

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-184-8-6>

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ГЕНОТИПІВ І ФЕНОТИПІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЗА ФОТОЧУТЛИВІСТЮ

Файт В. І.

*доктор біологічних наук,
член-кореспондент*

*Національної академії аграрних наук України,
завідувач відділу загальної та молекулярної генетики
Селекційно-генетичний інститут – Національний центр
насіннезнавства та сортовивчення*

Стельмах А. Ф.

*доктор біологічних наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України,
головний науковий співробітник відділу загальної
та молекулярної генетики
Селекційно-генетичний інститут – Національний центр
насіннезнавства та сортовивчення*

Балашова І. А.

*кандидат біологічних наук,
провідний науковий співробітник відділу загальної
та молекулярної генетики
Селекційно-генетичний інститут – Національний центр
насіннезнавства та сортовивчення
м. Одеса, Україна*

Пшениця (*Triticum aestivum* L.) може вирощуватися в широкому діапазоні агрокліматичних регіонів. Одним з ключових факторів такої успішної широкої адаптації є мінливість строків цвітіння, що дозволяє уникнути негативних температур, теплового стресу або стресу від посухи [1, с. 2]. Час цвітіння пшениці, головним чином, визначається двома факторами навколишнього середовища: температурою і фотоперіодом, які є

основою для розподілу генотипів пшениці за типом розвитку на озимі або ярі (з потребою в яровизації або без такої) та нечутливі або чутливі до фотоперіоду [2, с. 306]. Чутливі до фотоперіоду сорти потребують тривалого дня для індукції цвітіння, оскільки умови скороченого дня подовжують вегетативну фазу і затримують перехід до репродуктивного розвитку. Нечутливі до фотоперіоду генотипи цвітуть незалежно від тривалості дня. Основними регуляторами фотоперіодичної відповіді у пшениці є гени *Ppd-1* (*Ppd-A1*, *Ppd-B1* и *Ppd-D1*), розташовані на хромосомах другої групи 2A, 2B і 2D [3, с. 190]. Домінантні алелі генів *Ppd-1* знижують чутливість рослин до тривалості дня, що призводить до більш раннього колосіння як в умовах скороченого так і подовженого дня.

Для сучасних сортів озимої пшениці України характерна слабка або середня чутливість до фотоперіоду що сприяє значному скороченню періоду до колосіння та суттєвому збільшенню урожаю в місцевих умовах та викликає виправдану занепокоєність стосовно суттєвого зниження потенціалу зимоморозостійкості такого роду генотипів [4, с. 262; 5, с. 119].

Протягом останніх сезонів ми здійснюємо молекулярно-генетичну ідентифікацію *Ppd* генотипів широкого набору колекційних зразків озимої пшениці м'якої різного походження та фенотипову оцінку їхніх рівнів фоточутливості.

Маркерування алелів гена *Ppd-D1* здійснювали за рекомендаціями Beales та інш. [6, с. 727], гена *Ppd-B1* за методикою Chen та інш. [7, с. 9], запропонований Wilhelm та інш. [8, с. 287] ПЛР-тест використано для ідентифікації алелів гена *Ppd-A1*. Оцінку рівнів фоточутливості досліджуваних зразків виконували за розробленою нами методикою вирощування на природному та скороченому фотоперіодах попередньо прояровизованих при температурі +1°C 5-денних зелених проростків протягом не менш як 55 діб [9, с. 104].

Із застосуванням діагностичних молекулярних маркерів були ідентифіковані генотипи за генами *Ppd-A1*, *Ppd-B1* і *Ppd-D1* у 232 сортів озимої м'якої пшениці з різних країн, 161 з яких – українські. Найбільш поширеним серед досліджених сортів виявився алель *Ppd-D1a* (81%) – з варіюванням від 10% у сортів

США до 92 % у сортів України. Частоти алелів *Ppd-B1a* і *Ppd-B1c* у загальній вибірці незначні – лише 3 і 5% відповідно. Локус *Ppd-A1* не виявив алельних варіацій, отже, всі 232 генотипи є носіями рецесивного алеля *Ppd-A1*.

Взагалі, у сортів виявлено шість різних *Ppd-1* генотипів. У сортів більшості країн виявлено два (Росія) або три (країни Європи, США, Україна) і лише в вибірці сортів Японії, яка була мало чисельною – чотири *Ppd-1* генотипи. З більшою частотою (75%) виявлені домінуючі тільки за алелем *Ppd-D1a* генотипи, з варіюванням від 10% (США) до 89% (Україна). Частоти всіх інших моногенно або дигенно домінуючих генотипів–носіїв генів *Ppd-1*, були досить низькі (від 1 до 4%). Моногенно домінуючий за *Ppd-B1a* генотип відмічений лише у трьох сортів США, а моногенно домінуючий *Ppd-B1c* – у японського сорту Norin 1 та у лінії Triple Dirk C з Австралії. Генотип з комбінацією алелів *Ppd-D1a Ppd-B1a* ідентифікований у трьох сортів Японії та у киргизького сорту Еритроспермум 80, а *Ppd-D1a Ppd-B1c* – у поодиноких сортів Італії, Сербії, Японії і п'яти сортів України.

У цілому, серед сортів України і Росії порівняно з сортами країн Європи та США частка сортів-носіїв тільки домінуючого алеля *Ppd-D1a* (слабко чутливі) виявилася достовірно вищою, що супроводжувалося паралельним зменшенням частки повністю рецесивних за трьома генами *Ppd-1* генотипів з проявою сильного рівня фоточутливості. Вітчизняні селекціонери в деякій мірі вважають цей факт як доказ більшої адаптованості домінуючих генотипів до еколого-географічних умов регіону. З іншого ж боку, існує й думка, що сильна фоточутливість (як і тривала потреба в яровизації) можуть обмежувати досягнення селекційним шляхом підвищення потенціальної продуктивності для сучасних сортів озимих пшениць. І тому в більшості вони вже не включають у програми гібридизації фоточутливі донори.

Наскільки обґрунтовані такі погляди, спробуємо розібратися за результатами оцінок фенотипів щодо рівнів фоточутливості сучасних сортів України та сортів і селекційних ліній нашого інституту у порівнянні з такими в наборі сучасних сортів Західної Європи (переважно з Німеччини та Франції), що рекомендовані як високо врожайні для вирощування в Україні. За останні 2 роки

оцінено фенотипи у 86 вітчизняних зразків, з яких лише у давнього сорту ‘Одеська 16’ виявлено сильний рівень фоточутливості, для решти зразків була притаманна слабка чутливість. А ось серед 37 сучасних іноземних сортів сильна фоточутливість була характерною для 22 з них!

Ще більш переконливими виявилися результати оцінок фоточутливості в наборі ліній F₅, що отримані з гібридних комбінацій, у яких батьки розрізнялися за даними властивостями (матеріал люб’язно наданий Литвиненко М. А.). І як було наведено вище, з максимальною вірогідністю це були комбінації з моногенними відмінностями за алелями гена *Ppd-D1*. Вказані лінії були відібрані з поколінь, що розщеплюються, за ознакою вищої урожайності в умовах Одеси без будь-якої оцінки їхніх рівнів фоточутливості. Якщо припустити моногенні відмінності батьків за останньою ознакою, то при відсутності добору в даному поколінні очікується 46,875% домінантних гомозигот, 6,25% гетерозигот і 46,875% рецесивних гомозигот. Лише останні повинні виявляти сильну фоточутливість. Із оцінених нами 88 зразків таких було 40, і це високо достовірно підтверджує припущення, що добір за врожайністю не вплинув на зсув розщеплення за частотами рецесивних генів сильної фоточутливості, або інакше, сильно чутливі зразки виявилися не менш урожайними у порівнянні із слабо чутливими.

Тобто даний показник явно не лімітує рівень реальної урожайності гібридів в умовах Одеси. А висока частка саме таких генотипів серед багатьох іноземних рекомендованих для вирощування в Україні іноземних сортів не тільки підтримує такий висновок, але й підтверджує безперечну адаптивну цінність сильного рівня фоточутливості для певних реальних умов виробництва в нашій країні.

Література:

1. Fjellheim S., Boden S., Trevaskis B. The role of seasonal flowering responses in adaptation of grasses to temperate climates. *Frontiers in plant science*. 2014. 29 Aug; 5:431. doi: 10.3389/fpls.2014.00431

2. Kiss T., Balla K., Veisz O. [at all]. Allele frequencies in the *VRN-A1*, *VRN-B1* and *VRN-D1* vernalization response and *PPD-B1* and *PPD-D1* photoperiod sensitivity genes, and their effects on heading in a diverse set of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Mol Breeding*. 2014. Vol. 34, №2. P. 297–310. doi: 10.1007/s11032-014-0034-2

3. Law C. N., Sutka J., Worland A. J. A genetic study of day-length response in wheat. *Heredity*. 1978. Vol. 41, №2. P. 185–191.

4. Scarth R., Law C.N. The location of the photoperiod gene *Ppd2* and additional genetic factor for ear-emergence time on chromosome 2B of wheat. *Heredity*. 1983. Vol. 51, №3. P. 607–619.

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. Том 2, № 2. С. 261–266. doi: 10.31867/2523-4544/0034

6. Стельмах А. Ф., Литвиненко М. А., Файт В. І. Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці. *Збірник наукових праць СГП – НАЦ НАІС*. Одеса, 2004. Вип. 5(45). С. 118–127.

7. Beales J., Turner A., Griffiths S. [та ін.]. A pseudo-response regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor Appl Genet*. 2007. Vol. 115. P. 721–733. doi:10.1007/s00122-007-0603-4

8. Chen F., Gao M., Zhang J. [та ін.]. Molecular characterization of vernalization and response genes in bread wheat from the Yellow and Huai Valley of China *BMC Plant Biol*. 2013. Vol. 13: 199. doi: 10.1186/1471-2229-13-199

9. Wilhelm E. P., Turner A. S., Laurie D. A. Photoperiod insensitive *Ppd-A1a* mutations in tetraploid wheat (*Triticum durum* Desf.). *Theor Appl Genet*. 2009. Vol. 118, №2. P. 285–294. doi:10.1007/s00122-008-0898-9

10. Стельмах А. Ф., Файт В. И. Возможность улучшения адаптивности озимой пшеницы путем усиления фотопериодизма и потребности в яровизации. *Збірник наукових праць СГП – НЦНС*. Одеса, 2016. Вип. 27. С. 103–108.