Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۲۲ ، شماره ٤، سال ۱۳۸۵

بررسی لوکوس تنظیم‌کننده عطر در برخی ارقام معطر برنج*
Investigation of Fragrance Locus in some Aromatic Rice Cultivars

محمد رهنماییان، قربانعلی نعمت‌زاده و سیدکمال کاظمی‌تبار

دانشکده کشاورزی دانشگاه مازندران

تاریخ دریافت: ۱۳۸٤/٥/۲

چکیده

رهنماییان، م.، نعمت‌زاده، ق.، و کاظمی‌تبار، س. ک. ۱۳۸۵. بررسی لوکوس تنظیم‌کننده عطر در برخی ارقام معطر برنج. **نهال و بذر** ۲۲: ٤٥۳-٤٤۳.

عطر و طعم اهمیتی قابل ملاحظه در تجارت برنج دارد، از این رو منطقی است که جوانب مختلف این صفت به دقت مطالعه شود. براین اساس، تحقیقی جهت بررسی وضعیت آللی لوکوس تنظیم‌کننده عطر، در ارقام معطر سنگ طارم، باسماتی 370 و دلا انجام شد. در این مطالعه نتایج نسل دوم سه تلاقی بین ارقام فوق با نشانگر مولکولی رپید OPAG-08 که پیوستگی قابل ملاحظه‌ای با ژن تنظیم‌کننده عطر در برنج دارد و در پی سی آر ارقام معطر یک قطعه 800 جفت بازی تولید می‌کند، مورد آزمون مولکولی قرار گرفتند تا چگونگی توارث عطر در نتاج حاصل از تلاقی‌ها بررسی گردد. براساس نتایج مولکولی، قطعه 800 جفت بازی در 75 درصد از نتاج مورد نظر تولید شد که بیانگر وجود حداقل یک آلل مشترک در والدین است. از سویی دیگر، این قطعه در دیگر نتاج تولید نشد که می‌تواند دال بر وجود آلل(های) متفاوت در لوکوس مورد نظر در اقام والدینی باشد. بنابراین، با توجه به تفرق در نتاج F_2، به نظر می‌رسد لوکوس تنظیم‌کننده عطر در این ارقام توسط آلل‌های متفاوتی تنظیم می‌شود که نتیجه آن ایجاد چندشکلی در افراد F_2 تلاقی‌های آن‌ها است.

واژه‌های کلیدی: برنج، ارقام، چند آللی، جمعیت در حال تفرق، RAPD.

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) معطر، از مقبولیت خاصی در جوامع مختلف برخوردار است و تلاش‌های در حال انجام برای اصلاح برنج، با نگاهی به کیفیت آن، صورت می‌پذیرد. روش‌های متعددی برای ارزیابی و ردیابی عطر جهت مطالعه وراثت آن در برنج توسعه یافته‌اند. از جمله این روش‌ها، گرما دادن بافت برگی در آب و توجه به عطر (Nagaraju *et al*., 1975)، عطر متصاعد شده از بافت برگی توسط هیدروکسید پتاسیم (Sood and Siddiq, 1978)، جویدن تعداد

*بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول در گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی.

www.SID.ir

Archive of SID

کمی بذر (Dhulappanavar, 1976) از گیاهان تک بوته و جویدن نصف بذر (Berner and Hoff,1986) هستند. وراثت عطر نیز مورد مطالعه فراوانی قرار گرفته است. نسبت‌های تفرق 3:1، غیرمعطر: معطر (Kadam and Patankar, 1938؛ Jordon, 1944)، 1:3 (Ghose and Botany, 1952؛ Berner and Hoff, 1986؛ Sood and Siddiq, 1978؛ Reddy and Reddy, 1987؛ Pinson, 1994؛ Dong *et al*., 2001)، 9:7 (Tripathy and Rao, 1979)، 15:1 (Dhulappanavar, 1976)، 1:15 (توسلی، ۱۳۸۱) و 27:37 (Nagaraju *et al*., 1975). همگی در جمعیت‌های F_2 حاصل از تلاقی ارقام معطر در غیرمعطر، گزارش شده‌اند. وجود ۲-استیل-۱- پیرولین (2-acetyl-1-pyrroline) در بسیاری از ارقام معطر برنج همچون باسماتی، دلا، جاسمین و عنبربو، دلیل عطر دانسته شده است (Buttery *et al*., 1982؛ Buttery *et al*.,1983؛ Buttery *et al*.,1985؛ Buttery *et al*.,1986؛ Buttery *et al*.,1988؛ Paule and Powers, 1989؛ Lin *et al*., 1990؛ نعمت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۱). درمورد اساس ژنتیکی عطر نیز قضاوت‌های مختلفی صورت گرفته است. یک ژن مغلوب هسته‌ای (Jodon, 1944؛ Reddy and Reddy, 1987؛ Ahn *et al*., 1992؛ Lorieux *et al*., 1996؛ Garland *et al*., 2000؛ Dong *et al*., 2001؛ Jin *et al*., 2003؛ Bradbury *et al*., 2005)، سه ژن مکمل غالب (Nagaraju *et al*., 1975) دو ژن غالب مکمل (Dhulappanavar, 1976)، یک ژن غالب (Ghose and Botany, 1952)، یک ژن مغلوب و تعدادی ژن تغییردهنده (نعمت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۱) و دو ژن مغلوب (توسلی، ۱۳۸۱) گزارش‌هایی است که در این مورد وجود دارند. از پینسون (Pinson, 1994) نیز گزارشی موجود است که عطر برنج در رقم جاسمین 85 و لاین PI467917 توسط یک ژن مغلوب و در سایر رقم‌های معطر مثل دراگون‌آی‌بال 100 توسط دو ژن کنترل می‌شوند. آن و همکاران (Ahn *et al*., 1992) با تکنیک RFLP، نشان دادند که ژن عطر در برنج، با نشانگر RG28 واقع بر کروموزوم شماره ۸ برنج، پیوستگی در حد ۴/۵ سانتی مورگان دارد. نعمت‌زاده و همکاران (Nematzadeh *et al*., 2004) در بررسی ۵۵۰ آغازگر تصادفی رپید جهت نشانمند کردن ژن(های) مسئول ایجاد عطر در برنج، با مطالعه جمعیت‌های F_2 و F_3 تلاقی رقم معطر باسماتی در رقم غیرمعطر IR36، دو آغازگر AG-08 (با فاصله ۶/۹ سانتی‌مورگان از ژن عطر) و AN-01 را بین ارقام معطر و غیرمعطر، عامل ایجاد چندشکلی معرفی کردند. لوریکس و همکاران (Lorieux *et al*., 1996) نیز پیوستگی را در حد ۵/۸ سانتی‌مورگان، بین RG28 و ژن عطر (*fgr*) اعلام نمودند. جین و همکاران (Jin *et al*., 1996) در بررسی ۳۰۰ آغازگر

www.SID.ir

Archive of SID

رپید درنتاج تلاقی رقم معطر کائوداکمالی ۱۰۵ (Khao Dawkmali 105) و رقم غیرمعطر GT9993 ، آغازگر OPC-06 را یافتند که در نتاج تلاقی رقم غیرمعطر برنج، قطعه‌ای به اندازه ۱۵۰۰ جفت باز، تولید می‌کند. دونگ و همکاران (Dong *et al*., 2001) در تحقیقی جهت مشخص نمودن تعداد، آللیسم و مکان ژن(های) عطر در سه رقم معطر بومی ژاپن، چنین استنباط کردند که عطر، طبیعتی مغلوب دارد و در هر سه رقم یک ژن روی کروموزوم شماره ۸ برای عطر موجود است. کوردیرو و همکاران (Cordiero *et al*., 2002) بیان داشتند که نشانگر ریز ماهوارک SCU015RM از ژن عطر در فاصله ژنتیکی تقریبی ۲ سانتی‌مورگان واقع است و کارایی بالایی برای ایجاد چندشکلی بین ارقام مختلف برنج از نظر عطر دارد. جین و همکاران (Jin *et al*., 2003) هم در تلاشی به بررسی تنوع ریزماهوارکی کروموزوم شماره ۸ در برنج باسماتی و محاسبه تعداد آلل‌ها پرداختند. به رغم مطالعات متعدد انجام شده در خصوص چگونگی تنظیم عطر یا طعم، هنوز ابهاماتی در این میان وجود دارد. از جمله این ابهامات، وجود شدت و ضعف در میزان عطر در ارقام مختلف برنج معطر، با وجود تأیید تک ژنی بودن این صفت توسط تمامی مطالعات مولکولی انجام شده است. بر این اساس، در این مطالعه، امکان چند آللی بودن لوکوس تنظیم‌کننده عطر در ارقام مختلف برنج، بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، از ارقام معطر دلا و باسماتی 370 به عنوان ژرم‌پلاسم غیربومی و سنگ طارم به عنوان ژرم‌پلاسم بومی ایران، جهت انجام تلاقی‌ها استفاده شد. تلاقی‌ها به صورت باسماتی 370/ سنگ طارم، دلا/ سنگ طارم و باسماتی 370/ دلا انجام شد و کاشت بذرهای هیبرید برای تولید جمعیت در حال تفرق به روش خزانه، نشاء و مراقبت‌های مربوط به داشت نیز، طبق دستورالعمل‌های فنی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، انجام شد. نمونه‌برداری از برگ ارقام والدینی و تک بوته‌های جوامع در حال تفرق F_2 مربوط به سه تلاقی (مجموعاً ۱۹۰ نمونه)، با دقت کافی جهت احتراز از اختلاط فیزیکی و نیز از بین رفتن دی ان ای (DNA) آن‌ها در اثر فعالیت نوکلنازهای برشی، با قرار دادن نمونه‌های برگی در نیتروژن مایع و انتقال به فریزر 20- درجه سانتی‌گراد انجام شد. دی ان ای به روش تغییریافته دلاپورتا و همکاران (Dellaporta *et al*., 1983) استخراج و در فریزر 20- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای تعیین کمیت و کیفیت دی ان ای استخراج شده، از الکتروفورز ژل آگارز ۰/۸ ٪ استفاده شد و در صورت مشاهده کیفیت نامناسب یا کمیت کم، استخراج مجدداً انجام شد. نشانگر مولکولی به کار رفته، OPAG-08 بود که یک توالی ۱۰ نوکلئوتیدی (5'-AAGAGCCCTC-3') رپید است و در ارقام معطر، یک قطعه ۸۰۰ جفت نوکلئوتیدی

www.SID.ir

Archive of SID

تولید می‌کند. در هر واکنش، غلظت نهایی مواد به صورت بافر IX: PCR ، کلرید منیزیم: ۰/۳ میلی‌مولار، دی‌ان‌تی‌پی‌ها: ۰/۲ میلی‌مولار، آغازگر: ۰/۵میکرومولار،آنزیم دی‌ان‌ای‌پلی‌مراز تک: ۱ واحد و دی ان ای الگو در حد ۲۵ نانوگرم بود. واکنش‌های زنجیره‌ای پلیمراز با ۲٤۰ ثانیه در ۹۵ درجه برای پیش‌وا سرشته‌سازی شروع و ۳۵ دور مراحل واسرشته‌سازی در ۹٤ درجه، اتصال آغازگر در ۳۷ درجه و گسترش رشته در ۷۲ درجه، هر کدام به مدت ٤۵ ثانیه انجام شد و نهایتاً برای تکمیل گسترش رشته‌ها، به مدت ۳۰۰ ثانیه، دمای ۷۲ درجه فراهم گردید. محصولات PCR روی ژل آگارز ۱/۲ درصد، جداسازی شدند.

نتایج و بحث

در آزمون ژنتیکی ارقام والدینی (سنگ طارم، باسماتی 370 و دلا) با نشانگر OPAG-08 ، قطعه ۸۰۰ جفت بازی تکثیر شد که با آن چه نعمت‌زاده و همکاران (۱۳۸۱)، توسلی و همکاران (۱۳۸۱) و خدارحم‌پور (۱۳۸۲) و نعمت‌زاده و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کرده‌اند، مطابقت دارد. این نشانگر در ارقام معطر به طور اختصاصی یک قطعه ۸۰۰ جفت بازی ایجاد می‌کند. با استفاده از نشانگر RFLP، معلوم شده که نشانگر OPAG-08 ، روی کروموزوم شماره ۸ برنج و با فاصله‌های ۱/۷ و ۲/۱ سانتی‌مورگان به ترتیب از نشانگرهای RG978 و RZ617 واقع است و پیوستگی قابل ملاحظه‌ای با این نشانگرها دارد (Nematzadeh *et al*., 2004). از میان ۸۰ گیاه مربوط به نسل در حال تفرق حاصل از تلاقی دلا/ سنگ طارم، تعداد ۶۱ بوته قطعه ۸۰۰ جفت بازی را تولید کردند (شکل ۱). این تعداد در مورد گیاهان حاصل از تلاقی باسماتی 370/ سنگ طارم، ۳۸ از مجموع ۵۰ بوته و در مورد گیاهان حاصل از تلاقی باسماتی 370/ دلا، ۴۰ از مجموع ۶۰ بوته بود (شکل‌های ۲ و ۳). بدین ترتیب قطعه مورد نظر در آزمون ژنتیکی ۲۵٪ از افراد نسل دوم حاصل از تلاقی‌های ارقام معطر تولید نگردید. بر اساس کارکرد نشانگرهای رپید، تولید یا عدم تولید یک قطعه را به ترتیب، حضور یا غیاب یک آلل خاص، معین می‌سازد. آنچه به نظر می‌رسد، تولید قطعه ۸۰۰ جفت بازی در ارقام والدینی و تقریباً ۷۵٪ از نتاج آن‌ها، حاکی از این است که حداقل یک آلل مشترک در تمامی این گیاهان وجود دارد و بر همین اساس، نشانگر می‌تواند با پیدا کردن آن آلل در جمعیت، قطعه مورد نظر را تکثیر کند، اما گیاهانی هم وجود دارند که در عین این که والدین‌شان حامل این آلل بوده‌اند، خودشان فاقد آن هستند و نشانگر نمی‌تواند در آن‌ها، قطعه مورد نظر را تکثیر کند. آنچه می‌توان در تحلیل این پدیده بیان داشت این است که باید بیش از یک نوع آلل برای این لوکوس و به صورت سری آللی وجود داشته باشد. بدین ترتیب چون ارقام والدینی دارای آلل دوم متفاوت هستند و این آلل‌ها در جمعیت در حال

www.SID.ir

Archive of SID

تفرق از هم تفکیک می‌شوند، در تقریباً ۲۵ درصد افراد F_2 ، آن آلل مشترک به ارث نمی‌رسد و به همین دلیل، نشانگر نمی‌تواند به تکثیر آن بپردازد و در نتیجه قطعه‌ای تولید نمی‌شود. در معرفی سه نشانگر ریزماهوارک (SCU-Rice-SSR-1, RM223, RM42) به عنوان نشانگرهای مفید برای شناسایی تمامی منابع عطر در گستره وسیعی از ارقام معطر و غیرمعطر (Carland *et al.*, 2000)، دلا رقمی بوده که از لاین‌های غیرمعطر، به جز در برخی موارد خاص، تمایز کمی نشان داده است، به عبارت دیگر تمایز نشانگرهای عطر در رقم معطر دلا از آلل‌های لاین‌های غیرمعطر، وابسته به نوع آلل‌هایی است که برای نشانگر در گیاه مورد نظر حضور دارد. از آنجائی که در رقم دلا دگرگشنی نیز دیده می‌شود، هتروژن بودن آن دور از ذهن نیست، بنابراین با توجه به مشاهده هتروژنی، بهتر است در نمونه‌ها و مجموعه‌های مختلف غربال‌هایی برای تعیین جامع ویژگی‌های آللی صورت پذیرد. جین و همکاران (Jin *et al.*, 2003) نیز در بررسی آللی لوکوس عطر در ۱۲ ژنوتیپ برنج معطر شامل پنج رقم سنتی برنج باسماتی، پنج رقم تلاقی یافته باسماتی و ارقام آزوسنا و IR50 ، توسط ۱۵ نشانگر ریزماهوارکی، به آلل‌های مختلفی دست یافتند. مکان قرار گرفتن ژن اصلی عطر در برنج بین دو نشانگر RG1 و RG28 است (Lorieux *et al.*, 1996). در بررسی جین و همکاران (۲۰۰۳) در مجموع، با ۱۵ نشانگر SSR تعداد ۴۷ آلل ردیابی شد که در هر لوکوس به طور متوسط ۳/۱۳ آلل قرار می‌گرفت. نشانگرهای SSR قرار گرفته در میان RG1 و RG28 ، درجه بالایی از چندشکلی را بین ارقام باسماتی و غیرباسماتی نشان داده‌اند، به عبارت دیگر آلل‌های مختلفی با SSR های قرار گرفته در بین دو نشانگر RFLP مذکور، در ارقام مختلف برنج‌های معطر ردیابی شده‌اند. در مقایسه با باسماتی 370 ، رقم IR36 ، در هر پنج لوکوس SSR و آزوسنا در چهار لوکوس آلل‌های متفاوتی داشتند. بنابراین در کنار این که معمولاً حداقل یک آلل مشترک در ارقام مختلف برنج معطر وجود دارد، آلل‌های دیگری نیز وجود دارند که در ارقام مختلف از هم متفاوت هستند و بر اساس این که چه تغییری در محصول ژن عطر ایجاد می‌کنند بر میزان تولید عطر تأثیر مثبت و منفی دارند. بدین ترتیب می‌توان به تفسیر نتایج نعمت‌زاده و همکاران (۱۳۸۱) و خدا رحم‌پور (۱۳۸۲) در بررسی میزان ترکیب ۲- استیل- ۱- پیرولین که ماده اصلی در ایجاد عطر در برنج می‌باشد پرداخت. بر اساس گزارش نعمت‌زاده و همکاران (۱۳۸۱) میزان این ماده در افراد حاصل از تلاقی میان ارقام دلا و باسماتی 370 که از طریق گاز کروماتوگرافی و بر پایه تجزیه تک دانه در نسل دوم اندازه‌گیری شد، در دامنه‌ای از شدت و ضعف بوده است. خدا رحم‌پور (۱۳۸۲) نیز در تجزیه کلاسیک به روش پیشنهادی سود و صدیق (Sood and Siddiq, 1978) در نتاج

www.SID.ir

Archive of SID

نسل دوم حاصل از تلاقی ارقام معطر دلا و باسماتی 370 ، به تعریف دامنه‌ای از عطر (عدم وجود عطر، عطر ضعیف، عطر متوسط و عطر قوی) پرداخته است. می‌توان گفت با توجه به نوع آلل‌های موجود در ارقام از یک سو و چگونگی ارتباط آن‌ها در تأثیرگذاری و تأثیرپذیری از هم از سویی دیگر، افراد مختلف در بروز و تظاهر این عوامل تنظیم‌کننده عطر به طور متفاوت عمل می‌کنند، بنابراین هر یک از افراد بسته به نوع آلل‌ها و میزان نفوذ آن‌ها و نیز اثر آن‌ها بر یکدیگر و بروز و تظاهر نهایی آن‌ها، میزان مشخصی از عطر را ظاهر می‌سازند.

در توالی نوکلئوتیدی مناطق اطراف ژن عطر در ارقام معطر و غیرمعطر برنج اختلافاتی دیده شده است، بدین صورت که یک سری تغییرات تک نوکلئوتیدی و حذف در مناطق مورد نظر در ارقام معطر رخ داده و به دلیل ورود یک کدون پایان، یک همولوگ بتائین آلدهید دهیدروژناژ (Betaine Aldehyde Dehydrogenase: BAD) که کوتاه‌تر از پروتئین طبیعی است، در این ارقام تولید می‌شود که به احتمال زیاد کارکرد خود را از دست داده است (Bradbury *et al.*, 2005) در آلدهید دهیدروژنازها، یک توالی پپتیدی و یک سیستئین مازاد، بخش‌های بسیار حفاظت شده‌ای هستند (Li *et al.*, 2003). در پروتئین‌های تولید شده در ارقام غیرمعطر برنج نیز این بخش‌ها وجود دارند اما این عناصر در پروتئین کوتاه‌تری که توسط ژن عطر در ارقام معطر تولید می‌شود وجود ندارند. BAD پذیرنده دامنه وسیعی از سوبستراها مانند اسیدهای آمینه و برخی ترکیبات خاص است (Livingstone *et al.*, 2003). بسیاری از این ترکیبات از نظر ساختمانی مشابه ۲- استیل- ۱- پیرولین هستند که نشان می‌دهد احتمالاً این ترکیب یا پیش ماده‌های آن، سوبسترای BAD هستند. اگرچه مسیر بیوشیمیایی منتهی به تولید عطر در برنج مشخص نیست، اما نشان داده شده که L- پرولین در برنج پیش ماده عطر است (Yoshihashi *et al.*, 2002). ژن عطر احتمالاً کدکننده پروتئینی است که مسئول تشکیل یا حذف ۲- استیل- ۱- پیرولین است. عطر صفتی مغلوب است، بنابراین یک نقصان در کارکرد باید باعث انباشت ۲- استیل- ۱- پیرولین شود. این امکان نیز وجود دارد که عطر نتیجه یک اخلال در روند واکنش‌ها در یک مسیر بیوشیمیایی باشد، مثلاً عدم فعالیت یک آنزیم که باید پیش ماده ۲- استیل- ۱- پیرولین را مصرف نماید، می‌تواند بالا رفتن سطح این ماده معطره در ارقام معطر برنج را توضیح دهد.

به طور خلاصه می‌توان گفت از آن جا که افراد نسل دوم (در حال تفرق) حاصل از تلاقی بین ارقام معطر باسماتی 370 ، دلا و سنگ طارم، در آزمون ژنتیکی با نشانگر رپید OPAG-08 ، که در گیاهان معطر قطعه‌ای ۸۰۰ جفت بازی تولید می‌کنند به صورت تولید و عدم تولید قطعه مذکور تفرق نشان داده‌اند، می‌توان چنین نتیجه گرفت که احتمالاً به دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- نتایج آزمون رقم دلا وبرخی نتاج حاصل ازتلاقی سنگ طارم در دلا با نشانگر رپید OPAG-08

ستون سمت راست: نشانگر وزنی، ستون سمت چپ: دلا، بقیه ستون‌ها: گیاهان نسل دوم

Fig. 1. RAPD analysis of F_2 individuals in a cross between Sang-tarom and Della using the OPAG-08 marker

Right column: marker ladder; Left column: Della; Other columns: F_2 individuals

شکل ۲- نتایج آزمون رقم دلا وبرخی نتاج حاصل ازتلاقی سنگ طارم در باسماتی 370 با نشانگر رپید OPAG-08

ستون سمت چپ: نشانگر وزنی، بقیه ستون‌ها: گیاهان نسل دوم

Fig. 2. RAPD analysis of F_2 individuals in a cross between Sang-tarom and Basmati 370 using the DPAG-80 marker

Left column: marker ladder; Other columns: F_2 individuals

شکل ۳- نتایج آزمون رقم باسماتی 370 و برخی نتاج حاصل ازتلاقی دلا در باسماتی 370 با نشانگر رپید OPAG-08

دو ستون کناری: نشانگر وزنی، دومین ستون از سمت چپ: باسماتی 370، بقیه ستون‌ها: افراد نسل دوم

Fig. 3. RAPD analysis of F_2 individuals in a cross between Della and Basmati 370 using the OPAG-08 marker

Two side columns: marker ladder; Second column from left: Basmati 370; Other columns: F_2 individuals

www.SID.ir

Archive of SID

چند آللی بودن لوکوس تنظیم‌کننده عطر در این ارقـام، در برخـی افـراد نـسل دوم حاصـل از تلاقی‌ها چون آلل مربوط به ایـن نـشانگر وجـود ندارد، قطعه مورد نظر تولید نمی‌شود. به هـر رو، بررسـی نتـایج بـه دسـت آمـده بـا اسـتفاده از جمعیت‌های بزرگ‌تر در حـال تفـرق حاصـل از تلاقی‌های ارقـام معطـر، آزمـون ایـن گیاهـان بـا نشانگرهای هم بارز پیوسته با لوکوس عطر برای تعیین نوع و تعـداد آلـل‌هـا و نیـز بـا نـشانگرهای RFLP پیوسـته بـا لوکـوس عطـر، بررسـی تـأثیر آلـل‌هـای مختلـف بـر میـزان عطـر از طریـق اندازه‌گیری کمی مقدار ۲- استیل- ۱- پیـرولین با اسـتفاده از روش‌هـای ردیـابی و انـدازه‌گیـری شـیمیایی چـون GC-MS و HPLC ، مطالعـه تغییـرات تـک نوکلئوتیـدی ایجـاد شـده در لوکوس مورد نظـر در گیاهـان مـورد بررسـی بـا اسـتفاده از مطالعـه چندشـکلی آرایـش فـضایی دی‌ان‌ای تـک‌رشـته‌ای (SSCP) و تبـدیل ایـن نشانگر به نشانگر تخصصی، تـلاش‌هـایی هـستند که در ادامه مسیر، مفید به نظر می‌رسند.

منابع مورد استفاده References

توسلی، ا. ۱۳۸۱. بررسی کارایی نشانگر مولکولی رپیـد (OPAG-08) در نـسل‌هـای در حـال تفـرق بـرنج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران. ٤٤ صفحه.

خدارحم‌پور، ز. ۱۳۸۲. مطالعه تست آللی ژن(های) عطر و طعم در برنج با استفاده از نشانگر رپید، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران. ٦٧ صفحه.

نعمت‌زاده، ق.، علی‌اکبر، ع.، توسلی، ا.، فرحزاد، ف.، و احمدی‌خواه، ا. ۱۳۸۱. تست آللـی بـرای تعیـین رفتـار اصلاحی عطر و طعم بـرنج از طریـق گـاز کروماتوگرافی و صـفات مورفولـوژیکی. چکیـده مقـالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج، صفحه ٤٥٣-٤٥٢.

Ahn, S. N., Bollinch, C. N., and Tanksley, S. D. 1992. RFLP tagging of a gene for aroma in rice. Theoretical and Applied Genetics 84: 825-828.

Berner, D. K., and Hoff, B. J. 1986. Inheritance of scent in American Long Grain Rice. Crop Science 26: 876-878.

Bradbury, L. M. T. Fitzgerald, T. L., Henry, R. J., Jin, Q., and Waters, D. L. E. 2005. The gene for fragrance in rice. Plant Biotechnology Journal 2005: 263-370.

Buttery, R. G., Juliano, B. O., and Ling, L. C. 1985. Identification of rice aroma compound 2- acetyle- 1- pyrroline in pandan leaves. Chem. Ind. (London). P. 478.

www.SID.ir

Archive of SID

Buttery, R. G., Ling, L. C., and Juliano, B. O. 1982. 2- acetyle- 1- pyrroline: An important aroma component of cooked rice. Chem. Ind. (London), p. 958.

Buttery, R. G., Ling, L. C., Juliano, B. O., and Turnbergh, J. C. 1983. Cooked rice aroma and 2- acetyle- 1- pyrroline. Journal of Agricultural Food Chemistry 31: 823.

Buttery, R. G., Ling, L. C., and Mon, T. R. 1986. Quantitative analysis of 2- acetyle- 1- pyrroline in rice. Journal of Agricultural Food Chemistry 36: 112-114.

Buttery, R. G., Turnbergh, J. G., and Ling, L. C. 1988. Contribution of volatiles to rice aroma. Journal of Agricultural Food Chemistry 36: 1006-1009.

Cordiero, G. M., Christopher, M. J., Henry, R. J., and Reinke, R. F. 2002. Identification of microsatellite markers for fragrance in rice by analysis of the rice genome sequence. Molecular Breeding 9: 245-250.

Dellaporta, S. L., Woods, J., and Hicks, J. 1983. A plant DNA Minipreparation. Plant Molecular Biology Reporter 4: 19-21.

Dhulappanavar, C. V. 1976. Inheritance of scent in rice. Euphytica 25: 659-662.

Dong, Y., Tsusuki, E., and Terao, H. 2001. Trisomic genetic analysis of aroma in three Japanese native rice varieties. Euphytica 117 (3): 191-196.

Garland, S., Lewin, L., Blakeney, A., Reinke, R., and Henry, R. 2000. PCR-based molecular markers for the fragrance gene in rice (*Oryza sativa* L.) Theoretical and Applied Genetics 101: 364-371.

Ghose, R. L. M., and Botany, W. T. 1952. Studies on the inheritance of some characters in rice (*Oryza sativa* L.) Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 12: 26-30.

Jin, Q. S., Vanavichit, A., and Trangoonrung, S. 1996. Identificantion and potential use of a RAPD marker for aroma in rice. Journal of Genetics and Breeding 50: 367-370.

Jin, Q., Waters, D., Cordeiro, G. M., Henry, R. J., and Reinke, R. F. 2003. A aingle nucleotide polyphormism (SNP) marker linked to the fragrance gene in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Science 165: 359-364.

Jodon, N. E. 1944. The inheritance of flower fragrance and other characters in rice. Journal of American Society of Agronomy 36: 844-848.

www.SID.ir

Archive of SID

Jodon, N. E., and Sonnior, E.A. 1973. Registration of Della Rice. Crop Science 13: 774.

Kadam, B. S., and Patankar, V. K. 1938. Inheritance of aroma in rice. Chro. Bot. 4: 496-497.

Li, Q. L., Gao, X. R., Wang, X. Z., and Jiaan, L. J. 2003. Molecular colning and characterization of betaine aldehyde dehydrogenase gene from *Suaeda liaotungensis* and its use in improved tolerance to salinity in transgenic tobacco. Biotechnology Letter 25: 1431-1436.

Lin, C. F., Hsieh, T. C. Y., and Hoff, B. J. 1990. Identification and quantification of the "Popcorn"- like aroma in Louisiana aromatic Della rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Food Science 55: 1466-1467.

Livingstone, J. R., Maruo, T., Yoshida, I., Hirooka, K., Yamamoto, Y., Tsutui, N., and Hirasawa, E. 2003. Purification and properties of betaine aldehyde dehydrogenase from *Avena sativa*. Journal of Plant Research 116: 133-140.

Lorieux, M., Petrov, M., Huang, N., Guiderdoni, E., and Ghesquiere, A. 1996. Aroma in rice: genetic analysis of quantitative trait. Theoretical and Applied Genetics 93: 1145-1151.

Nagaraju M., Chaudhary, D., and Balakrishna, Rao, M.J. 1975. A simple technique to identify scent in rice and inheritance pattern of scent. Rice Breeding and Genetics Science Monograph 44: 599.

Nematzadeh, Gh, A., Huang, N., and Khush, G. S. 2004. Mapping the gene for aroma in rice (*Oryza sativa* L.) by bulk segregant analysis via RAPD markers. Journal of Agricultural Science and Technology 6: 129-137.

Paule, C. M., and Powers, J. J. 1989. Sensory and chemical examination of aromatic and nonarmatic rices. Journal of Food Science 54: 343.

Pinson, S. R. M. 1994. Inheritance of aroma in six rice cultivars. Crop Science 34: 1151-1157.

Reddy, V. D., and Reddy, G. M. 1987. Genetic and Biochemical basis of scent in rice (*Oryza sativa* L.) Theoretical and Applied Genetics 73: 699-700.

www.SID.ir

Archive of SID

Sood, B. C., and Siddiq, E. A. 1978. A rapid technique for scent determination in rice. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 38: 268-271.

Tripathy, R. S., and Rao, M. J. B. K. 1979. Inheritance and linkage relationship of scent in rice. Euphytica 28: 319-323.

Yoshihashi, T., Huong, N. T. T., and Inatomi, H. 2002. Precursors of 2- acetyl- 1-pyrroline, a potent flavour compound of an aromatic rice. Journal of Agricultual Food Chemistry 50: 2001-2004.

آدرس نگارندگان:

محمد رهنماییان- دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران.

قربانعلی نعمت‌زاده و سیدکمال کاظمی تبار- گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه مازندران، صندوق پستی ۵۷۸، ساری.

www.SID.ir