

МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ФОТОПЕРІОДИЧНОЇ ЧУТЛИВОСТІ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Юрченко Т.В., Демидов О.А., Пикало С.В., Булавка Н.В., Пірич А.В., Гудзенко В.М.
Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України
с. Центральне, 08853, Миронівський р-н, Київська обл.
pykserg@ukr.net

Пшениця озима – основна продовольча зернова культура. Глобальні кліматичні зміни, що спостерігаються протягом останніх десятиліть, значною мірою впливають на валові збори цієї культури. Фотоперіодична чутливість є однією з найважливіших господарсько-цінних ознак, що визначає адаптивність рослин пшениці озимої до умов навколишнього середовища. Для визначення чутливості до фотоперіоду існує багато методів, заснованих на різних принципах дії. Переважна їхня більшість не є нині оптимальними, внаслідок чого актуальним залишається завдання створення нових і вдосконалення вже наявних методів визначення фотоперіодичної чутливості селекційного матеріалу пшениці озимої. У представленій роботі наведено порівняльну характеристику різних способів, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Модифіковано та удосконалено метод визначення фотоперіодичної чутливості сортів пшениці м'якої озимої в умовах Центрального Лісостепу України, що базується на вивченні реакції рослин на тривалість світлового дня. Запропонований спосіб охороняється патентом на корисну модель. Новим є те, що чутливість до фотоперіоду окремих генотипів визначають за різницею в кількості днів до колосіння між природною та штучно скороченою (12 год) тривалістю світлового дня. Суть методу полягає в тому, що він проводиться на відкритому майданчику за природних умов, що дає можливість здійснювати порівняльну оцінку між варіантами досліду, наближених до польових. Переваги цього методу над іншими полягають у економії електроенергії (не використовується електроосвітлення) та можливості аналізувати селекційний матеріал за наявності невеликої кількості насіннєвого матеріалу. Використання даного способу в селекції пшениці м'якої озимої сприятиме ефективному добору батьківських компонентів для схрещування та створенню сортів пшениці з підвищеними адаптивними властивостями. Запропонований метод надасть можливість повніше реалізувати закладений селекціонерами потенціал продуктивності досліджуваних сортів, що сприятиме їх ефективнішому використанню як у рослинництві, так і в селекційній практиці. *Ключові слова:* пшениця м'яка озима, метод, фотоперіодична чутливість, адаптивність.

Modification of the method for determining the photoperiodic sensitivity of bread winter wheat varieties under the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine. Yurchenko T., Demydov O., Pykalo S., Bulavka N., Piryich A., Hudzenko V.

Winter wheat is the main food grain crop. The global climatic changes observed in recent decades have a significant impact on the gross harvest of this crop. Photoperiod sensitivity is one of the most important economically valuable traits that determines the adaptability of winter wheat plants to environmental conditions. To determine the sensitivity to photoperiod, there are many methods based on different principles of action. The vast majority of them are not optimal today, as a result of which the task of creating new and improving existing methods for determining the photoperiodic sensitivity of winter wheat breeding material remains relevant. This paper presents a comparative description of various methods, each of which has its own advantages and disadvantages. The method for determining the photoperiodic sensitivity of bread winter wheat varieties in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine, based on the study of the response of plants to the length of daylight hours, has been modified and improved. The proposed method is protected by a utility model patent. It is a novelty that the sensitivity to the photoperiod of individual genotypes is determined by the difference in the number of days before heading between the natural and artificially reduced (12 hours) daylight hours. The essence of the method lies in the fact that it is carried out in an open area under natural conditions, which allows for a comparative assessment between the variants of the experiment, close to the field. The advantages of this method over others are energy savings (electric lighting is not used) and the possibility of analyzing breeding material in the presence of a small amount of seed material. The use of this method in the breeding of bread winter wheat will contribute to the effective selection of parental components for crossing and the creation of wheat varieties with improved adaptive properties. The proposed method will make it possible to more fully realize the productivity potential of the studied varieties laid down by breeders, which will contribute to their more efficient use both in crop production and in breeding practice. *Key words:* bread winter wheat, method, photoperiodic sensitivity, adaptability.

Постановка проблеми. Пшениця м'яка – одна з найцінніших продовольчих культур у світі, продуктивність якої залежить від реалізації генетично закладених властивостей, а також впливу умов навколишнього середовища, що діють на кожному етапі онтогенезу. У виробництві перевага надається пшениці озимій, оскільки вона швидше звільняє поле, а тому дає більше часу для підготовки поля під посів наступної культури [2; 3]. Окрім того, озима

пшениця, порівняно з ярою, володіє вищим продуктивним потенціалом.

Дуже важливим циркадним ритмом рослин є фотоперіодизм – реакція рослин на тривалість світлового дня (фотоперіод), від чого залежить термін їх зацвітання. Відомо, що «довгоденні» рослини зацвітають за довготривалого світлового дня, а «короткоденні» – за умов короткого світлового періоду доби. Також існують так звані «нейтральні» рослини, які

зовсім не виявляють залежності від фотоперіоду. Варіабельність фотоперіодичної відповіді у різних рослин забезпечує їх адаптацію до різних умов середовища [4].

Пшениця озима є культурою довгого світлового дня. Її властивість затримувати розвиток при скороченні світлового дня восени є важливим адаптаційним механізмом, який забезпечує виживання рослин за впливу на них стресових факторів у ході зими.

Актуальність дослідження. Глобальні кліматичні зміни, що спостерігаються протягом останніх десятиліть, значною мірою впливають на валові збори пшениці озимої. З огляду на нестабільні погодні умови необхідно підвищувати стійкість рослин до біотичних та абіотичних чинників довкілля [5]. Фотоперіодизм розглядають як реакцію живих організмів на періодичні, сезонні коливання тривалості світлового періоду доби. Зміна тривалості світлового дня є для організму сигналом, що повідомляє про зміни цілого комплексу екологічних чинників в ході зміни сезонів року [4]. Реакція рослин на фотоперіод проявляється у прискоренні або уповільненні їх росту та розвитку залежно від комплексу сезонних кліматичних умов певного регіону [6]. Фотоперіодична чутливість у рослин виникає в процесі еволюції як генетично детермінована адаптивна реакція на кліматичні умови конкретного регіону, слугуючи таким чином прикладом регіональної адаптації [4]. Тому з упевненістю можна констатувати, що фотоперіодична чутливість є однією з найважливіших господарсько-цінних ознак, що визначає адаптивність рослин пшениці озимої до умов навколишнього середовища.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Представлені матеріали є частиною таких науково-дослідних робіт: «Вивчити генетичні та фізіологічні складники формування адаптивного потенціалу зернових і виділити на цій основі донори морозостійкості та посухостійкості для використання в селекції озимої м'якої пшениці» (номер державної реєстрації № 0116U004005); «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» (№ 0121U100435).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фотоперіодизм – це здатність рослин переходити до цвітіння тільки за певного співвідношення тривалості темного і світлого періодів доби. Він виражається у зміні процесів росту і розвитку, що забезпечують адаптацію конкретного виду рослин до сезонних особливостей кліматичних умов у певній місцевості [7].

Фотоперіодична чутливість відіграє важливу роль у визначенні відмінностей за адаптивністю і продуктивністю у багатьох регіонах вирощування пшениці [8]. Неодноразово вітчизняні науковці акцентували на важливості оцінки сортів за показником фотоперіодичної чутливості, оскільки він впливає

на темпи розвитку рослин, а отже і на адаптивність сортів [9]. Чим більше виражена у генотипу фотоперіодична реакція до дії короткого дня, тим більшу тривалість часу він зберігає стійкість до дії відлиг і підтримує високий рівень морозостійкості [10].

Від чутливості рослин до тривалості дня залежать процеси подовження стебла і строки розвитку суцвіття, але сам момент переходу від вегетативної до генеративної фази визначається тим, наскільки задовільнена потреба рослин в яровизації [11; 12]. Розбіжність за фотоперіодичною реакцією починає виявлятися вже протягом II етапу органогенезу [13]. Скорочення фотоперіоду може позначатися на тривалості проходження VI і VII етапів органогенезу [14].

Встановлено, що високий рівень адаптивності до різних стресових чинників зимового періоду проявляють генотипи, які восени мають слабку диференціацію точки росту рослин, а відновлення весняної вегетації розпочинають пізніше [15]. Тобто, це сорти з високою фотоперіодичною чутливістю та, переважно, тривалим періодом яровизації [16; 17].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Розробка та вдосконалення методів вивчення чутливості до фотоперіоду є важливою складовою селекційного процесу пшениці. Для визначення фотоперіодичної чутливості існують різні підходи, які базуються на використанні спеціальних установок (фітотрони, камери штучного клімату) та лабораторних способів [18].

Відомий спосіб визначення фотоперіодичної чутливості, за яким відмічається динаміка росту коренів і пагонів. До ранньо- і пізньостиглих відносять відповідно генотипи, для яких різниця акрофаз у вищевказаних органів близька нулю і 12 годин [19]. Недоліки цього способу полягають у тому, що він вимагає спеціальних приладів, складний і трудомісткий, оскільки необхідно вивчати динаміку росту не лише пагона, але і кореня кожної пророслої насінини у навколдобовому циклі.

Відомий також спосіб виявлення фотоперіодично нейтральних форм, заснований на тому, що висічки листя фотоперіодично нейтральних (слабочутливих) форм, оброблені розчином Грама, характеризуються найбільш інтенсивним забарвленням [20]. Недоліками цього способу є травмування рослин, складність та недостатня точність відбору, необхідність застосування дорогих хімічних реактивів.

В. А. Кошкін розробив метод визначення фотоперіодичної чутливості сільськогосподарських культур, у тому числі пшениці, згідно якого насіння пророщували в чашках Петрі при кімнатній температурі впродовж 2–3 діб, після чого висаджували по 10 проростків на посудину [18]. Рослини вирощували у п'ятилітрових вегетаційних посудинах в умовах природного та короткого фотоперіоду. Короткий день створювали штучно, закриваючи вагонетки-платформи з вегетаційними посудинами у світлонепро-

никний павільйон. Рослини довгого дня заковували у скляний павільйон. В подальшому відмічали дату колосіння кожної рослини.

Найбільш близьким по технічній суті є спосіб, запропонований науковцями Селекційно-генетичного інституту [21]. Він включає наступні етапи: 1) яровизація проростків пшениці впродовж 50-и діб при температурі 1–2 °С; 2) висаджування проростків у п'ятилітрові посудини; 3) вирощування рослин за природного та скороченого фотоперіоду (до 10 годин), який моделюють шляхом закривання посудин темними кабінами; 4) фіксування дати колосіння рослин. Проте недоліком вказаного методу є те, що залежно від агроекологічної зони вирощування, серед різноманіття сортів пшениці виокремлюються генотипи, що потребують більш тривалого періоду яровизації.

Метою роботи є модифікація та удосконалення методу визначення фотоперіодичної чутливості сортів пшениці м'якої озимої в умовах Центрального Лісостепу України.

Новизна. Модифіковано та удосконалено метод визначення фотоперіодичної чутливості сортів пшениці м'якої озимої в умовах Центрального Лісостепу України, що базується на вивченні реакції рослин на тривалість світлового дня. Запропонований спосіб охороняється патентом на корисну модель (№ 150420 від 16.02.2022, бюл. № 7) [22]. Суть методу полягає в тому, що він проводиться на відкритому майданчику за природних умов, що дає можливість здійснювати порівняльну оцінку між варіантами досліду, наближених до польових. Новим є те, що фотоперіодичну чутливість визначають як різницю за кількістю діб до колосіння між варіантами, які вирощувались за природного та штучно скороченого (до 12 год) світлового дня.

Методологічне або загальнонаукове значення. Запропонований метод визначення фотоперіодичної чутливості сортів пшениці м'якої озимої в умовах Центрального Лісостепу України доповнить методологію та сприятиме створенню нових сортів із цінними практичними властивостями. Спосіб може бути використаний у селекційних центрах, науково-дослідних установах та дослідних станціях.

Виклад основного матеріалу. Запропонований спосіб включає нижче перераховані процеси. Спочатку проводили яровизацію пророслого насіння пшениці м'якої озимої впродовж 60-и діб. Для цього відбирали 100 насінин, поміщали їх у металеві бюкси та заливали дистильованою водою, після чого пророщували впродовж однієї доби в термостаті за температури 19–21 °С. Для проходження яровизації бюкси з насінням поміщали в морозильну камеру ЛВН-200Г, дотримуючись температурного режиму 0–1 °С. В подальшому проросле насіння висаджували у вегетаційні посудини з ґрунтосумішшю, орієнтуючись на багаторічний показник температури повітря, значення якого дасть можливість уникнути додаткової яровизації дослідних зразків у природних умовах. Для приготування ґрунтосуміші використовували

пісок та ґрунт у пропорції 1:3. Для оптимального живлення рослин на 50 кг ґрунтосуміші додавали 100 г мінерального добрива (нітроамофоски).

Користуючись маркером, проростки висаджували у вегетаційні посудини по 40 шт. у кожному варіанті досліду (по 20 шт. на одну вегетаційну посудину), після чого їх розміщували на відкритому майданчику. Для порівняння, рослини пшениці вирощували за природної та штучно скороченої (до 12 год) тривалості світлового дня. Скорочення тривалості дня розпочинали з фази трьох листочків до настання фази колосіння, закриваючи рослини ящиком, покритим темною поліетиленовою плівкою. Під час вегетації рослини в міру потреби поливали та здійснювали необхідний захист від хвороб та шкідників. Дату виколосування кожної рослини позначали етикеткою.

Фотоперіодичну чутливість визначали як різницю за кількістю діб до колосіння між варіантами, які вирощувались за природного та штучно скороченого світлового дня. В якості еталону використовували сорт Миронівська 808. За фотоперіодичною чутливістю сорти пшениці умовно розподіляли на три групи: сильночутливі (із затримкою колосіння 10 і більше діб), середньочутливі (із затримкою колосіння 6–9 діб) та слабчочутливі (із затримкою колосіння менше 6-и діб).

Головні висновки. Таким чином, у результаті дослідження модифіковано та удосконалено спосіб визначення фотоперіодичної чутливості сортів пшениці м'якої озимої в умовах Центрального Лісостепу України, що базується на вивченні реакції рослин на тривалість світлового дня. Наведено порівняльну характеристику різних методів в оцінюванні зразків зернових культур на чутливість до фотоперіоду. Аналіз літературних джерел засвідчив, що для визначення фотоперіодичної чутливості існує ряд методів, заснованих на різних принципах дії, і кожен із них має свої переваги та недоліки. Переважна їхня більшість не є нині оптимальними, внаслідок чого актуальним залишається завдання створення нових і вдосконалення вже наявних методів визначення фотоперіодичної чутливості сортів пшениці озимої. Переваги запропонованого методу над іншими полягають у економії електроенергії (не використовується електроосвітлення) та можливості аналізувати селекційний матеріал за наявності невеликої кількості насіннєвого матеріалу.

Перспективи використання результатів дослідження. Використання даного способу в селекції пшениці дозволить з необхідною вірогідністю (що більше відповідає польовим умовам) відібрати батьківські компоненти для схрещування і таким чином забезпечить скорочення селекційного процесу та зменшить матеріальні затрати на його виконання. Модифікований метод надасть можливість повніше реалізувати закладений селекціонерами потенціал продуктивності досліджуваних сортів, що сприятиме їх ефективнішому використанню як у рослинництві, так і в селекційній практиці.

Література

1. Dilmurodovich D.S., Bekmurodovich B.N., Shakirjonovich K.N. Winter bread wheat grain quality depends on different soil-climate conditions. *International journal of discourse on innovation, integration and education*. 2020. Vol. 1. № 5. P. 377–380.
2. Amanov O.A., Juraev D.T., Dilmurodov S.D. Dependence of growth period, yield elements and grain quality of winter bread wheat varieties and lines on different soil and climate conditions. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021. Vol. 25. № 6. P. 5146–5164.
3. Siroshstan A., Kavunets V., Derhachov O., Pykalo S., Ilchenko L. Yield and sowing qualities of winter bread wheat seeds depending on the preceding crops and sowing dates in the Forest-Steppe of Ukraine. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9. № 2. P. 76–82.
4. Тоцький В.М., Мутерко О.Ф., Балашова І.А., Дьяченко Л.Ф. Генетичні механізми детермінації фотоперіодичної реакції пшениці. *Біологічні системи*. 2011. Т. 3. № 1. С. 19–25.
5. Любич В.В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3. С. 146–160.
6. Скрипчинский В.В. Фотопериодизм – его происхождение и эволюция. Ленинград : Наука, 1975. 287 с.
7. Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсон Н.В., Мельников М.М. Фізіологія рослин. Вінниця : Нова Книга, 2006. 416 с.
8. Файт В.І., Федорова В.Р. Чутливість до фотоперіоду та реакція на яровизацію сортів пшениці ярої України, Росії і Казахстану. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія*. 2014. Вип. 1(31). С. 91–96.
9. Тищенко В., Палій Ю. Зимостійкість – основна складова адаптивного потенціалу сортів озимої пшениці. *Зерно і хліб*. 2011. № 1. С. 46–48.
10. Бирюков С.В., Комарова В.П. Онтогенетические аспекты продукционного процесса озимой пшеницы и его гомеостатичность. Збірник наукових праць СГП – НЦНС (100-річчю від дня народження академіка Ф. Г. Кириченка присвячується). Одеса, 2004. Вип. 6(46). Ч. 2. С. 153–163.
11. Purvis O.N., Gregory F.G. Studies in vernalisation of cereals: I. A comparative study of vernalisation of winter rye by low temperature and by short days. *Annals of Botany*. 1937. Vol. 1. № 4. P. 569–591.
12. Gott M.B., Gregory F.G., Purvis O.N. Studies in vernalisation of cereals: XIII. Photoperiodic control of stage in flowering between initiation and ear formation in vernalised and unvernalsed Petkus winter rye. *Annals of Botany*. 1955. Vol. 21. № 1. P. 87–126.
13. Стельмах А.Ф., Воронин А.Н., Кучеров В.А. О взаимодействиях генетических систем, определяющих скорость развития мягких пшениц. Использование искусственного климата в селекционно-генетических исследованиях. Одесса : ВСГИ, 1988. С. 81–88.
14. Крастина Е.Е. Влияние длины дня на скорость развития и продуктивность яровой пшеницы в условиях искусственного освещения и постоянной температуры. *Известия ТСХА*. 1977. № 1. С. 12–19.
15. Пірич А.В., Юрченко Т.В., Гуменюк О.В. Яровизаційна потреба, фотоперіодична чутливість та врожайність сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 9. С. 59–62.
16. Москалець Т.З. Індикаційні механізми зимостійкості нових генотипів зернових озимих культур. *Біологічні дослідження – 2016*: Зб. наук. праць. Житомир : ПП «Рута», 2016. С. 124–125.
17. Prasil I., Prasilova P., Pankova K. Relationships among vernalization shoot apex development and frost tolerance in wheat. *Annals of Botany*. 2004. Vol. 94. № 3. P. 413–418.
18. Кошкин В.А. Методические подходы в диагностике фотопериодической чувствительности и скороспелости растений. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2012. Т. 170. С. 118–129.
19. Габриелян Г.Г. Способ отбора ранне- и позднеспелых генотипов кукурузы. Авт. свид. СССР № 1419615. 1988. БИ № 32.
20. Цыбулько В.С., Жмурко В.В., Кобызева Л.Н. Способ выявления фотопериодически нейтральных форм сои. Авт.свид. СССР № 1360658. 1988. БИ № 47.
21. Стельмах А.Ф., Файт В.І. Системи контролю початкового розвитку сучасних селекційних зразків озимих зернових колосових культур у СГП – НЦНС. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Том 16. С. 156–160.
22. Спосіб визначення фотоперіодичної чутливості сортів пшениці м'якої озимої *Triticum aestivum* L. в умовах Центрального Лісостепу України: пат. 150420 Україна : МПК А01Н 1/04. № 202104674; заявл. 13.08.2021; опубл. 16.02.2022, Бюл. № 7. 5 с.