

СПОСІБ ОЦІНКИ МОРОЗОСТІЙКОСТІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ОРГАНОГЕНЕЗУ РОСЛИН

Юрченко Т.В.¹, Пикало С.В.¹, Гудзенко В.М.^{2,3}, Кузьменко Є.А.¹, Пірич А.В.¹

¹Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України
08853, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл.

²Носівська селекційно-дослідна станція
Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України
вул. Миру, 1, 17131, с. Дослідне, Носівський р-н, Чернігівська обл.

³Український інститут експертизи сортів рослин
вул. Генерала Родимцева, 15, 03041, м. Київ
pykserg@ukr.net

Зернові культури посідають провідне місце у структурі сільськогосподарського виробництва, тому підвищення їх урожайності та збільшення обсягів валового збору є одним із ключових завдань аграрного сектору України. Важливою складовою адаптивного потенціалу сортів озимих зернових культур є їхня здатність витримувати дію низьких температур. На сьогодні для оцінювання морозостійкості розроблено значну кількість методичних підходів, що ґрунтуються на різних принципах дослідження, проте багато з них не повною мірою відповідають сучасним вимогам селекційної практики. У зв'язку з цим актуальним залишається пошук нових та вдосконалення існуючих способів визначення стійкості рослин до низькотемпературного стресу. У представленій роботі проведено аналіз і порівняння відомих методів оцінювання морозостійкості, охарактеризовано їхні переваги та обмеження. Запропоновано удосконалений спосіб визначення морозостійкості зернових культур на різних етапах розвитку, в основі якого лежить вплив контрольованого низькотемпературного стресу, що забезпечує диференціацію генотипів за рівнем морозостійкості. Запропонований спосіб охороняється патентом на корисну модель. Новим є те, що оцінювання генотипів проводять у висівних ящиках при дії різних температурних режимів морозильної камери КНТ-1М на рослини, отриманих за сівби насіння у строки 15.09, 25.09, 05.10, 15.10, за схемою: -16 °C, -18 °C, -20 °C (для пшениці м'якої); -14 °C, -16 °C, -18 °C (для пшениці твердої); -12 °C, -14 °C (для ячменю); -18 °C, -20 °C (для тритикале). Розроблений підхід дає змогу підвищити ефективність оцінювання морозостійкості зразків та скоротити тривалість селекційного процесу. Перевагою запропонованого методу є можливість оцінювання селекційного матеріалу на різних етапах органогенезу рослин, що забезпечує більш об'єктивне визначення рівня морозостійкості незалежно від особливостей перебігу осінньо-зимового періоду. На відміну від існуючих підходів, метод знижує ризик отримання недостовірних результатів, пов'язаних із недостатнім загартовуванням рослин та їх повною загибеллю під час проморожування. Його використання в селекційних програмах зернових колосових культур сприятиме створенню нових високопродуктивних сортів із комплексом господарсько цінних ознак.

Ключові слова: озимі зернові культури, метод, стійкість, низькі температури, оцінювання.

Method for assessing frost tolerance of cereal crops at different stages of plant organogenesis. Yurchenko T., Pykalo S., Hudzenko V., Kuzmenko Ye., Pirych A.

Cereal crops occupy a leading position in the structure of agricultural production; therefore, increasing their productivity and gross yield is one of the key objectives of Ukraine's agricultural sector. An important component of the adaptive potential of winter cereal varieties is their ability to withstand low-temperature stress. To date, a considerable number of methodological approaches have been developed for frost tolerance assessment, based on different research principles; however, many of them do not fully meet the current requirements of breeding practice. Therefore, the development of new methods and the improvement of existing approaches for determining plant resistance to low-temperature stress remain highly relevant. The present study analyzes and compares existing methods for frost tolerance assessment and characterizes their advantages and limitations. An improved method for determining frost tolerance in cereal crops at different stages of plant development is proposed. The method is based on the application of controlled low-temperature stress, which enables the differentiation of genotypes according to their level of frost tolerance. The proposed method is protected by a utility model patent. The novelty of the method lies in the evaluation of genotypes grown in seed boxes under different temperature regimes in a KNT-1M freezing chamber. The plants are obtained from seeds sown on September 15, September 25, October 5, and October 15 and are subjected to the following freezing temperatures: -16 °C, -18 °C, and -20 °C for common wheat; -14 °C, -16 °C, and -18 °C for durum wheat; -12 °C and -14 °C for barley; and -18 °C and -20 °C for triticale. The developed approach makes it possible to improve the efficiency of frost tolerance assessment and reduce the duration of the breeding process. A major advantage of the proposed method is the possibility of evaluating breeding material at different stages of plant organogenesis, which ensures a more objective determination of frost tolerance regardless of the specific conditions of the autumn–winter period. Unlike existing approaches, the method reduces the risk of obtaining unreliable results caused by insufficient plant hardening and complete plant mortality during freezing tests. Its implementation in cereal breeding programs will facilitate the development of new high-yielding varieties possessing a combination of economically valuable traits. **Key words:** winter grain crops, method, resistance, low temperatures, evaluation.



Постановка проблеми. Сучасні тенденції глобальної зміни клімату істотно впливають на функціонування агроєкосистем та рівень продуктивності сільськогосподарських культур. Зростання частоти погодних аномалій, коливання температурного режиму та збільшення кількості екстремальних метеорологічних явищ призводять до нестабільності врожайності зернових культур і суттєво ускладнюють реалізацію їх генетичного потенціалу [1]. За таких умов особливого значення набуває підвищення адаптивності рослин до комплексу біотичних і абіотичних стресових факторів середовища.

Одним із пріоритетних напрямів сучасної селекції є створення сортів озимих зернових культур, які поєднують високий рівень продуктивності, екологічну пластичність та здатність формувати стабільний урожай за несприятливих умов вирощування [1; 2]. Серед численних факторів, що обмежують продуктивність озимини, важливе місце належить впливу низьких температур [3]. Значні втрати посівів можуть виникати як у зимовий період, так і ранньою весною внаслідок заморозків після відновлення вегетації рослин. Тому під час створення нових сортів особлива увага приділяється вивченню та підвищенню морозостійкості, яка є однією з визначальних складових загальної зимостійкості та адаптивного потенціалу генотипу.

Актуальність дослідження. В останні роки нестабільність погодних умов та збільшення ризику пошкодження посівів озимих культур низькими температурами зумовлюють необхідність удосконалення селекційних підходів до оцінювання вихідного матеріалу [1]. Морозостійкість рослин визначає їхню здатність переносити критичні температурні впливи без суттєвого порушення фізіолого-біохімічних процесів і втрати життєздатності [4]. Встановлено, що генотипи з високим рівнем морозостійкості часто характеризуються підвищеною стійкістю і до інших несприятливих чинників зимового періоду, зокрема випрівання, вимокання, утворення льодової кірки та різких температурних коливань [5].

Постійна трансформація кліматичних умов, зміни агротехнологій, а також необхідність прискорення селекційного процесу потребують удосконалення методів оцінювання морозостійкості та розроблення нових підходів до добору перспективних генотипів [6]. Ефективні способи діагностики стійкості до низьких температур дають змогу підвищити точність селекційного добору, скоротити тривалість створення нових сортів та забезпечити формування високопродуктивного вихідного матеріалу, адаптованого до сучасних умов вирощування [7]. У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на вдосконалення методичних підходів до оцінки морозостійкості озимих зернових культур, є актуальними як з наукової, так і з практичної точки зору.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.

Представлені матеріали є частиною таких науково-дослідних робіт: «Особливості формування ознак і властивостей зернових культур, які визначають стійкість до абіотичних стресових чинників, в умовах Лісостепу України з використанням біотехнологічних та фізіолого-генетичних методів» (номер державної реєстрації № 0121U100435); «Особливості формування морозостійкості сортів пшениці м'якої озимої залежно від їх яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості» (номер державної реєстрації № 0126U000077); «Генетичні та фізіологічні особливості формування цінних господарських ознак пшениці озимої в умовах змін клімату» (номер державної реєстрації № 0126U000059).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Успішне формування врожаю озимих зернових культур значною мірою залежить від умов проходження рослинами зимового періоду [8]. Саме в цей час реалізується адаптивний потенціал генотипів щодо здатності витримувати комплекс несприятливих факторів навколишнього середовища [9]. За дії низьких температур істотно уповільнюються ростові процеси, змінюється інтенсивність обміну речовин та фізіологічний стан рослин, що підвищує їхню чутливість до зимових стресів. Особливу небезпеку становлять критичні морози за недостатнього снігового покриву, різкі температурні коливання, випрівання, вимокання та випирання рослин із ґрунту [10; 11].

Дослідження останніх років свідчать, що зміни клімату супроводжуються не лише підвищенням середньорічної температури повітря, а й зростанням нестабільності погодних умов упродовж осінньо-зимового періоду [12]. Для багатьох регіонів характерними стали тривалі відлиги, які чергуються з раптовими похолоданнями, що негативно впливає на фізіологічний стан рослин та знижує їхню стійкість до подальшого впливу морозів. Додатковим чинником ризику є утворення льодової кірки, яка порушує газообмін і може спричинити значне пошкодження або загибель посівів [13].

Попри певне потепління клімату, проблема перезимівлі озимих культур залишається актуальною, оскільки несприятливі погодні умови щорічно призводять до часткової або повної втрати посівів у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Тому морозостійкість розглядається як одна з найважливіших адаптивних ознак, що визначає здатність рослин зберігати життєздатність і продуктивність за впливу низьких температур.

За даними численних досліджень [1; 4; 6], рівень морозостійкості істотно залежить від генетичних особливостей сорту та умов його вирощування. При цьому реакція генотипів на низькотемпературний стрес може змінюватися залежно від екологічних умов регіону та особливостей погодних чинників конкретного року. Саме тому в сучасних селекційних програмах значна увага приділяється створенню сортів із високою адаптивністю до несприятливих

умов зимівлі, здатних ефективно переносити як тривалу дію низьких температур, так і їх різкі коливання протягом зимового сезону.

Наявні результати наукових досліджень [2; 5; 6] підтверджують необхідність подальшого вдосконалення як селекційних, так і агротехнологічних підходів, спрямованих на підвищення стійкості озимих культур до зимових стресових факторів. У зв'язку з цим морозостійкість залишається одним із ключових критеріїв добору вихідного матеріалу та невід'ємною складовою адаптивного потенціалу сучасних сортів озимих зернових культур.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Розробка та вдосконалення методичних підходів до оцінювання морозостійкості є невід'ємною складовою селекційного процесу зернових культур. Слід зазначити, що існує значна кількість методів добору та оцінювання морозостійкості, які відрізняються між собою залежно від мети дослідження ознаки та агрокліматичних умов зони вирощування.

Одним із традиційних підходів є польова оцінка стійкості рослин до низьких температур шляхом візуального обліку стану посівів після перезимівлі [14]. Водночас в умовах кліматичних змін і переважання м'яких зим ефективність такого підходу суттєво знижується, що ускладнює відбір дійсно морозостійкого селекційного матеріалу в природних умовах.

Більш інформативним критерієм вважають показник виживання рослин після дії критичних температур. У цьому контексті одним із найнадійніших методів є відбір монолітів [15]. Моноліти ґрунту відбирають у польових умовах за допомогою механічних пилок, при цьому кожен зразок має включати два суміжні рядки з не менше ніж 15 рослинами в кожному. Товщина моноліту становить 12–15 см, після чого зразки розміщують у ящиках розміром 30×40 см. Для оцінювання потенційної морозостійкості моноліти піддають одноразовому проморожуванню в середині зимового періоду. Найбільш об'єктивні результати отримують за умови відбору зразків у декількох точках поля. Температурний режим проморожування встановлюють відповідно до умов загартування в конкретному регіоні та біологічних особливостей досліджуваних сортів. Метод дозволяє досить точно характеризувати рівень морозостійкості, оцінювати стан рослин у польових умовах, прогнозувати їх перезимівлю та визначати динаміку критичних температур. Водночас його недоліками є низька продуктивність, значна трудомісткість і тривалість виконання.

У селекційній практиці озимих злаків також застосовують метод проморожування проростків [16]. Зволожені насіння пророщують у термостаті за температури +15...+20 °С до появи проростків довжиною 5–7 мм, після чого їх розміщують у марлевій мішечки по 100 штук і піддають поетапному загар-

туванню в ексикаторі: протягом 7 діб за температури 0...-2 °С та протягом 3 діб за -4 °С. Подальше проморожування здійснюють у міні-камерах ЛВН-200Г за температури -11...-13 °С з експозицією 24 год. Після цього зразки переносять у ростильні на вологий фільтрувальний папір, накривають склом для запобігання висиханню та через 7–10 діб визначають кількість життєздатних проростків. Перевагою методу є його відносна швидкість та можливість скорочення тривалості експерименту без суттєвого зниження точності оцінювання за умови коректного підбору температурного режиму. Основним обмеженням його широкого впровадження є необхідність використання спеціалізованого низькотемпературного обладнання.

Мета роботи – удосконалити існуючий спосіб оцінки морозостійкості зернових культур, що дасть можливість за короткий час і з необхідною вірогідністю оцінити морозостійкі зразки на різних етапах розвитку рослин.

Новизна. Удосконалено спосіб оцінювання морозостійкого селекційного матеріалу озимих зернових культур, що обумовлений дією стресового низькотемпературного чинника, спрямованого проти виживання нестійких форм. Запропонований спосіб охороняється патентом на корисну модель (№ 163356 від 17.06.2026, бюл. № 24) [17]. Новим є те, що оцінювання генотипів проводять у висівних ящиках при дії різних температурних режимів морозильної камери КНТ-1 на рослини, отриманих за сівби насіння у строки 15.09, 25.09, 05.10, 15.10, за схемою: -16 °С, -18 °С, -20 °С (для пшениці м'якої озимої); -14 °С, -16 °С, -18 °С (для пшениці твердої озимої); -12 °С, -14 °С (для ячменю озимого); -18 °С, -20 °С (для тритикале озимого).

Методологічне або загальнонаукове значення. Запропонований спосіб оцінки морозостійкості зернових культур на різних етапах розвитку рослин розширює наявну методологічну базу та сприяє створенню нових сортів із цінними господарськими ознаками. Метод може бути впроваджений у практику селекційних центрів, науково-дослідних установ та дослідних станцій.

Виклад основного матеріалу. Найбільш близьким по технічній суті є аналогічний спосіб, згідно якого оцінювання морозостійкості генотипів проводять методом прямого проморожування рослин у висівних ящиках [18]. Даний спосіб прийнято за найближчий аналог. Ящики розміром 30×40 см і глибиною 12–15 см заповнюють звичайним просіяним ґрунтом на 3–4 см нижче верхнього краю. Поверхню ґрунту вирівнюють та маркують на рядки. Дослідний матеріал висівають у ящики, в рядки через 3–4 см по 20–25 насінин у кожному і засипають зверху ґрунтом на 3 см. У кожному ящику висівають по 2 рядки сорту-еталону. Весь період осені і початку зими рослини перебувають у природних умовах, де проходять першу та другу фази загартування. Догляд за росли-

нами полягає у систематичному поливі, підживленні та боротьбі зі шкідниками. В подальшому ящики поміщають в низькотемпературні камери для проморожування.

Проте недоліком вказаного методу є те, що сівбу селекційного матеріалу проводять лише у один строк. У зв'язку з цим всі рослини на час проморожування знаходяться на одному й тому ж етапі органогенезу, який може виявитися недостатньо оптимальним для цього. Окрім того, в окремі роки через підвищений температурний режим осінньо-зимового періоду рослини можуть не повністю пройти необхідні фази загартування. Як наслідок, вони стають менш морозостійкими, а тому після прямого проморожування у камерах низьких температур можуть повністю втратити свою життєздатність. В такому разі досить складно провести об'єктивне оцінювання морозостійкості рослин.

В основу корисної моделі поставлене завдання удосконалити існуючий спосіб оцінювання морозостійкості селекційного матеріалу озимих зернових культур, що дасть можливість більш ґрунтовно, якісно і поглиблено оцінити стійкість рослин до низьких температур на різних етапах розвитку.

Запропонований спосіб включає нижче перераховані процеси (рис. 1). З родючого шару ґрунту і промитого річкового піску готують ґрунтосуміш. Для цього ґрунт і пісок просівають крізь дріт'яне сито та

ретельно перемішують у співвідношенні 3:1. Висівні ящики заповнюють шаром підготовленої ґрунтосуміші завтовшки 6–7 см, злегка ущільнюють трамбівкою, після чого на поверхні за допомогою маркера створюють чарунки (рядки) глибиною до 1 см.

Сівбу селекційного матеріалу проводять у чотири строки: 15.09, 25.09, 05.10 та 15.10. Використовують виповнене насіння однієї репродукції та однакової фракції, яке викладають за допомогою пінцета у рядки паралельно ширині ящика. В кожному ящику висівають по 3 сорти, що оцінюються, а також сорт-еталон зі стійкістю вище середньої. Сорт займає 3 рядки, кожен рядок є окремою повторністю. Всього має бути 12 рядків по 20 насінин у кожному. Висіане насіння засипають шаром ґрунтосуміші товщиною 3–4 см, злегка ущільнюють трамбівкою та поливають. Ящики розміщують на вегетаційному майданчику з твердим покриттям. У період осені та початку зими рослини перебувають у природних умовах, де проходять першу і другу фази загартування. Догляд за рослинами полягає у регулярному поливі. За настання строку проморожування ящики переносять у низькотемпературні камери КНТ-1М. За умови, якщо середньодобова температура повітря зовні недостатньо набувала від'ємних значень – необхідно провести додаткове загартування рослин за контрольованих умов. Для цього ящики в камері витримують за схе-



Рис. 1. Поетапна схема оцінювання морозостійкості озимих зернових культур на різних етапах розвитку

мою: +1 °C – 12 год; -4 °C – 12 год. Подальше проморожування починають з температури, що відповідає навколишньому середовищу, поступово знижують (з інтервалом 2 °C за 1 год) до заданої і при її досягненні рослини витримують у камері тривалістю 24 год. Для визначення фаз розвитку рослин додатково проводять сівбу насіння сортів-еталонів під кожен строк (4 строки сівби – 4 ящики). При оцінюванні зразків рекомендовано задавати наступні параметри температури залежно від культури: -16 °C, -18 °C, -20 °C (для пшениці м'якої озимої); -14 °C, -16 °C, -18 °C (для пшениці твердої озимої); -12 °C, -14 °C (для ячменю озимого); -18 °C, -20 °C (для тритикале озимого). Після проморожування температуру у камері поступово підвищують (на 2 °C за 1 год) до позначки 0 °C. Ящики на одну добу залишають у камері для поступового розмерзання, після чого їх переносять в приміщення з температурою +18 °C для подальшого відрощування. Через 2 доби рослини підстригають так, щоб залишилась листовка пластинка довжиною 0,5 см. Строк обліку настає через 15–16 діб від початку відрощування. До життєздатних відносять тургорні зелені рослини, які мають приріст листків довжиною не менше 5 см. Кількість життєздатних і загинувших рослин визначають по кожному рядку окремо. Отримані результати виражають у відсотках як співвідношення життєздатних рослин до їх загального числа.

Головні висновки. У ході проведеного дослідження модифіковано та вдосконалено спосіб оці-

нювання морозостійкості селекційного матеріалу озимих зернових культур на різних етапах розвитку рослин. Виконано порівняльний аналіз існуючих методів визначення стійкості зразків зернових культур до дії низьких температур. Узагальнення літературних джерел показало, що для визначення морозостійкості застосовується значна кількість методик, які базуються на різних принципах, кожна з яких має як переваги, так і певні обмеження. Водночас більшість із них не відповідає сучасним вимогам, що обумовлює актуальність розроблення нових та удосконалення наявних методів діагностики. Перевагою запропонованого методу є можливість оцінювання селекційного матеріалу на різних етапах органогенезу рослин, що забезпечує більш об'єктивне визначення рівня морозостійкості незалежно від особливостей перебігу осінньо-зимового періоду. На відміну від існуючих підходів, метод знижує ризик отримання недостовірних результатів, пов'язаних із недостатнім загартуванням рослин та їх повною загибеллю під час проморожування.

Перспективи використання результатів дослідження. Застосування запропонованого методу в селекції озимих зернових культур сприятиме створенню нових сортів із цінними господарськими ознаками. Удосконалений спосіб дозволить більш повно реалізувати генетично обумовлений потенціал продуктивності досліджуваних генотипів, що забезпечить їх ефективніше використання як у рослинництві, так і в селекції.

Література

1. Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Дергачов О.Л. та ін. Методи підвищення морозо-, зимостійкості пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах Лісостепу України. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 120–124.
2. Польовий А.М., Блищик Д.В., Феоктістов П.О. Динамічна модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці на території Південного Степу України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2014. № 14. С. 105–111.
3. Chaudhry S., Sidhu G.P.S. Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: A comprehensive review. *Plant Cell Reports*. 2022. Vol. 41. Iss. 1. P. 1–31.
4. Пірич А.В. Морозостійкість нових сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 85–92.
5. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Селекція сортів озимої пшениці на високу зимо- та морозостійкість. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 204–211.
6. Дубовий В.І., Воробйов В.І., Рябчук О.П. Еволюція способів оцінки та добору рослин пшениці озимої із підвищеною морозо- і зимостійкістю в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2024. № 1. С. 206–212.
7. Сергєєва Л., Хоменко Л., Броннікова Л. (2018). Біотехнологія пшениці. Нові підходи до оцінювання морозостійкості генотипів пшениці озимої. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Біологічні науки*. 2018. № 8 (381). С. 23–27.
8. Soleimani B., Lehnert H., Babben S. et al. Genome wide association study of frost tolerance in wheat. *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12. Iss. 1. 5275.
9. Armoniene R., Liatukas, Z. Brazauskas G. Evaluation of freezing tolerance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under controlled conditions and in the field. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2013. Vol. 100. P. 417–424.
10. Литвиненко М.А., Лифенко С.П. Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 5. С. 27–31.
11. Балабух В.О. Однолеток Л.П., Кривошеїн О. Вплив зміни клімату на продуктивність озимої пшениці в Україні у періоди вегетаційного циклу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 3. Вип. 46. С. 72–85.
12. Базалій В.В., Домарацький Є. О., Базалій Г. Г. та ін. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроєкологічну адаптивність : монографія. Миколаїв : МНАУ, 2024. 244 с.
13. Феоктістов П.О., Блищик Д.В., Нагуляк О.І. Вплив змін погодних умов на формування морозостійкості рослин озимої пшениці в Одеській області. *Насінництво*. 2013. № 6. С. 7–9.
14. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Волкодава. 2000. Київ : Алефа, С. 10–50.

15. Пикало С.В., Демидов О.А., Юрченко Т.В. та ін. Методи оцінки морозостійкості селекційного матеріалу пшениці. *Екологічні науки*. 2021. № 2 (35). С. 82–89.
16. Пикало С.В., Демидов О.А., Юрченко Т.В. та ін. Розроблення способів оцінки та добору генотипів зернових культур на стійкість до абіотичних стресових чинників. *Екологічні науки*. 2020. № 5(32). С. 175–184.
17. Спосіб оцінки морозостійкості зернових культур на різних етапах розвитку рослин: пат. 163356 Україна: МПК А01Н1/04, А01G22/20. No 202502108; заявл. 05.05.2025; опубл. 17.06.2026, Бюл. № 24.
18. Пшениця озима. Метод визначення морозостійкості сортів: ДСТУ 4749:2007. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 8 с.

Дата першого надходження статті до видання: 01.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.07.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.08.2026