

УДК 633.16«321»: 631.51: 631.53.048: 631.547

Агробіологічний аналіз тривалості настання фенофаз у рослин ячменю ярого в процесі вирощування залежно від способу передпосівного обробітку ґрунту

 **О. С. Гораш**

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», вул. Шевченка, 12, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., 32316, Україна, e-mail: GorashAS@gmail.com

Мета. Установити особливості настання фенофаз росту й розвитку рослин ячменю ярого залежно від способу передпосівного обробітку ґрунту. **Методи.** Загальнонаукові: спостереження, порівняння, аналогія, узагальнення та конкретизація; спеціальні: польовий метод – для виявлення відмінностей між варіантами досліду щодо тривалості настання фенофаз за період вегетативного стану рослин. Варіанти передпосівного обробітку ґрунту: 1) передпосівний на глибину загортання насіння 2–3 см; 2) закриття вологи боронуванням та вирівнювання поверхні ґрунту культивацією з розпушуванням на глибину 7–8 см. Ширина міжрядь – 15 см. Норми висіву насіння – 250, 300 та 350 шт. нас./м². Настання фенофаз розвитку реєстрували на чотирьох пробних ділянках розміром 1,0 м². **Результати.** Установлено пролонговану дію тривалого проростання ячменю ярого за всіх норм висіву насіння залежно від способу передпосівного обробітку ґрунту на тривалість досягнення ступеня розвитку на основі фенофаз: сходи, три розвинені листки (початок кущення) та фази розвитку вихід в трубку. Доведено, що за умови першого способу передпосівного обробітку ґрунту процес формування повних сходів тривав упродовж чотирьох днів, фаза розвитку три розвинені листки наставала впродовж п'яти днів, настання фенофази виходу в трубку відбувалося також упродовж п'яти днів. За другого способу передпосівного обробітку ґрунту поява сходів тривала впродовж семи днів, фаза три розвинені листки формувалася в посівах упродовж восьми днів, а вихід у трубку у рослин ячменю ярого тривав упродовж семи днів. **Висновки.** У разі проведення передпосівного обробітку ґрунту у спосіб, який передбачає закриття вологи боронуванням та вирівнювання поверхні культивацією з розпушенням на глибину обробітку 7–8 см під час вирощування ячменю відбувається затяжний процес проростання та формування посівів при настанні фенофаз сходів, трьох розвинених листків (початок кущення рослин) та фази виходу в трубку.

Ключові слова: ячмінь ярий; настання фенофаз; спосіб обробітку ґрунту; формування посівів.

Вступ

Фенофази – це конкретні етапи розвитку рослин, які можна візуально спостерігати та встановлювати. Термін широко використовується у фенології для опису реакцій рослин на умови навколишнього середовища [1–3]. Агробіологічний контроль у технології вирощування – це системний метод отримання інформації за станом розвитку рослин упродовж всього періоду тривалості вегетації до завершення етапів органогенезу. Найпоширеніший метод зводиться до реєстрації настання фенофаз у процесі активної вегетації рослин ячменю ярого. Це, зазвичай, сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо проведення агротехнічних заходів спрямованих на процес формування високопродуктивних посівів відповідно і врожайності. Проте часто інформація про тривалість настання відповідних фенофаз розвитку ячменю ярого, особливо за період вегетативного стану рослин засвідчує про заздалегідь допущені технологічні недоліки в організації процесу вирощування, які стають незворотним та несприятливим домінуючим фактором, як за впливом на становлення агрофітоценозу, так і врожайності культури.

Гораш О. С. Агробіологічний аналіз тривалості настання фенофаз у рослин ячменю ярого в процесі вирощування залежно від способу передпосівного обробітку ґрунту. *Новітні агротехнології.* 2025. Т. 13, № 2. <https://doi.org/10.47414/na.13.2.2025.332467>

<http://jna.bio.gov.ua>

В аграрних технологіях процес управління ростом і розвитком рослин слід здійснювати на підставі високого рівня розуміння закономірностей функціонування біологічних систем, як на рівні індивідуальної рослини, так і всієї сукупності рослин, тобто агрофітоценозу, або посіву. Як правило, більшість сучасних досліджень вирощування ячменю ярого зводяться до застосування мінеральних добрив, вибору ширини міжрядь, використання в технологіях вирощування фоліарного підживлення рослин [4, 5]. Особливого значення надається в дослідженнях науковому обґрунтуванню норм висіву насіння [6].

Набули популярності в технологіях вирощування зернових культур дослідження використання регуляторів росту. Достатньо поширені дослідження щодо строків сівби ранніх ярих зернових культур, зокрема і ячменю ярого [7, 8]. Надається значна увага сортименту ячменю ярого. В останні роки набули популярності сорти ячменю ярого, як-от 'Командор', 'Академічний', 'Бомбер', 'Едвард', 'Жозефін', 'Ксанаду' завдяки проведеним дослідженням придатності їх за напрямом використання на продовольчі, пивоварні та кормові потреби.

Особливо затребувані на сучасному етапі забезпечення розвитку технологій вирощування ячменю ярого, дослідження пов'язані із регіональними змінами клімату. Складові компоненти агрокліматичних ресурсів – це абіотичні фактори, до яких належать температурний режим, позитивні, активні та ефективні температури, світловий режим, сонячна радіація, тривалість світлового періоду доби. Основною характеристикою регіональних змін клімату у підзоні 3 Західного Лісостепу України стала закономірність раннього приходу тепла [9]. Терміни початку весняно-польових робіт змістилися на першу декаду березня з традиційних багаторічних строків першої декади квітня. У зв'язку з цим у сучасних публікаціях звертається увага про вплив температурного режиму ґрунту на проростання насіння ячменю ярого.

У науковій літературі висвітлюються також питання процесу формування агрофітоценозу ячменю ярого на основі аналізу морфологічної будови підземної частини рослин. Надається увага в багатьох літературних джерелах на перший погляд простому питанню, а саме йде мова про необхідність забезпечення в технологіях вирощування аграрних культур, дружніх та вирівняних сходів [10]. Нині у забезпеченні формування високопродуктивних посівів, що належить до розряду найважливіших завдань технології вирощування, важливе значення надається процесу однорідного формування посівів. У зв'язку з цим актуальності набувають дослідження динаміки настання фенофаз розвитку особливо за період ранніх етапів органогенезу, адже саме у цей період створюється вегетативна сфера рослин.

Посилаючись на дані в агрономічній літературі, важливий висновок полягає в тому, що однією із головних характеристик високопродуктивного посіву є максимальна однорідність за станом росту та розвитку всієї сукупності рослин або іншою термінологією високий ступінь вирівнювання всіх складових компонентів агрофітоценозу. Перше, що спричиняє диференціацію рослин у посівах є наявність різної якості насіння. Друге, що може спричинити диференціацію розвитку рослин залежить від культури землеробства, ретельна підготовка ґрунту, а від цього залежить рівномірне розміщення насіння під час процесу сівби. Автори повідомляють, якщо з самого початку становлення посіву виникла диференціація рослин, то в міру їх росту вона буде посилюватися, взаємовплив між рослинами зростатиме, що призведе до значної кількості випадання ослаблених особин з посіву та зниження загальної продуктивності агрофітоценозу. Отже, важливою вимогою є недопущення взаємної конкуренції на ранніх етапах розвитку рослин. Щодо зернових культур – це період до настання третього етапу органогенезу та його завершення. Формування високого рівня урожайності передбачає забезпечення оптимуму на всіх етапах органогенезу рослин. Принципово важливо з посилання на інформацію літературних джерел, передусім отримати вирівняні та дружні сходи належної густоти.

Мета досліджень – установити особливості настання фенофаз росту й розвитку ячменю ярого за період вегетативного стану рослин залежно від способу передпосівного обробітку ґрунту.

Матеріали та методика досліджень

Об'єкт досліджень – це рослини ячменю ярого сорту 'Себастьян', предмет досліджень – процес динаміки настання фенофаз росту та розвитку ячменю ярого за тривалістю кількості днів залежно від передпосівного обробітку ґрунту.

Варіанти передпосівного обробітку ґрунту у весняний період:

1) спосіб перший – передпосівний обробіток на глибину 3 см, що відповідає біологічним вимогам глибини загортання насіння в межах 2–3 см (задля забезпечення цього варіанта в осінній період на ділянках проведено вирівнювання ґрунту культиватором на глибину обробітку в межах 10–12 см;

2) спосіб другий – закриття вологи, вирівнювання культивацією ділянки рихленням на глибину обробітку 7–8 см (другий варіант обраний для дослідження у відповідності його поширення досі в виробничих умовах).

Тип ґрунту – темно-сірий опідзолений важкосуглинковий. Сівба ячменю ярого проведена в першій декаді березня. Ширина міжрядь – 15 см. Норми висіву насіння – 250; 300; 350 шт. нас. /м². Настання фенофаз розвитку обліковували шляхом підрахунків кількості рослин на трьох виділених ділянках розміром 1,0 м² по днях. До аналізу включені процеси настання фенофаз розвитку ячменю ярого за період вегетативного стану рослин, де реєстрували з'явлення сходів, настання фази трьох розвинених листків та настання у рослин фази виходу в трубку. Площа ділянки для обліку врожайності – 10 м², повторність – чотирикратна. Фон мінерального живлення – N₄₅P₄₅K₄₅.

Погодні умови під час вегетативного стану рослин ячменю ярого: 2022 рік, середньомісячна температура березня місяця становила 7,5 °С максимальна 17 °С, у квітні відповідно показники становили 14,3 °С та 27 °С. У 2023 році відповідно до аналогічного порядку характеристики температурного режиму: березень, середнє значення 5,2 °С максимальне 21 °С, квітень, отримані відповідні показники 8 °С та 19,2 °С. У 2024 р. середньомісячна температура березня становила 5,2 °С максимальна 25,5 °С у квітні відповідні показники становили 12,5 °С та 28 °С. Березень та квітень у 2022 та 2024 роки характеризуються особливо теплими умовами за температурним режимом, у 2023 році незважаючи загалом на сприятливий температурний режим, у квітні спостерігався незначний снігопад з тимчасовим покриттям поверхні ґрунту.

У 2022 році опади у квітні характеризуються даними 40 мм. У 2024 році по місяцях кількість опадів була близькою до норми цього періоду. У загальному незважаючи на відхилення, щодо температурного режиму та розподілу опадів, ресурс абіотичних факторів за період вегетативного стану рослин ячменю ярого забезпечував ріст та розвиток в межах загальнобіологічних потреб культури.

Результати досліджень

У процесі онтогенезу відбуваються закономірні морфологічні та функціональні зміни рослинного організму зумовлені на поступовій реалізації програми зосередженої у структурі ДНК. При візуальному спостереженні та детальному опису – це морфологічні ознаки. У наукових дослідженнях і практичному рослинництві вони діляться на фенофази, або стадії росту й розвитку рослин [11].

Проведені обстеження на основі фенологічних спостережень показали, що в посівах ячменю ярого в рослин залежно від способу передпосівного обробітку ґрунту по-різному за тривалістю відбувається настання фенофаз розвитку. Зокрема, початок сходів за першого способу обробітку ґрунту, де була забезпечена однакова глибина загортання насіння ячменю на 3 см, зумовлювався значно більшою кількістю рослин на одиниці площі посіву порівняно до результатів за другого способу обробітку ґрунту, де насіння під час сівби по глибині загортання розміщувалося нерівномірно. Наприклад, у середньому за роки досліджень у варіанті за першого способу передпосівного обробітку ґрунту залежно від норм висіву насіння 250, 300, 350 шт./м² у перший день настання сходів кількість рослин ячменю становила 64, 79, 90 шт. на 1 м², у результаті підрахунків на варіанті другого способу передпосівного обробітку ґрунту їх було значно менше – 23, 28, 32 шт./м² (табл. 1, 2).

На другий день настання сходів ячменю фазу забезпечували рослини за параметрами їх кількості на варіанті першого способу підготовки ґрунту 170, 200, 238 шт./м², на другому варіанті – 39, 46, 58 шт./м².

На третій день відповідно до норм висіву 250, 300, 350 нас. шт./м² їх було 219, 269, 309 шт./м² та 70, 86, 98 рослин на 1 м² залежно від способу підготовки ґрунту.

Унаслідок дружних сходів за першого способу передпосівного обробітку ґрунту у посівах ячменю в роки проведення досліджень фаза повні сходи наставала на третій день. При сівбі за другого способу обробітку ґрунту повні сходи формувалися впродовж шести днів.

Динаміка сходів ячменю ярого на посівах за першого способу передпосівного обробітку ґрунту, шт./м² (середнє за 2022–2024 рр.)

Норма висіву насіння, шт./м ²	Дні			
	1	2	3	4
250	64	170	219	231
300	79	200	269	276
350	90	238	309	326

Детальний статистичний аналіз в роки проведення досліджень стверджує закономірність кращих результатів за умови першого способу передпосівного обробітку ґрунту. Зокрема у 2022 році при нормі висіву насіння 250 шт./нас. м² за першого способу передпосівного обробітку ґрунту в перший день настання сходів кількість рослин становила 54 шт./м² за другого способу їх було лише 20 шт./м². Різниця $d = 34$ достовірна, $t_{\phi} 10,5 > t_{0,01} 3,71$. На другий день настання сходів розходження даних за аналогічного порівняння становило на рівні $d = 128$ шт., тобто їх було більше за першого способу обробітку ґрунту, $t_{\phi} 28 > t_{0,01} 3,71$. На третій день настання сходів за токою ж закономірністю різниця даних становила на рівні $d = 133$, при статистичних розрахунках встановлено $t_{\phi} 15 > t_{0,01} 3,71$. На четвертий день настання сходів різниця в кількості рослин становила 87 шт., при $t_{\phi} 16,4 > t_{0,01} 3,71$.

При висіві насіння норми 300 шт./нас. м², упродовж всіх днів формування сходів, кращі результати були встановлені також за першого способу передпосівного обробітку ґрунту. У перший день настання сходів кількість рослин ячменю за першого варіанта передпосівного обробітку ґрунту становила 70 шт./м². За другого способу їх було менше на 49 шт., різниця достовірна, $t_{\phi} 11,3 > t_{0,01} 3,71$. На другий день настання сходів різниця в кількості рослин становила 151 шт./м², де встановлене $t_{\phi} 38,8 > t_{0,01} 3,71$. На третій день настання сходів перевага в кількості рослин становить 164 шт./м², $t_{\phi} 16,6 > t_{0,01} 3,71$. На четвертий день настання сходів за першого способу передпосівного обробітку ґрунту, загальна кількість рослин ячменю становила 257 шт./м² за другого способу лише 123 шт./м². Різниця $d = 134$ достовірна, $t_{\phi} 21,5 > t_{0,01} 3,71$.

При висіві насіння норми 350 шт./нас. м² у перший день настання сходів різниця в кількості рослин становила 55 шт./м², $t_{\phi} 9,27 > t_{0,01} 3,71$. На другий день сходів ячменю ярого різниця в кількості рослин шт./м² становила 158 встановлене $t_{\phi} 24,3 > t_{0,01} 3,71$. На третій день, за першого способу передпосівного обробітку ґрунту загальна кількість рослин ячменю становила 286 шт./м² за другого способу лише 85 шт./м². Отримано різницю, $d = 201$ при встановленому, $t_{\phi} 31,45 > t_{0,01} 3,71$. На четвертий день формування сходів показники в кількості рослин становили відповідно способів підготовки ґрунту 299 та 152 шт./м². Розходження даних становить 147 шт./м², при встановленому $t_{\phi} 17,6 > t_{0,01} 3,71$.

У 2023 році закономірність формування посівів ячменю ярого в динаміці настання сходів по днях залежно способів передпосівного обробітку ґрунту є такою самою, тобто за першого способу отримані кращі результати. При висіві насіння норми 250 шт./нас. м² у перший день настання сходів різниця в кількості рослин становила 43 шт./м², $t_{\phi} 7,99 > t_{0,01} 3,71$. На другий день сходи за кількістю рослин показали різницю в кількості рослин яка становила 133 шт./м², достовірність розходження даних висока, $t_{\phi} 16,15 > t_{0,01} 3,71$. На третій день посіви характеризуються за кількістю рослин такими показниками відповідно – 223 та 78 шт./м². Різниця 145 шт./м² при критерії $t_{\phi} 14,5 > t_{0,01} 3,71$. На четвертий день посіви представлені такими показниками; за першого способу підготовки ґрунту їх було 242 шт./м² за другого способу лише 134 шт./м², різниця 108 шт./м² де $t_{\phi} 13,4 > t_{0,01} 3,71$.

За норми висіву 300 шт./нас. м² закономірність кращих результатів за першого способу передпосівного обробітку ґрунту залишається без змін. У перший день настання сходів встановлені показники кількості рослин 86 та 36 шт./м² відповідно, різниця 50 шт./м² достовірна $t_{\phi} 9,9 > t_{0,01} 3,71$. На другий день настання сходів різниця в кількості рослин становила 167 шт./м², при встановленому $t_{\phi} 19,9 > t_{0,01} 3,71$. Аналіз стану посівів ячменю ярого за параметрами кількості сходів шт./м² на третій день характеризується даними: за першого способу підготовки ґрунту їх виявлено 276 шт./м² за другого способу їх було 95 шт./м². Різниця 181 рослина, $t_{\phi} 36,3 > t_{0,01} 3,71$. На четвертий день формування сходів за першого способу підготовки ґрунту завершилося кількістю рослин 286 шт./м². За другого способу підготовки ґрунту їх було менше на 139 шт./м², різниця достовірна встановлене $t_{\phi} 19,7 > t_{0,01} 3,71$.

Далі в наведеному аналізі розглядається динаміка появи сходів ячменю ярого залежно від варіантів передпосівного обробітку ґрунту при нормі висіву насіння 350 шт./нас. м². У перший день настання сходів кількість рослин за першого способу передпосівного обробітку ґрунту становила 99 шт./м² за другого способу передпосівного обробітку ґрунту 42 шт./м² різниця 57 рослин на 1 м² істотна на рівні значущості похибки 1,0 %, $t_{\phi} 8,6 > t_{0,01} 3,71$. На другий день за аналогічного порівняння відносно варіантів підготовки ґрунту різниця кількості рослин становила 178 шт./м² за відповідних показників 248 та 70 шт./м², $t_{\phi} 30,2 > t_{0,01} 3,71$.

На третій день формування сходів, посіви були представлені кількістю рослин за першого способу передпосівного обробітку ґрунту 321 шт./м². За другого способу передпосівного обробітку ґрунту їх було 112 шт./м², різниця 209 шт./м², достовірність розходжень даних висока $t_{\phi} 19,0 > t_{0,01} 3,71$.

На четвертий день посіви ячменю ярого відносно варіантів підготовки ґрунту характеризуються даними 334 шт./м², перший варіант та 176 шт./м², другий варіант. Різниця 158 шт./м² достовірна, $t_{\phi} 17,5 > t_{0,01} 3,71$.

У 2024 році встановлені закономірності відповідають таким які отримані у 2022 та 2023 роках. При нормі висіву насіння 250 шт./нас. м² кількість рослин за першого способу передпосівної підготовки ґрунту становила в перший день настання сходів 66 шт./м² за другого способу передпосівної підготовки ґрунту їх було лише 20 шт./м². Різниця становить 46 рослин, достовірність розходжень даних статистично доведена, $t_{\phi} 6,05 > t_{0,01} 3,71$. На другий день настання сходів різниця в кількості рослин становила 130 шт./м². За першого способу підготовки ґрунту рослин було 169 шт./м² за другого варіанта підготовки ґрунту їх було 39 шт./м². Достовірність розходження даних встановлена, $t_{\phi} 10,6 > t_{0,01} 3,71$. На третій день посіви сходів ячменю ярого характеризуються такими даними: за першого способу передпосівного обробітку ґрунту кількість рослин становила 238 шт./м², за другого варіанта їх було менше, 69 шт./м². Різниця даних становить 169 шт./м², встановлене $t_{\phi} 17,9 > t_{0,01} 3,71$. На четвертий день настання сходів за першого способу передпосівного обробітку ґрунту загальна кількість рослин ячменю становила 230 шт./м² за другого способу лише 100 шт./м². Різниця $d = 130$ достовірна, $t_{\phi} 11,4 > t_{0,01} 3,71$.

Різна сприятливість технологічних прийомів підготовки ґрунту впливає на настання фенофазі сходів ячменю ярого через зміну тривалості періоду проростання рослин. Це спричиняє процес диференціації формування посівів, який відбувається на самому початковому етапі онтогенезу. Цей первинний етап росту, ще до появи сходів, стає визначальним у забезпеченні неоднорідності посівів не лише за темпами росту, а й за процесами розвитку. Унаслідок цього не досягається одна з найважливіших вимог технології вирощування – забезпечення однорідності посівів ячменю за ростом і розвитком усіх складових компонентів агрофітоценозу.

Таблиця 2

Динаміка сходів ячменю ярого на посівах за другого способу передпосівного обробітку ґрунту, шт./м² (середнє за 2022–2024 рр.)

Норма висіву насіння, шт./м ²	Дні						
	1	2	3	4	5	6	7
250	23	39	70	122	159	189	206
300	28	46	86	138	188	221	248
350	32	58	98	164	219	254	279

Отже, за другого варіанта обробітку ґрунту не створюються оптимальні умови для проростання. У результаті затяжний процес проростання спричиняє пролонговану дію на процеси настання наступних фенофаз, після отримання сходів. У зв'язку з цим зумовлюються в подальшому негативні наслідки біологічної конкуренції між особинами в посівах.

Відповідно, тривалість проростання за період від сівби до сходів значною мірою впливає на кількість рослин, які беруть участь у формуванні сходів ячменю по днях їх появи. У результаті першого способу обробітку ґрунту порівняно до другого, з'явлення сходів було менш тривалим, що свідчить про кращу однорідність формування посівів фактично завдяки рівномірному розміщенню насіння при сівбі за глибиною його загортання.

Фенологічні спостереження за настанням процесу кушіння рослин ячменю ярого також показали, що в посівах на дослідних ділянках за першого способу передпосівного обробітку ґрунту тривалість кушіння займала п'ять днів, на посівах за другого способу підготовки ґрунту – вісім. Кількість рослин у яких наступала фаза розвитку кушіння відповідно до норм висіву 250, 300,

350 нас./м² у середньому у перший день становила 29, 32, 35 шт./м², у результаті нерівномірно проведеної сівби за другого способу передпосівного обробітку ґрунту їх було лише – 21, 27, 30 шт./м² відповідно (табл. 3, 4). На другий день в аналогічному порівнянні розбіжність визначалася даними 90, 115, 133 шт./м² та 33, 42, 52 шт./м², на третій день – 161, 193, 221 шт./м² та 47, 58, 70 шт./м², відповідно. На четвертий день на посівах за першого способу передпосівної підготовки ґрунту кількість рослин становила відповідно норм висіву насіння 250, 300, 350 нас./м² – 217, 259, 307 шт./м², які відповідали стану трьох розвинених листків, що у відносному показнику становить 94,0 % від кількості таких, що забезпечили сходи. За умови другого способу обробітку ґрунту настання фази трьох розвинених листків на 4 день забезпечували лише 76, 92, 115 рослин, що залежно норм висіву насіння становить 37,0–41,0 % від кількості рослин, які забезпечили сходи.

Таблиця 3

Динаміка настання у рослин ячменю ярого фази розвитку трьох розвинених листків за першого способу передпосівного обробітку ґрунту, шт./м² (середнє за 2022–2024 рр.)

Норма висіву насіння, шт./м ²	Дні				
	1	2	3	4	5
250	29	90	161	217	228
300	32	115	193	259	273
350	35	133	221	307	323

Відповідно до аналізу даних таблиць 3 та 4 можна стверджувати, що формування посівів ячменю ярого за процесом настання фази трьох розвинених листків відбувалося з випередженням на три дні за першого способу обробітку ґрунту. Це свідчить про запізнення розвитку рослин у процесі формування посівів за другого способу передпосівного обробітку ґрунту, яке зменшує можливість використання ними періоду, коли розпочинається процес утворення конусом наростання вегетативних метамерів (складових будови стебла) та закладання важливих елементів структури врожайності. За даними трьох років досліджень, у посівах ячменю ярого за другого способу передпосівної підготовки ґрунту фаза куціння наставала повільнішими темпами (табл. 5–7).

Таблиця 4

Динаміка настання у рослин ячменю ярого фази розвитку трьох розвинених листків за другого способу передпосівного обробітку ґрунту, шт./м² (середнє за 2022–2024 рр.)

Норма висіву насіння, шт./м ²	Дні							
	1	2	3	4	5	6	7	8
250	21	33	47	76	125	176	198	200
300	27	42	58	92	158	213	239	243
350	30	52	70	115	189	242	267	273

Кількість рослин, які додатково вступили в цю фазу розвитку на другий день за другого варіанта передпосівного обробітку ґрунту становила 5,8–7,9 %, на третій день – 6,5–7,2 %, на четвертий – 13,7–15,4 %, на п'ятий день – 23,9–26,6 % на шостий день – 19,0–24,6% і на сьомий день – 9,0–10,7 %. За умови першого способу обробітку ґрунту після початку фази трьох розвинених листків на другий день кількість таких рослин у посівах збільшувалась залежно від норми висіву насіння на 26,4–30,1 %, на третій день додатково означена фаза розвитку наставала у 27–31 % рослин і на четвертий день – у 24–26 %.

Проведений статистичний аналіз на основі критерію Дункана підтверджує те, що щорічно, незалежно норми висіву насіння, упродовж п'яти днів, щоденно істотно кращі показники за кількістю рослин, шт./м², у яких наставала фаза куціння, було отримано на варіанті за першого способу передпосівного обробітку ґрунту.

Таблиця 5

Формування агрофітоценозу за процесом настання в посівах у рослин ячменю ярого фази куціння залежно впливу передпосівного способу обробітку ґрунту, шт./м² (2022 р.)

Норма висіву, нас. /м ²	Спосіб обробітку ґрунту	День					Гомогенні групи	
		1	2	3	4	5	1	2
250	перший	27	85	150	204	220	****	
	другий	18	29	44	72	120		****
300	перший	30	110	185	249	265	****	
	другий	25	39	53	88	151		****
350	перший	32	125	215	290	310	****	
	другий	27	48	67	110	183		****

Таблиця 6

Формування агрофітоценозу за процесом настання в посівах у рослин ячменю ярого фази кушіння залежно впливу передпосівного способу обробітку ґрунту, шт./м² (2023 р.)

Норма висіву, нас./м ²	Спосіб обробітку ґрунту	День					Гомогенні групи	
		1	2	3	4	5	1	2
250	перший	33	93	168	220	228	****	
	другий	23	34	49	83	125		****
300	перший	35	120	191	257	278	****	
	другий	30	43	58	93	156		****
350	перший	40	135	230	315	330	****	
	другий	32	53	72	115	188		****

Таблиця 7

Формування агрофітоценозу за процесом настання в посівах у рослин ячменю ярого фази кушіння залежно впливу передпосівного способу обробітку ґрунту, шт./м² (2024 р.)

Норма висіву, нас./м ²	Спосіб обробітку ґрунту	День					Гомогенні групи	
		1	2	3	4	5	1	2
250	перший	27	92	165	227	236	****	
	другий	22	36	48	73	130		****
300	перший	31	115	203	271	276	****	
	другий	26	44	63	95	167		****
350	перший	33	139	218	316	329	****	
	другий	31	55	71	120	196		****

Наступний аналіз відноситься до інтерпретації отриманих даних щодо настання в ячмені ярого фази виходу в трубку. За умови першого способу обробітку ґрунту де глибина загортання насіння при сівбі відповідала біологічним вимогам, вихід в трубку в рослин завершився упродовж чотирьох днів (табл. 8). У результаті підготовки ґрунту за другим варіантом цей період тривав упродовж семи днів (табл. 9). Установлені розбіжності з перших днів настання фази виходу в трубку. Якщо при нормі висіву 250 нас./м² у посівах першого способу передпосівного обробітку ґрунту кількість рослин у яких було зафіксовано з'явлення нижнього стеблового вузла у перший день становила 60 шт./м², або 26,4 %, то за другого способу передпосівного обробітку ґрунту їх було у 2,6 раза менше – 23 шт./м², або лише 11,5 %.

Таблиця 8

Характеристика процесу настання фенофази виходу в трубу рослин ячменю за першого способу передпосівного обробітку ґрунту, шт./м² (середнє за 2022–2024 рр.)

Норма висіву насіння, шт./м ²	Дні				
	1	2	3	4	5
250	60	111	179	210	227
300	75	130	216	253	272
350	86	162	249	297	321

На інших варіантах норм висіву така закономірність теж спостерігалась. За першого способу передпосівного обробітку ґрунту за норми висіву 300 нас./м² кількість відповідних рослин становила 75 шт./м² – 27,6 %, при другому способі обробітку ґрунту їх було значно менше – 29 шт./м², що у відносному показнику становить 12,0 %. За норми висіву 350 нас./м² розбіжність за кількістю рослин визначалась даними 86 та 30 шт./м², відповідно 26,8 та 11,0 %.

На другий день після настання фази кількість рослин з вузлом у нижній частині стебла було у 3,5–3,9 раза більше за першого способу передпосівного обробітку ґрунту порівняно даних, отриманих за другого способу обробітку ґрунту. Відповідно норм висіву насіння 250, 300, 350 шт./м² показники становили за аналогічного порівняння 111, 130, 162 рослин/м² (48,9; 47,8; 50,5 %), а за умови другого способу передпосівної підготовки ґрунту – 31, 36, 41 рослин/м² (15,5; 14,8; 15,0 %).

Таблиця 9

Характеристика процесу настання фенофази виходу в трубу рослин ячменю за другого способу передпосівного обробітку ґрунту, шт./м² (середнє за 2022–2024 рр.)

Норма висіву насіння, шт./м ²	Дні						
	1	2	3	4	5	6	7
250	23	31	57	97	150	175	200
300	29	36	64	120	175	210	243
350	30	41	70	139	210	239	273

На третій день настання фази виходу в трубку при умові першого способу передпосівного обробітку ґрунту кількість рослин ячменю, які досягли цієї фази розвитку становила відповідно норм висіву 250, 300, 350 шт./м² у середньому 179, 216, 249 шт./м², або 78,8; 79,4 і 77,5 %, а за умови другого способу обробітку ґрунту – 57, 64, 70 шт./м², або 27,0; 26,3 і 25,6 %. На четвертий день відповідно зазначених норм висіву насіння показники кількості рослин за аналогічного порівняння становили 210, 253, 297 шт./м², або 93,5; 93,0 і 92,5 % та 97, 120, 139 шт./м², або 48,5; 49,4 і 50,9 %, відповідно. Характер процесу настання у рослин ячменю фази виходу в трубку показує, що посіви залежно технологічного фактора передпосівного обробітку ґрунту відрізняються за темпами з'явлення першого стеблового вузла над поверхнею ґрунту.

Закономірність кращих результатів процесу настання в рослин ячменю ярого фази виходу в трубку за першого способу передпосівного обробітку ґрунту порівняно до даних отриманих за другого способу обробітку ґрунту за статистичними розрахунками є аналогічною до тієї яка отримана при аналізі формування посіву за настанням фази кущіння.

Висновки

Представлений експериментальний матеріал обґрунтовує необхідність глибоких знань закономірностей формування сукупності рослин ячменю ярого – агрофітоценозу за період вегетативного стану до настання генеративного. Встановлено, що при проведенні передпосівного обробітку ґрунту у спосіб, який передбачає закриття вологи, вирівнювання культивацією ґрунту на глибину обробітку 7–8 см, відбувається після сівби затяжний процес проростання та належного ступеня розвитку рослин ячменю ярого незалежно від норм висіву насіння в процесі формування посівів за такими фенофазами: сходи, три розвинені листки (початок кущення рослин) та фази виходу в трубку. За першого способу передпосівного обробітку ґрунту на глибину в межах 2–3 см тривалість настання повних сходів становила чотири дні, за другого способу передпосівного обробітку ґрунту повні сходи наставали впродовж семи днів.

Фенофаза кущення в посівах ячменю ярого за першого способу передпосівного обробітку ґрунту наставала поступово впродовж чотирьох днів, а завершувалася на п'ятий день. За другого способу обробітку ґрунту вона наставала на сьомий день, а завершувалася на восьмий. Процес настання фази виходу в трубку за умови першого способу передпосівного обробітку ґрунту тривав п'ять днів, за умови другого способу – сім днів.

Використана література

1. Alqudah A. M., Schnurbusch T. Heading date is not flowering time in spring barley. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. Article 896. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00896>
2. Celestina C., Hunt J., Brown H. et al. Scales of development for wheat and barley specific to either single culms or a population of culms. *European Journal of Agronomy*. 2023. Vol. 147. Article 126824. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126824>
3. Каленська С. М., Присяжнюк О. І., Половинчук О. Ю., Новицька Н. В. Порівняльна характеристика росту і розвитку зернових культур. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 4. С. 406–414. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906>
4. Іщенко В. А. Вплив мінерального живлення ячменю ярого на продуктивність агроценозу під час сівби після різних попередників в умовах Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 35–40. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.5>
5. Лень О. І. Забезпечення рослин ячменю ярого основними елементами живлення залежно від варіантів удобрення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 4. С. 182–185.
6. Рожков А. О., Чернобай С. В. Урожайність ячменю ярого залежно від норми висіву та проведення позакоренових підживлень. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2018. Вип. 92, ч. 1. С. 263–271.
7. Klymyshena R., Horash O. The dependence of the duration of the germination phase of spring barley on the temperature regime of the soil. *AgroLife Scientific Journal*. 2024. Vol. 13, No 2. P. 134–146. <https://doi.org/10.17930/AGL2024212>
8. Klymyshena R., Horash O., Mialkovskiy R. et al. Evaluation of barley plants growth and development at the beginning of tillering phenophase at different sowing dates. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, Iss. 7. P. 87–96. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.87>
9. Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості України. Київ : Колообіг, 2005. 304 с.
10. Горобець М. В., Писаренко П. В., Чайка Т. О., Міщенко О. В. Наукові підходи щодо екологізації технології вирощування ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 4. С. 142–149. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.17>
11. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 4-е вид., випр. і допов. Львів : НВФ «Українські технології», 2014. 1040 с.

References

1. Alqudah, A. M., & Schnurbusch, T. (2017). Heading date is not flowering time in spring barley. *Frontiers in Plant Science*, 8, Article 896. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00896>
2. Celestina, C., Hunt, J., Brown, H., Huth, N., Andreucci, M., Hochman, Z., Bloomfield, M., Porker, K., McCallum, M., Harris, F., Matthews, M., Biddulph, B., Al Yaseri, G., Nicol, D., Hyles, J., Wang, E., Zheng, B., Zhao, Z., & Kohout, M. (2023). Scales of development for wheat and barley specific to either single culms or a population of culms. *European Journal of Agronomy*, 147, Article 126824. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126824>
3. Kalenska, S. M., Prysiashniuk, O. I., Polovynchuk, O. Yu., & Novytska, N. V. (2018). Comparative characteristics of the growth and development of grain crops. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(4), 406–414. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906> [In Ukrainian]
4. Ishchenko, V. A. (2021). The effect of spring barley mineral nutrition on agrocenosis productivity under sowing after different predecessors in the Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 119, 35–40. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.5> [In Ukrainian]
5. Len, O. I. (2010). Nutrient supply of spring barley plants depending on fertilization options. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 182–185. [In Ukrainian]
6. Rozhkov, A. O., & Chernobai, S. V. (2018). Yield of spring barley depending on seeding rate and foliar feeding. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 92(1), 263–271.
7. Klymyshena, R., & Horash, O. (2024). The dependence of the duration of the germination phase of spring barley on the temperature regime of the soil. *AgroLife Scientific Journal*, 13(2), 134–146. <https://doi.org/10.17930/AGL2024212>
8. Klymyshena, R., Horash, O., Mialkovsky, R., Vilchynska, L., & Nochvina, O. (2024). Evaluation of barley plants growth and development at the beginning of tillering phenophase at different sowing dates. *Scientific Horizons*, 27(7), 87–96. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.87>
9. Polupan, M. I., Solovey, V. B., Kysil, V. I., & Velychko, V. A. (2005). *Guide to ecological-genetic status and soil fertility of Ukraine*. Koloobih. [In Ukrainian]
10. Horobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., & Mishchenko, O. V. (2020). Scientific approaches to ecologization of spring barley cultivation technology in the Left-Bank Forest-Steppe. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 142–149. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.17> [In Ukrainian]
11. Petrychenko, V. F., & Lykhochvor, V. V. (2014). *Crop production. Technologies of growing agricultural crops* (4th ed., rev. and enl). NVF "Ukrainski Tekhnolohii". [In Ukrainian]

UDC 633.16«321»: 631.51: 631.53.048: 631.547

Gorash, O. S. (2025). Agrobiological analysis of the duration of phenological stages onset in spring barley under the effect of seedbed preparation. *Advanced Agritechnologies*, 13(2). <https://doi.org/10.47414/na.13.2.2025.332467> [In Ukrainian]

HEI «Podillia State University», 12 Shevchenko St., Kamianets-Podilskyi, Khmelnytskyi region, 32316, Ukraine, e-mail: GorashAS@gmail.com

Purpose. To investigate the features of phenological stages onset in spring barley depending on the method of seedbed preparation. **Methods.** General scientific methods (observation, comparison, analogy, generalisation and specification); special methods (field method to identify differences between the experimental treatments regarding the duration of phenological stages onset). Treatments: seedbed preparation to a seed burying depth of 2–3 cm; closing moisture by harrowing and leveling the soil surface with cultivator to a depth of 7–8 cm. The row spacing was 15 cm. Seeding rates were 250, 300, and 350 seeds per 1 m², the phenological stages onset was recorded in four trial plots of 1.0 m². **Results.** The prolonged effect of long-term germination of spring barley at all seeding rates, depending on the method of seedbed preparation, on the duration of achieving the phenological stages (germination, three leaves, and leaf-tube formation) was established. It was demonstrated that under the first method of seedbed preparation, the process of forming full seedlings lasted for four days, the development stage of three leaves developed occurred for five days, the onset of the stage of emergence into the tube also occurred for five days. Under the second method of seedbed preparation, germination lasted for seven days, the stage of three leaves was formed for eight days, and leaf tube formation lasted for seven days. **Conclusions.** It has been established that when seedbed preparation is carried out in a way that involves closing the moisture by harrowing and leveling the surface with cultivator to a depth of 7–8 cm, a prolonged process of germination and crop formation occurred at the stages of seedlings, three leaves (the beginning of tillering) and the leaf-tube formation.

Keywords: spring wheat; onset of phenophases; method of tillage; crop formation.

Надійшла / Received 13.05.2025
Погоджено до друку / Accepted 11.06.2025