Archive of SID

بررسی روابط آللی ژن کنترل کننده عطر و طعم برنج در ارقام باسماتی ۳۷۰ و دلا با استفاده از مارکر پیوسته RAPD

زهرا خدارحم‌پور[۱]، قربانعلی نعمت زاده[۲]، نادعلی بابائیان جلودار[۳] و بتول حسین‌پور[٤]

چکیده

وراثت عطر و طعم برنج در والدین، نسل‌های F_1، F_2 و F_3 حاصل از تلاقی بین ارقام معطر باسماتی ۳۷۰ و دلا مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق علاوه بر ارزیابی ژنوتیپی بر اساس مارکرهای RAPD (OPAG-08) پیوسته با ژن کنترل کننده عطر و طعم و AN-01 غیر پیوسته با ژن کنترل کننده عطر و طعم در نسل F_2، ارزیابی فنوتیپی بر اساس تست آللی در نسل F_3 حاصل از هر تک بوته F_2 نیز انجام شد. ارزیابی ژنوتیپی با مارکر OPAG-08 نشان داد که ارقام والدینی به همراه F_1 و جمعیت در حال تفرق F_2 همگی باند bp ۸۰۰ عطر و طعم را داشتند، که دلالت بر آللیک بودن این ژن در والدین می‌باشد. همچنین ارزیابی ژنوتیپی با مارکر AN-01 نشان داد که ارقام والدینی به همراه F_1 و همگی افراد F_2 باند غیر معطر بودن را نداشتند. ارزیابی فنوتیپی نشان داد که ارقام باسماتی ۳۷۰، دلا و F_1 دارای عطر و طعم قوی بوده و از ۱۱۰۰ تک دانه مورد بررسی در نسل F_2، ۷۸ دانه فاقد عطر و طعم، ۳۰۹ دانه عطر و طعم ضعیف، ٤۲۰ دانه عطر و طعم متوسط و ۲۹۳ دانه عطر و طعم قوی داشتند. که با توجه به شدت عطر و طعم متفاوت در تک دانه‌ها و نتیجه ارزیابی ژنوتیپی دقیقاً در مورد تک ژن یا بیش از تک ژن بودن این صفت و چند آللی بودن این ژن نمی‌توان نظر داد.

کلید واژه ها: برنج، عطر و طعم، تست آللی، مارکر مولکولی RAPD.

مقدمه

کیفیت برنج ترکیبی از صفات زیادی است که در ارزش بازاریابی و استفاده آن به عنوان غذا مؤثر است. زیرا امروزه علاوه بر توجه به افزایش کمیت می‌بایست به کیفیت محصولات زراعی مانند برنج نیز توجه نمود. کیفیت بهتر باعث بازارپسندی بیشتری شده و به همین جهت ارزش زیادی را در بر خواهد داشت (۱۳).

مطالعات زیادی برای درک رفتار ژنتیکی عطر و طعم برنج انجام گردیده است. تاکنون تکنیک‌های زیادی برای تشخیص و ارزیابی عطر و طعم و چگونگی توارث این صفت در برنج بکار گرفته شده است. باسماتی ۳۷۰ و دلا به عنوان والد دهنده عطر و طعم و کیفیت عالی پخت و خوراک در سطح ملی و بین‌المللی در بسیاری از پروژه‌های تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ارقام پابلند، دارای ساقه‌های باریک و برگ‌های افتاده، آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینی شدن متوسط، غلظت ژل پایین و عطر و طعم قوی، دانه‌های کشیده استخوانی و خاصیت ری آمدن خوب می‌باشند (۱۰).

از بین همهٔ ترکیبات معطر شناخته شده، مادهٔ ۲- استیل-۱- پیرولین مهمتر از بقیه

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه مازندران

۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه مازندران

٤- دانشجوی دوره دکتری بیوتکنولوژی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت:۸۳/۸/۵

تاریخ پذیرش: ۸۴/۹/۱۴

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیبات فرار می‌باشد و وجود این ماده در تمامی قسمتهای گیاه بجز ریشه به اثبات است (۹). این ماده معطر در بیشتر ارقام معطر برنج از قبیل باسماتی، دلا، جاسمین و عنبربو استخراج و اندازه‌گیری شده است (۲، ۴، ۵، ۷ و ۱۴).

شی‌چنگ لین[1] (۱۵) گزارش داد که در تلاقی بین دو رقم معطر زی- زیانگ و باسماتی۳۷۰ و نیز زائو زیانگ و زی زیانگ الگوی تفرق در F_2 به صورت دو ژنی و به نسبت ۹:۷ یا ۱۳:۳ می‌باشد.

نعمت‌زاده و همکاران (۲) با انجام تست آللی بر روی بذور نسل F_3 حاصل از تلاقی باسماتی۳۷۰ و دلا از طریق گازکروماتوگرافی برای ۲- استیل-۱- پیرولین به این نتیجه رسیدند که تعداد بسیار کمی گیاه فاقد عطر و طعم بوده که مؤید میزان بسیار کم نوترکیبی بوجود آمده در تلاقی انجام شده می‌باشد.

نعمت‌زاده و همکاران (۲) گزارش کردند که در تلاقی عنبربو و آمل۳ با محاسبهٔ تعداد بوته‌های معطر و غیر معطر صفت عطر و طعم توسط یک ژن مغلوب کنترل می‌شود.

نعمت‌زاده و همکاران (۲) همچنین گزارش کردند که در تلاقی باسماتی۳۷۰ در دلا فراوانی دانه‌هایی که فاقد عطر و طعم باشند و یا آنهایی که کمتر از یکی از والدین معطر دارای عطر و طعم باشند بسیار اندک می‌باشند. بیشترین فراوانی دانه‌ها در حد عطر و طعم قوی و متوسط قرار دارند.

آن و همکاران[2] (۳) با استفاده از نشانگر RFLP ثابت کردند که ژن کنترل کنندهٔ عطر و طعم در برنج با نشانگر RG28 موجود بر روی کروموزوم ۸ در فاصله ۴/۵ سانتی‌مورگان پیوستگی دارد.

پینسون[3] (۱۲) گزارش داد که عطر و طعم برنج در رقم جاسمین۸۵ و لاین PI467917 به وسیله یک ژن مغلوب کنترل می‌شود. در حالیکه در رقم معطر دراگون‌آی‌بال۱۰۰ بوسیله دو ژن کنترل می‌گردد. یکی از این ژن‌ها با ژن کنترل کننده عطر و طعم در رقم جاسمین۸۵ و لاین PI467917 آللیک (دارای لوکوس مشترک) بوده و ژن دیگر، ژن جدید می‌باشد که در رقم‌های یاد شده فوق وجود ندارد.

نعمت‌زاده (۱۱) از ۵۵۰ آغازگر RAPD برای نشانمند کردن ژن(های) کنترل کنندهٔ عطر و طعم در برنج استفاده کرد و تنها دو آغازگر OPAG-o8 و AN-01 بین ارقام معطر و غیر معطر چند شکلی ایجاد کردند. اولی در ارقام معطر ایجاد یک باند ۸۰۰bp (با فاصلهٔ ۶/۹ سانتی‌مورگان از ژن کنترل کننده عطر و طعم) و دومی در ارقام غیر معطر ایجاد دو باند ۱۲۰۰bp و ۹۰۰bp (با فواصل ۸/۹ و ۱۶/۴سانتی‌مورگان از ژن غیر کنترل کننده عطر و طعم) نمود. سپس با استفاده از نشانگر RFLP نتایج نشانگر RAPD را تأیید کرد و مشخص شد که نشاگرOPAG-08 بر روی کروموزوم شمارهٔ ۸ برنج قرار داشته و با نشانگرهایRG978 و RZ617 همبستگی قوی داشته و فاصلهٔ آنها به ترتیب ۱/۷ و۱/۲ سانتی‌مورگان می‌باشد.

لوریکس و همکاران[4] (۹) ارتباط زیاد RG28 (مارکر RFLP) با ژن *fgr* (ژن کنترل کننده عطر و طعم) را تأیید کردند و آنرا در حدود ۵/۸ سانتی‌مورگان به دست آوردند. همچنین دو مکان کمی جهت کنترل صفت

1- Shih-Cheng, Lin
2- Ahn *et al*
3- Pinson
4- Lorieux *et al*

www.SID.ir

Archive of SID

معطر بودن، یکی بر روی کروموزوم ۴ و دیگری بر روی کروموزوم ۱۲ مشخص نمودند.

جین و همکاران[1] (۸) تعداد ۳۰۰ آغازگر تصادفی را مورد بررسی قرار دادند و به یک نشانگر RAPD به نام آغازگر OPC-06 دست یافتند. این نشانگر در ارقام برنج غیرمعطر باندی را به طول ۱/۵Kbp ایجاد می‌نمود. لازم بذکر است که بوته‌های والد معطری که آنها مورد بررسی قرار دادند KDML105 و بوته‌های والد غیرمعطر آنها CT9993 بود.

مواد و روشها

مواد آزمایشی شامل دو رقم معطر باسماتی۳۷۰ و دلا و نتاج F_1، F_2 و F_3 حاصل از تلاقی باسماتی۳۷۰ با دلا و نیز با ارقام غیر معطر آمل-۳، IR28، IR50، IR36 و IR30 می‌باشد. والدین تلاقی در سال ۱۳۸۰ کشت و با هم تلاقی داده شدند. درسال ۱۳۸۱ گیاهان F_1 حاصل از تلاقی، کشت و با برداشت بذور آنها نسل F_2 بدست آمد. در سال ۱۳۸۲ پس از کاشت بذور والدینی، F_1 و جمعیت F_2 در گلخانه در زمان حداکثر پنجه‌دهی، تعدادی از برگ‌های آنها جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید.

DNA ارقام والدینی و ارقام غیر معطر، F_1 و بوته‌های F_2 به روش CTAB استخراج گردید (۶). پس از کنترل کمیت و کیفیت DNA ها، با استفاده از نشانگر OPAG-08 (5′-AAGAGCCCTC-3′) و نشانگر AN-01 (5′-ACTCCACGTC-3′) آنالیز RAPD انجام گردید. در هر واکنش ۲۰ میکرولیتری، ۲ میکرولیتر بافر PCR (۱۰X)، ۱/۲۸ میکرولیتر کلریدمنیزیم با غلظت ۱/۶ میلی‌مولار، ۱/۲ میکرولیتر پرایمر با غلظت ۰/۵ میکرومولار، ۰/۴ میکرولیتر dNTPs با غلظت ۰/۲ میلی‌مولار، ۰/۲ میکرولیتر آنزیم Polymerase Taq DNA و ۱ میکرولیتر DNA (با غلظت تقریبی ۲۵ نانوگرم) اضافه گردید. تیوپ حاوی مواد فوق را در دستگاه ترموسایکلر ساخت شرکت اپندورف، با پروفیل حرارتی ۹۴ درجه به مدت ۴ دقیقه برای شروع عمل جدا شدن دو رشته DNA از همدیگر برای اولین بار و ۴۵ سیکل متوالی که شامل ۱ دقیقه ۹۴ درجه سانتیگراد جهت جدا شدن دو رشته DNA در هر سیکل، ۱ دقیقه ۴۱ درجه سانتیگراد (پرایمر OPAG-08) و ۱ دقیقه ۴۲ درجه سانتیگراد (پرایمر AN-01) جهت اتصال آغازگرها به توالی‌های مکمل خود در رشته‌های DNA و ۲ دقیقه ۷۲ درجه سانتیگراد جهت تکثیر رشته‌های جدید استفاده گردید. پس از انجام این تعداد سیکل، دستگاه به مدت ۷ دقیقه دمای ۷۲ درجه را فراهم کرده تا در توالی‌هایی که هنوز فرصت کافی جهت انجام عمل تکثیر نداشته‌اند، عمل تکثیر به پایان برسد.

پس از انجام عمل PCR، فراورده‌های حاصل را در ژل آگارز ۱/۵٪ قرار داده شد و از باندها به وسیله دستگاه ژل خوان مدل Gel Documentعکسبرداری شد. سپس توسط نرم افزار photocapture، اندازهٔ باندهای بدست آمده با مقایسه با باندهای نشانگر وزنی مشخص گردید.

در زمان رسیدگی از بذور به دست آمده از هر یک از ۱۱۰ تک بوته F_2 (نسل F_3) تعداد ۱۰ بذر به طور تصادفی انتخاب شده و طبق روش سود و صدیق[2] (۱۶) اقدام به تشخیص وجود یا عدم وجود عطر در تک بذرها گردید.

1- Jin *et al*

2 - Sood & Siddiq

www.SID.ir

Archive of SID

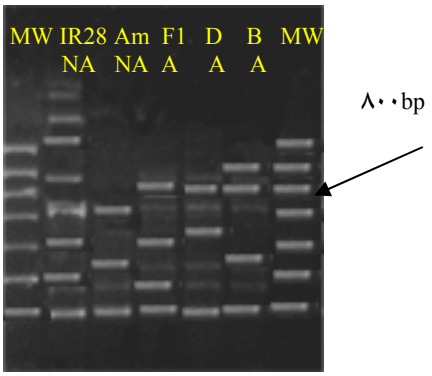
طبق این روش تک بذرها توسط هاون چینی پودر گردید. سپس پودر حاصل را در پتری‌دیش‌هایی ریخته و ۲۰ میکرولیتر محلول ۱/۷٪ هیدروکسید پتاسیم به آن اضافه گردید و در دمای اتاق به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری شد. پس از گذشت این مدت، درب پتری‌دیش‌ها باز شده و هر یک از لحاظ وجود یا عدم وجود عطر در ۴ دستهٔ فاقد عطر و طعم، عطر و طعم ضعیف، عطر و طعم متوسط و عطر و طعم قوی قرار گرفتند. سپس به گروه‌های فوق به ترتیب امتیازهای ۱، ۲، ۳ و ۴ داده شد. جهت آنالیز داده‌های بدست آمده از نرم‌افزار آماری Excele استفاده شد. محاسبات پس از تبدیل داده‌های کیفی به داده‌های کمی انجام شد. پس از آن حاصل‌ضرب امتیازها را در تعداد بذرهای هر بوته محاسبه کرده و این مقادیر را در هر تک بوته با هم جمع نمودیم (جدول ۱). برای مثال بوته شماره ۹۰، ۲ بذر فاقد عطر و طعم، ۴ بذر با عطر و طعم ضعیف، ۲ بذر با عطر و طعم متوسط و ۲ بذر با عطر و طعم قوی داشت که با ضرب کردن در امتیازهای هر گروه این بوته دارای امتیاز ۲۴ می‌باشد.

نتایج و بحث

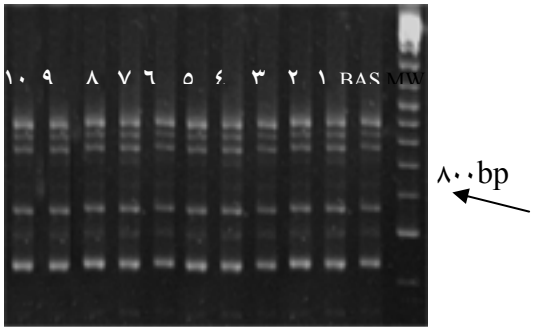
در ابتدا با استفاده از آغازگر OPAG-08 نمونه‌های DNA والدین (ارقام دلا و باسماتی ۳۷۰) و F_1 حاصل از تلاقی دو والد به همراه دو رقم غیر معطر مورد آزمون RAPD قرار گرفتند. در آزمون RAPD با آغازگر OPAG-08، در هر دو رقم معطر باسماتی ۳۷۰ و دلا یک باند به طول ۸۰۰bp مشاهده گردید. این نتیجه با پژوهش نعمت زاده (۱۱) که در رقم باسماتی ۳۷۰ این باند را مشاهده کرده بود، مطابقت دارد. در نسل F_1 نیز این باند (۸۰۰bp) مشاهده گردید. اما در افراد غیرمعطر آمل۳ و IR28 (۱ و ۸) این باند مشاهده نشد این نتیجه با پژوهش توسلی (۱) مطابقت دارد (شکل ۱).

پس از آزمون والدین معطر، F_1 و ارقام غیر معطر، اقدام به تست تک تک DNAهای نسل F_2 گردید و مشاهده شد که ۱۱۰ تک بوته مورد بررسی همگی دارای باند مذکور (۸۰۰bp) بودند. این نتیجه دلالت بر معطر بودن تمامی تک بوته‌ها دارد (شکل ۲).

همانطوریکه در شکل ۱ ملاحظه می‌گردد لاین‌های باسماتی۳۷۰، دلا و F_1 دارای باند ۸۰۰bp می‌باشند، در حالیکه ارقام غیر معطر IR28 و آمل-۳ (۱ و۸) فاقد باند مذکور می‌باشند.



شکل ۱- والدین و F_1 در آزمون RAPD با استفاده از آغازگر OPAG-08 (MW= مارکر وزنی، B= رقم باسماتی ۳۷۰، D=رقم دلا، F_1= نسل F_1، Am= آمل-۳، I= IR28، A= معطر و NA=غیرمعطر)



شکل ۲- باسماتی ۳۷۰ و تعدادی از افراد F_2 در آزمون RAPD با استفاده از آغازگر OPAG-08 (BAS=باسماتی ۳۷۰)

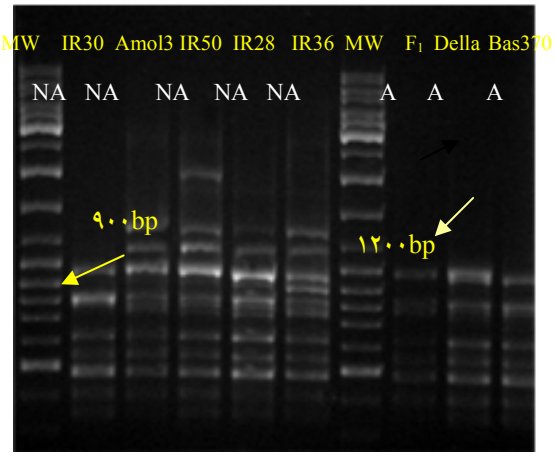
www.SID.ir

Archive of SID

این نتیجه نشان می‌دهد که حداقل یک ژن کنترل کننده عطر و طعم در رقم باسماتی۳۷۰ و دلا مشترک بوده و دقیقاً همان باند را به نسل اول نیز منتقل کردند و یا بیانگر حداقل یک ژن مشترک در کنترل عطر و طعم برنج می‌باشد، که با نتایج پینسون (۱۲) مطابقت دارد.

با توجه به اینکه نشانگر RAPD دیگری به نام AN-01 طبق بررسی‌های نعمت‌زاده، (۱۹۹۵) در ارقام غیر معطر دو باند به طول‌های ۹۰۰bp و ۱۲۰۰bp داده است. در این پژوهش نیز مورد استفاده قرار گرفتند. این‌کار برای اطمینان از نتایج به دست آمده در ارقام معطر باسماتی۳۷۰ و دلا بوده است. در بررسی‌های به عمل آمده با این آغازگر والدین باسماتی۳۷۰ ، دلا و F_1 حاصل از تلاقی آنها هیچکدام از باندهای مذکور (۹۰۰bp و ۱۲۰۰bp) را نداده‌اند. این نتیجه نشان دهنده معطر بودن ارقام، باسماتی۳۷۰ و دلا می‌باشد. از ارقام غیر معطر دیگری از جمله IR36، IR50، IR28، IR30 و آمل-۳ نیز استفاده گردید. نتایج و الگوی باندها با AN-01 نشان داد که رقم غیرمعطر IR36 دارای هر دو باند ۹۰۰bp و ۱۲۰۰bp (AN1-AR2 و AN1-AR1) می‌باشد اما در ارقام غیرمعطر IR50، IR28 و آمل-۳ فقط باند ۱۲۰۰bp (AN1-AR1) مشاهده گردید. و در رقم غیر معطر IR30 هیچکدام از دو باند مورد نظر مشاهده شدند (شکل ۳ و ۴).

این نتایج تفسیر صحیح تعداد دقیق ژن(های) کنترل کننده عطر و طعم را مشکل می‌نماید. زیرا اگر داشتن باندها (۹۰۰bp و ۱۲۰۰bp) به وسیله نشانگر AN-01 دلیل بر غیر معطر بودن باشد و نبود آنها دلیل بر معطر بودن پس چرا ارقام غیر معطرIR50 ، IR28 و آمل-۳ فقط یک باند ۱۲۰۰bp را نشان داده‌اند و رقم غیر معطر IR30 هیچکدام از باندهای مذکور را نداده است. این نتیجه نیز نشان دهنده کنترل این صفت توسط چندین ژن است که بر QTL بودن صفت عطر و طعم دلالت دارد.



شکل ۳- والدین، F_1 و تعدادی رقم غیر معطر در آزمون RAPD با استفاده از آغازگر AN-01 (MW= مارکر وزنی، A= معطر و NA= غیر معطر)

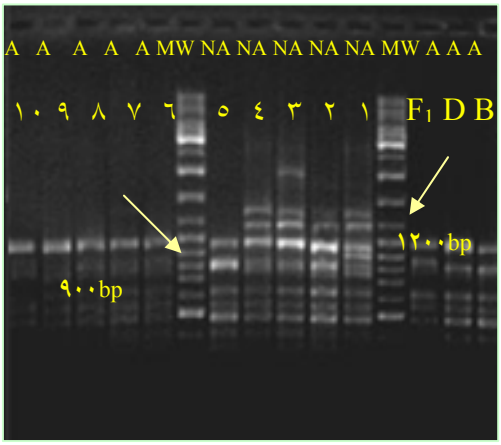
پس از تست والدین معطر، F_1 و ارقام غیرمعطر اقدام به تست، تک تک DNA های نسلF_2 تلاقی باسماتی ۳۷۰ و دلا گردید و مشاهده شد که ۱۱۰ تک بوته مورد بررسی هیچکدام باندهای ۹۰۰bp و ۱۲۰۰bp را نداشتند که دلالت بر معطر بودن این تک بوته‌ها دارد.

نتایج ارزیابی فنوتیپی نشان داد که باسماتی ۳۷۰، دلا و F_1 حاصل از تلاقی باسماتی۳۷۰ و دلا همگی دارای عطر و طعم قوی بودند (امتیاز ۴۰). اما عطر متصاعد شده از رقم باسماتی۳۷۰ به مراتب قویتر از عطر متصاعد شده از رقم دلا می‌باشد. یکصدو ده تک بوته جامعهٔ F_2 مورد بررسی قرار گرفتند. از هر بوته،

www.SID.ir

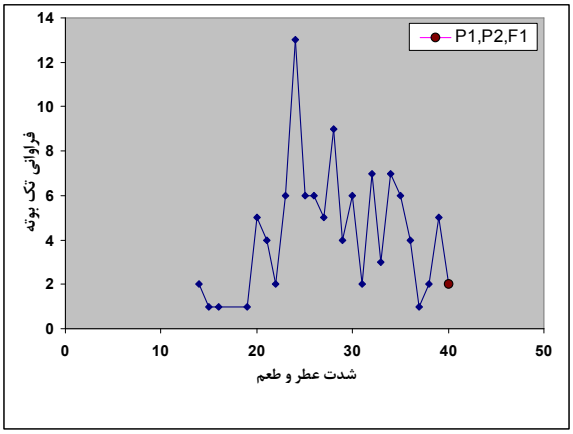
Archive of SID

۱۰ بذر (بذور نسل F_3) تجزیه آزمایشگاهی شده و الگوی تفرق آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که، ۷۸ دانه فاقد عطر و طعم، ۳۰۹ دانه عطر و طعم ضعیف، ۴۲۰ دانه عطر و طعم متوسط و ۲۹۳ دانه عطر و طعم قوی داشتند. توزیع فراوانی آنها در (نمودار ۱) رسم گردید. همانطوری که مشاهده می‌شود حداکثر فراوانی دانه‌های



شکل ٤- والدین، F_1 و تعدادی از افراد F_2 در آزمون RAPD با استفاده از آغازگر AN-01 (MW= مارکر وزنی، A= معطر، NA= غیر معطر، ۱= IR36، ۲= IR28، ۳= IR50، ٤= Amol3، ٥= IR30، ٦، ۷، ۸، ۹، ۱۰= تعدادی از افراد نسل F_1)

معطر در دامنه بین ۲۰ الی ۳۰ قرار گرفتند (۷۲۹ دانه) و تعدادی هم در منطقه غیر معطر (۷۸ دانه) و تعدادی در منطقه معطر (۲۹۳ دانه) واقع شدند. با توجه به اینکه ارقام دلا و باسماتی ۳۷۰ ارقامی معطر هستند هر دو عطری قوی از خود متصاعد ساختند (امتیاز ۴۰). تک دانه‌های نسل F_2 نیز از نظر شدت عطر و طعم با همدیگر متفاوت هستند به طوریکه در ۴ دسته قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که بیشتر دانه‌ها در حد عطر و طعم متوسط قرار دارند اما، پژوهش نعمت‌زاده و همکاران (۲) به روش کلاسیک (روش پیشنهادی سود و صدیق ۱۶) برای نسل F_3 تلاقی باسماتی ۳۷۰ و دلا نشان داد که فراوانی دانه‌هایی که فاقد عطر و طعم باشند و یا آنهایی که کمتر از یکی از والدین معطر دارای عطر و طعم باشند بسیار اندک می‌باشند و بیشترین فراوانی دانه‌ها در حد عطر و طعم قوی و متوسط قرار دارند.



نمودار ۱- نمودار توزیع فراوانی عطر و طعم دانه برنج در جامعه F_3 بر اساس تجزیه تک دانه در تلاقی باسماتی ۳۷۰ و دلا

در واقع با توجه به نتایج ارزیابی فنوتیپی و ارزیابی ژنوتیپی می‌توان دربارهٔ نتیجه این پژوهش به صورت زیر نظر داد:

۱- در هر دو والد، ژن اصلی عطر و طعم با آغازگر OPAG-08 لینکاژ دارد. احتمال دارد که ژن یا ژن‌های دیگری که این صفت را کنترل می‌کنند نیز وجود داشته باشند. بعنوان مثال در یک والد دو ژن برای صفت عطر و طعم و در والد دیگر یک ژن برای این صفت وجود داشته باشد. همینطور در مورد آغازگر AN-01 که در برخی ارقام غیر معطر هر دو باند را نشان می‌دهد، در برخی دیگر یک باند را نشان می‌دهد و در برخی دیگر هیچکدام از دو باند

www.SID.ir

Archive of SID

را نشان نمی‌دهد. می‌توان گفت که احتمالاً بیش از دو ژن در کنترل این صفت وجود داشته باشد. که یکی با AN1-AR1 لینکاژ داشته، دیگری با AN1-AR2 لینکاژ داشته و ژن و یا ژن‌های دیگر با هیچکدام لینکاژ ندارند.

۲- امکان دارد که این صفت به وسیله یک ژن ولی با تعداد آلل‌های مختلفی (مولتی آلل) کنترل شود. در اینصورت اثر متقابل آللی باعث تنوع و توزیع عطر و طعم در نسل F_3 گردید.

۳- احتمالاً این صفت با توجه به نتایج تست فنوتیپی به صورت کمی کنترل می‌شود.

جدول ۱ - نتایج بدست آمده از تجزیه کیفی بذور F_3 حاصل از تلاقی باسماتی ۳۷۰ با دلا

شماره بوته	فاقد عطر	عطر ضعیف	عطر متوسط	عطر قوی	جمع امتیازها	شماره بوته	فاقد عطر	عطر ضعیف	عطر متوسط	عطر قوی	جمع امتیازها
۱	-	۵	۵	-	۲۵	۹	-	۳	۵	۲	۲۹
۲	۱	۳	٤	۲	۲۷	۱۱	-	۱	٤	۵	۳٤
۳	-	۵	۵	-	۲۵	۱۰	-	۳	٦	۱	۲۸
٤	۲	٦	۲	-	۲۰	۱۲	۲	٦	۲	-	۲۰
۵	۱	٦	۳	-	۲۲	۱۳	-	۵	٤	۱	۲٦
٦	-	۷	۲	۱	۲٤	۱٤	-	۵	۵	-	۲۵
۷	۱	۵	٤	-	۲۳	۱۵	-	-	٦	٤	۳٤
۸	-	۱	٤	۵	۳٤	۱۷	-	۲	٦	۲	۳۰
۲۰	۲	۵	۳	-	۲۱	٦۰	-	۱	٦	۳	۳۲
۲۱	-	۳	٦	۲	۳۰	٦۲	-	٦	٤	-	۲٤
۲۲	-	٦	٤	-	۲٦	٦۱	-	۵	۲	۳	۲۸
۲٤	۷	۲	۱	۵	۲٤	٦۳	۱	۵	٤	-	۲۳
۲۵	۳	۵	۲	-	۱۹	٦۸	۲	٦	۲	-	۲۰
۲۸	۲	۳	۵	-	۲۳	٦۹	-	٤	٦	-	۲٦
۲۷	٤	٦	-	-	۱٦	۷۲	-	٤	۵	۱	۲۷
۳۰	٦	٤	-	-	۱٤	۷۰	-	۲	۸	-	۲۸
۳۲	-	-	۷	۳	۳۳	۸۵	-	۵	۵	-	۲۵
۳۱	-	-	۵	۵	۳۵	۸۷	-	۱	۳	٦	۳۵

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۱-

۳٤	۱	٦	۳	–	۲۲	۸۳	۲	۲	۳	۲	۲۳
۳۵	۲	٦	۲	–	۲۰	۸۲	۱	۲	٤	۳	۲۹
۳٦	۳	۲	۳	۲	۲٤	۸۰	–	۷	۲	۱	۲٤
۳۸	۱	۵	٤	–	۲۳	۸۹	۲	۱	٤	۳	۲۸
۳۹	۱	٤	٤	۱	۲۵	۹۰	۲	٤	۲	۲	۲٤
٤۰	–	۳	۷	–	۲۷	۹۱	–	–	٤	٦	۳٦
٤۲	–	–	–	۱۰	٤۰	۹۲	–	۱	٦	۳	۳۲
٤۳	–	–	۱	۹	۳۹	۹۵	–	۳	٦	۱	۲۸
٤٤	–	–	۷	۳	۳۳	۹٦	۱	۲	۳	٤	۳۰
٤۵	–	–	۱	۹	۳۹	۹۷	۲	۳	–	۵	۲۸
٤۷	۱	٤	۵	–	۲٤	۹۸	–	۵	۵	–	۲۵
٤۸	–	–	۱	۹	۳۹	۹۹	–	۳	۷	–	۲۷
۵۰	۳	۳	٤	–	۲۱	۱۰۰	–	۱	۲	۷	۳٦
۵۲	–	۱	–	۹	۳۸	۱۱۰	–	۲	۵	۳	۳۱
٤۲	–	–	–	۱۰	٤۰	۹۳	–	۱	٦	۳	۳۲

منابع

۱. توسلی، ا. ۱۳۸۱. کارایی نشانگرRAPD همبسته با ژن‌های کنترل کننده عطر و طعم در برنج در اداره نسل‌های در حال تفکیک F_2. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح‌نباتات. دانشگاه مازندران. ۴۴ صفحه.

۲. نعمت‌زاده، ق. ع.، ن. ع. بابائیان جلودار، ع. ر. علی‌اکبر، ف. فرخزاد و ع. شاهواری. ۱۳۷۹. تست آللی برای تعیین نوع و تعداد ژن‌های کنترل کننده عطر و طعم در برنج. مؤسسه تحقیقات برنج در کشور، معاونت مؤسسه در مازندران. ۱۰ صفحه.

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

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

6. Clark, M. S. 1997. Plant molecular biology. Springer. 529Pp.

7. Emmanual. 1993. CIRAD. Personal communication with Dr. Ning Huang. 50Pp.

8. Jin, Q. S., A. Vanavichit & S. Tragoonrung. 1996. Identification and potential use of a RAPD marker for aroma in rice. Genetic & Breeding. 50: 367-370.

9. Lorieux, M., M. Petrov, N. Huang, E. Guiderdoni & A. Ghesquière. 1996. Aroma in rice: genetic analysis of quantitative trait. Theoretical Applied Genetic. 93: 11455-1151.

10. Maga, J. A. 1984. Rice product volative: A review. Agriculture Food Chemistry. 32: 924-970.

11. Nematzadeh, Gh. 1995. Mapping gene(s) for grain quality in rice (*Oryza sativa* L.) using RAPD and RFLP marker. Thesis Ph. D. University of Philippines. Los Banos. Philippines. 93Pp.

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

13. Poehlman, J. & D. A. Sleper. 1995. Breeding Field Crops. 4th. Printed of U. S. A. 287-299 Pp.

14. Poul, C. M. & Powers. 1989. Sensory and chemical examination of aromatic and nonaromatic rices. Food Science. 54: 343-346.

15. Shih-Cheng, Lin. 1991. Rice aroma: Methods of evaluation and its genetics. Rice Genetics II. P. O. Box 933. IRRI. Philipines. 42Pp.

16. Sood, B. C. & E. A. Siddiq. 1978. A rapid technique for scent determination in rice. Genetic & Plant Breeding. 38: 268-271.

www.SID.ir