

ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦІЯ І БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 577.21

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОМБІНАЦІЙ З МУТАЦІЙ В ГАПЛОГРУПАХ ГЕНА *Ppd-B1* У ТЕТРАПЛОЇДНОЇ ПШЕНИЦІ ВИДІВ *TRITICUM* *DICOCCOIDES*, *TRITICUM DICOCCUM*, *TRITICUM DURUM*

© 2013 р. О. Ф. Мутерко, І. А. Балашова, Ю. М. Сиволап

Селекційно-генетичний інститут –
Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення
Національної академії аграрних наук України
(Одеса, Україна)

Проведено молекулярно-генетичну ідентифікацію комбінацій з мутацій в гаплогрупах гена *Ppd-B1*. Проаналізовано 44 генотипи трьох видів тетраплоїдної пшениці з 29 країн світу, серед яких двозернянки – *Triticum dicoccoides*, *T. dicocum* та вид *T. durum*. У досліджуваних зразків встановлені відповідні комбінації з мутацій на ділянці промотору і екзону-1 та гаплогрупа за геном *Ppd-B1*. Виявлено розщеплення за комбінацією з мутацій в гаплогрупі VII серед зразків виду *T. dicoccoides*. Обговорюється значення ідентифікації комбінацій з мутацій в гаплогрупах за геном *Ppd-B1* в селекції пшениці.

Ключові слова: *Triticum*, ПЛР-аналіз, *Ppd-B1*, мутації, гаплогрупи

Вважається, що двозернянки є пращурами усіх культурних видів гексаплоїдної (геном AABBDD) та тетраплоїдної (геном AABB) пшениці (Дорофеев, Коровина, 1979). Генофонд культурної та дикої полби (*Triticum dicocum* Schrank і *Triticum dicoccoides* Körn відповідно) широко використовується багатьма селекційними центрами як джерело агрономічно цінних ознак. Зокрема, представники видів *T. dicocum* та *T. dicoccoides* є потенційними донорами генів стійкості до ураження борошнистою росою (Gras, 1980), бурю стебловою іржею (Silfhout et al., 1989; Beteselassie et al., 2007; Huber et al., 2008), фузаріозу колоса (парші) (Stack et al., 2002; Kumar et al., 2007; Oliver et al., 2007; Buerstmaier et al., 2012), церкоспорильозної гнилі (очкова плямистість) (Figliuolo et al., 1998).

Однією з найважливіших господарсько-цінних ознак, яка визначає адаптивність куль-

тури до навколишнього середовища, є чутливість до фотоперіоду. У пшениці чутливість до фотоперіоду визначається алельним станом генів *Ppd1*, які локалізовані в коротких плечах хромосом другої гомеологічної групи (Scarth, Law, 1984; Beales et al., 2007). Пшеничні гени *Ppd1* належать до родини генів, які кодують білки-регулятори відповіді типу PRR (pseudo-response regulator) (Beales et al., 2007). Представники цієї родини беруть участь в реакціях рослинного організму, що виникають у відповідь на дію чинників зовнішнього середовища. Білки Ppd взаємодіють з білками NAR, утворюючи білковий комплекс, який зв'язується з ССААТ-боксом афекторних генів, беручи таким чином участь в регуляції їх активності, зокрема і активності локусу *FT* (*FLOWERING LOCUS T*) (Wenkel et al., 2006), продукти експресії якого, переміщуючись від листків до апексу, індукують зацвітання (Turck et al., 2008).

Наявність в геномі твердої пшениці домінантних алелів: *Ppd-B1a* або *Ppd-A1a* супроводжується зниженням фотоперіодичної чутливості рослин, в той час як гомозиготність за реце-

Адреса для кореспонденції: Мутерко Олександр Феліксівич, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН України, Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна; e-mail: muterko@gmail.com

сивними алелями: *Ppd-B1b* та *Ppd-A1b* зумовлює високу чутливість до фотоперіоду (Snape et al., 1998). Згідно з сучасними даними, існує дві причини, що викликають зниження чутливості до фотоперіоду за наявності домінантного алеля гена *Ppd-B1*, обидві пов'язані із якісною або кількісною зміною характеру добової експресії цього гена. Перша і найбільш розповсюджена причина полягає у збільшенні числа функціональних копій гена *Ppd-B1* (Diaz et al., 2012), а друга – зумовлена наявністю мутацій на ділянці його промотору (Nishida et al., 2013). Слід відзначити, що численні мутації, які виникають в кодуючій ділянці гена *Ppd-B1*, не впливають на чутливість до фотоперіоду (Beales et al., 2007, Takenaka, Kawahara, 2012). Тому актуальним є дослідження ділянки промотору гена *Ppd-B1* та пошук потенційних донорів домінантних алелів.

Оскільки передбачається, що тетраплоїдні види пшениці мають спільне з гексаплоїдними

видами походження В геному, не виключена можливість використання молекулярно-генетичних маркерів, що ідентифікують алельний стан генів *Ppd*, розроблених для *T. aestivum*, у дослідженні цього гена серед тетраплоїдних видів пшениці. У зв'язку з цим, метою роботи було встановлення можливості використання ДНК-маркера до алельних форм локусу *Ppd-B1*, розробленого для виду *T. aestivum*, в аналізі ділянки промотору і екзона-1 гена *Ppd-B1* за комбінацією мутацій та ідентифікації за гаплогрупою цього гена тетраплоїдної пшениці видів *T. dicoccoides*, *T. dicoccum*, *T. durum*.

МЕТОДИКА

Генетичним матеріалом дослідження слугували 45 зразків трьох тетраплоїдних видів пшениці: двозернянки (культурна та дика полба): *Triticum dicoccum* Schrank; *Triticum dicoccoides* Körn та культурний вид *Triticum durum* Desf., які є представниками різних еко-

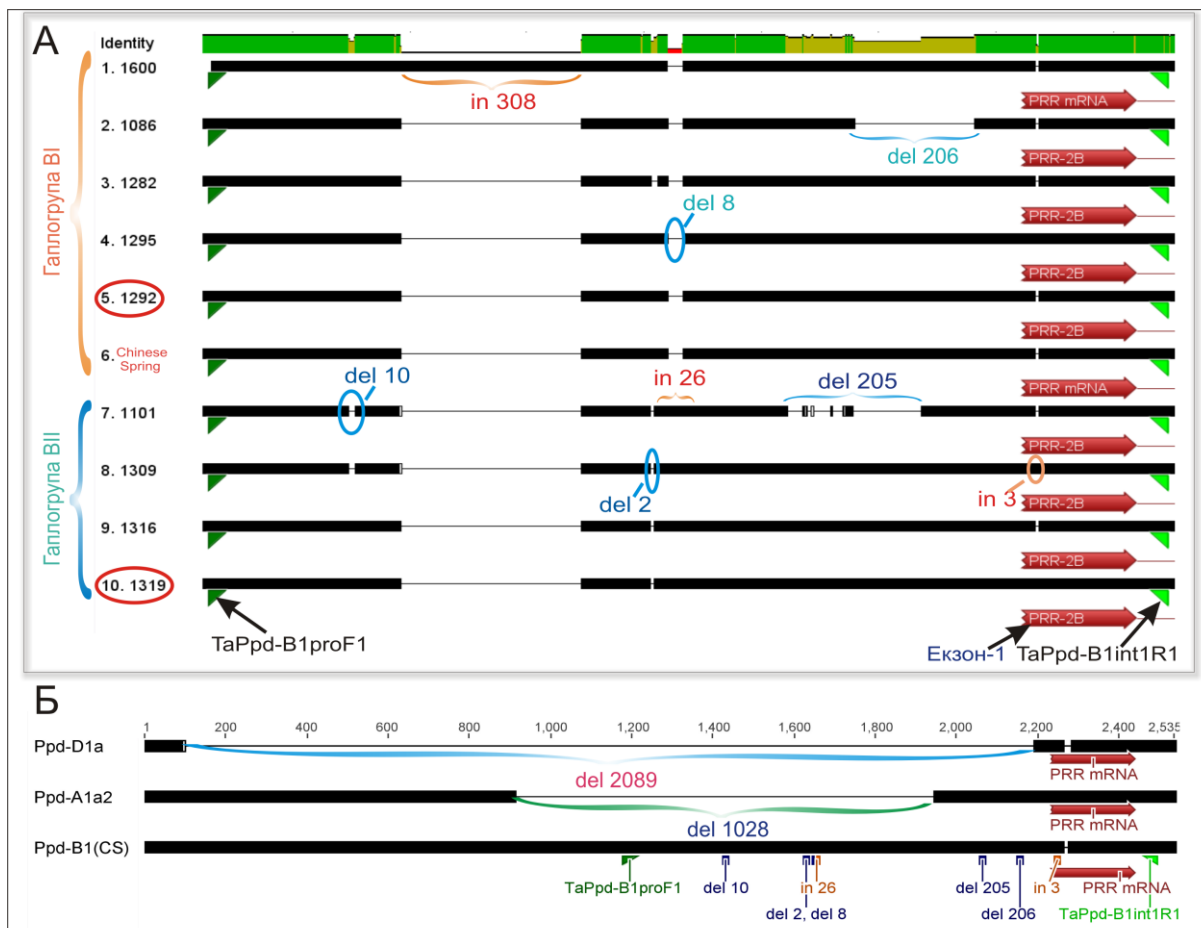


Рис. 1. Зіставлення вирівняних поліморфних ампліконів, що детектуються під час ПЛР-аналізу з парою праймерів TaPpd-B1proF1–TaPpd-B1int1R1 (А) і схематичне зображення делецій на ділянці промотору генів *Ppd-D1a* і *Ppd-A1a2*, що спричиняють зниження фотоперіодичної чутливості (алелі *Ppd-D1a* та *Ppd-A1a2* відповідно) та мутацій на аналогічній ділянці гена *Ppd-B1* (Б).

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОМБІНАЦІЙ З МУТАЦІЙ В ГАПЛОГРУПАХ

**Таблиця 1. Відповідність між довжиною продукту ампліфікації та мутаціями на ділянці промотору і екзону-1 гена *Ppd-B1*.
CS – сорт Chinese Spring**

Розмір амплікона (п.н.)	Тип мутації («-»– делеція; «+»– інсерція) відносно інтактної послідовності (CS)	Локалізація мутації відносно стартового кодона інтактної послідовності (CS)	Гаплогрупа
1282	-2	-611	Гаплогрупа VI
	-8	-603	
1292	-	-	
1295	+3	+17	
1086	-206	-88	
1600 (Seki et al., 2011)	+308	-733	
1319	-2 +26 +3	-611 -586 +17	Гаплогрупа VII
1316	-2 +26	-611 -586	
1309	-10 -2 +26 +3	-811 -611 -586 +17	
1101	-10 -2 +26 -205	-811 -611 -586 -180	

лого-географічних зон 29-ти країн світу. Генетичний матеріал наданий Національним центром зародкової плазми рослин (National Plant Germplasm System) (США), та Національним центром генетичних ресурсів рослин України.

Геномну ДНК виділяли з триденних проростків СТАВ-методом: лізис у СТАВ-буфері (3% СТАВ, 1,7 М NaCl, 30 мМ Na₃EDTA, 100 мМ Tris-HCl (pH 8,0)), депротейнізація хлороформом (один об'єм), осад ДНК 96% етанолом (1,5 об'єми). ПЛР-аналіз проведено з використанням пари праймерів TaPpd-B1proF1 (ACACTAGGGCTGGTTCGAAGA) – TaPpd-B1int1R1 (CCGAGCCAGTGCAAATTAAC) (Seki et al., 2011). Реакційна суміш об'ємом 20 мкл містила: 20 мМ Tris-HCl (pH 8,8); 10 мМ (NH₂)₂SO₄; 2,4 мМ MgCl₂; 1 мМ KCl; 0,1% Triton X-100; 250 мкМ dNTPs; 0,0025 ОД кожного праймера; 1,3 ОД Taq-полімерази. Для запобігання випаровування реакційної суміші в пробірці додавали по 20 мкл парафінової олії. Для ампліфікації використовували прилад «Терцик» («ДНК-технологія», Росія) з наступними параметрами: 94°C (2 хв), 30 циклів: денатурація 94°C (10 с), відпал 64°C (15с), елонгація 74°C (50 с), 3 цикли: 64°C (15 с), 74°C (50 с), та фінальна елонгація 72°C (3 хв). Продукти ампліфікації фракціонували методом електрофорезу

у 6% не денатуруючому поліакриламідному гелі в буфері TBE при напрузі 13 В/см впродовж 2,5 год. Візуалізацію продуктів ампліфікації у ПАА гелях проводили шляхом їх фарбування 0,15% AgNO₃ (Budowle et al., 1991).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Недавні дослідження молекулярної структури гена *Ppd-B1* у видів тетраплоїдної пшениці виявили на ділянці його промотору кілька нових мутацій, для деяких з них були розроблені відповідні ДНК-маркери. Визначені генотипи залежно від складу 30-ти нуклеотидної послідовності, що локалізована на ділянці -586 – -612, гена *Ppd-B1*, були розподілені на дві гаплогрупи: VI та VII (Takenaka, Kawahara, 2012). Проте, наразі відсутня інформація щодо наявності молекулярно-генетичних маркерів, які можна було б використати для аналізу одночасно декількох мутацій за геном *Ppd-B1* та їх комбінацій.

Пара праймерів TaPpd-B1proF1–TaPpd-B1int1R1 розроблена для детекції інсерції розміром 308 п.н., яка притаманна домінантному алелю *Ppd-B1a1* м'якої пшениці (Seki et al., 2011). Проте, оскільки вона фланкує ділянку -1056 – +236 гена *Ppd-B1*, було висунуто при-

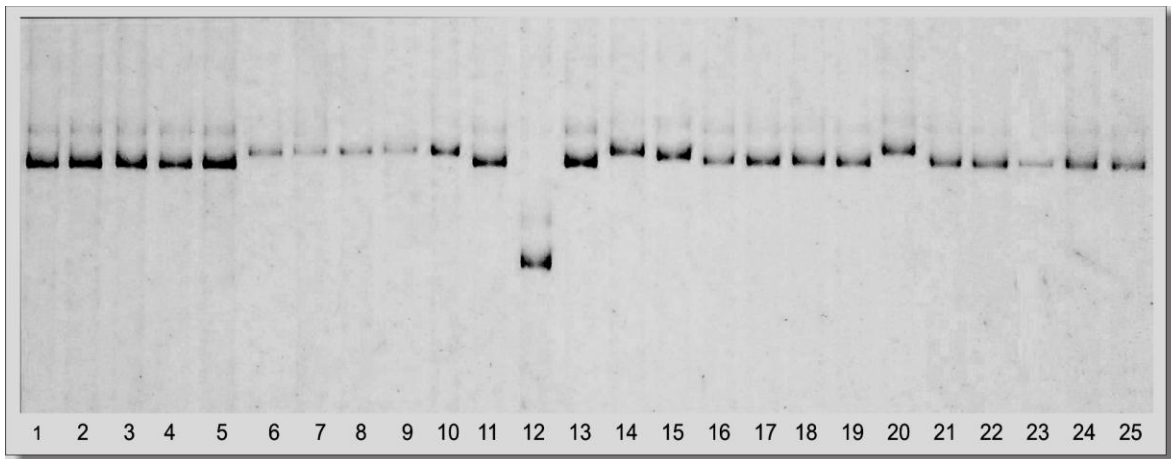


Рис. 2. Електрофореграма розподілу продуктів ампліфікації ділянки промотору гена *Ppd-B1* у тетраплоїдних видів пшениці.

Зразки гаплогрупи VI: 1-5, 11, 13, 16-19, 21-25 – 1292 п.н. Зразки гаплогрупи VII: 6-10, 14, 20 (1319 п.н.), 12 (PI 466941) – 1101 п.н., 15 (PI 272582) – 1309 п.н.

пущення щодо можливості її використання для ідентифікації мутацій та їх комбінацій у ділянці промотору і екзону-1 та гаплогрупи за локусом *Ppd-B1*.

У табл. 1. наведена відповідність між довжиною продукту ампліфікації та комбінаціями з мутацій за геном *Ppd-B1*. А рис. 1А ілюструє локалізацію відповідних мутацій у зіставлених між собою, вирівняних послідовностей нуклеотидів, що характеризують амплікони певного розміру, які детектуються за використання пари праймерів TaPpd-B1proF1–TaPpd-B1int1R1. За частотою зустрічальності в групі найбільш характерним продуктом ампліфікації для гаплогрупи VI є амплікон довжиною 1292 п.н., а для гаплогрупи VII – 1319 п.н.

У зв'язку з цим, проведено ідентифікацію 45 генотипів трьох видів тетраплоїдної пшениці за комбінацією з мутацій на ділянці промотору і екзону-1 гена *Ppd-B1* та гаплогрупою цього гена.

Встановлено, що досліджені зразки пшениці виду *T. dicoccum*, за геном *Ppd-B1* належать до гаплогрупи VI (розмір продукту ампліфікації 1292 п.н.). Проте, замала вибірка (12 генотипів) не дозволяє зробити висновок, що для даного виду характерна лише гаплогрупа VI. Більше того, попередні дослідження встановили належність деяких генотипів *T. dicoccum* (лише двох з 45-ти зразків) до гаплогрупи VII (Takenaka, Kawahara, 2012). Види *T. dicoccoides* та *T. durum* виявилися гетерогенними (табл. 2). Так, вид *T. durum* за гаплогрупою гена *Ppd-B1* розщеплюється в рівному співвідношенні. Однак, вид *T. dicoccoides* розщеплюється не лише за гаплогрупою гена *Ppd-B1* (4 генотипи нале-

жать до гаплогрупи VI, 7 – до VII), а й виявляє поліморфізм в середині гаплогрупи VII (рис. 2). Зокрема, ідентифікація продуктів ампліфікації довжиною 1309 (PI 272582) та 1101 п.н. (PI 466941) свідчить про наявність додаткових мутацій на ділянці промотора (делеція у 10 та 205 п.н.) та екзона-1 (делеція 3 п.н.) гена *Ppd-B1* щодо послідовності типового представника гаплогрупи VII з довжиною амплікона у 1319 п.н. Всі виявлені продукти ампліфікації, що детектують належність відповідних генотипів за геном *Ppd-B1* до гаплогрупи VII, утримують комбінації з трьох-чотирьох мутацій, при цьому дві з них (делеція у 2 п.н. та інсерція у 26 п.н. на ділянці промотору) присутні в усіх цих комбінаціях.

Окремі мутації, що входять до складу відповідних гаплогруп, можуть мати різноманітний вплив на фенотип рослини і хоча вплив цей досі не досліджувався, вони безперечно мають великий потенціал цінного генетичного ресурсу в селекції пшениці. Так, виявлені мутації локалізовані на критичній ділянці промотору (рис. 1Б), тобто зміни у нуклеотидній послідовності в аналогічних ділянках генів ортологічної серії *Ppd-1* викликають зміну в чутливості до фотоперіоду (Beales et al., 2007; Wilhelm et al., 2009; Nishida et al., 2013). Інсерція в трьох нуклеотидах в екзон-1 зумовлює виникнення відразу двох місенс-мутацій – замість одного гістидину утворюється два залишки глутаміну, що може позначитися на активності білка PRR-2B. Не виключена і плейтропна дія визначених мутацій гена *Ppd-B1* на фенотип, подібно до того, як це спостерігалось в дослідженні гаплотипів за геном *Ppd-D1* (Guo et al., 2010; Чеботар та ін., 2012; Huang et al., 2012). Тому при вста-

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОМБІНАЦІЙ З МУТАЦІЙ В ГАПЛОГРУПАХ

Таблиця 2. Молекулярно-генетичний аналіз зразків тетраплоїдних видів пшениці за гаплогрупою гена *Ppd-B1*

Назва виду	Ідентифікатор зразка у банку зародкової плазми	Довжина амплікона (п.н.)	Гаплогрупа
<i>Triticum dicocum</i>	PI 190920, PI 190921, PI 191091, PI 276015, UA0300183, UA0300013, UA0300003, UA0300082, UA0300027, UA0300083, UA0300212, UA0300214	1292	ВІ
<i>Triticum dicoccoides</i>	PI 233288, PI 352323, PI 352325, PI 428018	1292	ВІ
	PI 272582	1309	ВІІ
	PI 256029, PI 266841, PI 352322, PI 362036, UA0300256	1319	ВІІ
	PI 466941	1101	ВІІ
<i>Triticum durum</i>	PI 94733, PI 94710, PI 94721, PI 94720, PI 94692, PI 8898, PI 81792, PI 88737, C1tr 10024, C1tr 15280, C1tr 15278	1292	ВІ
	PI 94732, PI 94722, PI 94729, PI 94578, PI 94705, PI 79900, PI 74830, PI 7653, PI 655432, C1tr 15100, C1tr 15274	1319	ВІІ

новленні ефектів впливу кожної з цих мутацій на фенотип можна використовувати їх окремі варіанти або комбінації для «тонкого налаштування» генотипу пшениці до умов навколишнього середовища конкретного регіону. Крім того, пару праймерів ТаPpd-B1proF1–ТаPpd-B1int1R1 можна використовувати як поліморфний, кодомінантний ДНК-маркер в генетичному аналізі сортів твердої пшениці *T. durum*.

До недоліків даного маркера можна віднести, по-перше, низьку специфічність та пов'язану з нею критичність умов ампліфікації, зокрема температуру та час денатурації і відпау. По-друге, зависокі фрагменти, що зумовлює ледве помітну різницю у десять нуклеотидів і унеможливує детекцію різниці у п'ять нуклеотидів та менше навіть за умов електрофорезу з високою розподільною здатністю. По-третє, наявність неспецифічних продуктів ампліфікації меншого розміру, що сприяє їх більш ефективному накопиченню в порівнянні із цільовими ампліконами, розміри яких перевищують більш ніж у два рази. Крім того, пара праймерів ТаPpd-B1proF1–ТаPpd-B1int1R1 не дозволяє детектувати делецію у 914 п.н. на ділянці промотору гена *Ppd-B1* (Takenaka, Kawahara, 2012), оскільки вона охоплює один із сайтів праймування.

Отже, методом ПЛР-аналізу досліджено ділянку промотору та екзону-1 гена *Ppd-B1* у 45 генотипів трьох видів тетраплоїдної пшениці. Показана можливість використання ДНК-маркера до гена *Ppd-B1*, розробленого для виду *T. aestivum* в аналізі таких видів тетраплоїдної пшениці як *T. dicoccoides*, *T. dicocum*, *T.*

durum. Встановлена можливість використання пари праймерів ТаPpd-B1proF1–ТаPpd-B1int1R1 для ідентифікації гаплогрупи за геном *Ppd-B1* та комбінацій з мутацій на ділянці промотору та екзону-1 цього гена у представників видів *T. dicoccoides*, *T. dicocum* та *T. durum*. Зокрема детектовані такі мутації на ділянці промотору гена *Ppd-B1* як інсерція у 26 п.н., делеції у 2, 10 та 205 п.н., та інсерція у 3 п.н. в екзон-1. Ідентифікована гаплогрупа за геном *Ppd-B1* у наступних сортів *T. durum*: Мелянопус 69 (ВІІ), Khandwa (ВІ), Marching 8 (ВІ), Abd-el-Kader (ВІІ), Mongolian (ВІ), Vallega Zittelli 486 (ВІІ), Wascana (ВІ), Royal de Almena (ВІ), Hazera 1203 (ВІІ).

ЛІТЕРАТУРА

- Дорофеев В.Ф., Коровина О.Н. Культурная флора. Пшеница. – Л.: Колос, 1979. –347 с.
- Чеботар Г.О., Чеботар С.В., Бабенко Д.О., Моцний І.І., Щербань А.Б., Сиволап Ю.М. Алелі гена *Ppd-D1* у зразках колекції *Aegilops tauschii* і м'якої пшениці // Biopolymers Cell. – 2012. – V. 28. № 2. – P. 149-155.
- Beales J., Turner A., Griffiths S., Snape J.W., Laurie D.A. A pseudo-response regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Theor. Appl. Genet. – 2007. – V. 115. – P. 721-733.
- Beteselassie N., Fininsa C., Badebo A. Sources of stem rust resistance in Ethiopian tetraploid wheat Accessions African // Crop Sci. J. – 2007. – V. 15, №1. – P. 51-57.

- Budowle B., Chakraborty R., Giusti A.M., Eisenberg A.J., Allen R.C.* Analysis of the VNTR locus D1S80 by the PCR followed by high-resolution PAGE // *Amer. J. Hum Genet.* – 1991. – V. 48, №1. – P. 137-144.
- Buerstmayr M., Huber K., Heckmann J., Steiner B., Nelson J.C., Buerstmayr H.* Mapping of QTL for Fusarium head blight resistance and morphological and developmental traits in three backcross populations derived from *Triticum dicoccum* x *Triticum durum* // *Theor. Appl. Genet.* – 2012. – V. 125. – P. 1751-1765.
- Diaz A., Zikhali M., Turner A., Isaac P., Laurie D.* Copy number variation affecting the photoperiod-B1 and vernalization-A1 genes is associated with altered flowering time in wheat (*Triticum aestivum*) // *PLoS ONE.* – 2012. – V. 7. – e33234.
- Figliuolo G., Jones S.S., Murray T.D., Spagnoletti Zeuli P.L.* Characterization of tetraploid wheat germplasm for resistance to *Pseudocercospora herpotrichoides*, cause of eyespot disease // *Genetic Resources and Crop Evolution.* – 1998. – V. 45 (1). – P. 47-56.
- Gras M.A.* Disease resistance in wheat: *T. dicoccum* as a source of genetic factors against rust and mildew // *Genetica Agraria.* – 1980. – V. 34. – P. 123-132.
- Guo Z., Song Y., Zhou R., Ren Z., Jia J.* Discovery, evaluation and distribution of haplotypes of the wheat *Ppd-D1* gene // *New Phytologist.* – 2010. – V. 185. – P. 841-851.
- Huang L., Wang Q., Zhang L.Q., Yuan Z.W., Wang J.R., Zhang H.J., Zheng Y.L., Liu D.C.* Haplotype variations of gene *Ppd-D1* in *Aegilops tauschii* and their implications on wheat origin // *Genet. Resour. Crop Evol.* – 2012. – V. 59. – P. 1027-1032.
- Huber K., Buerstmayr M., Buerstmayr H.* Advanced back-cross QTL mapping of resistance to Fusarium head blight derived from *Triticum dicoccum* // *Cereal Res. Commun.* – 2008. – V. 36 (6). – P. 71-72.
- Kumar S., Stack R.W., Friesen T.L., Faris J.D.* Identification of a novel fusarium head blight resistance quantitative trait locus on chromosome 7A in tetraploid wheat // *Phytopathology.* – 2007. – V. 97. – P. 592-597.
- Nishida H., Yoshida T., Kawakami K., Fujita M., Long B., Akashi Y., Laurie D., Kato K.* 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 // *Mol. Breeding.* – 2013. – V. 31, № 1. – P. 27-37.
- Oliver R.E., Stack R.W., Miller J.D., Cai X.* Reaction of wild emmer wheat accessions to fusarium head blight // *Crop Sci.* – 2007. – V. 47. – P. 893-899.
- Scarth R., Law C.N.* The control of day-length response in wheat by the group 2 chromosomes // *Z. Pflanzenzuchtung.* – 1984. – V. 92. – P. 140-150.
- Seki M., Chono M., Matsunaka H., Fujita M., Oda S., Kubo K., Kiribuchi-Otobe C., Kojima H., Nishida H., Kato K.* Distribution of photoperiod-insensitive alleles *Ppd-B1a* and *Ppd-D1a* and their effect on heading time in Japanese wheat cultivars // *Breeding Sci.* – 2011. – V. 61. – P. 405-412.
- Silfhout C.H., Grama A., Gerechter-Amitai Z. K., Kleitman F.* Resistance to yellow rust in *Triticum dicoccoides*. I. Crosses with susceptible *Triticum durum* // *Netherlands J. Plant Pathol.* – 1989. – V. 95, № 2. – P. 73-78.
- Snape J., Laurie D., Worland A.* Understanding the genetics of abiotic stress responses in cereals and possible strategies for their amelioration // *Aspects Appl. Biol.* – 1998. – V. 50. – P. 9-14.
- Stack R.W., Eliasb E.M., Fetch J.M., Millerd J.D., Joppad L.R.* Fusarium head blight reaction of Langdon Durum-*Triticum dicoccoides* chromosome substitution lines // *Crop Sci.* – 2002. – V. 42. – P. 637-642.
- Takenaka S., Kawahara T.* Evolution and dispersal of emmer wheat (*Triticum* sp.) from novel haplotypes of *Ppd-1* (photoperiod response) genes and their surrounding DNA sequences // *Theor. Appl. Genet.* – 2012. – V. 125. – P. 999-1014.
- Turck F., Fornara F., Coupland G.* Regulation and identity of florigen: FLOWERING LOCUS T moves center stage // *Annu. Rev. Plant Biol.* – 2008. – V. 59. – P. 573-594.
- Wenkel S., Turck F., Singer K., Gissot L., José Le Gourrierec, Samach A., Coupland G.* CONSTANS and the CCAAT Box binding complex share a functionally important domain and interact to regulate flowering of *Arabidopsis* // *Plant Cell.* – 2006. – V. 18. – P. 2971-2984.
- Wilhelm E.P., Turner A.S., Laurie D.A.* Photoperiod insensitive *Ppd-A1a* mutations in tetraploid wheat (*Triticum durum* Desf.) // *Theor. Appl. Genet.* – 2009. – V. 118. – P. 285-294.

Надійшла до редакції
11.06.2013 р.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОМБІНАЦІЙ З МУТАЦІЙ В ГАПЛОГРУПАХ

THE IDENTIFICATION OF MUTATIONS COMBINATIONS IN HAPLOGROUPS OF *PPD-B1* GENE IN TETRAPLOID WHEAT *TRITICUM DICOCCOIDES*, *TRITICUM DICOCCUM*, *TRITICUM DURUM*

A. F. Muterko, I. A. Balashova, Yu. M. Sivolap

*Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation
of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
(Odesa, Ukraine)*

The molecular-genetics identification of mutations combinations in haplogroups of *Ppd-B1* gene was carried. The 44 genotypes of three species the tetraploid wheat from 35 country of the world have analysed. In particularly, wild and domesticate emmer wheat *Triticum dicoccoides*, *T. dicoccum* and *T. durum*. In studied accessions have been defined relevant the combinations of mutations on promoter area and exon-1 and haplogroup of *Ppd-B1* gene. The splitting from combinations of mutations in BI haplogroup under accessions the *T. dicoccoides* species has been revealed. Importance of identification the combinations of mutations in haplogroups of *Ppd-B1* gene for wheat selection are discussed.

Key words: *Triticum*, *PCR-analysis*, *Ppd-B1*, *mutations*, *haplogroups*

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОМБІНАЦІЙ МУТАЦІЙ В ГАПЛОГРУПАХ ГЕНА *PPD-B1* У ТЕТРАПЛОИДНОЇ ПШЕНИЦІ ВИДОВ *TRITICUM DICOCCOIDES*, *TRITICUM DICOCCUM*, *TRITICUM DURUM*

А. Ф. Мутерко, І. А. Балашова, Ю. М. Сиволап

*Селекційно-генетический институт –
Національний центр семеноведення і сортозучення
Національної академії аграрних наук України
(Одеса, Україна)*

Проведена молекулярно-генетическая идентификация комбинаций мутаций в гаплогруппах гена *Ppd-B1*. Проанализировано 44 генотипа трёх видов тетраплоидной пшеницы из 29 стран мира, среди которых двузернянки – *Triticum dicoccoides*, *T. dicoccum* и вид *T. durum*. У исследованных генотипов установлены соответствующие комбинации мутаций на участке промотора и экзона-1 и гаплогруппа гена *Ppd-B1*. Обнаружено расщепление по комбинации мутаций в гаплогруппе ВІІ среди генотипов вида *T. dicoccoides*. Обсуждается значение идентификации комбинаций мутаций в гаплогруппах гена *Ppd-B1* в селекции пшеницы.

Ключевые слова: *Triticum*, *ПЦР-анализ*, *Ppd-B1*, *мутации*, *гаплогруппы*