагу на те, що закладка продуктивності колоса ячменю за кількістю зернин відбувається на III етапі органогенезу [10]. В цей період розвитку поряд з функціонуванням верхівкової меристеми пагона зароджується серія бокових конусів наростання, які є біологічною основою майбутньої зернівки колоса. Важливість II етапу органогенезу є не меншою у забезпеченні зернистості колоса. Доведено, що II етап органогенезу є початком репродукції. В цей період формуються з уступами складові частинки осьової структури колосового стрижня, від кількості яких залежить продуктивність колоса. Збільшення тривалості світлового періоду доби, підвищення температур, низька освітленість спричиняють до зменшення кількості репродуктивних метамерів [11].

Результати проведених досліджень впливу факторів задіяних в експерименті на продуктивність колоса ячменю за кількістю зернин показані в табл. 1.

Таблиця 1

Залежність продуктивності колоса ячменю ярого за кількістю зернин від абіотичних та технологічних факторів, шт. (середнє за 2018–2020 рр.)

Строк сівби	Фон живлення N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅			Фон живлення N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀		
	Норма висіву насіння, шт./м²					
	200	250	300	200	250	300
перший	22,9	22,4	22,0	22,5	22,2	21,8
другий	23,6	23,1	22,8	23,3	22,8	22,5
третій	24,2	23,8	23,5	24,0	23,5	23,2
четвертий	24,7	24,2	23,9	24,4	24,0	23,7
п'ятий	24,9	24,6	24,3	24,7	24,4	24,0

Отримані дані показника від максимальних до мінімальних значень характеризують вплив джерел варіації, а саме факторів вегетації, або абіотичних факторів та технологічних – норм висіву насіння. Відповідно реалізація продуктивності колоса за оцінюваним показником залежить від умов середовища за різних строків сівби в яких відбувається розвиток рослин та формування посівів. На фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ в середньому за першого строку сівби показник зернистості колоса становив 22,4 шт., за другого – 23,2 шт., за третього – 23,8 шт., за четвертого – 24,3 шт. і за п'ятого строку – 24,6 шт. Істотність таких змін стверджують статистичні розрахунки на основі проведеного тесту Дункана (табл. 2).

Таблиця 2

Оцінка впливу умов середовища за різних строків сівби на зернистість колоса ячменю ярого на фоні мінерального живлення $N30P45K45$, шт. (тест Дункана)

Строк сівби	Кількість зернин у колосі			Гомогенні групи				
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	1	2	3	4	5
1	22,4	22,4	22,6	****				
2	23,1	23,2	23,2		****			
3	23,7	23,8	24,0			****		
4	24,1	24,3	24,4				****	
5	24,3	24,6	24,8					****

Щорічно в 2018, 2019 та 2020 роках отримані результати за середнім значенням зернистості колоса ячменю у відповідності до першого, другого, третього, четвертого та п'ятого строків сівби істотно відрізнялися у порівнянні між собою. Закономірність впливу характеризується тим, що зміщення строків сівби на 10 днів, розпочинаючи від першого 10 березня, відбувається покращення реалізації потенціалу продуктивності колоса за кількістю зернин.

Оцінка впливу норм висіву насіння 200; 250; 300 шт./м² показує, що за їх збільшення процес реалізації біологічного потенціалу продуктивності генеративних органів колоса ячменю знижується. В середньому за три роки по фактору у відповідності до зазначеного порядку норм висіву насіння отримані показники кількості зернин у колосі становили 24,1; 23,6 та 23,3 шт. Закономірність істотного

впливу норм висіву насіння показана у форматі табл. 3 на основі статистичних розрахунків за методом групового аналізу.

Таблиця 3

Оцінка впливу норм висіву насіння на зернистість колоса ячменю ярого на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$, шт. (тест Дункана)

Норма висіву, нас./м ²	Кількість зернин у колосі			Гомогенні групи		
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	1	2	3
200	23,9	24,1	24,2	****		
250	23,5	23,6	23,8		****	
300	23,2	23,3	23,4			****

Щорічно отримані результати показують, що збільшення норми висіву насіння на 50 шт./м² істотно впливає на реалізацію означеного елемента продуктивності колоса внаслідок чого кількість зернівок колоса стає меншою. Аналіз даних отриманих при вирощуванні ячменю на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ за закономірністю впливу фактора аналогічний до даних отриманих на фоні мінерального живлення відповідно норми добрив $N_{30}P_{45}K_{45}$. В середньому по досліді відповідно до першого, другого, третього, четвертого та п'ятого строків сівби показники становили 22,1 шт.; 22,9; 23,6; 24,0; 24,4 шт. Із відтермінуванням строків сівби в напрямку від ранніх до пізніх відбувається поступове істотне збільшення зернистості колоса ячменю. Закономірність такого процесу доведена на основі статистичного аналізу за тестом Дункана (табл. 4). Упродовж трьох років параметри показників продуктивності колоса ячменю ярого щодо кількості зернин за дії впливу умов середовища зазнавали істотних змін. Встановлені зміни відбувалися за кожного відтермінування строку сівби на 10 днів розпочинаючи від першого проведеного 10 березня у напрямку збільшення продуктивності колоса. Фактично умови факторів середовища розвитку рослин ячменю за кожного наступного строку сівби забезпечували показники, які за статистичним розрахунком розподілялися в окремі гомогенні групи. Це стверджує про те, що вплив умов середовища, а саме абіотичних факторів, на продуктивність колоса ячменю ярого значущий.

Таблиця 4

Оцінка впливу умов середовища за різних строків сівби на зернистість колоса ячменю ярого на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$, шт. (тест Дункана)

Строк сівби	Кількість зернин у колосі			Гомогенні групи				
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	1	2	3	4	5
1	22,0	22,1	22,3	****				
2	22,8	23,0	22,9		****			
3	23,4	23,6	23,7			****		
4	23,9	24,1	24,2				****	
5	24,2	24,4	24,5					****

Влив норм висіву насіння на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ за закономірністю аналогічний до отриманих результатів на фоні мінерального живлення норми добрив $N_{30}P_{45}K_{45}$ проте за дещо менших значень показників (табл. 5). Збільшення норми висіву насіння спричиняє до істотного зменшення продуктивної здатності колоса ячменю за кількістю зернин.

Таблиця 5

Оцінка впливу норм висіву насіння на зернистість колоса ячменю ярого на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$, шт. (тест Дункана)

Норма висіву, нас./м ²	Кількість зернин у колосі			Гомогенні групи		
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	1	2	3
200	23,6	23,8	24,0	****		
250	23,2	23,4	23,5		****	
300	23,0	23,1	23,1			****

Упродовж трьох років відповідно до норм висіву насіння 200; 250; 300 нас. шт./м² отримані показники за істотної різниці у порівнянні між собою, що засвідчує розміщення їх у розмежовані статистичні групи.

Оцінка абіотичних факторів та норм висіву насіння, як джерел варіації за часткою впливу на продуктивність колоса ячменю ярого за параметром кількості зернин показана на рис. 1. При вирощуванні на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ частка впливу абіотичних факторів становила 86,0%, норм висіву насіння 13,8%, на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ вплив абіотичних факторів становив 86,9%, а норм висіву насіння – 13,0%.

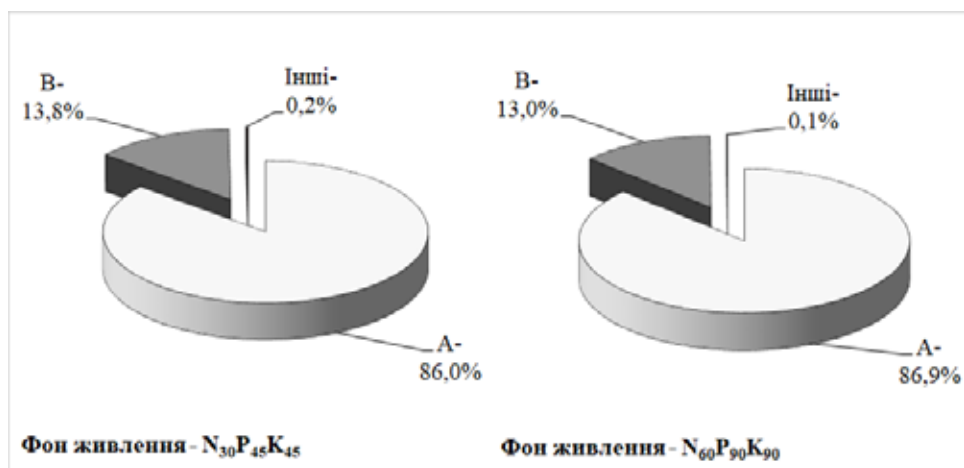


Рис. 1. Частка впливу абіотичних факторів вегетації за різних строків сівби та норм висіву насіння на зернистість колоса ячменю (А – умови вегетації, В – норма висіву насіння)

Висновки. Отримані результати досліджень із зміщенням строків сівби на кожних 10 днів розпочинаючи від першого строку проведеного 10 березня пояснюють

процес поступового істотного збільшення зернистості колоса ячменю, як на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$, так і на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$, що характеризує специфіку впливу факторів середовища стосовно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Встановлені показники продуктивності колоса ячменю за кількістю зернин у відповідності до п'яти строків сівби на агрофоні норми добрив $N_{30}P_{45}K_{45}$ – 22,4; 23,2; 23,8; 24,3; 24,6 шт. та на агрофоні норми добрив $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 22,1; 22,9; 23,6; 24,0; 24,4 шт.

Норми висіву насіння у форматі цього дослідження характеризуються закономірністю впливу за якою відбувається істотне зниження продуктивності колоса ячменю при збільшенні норми висіву в межах 200; 250; 300 нас. шт./м², де отримані відповідно показники на фонах мінерального живлення: $N_{30}P_{45}K_{45}$ – 24,1, 23,6; 23,3 шт., $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 23,8, 23,4; 23,0 шт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Miralles D.J., Ferro B.C., Slafer G.A. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. *Field Crops Research*. 2021. Volume 71, Issue 3. P. 211-223. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00161-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00161-7)
2. Pal P., Reddy D.M., Pandey G., Kumar A. Effect of different dates of sowing on barley (*Hordeum Vulgare* L.) varieties under limited irrigation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. National Conference on Conservation Agriculture (ITM University, Gwalior on 22-23 February, 2018). P. 88-91. URL: <https://surl.li/qenchz>
3. Kryvenko A., Pochkolina S., & Elkin I. Yield of different varieties of winter cereals in dependence on terms of sowing in the Black Sea conditions. *Scientific Journal «Science Rise»*. 2019. 9-10 (62-63). P. 12-16. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2019.181392>
4. Засць С.О., Кисіль Л.Б., Гальченко Н.М. Врожайність сучасних сортів ячменю озимого за різних строків сівби і застосування регуляторів росту в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 72. С. 72-76. URL: <http://izpr.ks.ua/archive/2019/72/19.pdf>
5. Kennedy S.P., Lynch J.P., Spink J., Bingham I.J. Grain number and grain filling of two-row malting barley in response to variation in post-anthesis radiation: Analysis by grain position on the ear and its implications for yield improvement and quality. *Field Crops Research*. 2018. Volume 225. P. 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.06.004>
6. Климишена Р.І. Залежність кількості зерен у колосі ячменю ярого від впливу мінерального удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 110, Ч. 1. С. 88-94. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.12>
7. Новак Ж.М. Продуктивність колоса сортозразків ячменю ярого колекції Уманського національного університету садівництва. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 111. С. 125-130. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.17>
8. Біловус Г.Я., Марухняк А.Я. Екологічне сортовипробування ячменю озимого в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 38-51. <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/3.pdf>
9. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Українська академія аграрних наук, 2007. 55 с.
10. Гораш О.С. Взаємозв'язок елементів продуктивності ячменю з початковими етапами розвитку. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 11. С. 22-24. URL: https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_11_2012.pdf
11. Гораш О.С., Климишена Р.І. Управління ростом і розвитком рослин в технологіях вирощування сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2024. 300 с.