

УДК [633.111+16:"324"]58.032.2+631.53.027.32

## ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ СЕЗОНУ НА РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ФІЗІОЛОГО-ГЕНЕТИЧНИХ СИСТЕМ ТЕМПІВ ПОЧАТКОВОГО РОЗВИТКУ ПШЕНИЦІ

© 2021 р. А. Ф. Стельмах, В. І. Файт

Селекційно-генетичний інститут  
– Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення  
(Одеса, Україна)

Охарактеризовано вплив температурного режиму на оцінки тривалості яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості зразків озимої пшениці м'якої при вирощуванні у різні роки в умовах вегетаційного майданчика 5-добових зелених проростків після темпоральної яровизації при штучно скороченому до 10 годин і природному дні. Показано, що за умов незвичайно зниженої природної температури в першій половині вегетативного розвитку рослин до стадії кушіння та різкого її підвищення у другій від стадії кушіння до колосіння відбувалося значне зменшення відмінностей між варіантами з менш тривалими термінами яровизації і так само суттєве зменшення виявлених рівнів фотоперіодичної чутливості: збільшення затримки розвитку, перш за все, у скоростиглих генотипів, і часткова її компенсація прискоренням розвитку у другій половині для пізньостиглих, хоча ранжування зразків практично не змінилося. Використання у дослідженнях з оцінки сортів та ліній за тривалістю яровизаційної потреби та фотоперіодичною чутливістю контрольних зразків, що охоплюють можливий розмах вказаних реакцій у пшениці, дозволяє коректно порівнювати результати оцінок різних або однакових зразків за вказаними параметрами у різних екологічних умовах і навіть різними методами.

**Ключові слова:** *Triticum aestivum*, озима пшениця м'яка, потреба в яровизації, фотоперіодична чутливість

**DOI:** <https://doi.org/10.35550/vbio2021.02.071>

Фотоперіодична чутливість (ФПЧ) та тривалість потреби в яровизації (ТПЯ) значною мірою визначають рівень адаптації рослинного організму до конкретних умов вирощування (Kamran et al., 2014). Відмінності генотипів пшениці за ФПЧ і ТПЯ починають виявлятися уже на початкових етапах розвитку рослини. Більш чутливі до зміни тривалості дня рослини у фазі від сходів до виходу в трубку і значно менше у фазах від виходу в трубку до утворення пиляків (Whitechurch, Slafer, 2001). Різноманіття за реакцією на яровизацію впливає на темпи формування квіткових примордіїв (Snape, 2001). Через тривалість певних етапів органогенезу відмінності за ФПЧ та ТПЯ прямо впливають на відмінності генотипів за морозостійкі-

стю (Prasil et al., 2004), зимостійкістю (Gorash et al., 2017), часом колосіння (Есимбекова, 2014) та урожаєм і його складовими (Worland et al., 1998; Tas, Celik, 2008).

Вказані факти свідчать про важливу роль фотоперіодичної чутливості й реакції на яровизацію у визначенні відмінностей за адаптивністю і продуктивністю генотипів пшениці. Отже, знання реакції яровизації і ФПЧ необхідні для характеристики створюваних сортів та прогнозування можливого ареалу вирощування сорту, стійкості до стресових впливів і в кінцевому результаті урожайності за конкретних умов вирощування.

Для оцінки величин показників ТПЯ і ФПЧ пшениць використовуються неоднакові методики, що розрізняються особливостями попередньої яровизації: проросле зерно (Сіроштан та ін., 2016) або зелені проростки (Стельмах, Файт, 2019), режими температури, напри-

Адреса для кореспонденції: Адольф Фомич Стельмах,  
Селекційно-генетичний інститут–НЦНС, Овідіопольська  
дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна;  
e-mail: stegen@ukr.net

клад, +1°C (Булавка, 2010) або +2°C (Потокина и др., 2012) і навіть +3°C (Ригин и др., 2012) та тривалості освітлення під час яровизації (12 годин (Стельмах, Файт, 2019) або цілодобово (Файт, Мартинюк, 2002) та ін. Крім того, наступне вирощування дослідного матеріалу здійснюються в неоднакових фотоперіодичних режимах. Так, тривалість скороченого дня у різних авторів дорівнює від 8 до 12 годин (Вражнов и др., 2012; Пирич та ін., 2019; Стельмах, Файт, 2019; Жмурко, 2020). Тривалість дня в умовах подовженого фотоперіоду в штучних умовах дорівнює 16 або 18 годин (Pérez-Gianmarco et al., 2019; Жмурко, 2020), а при проведенні досліджень в польових умовах (Вражнов и др., 2012) або на вегетаційному майданчику (Пирич та ін., 2019; Стельмах, Файт, 2019) визначається тривалістю світлого дня на широті міста проведення досліджень. Оскільки вирощування дослідного матеріалу після яровизації здійснюються в умовах природного дня, то відповідно і за різних температурних умов.

Усі ці чинники істотно впливають на величину досліджуваних параметрів. У такому разі немає можливості оцінити, які величини можна віднести до тривалої або короткої ТПЯ, сильної або слабкої ФПЧ, і тому отримані різними методиками оцінки навіть одного й того зразка не можна порівнювати. І навіть один і той же дослідник у різні роки, оцінюючі різні набори зразків, не уникає впливу на величину виявлених параметрів відмінностей природних температурно-світлових умов сезону вирощування після яровизації (Булавка, 2010; Пирич та ін., 2019).

У зв'язку з вищевикладеним, мета даної роботи полягала у дослідженні впливу температурного режиму вирощування на оцінки тривалості яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості зразків озимої пшениці м'якої в різні роки.

## МЕТОДИКА

Для дослідів використовували насіння сортів і майже ізогенних та заміщених ліній з ідентифікованими генами *Vrd* і *Ppd*, що контролюють різноманіття за ТПЯ і ФПЧ. Цей контрольний набір включає 7 генотипів: повністю рецесивний щодо обох вказаних генетичних систем сорт Миронівська 808 (М рецесив), його ізогенні лінії за *Vrd 1*, *Vrd 2*, *Ppd-A1a* алелями (М *Vrd 1*, М *Vrd 2*, М *Ppd-A1a*, відповідно), ідентифікований за домінантним алелем *Vrd 3* аналог сорту сорту Альбідум 114 зі скороченою

потребою в яровизації (А *Vrd 3*) та генно заміщені лінії *Ciano Ppd-D1a* (С *Ppd-D1a*) і *Cappelle Desprez Ppd-B1c* (CD *Ppd-B1c*). Вказані зразки охоплюють увесь розмах різноманіття озимої пшениці м'якої за тривалістю потреби в яровизації (30-60 діб) і фотоперіодичної чутливості (від слабкої до сильної).

Методика роботи потребує детального опису, оскільки у різних авторів вона може відрізнятися деякими деталями. Головним принципом для оцінки ТПЯ завжди є реєстрація дат колосіння попередньо штучно прояровизованих в різних варіантах тривалості проростків після висадки їх для вирощування на різних фотоперіодах (оцінка ФПЧ). Ми одночасну висадку різних варіантів плануємо наприкінці квітня, коли природна температура, як правило, перевищує яровизаційний ефект (звичайно вища від 15°C). Від цієї дати відраховуються назад заплановані кількості діб яровизації для варіантів різної тривалості (це будуть дати перенесення проростків у камеру для яровизації за температури 1-2°C, освітлення 12 год). Від кожної з цих дат відраховуються кількість діб, необхідних для отримання 5-денних зелених проростків у паперових рулонах (звичайно близько 8 діб для початку проростання в термостаті при 25°C, після чого вони виставляються на світло). І це будуть дати замочування підготовлених рулонів з сухим насінням зразків (на папері для рулонів попередньо помічені номери зразків і проіндексовані варіанти тривалості яровизації – 35-45-55 діб). Варіант максимальної яровизації повторюється двічі для наступного вирощування при природному (ПД) і скороченому дні (СД). Штучне скорочення тривалості дня (до 10 год) досягається шляхом закривання посудин з рослинами темними кабінами з вентиляцією з 17.00 вечора до 7.00 ранку. Природна тривалість дня після висадки рослин на широті м. Одеси складає 15-16 годин.

Для кожного зразка в кожному варіанті готували по два рулони (мінімум 15 повноцінних насінин, щоб отримати не менше 10 проростків) для майбутньої статистичної обробки з наявністю повторень.

Висадку здійснювали по 10 проростків у 5-літрові посудини з ґрунтом, протягом вегетації виконували всі необхідні заходи щодо поливу, підживлення та боротьби зі шкідниками і хворобами. Під час колосіння фіксували дату появи верхівки колоса на головному стеблі кожної рослини, яку надалі трансформували в кількість діб від висадки до колосіння. Ці дані обробляли дисперсійним методом (Рокицкий,

## ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ СЕЗОНУ

**Таблиця 1. Розмах величин параметрів (кількість днів), що були оцінені в 2014-2019 рр.**  
[Table 1. The range of parameter values at evaluation in 2014-2019 years]

Зразок [Variant]	Базова скоростиглість [Basic early maturity]	Тривалість яровизації [Duration of vernalization]	Чутливість до фотоперіоду [Sensitivity to photoperiod]
М рецесив / recessive	47,0-59,9	60	Ф5
М <i>Vrd 1</i>	47,0-55,0	45-50	Ф5
М <i>Vrd 2</i>	47,2-55,1	50-55	Ф5
А <i>Vrd 3</i>	42,8-50,6	50-55	Ф4-Ф5
С <i>Ppd-D1a</i>	41,1-45,8	45	Ф1-Ф2
CD <i>Ppd-B1c</i>	39,7-45,6	30-35	Ф2-Ф3
М <i>Ppd-A1a</i>	42,7-49,2	50-55	Ф3-Ф4

1973). ТПЯ зразка визначали порівнянням середньої дати його колосіння у двох суміжних варіантах тривалості яровизації, коли затримка колосіння виявлялася вже несуттєвою. Різниця між середніми датами колосіння зразка після максимальної яровизації при вирощуванні на СД і ПД показує рівень його ФПЧ. Базова скоростиглість характеризує кількість днів до колосіння зразка після висадки проростків з варіанта максимальної яровизації при вирощуванні на ПД.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Починаючи з 2002 року, у відділі генетики СГІ-НЦНС проводиться оцінка колекційних і селекційних зразків озимої пшениці м'якої за ТПЯ та ФПЧ. Для порівняння різних зразків при оцінці в різні роки, кожного сезону використовували один і той же контрольний набір генотипів з ідентифікованими генами *Vrd* і *Ppd*, що наведений вище у розділі «Методика».

Спочатку обговоримо результати оцінок досліджуваних параметрів у попередні більш типові за умовами роки, з якими будуть порівнюватися аналогічні оцінки сезону 2020 року. Ці результати наведені в табл. 1 як ліміти (розмах величин «від-до») за період 2014-2019 років, коли природний режим температури після висадки вже перевищував яровизаційний поріг та без різких змін поступово наростав протягом вегетації.

З величин базової скоростиглості можна бачити, що за роками вони розрізнялися не менш ніж на 4 доби для більш скоростиглих зразків, і ця різниця була ще суттєвішою для більш пізньостиглих. Такі різниці були зумовлені тільки відмінностями середньої температури окремих сезонів, що прискорювали або затримували загальний розвиток до колосіння після висадки проростків з варіанта 55-добової яровизації при вирощуванні на ПД. Але кожного сезону ранги між зразками зберігалися.

Оцінені параметри ТПЯ не відрізнялися між сезонами більш ніж на 5 днів при збереженні ранжування зразків в межах кожного сезону, що також не суперечило причині, вказаній у попередньому абзаці. ТПЯ завжди була максимальною (60 днів) у зразка М рецесив, присутність домінантного алеля *Vrd1* значно скорочувала її величину, а ефект інших алелів цього гена був меншим. Скорочення даного параметра у зразків з домінантними алелями *Ppd-1* генів, з одного боку, характеризувало особливості генотипу різних сортів, а з іншого, свідчило і про взаємодію продуктів генів цієї *Ppd* системи з ефектами *Vrd* генів. На це вказують результати вивчення майже ізогенної лінії М *Ppd-A1a*, у якої всі *vrd* гени представлені рецесивними алелями, як і у вихідного сорту М рецесив.

Перед обговоренням останнього стовпчика табл. 1 пояснимо, що означають величини рангів Ф1-Ф5. Оскільки в усі роки різниці дат колосіння між варіантами вирощування на СФ і ПФ після максимальної яровизації для різних зразків варіювали від 5 до 30 днів, ми умовно розподілили такий розмах на 5 рангів ФПЧ від слабкої до сильної: (>5-10) – слабка Ф1, (>10-15) – середньо-слабка Ф2, (>15-20) – середня Ф3, (>20-25) – середньо-сильна Ф4 та (>25-30) – сильна Ф5. Тобто за роками для окремого зразка ФПЧ відрізнялася не більше ніж на 5 днів внаслідок вище наведеної причини. Вона більше скорочувалася у носія домінантного гена *Ppd-D1a* і менше у носія *Ppd-A1a*, через ефект післядії біохімічних продуктів генів *Vrd*. Кожного року постійно зберігався порядок ранжування зразків за силою ФПЧ тощо.

Температури вегетаційного періоду 2020 року істотно відрізнялися від попередніх років. Так, травень був значно прохолоднішим ніж звичайно (вночі температура часто знижувалася навіть до +6 - +8°C, що частково сприяло подальшій яровизації рослин), а протягом дня лише іноді перевищувала +20°C. Зате в червні-липні

**Таблиця 2. Середня кількість днів до колосіння після висадки контрольних зразків за варіантами досліду, 2020 р.**  
**[Table 2. Average number of days to heading after control stocks planting in various experimental variants, 2020]**

Зразок [Variant]	Тривалість яровизації та фотоперіоду [Duration of vernalization and photoperiod]			
	35 (природний день / natural day)	45 (природний день / natural day)	55 (природний день / natural day)	55 (скорочений день / shortened day)
М рецесив / recessive	>65,0	58,1	54,6	73,3
М Vrd 1	58,7	54,9	54,1	70,2
М Vrd 2	>62,0	55,1	52,0	69,9
А Vrd 3	56,6	52,4	49,2	65,3
С Ppd-D1a	55,0	51,9	48,1	54,7
CD Ppd-B1c	52,9	50,2	48,5	57,0
М Ppd-A1a	56,8	51,2	49,4	60,8
НІР/LSD <sub>0,05</sub>	0,31	0,26	0,22	0,34

різко потеплішало, нічна температура часто перевищувала +25°C, а протягом дня навіть +35°C. Це суттєво впливало на середні дати (або кількість днів до) колосіння конкретних зразків в окремих варіантах досліду: більша затримка, перш за все, у скоростиглих і часткова її компенсація прискоренням розвитку у другій половині для пізньостиглих. Такий ефект не міг не відбитися на результатах оцінок наших параметрів. Результати обліку вказаних дат наведені в табл. 2.

Безумовно, найраніше колосіння кожного зразка спостерігалось у варіанті вирощування на ПД після максимальної яровизації, що і характеризувало його базову скоростиглість. Цього сезону вона мало відрізнялась від такої у попередні сезони для більш пізніх зразків, оскільки їхня часткова затримка розвитку зниженими температурами на початку компенсувалась додатковою яровизацією. А для більш ранніх зразків яровизація вже була завершена і тому лише знижені температури відіграли роль у затримки колосіння. Через це загальний розмах базової скоростиглості в даному наборі зразків виявився меншим цього сезону ніж у попередні роки.

Факти колосіння зразків навіть у варіанті з коротшою яровизацією не вказують на оптимальну її тривалість, якою вона вважається лише тоді, коли її подовження вже не впливає істотно на прискорення колосіння. Суттєвість такого впливу можна передбачити з аналізу величин помилок середніх величин на основі обробленого значення НІР<sub>0,05</sub>. Для кожного з варіантів досліду вони зростали частково зі збільшенням величин середніх показників, оскільки

варіація всередині кожного ряду залежить від величини середньої (Стельмах, 1974). Вказані в табл. 2 значення НІР<sub>0,05</sub> характеризують відмінності середніх між зразками в межах кожного варіанта окремо.

Як же визначити суттєвість відмінностей між варіантами, інтервал між якими складає 10 днів? Припустимо, оптимальна ТПЯ дорівнює  $x$  днів, тоді різниця в темпах колосіння варіантів  $(x-1) - (x+1)$  має бути суттєвою, якщо вона перевищує величину  $2\text{НІР}_{0,05}$ , у нашому випадку не менше 0,48 або дещо більше. І це для інтервалу яровизації у 2 доби, а для інтервалу між варіантами у 10 днів ця величина у 5 разів більша (близько 2,5). Саме за такої відмінності середніх дат колосіння між двома суміжними нашими варіантами оптимальна ТПЯ конкретного зразка знаходиться саме посередині даних варіантів. Коли відмінності між суміжними варіантами менші від 1,67, то оптимальна ТПЯ розташовується ближче до варіанта тривалішої яровизації. А за величини відмінностей більше від 3,34 вона стає ближчою до варіанта коротшої яровизації. І, загалом, відмінності більше 5 днів вказують на те, що оптимальна ТПЯ виходить за межі інтервалу між даними варіантами.

Що стосується ФПЧ, то пряме порівняння варіантів вирощування на СД і ПД після максимальної яровизації дає її величини для кожного зразка. Тому їхнє значення НІР<sub>0,05</sub> має дорівнювати середній величині для цих варіантів (у нашому випадку 0,27). Саме на основі наведених міркувань були обчислені досліджувані параметри для даного набору при їх оцінці у 2020 році (табл. 3). Виявлена величина ТПЯ у більшості зразків скоротилася цього сезону

## ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ СЕЗОНУ

**Таблиця 3. Величини оцінених параметрів, 2020 рік (діб)**  
**[Table 3. Values of investigated parameters, 2020 year (days)]**

Зразок [Variant]	Базова скоростиг- лість [Basic early maturi- ty]	Тривалість яро- визації [Duration of ver- nalization]	Чутливість до фо- топеріоду [Photoperiod sensi- tivity]	Теоретична чут- ливість [Theoretical sensi- tivity]*
М рецесив / recessive	54,6	50-55	Ф3	Ф5*
М Vrd 1	54,1	45	Ф3	Ф5*
М Vrd 2	52,0	50	Ф3	Ф5*
А Vrd 3	49,2	45-50	Ф3	Ф4*
С Ppd-D1a	48,1	40	Ф1	Ф1*
CD Ppd-B1c	48,5	30-35	Ф1	Ф2*
М Ppd-A1a	49,4	45	Ф2	Ф3*

**Примітка:** \* - градація рангів фактора, що відповідає розмаху ФПЧ.

[**Note:** \* - gradation of factor ranks corresponding to photoperiodic sensitivity].

практично на 5 діб, ймовірно через зніжені (яровизуючі) температури на початку вегетації. Проте цей ефект суттєво не вплинув на відносне ранжування зразків за величинами порівняно з минулими сезонами.

У той же час показники рангів ФПЧ, обчислених на основі вище вказаних градацій, у 2020 році істотно зменшилися, як наслідок затримки колосіння у варіанті вирощування на ПД і наступного прискорення його підвищеними температурами у більш пізнього варіанта вирощування на СД. І тому відносне ранжування зразків не відповідає такому в попередні сезони. Річ у тім, що в попередні сезони розподіл рівнів ФПЧ на 5Ф рангів здійснювався в межах варіації від 5 до 30 діб, а цього сезону виявлені величини цих рівнів варіювали в межах інтервалу від 5 до 20 діб. Саме через скорочення даного інтервалу градації фактора ФПЧ за силою теж повинні бути меншими, у даному випадку 3 доби (не 5). Тоді слабкий Ф1\* рівень ФПЧ буде охоплювати розмах (>5-8) діб, а середньо-слабкий Ф2\* - (>8-11) діб, середній Ф3\* - (>11-14) діб, середньо-сильний Ф4\* - (>14-17) діб та сильний Ф5\* - (>17-20) діб. Така градація цілком охоплює весь виявлений розмах варіації і повністю відповідає розподілу ФПЧ за силою більш широкому її розмаху.

Як можна бачити з табл. 3, використання такої градації рангів ФПЧ за її силою у 2020 році повністю відповідало ранжуванню тих же самих зразків контрольного набору в попередні роки. Це свідчить про можливість зіставляти дані оцінок ФПЧ будь-якого набору зразків, отримані навіть у нетипові роки, з оцінками різних років інших наборів при обов'язковому використанні контрольного набору.

Отже, використання контрольного набору зразків, що охоплює весь можливий розмах варіації пшениці за ТПЯ (від короткої до тривалої) та за ФПЧ (від слабкої до сильної), дозволяє за будь-якої методики та будь-яких умов коректно ранжувати будь-який набір зразків за величиною (або ступенем сили) досліджуваних параметрів. Лише в такому разі можливо зіставляти величини оцінок ТПЯ та ФПЧ різних або однакових зразків від різних авторів, що використовують неоднакові методики та працюють у своїх екологічних умовах.

### ЛІТЕРАТУРА

- Булавка Н.В. 2010. Яровизаційна потреба та фотоперіодична чутливість сортів озимої м'якої пшениці селекції МП. Агробіологія. 2 (60) : 12-16.
- Вражнов А.В., Кошкин В.А., Ригин Б.В., Потокина Е.К., Тюнин В.А., Шрейдер Е.Р., Алексеева Е.А., Матвиенко И.И., Пыженкова З.С. 2012. Экологическое испытание ультраскороспелых форм мягкой пшеницы в условиях разного фотопериода. Докл. РАСХН. 2 : 3-8.
- Есимбекова М.А. 2014. Система эффективного управления признаковой коллекцией пшеницы «озимість-яровість» в условиях юго-востока Казахстана. Вестник КазНУ. Сер. экологическая. 2 (41) : 193-198.
- Жмурко В.В. 2020. Взаимодействие генов Vgn и Prp в регуляции развития пшеницы озимой (*Triticum aestivum* L.). Фактори експериментальної еволюції організмів. 27 : 71-76.
- Пирич А.В., Юрченко Т.В., Гуменюк О.В. 2019. Яровизаційна потреба, фотоперіодична чутливість та врожайність сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. Миронівський вісн. 9 : 59-62.
- Пирич А.В., Булавка Н.В., Юрченко Т.В. 2018. Фотоперіодична чутливість та яровизаційна потреба сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum*

- L.) мiронiвської селекцiї. Зерновi культури. 2 (2) : 261-266.
- Потокина Е.К., Кошкин В.А., Алексеева Е.А., Матвиенко И.И., Филобок В.А., Беспалова Л.А. 2012. Комбинация аллелей генов Ppd и Vrn определяет сроки колошения у сортов мягкой пшеницы. Вавиловский журнал генетики и селекции. 16 (1) : 77-86.
- Ригин Б.В., Зуев Е.В., Тюнин В.А. Шрейдер Е.Р., Пыженкова З.С., Матвиенко И.И. 2012. Селекционно-генетические аспекты создания продуктивных форм мягкой яровой пшеницы с высокой скоростью развития. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 179 (3) : 194-202.
- Рокицкий П.Ф. 1973. Биологическая статистика. Москва, 327 с.
- Сiроштан А. А., Кавунець В. П., Булавка Н. В. 2016. Яровизацiйна потреба сортiв пшеницi м'якоi озимоi. Мiронiвськiй вiсн. 3 : 148-159.
- Стельмах А.Ф. Зависимость компонентов дисперсии от уровня развития количественного признака. В кн.: Генетика количественных признаков пшеницы и ячменя: сборник докладов междунар. семинара СЭВ по теме 2. (г. Прага, 2-5 июля 1974 г.). Прага, с. 7-18.
- Стельмах А.Ф. Файт В.И. 2019. Особливостi темпiв початкового розвитку нових європейських сортiв озимоi пшеницi м'якоi у зв'язку з системами генiв Ppd-1 та Vrd. Фактори експериментальної еволюцiї органiзмiв. 24 : 166-171.
- Файт В.И., Мартинюк В.Р. 2002. Фотоперiодична чутливiсть та яровизацiйна потреба сучасних сортiв озимоi м'якоi пшеницi селекцiї СГІ. Збiрник наукових праць СГІ – НЦНС. 2 (42) : 30-36.
- Gorash A., Armoniené R., Liatukas Ž., Brazauskas G. 2017. The relationship among freezing tolerance, vernalization requirement, Ppd alleles and winter hardiness in European wheat cultivars. J. Agricult. Sci. 155 (9) : 1-18.
- Kamran A., Iqbal M., Spaner D. 2014. Flowering time in wheat (*Triticum aestivum* L.): a key factor for global adaptability. Euphytica. 197 : 1-26.
- Pérez-Gianmarco T.I., Slafer G.A., González F.G. 2019. Photoperiod-sensitivity genes shape floret development in wheat. J. Exp. Bot. Vol. 70 : 1339-1348.
- Prasil I.T., Prasilova P., Pankova K. 2004. Relationships among vernalization shoot apex development and frost tolerance in wheat. Ann. Bot. 94 : 413-418.
- Snape J. W. 2001. The genetics of adaptation in wheat and its role in maximizing yield potential. Hereditas. 23 (1) : 46-47.
- Tas B., Celik N. 2008. Determination of vernalization responses in some winter wheat varieties grown in temperate regions. Asian J. Plant Sci. 7 (6) : 607-610.
- Whitechurch E.M., Slafer G.A. 2001. Responses to photoperiod before and after jointing in wheat substitution lines. Euphytica. 118 (1) : 47-51.
- Worland A.J., Borner A., Korzun V., Li W. M., Petrović S., Sayers E.J. 1998. The influence of photoperiod genes to the adaptability of European winter wheats. Euphytica. 100 : 385-394.

## REFERENCES

- Bulavka N. 2010. Vernalization requirement and photoperiod sensitivity of winter bread wheat varieties bred MIW. Agrobiology. 2 (60) : 12-16. (In Ukrainian)
- Vrazhnov A.V., Koshkin V.A., Rigin B.V., Potokina Ye.K., Tyunin V.A., Shreider Ye.R., Alekseeva Ye.A., Matvienko I.I., Pyzhenkova Z. S. 2012. Ecological testing the ultra early ripening forms in common wheat under conditions of different photoperiod. Russian Agricultural Sciences. 2 : 3-8. (In Russian)
- Yesimbekova M.A. 2014. The effective system of management by wheat collection «winter-spring» in the South-East of Kazakhstan. KazNU Bulletin. Ecology series, 2 (41) : 193-198. (In Russian)
- Zhmurko, V.V. 2020. Interaction of Vrn and Ppd genes in the regulation of the development of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Factors in Experimental Evolution of Organisms. 27 : 71-76. (In Russian)
- Piryh A.V., Yurchenko T.V., Humeniuk O. V. 2019. Vernalization requirement, photoperiod sensitivity, and yield of winter bread wheat varieties of Myronivka breeding. Myronivka Bull. 9 : 59-62. (In Ukrainian)
- Piryh A.V., Bulavka N.V., Yurchenko T.V. 2018. Photoperiodic sensitivity and vernalization requirement of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) of myronivka breeding. Grain Crops. 2 (2) : 261-266. (In Ukrainian).
- Potokina E.K., Koshkin V.A., Alekseeva E.A., Matvienko I.I., Беспалова Л.А., Филобо, В.А. 2012. Combinations of alleles of the Ppd and Vrn genes determine the heading time in common wheat varieties. Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 16 (1) : 77-86. (In Russian)
- Rigin B.V., Zuev E.V., Tyunin V.A., Shreyder E.R., Pyzhenkova Z.S., Matvienko, I.I. 2012. Breeding and genetic aspects of creating productive forms of fast developing spring bread wheat. Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. 179 (3) : 194-202. (In Russian).
- Rokitskiy P.F. 1973. Biologicheskaya statistika (Biological statistics). Moscow, 327p.
- Siroshtan A.A., Kavunets V.P., Bulavka N.V. 2016. Vernalization requirements of bread winter wheat varieties. Myronivka Bulletin. 3 : 148-159. (In Ukrainian)
- Stelmakh A.F. 1974 Dependence of variance components on the quantitative trait level of development.

## ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ СЕЗОНУ

- In: Genetika kolichestvennykh priznakov pshenitsy i yachmenya: sbornik dokladov mezhdunar. seminar SEV po teme 2. [Genetics of quantitative traits in wheat and barley: Proc. Report Int. seminar UIC subject 2.]. July 2–5, 1974. Praga, pp. 7-18. (In Russian)
- Stelmakh A.F., Fait V.I. 2019. Related to Ppd-1 and Vrd gene systems peculiarities of initial development rate in new European winter bread wheat cultivars. Factors in Experimental Evolution of Organisms. 24 : 166-171. (In Ukrainian)
- Fait V.I., Martynyuk V.R. 2002. Photoperiod sensitivity and vernalization requirement of winter bread wheat varieties bred in PBGI. Zbirnyk nauk. prac SGINCNS [Collected scientific articles of PBGI–NCSC]. 2 (42) : 30-36. (In Ukrainian)
- Gorash A., Armonienė R., Liatukas Ž., Brazauskas G. 2017. The relationship among freezing tolerance, vernalization requirement, Ppd alleles and winter hardiness in European wheat cultivars. J. Agricult. Sci. 155 (9) : 1-18.
- Kamran A., Iqbal M., Spaner D. 2014. Flowering time in wheat (*Triticum aestivum* L.): a key factor for global adaptability. Euphytica. 197 : 1-26.
- Pérez-Gianmarco T.I., Slafer G.A., González F.G. 2019. Photoperiod-sensitivity genes shape floret development in wheat. J. Exp. Bot. Vol. 70 : 1339-1348.
- Prasil I.T., Prasilova P., Pankova K. 2004. Relationships among vernalization shoot apex development and frost tolerance in wheat. Ann. Bot. 94 : 413-418.
- Snape J. W. 2001. The genetics of adaptation in wheat and its role in maximizing yield potential. Hereditas. 23 (1) : 46-47.
- Tas B., Celik N. 2008. Determination of vernalization responses in some winter wheat varieties grown in temperate regions. Asian J. Plant Sci. 7 (6) : 607-610.
- Whitechurch E.M., Slafer G.A. 2001. Responses to photoperiod before and after jointing in wheat substitution lines. Euphytica. 118 (1) : 47-51.
- Worland A.J., Borner A., Korzun V., Li W. M., Petrović S., Sayers E.J. 1998. The influence of photoperiod genes to the adaptability of European winter wheats. Euphytica. 100 : 385-394.

Надійшла до редакції  
02.03.2021 р.

## INFLUENCE OF SEASONAL FEATURES ON RESULTS OF ASSESSMENT OF PHYSIOLOGICAL-GENETIC SYSTEMS OF RATE OF WHEAT INITIAL DEVELOPMENT

A. F. Stelmakh, V. I. Fait

*Plant Breeding and Genetics Institute  
– National Center of Seed and Cultivar Investigation  
(Odesa, Ukraine)  
E-mail: stegen@ukr.net*

The influence of the temperature regime for estimating the duration of vernalization requirement and photoperiodic sensitivity in winter bread wheat samples was characterized during cultivation of 5-days green seedlings after temporal vernalization planted at artificially reduced to 10 hours and the natural daytime conditions in different seasons. It has been shown that an unusually reduced natural temperature in the first half of the plantlet development to the tillering stage and its considerable increase in the second half (to the heading stage) led to a significant reduction in the differences between variants with less prolonged vernalization and to a significant reduction in the revealed levels of photoperiodic sensitivity: increased development delay, first of all, for the early genotypes, and its partial compensation by accelerating development in the second half for late ones, although the ranking of samples has not practically changed. The use in studies for cultivars and lines' evaluation of the duration of vernalization requirement and photoperiodic sensitivity the control samples, which cover the whole possible scope of these wheat reactions, allows you to compare correctly the estimates results between different or similar samples for the indicated parameters even they are estimating in various environment or by different methods.

**Key words:** *Triticum aestivum*, winter bread wheat, vernalization requirement, photoperiodic sensitivity

**СТЕЛЬМАХ, ФАЙТ**

**ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СЕЗОНА  
НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
СКОРОСТИ НАЧАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПШЕНИЦЫ**

А. Ф. Стельмах, В. И. Файт

*Селекционно-генетический институт  
– Национальный центр семеноведения и сортоизучения  
(Украина, Одесса)  
E-mail: stegen@ukr.net*

Охарактеризовано влияние температурного режима на оценку продолжительности потребности в яровизации и фотопериодической чувствительности образцов озимой пшеницы мягкой при выращивании в разные годы на вегетационной площадке 5-суточных зеленых проростков после темпоральной яровизации при искусственно укороченном до 10 часов и естественном дне. Показано, что необычно пониженная естественная температура в первой половине вегетативного развития до стадии кущения и резкое ее повышение во второй (от стадии кущения до колошения) привело к значительному сокращению различий между вариантами с менее продолжительными сроками яровизации, а также к существенному снижению выявленных уровней фотопериодической чувствительности: увеличение задержки развития, прежде всего, у скороспелых генотипов, и частичная ее компенсация ускорением развития во второй половине у позднеспелых. Однако ранжирование образцов практически не изменилось. Использование в исследованиях по оценке сортов и линий по продолжительности яровизационной потребности и фотопериодической чувствительности контрольных образцов, которые охватывают весь возможный размах указанных реакций у пшеницы, позволяет корректно сравнивать результаты оценок разных или одних и тех же образцов по данным параметрам в разных экологических условиях и даже разными методами.

**Ключевые слова:** *Triticum aestivum*, озимая пшеница мягкая, потребность в яровизации, фотопериодическая чувствительность