

**Оригінальна наукова стаття**

УДК 633.11:631.531.027.325

**ЯРОВИЗАЦІЙНА ПОТРЕБА СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ****А. А. Сіроштан, В. П. Кавунець, О. А. Заїма, О. В. Гуменюк, О. Л. Дергачов**

Миронівський інститут пшениці  
імені В. М. Ремесла НААН України  
с. Центральне, Обухівський р-н,  
Київська обл., 08853

Про авторів:

Андрій СІРОШТАН,  
кандидат сільськогосподарських  
наук  
ORCID: 0000-0003-3246-2907

Валерій КАВУНЕЦЬ,  
кандидат сільськогосподарських  
наук  
ORCID: 0000-0002-6744-4947

Олексій ЗАЇМА,  
кандидат сільськогосподарських  
наук  
ORCID: 0000-0001-5714-6308

Олександр ГУМЕНЮК,  
кандидат сільськогосподарських  
наук  
ORCID: 0000-0002-1147-088X

Олександр ДЕРГАЧОВ,  
кандидат сільськогосподарських  
наук  
ORCID: 0000-0001-8615-7110

Для листування:

Олексій ЗАЇМА  
e-mail: [oleksii.zaima@ukr.net](mailto:oleksii.zaima@ukr.net)

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук  
України

Отримано:

12 травня 2025 р.

Погоджено до друку:

2 червня 2025 р.

Високий рівень стійкості сортів пшениці озимої до несприятливих чинників довкілля є одним із основних завдань селекційних установ України і всього світу. Тривалість яровизаційної потреби і фотоперіодична чутливість є важливими показниками, що тісно пов'язані з адаптивністю сортів до умов навколишнього середовища. Метою роботи було вивчити особливості яровизаційної потреби у нових сортів пшениці м'якої озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла. Для визначення тривалості яровизації у зразків пшениці м'якої озимої проводили весняний висів прояровизованого пророслого насіння за температури 1–2 °С протягом різних термінів (20–30–40–50 діб). Це насіння висівали у ґрунт на глибину 5 см (на 1 м погонний 100 шт.). У варіантах дослідження визначали польову схожість і підраховували кількість продуктивних стебел на рослині. Термін яровизації вважали достатнім для потреби сорту, коли більша частина рослин виколошувалася. Результати досліджень свідчать, що більшість досліджуваних сортів і ліній мали тривалий яровизаційний період (більше ніж 40 діб), вісім – потребували яровизації від 20 до 40 діб. Коротку яровизаційну потребу відзначено у сортів: МІП Дарунок, МІП Відзнака та ліній Лютесценс 60293, Лютесценс 60667, Лютесценс 60734, Лютесценс 60400, Еритроспермум 60793, а тривалу – для сортів МІП Аеліта, МІП Довіра, МІП Ніка, Естафета миронівська, МІП Роксолана, МІП Феєрія, МІП Стефанія, МІП Паляниця миронівська і ліній Лютесценс 60302, Лютесценс 60702, Лютесценс 60049, Еритроспермум 60724, Еритроспермум 60667. Представлені результати допоможуть повніше реалізувати потенціал продуктивності досліджуваних сортів пшениці озимої.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, зимостійкість, яровизаційна потреба, сорти, польова схожість, кількість продуктивних стебел.

## The vernalization requirement of bread varieties of winter wheat

The V. M. Remeslo Myronivka  
Institute of Wheat of NAAS of Ukraine  
*Tsentralne village, Obukhiv district,  
Kyiv region, 08853*

### About authors:

Andrii SIROSHTAN  
ORCID: 0000-0003-3246-2907

Valerii KAVUNETS  
ORCID: 0000-0002-6744-4947

Oleksii ZAIMA  
ORCID: 0000-0001-5714-6308

Oleksandr HUMENIUK  
ORCID: 0000-0002-1147-088X

Oleksandr DERHACHOV  
ORCID: 0000-0001-8615-7110

### For corresponding:

Oleksii ZAIMA  
e-mail: [oleksii.zaima@ukr.net](mailto:oleksii.zaima@ukr.net)

### Funding information:

National Academy of Agrarian  
Sciences of Ukraine

### Received:

May 12, 2025

### Accepted:

June 2, 2025

A high level of resistance of winter wheat varieties to unfavorable environmental factors is one of the main tasks of breeding institutions in Ukraine and around the world. The duration of vernalization need and photoperiodic sensitivity are important indicators that are closely related to the adaptability of varieties to environmental conditions. The aim of the study was to investigate the peculiarities of vernalization need of new bread winter wheat varieties of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. To determine the duration of vernalization in bread winter wheat samples, spring sowing of vernalized germinated seeds was carried out at a temperature of 1–2 °C for different periods (20–30–40–50 days). These seeds were sown in the soil to a depth of 5 cm (100 seeds per 1 m). In the experimental variants, field germination was determined and the number of productive stems per plant was counted. The vernalization period was considered sufficient for the needs of the variety, when most of the plants were pricked out. The results of the research on the duration of vernalization showed that most of the studied varieties and lines had a long vernalization period of more than 40 days, eight of them needed vernalization from 20 to 40 days. The short vernalization requirement was noted in varieties: MIP Darunok, MIP Vidznaka and lines Luteszens 60293, Luteszens 60667, Luteszens 60734, Luteszens 60400, Erythrosperrum 60793, and a long – for varieties MIP Aelita, MIP Dovira, MIP Nika, Estafeta myronivska, MIP Roksolana, MIP Feieriia, MIP Stephaniia, MIP Palianytsia myronivska and lines Luteszens 60302, Luteszens 60702, Luteszens 60049, Erythrosperrum 60724, Erythrosperrum 60667. The presented results will help to fully realize the productivity potential of the studied winter wheat varieties.

**Keywords:** bread variety of winter wheat, winter resistance, vernalization demand, varieties, field germination, number of productive stems.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

**Вступ.** Пшениця – це основна продовольча культура переважної більшості країн світу [32]. Для одержання високих та стабільних врожаїв пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) важливе значення має вирощування високоморозо- і зимостійких сортів. Високий рівень їх стійкості до несприятливих чинників довкілля є одним із основних завдань селекційних програм установ України і всього світу [23]. Тривалість яровизаційної потреби і фотоперіодична чутливість є важливими показниками, що тісно пов'язані з адаптивністю сортів до умов навколишнього середовища [2]. Вони дають можливість підібрати оптимальний строк сівби для уникнення переростання

рослин в осінній період, що негативно впливає на врожайність [6].

Яровизаційна потреба – це кількість днів з низькими позитивними температурами, потрібна рослинам для переходу до генеративного стану [26]. Цей механізм гарантує, що рослини, посіяні під зиму, розвивають репродуктивні органи в більш сприятливих умовах навесні [16]. Період яровизації впливає на терміни настання фази колосіння, масу зерна з колоса, а відтак і на врожайність [12]. Тривала яровизаційна потреба є однією з умов для забезпечення високої морозостійкості [5]. Яровизація координує розвиток рослини з навколишнім середовищем [22]. Вона максимально подовжує вегетаційний період культури,

дозволяючи проводити осінню сівбу без ризику переходу рослин до репродуктивного розвитку і пошкодження їх у зимових умовах [29, 30].

Через глобальне потепління та велике насичення сівозмін нетрадиційними попередниками, які затримують підготовку ґрунту на невизначений час, відбувається зміщення строків сівби до більш пізніх календарних термінів [7]. Крім змін, спричинених підвищенням температури, деякі фази розвитку пшениці озимої чутливі до умов зволоження [16]. Наприклад, неможливість запилення через опади в період цвітіння [21, 24] та проростання зерна внаслідок надмірних опадів під час збирання врожаю [15] є відомими факторами ризику для виробництва пшениці озимої.

Для певних сортів зернових культур оптимальна температура яровизації становить від 8 до 14 °С, але яровизація у більш сучасних сортів пшениці спостерігається і за більш високих температур [17, 20, 26]. Генотипи пшениці мають різну тривалість життєвого циклу, що визначається реакцією рослин на температуру і фотоперіод [25].

Сорти пшениці озимої мають широке різноманіття за тривалістю періоду яровизації, що впливає на рівень адаптації рослин до умов зимівлі. Відмінності між ними коливаються від 15 до 60 і більше діб [13, 27, 28]. Тривалість яровизації уповільнює розвиток на початкових етапах і відкладає на пізніше формування диференційованої точки росту і зачатків репродуктивних органів [18].

В. М. Flohr та ін. вказують, що всі середовища мають найбільш сприятливий для росту пшениці сезонний період, який визначається температурами, доступністю води та освітленістю [16]. Врожайність максимізується, коли ці екологічні оптимуми та критичні періоди росту сільськогосподарських культур вирівняти [11].

Л. Х. Макаров та ін. [4], досліджуючи сорти пшениці озимої з різним періодом яровизації, встановили, що найвищий

рівень урожайності вони формують за оптимальних строків сівби (15–25 вересня). Проте окремі сорти з коротким періодом яровизації здатні забезпечувати високу і стабільну врожайність за пізніх строків сівби.

А. Ф. Стельмах, В. І. Файт [9] вказують, що сорти і лінії пшениці селекції СГІ за зменшення рівня фоточутливості мають чітку тенденцію до скорочення тривалості яровизаційної потреби порівняно з давніми високоадаптованими сортами. Одним із шляхів подолання зниження їх адаптивності є перенесення строків сівби на пізніші терміни, з урахуванням скорочення тривалості яровизаційної потреби. М. А. Литвиненко, С. П. Лифенко [3] також вказують, що старі сорти мають тривалий період яровизації та сильну фотоперіодичну чутливість, а нові – мають дещо скорочені фази онтогенезу і відповідно чутливіші до ранніх строків сівби. Тому для них початок проведення сівби потрібно зміщувати на 5–8 діб у бік пізніших порівняно із давнішими сортами. Сучасні сорти миронівської селекції переважно також мають нижчу яровизаційну потребу, ніж у сортів, створених у минулому столітті [8].

Невисока морозостійкість пшениці озимої не завжди пов'язана з короткою тривалістю яровизаційної потреби. Зв'язок між цими ознаками непрямий, тому існує можливість створення морозостійких сортів пшениці м'якої з нетривалим періодом яровизації. Подовження переходу до репродуктивного розвитку визначає як сам рівень стійкості рослин до негативних температур [19], так і тривалість періоду до початку зниження цієї стійкості [14].

Створення сортів з різною яровизаційною потребою і термінами дозрівання забезпечить підвищення адаптивного потенціалу культури в цілому [10]. Відсутність даних про особливості тривалості періоду яровизації у багатьох нових сортів, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, спонукало нас до проведення відповідних досліджень.

Метою роботи було вивчити особливості яровизаційної потреби у нових сортів пшениці м'якої озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла.

**Матеріали і методи.** Період яровизаційної потреби сортів пшениці м'якої озимої вивчали в 2022–2024 рр. Тривалість яровизації визначали за методикою, розробленою у відділі біотехнології, генетики і фізіології МПП [1]. У зразків пшениці м'якої озимої проводили весняний висів прояровизованого пророслого насіння за температури 1–2 °С протягом різних термінів (20–30–40–50 діб). Це насіння висівали у ґрунт на глибину 5 см (на 1 м погонний 100 шт.).

У варіантах досліду вивчали польову схожість і підраховували кількість

продуктивних стебел на рослині. Для визначення можливої додаткової яровизації в польових умовах висівали наклонуте, але не прояровизоване насіння кожного сорту. Термін яровизації вважали достатнім для потреби сорту, якщо у варіанті більша частина рослин виколошувалася.

**Результати та обговорення.** Встановлено, що зі збільшенням тривалості перебування накільченого насіння за температури 1–2 °С до 50 діб спостерігається істотне зниження його польової схожості при висіві у відкритий ґрунт. Так, у контрольному варіанті без яровизації схожість становила 71–93 %, тоді як після 10-добової яровизації – 41–87 %, а при 40-добовому періоді – лише 13–47 % (табл. 1).

### 1. Польова схожість у рослин сортів і ліній пшениці м'якої озимої залежно від тривалості періоду яровизації насіння (середнє за 2022–2024 рр.)

| Сорт                     | Польова схожість, % |                         |      |      |      |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|------|------|------|
|                          | Конт-<br>роль       | Яровизація насіння, діб |      |      |      |
|                          |                     | 20                      | 30   | 40   | 50   |
| МПП Аеліта               | 88                  | 66                      | 48   | 43   | 44   |
| МПП Дарунок              | 81                  | 58                      | 43   | 42   | 34   |
| МПП Довіра               | 88                  | 41                      | 30   | 25   | 30   |
| МПП Ніка                 | 82                  | 39                      | 35   | 25   | 18   |
| Естафета миронівська     | 76                  | 84                      | 59   | 43   | 17   |
| МПП Роксолана            | 78                  | 53                      | 46   | 27   | 15   |
| МПП Феєрія               | 76                  | 69                      | 46   | 33   | 20   |
| МПП Відзнака             | 71                  | 75                      | 30   | 14   | 18   |
| МПП Стефанія             | 84                  | 35                      | 30   | 26   | 17   |
| МПП Паляниця миронівська | 76                  | 44                      | 40   | 41   | 15   |
| Лютесценс 60302          | 73                  | 43                      | 38   | 16   | 21   |
| Лютесценс 60702          | 74                  | 59                      | 23   | 13   | 17   |
| Лютесценс 60293          | 90                  | 71                      | 27   | 31   | 23   |
| Лютесценс 60049          | 82                  | 28                      | 21   | 20   | 14   |
| Лютесценс 60667          | 76                  | 31                      | 21   | 24   | 22   |
| Лютесценс 60734          | 93                  | 58                      | 37   | 21   | 15   |
| Лютесценс 60400          | 84                  | 68                      | 23   | 25   | 28   |
| Еритроспермум 60724      | 77                  | 60                      | 48   | 47   | 20   |
| Еритроспермум 60793      | 73                  | 53                      | 47   | 26   | 21   |
| Еритроспермум 60667      | 76                  | 46                      | 35   | 23   | 18   |
| $\bar{x}$                | 80                  | 54                      | 36   | 28   | 21   |
| S                        | 6                   | 15                      | 11   | 10   | 7    |
| V, %                     | 7,8                 | 28,6                    | 29,5 | 36,0 | 35,1 |

Примітка: контроль – насіння без яровизації.

У зв'язку з цим за пізніх строків сівби доцільно враховувати чутливість насіння до тривалого перебування у ґрунті в наکیلченому стані й добирати такі сорти, які меншою мірою втрачають схожість за аналогічних умов. До сортів, які демонстрували відносно високу стійкість до зниження польової схожості після 40 діб яровизації (41–47 %), належать МП Аеліта, МП Дарунок, Естафета миронівська, МП Паляниця миронівська та лінія Еритроспермум 60724.

Аналіз експериментальних даних, отриманих протягом трьох років дослідження, свідчить, що більшість

вивчених сортів і ліній пшениці озимої характеризувалися тривалою яровизаційною потребою – понад 40 діб. Так, на погонному метрі число продуктивних стебел становило 2–54 шт., а на одній рослині формувалося 0,15–1,92 колоса (табл. 2). Водночас у восьми зразків тривалість яровизації становила від 20 до 40 діб, що вказує на значну генетичну варіабельність за цим показником серед досліджуваного матеріалу. Ця особливість має важливе практичне значення для селекційного процесу та регіоналізації сортів відповідно до агрокліматичних умов.

## 2. Кількість продуктивних стебел у рослин сортів і ліній пшениці м'якої озимої залежно від тривалості періоду яровизації насіння (середнє за 2022–2024 рр.)

| Сорт                       | Продуктивних стебел,<br>шт./1 м пог. |                         |      |      |      | Продуктивних стебел у<br>рослини, шт. |                         |      |      |      |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------|------|------|---------------------------------------|-------------------------|------|------|------|
|                            | Конт-<br>роль                        | Яровизація насіння, діб |      |      |      | Конт-<br>роль                         | Яровизація насіння, діб |      |      |      |
|                            |                                      | 20                      | 30   | 40   | 50   |                                       | 20                      | 30   | 40   | 50   |
| МП Аеліта                  | 0                                    | 0                       | 16   | 44   | 53   | 0                                     | 0                       | 0,33 | 1,02 | 1,20 |
| МП Дарунок                 | 0                                    | 0                       | 18   | 18   | 12   | 0                                     | 0                       | 0,41 | 0,42 | 0,35 |
| МП Довіра                  | 0                                    | 4                       | 27   | 40   | 51   | 0                                     | 0,09                    | 0,90 | 1,60 | 1,70 |
| МП Ніка                    | 0                                    | 0                       | 0    | 13   | 32   | 0                                     | 0                       | 0    | 0,52 | 1,75 |
| Естафета миронівська       | 0                                    | 0                       | 32   | 54   | 31   | 0                                     | 0                       | 0,54 | 1,25 | 1,82 |
| МП Роксолана               | 0                                    | 0                       | 19   | 31   | 23   | 0                                     | 0                       | 0,41 | 1,15 | 1,53 |
| МП Феєрія                  | 0                                    | 0                       | 38   | 57   | 26   | 0                                     | 0                       | 0,82 | 1,72 | 1,31 |
| МП Відзнака                | 0                                    | 0                       | 14   | 7    | 12   | 0                                     | 0                       | 0,46 | 0,48 | 0,66 |
| МП Стефанія                | 0                                    | 0                       | 2    | 36   | 29   | 0                                     | 0                       | 0,06 | 1,38 | 1,71 |
| МП Паляниця<br>миронівська | 0                                    | 0                       | 2    | 15   | 27   | 0                                     | 0                       | 0,06 | 0,36 | 1,80 |
| Лютесценс 60302            | 0                                    | 0                       | 9    | 15   | 34   | 0                                     | 0                       | 0,24 | 0,93 | 1,61 |
| Лютесценс 60702            | 0                                    | 0                       | 0    | 2    | 24   | 0                                     | 0                       | 0    | 0,15 | 1,41 |
| Лютесценс 60293            | 0                                    | 0                       | 21   | 35   | 8    | 0                                     | 0                       | 0,77 | 1,12 | 0,35 |
| Лютесценс 60049            | 0                                    | 4                       | 17   | 35   | 22   | 0                                     | 0,14                    | 0,82 | 1,75 | 1,57 |
| Лютесценс 60667            | 0                                    | 0                       | 9    | 13   | 15   | 0                                     | 0                       | 0,42 | 0,55 | 0,70 |
| Лютесценс 60734            | 0                                    | 0                       | 22   | 15   | 17   | 0                                     | 0                       | 0,59 | 0,71 | 1,13 |
| Лютесценс 60400            | 0                                    | 0                       | 13   | 48   | 34   | 0                                     | 0                       | 0,56 | 1,92 | 1,21 |
| Еритроспермум 60724        | 0                                    | 0                       | 6    | 63   | 32   | 0                                     | 0                       | 0,13 | 1,34 | 1,60 |
| Еритроспермум 60793        | 0                                    | 3                       | 30   | 36   | 26   | 0                                     | 0,05                    | 0,63 | 1,38 | 1,23 |
| Еритроспермум 60667        | 0                                    | 0                       | 12   | 22   | 25   | 0                                     | 0                       | 0,34 | 0,95 | 1,38 |
| $\bar{x}$                  | 0                                    | 1                       | 15   | 30   | 27   | 0                                     | 0,09                    | 0,42 | 1,04 | 1,30 |
| S                          | 0                                    | 1,3                     | 10,8 | 17,6 | 11,5 | 0                                     | 0,04                    | 0,30 | 0,53 | 0,46 |
| V, %                       | –                                    | 247,9                   | 70,7 | 59,1 | 43,2 | –                                     | 265,6                   | 74,0 | 51,7 | 35,3 |

Примітка: контроль – насіння без яровизації.

Коротку яровизаційну потребу встановлено у сортів пшениці озимої МПП Дарунок, МПП Відзнака, а також у ліній Лютесценс 60293, Лютесценс 60667, Лютесценс 60734, Лютесценс 60400 та Еритроспермум 60793.

Натомість сорти МПП Аеліта, МПП Довіра, МПП Ніка, Естафета миронівська, МПП Роксолана, МПП Феєрія, МПП Стефанія, МПП Паляниця миронівська та лінії Лютесценс 60302, Лютесценс 60702, Лютесценс 60049, Еритроспермум 60724, Еритроспермум 60667 характеризувалися тривалим періодом яровизації.

Отримані результати свідчать про значну генетичну диференціацію досліджуваних зразків за тривалістю яровизаційної потреби, що є важливим критерієм у селекційній роботі. Наявність сортів із коротким періодом яровизації є перспективною для використання в умовах пізніх строків сівби або в регіонах із нестабільними зимовими температурами. У свою чергу, зразки з тривалою яровизаційною потребою доцільно використовувати в умовах стабільного осіннього загартування, що сприяє повнішій реалізації їх продукційного потенціалу.

**Висновки.** Встановлено, що зі збільшенням тривалості перебування накілченого насіння за температури 1–2 °С до 50 діб спостерігається істотне зниження

його польової схожості при висіві у відкритий ґрунт. До сортів, які демонстрували відносно високу стійкість до зниження польової схожості після 40 діб яровизації (41–47 %), належать МПП Аеліта, МПП Дарунок, Естафета миронівська, МПП Паляниця миронівська та лінія Еритроспермум 60724. Більшість досліджуваних сортів і ліній мали тривалий яровизаційний період (більше ніж 40 діб), вісім – потребували яровизації від 20 до 40 діб. Коротку яровизаційну потребу відзначено у сортів: МПП Дарунок, МПП Відзнака та ліній Лютесценс 60293, Лютесценс 60667, Лютесценс 60734, Лютесценс 60400, Еритроспермум 60793, а тривалу – для сортів МПП Аеліта, МПП Довіра, МПП Ніка, Естафета миронівська, МПП Роксолана, МПП Феєрія, МПП Стефанія, МПП Паляниця миронівська і ліній Лютесценс 60302, Лютесценс 60702, Лютесценс 60049, Еритроспермум 60724, Еритроспермум 60667.

Для забезпечення об'єктивнішої оцінки сортів пшениці озимої доцільно поряд із показником морозостійкості враховувати також їхню яровизаційну потребу. За пізніх строків сівби слід обирати сорти з коротким періодом яровизації. Представлені результати допоможуть повніше реалізувати потенціал продуктивності досліджуваних сортів пшениці озимої.

#### Список використаної літератури

1. Визначення тривалості періоду яровизації та фотоперіодичної чутливості зразків пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) : метод. рек. / О. А. Демидов та ін. ; за ред. О. А. Демидова. Миронівка, 2019. 11 с.
2. Визначення яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості новостворених сортів пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України / Т. В. Юрченко та ін. *Екологічні науки*. 2023. № 2 (47). С. 125–129. DOI: 10.32846/2306-9716/2023.eco.2-47.20.
3. Литвиненко М. А., Лифенко С. Ф. Як зимується посівам. *Насінництво*. 2014. № 2. С. 1–15.
4. Макаров Л. Х., Снітіна С. М., Скорий М. В. Продуктивність різних сортів озимої пшениці залежно від строків сівби. *Зрошуване землеробство*. 2006. Вип. 46. С. 46–48.

#### References

1. Determination of the duration of the vernalization period and photoperiodic sensitivity of bread variety of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) samples : method. rec. / O. A. Demydov et al. ; ed. by O. A. Demydov. Myronivka, 2019. 11 p.
2. Determination of vernalization requirement and photoperiod sensitivity of the newly created varieties of winter wheat in Right-Bank Ukrainian Forest-Steppe / T. V. Yurchenko et al. *Ekolohichni nauky*. 2023. No. 2 (47). P. 125–129. DOI: 10.32846/2306-9716/2023.eco.2-47.20.
3. Lytvynenko M. A., Lyfenko S. F. How crops winter. *Nasinnystvo*. 2014. No. 2. P. 1–15.
4. Makarov L. Kh., Snitina S. M., Skoryi M. V. Productivity of different varieties of winter wheat depending on sowing time. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2006. Issue 46. P. 46–48.

5. 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.
6. 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.
7. Сівозміни у землеробстві України / УААН, Ін-т землеробства, Проект «Розвиток агробізнесу в Україні»; ред. В. Ф. Сайко, П. І. Бойко. Київ: Аграрна наука, 2002. 146 с.
8. Сіроштан А. А., Кавунець В. П., Булавка Н. В. Яровизаційна потреба сортів пшениці м'якої озимої. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 148–159.
9. Стельмах А. Ф., Файт В. І. Генетико-фізіологічні реакції затримки початкового розвитку у сучасних озимих пшениць та ячменів. *Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології: наук. пр. / Укр. т-во генетиків та селекціонерів ім. М. І. Вавилова*; ред. В. А. Кунах та ін. Київ: Логос, 2007. Т. 2. С. 46–48.
10. Характер впливу гідротермічного режиму на продукційний процес пшениці озимої та шляхи підвищення адаптивного потенціалу / В. А. Власенко та ін. *Селекція і насінництво*. 2006. Вип. 93. С. 199–205.
11. Exploiting genotype × management interactions to increase rainfed crop production: a case study from south-eastern Australia / J. R. Hunt et al. *Journal of Experimental Botany*. 2021. Vol. 72. P. 5189–5207. DOI: 10.1093/jxb/erab250.
12. 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.
13. Košner J., Pánková K. Vernalisation Response of Some Winter Wheat Cultivars. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2002. Vol. 38. P. 97–103.
14. 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, issue 4. P. 1006–1011.
15. Mares D. J., Mrva K. Wheat grain preharvest sprouting and late maturity alpha-amylase. *Planta*. 2014. 240 (6). P. 1167–1178.
16. Murakami K., Iizumi T., Shimoda S. An improved crop calendar model for winter wheat incorporating vernalization and winter survival to project changes in phenology. *Environ. Res.: Food Syst.* 2024. Vol. 1. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1088/2976-601X/ad4609>.
17. Natural variation in autumn expression is the major adaptive determinant distinguishing Arabidopsis FLC haplotypes / J. Hepworth et al. *eLife*. 2020. Vol. 9. P. 1–30. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.57671>.
18. Prásil I. T., Prásilová P., Pánková K. Relationships among vernalization shoot apex development and frost tolerance in wheat. *Annals of Botany*. 2004. Vol. 94, no. 3. P. 413–418.
5. Pirysh A. V., Bulavka N. V., Yurchenko T. V. Photoperiodic sensitivity and vernalization requirement of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) of myronivka selection. *Zernovi kultury*. 2018. Vol. 2, no. 2. P. 261–266.
6. Pirysh A. V., Yurchenko T. V., Humeniuk O. V. Vernalization requirement, photoperiod sensitivity, and yield of winter bread wheat varieties of Myronivka selection. *Myronivskyi visnyk*. 2019. Issue 9. P. 59–62.
7. Crop rotation in agriculture of Ukraine / UAAN, In-t zemlerobstva, Proekt «Rozvytok ahrobiznesu v Ukraini»; red. V. F. Saiko, P. I. Boiko. Kyiv: Ahrarna nauka, 2002. 146 p.
8. Siroshstan A. A., Kavunets V. P., Bulavka N. V. Vernalization requirements of bread varieties of winter wheat. *Myronivskyi visnyk*. 2016. Issue 3. P. 148–159.
9. Stelmakh A. F., Fait V. I. Genetic and physiological reactions of delayed initial development in modern winter wheat and barley. *Dosiahnennia i problemy henetyky, selektsii ta biotekhnolohii: nauk. pr. / Ukr. t-vo henetykiv ta selektsioneriv im. M. I. Vavylava*; red. V. A. Kunakh et al. Kyiv: Lohos, 2007. Vol. 2. P. 46–48.
10. Nature of the influence of hydrothermal regime on the production process of winter wheat and ways to increase the adaptive potential / V. A. Vlasenko et al. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2006. Issue 93. P. 199–205.
11. Exploiting genotype × management interactions to increase rainfed crop production: a case study from south-eastern Australia / J. R. Hunt et al. *Journal of Experimental Botany*. 2021. Vol. 72. P. 5189–5207. DOI: 10.1093/jxb/erab250.
12. 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.
13. Košner J., Pánková K. Vernalisation Response of Some Winter Wheat Cultivars. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2002. Vol. 38. P. 97–103.
14. 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, issue 4. P. 1006–1011.
15. Mares D. J., Mrva K. Wheat grain preharvest sprouting and late maturity alpha-amylase. *Planta*. 2014. 240 (6). P. 1167–1178.
16. Murakami K., Iizumi T., Shimoda S. An improved crop calendar model for winter wheat incorporating vernalization and winter survival to project changes in phenology. *Environ. Res.: Food Syst.* 2024. Vol. 1. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1088/2976-601X/ad4609>.
17. Natural variation in autumn expression is the major adaptive determinant distinguishing Arabidopsis FLC haplotypes / J. Hepworth et al. *eLife*. 2020. Vol. 9. P. 1–30. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.57671>.
18. Prásil I. T., Prásilová P., Pánková K. Relationships among vernalization shoot apex development and frost tolerance in wheat. *Annals of Botany*. 2004. Vol. 94, no. 3. P. 413–418.

development and frost tolerance in wheat. *Annals of Botany*. 2004. Vol. 94, no. 3. P. 413–418.

19. Prášil I. T., Prášilová P., Pánková K. The relationship between vernalization requirement and frost tolerance in substitution lines of wheat. *Biologia Plantarum*. 2005. Vol. 49 (2). P. 195–200.

20. Seasonal shift in timing of vernalization as an adaptation to extreme winter / S. Duncan et al. *eLife*. 2015. 4. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.06620>.

21. Shimoda S., Terasawa Y., Nishio Z. Improving wheat productivity reveals an emerging yield gap associated with short-term change in atmospheric humidity. *Agric. For. Meteorol.* 2022. Vol. 312. Article id. 108710. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108710.

22. Speed vernalization to accelerate generation advance in winter cereal crops / J.-K. Cha et al. *Mol. Plant*. 2022. 15. P. 1300–1309.

23. Stability and plasticity of collection samples of durum spring wheat in the forest-steppe conditions of Ukraine / O. Demydov et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, no. 2. P. 83–88.

24. The extreme 2016 wheat yield failure in France / R. S. Nóia Júnior et al. *Glob. Change Biol.* 2023. Vol. 29, no. 11. P. 3130–3146.

25. Vernalisation and photoperiod responses of diverse wheat genotypes / M. T. Bloomfield et al. *Crop & Pasture Science*. 2023. 74 (5). P. 405–422. DOI: 10.1071/CP22213.

26. Vernalisation controls developmental responses of winter wheat under high ambient temperatures / L. E. Dixon et al. *Development*. 2019. Vol. 146, issue 3. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1242/dev.172684>.

27. Vernalization requirement duration in winter wheat is controlled by *TaVRN-A1* at the protein level / G. Li et al. *Plant J.* 2013. Vol. 76. P. 742–753. DOI: 10.1111/tpj.12326.

28. Vernalization studies with Pacific Northwest wheat / D. M. Baloch et al. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 1201–1208.

29. Vernalization: winter and the timing of flowering in plants / D. H. Kim et al. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 2009. Vol. 25. P. 277–299. DOI: 10.1146/annurev.cellbio.042308.113411.

30. Water and temperature stress define the optimal flowering period for wheat in south-eastern Australia / B. M. Flohr et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 209. P. 108–119. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.04.012.

31. Xu S., Chong K. Remembering winter through vernalisation. *Nat. Plants*. 2018. No. 4. P. 997–1009. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41477-018-0301-z>.

32. Yield and sowing qualities of winter bread wheat seeds depending on the preceding crops and sowing dates in the Forest-Steppe of Ukraine / A. Siroshstan et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, issue 2. P. 76–82.

19. Prášil I. T., Prášilová P., Pánková K. The relationship between vernalization requirement and frost tolerance in substitution lines of wheat. *Biologia Plantarum*. 2005. Vol. 49 (2). P. 195–200.

20. Seasonal shift in timing of vernalization as an adaptation to extreme winter / S. Duncan et al. *eLife*. 2015. 4. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.06620>.

21. Shimoda S., Terasawa Y., Nishio Z. Improving wheat productivity reveals an emerging yield gap associated with short-term change in atmospheric humidity. *Agric. For. Meteorol.* 2022. Vol. 312. Article id. 108710. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108710.

22. Speed vernalization to accelerate generation advance in winter cereal crops / J.-K. Cha et al. *Mol. Plant*. 2022. 15. P. 1300–1309.

23. Stability and plasticity of collection samples of durum spring wheat in the forest-steppe conditions of Ukraine / O. Demydov et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, no. 2. P. 83–88.

24. The extreme 2016 wheat yield failure in France / R. S. Nóia Júnior et al. *Glob. Change Biol.* 2023. Vol. 29, no. 11. P. 3130–3146.

25. Vernalisation and photoperiod responses of diverse wheat genotypes / M. T. Bloomfield et al. *Crop & Pasture Science*. 2023. 74 (5). P. 405–422. DOI: 10.1071/CP22213.

26. Vernalisation controls developmental responses of winter wheat under high ambient temperatures / L. E. Dixon et al. *Development*. 2019. Vol. 146, issue 3. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1242/dev.172684>.

27. Vernalization requirement duration in winter wheat is controlled by *TaVRN-A1* at the protein level / G. Li et al. *Plant J.* 2013. Vol. 76. P. 742–753. DOI: 10.1111/tpj.12326.

28. Vernalization studies with Pacific Northwest wheat / D. M. Baloch et al. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 1201–1208.

29. Vernalization: winter and the timing of flowering in plants / D. H. Kim et al. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 2009. Vol. 25. P. 277–299. DOI: 10.1146/annurev.cellbio.042308.113411.

30. Water and temperature stress define the optimal flowering period for wheat in south-eastern Australia / B. M. Flohr et al. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 209. P. 108–119. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.04.012.

31. Xu S., Chong K. Remembering winter through vernalisation. *Nat. Plants*. 2018. No. 4. P. 997–1009. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41477-018-0301-z>.

32. Yield and sowing qualities of winter bread wheat seeds depending on the preceding crops and sowing dates in the Forest-Steppe of Ukraine / A. Siroshstan et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, issue 2. P. 76–82.