УДК 633:11"324"+575.16 https://doi.org/10.7124/FEEO.v38.1816

ФЕДОРОВА В. Р.
ШВЕЦЬ І. О.
ФАЙТ В. І.✉
СТЕЛЬМАХ А. Ф.

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення,
Україна, 65036, м. Одеса, Овідіопольська дорога, 3
✉ *faygen@ukr.net*

УСПАДКУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ПОТРЕБИ В ЯРОВИЗАЦІЇ У ГІБРИДІВ ПШЕНИЦІ СОРТУ ІСТРА 1 З НОСІЯМИ РІЗНИХ *VRD* ГЕНІВ

Мета. Встановити генетичний контроль тривалості потреби у яровизації нетипового за темпами розвитку сорту пшениці Істра 1. ***Методи.*** Фенологічні спостереження, штучна яровизація при +2 °С, вирощування в умовах природного дня, однофакторний дисперсійний аналіз і метод χ^2. ***Результати.*** Оцінена тривалість потреби у яровизації сортів Істра 1 та Миронівська 808 і моногенно домінантних за генами *Vrd1* (Миронівська 808-*Vrd1*), *Vrd2* (Миронівська 808-*Vrd2*) і *Vrd3* (Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3*) ліній та визначені варіанти попередньої штучної яровизації для розподілу F_2 і BC_1 популяцій на фенотипові класи носіїв домінантних (рослини, що колосилися) і рецесивних (рослини, що не колосилися) алелей генів *Vrd*. ***Висновки.*** У гібридів F_1 доведено домінування меншої тривалості потреби у яровизації, що визначали за тривалістю періоду до колосіння. Результати аналізу F_2 і BC_1 популяцій свідчили про ідентичність генетичного контролю тривалості потреби у яровизації сортів Істра 1 і Миронівська 808 та наявності моногенних відмінностей щодо тривалості періоду до колосіння вказаних двох сортів за геном скоростиглості *per se*.

Ключові слова: пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.), гени *Eps* та *Vrd*, тривалість яровизації, колосіння.

Адаптація пшениці (*Triticum aestivum* L.) значно залежить від періоду цвітіння у конкретних умовах. Генотипи пшениці суттєво різняться за тривалістю періоду до колосіння (Bloomfield et al., 2023), що визначається різною реакцією рослин на температуру (яровизація) і тривалість дня (фотоперіодизм). Окрім генів яровизації (*Vrd)* і фотоперіоду (*Ppd-1*) у контролі тривалості періоду від сходів до колосіння в озимої пшениці беруть участь мінорні гени, які називаються генами раннього початку цвітіння *(Eps*), що регулюють циркадні ритми і сприйняття світла (Hyles et al., 2020). Ефекти системи генів *Eps* виявляють найменший вплив на різноманіття за датою колосіння. Ефективніша система генів *Ppd*, але система генів *Vrd* контролює найбільший розмах варіювання за темпами колосіння (Fayt et al., 2010). При цьому тривалість періоду від сходів до колосіння в озимих генотипів пшениці, як правило, скорочувалась сильніше при збільшенні тривалості яровизації, ніж при подовженні фотоперіоду (Bloomfield et al., 2023).

Тривалість потреби у яровизації окремих сортів озимої пшениці може коливатися від 15 до 60 діб (Pirych et al., 2021). Для сортів конкретного регіону характерна певна тривалість потреби в яровизації, що вказує на адаптивну цінність подібних генотипів для певних умов вирощування. Так, сучасним сортам одеської і миронівської селекції достатньо 30–40 діб яровизації для переходу до генеративного розвитку (Stelmakh and Fayt, 2015, Yurchenko et al., 2023), що суттєво менше порівняно з давніми високо адаптованими сортами типу Одеська 16 та Миронівська 808. Цей факт викликає обґрунтоване занепокоєння щодо можливого погіршення рівня стійкості сучасних сортів до негативних зимових температур. Тобто потребу в яровизації у пшениці можна розглядати як адаптивний механізм, що забезпечує затримку розвитку у зимовий і ранньовесняний періоди, захищаючи чутливу апікальну меристему від дії несприятливих

© 2026 Федорова В. Р., Швець І. О., Файт В. І., Стельмах А. Ф. This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

умов зимівлі (Xu and Chong, 2018) та затримуючи репродуктивні стадії росту на період, коли весною вже відсутні заморозки (Zheng et al., 2015).

Відмінності між сортами за тривалістю потреби в яровизації у пшениці озимої контролюються трьома генами *Vrd1, Vrd2* і *Vrd3* (від початкових літер англійських слів vernalization requirement duration) (Fayt, 2012) з різною експресивністю. Для рецесивного за генами *Vrd* генотипу притаманна тривалість потреби в яровизації від 50 до 60 діб, присутність домінантного *Vrd1* скорочує її до 25–35 діб, а *Vrd2* або *Vrd3* до 35–45 діб (Fayt et al., 2010). Відмінності за чутливістю до яровизації можуть бути модифіковані також впливом генів двох других генетичних систем: скоростиглості *per se* (Penrose et al., 1991) та / або генів *Ppd-1* (Pirych et al., 2018), що поряд з генами *Vrd* беруть участь у контролі відмінностей пшениці за темпами колосіння.

При вивченні колекції більш ніж 100 сортів пшениці м'якої озимої різних селекційних центрів України, країн Європи та Азії, колосіння яких у середньому за роки вивчення відмічали 9–26 травня (Fayt et al., 2011), був виділений зразок під назвою Істра 1, наданий відділом генетичних основ СГІ-НЦНС. Колосіння цього сорту у різні роки спостерігали на 25–40 днів пізніше по відношенню до всіх інших зразків колекції. Головною причиною такої затримки колосіння можуть бути особливості фізіологічних систем, що контролюють темпи розвитку сорту Істра 1 і присутності у його генотипі нових, невідомих алелів генів *Vrd, Ppd,* та / або *Eps*.

Мета даної роботи – встановити генетичний контроль тривалості потреби у яровизації нетипового за темпами розвитку сорту пшениці Істра 1.

Матеріали і методи

Як вихідний матеріал використовували сорти Істра 1, Миронівська 808 і майже ізогенні лінії останього сорту за геноми *Vrd1* (Миронівська 808-*Vrd1*) та *Vrd2* (Миронівська 808-*Vrd2*), а також аналог сорту Альбідум 114 з коротким періодом яровизації (Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3*), наданий у наше розпорядження Н. В. Булавкою (Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесло). Сорт Істра 1 створений методом міжродової гібридизації пшениці м'якої з двома видами пирію – сизого і подовженого з подальшими міжгібридними схрещуваннями і відбором. Сорт несе 42 хромосоми пшениці й 14 хромосом пирію та за геномною структурою є неповним пшенично-пирійним амфідиплоїдом (2n = 56). Рекурентний сорт Миронівська 808 є носієм тільки рецесивних алелів генів *Vrd*, лінія Миронівська 808-*Vrd1* – носій домінантного алеля гена *Vrd1*, а лінія Миронівська 808-*Vrd2* – домінантного алеля гена *Vrd2*, аналог Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3* – домінантного алеля гена *Vrd3* (Fayt, 2012).

Сорт Істра 1 у полі схрещували з генотипами: Миронівська 808, Миронівська 808-*Vrd1*, Миронівська 808-*Vrd2*, Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3* для отримання насіння F_1. Насіння F_1 висівали восени у полі для отримання насіння F_2. Паралельно деякі колоски окремих рослин кожного із чотирьох F_1 гібридів кастрували і запилювали пилком сорту Істра 1 для отримання насіння BC_1.

Насіння батьківських генотипів, гібридів F_1 і F_2 і BC_1 популяцій пророщували при кімнатній температурі протягом п'яти діб у рулонах з фільтрувального паперу. П'ятидобові паростки піддавали 60 та 70-добовій яровизації при t +2 °С у камері КНТ-1 при цілодобовому освітленні. Додатково п'ятидобові паростки F_2 популяцій яровизували протягом 40 діб. Після завершення яровизації паростки висаджували у посудини з ґрунтом об'ємом 5 л (по 10 паростків кожного зразка на посудину) 26–28 квітня для уникнення можливої додаткової яровизації та вирощували на вегетаційному майданчику за природної тривалості дня м. Одеси (від 13 год 52 хв до 15 год 46 хв). Під час вегетації при появі верхівки колосу центрального стебла реєстрували дати колосіння індивідуальних рослин, які потім трансформували у тривалість періоду до колосіння. Розподіл F_2 популяцій на фенотипові класи з низькою і високою тривалістю яровизації здійснювали на 90 добу після висадки яровизованих паростків (Fayt, 2012). Рослини, що виколосилися або знаходилися у фазі «вихід у трубку» на 90 добу вирощування після 60 або 40-добової яровизації були віднесені до носіїв генів *Vrd* у гомо- або гетерозиготному стані. Рослини, що за 90 діб вирощування не вийшли у трубку і залишились у фазі кущіння, є рецесивними генотипами за системою генів *Vrd*.

Статистичне опрацювання даних здійснювали за загально прийнятими методиками однофакторного дисперсійного аналізу і методу χ^2 з використанням пакету програм Microsoft Exel 2007. Для оцінки значущості фактору «генотип» на варіювання ознак при порівнянні

двох або більше вибірок використовували F-критерій Фішера. Вірогідність різниці між середніми значеннями визначали за допомогою найменшої істотної різниці (НІР). Відмінності при значенні $p < 0,05$ вважалися значущими.

Результати та обговорення

Співставлення тривалості періоду до колосіння (ТПК) після яровизації різної тривалості в умовах природного фотоперіоду дозволяє констатувати наявність у сорту Істра 1 не менш як 70 діб потреби в яровизації. Вказаний сорт колосився на 68,1 добу після 70-добової яровизації (табл. 1). Наступне збільшення тривалості яровизації до 80 діб призводило до скорочення ТПК до 74,7 доби. Водночас яровизація тривалістю 60 діб була замалою для колосіння рослин сорту Істра-1. Всі рослини у даному варіанті досліду до закінчення експерименту (1 серпня) перебували на стадії кущіння.

Сорт пшениці м'якої озимої Миронівська 808, що є носієм тільки рецесивних алелів генів *Vrd* колосився вже після яровизації тривалістю 50 діб на 74,8 добу. Також його розвиток значно прискорювався на 22,7 добі за 60-добової яровизації. Подовження яровизації до 70 діб сприяло прискоренню колосіння цього сорту всього на 1,3 доби. Тобто потреба у яровизації сорту Миронівська 808 складає 60 діб. Введення у генотип сорту Миронівська 808 домінантного алелю гена *Vrd1* або домінантного алелю гена *Vrd2* сприяло колосінню лінії Миронівська 808-*Vrd1* вже після 30 діб, а лінії Миронівська 808-*Vrd2*, як і лінії Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3* після 40 діб яровизації. Подальше збільшення тривалості яровизації до 40 діб для лінії Миронівська 808-*Vrd1* та 50 діб для ліній Миронівська 808-*Vrd2* та Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3* викликало суттєве скорочення ТПК ліній, у першому випадку на 36 діб, а другому та третьому на 8,1 та 11,2 діб, відповідно. Імовірно, потреба в яровизації лінії Миронівська 808-*Vrd1* складає дещо більше 30, але менше 40 діб, а ліній Миронівська 808-*Vrd2* та Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3* – дещо більше 40, але менше 50 діб. Виходячи з цього, у подальшому при вивченні наслідування тривалості потреби в яровизації гібридами F_1, F_2 і BC_1, отриманими від схрещення сорту Істра 1 з ідентифікованими за генами *Vrd* генотипами використовували два варіанти попередньої штучної яровизації протягом 60 і 70 діб з подальшим вирощуванням рослин в умовах природного фотоперіоду. Варіант яровизації 60 діб дозволяє провести диференціацію окремих рослин F_2 і BC_1 на носіїв домінантних або рецесивних алелів генів *Vrd* «класичного» пшеничного типу (рослини, що виколосились) і носіїв гена від сорту Істра 1, що подовжує тривалість потреби в яровизації до 70 діб (рослини , що не виколосились). Попередня 70-добова яровизація зелених паростків нівелює відмінності між сортами Миронівська 808 та Істра 1 і сприяє виявленню різноманіття за системою генів скоростиглості *per se*. При аналізі F_2 популяцій використовували додатково, як контроль, варіант яровизації 40 діб, який дозволяє виявити серед окремих рослин F_2 носіїв домінантних алелів генів *Vrd1*, або *Vrd2*, або *Vrd3* у гомо- чи гетерозиготному стані при моно-, ди- чи тригеннодомінантному контролі ознаки «тривалість потреби в яровизації» у тестованому генотипі. Для носіїв лише рецесивних алелів *vrd1 vrd2 vrd3* «класичного» пшеничного типу і носіїв гену від сорту Істра 1 тривалість яровизації 40 діб очевидно недостатня для переходу рослин до генеративного розвитку.

Таблиця 1. Тривалість періоду до колосіння сорту Істра 1 та ліній-носіїв генів *Vrd* після 30–80 діб яровизації, діб

Генотип	Тривалість яровизації, діб						
	80	70	60	50	40	30	$НІР_{0,05}$
Істра 1	68,1	75,7	н/к	–	–	–	2,2
Миронівська 808	48,1	50,8	52,1	74,8	н/к	–	2,4
Миронівська 808-*Vrd1*	–*	45,1	52,7	53,5	54,1	77,0	1,6
Миронівська 808-*Vrd2*	–	49,0	50,0	50,4	58,5	н/к	1,2
Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3*	–	42,0	42,3	44,1	55,3	н/к	1,1

Примітки: *– даний варіант досліду не вивчали; ** н/к – рослини в даному варіанті не колосились.

При схрещуванні сорту Істра 1 з ідентифікованими за генами *Vrd* генотипами у F_1 домінує менша ТПК (табл. 2) як при 60-, так і 70-добової штучної яровизації при вирощуванні рослин на природному дні. ТПК гібридів F_1 значно менше ніж у сорту Істра 1, але суттєво більше такої другого батька, сорту Миронівська 808 і домінантних за генами *Vrd1* або *Vrd2*, або *Vrd3* ліній. Отже, можна зробити висновок, що сорт Істра 1 має рецесивні алелі генів *Eps* (варіант 70 діб яровизації) та / або *Vrd* (варіант 60 діб яровизації), які затримують його розвиток.

У варіанті 40-добової попередньої яровизації, як і очікували, всі рослини F_2 популяції Істра 1, Миронівська 808 перебували у фазі кущіння до завершення експерименту (табл. 3). Заразом у трьох інших комбінаціях схрещування сорту Істра 1 з моногенно домінантними лініями Миронівська 808-*Vrd1* чи Миронівська 808-*Vrd2* або Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3* виявлено розщеплення на рослини, що виколосились і не виколосились, яке достовірно відповідає 3 : 1. Сорт Істра 1 різниться від лінії Миронівська 808-*Vrd1*, Миронівська 808-*Vrd2* й Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3* одним геном *Vrd* і у варіанті досліду при 60 добовій яровизації. Разом з тим за даної тривалості яровизації сорт Істра 1 відрізняється також від сорту Миронівська 808 одним геном, що контролює відмінності вказаних двох сортів за тривалістю потреби в яровизації. Оскільки сорт Істра 1 не колосився після 60 діб яровизації, а розщеплення на рослини, що колосилися і не колосилися відповідає 3 : 1, то можна допустити, що це розщеплення може бути обумовлено відмінностями за генами *Vrd*. Моногенні відмінності цих двох сортів після 60-добової яровизації підтверджені також при аналізі BC_1.

Підводячи підсумки аналізу розщеплення на рослини, що виколосились і не виколосились популяції F_2 та BC_1 після 60-добової яровизації, необхідно звернути увагу на співпадіння співвідношення розщеплення при схрещуванні сорту Істра 1 з носіями різних генів *Vrd*. Моногенні відмінності при схрещуванні сорту Істра 1 з лініями Миронівська 808-*Vrd1*, Миронівська 808-*Vrd2* й Альбідум 114 КПЯ–*Vrd3* обумовлені присутністю у генотипі кожної із них одного домінантного гена *Vrd1* чи *Vrd2*, чи *Vrd3*, відповідно, які не алельні один одному (Fayt, 2012).

Таблиця 2. Тривалість періоду до колосіння гібридів F_1 після 70- і 60-добової яровизації в умовах природного дня порівняно з батьківськими генотипами, діб

Комбінація схрещування	P_1	F_1	P_2	F_1-P_2
70-добова яровизація та природний день (гени *Eps*)				
Істра 1/Миронівська 808	75,8 ± 1,23	57,2 ± 1,12	50,8 ± 0,82	6,4 ± 1,39*
Істра 1/Миронівська 808-*Vrd2*	75,8 ± 1,23	54,8 ± 0,87	49,0 ± 0,56	5,8 ± 1,03*
Істра 1/Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3*	75,8 ± 1,23	52,6 ± 0,60	41,6 ± 0,44	11,0 ± 0,74*
60-добова яровизація та природний день (гени *Vrd*)				
Істра 1/Миронівська 808	н/к**	59,8 ± 2,23	52,4 ± 1,33	7,4 ± 2,60*
Істра 1/Миронівська 808-*Vrd1*	н/к	57,7 ± 1,02	53,0 ± 0,55	4,7 ± 1,16*
Істра 1/Миронівська 808-*Vrd2*	н/к	65,4 ± 0,82	49,0 ± 1,01	16,4 ± 1,30*
Истра 1/Альбідум 114 КПЯ-*Vrd3*	н/к	58,9 ± 1,94	47,2 ± 1,12	11,7 ± 2,24*

Примітки: * – відмінності достовірні при $p \leq 0,05$; ** н/к – рослини не колосились.

Таблиця 3. Співвідношення розщеплення на рослини, що колосилися та не колосилися, в F_2 та BC_1 популяціях після 70, 60 і 40 діб яровизації в умовах природного дня

Комбінація	F_2			BC_1
схрещування	40	60	70	60
Істра 1/Миронівська 808	0 : 190	258 : 89[1]	141 : 44[1]	17 : 52[2]
Істра 1/Миронівська 808-*Vrd1*	262 : 90[1]	206 : 66[1]	-	-
Істра 1/Миронівська 808-*Vrd2*	137 : 57[1]	346 : 131[1]	-	37 : 42[3]
Істра 1/Альбідум 114 КПЯ	162 : 56[1]	197 : 55[1]	-	5 : 15[2]

Примітки: [1] – $\chi^2_{3:1} < 3,84$ при $p = 0,05$ для $df=1$; [2] – $\chi^2_{1:3} < 3,84$ при $p = 0,05$ для $df = 1$; [3] – $\chi^2_{1:1} < 3,84$ при $p = 0,05$ для $df = 1$.

Отже, у генотипі сорту Істра 1 присутні лише рецесивні алелі генів *Vrd*. Паралельно сорт Істра 1 відрізняється одним геном і від сорту Миронівська 808, який також є носієм лише рецесивних алелів вказаних генів. Скоріш за все, відмінності поміж двох даних сортів обумовлені одним геном скоростиглості *per se* (гени *Eps*), котрий впливає на тривалість періоду до колосіння незалежно від умов проведення досліду. Про це свідчать моногенні відмінності між рослинами, що рано та пізно колосяться між сортами Істра 1 і Миронівська 808 у варіанті досліду при 70-добовій попередній яровизації. Саме за такої тривалості яровизації під час вирощування рослин на природному дні виявляються відмінності за системою генів скоростиглості *per se* (гени *Eps*).

Висновки

При схрещуванні сорту Істра 1 з ідентифікованими носіями домінантних або рецесивних алелів генів *Vrd* у гібридів F_1 домінує менша тривалість потреби в яровизації, що визначається за тривалістю періоду до колосіння, а у F_2 і BC_1 виявлені моногенні відмінності на рослини, що виколосились і не виколосились після 60-добової яровизації. Сорт Істра 1, як і сорт Миронівська 808 є носієм тільки рецесивних алелів всіх трьох генів *Vrd* та різниться від останнього одним геном скоростиглості *per se* (гени *Eps*).

Інформація про фінансову підтримку, подяки: відсутня.

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Список використаних джерел

1. Bloomfield M., Celestina C., Hunt J., Huth N., Zheng B., Brown H., Zhao Z., Wang E., Stefanova K., Hyles J., Rathjen T., Trevaskis B. Vernalisation and photoperiod responses of diverse wheat genotypes. *Crop and Pasture Science*. 2023. Vol. 74 (5). P. 1–18. https://doi.org/10.1071/CP22213.
2. Fayt V. I. Identification of winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) gene pool for the genes of vernalization requirement duration (*Vrd*). *Genetičnì resursi roslin.* 2012. Vol. 10 (11). P. 212–219. [in Ukrainian]
3. Fayt V. I., Balashova I. A., Sivolap Yu. M. Mapping of QTL associated with heading time in winter wheat. *Cytology and Genetics.* 2011. Vol. 45 (5). P. 298–302. https://doi.org/10.3103/S0095452711050045.
4. Fayt V. I., Stelmakh A. F., Motsny I. I., Lamari N. P. Genetic system of adaptivity and widening the diversity in winter wheat**.** *Zbirnyk naukovykh prats SHI – NTsNS.* Odesa, 2010. Vol. 16 (56). P. 118–130. [in Ukrainian]
5. Hyles J., Bloomfield M. T., Hunt J. R., Trethowan R. M., Trevaskis B. Phenology and related traits for wheat adaptation. *Heredity*. 2020. Vol. 125. P. 417–430. https://doi.org/10.1038/s41437-020-0320-1.
6. Penrose L. D. J., Martin R. H., Landers C. F. Measurement of response to vernalization in Australian wheats with winter habit. *Euphytica.* 1991. Vol. 57 (1). P. 9–17. https://doi.org/10.1007/BF00040473.
7. Pirych A. V., Yurchenko T. V., Hudzenko V. M., Demydov O. A., Kovalyshyna H. M., Humeniuk O. V., Kyrylenko V. V. Features of modern winter wheat varieties in terms of winter hardiness components under conditions of the Ukrainian Forest - Steppe. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2021. Vol. 12 (1). P. 153–159. https://doi.org/10.15421/022123.
8. Pirych A. V., Bulavka N. V., Kovalyshyna H. M. Genes controlling the duration of the vernalization period in the winter wheat variety MIP Valensiia. *Mironivskiy visnik*. 2018. Vol. 6. P. 77–89. https://doi.org/10.31073/mvis201806-06. [in Ukrainian]
9. Stelmakh A. F., Fayt V. I. Systems of initial development control in modern cereal breeding specimens at PBGI-NCSCI. *Factors in experimental evolution of organisms*. 2015. Vol. 16. P. 156–160. [in Ukrainian]
10. Xu S., Chong K. Remembering winter through vernalization. *Nature Plants*. 2018. Vol. 4. P. 997–1009. https://doi.org/10.1038/s41477-018-0301-z.
11. Yurchenko T., Demydov O., Pykalo S., Kharchenko M. Determination of vernalization requirement and photoperiod sensitivity of the newly created varieties of winter wheat in Right-Bank Ukrainian Forest-Steppe. *Environmental Sciences*. 2023, Vol. 2 (47). P. 125–129. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.2-47.20. [in Ukrainian]
12. Zheng B., Chapman S. C., Christopher J. T., Frederiks T. M., Chenu K. Frost Trends and their Estimated Impact on Yield in the Australian Wheatbelt. *Journal of Experimental Botany*. 2015. Vol. 66 (12). P. 3611–3623. https://doi.org/10.1093/jxb/erv163.

FEDOROVA V. R., SHVETS I. O., FAIT V. I., STELMAKH A. F.
Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigations,
Ukraine, 650363, Odesa, Ovidiopolska road, 3

INHERITANCE OF THE VERNALIZATION REQUIREMENT DURATION IN WHEAT HYBRIDS OF THE ISTRA 1 VARIETY CARRIERS OF DIFFERENT *VRD* GENES

Aim. To establish genetic control of the vernalization requirement duration of the atypical wheat variety Istra 1 in terms of development rates. ***Methods.*** Phenological observations, artificial vernalization at +2 °C, cultivation under natural day conditions, one-factor analysis of variance and the χ^2 method. ***Results.*** The duration of the need for vernalization of the varieties Istra 1 and Mironivska 808 and monogenically dominant *Vrd1* (808-*Vrd1*), *Vrd2* (Mironivska 808-*Vrd2*) and *Vrd3* (Albidum 114 KPY-*Vrd3*) lines was estimated and options for preliminary artificial vernalization were

determined for the division of F_2 and BC_1 populations into phenotypic classes of carriers of dominant (plants that eared) and recessive (plants that did not eared) alleles of the *Vrd* gene. ***Conclusions.*** In F_1 hybrids, the dominance of a shorter duration of vernalization requirement, which was determined by the duration of the period before earing, was proven. The results of the analysis of F_2 and BC_1 populations indicated the identity of the genetic control of the duration of the vernalization requirement of the varieties Istra 1 and Mironivska 808 and the presence of monogenic differences in the duration of the period before earing of the two varieties according to the earliness gene per se.
Keywords: bread wheat (*Triticum aestivum* L.), *Eps* and *Vrd* genes, duration of vernalization, heading.

Надходження статті: 27 лютого 2026 р.
Прийняття до друку після рецензування: 6 квітня 2026 р.
Публікація: 30 червня 2026 р.