УДК 633.162:631.547:
631.53.048:631.811
© 2024

УПРАВЛІННЯ РОСТОМ І РОЗВИТКОМ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

О.С. Гораш[1], Р.І. Климишена[2]

[1]доктор сільськогосподарських наук, професор
[2]кандидат сільськогосподарських наук
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., 32300, Україна
e-mail: [1]GorashAS@i.ua, [2]rita24@i.ua
ORCID: [1]0000-0001-9418-0310; [2]0000-0002-4643-7895

Надійшла 15.05.2024

Мета. *Проаналізувати ріст і розвиток рослин ячменю ярого залежно від впливу досконалості технологічного процесу сівби, норм висіву насіння та норм мінеральних добрив.* **Методи.** *Польовий і лабораторний — відповідно до вимог методики досліджень наукової агрономії. Варіанти процесу сівби: контрольований за глибиною загортання насіння та неконтрольований, тобто різноглибинне загортання насіння. Варіанти норм висіву насіння 300; 350; 400 шт./м² і норм мінеральних добрив — $N_0P_0K_0$; $N_{30}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{90}$.* **Результати.** *Установлено залежність росту та розвитку рослин ячменю ярого за настанням і тривалістю фенофаз від впливу досліджуваних факторів.* **Висновки.** *За контрольованого загортання насіння під час сівби ячменю ярого на глибину 2–3 см тривалість фази проростання становить 15 днів, за різноглибинної сівби — 18 днів. Фаза кущіння в рослин за контрольованого процесу сівби наставала на 28-й день, неконтрольованого різноглибинного — на 33-й день після сходів. Установлено, що тривалість фази кущіння рослин ячменю на посівах контрольованої сівби в середньому становила 24 дні, неконтрольованої — лише 18 днів. У варіантах норм мінеральних добрив $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{90}K_{90}$ та норм висіву насіння 300; 350; 400 шт./м² в управлінні тривалістю процесом кущіння рослин досягаються межі змін від 21 до 26 днів, на посівах нерівномірної сівби — від 16 до 20 днів. Міжфазний період цвітіння — рання воскова стиглість у середньому на посівах ячменю за контрольованої сівби становить 31 день, неконтрольованої сівби — 34 дні.*

Ключові слова: *технологічна досконалість сівби, глибина загортання насіння, норми висіву, норми мінеральних добрив, міжфазний період, тривалість фенофаз.*

DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202406-03

Формування високопродуктивних посівів ячменю ярого — важливе завдання технології вирощування, що потребує переосмислення значення окремих агротехнологічних факторів. Зокрема, сприятливі умови, за яких проходять ранні етапи формування та становлення посіву, забезпечуються якістю технологічного процесу сівби [1]. Донині у виробничих умовах є ще один недолік — недостатньо контрольований технологічний процес сівби зернових культур за глибиною загортання насіння та рівномірністю його розміщення вздовж рядка не лише для ярих культур, а й для озимих. За результатами аналізу морфологічної будови підземної частини рослин виявлено розвиток додаткового зайвого міжвузля, яке називають епікотилем [2]. Установлено як негативний результат у пшениці озимої наявність непродуктивного за прогнозом стану біологічного розвитку першого бічного пагона. Вузол кущіння у таких рослин знаходиться вище розміщення насіння в ґрунті за різних параметрів відстані. Такі результати сформованої кореневої системи свідчать про несприятливі стартові умови розвитку під час проростання. Аналогічні недоліки виявлено в технології вирощування ячменю ярого. Нині попри належний рівень технології вирощування зернових колосових культур проведений моніторинг формування агрофітоценозу свідчить про недоліки, пов'язані з процесом сівби. Високотехнологічний процес сівби агрегата забезпечує високу польову схожість насіння, оптимальні умови теплового та водного режимів, мінерального живлення, особливо відповідальним є період проростання насіння. Доки проросток, який розвивається з насіння, не стане фотосинтезувальним, його життєздатність забезпечується енергетичними ресурсами, зосередженими в ендоспермі зернівки. У рослинництві розгортання першого зеленого асимілювального листка над поверхнею ґрунту означає появу сходів. Ендосперм має велике значення для гормонально-ферментативного потенціалу, який забезпечує ростові процеси зародка і весь наступний процес розвитку рослин [3]. Тому важливим у цьому аспекті є раціональне використання гормонально-ферментативного потенціалу насіння. Це також позначається на розвитку рослин, що перебуває на 2- та 3-му етапах органогенезу, коли закладаються основи продуктивності в посівах, стійкість до вилягання та стресових факторів.

Якщо насіння ячменю під час сівби заглиблене більше ніж на 3 см, біологічна сутність сходів розглядається не лише в розгортанні першого справжнього листка, а й у винесенні конуса наростання під поверхню ґрунту на 2–3 см. На зазначеній глибині ріст зародкового пагона призупиняється і формується зона кущіння або вузол кущіння. У разі заглиблення насіння ячменю під час сівби більше 3 см на винесення конуса наростання під поверхню ґрунту не раціонально витрачаються енергетичні ресурси насіння. Крім цього, ініціація розвитку першого бокового пагона завжди локально відбувається від зернівки, розміщеної в ґрунті, що спричиняє асинхронний розвиток пагонів кущіння. За різноглибинного розміщення насіння в ґрунті як теоретично, так і практично однорідність появи і функціонування сходів вже унеможливлена, і в результаті диференціація ростових процесів у формуванні посівів забезпечена. Однією з найважливіших вимог забезпечення продуктивності рослин при формуванні агрофітоценозу є максимальне зниження можливостей їх диференціації за потужністю розвитку. Неоднорідний розвиток рослин у посівах, де не відбувається становлення фенотипу із синхронним розвитком головного та бічних пагонів, завжди призводить до зниження врожайності зерна з одиниці площі. Установлено, що за розміщення насіння ячменю ярого під час сівби глибше встановлених норм біологічних вимог у підземній частині рослин розвивається додаткове небажане підземне міжвузля. При цьому відбувається становлення горизонтальної різної ярусності розміщення кореневої системи в рослин. Зародкова коренева система розташована на одній глибині горизонту ґрунту, додаткова коренева система бічних пагонів — на іншій, що є негативним наслідком технологічного характеру. Ще одним негативним наслідком недосконалості технологічного процесу

сівби за глибиною загортання насіння є невирівняний розвиток рослин за параметрами висоти пагонів. Відповідно формується посів, у характеристиці якого використовують таку термінологію: несприятлива вертикальна різна ярусність агробіологічної системи. Отже, на перший погляд, комплекс незначних відхилень у формуванні посівів спричиняє заниження потенціалу продуктивності створених селекціонерами сортів ячменю ярого та інших зернових культур. Нині важливою проблемою є не технічний бік посівних агрегатів, а забезпечення сприятливого розвитку рослин за максимальною реалізацією біологічного потенціалу під час процесу проростання, тобто в першій фазі росту та розвитку рослин.

Слід звернути увагу на сутність інтенсивної технології вирощування, яка полягає у функціональній можливості посівів ефективно використовувати фактори вегетації. Зокрема, біологічні і технологічні фактори спрямовані на поліпшення здатності рослин ефективно використовувати саме фактори вегетації, передусім енергію сонячного світла.

Мета досліджень — проаналізувати ріст і розвиток рослин ячменю ярого залежно від впливу досконалості технологічного процесу сівби, норм висіву насіння та мінеральних добрив. Визначити тривалість періоду сходи — кущіння, процесу кущіння, періоду розвитку від настання фенофази цвітіння до дозрівання зерна.

Методика досліджень. Дослідження проведено на експериментальних ділянках відповідно до варіантів технологічного процесу сівби, установлених в умовах виробництва різних форм власності.

Дослід 1. Належна ступінь досконалості технологічного процесу сівби. Рівномірне розміщення насіння ячменю ярого за глибиною загортання в межах 2–3 см і рівномірне розміщення насіння вздовж рядка (посіви рівномірної сівби). Варіанти мінерального живлення — $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{90}$. Варіанти норм висіву насіння — 300; 350; 400 нас./м^2.

Дослід 2. Неналежний рівень технологічної досконалості процесу сівби, різноглибинне загортання насіння в ґрунті в межах 1–7 см і нерівномірне розміщення насіння вздовж рядка (посіви нерівномірної сівби). Варіанти мінерального живлення — $N_0P_0K_0$, $N_{30}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{90}$. Варіанти норм висіву насіння — 300; 350; 400 нас./м^2.

Об'єкт досліджень — сорт Сєбастьян, строк сівби 20 березня. Моніторинг посівів здійснювали візуальним оцінюванням та підрахунком кількості рослин, які відповідали стану їх росту та розвитку за настанням фенофаз: сходи, початок кущіння, вихід у трубку, цвітіння, рання воскова стиглість, повна стиглість. Настання фаз розвитку визначали відповідно до методики [4].

Результати досліджень. Установлення дат фенофаз росту та розвитку і міжфазних періодів дає можливість здійснювати біологічний моніторинг за процесом становлення та формування агрофітоценозу сільськогосподарських культур [5, 6]. Зовнішні морфологічні ознаки відображають стан організму на кожному етапі онтогенезу [7, 8].

За результатами аналізу настання фенофаз росту та розвитку рослин ячменю ярого виявлено розбіжності, які дають підставу неоднозначно характеризувати формування посівів 2-х варіантів технологічного процесу сівби. Зокрема, період від сівби до появи повних сходів за умови рівномірної сівби становив 15 днів, на посівах з нерівномірним розміщенням насіння в ґрунті — 18 днів. Відповідно фаза розвитку посівів — повні сходи за нерівномірної сівби наставала в рослин на 3 дні пізніше. Наслідком таких розбіжностей за різницею є різноглибинне загортання значної частини насіння, від якого залежить процес проростання і тривалість періоду від сівби до появи повних сходів.

Про негативні наслідки, пов'язані з глибиною сівби, зазначено в роботі [9]. Автор [10] звернула увагу на те, що за глибокого загортання насіння відбувається затримка ранніх фаз розвитку. Це підтверджують проведені фенологічні спостереження. Оцінка формування посівів за настанням фази розвитку кущіння показала, що за нерівномірної сівби вона наставала в рослин ячменю на 33-й день залежно від умов року після сівби. За досконалості

технологічного процесу сівби — на 28-й день, різниця становила 5 днів. Фактично це втрата використання ресурсу зовнішнього середовища за період вегетативного розвитку рослин ячменю ярого внаслідок несприятливих умов під час проростання через різноглибинне загортання насіння під час сівби.

Аналіз даних періоду кущіння від фази розвитку 3 листків до настання фази виходу в трубку показав, що за умови рівномірної сівби він був тривалішим і становив у середньому по досліду 24 дні. Залежно від норм висіву насіння і норм мінеральних добрив показник був у межах 21–26 днів. За нерівномірного розміщення насіння ячменю під час сівби цей період тривав 18 днів. Залежно від норм висіву насіння та норм унесення мінеральних добрив він становив 16–20 днів. У результаті тривалість процесу кущіння рослин ячменю ярого на посівах рівномірної сівби була більшою на 6 днів (табл. 1).

За підрахунками, період від сівби до виходу в трубку за рівномірного розміщення насіння в ґрунті був більшим лише на 1 день і становив 52 дні, за нерівномірної сівби — 51 день. Проте слід звернути увагу на розбіжності в тривалості фази кущіння, яка становить 5–6 днів. Це пояснюється затримкою ранніх фаз розвитку рослин, зокрема проростання та появи 3 листків за умови недосконалого процесу сівби. Через запізнення повні сходи з'явилися через 3 дні, настання фенофази повне кущіння від появи сходів запізнилося ще на 2 дні.

Активність процесу проростання при загортанні насіння ячменю в ґрунті на глибину 2–3 см сприяла появі сходів на 3 дні раніше. Дружні сходи пришвидшують настання фази кущіння в середньому на 2 дні раніше. У результаті період від сівби до фенофази повного кущіння на посівах рівномірної сівби становив 28 днів незалежно від норм висіву насіння та норм мінеральних добрив. На посівах нерівномірної сівби ячменю аналогічний період становив 33 дні. Розбіжність 5 днів свідчить про те, що рослини в посівах рівномірної сівби за ефективного початкового розвитку раніше розпочинають кущитися. Це підтверджує перевагу та ефективність факторів рослинництва, за якими витримано глибину загортання насіння відповідно до біологічних вимог розвитку ячменю на початкових етапах онтогенезу. Крім цього, у рослин ячменю у варіанті досліду нерівномірної сівби фаза виходу в трубку наставала на 1 день раніше від дати сівби.

Порівняльний аналіз показав, що період, упродовж якого відбувався процес кущіння, у рослин ячменю в досліді рівномірної сівби є тривалішим і на 6 днів довшим, ніж на посівах нерівномірної сівби. За даними дисперсійного аналізу, на тривалість процесу кущіння рослин ячменю впливали застосовувані мінеральні добрива і норми висіву насіння. Порівняно з варіантом без унесення добрив на посівах рівномірно проведеної сівби застосування норми добрив $N_{30}P_{45}K_{45}$ сприяло зменшенню тривалості кущіння на 2 дні. За норми добрив $N_{60}P_{90}K_{90}$ скорочувалася тривалість кущіння рослин ячменю порівняно з унесенням норми $N_{30}P_{45}K_{45}$ на 1–2 дні

1. Тривалість фази кущіння залежно від впливу норм мінеральних добрив і норм висіву насіння (середнє за 2021 – 2023 рр.), днів

Норма добрив, кг/га д. р.	Посіви сівби					
	рівномірної			нерівномірної		
	Норма висіву, нас./м^2					
	300	**350**	**400**	**300**	**350**	**400**
$N_0P_0K_0$	26	26	25	20	20	19
$N_{30}P_{45}K_{45}$	24	24	23	18	18	17
$N_{60}P_{90}K_{90}$	23	23	21	17	17	16

залежно від норми висіву насіння. Вплив норм мінеральних добрив у зазначених варіантах на посівах ячменю нерівномірної сівби був аналогічним. За внесення норми $N_{30}P_{45}K_{45}$ тривалість процесу кущіння у рослин ячменю в посівах була в середньому меншою на 2 дні. З унесенням норми добрив $N_{60}P_{90}K_{90}$ на 3 дні зменшувалася тривалість процесу кущіння порівняно з варіантом без добрив і на 1 день порівняно з унесенням норми $N_{30}P_{45}K_{45}$.

Оцінювання посівів за рівномірної і нерівномірної сівби дало можливість визначити вплив норм висіву насіння на тривалість процесу кущіння рослин ячменю ярого. На 2 дослідних посівах за досконалого і недосконалого процесів сівби тривалість кущіння була завжди меншою на 1–2 дні за норми висіву 400 нас./м^2 відповідно до фону мінерального живлення. У межах досліду за умови досконалого процесу сівби максимальна різниця тривалості процесу кущіння за результатом впливу мінеральних добрив становила 5 днів, за нерівномірного процесу сівби — 4 дні.

Отже, на посівах рівномірно і нерівномірно проведеної сівби внесені мінеральні добрива та норми висіву насіння впливали на тривалість кущіння рослин ячменю. Аналіз розвитку посівів за фенологічними спостереженнями підтверджує, що великого значення в технології вирощування ячменю ярого слід надавати фактору рослинництва — рівномірному розміщенню насіння в ґрунті за сівби, особливо на глибині його загортання 2–3 см відповідно до біологічних вимог культури.

Така закономірність є обґрунтованою і важливою, оскільки зменшення тривалості цього періоду стосується співвідношення росту і органогенезу. Період фази розвитку 3 листків — вихід у трубку відповідає II та III етапам органогенезу, коли відбувається вичленовування конусом наростання вегетативних метамерів, і диференціюється вісь колосового стрижня, що пов'язано з кількістю зернівок колоса. Слід зазначити, що мінеральне живлення впливає на темпи розвитку зернових культур не лише вегетативних органів, а й генеративних. Воно фактично забезпечує інтенсифікацію розвитку ячменю саме під час фенофази кущіння [11–14].

Дати настання цвітіння в рослин ячменю у 2 дослідах у варіанті без унесення мінеральних добрив збігалися. У варіантах із мінеральним удобренням за рівномірної сівби цвітіння у рослин ячменю наставало раніше. З дотриманням вимог рівномірної сівби у варіанті з нормою удобрення $N_{60}P_{90}K_{90}$ фаза цвітіння в середньому наставала на 3 дні раніше.

Рання воскова стиглість рослин за рівномірного розміщення насіння під час сівби також наставала в середньому на 3 дні раніше у варіанті без унесення добрив за норм висіву 350 та 400 нас./м^2. У варіантах мінерального удобрення рання воскова стиглість зерна за норм висіву 350; 400 нас./м^2 наставала в рослин ячменю раніше на 4–5 днів.

За даними фенологічних спостережень установлено, що тривалість періоду повне цвітіння — рання воскова стиглість зерна в рослин ячменю на дослідних посівах рівномірної сівби є меншою в середньому на 3 дні порівняно з даними варіанта нерівномірно проведеної сівби. На неудобреному фоні та у варіанті за норми внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{45}K_{45}$ — на 3–4 дні, у варіанті досліду $N_{60}P_{90}K_{90}$ — на 2–3 дні (табл. 2).

Виявлено, що в ячменю на дослідних посівах з дотриманням глибини загортання насіння 2–3 см порівняно з ячменем за нерівномірно проведеної сівби насіння на глибині 1–7 см період цвітіння — рання воскова стиглість зерна за тривалістю був меншим у всіх аналогічних варіантах з нормами внесення мінеральних добрив і нормами висіву насіння. У варіанті без застосування мінеральних добрив різниця становила 4 дні, у варіантах з унесенням добрив залежно від норм мінеральних добрив і норм висіву насіння — 2–3 дні.

У варіантах з елементами мінерального живлення порівняно з варіантом без застосування добрив у рослин ячменю збільшувалася тривалість міжфазного періоду розвитку. За внесення норми $N_{30}P_{45}K_{45}$ тривалість міжфазного періоду цвітіння — рання воскова стиглість зерна

2. Тривалість періоду цвітіння — рання воскова стиглість зерна залежно від застосовуваних факторів технології (середнє за 2021 – 2023рр.)

Норма добрив, кг/га д. р.	Посіви сівби					
	рівномірної			нерівномірної		
	Норма висіву, нас./м²					
	300	350	400	300	350	400
$N_0P_0K_0$	30	29	28	34	33	32
$N_{30}P_{45}K_{45}$	31	31	30	35	34	33
$N_{60}P_{90}K_{90}$	33	33	32	36	35	34

збільшувалася порівняно з контролем на 1–2 дні, за норми удобрення $N_{60}P_{90}K_{90}$ порівняно з нормою $N_{30}P_{45}K_{45}$ — на 2 дні.

Установлено, що на посівах нерівномірної сівби всі норми живлення — $N_0P_0K_0$; $N_{30}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{90}K_{90}$ по-різному впливали на тривалість періоду цвітіння — рання воскова стиглість. Чим більша норма мінеральних добрив,тим триваліший період росту і розвитку зарнівки.

Проведений на основі статистичного аналізу обсяг даних 2 дослідних посівів рівномірної і нерівномірної сівби показує, що на тривалість міжфазного періоду цвітіння — рання воскова стиглість, коли одночасно відбувається формування зародка зернівки, її ріст, виповнення ендосперму, значною мірою впливають норми висіву насіння та застосовувані мінеральні добрива. Упродовж цього періоду відбувається накопичення крохмалю в ендоспермі зернівки, формування алейронового шару і наповнення його білком, а також солодової якості зерна ячменю.

Висновки

За контрольованого загортання насіння під час сівби ячменю ярого на глибину 2–3 см тривалість фази проростання становить 15 днів, за умови різноглибинної сівби — 18 днів. Фаза кущіння у рослин за контрольованого процесу сівби наставала на 28-й день, неконтрольованого різноглибинного — на 33-й день після сходів. Установлено, що тривалість фази кущіння рослин ячменю на посівах контрольованої сівби в середньому становила 24 дні, неконтрольованої — лише 18 днів. У варіантах норм мінерального удобрення $N_0P_0K_0$; $N_{30}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{90}K_{90}$ і норм висіву насіння 300; 350; 400 нас./м² в управлінні тривалістю процесом кущіння рослин досягаються межі змін від 21 до 26 днів, на посівах нерівномірної сівби — від 16 до 20 днів. Міжфазний період цвітіння — рання воскова стиглість у середньому на посівах ячменю за рівномірної сівби становить 31 день, нерівномірної — 34 дні.

Horash O., Klymyshena R.
Higher educational institution «Podillia State University», 13 Shevchenko Str., Kamianets-Podilskyi, Ukraine, 32316; e-mail: [1]GorashAS@i.ua, [2]rita24@i.ua; ORCID: [1]0000-0001-9418-0310, [2]0000-0002-4643-7895

Management of growth and development of spring barley plants based on the application of technological factors

Goal. To analyze the growth and development of spring barley plants depending on the influence of the perfection of the technological process of sowing, the norms of seed sowing, and the norms of mineral fertilizers. **Methods.** Field and laboratory following the requirements of scientific agronomy research methodology. Variants of the sowing process: controlled by the depth of seed wrapping, and uncontrolled, i.e. different depth of seed wrapping. Variants of seed sowing rates: 300; 350; 400 pcs./m2. Variants of the norm of mineral fertilizers: $N_0P_0K_0$; $N_{30}P_{45}K_{45}$; N60P60K90. **Results.** The dependence of the growth and development of spring barley plants on the onset and duration of phenophases on

the influence of the studied factors was established. **Conclusions.** With controlled seed wrapping when sowing spring barley to a depth of 2–3 cm, the duration of the germination phase was 15 days, with multi-depth sowing — 18 days. The phase of tillering in plants under the controlled sowing process came on the 28th day, and in the uncontrolled multi-depth one — on the 33rd day after germination. It was established that the duration of the tillering phase of barley plants on controlled seeding was 24 days on average, uncontrolled — only 18 days. In the variants of mineral fertilizer standards $N_0P_0K_0$; $N_{30}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{90}K_{90}$, and seed sowing standards 300; 350; and 400 pcs./m2 in the management of the duration of the process of tillering of plants, the limit of changes was reached from 21 to 26 days, on crops of uneven sowing — from 16 to 20 days. The interphase flowering period — early wax maturity on average in barley crops under controlled sowing was 31 days, uncontrolled sowing — 34 days.

Key words: *technological perfection of sowing, seed wrapping depth, sowing rates, mineral fertilizer rates, interphase period, duration of phenophases.*
DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202406-03

Бібліографія

1. *Ляшенко В.В., Маренич М.М.* Вплив строків сівби на продуктивність посівів пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2010. № 2. С. 46–50.

2. *Гораш О.С.* Формування посіву ячменю ярого за морфологічною будовою підземної частини рослин залежно від глибини загортання насіння. *Вісник аграрної науки.* 2023. № 6(843). С. 13–19. doi: 10.31073/agrovisnyk202306-03

3. *Катрій В.Б., Рибалка О.І., Моргун Б.В.* Фізіолого-біохімічні та генетичні особливості ячменю як продукту функціонального харчування. *Фізіологія рослин і генетика.* 2021. Т. 53, № 6. С. 463–483. doi: 10.15407/frg2021.06.463

4. *Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О.* Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Київ: Вища школа, 1994. 336 с.

5. *Господаренко Г.М., Черно О.Д., Рябовол Я.С.* та ін. Ріст і розвиток пшениці озимої у весняно-літній період вегетації залежно від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2020. № 2. С. 3–8. doi: 10.31395/2310-0478-2020-2-3-8

6. *Гасанова І.І., Ноздріна Н.Л., Єрашова М.В., Педаш О.О.* Вплив погодних умов та сортових особливостей на формування елементів структури врожаю пшениці м'якої озимої в північному Степу. *Зернові культури.* 2022. Т. 6. № 1. С. 82–90. doi:10.31867/2523-4544/0210

7. *Каленська С.М., Присяжнюк О.І., Половинчук О.Ю., Новицька Н.В.* Порівняльна характеристика шкал росту й розвитку зернових культур. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2018. V. 14. № 4. С. 406–414. doi: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906

8. *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 J. of Agronomy*. 2023. P. 147. doi: 10.1016/j.eja.2023.126824

9. *Paynter B., Cartledge S., Clarke P.* Coleoptile length of barley cultivars. 13th Australian Barley Technical Symposium, 26–30 August 2007, Fremantle, Western Australia. https://www.researchgate.net/publication/274067357_Coleoptile_length_of_barley_cultivars

10. *Апрелева М.С. Труды Харьковского СХИ.* 1959. Т. 18. С. 33–46.

11. *Гамаюнова В.В., Панфілова А.В., Бакланова Т.В.* та ін. Збільшення зерновиробництва в зоні Степу України за рахунок вирощування ячменю та оптимізації його живлення. *Наукові горизонти.* 2020. № 2 (87). С. 15–23. doi: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-15-23

12. *Панфілова А.В., Гамаюнова В.В.* Продуктивність сортів ячменю ярого залежно від оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2018. 14 (3). P. 310–315. doi: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145304

13. *Domaratskiy Ye., Berdnikova O., Bazaliy V.* et al. Dependence of winter wheat yielding capacity on mineral nutrition in irrigation Conditions of Southern Steppe of Ukraine. *Indian j. of Ecology.* 2019. 46 (3). P. 594–598.

14. *Gamayunova V.V., Fedorchuk M.I., Kuvshinova A.O., Nagirniy V.V.* The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years. *Natural and Technical Sciences.* 2019. 7 (215). P. 7–10. doi: 10.31174/SEND-NT2019-215VII26-01