

ВИЗНАЧЕННЯ ЯРОВИЗАЦІЙНОЇ ПОТРЕБИ ТА ФОТОПЕРІОДИЧНОЇ ЧУТЛИВОСТІ НОВОСТВОРЕНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

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

Впродовж останніх десятиліть на планеті відбуваються досить відчутні зміни клімату, які впливають на різні життєві сфери і в Україні. Особливо актуальні такі зміни для аграрного сектора економіки, вони мають як негативні, так і позитивні наслідки, які пов'язані головним чином з потеплінням. Одним з пріоритетних напрямків сільськогосподарського виробництва є стабілізація виробництва високоякісного продовольчого зерна, що можливо забезпечити вирощуванням пшениці озимої. Сучасні сорти пшениці озимої володіють високим потенціалом продуктивності, реалізація якого значною мірою залежить від умов вирощування. Важливими показниками, що тісно пов'язані з адаптивністю сортів пшениці озимої, є тривалість яровизаційної потреби та фотоперіодична чутливість, оскільки вони визначають адаптивність рослин до умов навколишнього середовища. У представленій роботі визначено яровизаційну потребу та фотоперіодичну чутливість новостворених сортів пшениці м'якої та твердої озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН. Встановлено, що для нормального генеративного розвитку більшості досліджуваних новостворених сортів пшениці озимої, зокрема Вежа миронівська, МІП Ювілейна, МІП Фортуна, МІП Ніка, МІП Роксолана, МІП Феєрія, МІП Відзнака, достатньо виявилась яровизаційна потреба терміном 30 діб. Сорти Аврора миронівська, МІП Лада, МІП Дарунок та МІП Лакомка потребували яровизації терміном 40 діб. До групи з середньою чутливістю до тривалості світлового дня віднесено сорти: МІП Лада, МІП Фортуна, МІП Ніка, МІП Роксолана, МІП Феєрія та МІП Відзнака. Сорти Вежа миронівська, Аврора миронівська, МІП Ювілейна та МІП Дарунок визначено як слабкочутливі, а МІП Лакомка – сильночутливий до тривалості світлового дня. Результати роботи нададуть 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 озима, сорт, фотоперіодична чутливість, яровизаційна потреба, адаптивність.

Determination of vernalization requirement and photoperiod sensitivity of the newly created varieties of winter wheat in Right-Bank Ukrainian Forest-Steppe. Yurchenko T., Demydov O., Pykalo S., Kharchenko M.

In recent decades, quite tangible climate changes have occurred on the planet, which affect various life spheres in Ukraine as well. Such changes are especially relevant for the agricultural sector of the economy, they have both negative and positive consequences, mainly associated with warming. One of the priority areas of agricultural production is the stabilization of the production of high-quality food grain, which can be achieved by growing winter wheat. Modern varieties of winter wheat have a high productivity potential, the realization of which largely depends on growing conditions. Important indicators closely related to the adaptability of winter wheat varieties are the duration of vernalization requirement and photoperiodic sensitivity, since they determine the adaptability of plants to environmental conditions. In the present work, the vernalization requirement and photoperiodic sensitivity of newly varieties of bread and hard winter wheat created in the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS of Ukraine. It has been established that for the normal generative development of most of the studied varieties of winter wheat, in particular, Vezha myronivska, MIP Yuvileina, MIP Fortuna, MIP Nika, MIP Roksolana, MIP Feieriia, MIP Vidznaka, the vernalization requirement turned out to be sufficient. The varieties Avrora myronivska, MIP Lada, MIP Darunok and MIP Lakomka needed vernalization for 40 days. The following varieties are assigned to the group with medium sensitivity to day length MIP Lada, MIP Fortuna, MIP Nika, MIP Roksolana, MIP Feieriia and MIP Vidznaka. The varieties Vezha Myronivska, Avrora Myronivska, MIP Yuvileina and MIP Darunok are defined as weakly sensitive, while variety MIP Lakomka is highly sensitive to daylight hours. The results of the work 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:* winter wheat, variety, photoperiod sensitivity, vernalization requirement, adaptability.

Постановка проблеми. Пшениця впродовж багатьох років належить до основної продовольчої культури переважної більшості країн світу [1]. В багатьох з них серед зернових вона має пріоритетне значення. Це зумовлюється високими якістьми важливого продукту – хліба, який одержують із зерна пшениці та який впродовж тривалого історичного періоду розвитку людської спільноти залишається незамінним продуктом харчування населення всіх континен-

тів світу і завжди слугував мірою усіх цінностей [2]. Створення сортів пшениці озимої з високим рівнем стійкості до несприятливих чинників довкілля було і залишається одним із основних завдань селекційних установ України і всього світу [3].

Глобальні кліматичні зміни, що спостерігаються протягом останніх десятиліть, значною мірою впливають на валові збори пшениці озимої [4; 5]. Важливими показниками, що тісно пов'язані з адаптивністю сор-

тів пшениці, є тривалість яровизаційної потреби та фотоперіодична чутливість. Ці ознаки дають можливість оптимально підібрати строк сівби насіння для запобігання переростанню рослин восени перед входженням у зиму, оскільки це може знизити стійкість до абіотичних чинників, і, як наслідок, – урожай [6].

Актуальність дослідження. Терміни колосіння пшениці є однією з найважливіших агрономічно-цінних ознак, що визначає адаптивність рослинного організму до навколишнього середовища конкретного регіону, забезпечуючи проходження певної фази індивідуального розвитку за найбільш сприятливих умов і впливаючи на урожайність [7]. Потреба рослин у довготривалій дії низької температури для своєчасного зацвітання визначається їхньою чутливістю до яровизації [8]. Яровизаційна потреба – це кількість діб з низькими позитивними температурами, що необхідна рослинам для переходу до генеративного стану [9]. Вона впливає на тривалість періоду до колосіння, а також на посухо-, зимо-, морозостійкість, масу зерна з колоса, а відтак і на врожай [10; 11]. Потребу пшениці у яровизації можна розглядати як адаптивний механізм, що забезпечує затримку у переході до репродуктивної фази розвитку в зимовий період, захищаючи тим самим чутливу апікальну меристему від дії несприятливих умов [11; 12].

Фотоперіодична чутливість відіграє важливу роль у визначенні відмінностей за адаптивністю і продуктивністю у багатьох регіонах вирощування пшениці. 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 [13]. Реакція рослин на фотоперіод проявляється у прискоренні або уповільненні їх росту та розвитку залежно від комплексу сезонних кліматичних умов певного регіону [13; 14]. Визначення селекційної цінності сортів пшениці за яровизаційною потребою та фотоперіодичною чутливістю набуває особливої актуальності, оскільки дасть змогу об'єктивніше характеризувати рівень їхньої адаптивності і прогнозувати поведінку у відповідних екологічних умовах.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Представлені матеріали є частиною таких науково-дослідної роботи: «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. Яровизаційна потреба та фотоперіодична чутливість у рослин виникають в процесі еволюції як генетично детерміновані адаптивні реакції на кліматичні умови конкретного регіону, слугуючи таким чином прикладом регіональної адаптації [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 [6; 15]. Тобто, це сорти з високою фотоперіодичною чутливістю та, переважно, тривалим періодом яровизації [16; 17]. Встановлено відмінності між сортами пшениці озимої за тривалістю яровизації, яка коливається від 15 до 60 і більше діб [8]. Тривала яровизаційна потреба є необхідною умовою для досягнення високої морозостійкості [6; 12]. З нею пов'язаний процес формування і розвиток фотосинтетичного апарату та закладка структурних новоутворень конуса наростання [9].

Як відомо, відмінності сортів пшениці озимої за тривалістю яровизації залежать від їх фотоперіодичної чутливості. 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 [9]. Показано, що сорти, які володіють слабкою фотоперіодичною чутливістю виділяються скоростиглістю та стабільною високою продуктивністю [19].

Стійкість пшениці озимої до стресових умов довкілля пов'язана з швидкістю проходження та тривалістю етапів органогенезу рослин, що зумовлені значною мірою впливом генетичних систем, які контролюють тривалість періоду яровизації та фотоперіодичну чутливість [10; 13]. Триваліша потреба в яровизації зумовлює повільніший розвиток на початкових етапах, тому перехід до формування диференційованої точки росту і зачатків репродуктивних органів у таких генотипів відбувається значно пізніше [17]. Триваліша затримка переходу до репродуктивного розвитку визначає рівень стійкості рослин до негативних температур [20] та тривалість періоду до початку зниження цієї стійкості [21].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.

Вивчення чутливості до фотоперіоду та яровизаційної потреби є важливими складовими селекційного процесу пшениці. Тривалість періоду яровизації та чутливість рослин до тривалості світлового дня у формуванні морозостійкості мають велике значення, оскільки визначають темпи розвитку рослин [20]. Маючи інформацію про необхідний період яровизації та фоточутливість конкретного сорту пшениці озимої, можна скоригувати строк його сівби відповідно до зони вирощування та уникнути пошкодження рослин морозами, а відтак і зберегти врожай [12; 22].

У контексті реалізації селекційних програм учени-селекціонери Миронівського інституту пшениці

імені В.М. Ремесла НААН (МПП) створили нові перспективні сорти пшениці озимої, частина яких вже занесена до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Більшість із-поміж них відзначається принципово новими морфо-агробіологічними і господарсько цінними ознаками та властивостями. Результати дослідження дадуть змогу повніше реалізувати природний потенціал продуктивності та адаптивної здатності кожного конкретного сорту.

Метою роботи є визначення яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості новостворених сортів пшениці м'якої та твердої озимої миронівської селекції.

Новизна. Вперше визначено фотоперіодичну чутливість та яровизаційну потребу новостворених сортів пшениці м'якої та твердої озимої, представлених у роботі.

Методологічне або загальнонаукове значення. Результати роботи сприятимуть створенню нових сортів із цінними практичними властивостями та можуть бути використані у селекційних центрах, науково-дослідних установах та агрофірмах.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2020–2021 рр. у польових та контрольованих умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла (МПП). Визначали тривалість періоду яровизації та фотоперіодичну чутливість у 11 нових сортів пшениці озимої миронівської селекції: м'якої – Вежа миронівська, Аврора миронівська, МПП Ювілейна, МПП Лада, МПП Фортуна, МПП Дарунок, МПП Ніка, МПП Роксолана, МПП Феєрія, МПП Відзнака, та твердої – МПП Лакомка. Визначення тривалості періоду яровизації та фотоперіодичної чутливості проводили за методикою, розробленою у відділі біотехнології, генетики і фізіології МПП [23; 24]. Для визначення яровизаційної потреби сорту насіння після штучної яровизації за різних термінів (30, 40, 50, 60 діб) висівали весною в полі, а для встановлення фотоперіодичної чутливості насіння піддавали штучній яровизації 60 діб та

висівали навесні у вегетаційні посудини у двох варіантах досліду. В першому варіанті рослини вирощували за природного фотоперіоду, а в другому – за скороченого, накриваючи рослини ящиком з темної плівки. Вірогідність відмінностей між показниками оцінено за критерієм Ст'юдента.

Виклад основного матеріалу. У весняно-літній період 2021 та 2022 рр. проведено досліді по визначенню чутливості до фотоперіоду та яровизаційної потреби 11 новостворених сортів пшениці озимої селекції МПП (рис. 1, 2).

Характеристика сортів за вищевказаними ознаками представлена у таблиці 1. Усі сорти відреагували на скорочення фотоперіоду вірогідною (за критерієм Ст'юдента) затримкою розвитку.

Слід зазначити, що оскільки дослід проводиться у природних умовах, спостерігається певна різниця у затримці розвитку рослин по роках, однак при цьому здебільшого зберігається градація сортів відносно один одного, тобто найбільш чутливі до скорочення фотоперіоду сорти залишаються такими ж і навпаки. Сильну чутливість до фотоперіоду (13,5 діб) виявив сорт МПП Лакомка. Решта сортів виявили слабку та середню чутливість до фотоперіоду.

Для визначення яровизаційної потреби зразків пшениці озимої проводили весняний висів з попередньою яровизацією пророслого насіння при температурі +1 °С протягом різних термінів (30–40–50–60 діб). Для нормального генеративного розвитку більшості зразків достатньою виявилась яровизація протягом 30 діб. За узагальненими дворічними даними сорти Вежа миронівська, МПП Ювілейна, МПП Фортуна, МПП Ніка, МПП Роксолана, МПП Феєрія, МПП Відзнака потребували яровизації терміном 30 діб, Аврора миронівська, МПП Лада, МПП Дарунок та МПП Лакомка – 40 діб. Коротша тривалість яровизаційного періоду, з одного боку, сприяє більш ранньому відновленню весняної вегетації, а відтак більш інтенсивному розвитку рослин та підвищенню їх продуктивності, а з іншого – може слугувати причиною деякого зниження їхньої стій-



Рис. 1. Рослини пшениці озимої під час вегетації для визначення потреби в яровизації за скороченого та природного світлового дня



Рис. 2. Рослини пшениці озимої для визначення тривалості періоду яровизації

Фотоперіодична чутливість та яровизаційна потреба новостворених сортів пшениці м'якої озимої (МПП, 2021–2022 рр.)

Походження	Подовження вегетаційного періоду на короткому дні, діб	Фотоперіодична чутливість	Яровизаційна потреба, діб
Вежа миронівська	4,5	слабка	30
Аврора миронівська	3,4	слабка	40
МПП Ювілейна	2,9	слабка	30
МПП Лада	8,1	середня	40
МПП Фортуна	4,2	слабка	30
МПП Дарунок	6,4	середня	40
МПП Ніка	6,4	середня	30
МПП Роксолана	6,0	середня	30
МПП Феєрія	6,4	середня	30
МПП Відзнака	5,2	слабка	30
МПП Лакомка	13,5	сильна	40

кості до несприятливих умов зимівлі, довша – може спричиняти уповільнення розвитку рослин навесні та зниженню продуктивності. Науковці зазначають, що краща адаптація до суворих умов зимівлі генотипів з довготривалою потребою в яровизації та сильною фотоперіодичною чутливістю позитивно впливає на кінцеву продуктивність [25].

Головні висновки. Таким чином, у результаті дослідження визначено яровизаційну потребу та фотоперіодичну чутливість новостворених сортів пшениці озимої миронівської селекції. Для нормального генеративного розвитку більшості досліджуваних новостворених сортів пшениці озимої, зокрема Вежа миронівська, МПП Ювілейна, МПП Фортуна, МПП Ніка, МПП Роксолана, МПП Феєрія, МПП Відзнака достатньою виявилась яровизаційна

потреба терміном 30 діб. Сорти Аврора миронівська, МПП Лада, МПП Дарунок та МПП Лакомка потребували яровизації терміном 40 діб. До групи з середньою чутливістю до тривалості світлового дня віднесено сорти: МПП Лада, МПП Фортуна, МПП Ніка, МПП Роксолана, МПП Феєрія та МПП Відзнака. Сорти Вежа миронівська, Аврора миронівська, МПП Ювілейна та МПП Дарунок визначено як слабкочутливі, а МПП Лакомка – сильночутливий до тривалості світлового дня.

Перспективи використання результатів дослідження. Представлені результати нададуть можливість повніше реалізувати закладений селекціонерами потенціал продуктивності досліджуваних сортів пшениці, що сприятиме їх ефективнішому використанню як у рослинництві, так і в селекційній практиці.

Література

- 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.
- Гамаюнова В.В., Смірнова І.В. Економічна ефективність вирощування сортів пшениці озимої залежно від оптимізації фону живлення. *Наукові горизонти*. 2018. № 1 (64). С. 10–14.
- Demydov O., Khomenko S., Fedorenko M., Kuzmenko Ye., Pykalo S. Stability and plasticity of collection samples of durum spring wheat in the forest-steppe conditions of Ukraine. *American Journal of Agriculture and Forestry*. Vol. 9. No 2. 2021. P. 83–88.
- Польовий А.М., Кульбіда М.І., Адаменко Т.І., Трофімова І.В. Моделювання впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2007. № 2. С. 76–91.
- Рудник-Іващенко О. І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 2. С. 8–10.
- 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.
- Лукашук Л.Я. Вплив зміни клімату на продуктивність пшениці озимої залежно від строків сівби. Вісник Сумського національного аграрного університету. *Серія «Агронія і біологія»*. 2012. Вип. 9 (24). С. 91–94.
- Baloch D. M., Karow R. S., Marx E., Kling J. G., Witt M. D. Vernalization studies with Pacific Northwest wheat. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 1201–1208.
- Бирюков С.В., Комарова В.П. Онтогенетические аспекты продукционного процесса озимой пшеницы и его гомеостатичность. Збірник наукових праць СГІ-НЦНС (100-річчю від дня народження академіка Ф.Г. Кириченка присвячується). Одеса, 2004. Вип. 6, ч. 2. С. 153–163.
- Gorafi Y. S. A., Eltayeb A. E., Tsujimoto H. Alteration of wheat vernalization requirement by alien chromosome-mediated transposition of MITE. *Breeding Science*. 2016. Vol. 66. No. 2. P. 181–190.

11. Kosner J., Pankova K. Vernalization response of some winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2002. Vol. 38. No. 3–4. P. 97–103.
12. Пірич А. В., Булавка Н. В., Юрченко Т. В. Фотоперіодична чутливість та яровизаційна потреба сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) миронівської селекції. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 2. С. 261–266.
13. 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.
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. Скрипчинский В.В. Фотопериодизм – его происхождение и эволюция. Ленинград : Наука, 1975. 287 с.
16. Москалец 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. Тищенко В., Палій Ю. Зимостійкість – основна складова адаптивного потенціалу сортів озимої пшениці. *Зерно і хліб*. 2011. № 1. С. 46–48.
19. Кошкин В. А., Матвиенко И. И., Егорова Е. М., Потокіна Е. К., Мережка А. Ф. Использование аллель-специфических маркеров гена *Ppd-D1* для анализа изогенных линий яровой мягкой пшеницы. *Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции*. 2009. Т. 166. С. 151–156.
20. Prasil I. T., Prasilova P., Pankova K. The relationship between vernalization requirement and frost tolerance in substitution lines of wheat. *Biologia Plantarum*. 2005. Vol. 49. No. 2. P. 195–200.
21. Mahfoozi S., Limin A. E., Fowler D. B. Influence of vernalization and photoperiod responses on cold hardiness in winter cereals. *Crop Science*. 2001. Vol. 41. No. 4. P. 1006–1011.
22. 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.
23. Юрченко Т.В., Демидов О.А., Пикало С.В., Булавка Н.В., Пірич А.В., Гудзенко В.М. Модифікація методу визначення фотоперіодичної чутливості сортів пшениці м'якої озимої в умовах Центрального Лісостепу України. *Екологічні науки*. 2022. Вип. 4 (43). С. 220–223.
24. Демидов О. А., Булавка Н. В., Юрченко Т. В., Пірич А. В., Гуменюк О. В. Визначення тривалості періоду яровизації та фотоперіодичної чутливості зразків пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Методичні рекомендації / за ред. О. А. Демидова. Миронівка: [б. в.], 2019. 11 с.*
25. Стельмах А. Ф., Файт В. І. Особливості темпів початкового розвитку нових європейських сортів озимої пшениці м'якої у зв'язку з системами генів *Ppd-1* та *Vrd*. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2019. Т. 24. С. 166–171.