



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.16:631.524.5:
631.531.04«321»

© 2023

ФОРМУВАННЯ ПОСІВУ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА МОРФОЛОГІЧНОЮ БУДОВОЮ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ РОСЛИН ЗАЛЕЖНО ВІД ГЛИБИНИ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ

О.С. Гораш

*доктор сільськогосподарських наук, професор
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, 32316, Україна
e-mail: gorashas@i.ua
ORCID: 0000-0001-9418-0310*

Надійшла 09.05.2023

Мета. Проаналізувати стан розвитку ячменю ярого за морфологічною будовою підземної частини рослин у результаті різноглибинного загорання насіння під час сівби. Встановити структуру посіву, показати біометричні параметри лінійних розмірів сформованих додаткових міжвузлів у рослин для висвітлення процесів формування кореневої системи ячменю ярого. **Методи.** Польовий та лабораторний відповідно до вимог методики досліджень наукової агрономії. **Варіанти норми висіву насіння на 1 га** — 4,0 та 4,5 млн. Кількість рендомізовано розміщених пробних ділянок чотирикратна. Площа ділянки відбору рослин для біометричного аналізу — 1 м². **Результати.** Встановлено, що внаслідок різноглибинного неконтрольованого розміщення насіння під час сівби в ґрунті з відхиленням від норми біологічних вимог у ячменю розвиваються додаткові зайві морфологічні структури в будові підземної частини рослин за різних лінійних розмірів. **Висновки.** За умов неконтрольованого різноглибинного загорання насіння ячменю під час сівби встановлено формування посівів за фенотипом трьох варіантів моделі підземної частини рослин: А — без видовження підземних міжвузлів, Б — з одним видовженим підземним міжвузлям, В — з двома видовженими підземними міжвузлями. Частка фенотипів без додаткових зайвих морфологічних структур підземної частини рослин, що відповідає глибині загорання насіння 2,5–3,4 см та частково 3,5–4,4 см, у структурі посівів становила 35,5–37,5% залежно від норми висіву насіння. Частка рослин з одним видовженим міжвузлям, що формують двоярусні кореневі системи за глибини загорання насіння 3,5–7,4 см була найбільшою — 56–58%. Частка рослин з двома видовженими міжвузлями, що формують троярусні кореневі системи за глибини загорання насіння 4,5–8,4 см, була незначною і становила лише 6,5–6,6%.

Ключові слова: глибина загортання насіння, різноглибинне розміщення насіння, підземна частина, міжеузля, коренева система.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202306-03>

Перелік завдань та наукових інтересів до культури ячменю доволі широкий. Так, біохіміки та фізіологи досліджують вплив на рослини під час вегетації абіотичних стресів [1]. Належну увагу приділяють антиоксидантам та функціональним інгредієнтам ячменю, які мають лікувальні властивості [2, 3]. Відомі також наукові дослідження біоактивних властивостей ячмінного солоду [4].

Відповідно до технології вирощування ячменю ярого в наукових публікаціях широко висвітлено роль технологічних чинників впливу, а також біологічного чинника впливу, зокрема сорту [5]. До технологічних чинників впливу на формування посівів належать норми висіву насіння та внесення мінеральних добрив, терміни сівби, ширина міжрядь [6]. Водночас питанням глибини загортання насіння під час сівби, розміщення насіння вздовж рядка відповідно до технології вирощування ячменю ярого в наукових публікаціях приділяється недостатньо уваги.

Важлива особливість цього питання полягає у впливі різноглибинного загортання насіння під час сівби на регуляцію ростових процесів проростання до настання повноцінних сходів рослин. Наприклад, вже на першій фенофазі, фазі проростання, спостерігається відхилення від біологічної норми росту та розвитку рослин ячменю, що позначається на польовій схожості насіння, а отже, на виживанні рослин. У наукових джерелах ще минулого століття [7, 8] повідомлялось, що за збільшення глибини загортання насіння до 3–4 см знижується польова схожість ярої пшениці на 26%, ячменю — на 25%, вівса — на 16%, гречки — на 28%, гороху — на 29%. Дослідники звернули увагу на те, що реалізація біологічного потенціалу продуктивності хлібних культур визначається глибиною загортання насіння. Зокрема, продуктивність зернових колосових культур залежить від глибини загортання насіння, вологи під насінням, контакту насіння з нижнім вологим шаром ґрунту та наявності верхнього пухкого шару ґрунту, що забезпечує доступ кисню до проростка. Крім того, глибоке загортання насіння призводить

до негативних наслідків — зниження польової схожості, погіршення виживання рослин та затримки фенофаз розвитку [9]. Згодом було деталізовано господарські допустимі та біологічні норми глибини загортання насіння під час сівби основних польових культур [10].

Отже, до основних технологічних завдань у процесі вирощування ячменю ярого належить дотримання глибини загортання насіння під час сівби. У виробничих умовах дотепер значущий недолік технологічного процесу сівби полягає в тому, що насіння розміщується в ґрунті на різній глибині. У ресурсах мережі «Інтернет» часто подається різна глибина загортання насіння ячменю: 2–4 см, 3–4 см, 4–5 см, 6–8 см. Проте слід зауважити, що глибина загортання насіння ячменю ярого, за якої успішно реалізується біологічний потенціал, становить 2–3 см. Така біологічна вимога обґрунтована забезпеченням оптимального стартового розвитку рослин від самого початку, ще під час проростання насіння [11, 12]. Аналогічні вимоги висуваються до ячменю озимого та інших сільськогосподарських культур [13, 14].

Отже, період від сівби до сходів критичний, на що слід особливо звертати увагу. Відомо, що внаслідок відхилення глибини загортання насіння ячменю від біологічної норми у бік збільшення відбувається винесення конуса наростання під поверхню ґрунту від 2 до 3 см. При цьому формується, як правило, додаткове підземне міжеузля за рахунок енергетичних ресурсів насіння. За такого стану розвитку рослини знижується потенціал біологічного чинника, зокрема енергетичний ресурс, зосереджений в ендоспермі насіння, який витрачається нераціонально, через що завжди відбувається затримка сходів. Крім того, необхідно зважати ще на одну важливу біологічну особливість. Активна ростова функція першого бічного пагона в тому, що він завжди розміщується біля насіння. У разі віддалення апекса від насіння під поверхню ґрунту формується так звана горизонтальна підземна різноярусність кореневої системи. Внаслідок цього

стартові умови розвитку бічних пагонів, зокрема першого та другого, будуть різні, що свідчить про втрату потенційної можливості повноцінного куціння. З урахуванням біологічних вимог розвитку рослин ячменю технологічна глибина загортання насіння повинна відповідати глибині, за якої зона куціння не формує додаткових горизонтів кореневої системи.

Важливим залишається питання рівномірного розміщення насіння вздовж рядка. До того ж біологічний потенціал ячменю ярого залежить від розміщення рослин уздовж рядка. У наукових джерелах наводилися різні дані щодо критичної відстані між рослинами в рядку, зокрема ячменю ярого. У результаті досліджень цього питання з'ясували, що критична відстань між рослинами вздовж рядка залежить від агрофону, зокрема застосованих мінеральних добрив, термінів сівби та якості висіяного насіння [12]. Скорочення відстані між рослинами в рядку понад критичну спричиняє негативні наслідки щодо будови підземної частини рослин, внаслідок чого знижується стійкість рослин до вилягання. Крім того, при розвитку рослин за різної глибини загортання насіння з відхиленням від норми знижується їхня польова схожість, що призводить до нерівномірного розміщення рослин у рядку.

Мета досліджень — проаналізувати стан розвитку ячменю ярого за морфологічною будовою підземної частини рослин у результаті різноглибинного загортання насіння під час сівби. Встановити структуру посіву, показати біометричні параметри лінійних розмірів сформованих додаткових міжвузлів у рослин для висвітлення процесів формування кореневої системи ячменю ярого.

Методика досліджень. Дослідження здійснювали на експериментальних ділянках, змодельованих відповідно до організації посівів за технологічного процесу сівби, встановленого на великій кількості посівних площ ячменю ярого в умовах виробництва різних форм власності різноглибинного загортання насіння за результатами рекогносцирувального обстеження розвитку підземної частини рослин.

Як об'єкт досліджень було взято підземну частину рослин ячменю ярого сорту Себастьян. Аналізували стан розвитку рослин

на посівах з передпосівною підготовкою ґрунту на глибину 7–8 см. Облікова площа відбору рослин для аналізу становила 1 м²; повторність — чотириразова. Стан посівів під час відбору рослин для досліджень відповідав фенофазі куціння. Варіанти норми висіву насіння на 1 га — 4,0 та 4,5 млн. Фон мінерального живлення — N₄₅ P₄₅ K₄₅. За проведеним аналізом виділяли кількість рослин без видовження міжвузлів підземної частини, кількість рослин з одним видовженим міжвузлям та двома. Глибину загортання насіння встановлювали вимірюванням лінійних розмірів підземної частини рослин. Для виконання досліджень та аналізу отриманих даних використали методику основ наукових досліджень в агрономії, запропоновану В.Ф. Мойсейченком та В.О. Єщенком [15]. Будову підземної частини рослин ячменю за складовими встановлювали шляхом візуального оцінювання сформованих міжвузлів відповідно до ідентифікації, за якою першим міжвузлям прийнято вважати епикотиль, або міжвузля першого справжнього листка за фітомерною структурою рослин.

Результати досліджень. За біологічною особливістю розвитку рослин ячменю ярого оптимальна глибина загортання насіння має відповідати глибині формування вузла куціння від поверхні ґрунту.

У результаті досліджень за моделлю відповідно до виробничих умов виявлено, що при нормі висіву насіння на 1 га 4,0 млн кількість рослин на 1 м², які не сформували додаткової морфологічної підземної структури, становить 108, або 35,5% від загальної кількості 304; які сформували одне додаткове міжвузля — 176, або 57,9%; які сформували через поглиблене розміщення насіння два підземних додаткових міжвузля — 20, або 6,6%. Рослин з трьома видовженими підземними міжвузлями не виявлено (табл. 1).

Із загальної кількості рослин на 1 м² у 176 відбулося винесення конуса наростання за рахунок видовження першого міжвузля — епикотила. Крім того, у 20 рослин виявлено два додаткових підземних міжвузля з відповідним винесенням конуса наростання за рахунок епикотила та міжвузля другого листка за фітомерною концепцією будови рослин (табл. 2).

1. Структура посівів ячменю ярого за будовою підземної частини рослин; фенофаза розвитку- кушіння (середні значення за 2020 – 2022 рр.)

Норма висіву насіння на 1 га, млн	Загальна кількість рослин на 1 м ²	Кількість рослин на 1 м ²			
		без морфологічних змін будови	з одним видовженим міжвузлям	з двома видовженими міжвузлями	з трьома видовженими міжвузлями
4,0	304	108	176	20	–
4,5	338	130	174	37	1

За характеристикою розмірів додаткових морфологічних структур при глибині загортання насіння 2,5–3,4 см лише одна рослина сформувала додаткове міжвузля розміром 0,3 см. За глибини загортання насіння 3,5–4,4 см із 81 рослини додаткове видовження підземної частини відбулося лише у 37 з лінійними розмірами 1,0±0,026 см. За глибини загортання насіння 4,5–5,4 см розмір підземної частини змінився в усіх 98 рослин. Із них 95 рослин сформували одне додаткове підземне міжвузля з лінійним розміром 1,50±0,019 см, три з яких сформували ще одне додаткове міжвузля довжиною 1,0±0,1 см. Загальна довжина двох міжвузлів у трьох рослин становила 2,5 см. При загортанні насіння на глибину 5,5–6,4 см розмір додаткового підземного міжвузля за рахунок видовження епикотилу у 39 рослин був відповідно більшим — 2,23±0,023 см. Із загальної кількості 46 рослин сім сформували ще одне додаткове міжвузля довжиною

1,3 см. За умови загортання насіння на глибину 6,5–7,4 см розмір підземної частини рослин першого міжвузля збільшився до 2,71±0,05 см. У дев'яти рослин виявлено ще друге додаткове міжвузля з лінійним розміром 1,37±0,12 см. При загортанні насіння на глибину до 7,5–8,4 см відповідний розмір першого додаткового міжвузля збільшився і становив 3,0±0,06 см, другого — 1,58±0,22 см. Проте кількість таких рослин була мінімальною.

Отже, із загальної кількості проаналізованих рослин у 108 сформувалася коренева система, в якій внаслідок зближення міжвузлів підземної зони морфологічно відсутня горизонтальна віддаленість вузлових коренів. Відповідно за такого розвитку ярусності в будові кореневої системи не виявлено.

При нормі висіву насіння на 1 га 4,5 млн встановлено аналогічний негативний вплив глибини загортання насіння, що спричинив зміну морфологічної будови підземної

2. Біометрична характеристика за лінійними розмірами підземної частини рослин ячменю ярого залежно від глибини загортання насіння під час сівби за норми висіву насіння на 1 га – 4,0 млн (середні значення за 2020 – 2022 рр.)

Глибина загортання насіння, см	Кількість рослин на 1 м ²	Частка рослин від загальної кількості, %	Рослини з видовженим міжвузлям			
			одним		двома	
			Кількість	Розмір, см	Кількість	Розмір, см
2,5–3,4	65	21,4	1	0,3±0,015	–	–
3,5–4,4	81	26,6	37	1,0±0,026	–	–
4,5–5,4	98	32,2	95	1,50±0,019	3	1,0±0,1
5,5–6,4	46	15,1	39	2,23±0,023	7	1,3±0,09
6,5–7,4	13	4,3	4	2,71±0,05	9	1,37±0,12
7,5–8,4	1	0,4	–	3,0±0,06	1	1,58±0,22
–	304	100	176	–	20	–

3. Біометрична характеристика за лінійними розмірами підземної частини рослин ячменю ярого залежно від глибини загортання насіння під час сівби за норми висіву насіння на 1 га — 4,5 млн (середні значення за 2020 – 2022 рр.)

Глибина загортання насіння, см	Кількість рослин на 1 м ²	Частка рослин від загальної кількості, %	Рослини з видовженим міжвузлям			
			першим		другим	
			Кількість	Розмір, см	Кількість	Розмір, см
2,5–3,4	77	22,8	1	0,25±0,01	–	–
3,5–4,4	90	26,3	39	1,1±0,02	–	–
4,5–5,4	101	30,2	98	1,6±0,019	3	1,0±0,12
5,5–6,4	53	15,6	46	2,3±0,03	7	1,3±0,15
6,5–7,4	16	4,7	5	2,65±0,05	11	1,35±0,17
7,5–8,4	1	0,4	1	3,06±0,09	1	1,51±0,25
–	338	100	190	–	22	–

частини рослин. Закономірність розподілу експериментальних даних варіаційних рядів подібна до аналогічного за норми висіву насіння на 1 га 4,0 млн. Із загальної кількості 338 рослин на 1 м² у 127 (37,6%) не виявлено розвитку додаткових морфоструктур. Порівняно з варіантом норми висіву насіння на 1 м² 4,0 млн кількість рослин без зайвих морфоструктур збільшилася на 19. За глибини загортання насіння ячменю ярого 3,5–4,4 см у 43% рослин із загальної кількості 90 виявлено розвиток першого додаткового підземного міжвузля з лінійним розміром у середньому 1,1±0,02 см. У більшості рослин цієї групи (51) не виявлено змін морфологічної будови підземної частини. Порівняно з даними норми висіву насіння на 1 га 4,0 млн рослин з додатковим одним міжвузлям було більше на дві, рослин без зміни морфологічної будови рослин — більше на 7. За розміщення насіння на глибині 4,5–5,4 см усі рослини сформували перше видовжене міжвузля розміром 1,6±0,019 см, із них три рослини додатково сформували друге міжвузля розміром 1,0±0,12 см (табл. 3).

За параметром розміру підземної частини рослин ячменю ярого встановлено, що із загальної кількості рослин 338 на 1 м² 53 проростали з глибини розміщення насіння 5,5–6,4 см. Усі сформували додаткову морфологічну структуру, тобто епікотиль лінійним розміром 2,3±0,03 см,

із них сім рослин додатково сформували друге міжвузля розміром 1,35±0,17 см. За глибини загортання насіння 6,5–7,4 см рослин на 1 м² було 16, із них 11 сформували два підземних додаткових міжвузля розміром: першого — 2,65±0,05 см, другого — 1,35±0,17 см. У структурі посівів частка таких рослин становила 4,7% від загальної кількості рослин. За найглибшого розміщення насіння — 7,5–8,4 см — виявлено лише одну рослину з двома міжвузлями загальною довжиною 4,57 см.

Отже, внаслідок різноглибинного розміщення насіння під час сівби у рослин ячменю ярого формується горизонтальна різноярусність кореневої системи. За глибини розміщення насіння 3,5–4,4 см 43,3–45,7% рослин зазнавали модифікаційних змін будови підземної частини. У результаті видовження одного міжвузля сформувалася двоярусна коренева система. За глибини розміщення насіння 4,5–5,4 см 97% рослин сформували двоярусну модель кореневої системи, із них 3% — триярусну. При розвитку рослин з глибини 5,5–6,4 см 84,8–86,8% рослин сформували двоярусну кореневу систему, 13,2–15,2% — триярусну. За умови розміщення насіння на глибині загортання 6,5–7,4 см 31,0% рослин сформував двоярусну кореневу систему, 68,7–69,2% — триярусну. При загортанні насіння на глибину 7,5–8,4 см рослини сформували триярусну кореневу систему.

Висновки

За умови неконтрольованого різноглибинного загортання насіння ячменю під час сівби встановлено формування посівів за фенотипом трьох варіантів моделі підземної частини рослин: А — без видовження підземних міжвузлів Б — з одним видовженим підземним міжвузлем, В — з двома видовженими підземними міжвузлями. Частка фенотипів без додаткових зайвих морфологічних структур підземної частини рослин, що відповідає глибині загортання

насіння 2,5–3,4 см та частково 3,5–4,4 см, у структурі посівів становила 35,5–37,5% залежно від норми висіву насіння. Частка рослин з одним видовженим міжвузлем, що формують двоярусні кореневі системи за глибини загортання насіння 3,5–7,4 см була найбільшою — 56–58%. Частка рослин з двома видовженими міжвузлями, що формують триярусні кореневі системи за глибини загортання насіння 4,5–8,4 см, була незначною і становила лише 6,5–6,6%.

Horash O.

Institution of higher education “Podilskyi State University”, 13 Shevchenko Str., Kamianets-Podilskyi, 32316, Ukraine; email: gorashas@i.ua; ORCID: 0000-0001-9418-0310

Formation of spring barley sowing according to the morphological structure of the underground part of plants depending on the depth of seed wrapping

Goal. To analyze the state of development of spring barley according to the morphological structure of the underground part of the plants as a result of seed wrapping at different depths during sowing. To determine the structure of sowing, to show the biometric parameters of the linear dimensions of the formed additional internodes in plants to highlight the processes of forming the root system of spring barley. **Methods.** Field and laboratory in accordance with the requirements of scientific agronomy research methodology. Variants of the rate of sowing seeds per 1 ha — 4.0 and 4.5 million. The number of randomly placed test plots was quadrupled. The area of the plant selection site for biometric analysis was 1 m². **Results.** It was established that as a result of the uncontrolled placement of seeds at different depths during sowing in the soil with deviations from the norm of biological requirements,

additional redundant morphological structures in the structure of the underground part of plants with different linear dimensions developed in barley. **Conclusions.** Under the condition of uncontrolled wrapping of barley seeds at various depths during sowing, the formation of crops was established according to the phenotype of three variants of the model of the underground part of plants: A — without elongation of underground internodes, B — with one elongated underground internode, C — with two elongated underground internodes. The share of phenotypes without additional redundant morphological structures of the underground part of the plants, which corresponded to the seed wrapping depth of 2.5–3.4 cm and partly 3.5–4.4 cm, in the structure of crops was 35.5–37.5%, depending on the norm of sowing seeds. The share of plants with one elongated internode forming two-leveled root systems at a seed wrapping depth of 3.5–7.4 cm was the largest — 56–58%. The share of plants with two elongated internodes forming three-leveled root systems at a depth of 4.5–8.4 cm seed wrapping was insignificant and amounted to only 6.5–6.6%.

Key words: seed wrapping depth, seed placement at different depths, underground part, internodes, root system.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202306-03>

Бібліографія

1. Kuczyńska A., Cardenia V., Ogrodowicz P. et al. Effects of multiple abiotic stresses on lipids and sterols profile in barley leaves (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*. 2019; 141:215–224. doi: 10.1016/j.plaphy.2019.05.033
2. Lachman J., Hejtmánková A., Orsák M. et al. Tocotrienols and tocopherols in colored-grain wheat, tritordeum and barley. *Food Chemistry*. 2018;240:725–735. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.07.123
3. Yawen Zeng, Xiaoying Pu, Juan Du et al. Molecular Mechanism of Functional Ingredients in Barley

to Combat Human Chronic Diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2020; 2020:3836172. doi:10.1155/2020/3836172

4. Özcan M.M., Aljuhaimi F., Uslu N. Effect of malt process steps on bioactive properties and fatty acid composition of barley, green malt and malt grains. *Journal of Food Science and Technology*. 2018;55(1):226–232. doi: 10.1007/s13197-017-2920-1.

5. Антал Т.В. Польова схожість насіння пшениці ярої залежно від сорту, удобрення в умовах Правобережного Лісостепу. *Таврійський наук.*

вісник. 2014. № 80. Ч. 2. С. 157–160.

6. *Господаренко Г.М., Любич В.В., Прутуляк Р.М.* Ефективність застосування різних видів і доз добрив у польовій сівозміні. *Таврійський наук. вісник*. 2022. № 127. С. 27–32.

7. *Ламан Н.А.* Формирование высокопродуктивных посевов зерновых культур, 1985.

8. *Апрелева М.С.* О глубине заделки семян озимой пшеницы. *Труды Харьков. сельхозинститута*. 1959. Т. 18. С. 33–46.

9. *Апрелева М.С.* Хозяйственно-допустимый и биологический пределы глубины заделки семян основных полевых культур Украины. *Труды Харьков. сельхозинститута*. Т. 132. Харьков: Урожай, 1970. С. 41–45.

10. *Ламан Н.А., Янушкевич Б.Н., Хмурец К.И.* Потенциал продуктивности хлебных злаков: технологические аспекты реализации, 1987.

11. *Гораш О.С.* Управління продукційним

процесом пивоварного ячменю. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2017. С. 78–90.

12. *Гораш О.С., Климишена Р.І.* Ячмінь озимий пивоварний. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2014. 216 с.

13. *Драчук Д.Д.* Зависимость всхожести перезимовки растений и урожая озимой пшеницы от глубины заделки семян. *Агротехнические основы выращивания высоких урожаев зерновых культур, картофеля и сахарной свеклы в юго-западной Лесостепи Украины*. Кишинев, 1982. С. 53–55.

14. *Каленська С.М., Карпенко Л.Д.* Польова схожість насіння пшениці ярої залежно від глибини загортання. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 15–18.

15. *Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О.* Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Київ: Вища шк., 1994. 334 с.