

4. Ямалов С. М. Использование фитосоциологического спектра для изучения антропогенной динамики растительности / С. М. Ямалов, А. В. Баянов, Н. М. Сайфуллина, Р. М. Хазиахметов, Б. М. Миркин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – № 14 (1-5). – С. 1420–1424.

УДК 577.2:633.1

**АЛЕЛЬНИЙ СТАН ГЕНІВ СИСТЕМИ *Ppd-1* У СОРТІВ ТА
ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ПОЛІСЬКО-
ЛІСОСТЕПОВОГО І ЛІСОСТЕПОВОГО ЕКОТИПІВ**

**¹Бакума А.О., ¹Ткачук А.В., ¹Чеботар Г.О., ^{1,2}Чеботар С.В., ³
Москалець В.В.**

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
кафедра генетики та молекулярної біології

²Селекційно-генетичний інститут – Національний центр
насіннезнавства та сортовивчення НААН України

³Інститут садівництва НААН України, селекційно-технологічний
відділ

E-mail: s.v.chebotar@onu.edu.ua

Сорти та лінії пшениці м'якої озимої характеризуються різними темпами вегетації, що дозволяє їм пристосовуватися до різноманітних кліматичних і географічних умов. Велика адаптивність поліплоїдної пшениці пояснюється її складним геномом, якому притаманні алельні варіації і варіації числа копій генів, які суттєво впливають на регуляцію росту і розвитку рослин. Тривалість періоду «сходи-колосіння» *Triticum aestivum* L. визначає час цвітіння, опосередковано впливає на врожайність та, Отже, являється однією з найважливіших агрономічних ознак. Час колосіння в значній мірі залежить від фотоперіодичної чутливості рослин пшениці – реакції на тривалість світлового дня. У *T. aestivum* L. генетичне регулювання чутливості до фотоперіоду визначається генами системи *Ppd-1*, розташованими на гомеологічних хромосомах 2A, 2B і 2D. Домінантні алелі цих генів скорочують тривалість періоду «сходи-колосіння» за рахунок зниження реакції рослин на фотоперіод в умовах

короткого світлового дня. Такі алелі з'явилися в генотипі пшениці дикого типу в результаті мутацій (делецій або інсерцій) в специфічних послідовностях або за рахунок збільшення числа копій генів.

Метою роботи було визначення алельного стану генів фотоперіодичної чутливості *Ppd-1* у сортів та ліній пшениці м'якої озимої Носівської селекційно-дослідної станції Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН (НСДСМІП) і Полтавської державної аграрної академії МОН України (ПДАА) та співставлення даних молекулярно-генетичного аналізу з даними польового дослідження щодо строків колосіння та цвітіння.

Матеріали та методи досліджень

Досліджували сорти та лінії пшениці м'якої озимої НСДСМІП (Ювівата 60, КС1, КС22-04, Л59-95, Зоряна Носівська, КС14, Л41/95) і ПДАА (Аріївка) та контрольні сорти Донська напівкарликова, Миронівська 61.

ДНК виділяли з етиольованих паростків пшениці згідно рекомендованої методики [Pervaiz, 2011]. Алель-специфічну та гніздову ПЛР проводили на ампліфікаторі FlexCycler (Analytik Jena, Німеччина), як рекомендовано [Beales et al., 2007, Nishida et al., 2012, Guo et al., 2010, Díaz et al., 2012]. Продукти ампліфікації ДНК з вказаними праймерами фракціонували методом горизонтального та вертикального електрофорезу в 1% агарозному гелі та в 7% поліакриламідному гелі.

Дати настання колосіння та цвітіння рослин пшениці відмічали в ході проведення польових дослідів на базі НСДСМІП (перехідна зона Полісся-Лісостеп) і Білоцерківського національного аграрного університету МОН України (Лісостеп України) протягом семи селекційних років (2010-2017 рр.). Статистичну обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення Statistica 10 методом однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA).

Результати досліджень

Були визначені генотипи досліджуваних сортів та ліній за локусами *Ppd-A1*, *Ppd-B1*, *Ppd-D1*. За локусами *Ppd-A1* та *Ppd-B1* не виявлено поліморфізму. В ході ампліфікації отримані фрагменти, що свідчать про наявність алелів *Ppd-A1b* та *Ppd-B1b*,

сорти носії рецесивних алелів є чутливими до фотоперіоду. За геном *Ppd-D1* рецесивний алель *b* визначено в генотипі сорту Ювівата 60. Лінія Л41/95 виявилась гетерогенною за цим локусом. У інших сортів та ліній пшениці м'якої детектовано домінантний алель *Ppd-D1a*.

На сьогодні на основі молекулярної структури гену *Ppd-D1* виділяють десять функціонально відмінних гаплотипів, які контролюють різний рівень експресії гену і по різному впливають на тривалість періоду «сходи-колосіння». За допомогою алель специфічних маркерів у генотипах досліджених рослин виявлені мутації в нуклеотидній послідовності гена *Ppd-D1*: вставка транспозону типу MLE (mariner-like transposable element) в інтроні 1, делеція 5 п.н. в сьомому екзоні та делеція 16 п. н. у восьмому екзоні. Поєднання вказаних мутацій з ключовою делецією 2089 п.н., яка викликає нейтральну реакцію на фотоперіод, дозволило віднести генотип сорту Ювівата до гаплотипу III, гетерогенну за локусом *Ppd-D1* лінію Л41/95 до гаплотипів III або VII. Інші сорти та лінії віднесено до гаплотипу VII.

Також проводилась детекція кількості копій гену *Ppd-B1*, збільшення яких призводить до зменшення чутливості до фотоперіоду. В ході ампліфікації в генотипах сортів та ліній НСДСМП і ПДАА не виявлено фрагментів 223 п.н. та 425 п.н., які визначають наявність у генотипі трьох та чотирьох копій *Ppd-B1*, відповідно.

Однофакторний дисперсійний аналіз даних польового дослідження щодо темпів колосіння та цвітіння, показав, достовірний вплив фактору «Лінія» ($P=0,01$) на зазначені ознаки. Найбільш раннє виколошування в умовах Лісостепу України було характерне для сорту Донська напівкарликова, а найбільш пізнє для сортів Ювівата 60, Миронівська 61 та лінії Л41/95, відмінності між зазначеними групами були достовірними та склали близько 10 днів. Інші лінії між собою різнилися лише в межах похибки дослідження.

1. Beales J. Pseudo-Response Regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.) / J. Beales, A. Turner, S. Griffiths, J. W. Snape, D.

- A. Laurie // *Theor. Appl. Genet.* – 2007. – Vol. 115. – P. 721–733. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00122-007-0603-4>
2. Díaz A. Copy number variation affecting the *Photoperiod-B1* and *Vernalization-A1* genes is associated with altered flowering time in wheat (*Triticum aestivum*) / A. Díaz, M. Zikhali, A. S. Turner, P. Isaac, D. A. Laurie // *PLoS One.* – 2012. – Vol. 7 (3): e33234. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033234>
3. Guo Z. Discovery, evaluation and distribution of haplotypes of the wheat *Ppd-D1* gene / Z. Guo, Y. Song, R. Zhou, Z. Ren, J. Jia // *New Phytol.* – 2010. – Vol. 185, № 3. – P. 841–851. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03099.x>
4. Nishida H. Structural variation in the 5' upstream region of photoperiod-insensitive alleles *Ppd-A1a* and *Ppd-B1a* identified in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.), and their effect on heading time / H. Nishida, T. Yoshida, K. Kawakami, M. Fujita, B. Long, Y. Akashi, D. A. Laurie, K. Kato // *Molecular Breeding.* – 2013. – Vol. 31. – P. 27–37. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11032-012-9765-0>
5. Pervaiz Z. H. A modified method for high-quality DNA extraction for molecular analysis in cereal plants / Z. H. Pervaiz, N. A. Turi, I. Khaliq, M. A. Rabbani, S. A. Malik // *Genet. Mol. Res.* – 2011. – Vol. 10 (3). – P. 1669–1673. Doi: <http://dx.doi.gov/10.4238/vol10-3gmr1346>

УДК 577.151.6

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕМОКСИГЕНАЗНОЇ СИСТЕМИ

Бальоха Г.Ю.

Херсонський державний університет

E-mail: 030495any@gmail.com

Гемоксигеназа – це мікросомальний фермент, який каталізує розщеплення гема до білівердину, вільного заліза і СО. Гемоксигеназа-1 є індукцибельною ізоформою, синтез якої підвищується під впливом температурного впливу, а також компонентів гема, йонів важких металів, цитокінів і реактивних радикалів кисню [4].

Швидкість утворення гема з одного боку залежить від