"مجله علوم زراعي ايران"
جلد ششم، شماره ٤، زمستان ١٣٨٣

ايجاد نشانگر مبتني بر PCR براساس ژن كانديداي مقاومت به بلايت فوزاريومي سنبله (*PDR5*) در گندم

Development of PCR based marker for candidate *Fusarium* head blight resistance gene (*PDR5*) in wheat

فروه احيا[1]، محمدرضا غفاری[2]، محسن مردی[3]، صبوران ظاهری[4]، بهزاد قره‌یاضی[5]

چكيده

احيا، ف. م. ر.، غفاري، م. مردي، ص. ظاهري، ب. قره‌ياضي، ١٣٨٣. ايجاد نشانگر مبتنی بر PCR براساس ژن كانديدای مقاومت به پلايت فوزاريومی سنبله (PDR5) در گندم. مجله علوم زراعی ايران. جلد ٦، شماره ٤، صفحه ٤٠١-٣٩٥.

ژن *PDR5* (pleotropic drug resistance 5) كد كننده پروتئين ناقل ABC (ATP Binding Cassette) است كه با استفاده از هيدروليز ATP در سم زدايي از سلول‌ها نقش دارد. جهت ايجاد نشانگر مبتني بر PCR براي ژن كانديداي مقاومت به بلايت فوزاريومي سنبله (*PDR5*) در گندم رديف‌هاي مشابه با اين ژن با استفاده از نرم‌افزار DNASTAR همرديف شدند. آغازگرها با استفاده از نواحي حفظ شده و غير حفظ شده اين ژن طراحي شدند. تجزيه مولكولي با استفاده از والدين حساس (فلات) و نيمه‌مقاوم (فرونتانا) به بلايت فوزاريومي سنبله گندم منجر به كشف يک الل از ژن *PDR5* در فرونتانا شد. الل اختصاصي جداسازي، همسانه‌سازي و رديف‌يابي شد. صحت رديف‌يابي در بانك اطلاعات بررسي شد. نتايج تجزيه تك نشانگري براساس داده‌هاي ملكولی و فنوتيپي نسل F3 حاصل از تلاقی والدين مورد مطالعه نشان داد كه الل اختصاصی ژن *PDR5* دارای اثر منفی در ميزان آلودگی به FHB در گندم بود.

واژه‌هاي كليدي: گندم، بلايت فوزاريومي سنبله، PCR ، ژن PDR5 ، نشانگر.

مقدمه

ناقلين ABC (ATP Binding Cassette) از بزرگترين خانواده‌های پروتئينی شناخته شده هستند كه در تمام گونه‌های يوكاريوتی و پروكاريوتی يافت می‌شوند (Henikoff *et al*., 1997). تمام پروتئين‌های اين خانواده در انتقال فعال تركيبات مختلف نقش داشته و از هيدروليز ATP به عنوان منبع انرژی استفاده می‌كنند (Higgins, 1992). خروج سموم سلولی از طريق انتقال غشايی يا انتقال بين سلولی، انتقال از سيتوپلاسم به داخل واكوئل و جابجايی ليپيد از نقش‌های ناقلين ABC به‌شمار می‌رود. از لحاظ ساختار پروتئينی، ناقلين ABC دارای دو رونوشت از دو واحد ساختمانی شامل يک ناحيه تراغشايی‌بسيار آبگريز TMD (Transmembran domain) و يک ناحيه متصل شونده به ATP يا مارپيچ متصل‌شونده به نوكلئوتيد NBF (Nucleotide binding factor) هستند. در ناحيه NBF، دو ناحيه محافظت شده به طول ٢٠٠ اسيد آمينه شامل نواحی Walker A، Walker B و علامت مشخصه ABC (ABC signature) وجود دارد كه اين نواحی در بين گونه‌های مختلف يوكاريوتی و پروكاريوتی حفظ شده است. بر اساس توپولوژی ترتيب

تاريخ دريافت: ١٣٨٣/٥/٧

١، ٢، ٣، ٤ و ٥ـ به ترتيب دانشجوی كارشناسی ارشد، مربی، استاديار، كارشناس و دانشيار پژوهشكده بيوتكنولوژی كشاورزی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.4.5]

قرارگیری نواحی TMD و NBF، ناقلین ABC درسه گروه MRP (Human multiple drug resistance protein)، MDR (Multi drug resistance) و PDR (Pleotropic drug resistance) تقسیم‌بندی می‌شوند که *PDR5* یکی از زیر گروهای PDR است (Higgins, 1992; Bungert *et al*., 2001).

آدام و لیمنز (Adam and Lemmens, 1996) با مطالعه برروی مخمر نشان دادند که مقاومت به مایکوتوکسین به وسیله ژن‌های ناقلین پروتئینی ABC از قبیل *PDR5* ایجاد می شود. میتربایر و آدام (Mitterbauer and Adam, 2002) با مطالعه بر روی موتانت‌های فاقد ژن *PDR5* در مخمر گزارش کردند که این موتانت‌ها نسبت به مایکوتوکسین‌های مختلف حساسیت داشتند. تاکنون ایزوفورم‌های مختلفی از ژن‌های PDR از آرابیدوپسیس جداسازی شده‌اند (Van der Brule and Smart, 2002) . در برنج پیش‌بینی می‌شود حدود ۲۵ ایزوفرم از ژن‌های PDR وجود داشته باشد (Jasinski *et al*., 2001). تا کنون گزارشی از جداسازی ژن *PDR5* گندم گزارش نشده است.

بلایت فوزاریومی سنبله گندم یا FHB (*Fusarium* Head Blight) که توسط گونه‌های مختلف قارچ فوزاریوم (*Fusarium* spp.) ایجاد می‌شود، یکی از بیماری‌های مهم گندم در مناطق گرم و مرطوب جهان به شمار می‌آید. این بیماری باعث کاهش شدید عملکرد و افت کیفیت دانه‌می‌شود (Mardi et al., 2002). مایکوتوکسین‌های تولید شده توسط عامل بیماری مانند DON (Deoxynivalenol) باعث ایجاد مسمومیت‌های شدید در انسان و دام می شود. مستر هازی (Mesterhazy, 1989) و لیو و وانگ (Liu and Wang, 1991) با مطالعه بروی لاین‌های فرونتانا نشان دادند که قدرت تجزیه DON و یا جلوگیری از سنتز آن از مکانیزم‌های مقاومت گندم به FHB به شمار می‌رود. با مشخص شدن نقش *PDR5* در سم‌زدایی مایکوتوکسین‌ها از سلول و وجود مکانیزم تحمل به مایکوتوکسین در گندم (Mesterhazy, 1995)، این تحقیق به منظور ایجاد نشانگر مبتنی بر PCR براساس ژن کاندیدای مقاومت به بلایت فوزاریومی سنبله (*PDR5*) به منظور بررسی نقش ژن *PDR5* در ایجاد مقاومت به FHB در گندم به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

ردیف‌های مشابه ژن *PDR5* در گونه‌های *Saccharomyces cerevisiae*، *Arabidopsis thaliana*، *Oryza sativa* L.، *S. bayanus*، *Spirodela polyrhiza*، *Nicotiana tabacum* و *N. plumbaginifolia* با کمک نرم افزار DNASTAR هم ردیف شدند (شکل ۱). سی جفت آغازگر بر اساس نواحی حفظ شده و غیرحفظ شده طراحی شدند. استخراج دی. ان. ا از والدین حساس (فلات)، نیمه مقاوم (فرونتانا)، مقاوم (سومایتری و ونگشوبای) به FHB و ۱۴۰ گیاه $F_{3:4}$ حاصل از تلاقی فرونتانا در فلات طبق روش سقائی معروف و همکاران (Saghaie *et al*., 1984) انجام شد. واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (۱/۹۸ میلی‌مولار MgCl2، ۰/۱ میلی‌مولار از هر یک داکسی نوکلئوتید تری فسفات‌ها، ۶۰ نانوگرم از هر یک از آغازگرهای Forward و Reverse، یک واحد آنزیم تک دی. ان. ا پلی مراز ، ۵۰ تا ۱۰۰ نانو گرم دی. ان. ا الگو و برنامه تکثیر ۳ دقیقه ^{o}C ۹۴، ۴۰ سیکل شامل ۱ دقیقه ^{o}C ۹۴، یک دقیقه و ۳۰ ثانیه ^{o}C ۵۵، سه دقیقه ^{o}C ۷۲ و پس از پایان ۴۰ سیکل ۵ دقیقه ^{o}C ۷۲)، با استفاده از توالی آغازگرهای طراحی شده و دی. ان. ا والدین فلات، سومایتری، ونگشوبای و فرونتانا به منظور شناسایی آغازگرهای چندشکل در بین والدین انجام شد. قطعه تکثیر شده چند شکل پس از استحصال از ژل آگارز تخلیص و طبق روش کیت همسانه سازی PGEM-T Easy vector (Promega Cat.#A1360) همسانه و ردیف‌یابی شد. صحت ردیف‌یابی با استفاده از همولوگ‌های ژن *PDR5* در گونه‌های نزدیک به گندم مانند برنج و ذرت به وسیله برنامه BLAST در بانک ژنی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.4.5]

```
                                                                                                  WALKER A1
NtPDRp      SIHILPSKKRQVTILKDVSGIVKPCRMTLLLGPPGSGKTTLLLALAGKLD-SALKVTGKV
NpPDRp       SLHILSSRKRQLTILKDISGIIKPCRMTLLLGPPSSGKTTLLLALAGKLD-PALKVTGKV
SpPDRp      ALHLMPSGKRPISILHDVSGIIKPCRMTLLLGPPGAGKTTLLLALAGKLD-NTLKVTGNV
AtPDRp      LLGFNFTKTTKVTILRDVSGIIKPSRMTLLLGPPSSGKTTLLLALAGKLD-QSLKVTGRV
OsPDRp      --LFISSNKRKLKILNDVNGIIKPSRMTLLLGPPSSGKSTLMRALTGKPD-KNLKVSGEI
ScPDRp      -KFQRSKETNTFQILKPMDGCLNPGELLVVLGRPGSGCTTLLKSISSNTHGFDLGADTKI
SbPDRp      -IFQNSNEGSTFQILKPMEGCLNPGELLVVLGRPGSGCTTLLKSISSNTHGFDLGKDTEI
                 . . **. :.* ::* .: ::** *.:* :**: ::::: .  *   .:
                                                ABC1
NtPDRp      KAANIKPDADIDMFMKAASTEGQEAKVVTDYILKILGLDICADTMVGDQMIRGISGGQKK
NpPDRp       KAANIKPDADIDIYMKAAATEGQEANVVTDYVLKILGLDICADTMVGDDMIRGISGGQKK
SpPDRp      KEANIKPDPDVDVYMKAVAVEGQES-VVTDYILKILGLDICADTMVGDGMIRGISGGQKK
AtPDRp      KDAGILPEPEVDLFMKSIAAGNVKSSLITDYTLRILGLDICKDTVVGDEMIRGISGGQKK
OsPDRp      RNAGIKPDPEIDALMKATVVEGKQNNIVTDLVLKALGLDICADTIVGGAMIRGISGGQKK
ScPDRp      R-------------IKGVDRESYAN-HLAEVAMATYGLSHTRNTKVGNDIVRGVSGGERK
SbPDRp      R-------------IKGVDRESYAN-HLAEVAMATYGLSHTRNTKVGSDLVRGVSGGERK
            :          :*.   .    ::: :  **.  :* **. ::**:***::*
                                          WALKERB1
NtPDRp      RVTTGEMIVGPSKALFMDEISTGLDSSTTYSIVNSLKQSVRIMKGTALISLLQPAPETYN
NpPDRp       RVTTGEMLVGPSKALFMDEISTGLDSSTTYSIVNSLRQSVQILKGTAVISLLQPAPETYN
SpPDRp      RVTTGEMLVGPSKALFMDEISTGLDSSTTFQIVNSLRQSVHILGGTALIALLQPAPETYD
AtPDRp      RVTTGEMIVGPTKTLFMDEISTGLDSSTTYQIVKCLQEIVRFTDATVLMSLLQPAPETFE
OsPDRp      RVTTGEMLTGPATALFMDEISTGLDSSSTFQIVKYIRQVTHVMNATVMMSLLQPPPETYA
ScPDRp      RVSIAEVSICGSKFQCWDNATRGLDSATALEFIRALKTQADISNTSATVAIYQCSQDAYD
SbPDRp      RVSIAEVSICGSKFQCWDNATRGLDSATALEFIRALKIQANISNTSATVAIYQCSQDAYD
          **: .*:   :.    *: : ****::: .::: ::  . .   :. ::: * . :::
                                                WALKER A2
NtPDRp      VLPFDPHSITFDEVVYSVDMPPEMRESGTSDNRLVLLKSVSGAFRPGVLTALMGVSGAGK
NpPDRp       VLPFEPHSITFDDVVYSVDMPQEMKEQGAGEDRLVLLKGVSGAFRPGVLTALMGVSGAGK
SpPDRp      VLPFTPLSITFDNVKYSVDMPQEMKDRGVTEDKLLLLKGVSGAFRPGVLTALMGVSGRGK
AtPDRp      VLPFTPLTMSFDNVNYYVDMPKEMKEQGVSKDKLQLLKEVTGVFRPGVLTALMGVSGAGK
OsPDRp      VLPFQPLSLSFNHMNYYVDMP---------------------------------------
ScPDRp      EESDTYGEIGLSKSEAIFHWRNLCYEVQIKAETRRILNNVDGWVKPGTLTALMGASGAGK
SbPDRp      EESDTYGDVGLSKSEAIFHWRNLCYEVQIKTETRRILNNVDGWVKPGTLTALMGASGAGK
            .   : :..   ..
                                                ABC2
NtPDRp      LRLPQDVNEEKRMMFVEEVMDLVELTPLRSALVGLPGVNGLSTEQRKRLTIAVELVANP-
NpPDRp       LRLPQDVDEKTRKMFVDEVMELVELGPLRSALVGLPGVNGLSTEQRKRLTIAVELVANP-
SpPDRp      LRLPAEVDEKQRKMFVDEVMDLVELNSLRGSLVGLPGVTGLSTEQRKRLTIAVELVANP-
AtPDRp      LRLPKEVTKYEKMRFVDEVMELVELESLKDAVVGLPGITGLSTEQRKRLTIAVELVANP-
OsPDRp      ----------FVEEVMSLVELDVLRDALVGLPGVSGLSTEQRKRLTIAVELVANP-
ScPDRp      LRQPAEVSIEEKNRYVEEVIKILEMEKYADAVVGVAG-EGLNVEQRKRLTIGVELTAKPK
SbPDRp      LRQPAEVSIEEKNVYVEEVIKILEMEKYADAVVGIAG-EGLNVEQRKRLTIGVELTAKPK
                :*:**:.::*:   .::**:.*  **..********.***.*:*
                                               WALKER B2
NtPDRp      SIIFMDEPTSGLDARAAAIVMRAVRNTVDTGRTVVCTIHQPSIDIFEAFDELFLMKRGGQ
NpPDRp       SIIFMDEPTSGLDARAAAIVMRTVRNTVDTGRTVVCTIHQPSIDIFEAFDELFLMKRGGQ
SpPDRp      SIIFMDEPTSGLDARAAAIVMRAVRNTVDTGRTVVCTIHQPSIDIFEAFDELFLMKRGGE
AtPDRp      SIIFMDEPTSGLDARAAAIVMRTVRNTVDTGRTVVCTIHQPSIDIFEAFDELLLLKRGGQ
OsPDRp      SIIFMDEPTSGLDARAAAIVMR------------------------T----LLLLKRGGR
ScPDRp      LLVFLDEPTSGLDSQTAWSICQLMKKLANHGQAILCTIHQPSAILMQEFDRLLFMQRGGK
SbPDRp      LLVFLDEPTSGLDSQTAWSICQLMKKLANHGQAILCTIHQPSAILMQEFDRLLFMQRGGK
          ::*:********:::*  : :                  *::::***.
```

شکل۱- ردیف‌های حفاظت شده ژن *PDR5* شامل Walker A,B و علامت مشخصه ABC پروتئین‌های (Acc No. BAD07483) NtPDRp، (Acc No. CAC40990) NpPDR، (Acc No. CAA94437) SpPDRp، (Acc No. NM-112505) AtPDRp، (Acc No. AJ535050) OsPDRp، (Acc No. L19522) ScPDRp و (Acc No. AAO32408) SbPDRp

Fig. 1. Conserved sequences of *PDR5* gene consisting of Walker A, B and ABC signature of proteins NtPDRp (Acc No. BAD07483), NpPDR (Acc No. CAC40990), SpPDRp (Acc No. CAA94437), AtPDRp (Acc No. NM-112505), OsPDRp (Acc No. AJ535050), ScPDRp (Acc No. L19522), SbPDRp (Acc No. AAO32408)

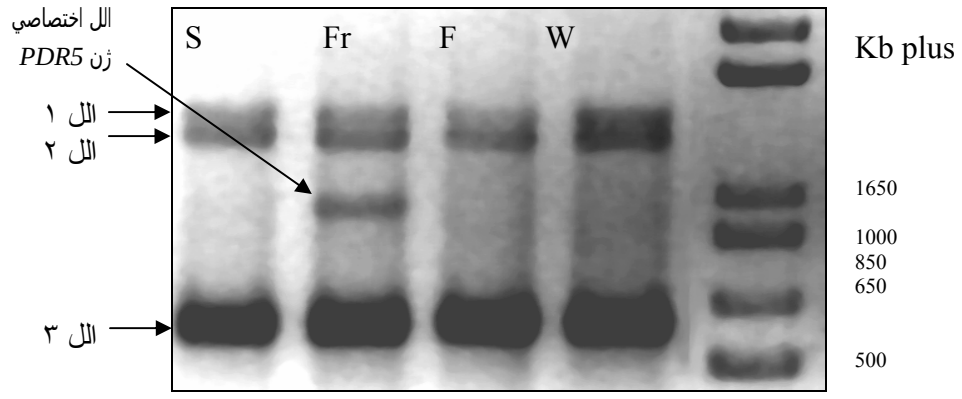
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.4.5]

مورد بررسی قرار گرفت (NCBI). اختصاصی بودن الل ژن *PDR5* در والد فرونتانا بوسیله واکنش زنجیره‌ای پلیمراز آغازگرهای اختصاصی این الل در والدین مقاوم سومایتری و ونگشوبای بررسی شد. اثر الل اختصاصی ژن *PDR5* در مقاومت به FHB در گندم به وسیله تجزیه تک نشانگری (Single marker analysis) و استفاده از سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی یا AUDPC (Area under the disease progress curve) ۱۴۰ گیاه $F_{3:4}$ آلوده شده با *F. graminearum* طبق روش مردی و همکاران (Mardi *et al.*, 2002) ارزیابی شد.

نتایج و بحث

از مجموع ۳۰ جفت آغازگر طراحی شده، ۲۹ جفت آغازگر باند یک شکل در والد حساس و نیمه مقاوم و یک جفت آغازگر (PF و PR) باند اختصاصی در والد نیمه مقاوم ایجاد کرد (شکل ۲ و ۳).عدم مشاهده الل اختصاصی ژن *PDR5* در والدین مقاوم سومایتری و ونگشوبای نشان‌دهنده اختصاصی بودن این الل در والد نیمه‌مقاوم فرونتانا است. مردی و همکاران (Mardi *et al.*, 2004) گزارش کردند که ژن‌های کنترل‌کننده مقاومت به بلایت فوزاریومی سنبله گندم در والدین مقاوم چینی (سومایتری و ونگشوبای) با والدین مقاوم برزیلی (فرونتانا) متفاوت است. ردیف باند اختصاصی والد نیمه‌مقاوم به وسیله آغازگرهای PF و PR در شکل ۴ نشان داده شده است. ردیف‌های قطعه چند شکل تکثیر شده با همولوگ‌های ژن *PDR5* در گونه‌های نزدیک به گندم مانند برنج و ذرت، ۷۵ تا ۸۰ درصد شباهت داشتند و صحت جداسازی را تأیید کرد (نتایج نشان داده نشده است). نتایج این تحقیق نشان داد که الل‌های مختلفی از ژن *PDR5* در گندم وجود دارد (شکل ۲ و ۳). میتربایر و آدام (Mitterbauer and Adam, 2002) و وندر برول و اسمارت (Van der Brule and Smart, 2002) ۱۵ ایزوفرم از ژن‌های PDR را در *Arabidopsis thaliana* تعیین مشخصات نمودند. تجزیه تک نشانگری نشان‌دهنده اثر منفی و معنی دار این الل اختصاصی ژن PDR5 بر میزان آلودگی به فوزاریوم بود (جدول ۱). مدل رگرسیونی برازش شده + (*PDR5* specific allele) -0.82 =AUDPC (P>0.057) 4.10" نشان داد که این الل حدود ۴ درصد از تغییرات AUDPC را با اثر منفی توجیه نمود.

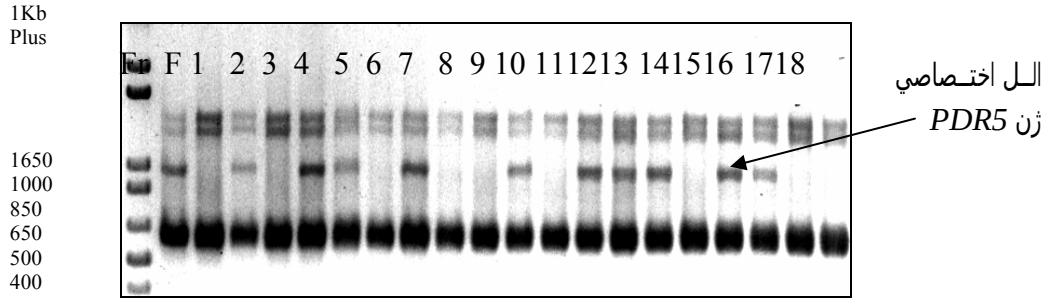


شکل ۲- الل اختصاصی ژن *PDR5* در والد نیمه‌مقاوم فرونتانا (Fr). (والدین مقاوم سومایتری (S)، ونگشوبای (W) و حساس فلات (F) فاقد این الل بودند)

Fig. 2. *PDR5* specific allele in moderately resistant parent Frontana (Fr). (Lack of specific allele in resistant parents Sumai#3(S), Wangshuibai (W) and susceptible parent Falat (F)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.4.5]



شکل ۳- الل اختصاصی ژن *PDR5* در والد نیمه‌مقاوم فرونتانا (Fr) و تعدادی از $F_{3:4}$ حاصل از تلاقی فلات / فرونتانا (F = فلات)

Fig. 2. *PDR5* specific allele in moderately resistant parent Frontana (Fr) and some F3:4 plants developed from a cross Falat / Frontana (F= Falat)

PF

5′-CTCTTCACCATCGTCATTGCGTTCATGATATCATTGAGGATCCTTGATATT
TCCAATATATTCATGCATTAAACCAGGGCGGCGGCTTAAAGGCAGGATACCCCAA
GAAACCCAGCAGCGGATGAGATCAATGCCGGTCAAACCGTTGGCTAGGAGAGCA
CGGAGCTTGGCGAGTTGAGGGGTATAAGTTTGCCGTTCTTTGGGAGTTGAACGTT
GAGGTAACGGATGGCCATTGCTAAGCCGGTGAGGGCGGTAACCGGACAAAGGAT
TTTCTCCAGTAGGGGCAGTATTCTGACAATAAAACCATGTTTGGTTCCAATCTTTG
GGATGACTGTGGTGTTCTGCATGAGGGAAATCAACTTCTTTTCTCTTCTGGATTGA
GACCCCACCAAGTTCCATGTTGGGACCATCAGAGAACTCAGTGCGGCGGTTTAAA
TGGAAAAAATCCCGAAAAAGCTCCACAGATGGTTCTTATTGAAGGTAAACTTCAC
AGAACACTTGAAAATTGCATATATTGGACACGGAGTTCAGTCCAATATCCTGTGC
ATGGAGTTGAAAGCTCGCAAGGACATCCCGAAATTTTTTTGATCCGGGAGGGATG
AATCCCCGGTCTAAGTGTTGCATAAATATAATCACCTCTCCATCCTGAGGCTCAG
GAGGGCACTCAGGGCCAGGGACTCGCCAATGAAGGACCctTTTTAGgCTAGAGCG
CCAGTGGTAACATATCCATTGATCTACGTTTTCGTGATCCGGGACAgAACCCAGTT
GCAAGCGGAGAATTGTTTGGTCATCTTGGACAACAAACTGTAAAGGTAAAACGA
AGGCCGGTTTACGATTGACGGTTCAGGTGTACTAATTGGTGTCAACCCGGGGAAT
TTGATCAAAGCATATATGTGAGATAAACCGGAAATTGCTATTCAAATCAAGATGG
TAGTTTAAGTGAGGGCTAATGATATATGGCGGGCTAGTC-3′

PR

شکل ۴- قسمتی از ژن مشابه *PDR5* جداسازی شده از گندم. (آغازگرهای PR و PF با فلش مشخص شده‌اند)

Fig. 3. Partial sequence of *PDR5* homologous gene isolated from wheat.
(Arrows show the positions of PR and PF primers)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.4.5]

جدول ١- تجزیه تک نشانگری الل اختصاصی ژن *PDR5* برای سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی(AUDPC) در نسل $F_{2:3}$ حاصل از تلاقی فلات × فرونتانا

Table 1. Single marker analysis of *PDR5* specific allele for area under the disease progress curve (AUDPC) in F_3 generation developed from a cross between Falat x Frontana

منبع تغییرات S. O. V.		درجه آزادی df	میانگین مربعات MS	F	P-value	R^2 تصحیح شده Adjusted R^2
Model	مدل	1	18.37	3.68	0.057	4
Error	اشتباه	106	4.98			

نتایج نشان داد که با توجه به ناچیز بودن سهم R^2 تصحیح شده این الل در توجیه واریانس AUDPC به نظر می‌رسد حداقل این ژن مشابه *PDR5* نقش تعیین‌کننده‌ای در ایجاد مقاومت ندارد ولی ممکن است در مجاورت ژن (هایی) باشد که دارای اثرهای جزیی در ایجاد مقاومت هستند. البته با توجه به وجود اثر منفی این الل در میزان آلودگی (β= -٠/٨٢) ممکن است بتوان نقش ژن *PDR5* در ایجاد مقاومت به FHB در گندم را نیز (احتمالا از طریق مکانیزم تحمل به مایکوتوکسین‌های تولید شده توسط گونه‌های مختلف فوزاریوم در گندم) محتمل دانست.

سپاسگزاري

بیشتر هزینه‌های این تحقیق از محل اعتبارات پروژه همکاری مشترک بین دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری و وزارت علوم و آموزش عالی اتریش تأمین شده است که بدین وسیله تشکر و قدردانی می گردد.

References

Adam, G. and M. Lemmens. 1996. Involvement of ABC transporter proteins in trichothecene resistance. Abstract B3, 8th IS-MPMI conference Knoxville, TN.

Bungert, S., L.L. Molday and R.S. Molday. 2001. Membrane topology of the ATP binding cassette transporter ABCR and its relationship to ABC1 and related ABCA transporters. J. Biol. Chem. 276: 23539-23546.

Henikoff, S., E. A. Green, S. Pietrokovski, P. Bork, T. E. Attweek and L. Hood. 1997. Genome families: the taxonomy of protein paralogs & chimeras. Sci. 278: 609-614.

Higging, C. F. 1992. ABC-transporters: from microorganism to men. Ann. Rev. Cell. Bio. 8: 67-113.

Jasinski, M., Y. Stukkens, H. Degand, B. Purnelle, J. Marchand-Brynaert and M. Boutry. 2001. A plant plasma membrane ATP binding cassette-type transporter is involved in antifungal terpenoid secretion. Plant. Cell. 13: 1095-1107.

Liu Z. Z., AND Z. Y. Wang. 1991. Improved scab resistance in China: Sources of resistance and problems, IN: D.A.Saunders, ed., Wheat for the Nontraditional Warm Areas. Proc. Int. Conf., CIMMYT, Mexico, D.F., pp. 178-188.

Mardi, M., B. Yazdisamadi, M. R. Ghanadha, B. Ghareyazie, A. R. Talei and H. Buerstmayr. 2002. Identification of DNA markers linked to QTL controlling *Fusarium* head blight resistance in common wheat. J. Appl. Genet. 43: 279-288.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.4.5]

Mardi, M., H. Buerstmayr, B. Ghareyazie, M. Lemmens, S. A. Mohammadi, R. Nolz and P. Uckenbauer. 2005. QTL analysis of resistance to Fusarium head blight in wheat using a 'Wangshuibai' derived population. Plant Breeding, (In press).

Mestrhazy A. 1989. Progress in breeding of wheat and corn genotypes not susceptible to infection by Fusaria. In: J. Chelkowski (ed.), Fusarium-mycotoxins, Taxonomy, and Pathogenicity, Elsevier, Amesrterdam.pp. 357-386.

Mesterhazy A.1995. Types and components of resistance to *Fusarium* head blight of wheat. Plant Breed. 114: 377-386.

Mitterbauer, R. and G. Adam. 2002. *Saccharomyces cerevisiae* and *Arabidopsis thaliana*: useful model systems for the identification of molecular mechanisms involved in resistance of plant to toxins. Eur. J. Plant Path. 108: 699-703.

National Center For Biotechnology Information. www.ncbi.nlm.nih.gov.

Saghaie-Maroof, M. A., K. M. Sliman, R. A. Jorgensen and R. W. Allard. 1984. Ribosomal DNA spacer length polymorphism in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics. PNAS. 81: 8014-8018.

Van Der Brules, CC. Smart. 2002. The plant PDR family of ABC transporters. Planta. 216: 95-106.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.4.5]

Development of PCR based molecular marker for candidate Fusarium head blight Resistance gene (PDR5) in wheat

Ehya[1], F., M. R. Ghaffari[2], M. Mardi[3], S. Zaheri[4] and B. Ghareyazie[*5]

ABSTRACT

The *PDR5* (pleiotropic drug resistance 5) gene, encoding ABC transporter protein, detoxifies cells using ATP hydrolysis. To develop PCR based marker for Fusarium head blight resistance candidate gene (*PDR5*) in wheat, similar sequences of *PDR5* were aligned with DNASTAR software. Primers were designed based on conserved and non conserved sequences. Molecular analysis using moderately resistant (Frontana) and susceptible (Falat) parental lines showed a specific *PDR5* allele in Frontana. Amplified allele was isolated, cloned and sequenced. The sequencing was verified on data Bank. Single marker analysis based on phenotyping and genotyping data of F_3 generation developed from a cross between Frontana and Falat indicated the specific *PDR5* allele had negative effect on FHB infection in wheat.

Key word: Wheat, Fusarium Head Blight, PCR, PDR5 gene, Phenotyping, Genotyping.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1383.6.4.4.5]

Recieved: Aug, 2004

1, 2, 3, 4, 5- MSc. student, Lecturer, Assistant Prof., Research officer and Associate Prof., Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran

* Corresponding author