



بررسی اثر تنظیم کننده‌های رشدی روی کالوس‌زایی و باززایی چند رقم برنج

ح. صالحیان آقبلاغ^۱، ن. ع. بابائیان جلودار^۲، غ. ع. رنجبر^۳ و ن. ع. باقری^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، نویسنده مسئول: (hamed.salehian@yahoo.com)

۲، ۳ و ۴- استاد، دانشیار و استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۲

چکیده

در این مطالعه قابلیت کالوس‌زایی و باززایی ارقام برنج (طارم جلودار، طارم دانش، سنگ طارم و ندا) مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای کالوس‌زایی از محیط کشت پایه‌ی MS حاوی سه سطح ۲/۵، ۲/۰ و ۳/۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون 2, 4-D و برای باززایی از محیط کشت MS حاوی سطوح مختلف هورمون‌های BAP، NAA و Kin استفاده شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشکده‌ی علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. نتایج نشان داد که رقم طارم دانش بیشترین ($\bar{x} = \%/۸۱/۹۲$) و رقم طارم جلودار کمترین ($\bar{x} = \%/۲۳/۸۲$) کالوس‌زایی را در بین ارقام مورد مطالعه داشتند. واکنش ارقام برای کالوس‌زایی در غلظت‌های ۲/۵ و ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر 2, 4-D بیش از غلظت ۳ میلی‌گرم در لیتر بوده است. اثر متقابل غلظت‌های 2, 4-D و ارقام نشان داد که رقم طارم دانش در هر سه سطح 2, 4-D و رقم ندا در دو سطح ۲/۰ و ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان کالوس‌زایی را داشته‌اند. ارزیابی باززایی ارقام نیز نشان داد که رقم طارم دانش ($\bar{x} = \%/۲۰/۰$) و ندا ($\bar{x} = \%/۱۶/۷$) به ترتیب در تیمار با هورمون‌های BAP و Kin بیشترین باززایی را در بین ارقام مورد آزمایش داشتند. همچنین رقم طارم جلودار در تیمارهای هورمونی BAP و Kin کمترین باززایی ($\bar{x} = \%/۳/۳$) را داشت.

واژه‌های کلیدی: کالوس‌زایی، باززایی، کشت جنین، برنج

مقدمه

کاربردی تبدیل شده است (۲۲ و ۲۶). در سال‌های اخیر تلاش‌های قابل توجهی به طور مستقیم برای بهبود صفات مهم زراعی برنج از طریق بیوتکنولوژی انجام شده است (۲۲). اصلاح

برنج که غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان است به یک گیاه مدل تک لپه‌ای برای مطالعات ژنتیکی و مطالعات ژنومیکی

شرایط کشت کاربرد این روش را محدود می نمایند. در گیاهان زراعی تولید کالوس و باززایی متعاقب آن، اولین قدم برای دست کاری از طریق بیوتکنولوژی برای استفاده از تنوع سوماکلونال می باشد (۱۵). باززایی گیاه به وسیله ی تکنیک های کشت سلول و بافت می تواند رویه ی اصلاح سنتی برنج را تکمیل کند، مشروط بر اینکه گیاهان بتوانند به تعداد زیاد باززایی شوند و موفقیت این روش اصلاحی به کارایی انتخاب سلول های کشت شده برای صفات مطلوب بستگی دارد (۱۹). برای این کار به توسعه ی روشی موثر نیاز است تا برای باززایی گیاه از کالوس مورد استفاده قرار گیرد.

تشکیل کالوس در گیاهان تک لپه معمولا کمتر از گیاهان دولپه صورت می گیرد، به همین دلیل برای تحریک هورمونی، تشکیل کالوس، نیاز به اضافه کردن هورمون اکسین می باشد (۳). کشت جنین نارس و کشت جنین بالغ، متداول ترین روش های تولید کالوس می باشد (۱۷). جنین های حاصل از بذور کاملاً رسیده یا تقریباً رسیده، اتوتروف بوده و در یک محیط کشت ساده ی مواد معدنی به همراه منبع انرژی (MS) به خوبی رشد می نمایند. غالباً برای تولید بافت کالوس از محیط کشت معدنی MS استفاده می شود و ساکارز یا گلوکوز به عنوان منبع قند به کار می رود (۸). میدا (۱۴) تولید کالوس را در سلول های برنج روی محیط پایه با استفاده از 2, 4-D القا کرد. کاواتا و ایشی هارا (۱۳) و نیشی و همکاران (۱۶)، از ریشه های برنج

برنج، پیشرفت معنی داری در جهت افزایش عملکرد، بهبود کیفیت، مقاومت به بیماری ها و سایر ویژگی مهم زراعی ایجاد کرده و هنوز هم نقش مهمی را بازی می کند (۱۵). همچنین این افزایش عملکرد ممکن است از طریق دست کاری ژنتیکی نیز به دست آید. پیش بینی می شود جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به بیش از ۱۰ میلیارد نفر برسد، بنابراین نیاز به بهبود عملکرد ارقام و واریته های محلی وجود دارد. یکی از راه های ممکن برای نیل به این هدف، افزایش عملکرد از طریق کشت بافت (تنوع سوماکلونال) است که بدون دخالت زیاد در دست کاری ژنتیکی صورت می گیرد. به سبب مداخله ی عوامل زنده و غیر زنده ی مختلف در فرایند کشت بافت، تنوع نامنظم در گیاهان باززایی شده از این فرآیند قابل ملاحظه است. بنابراین می توان نسبت به اصلاح واریته های مقاوم و با عملکرد بالا از طریق کشت بافت در برنج اقدام نمود (۵). کشت ریزنمونه روشی سریع برای باززایی از ژنوتیپ های مطلوب محسوب می شود (۲۳). در چند دهه ی اخیر تکنیک های کشت بافت، مانند کشت بساک، امتزاج پروتوپلاست، کشت برگ، ریشه و بذور بدون پوسته در اصلاح برنج برای بهره گیری از تنوع سوماکلونال جهت تولید واریته های جدید برنج به کار گرفته شده است (۱۵). در این بین کشت بذور بدون پوسته روش مهمی برای بهره گیری از تنوع سوماکلونال می باشد ولی عوامل موثر بر کارایی کشت مانند ژنوتیپ گیاهی، روش های کشت، محیط کشت و

موفقیت‌های متعددی در باززایی گیاه از کشت بافت برنج وجود دارد، دستورالعمل توسعه یافته‌ای برای همه‌ی ارقام برنج قابل کاربرد نیست، بنابراین باید روش مناسب برای ارقام محلی برنج توسعه یابد (۱۱).

هدف از آزمایش حاضر شناسایی بهترین ژنوتیپ و تعیین مناسب‌ترین غلظت 2, 4-D برای کالوس‌زایی و ارزیابی پتانسیل ژنوتیپ‌ها و تعیین بهترین ترکیب هورمونی جهت باززایی ارقام جدید برنج می‌باشد.

مواد و روشها

بذور چهار رقم برنج به نام‌های طارم جلودار، طارم دانش، سنگ طارم و ندا از آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشکده‌ی علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تهیه شد. بعد از جدا کردن پوسته‌ی این بذور، بذوری که ظاهری سالم داشتند برای ضدعفونی و کشت انتخاب شدند. ضدعفونی با قرار دادن بذور در الکل ۷۰ درصد به مدت ۱ دقیقه و سپس شستشوی بذور با شناور ساختن آنها در آب مقطر استریل آغاز شد. سپس بذور در زیر محفظه‌ی استریل هود لامینار در محلول هیپوکلریت سدیم ۴۵ درصد حجمی (۱/۲۵ درصد ماده‌ی موثره) همراه با ۱ قطره توپین ۸۰ به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند. در مرحله‌ی آخر این بذور سه بار متوالی به مدت ۱، ۵ و ۱۵ دقیقه با آب مقطر استریل مطابق با روش قربانپور و همکاران شستشو داده شدند (۹). بذور

روی محیط LS حاوی 2, 4-D و IAA کالوس به دست آوردند (۵، ۱۳ و ۱۵). وانگ و همکاران (۲۴)، باززایی در برنج را از طریق جنین‌زایی سوماتیکی مورد مطالعه قرار داده و مشاهده کردند که برنج دو نوع کالوس جنین‌زا و غیرجنین‌زا تولید می‌کند. کالوس‌های جنین‌زا که در ناحیه‌ی سطحی تولید می‌شوند، سریع‌تر رشد کرده و اجازه‌ی رشد سریع از طریق جنین‌زایی سوماتیکی را به گیاهچه می‌دهند. ظفر و همکاران (۲۵)، بیشترین درصد تشکیل کالوس را در برنج Basmati-370 روی محیط کشت MS با ۲/۰ میلی گرم در لیتر 2, 4-D به دست آوردند ولی با این حال، جنین‌زایی سوماتیکی روی هر دو محیط N6 و MS با ۲/۰ میلی گرم از هر دو هورمون 2, 4-D و Kin به دست آمده بود. همچنین آنها بیان داشتند که جنین‌زایی سوماتیکی و باززایی زمانی که پرولین یا تریپتوفان همراه با 2, 4-D به محیط کشت اضافه شد، افزایش یافت. رشید و همکاران (۱۹) از سیتوکینین (BAP) برای القای کالوس استفاده کردند اما دریافتند که این هورمون اثر منفی روی رشد کالوس در برنج ایندیکا دارد. از طرف دیگر، مشاهده کردند که اثر 2iP که یک سیتوکینین می‌باشد، روی رشد کالوس برنج و باززایی متعاقب آن، مثبت بوده است. همچنین آنها نتیجه گرفتند که فراوانی القای کالوس، رشد کالوس و آغاز جوانه‌ی سبز می‌تواند با اضافه کردن سیتوکینین‌ها و اکسین‌ها به محیط‌های کالوس‌زایی و باززایی افزایش یابد. اگرچه

گردیدند. بعد از این مدت نمونه‌ها تحت تیمار ۱۶ ساعت روشنائی و ۸ ساعت تاریکی در دمای 25 ± 1 درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند (۲۲). پس از آغاز باززایی، کالوس‌های تغییر رنگ داده به لوله‌های آزمایش با محیط کشت مشابه منتقل شدند تا فضای کافی برای رشد گیاهچه وجود داشته باشد. بعد از رشد گیاهچه در حد مناسب، جهت تولید و توسعه‌ی ریشه‌ها از محلول یوشیدا استفاده شد. گیاهان ریشه‌دار شده از لوله‌ی آزمایش خارج شده و پس از کشت در خاک استریل به محیط سازگارسازی انتقال داده شدند (۱۰).

درصد کالوس‌زایی ارقام مختلف برنج، در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل در چهار تکرار محاسبه گردید. فاکتور اول شامل ارقام سنگ طارم، طارم جلو دار، طارم دانش و ندا و فاکتور دوم شامل هورمون 2, 4-D در سه سطح ۲/۰، ۳/۰ و ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر بود. برای بررسی درصد باززایی ارقام نیز از آزمایش فاکتوریل با دو عامل رقم در چهار سطح و هورمون‌های BAP، NAA و Kin (هر یک در سه سطح به طور جداگانه) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. درصد کالوس‌زایی با استفاده از رابطه ۱ و درصد باززایی با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$(1) \quad \text{درصد کالوس زایی} = \frac{\text{تعداد کالوس های تولید شده}}{\text{تعداد بذرهای کشت شده}} \times 100$$

ضدعفونی شده روی کاغذ صافی استریل قرار داده شد تا آب سطحی آنها کاملاً خشک شود. این بذور به طور مستقیم روی محیط کشت MS با سطوح مختلف از هورمون 2, 4-D (غلظت‌های ۲/۰، ۳/۰ و ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر) کشت داده شدند. در هر پتری‌دیش که حاوی ۲۰ سی‌سی از محیط کشت بود، تعداد ۱۰ بذر کشت گردید. سپس درب ظروف با پارافیلیم بسته شد. نمونه‌ها جهت کالوس‌زایی در شرایط تاریکی و دمای 26 ± 1 درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲ هفته قرار داده شدند (۹). بعد از شکل‌گیری کالوس‌ها، تعداد کالوس‌های تولید شده در هر پتری‌دیش شمارش شده و درصد کالوس‌زایی برای هر رقم و هر تیمار به طور جداگانه محاسبه گردید. در مرحله‌ی بعد کالوس‌های تولید شده جهت رشد و تکثیر به محیط کشت مشابهی واگشت شدند. دو هفته پس از واگشت، کالوس‌های جنین‌زا برای باززایی گیاه به محیط باززایی انتقال داده شدند. کالوس‌های زرد روشن، گره‌دار و ترد و شکننده جنین‌زا و در مقابل کالوس‌های صاف، آبدار و شیری رنگ به عنوان غیرجنین‌زا تلقی شدند (۷). محیط کشت استفاده شده برای باززایی، محیط پایه‌ی MS با سطوح مختلف از هورمون‌های BAP (۱/۰، ۲/۰ و ۳/۰ میلی‌گرم در لیتر)، NAA (۰/۵، ۱/۰ و ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر) و Kin (۰/۵، ۱/۰ و ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. بعد از کشت کالوس‌ها در محیط باززایی، ابتدا نمونه‌ها به مدت ۱ هفته در شرایط تاریکی و دمای 26 ± 1 درجه‌ی سانتی‌گراد تیمار

(۲)

$$\text{درصد باززایی} = \frac{\text{تعداد کالوس‌های باززایی شده}}{\text{تعداد کالوس‌های انتقال داده شده}} \times 100$$

به دلیل اینکه داده‌ها به صورت درصد بوده و از توزیع نرمال برخوردار نبودند، از تبدیل داده‌ی $\text{Arc Sin}\sqrt{x + 0.5}$ برای نرمال کردن داده‌ها استفاده شد (۴) و میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری GENSTAT نسخه‌ی ۱۲ انجام گرفت.

نتایج و بحث

کالوس‌زایی

تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف 2, 4-D (۲/۰، ۲/۵، ۳/۰ میلی گرم در لیتر) بر کالوس‌زایی ارقام مختلف برنج نشان داد که اثر غلظت‌های فوق، ارقام و اثر متقابل بین آن‌ها معنی‌دار بود (جدول ۱).

منابع تغییر	درجه‌آزادی	MS
2, 4-D	۲	۴۵۵/۰۲*
رقم	۳	۸۴۲۴/۱۸**
2, 4-D × رقم	۶	۸۶۲/۷۷**
خطای آزمایش	۳۶	۸۸/۸۱
ضریب تغییرات		۱۷/۳۰

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

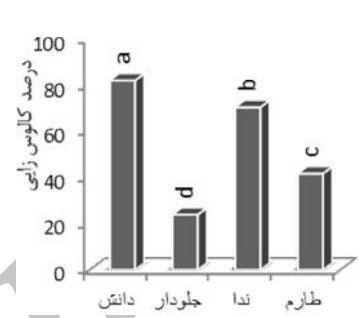
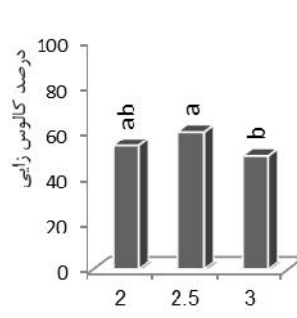
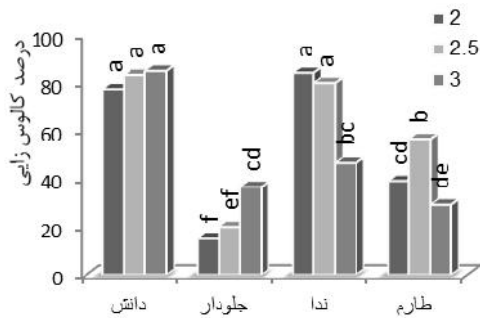
رقم ندا در سطوح ۲/۰ میلی گرم در لیتر 2, 4-D تولید کردند (شکل ۳). همچنین کمترین میزان کالوس‌زایی متعلق به رقم طارم جلودار در سطوح ۲/۰ و ۲/۵ میلی گرم در لیتر 2, 4-D بود. در رقم طارم دانش با تغییر سطوح هورمون 2, 4-D از ۲ به ۳ میلی گرم در لیتر، تغییر معنی‌داری در کالوس‌زایی ایجاد نشد. در حالی که در رقم طارم جلودار با افزایش غلظت هورمون 2, 4-D از ۲/۵ به ۳/۰ میلی گرم در لیتر افزایش معنی‌داری در میزان کالوس‌زایی حاصل شد. در رقم ندا برعکس رقم طارم جلودار، افزایش غلظت

کالوس‌زایی در این آزمایش بسته به ژنوتیپ و غلظت 2, 4-D متفاوت بود که با نتایج سایر محققین نیز مطابقت دارد (۱، ۵، ۷ و ۱۱). بیشترین میزان کالوس‌زایی مربوط به رقم طارم دانش ($\bar{x} = ۰.۸۱/۹۲$) و کمترین میزان کالوس‌زایی مربوط به رقم طارم جلودار ($\bar{x} = ۰.۲۳/۸۲$) بود (شکل ۱).

همچنین در سطوح مختلف هورمون 2, 4-D بیشترین میزان کالوس‌زایی مربوط به سطح ۲/۵ میلی گرم در لیتر با میانگین ($\bar{x} = ۰.۵۹/۹۷$) بود (شکل ۲). بالاترین میزان کالوس‌زایی را رقم طارم دانش در سطح ۲/۵ و

هورمون 2, 4-D از ۲/۵ به ۳/۰ منجر به کاهش معنی‌داری در میزان کالوس‌زایی شد. در رقم سنگ طارم با افزایش غلظت 2, 4-D از ۲/۰ به ۳/۰ کاهش معنی‌داری در میزان کالوس‌زایی حاصل شد (شکل ۳).

هورمون 2, 4-D از ۲/۵ به ۳/۰ منجر به کاهش معنی‌داری در میزان کالوس‌زایی شد. در رقم سنگ طارم با افزایش غلظت 2, 4-D از ۲/۰ به ۳/۰ کاهش معنی‌داری در میزان کالوس‌زایی حاصل شد (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه‌ی میانگین درصد کالوس‌زایی ارقام مختلف برنج در سطوح مختلف غلظت هورمون 2, 4-D.

شکل ۲- مقایسه‌ی درصد کالوس‌زایی ارقام برنج در غلظت‌های مختلف (۲/۰، ۲/۵ و ۳/۰ میلی گرم در لیتر) 2, 4-D.

شکل ۱- مقایسه‌ی میانگین درصد کالوس‌زایی ارقام برنج مورد مطالعه.

هورمون‌های Kin و BAP معنی‌دار بود، اما در هورمون NAA فقط اثر غلظت هورمون معنی‌دار شد (جدول ۲).

باززایی: تجزیه واریانس اثر غلظت هورمون‌های مختلف بر باززایی ارقام مورد مطالعه نشان داد که اثر رقم، غلظت هورمون و اثر متقابل آنها در

منابع تغییرات	MS		درجه آزادی	مناخ تغییرات
	Kin	BAP		
رقم	۰/۰۱۴**	۰/۰۰۵ ^{ns}	۳	رقم
غلظت هورمون	۰/۰۷۸**	۰/۰۴۵**	۲	غلظت هورمون
رقم × غلظت هورمون	۰/۰۰۸*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۶	رقم × غلظت هورمون
خطای آزمایش	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۳۶	خطای آزمایش
ضریب تغییرات	۷/۱	۸/۶	۹/۵	ضریب تغییرات

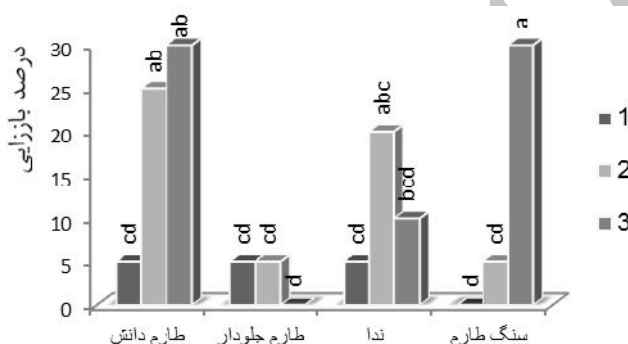
* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: عدم معنی‌داری.

هورمون BAP دیده شد و در رقم طارم جلودار در سطح ۳/۰ میلی گرم در لیتر و در رقم سنگ

بیشترین میزان باززایی در ارقام طارم دانش و سنگ طارم در سطح ۳/۰ میلی گرم در لیتر

در حالیکه در رقم سنگ طارم با افزایش آن از ۲/۰ به ۳/۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش معنی‌داری در میزان باززایی دیده شد. در رقم طارم دانش با افزایش سطح هورمون BAP از ۱/۰ به ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر نیز افزایش معنی‌داری دیده شد ولی با افزایش آن از ۲/۰ به ۳/۰ میلی‌گرم در لیتر تغییر معنی‌داری در میزان باززایی ایجاد نشد (شکل ۴).

طارم در سطح ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر باززایی صورت نگرفت. همچنین در رقم طارم دانش در سطوح ۲/۰ و ۳/۰ میلی‌گرم در لیتر، در رقم ندا در سطح ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر و در رقم سنگ طارم در سطح ۳/۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری از نظر باززایی مشاهده نشد. در رقم ندا و طارم جلو دار با افزایش غلظت هورمون BAP از ۱/۰ به ۳/۰ میلی‌گرم در لیتر تغییر معنی‌داری در میزان باززایی مشاهده نشد.



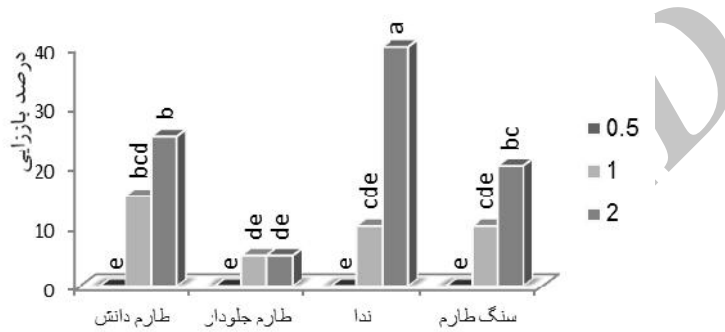
شکل ۴- مقایسه‌ی میانگین درصد باززایی ارقام مختلف برنج در سطوح مختلف غلظت هورمون BAP.

هورمونی Kin قادر به باززایی نبودند. بیشترین مقدار باززایی نیز مربوط به رقم ندا در سطح هورمونی ۲ میلی‌گرم در لیتر بود (شکل ۵). در مورد هورمون NAA، اثر رقم و اثر متقابل رقم در غلظت هورمون معنی‌دار نشد و فقط اثر ساده‌ی هورمون معنی‌دار گردید. در سطوح مختلف این هورمون، بیشترین میزان باززایی مربوط به سطح ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر ($\bar{x}=0.18/8$) و کمترین میزان باززایی مربوط به سطح ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر بود ($\bar{x}=0.2/5$).

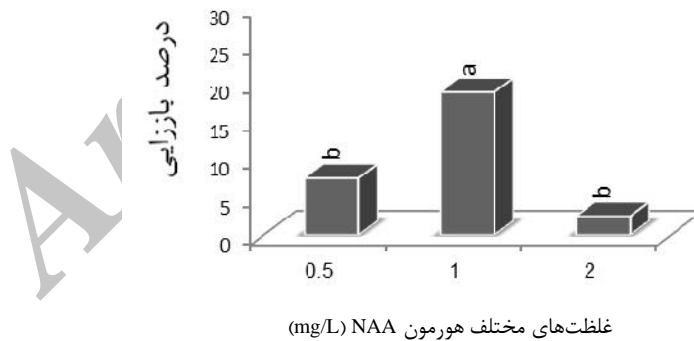
در اثر متقابل هورمون Kin و ارقام مورد مطالعه، مشاهده شد که رقم ندا در سطح هورمونی ۳/۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان باززایی را داشت ($\bar{x}=0.40/0$). در رقم ندا بین سطوح ۱/۰ و ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر Kin اختلاف معنی‌داری از نظر باززایی وجود داشت، اما در ارقام طارم دانش، طارم جلو دار و سنگ طارم بین سطوح مذکور اختلاف معنی‌داری از نظر باززایی مشاهده نشد. هیچ یک از ارقام در سطح ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر از تیمار

گیاهچه‌های به دست آمده از ارقام مختلف ۶ هفته پس از کشت در محیط باززایی و در مرحله‌ی گیاهچه‌ی دو برگه‌ی (شکل ۹) و پس از انتقال به محیط سازگاری (شکل ۱۰) نشان داده شده است.

(شکل ۶). شکل ۷ کالوس‌های تشکیل شده در رقم طارم دانش را ۲ هفته پس از کشت در محیط کالوس‌زایی نشان می‌دهد. نمونه‌ای از کالوس‌های رقم طارم دانش ۴ هفته پس از کشت در محیط باززایی در مرحله‌ی آغاز باززایی (شکل ۸) و نمونه‌ای از



شکل ۵- مقایسه‌ی میانگین درصد باززایی ارقام مختلف برنج در سطوح مختلف غلظت هورمون Kin.



شکل ۶- مقایسه‌ی درصد باززایی ارقام برنج در غلظت‌های مختلف (۵/۰، ۱/۰ و ۲/۰ میلی گرم در لیتر) هورمون NAA.



شکل ۸- آغاز باززایی کالوس‌های رقم طارم دانش ۴ هفته پس از کشت در محیط MS محتوی Kin.



شکل ۷- کالوس‌های تشکیل شده در رقم طارم دانش ۲ هفته پس از کشت در محیط MS محتوی 2, 4-D.



شکل ۱۰- نمونه‌ای از گیاهان انتقال داده شده به محیط سازگاری.



شکل ۹- نمونه‌ای از گیاهان باززایی شده از ارقام مختلف پس از ۶ هفته.

اندرسون (۱) نیز دریافتند تشکیل کالوس میان ارقام برنج به طور معنی‌داری متفاوت و به غلظت 2, 4-D و Kin و اثر متقابل دوگانه‌ی آنها وابسته است. چیترا و کومار (۷) القای کالوس را زمانی که بذور روی محیط MS حاوی ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر 2, 4-D کشت شدند مشاهده کردند. در تحقیق حاضر نیز برای القای کالوس از محیط MS حاوی غلظت‌های مختلف 2, 4-D استفاده شد و کالوس‌های جنین‌زا براساس ویژگی‌های مذکور انتخاب گردیدند. الاهی و همکاران (۱۱) کالوس فراوان، متراکم و جنین‌زا را روی محیط کشت MS حاوی 2, 4-D, BAP

اکسین 2, 4-D به طور معمول به عنوان یک عامل القای کالوس استفاده می‌شود، در حالی که گزارش‌های کمی استفاده از سیتوکینین را نشان می‌دهد (۲۶). در این مطالعه برای کالوس‌زایی از هورمون 2, 4-D با غلظت‌های مختلف استفاده شد که ساهاران و همکاران (۲۰) هم بیان نمودند که بیش از همه 2, 4-D به عنوان تنها تنظیم کننده‌ی رشدی در محیط القای کالوس استفاده شده است. با توجه به نتایج، درصد کالوس‌زایی در بین ارقام و در غلظت‌های مختلف هورمون 2, 4-D و اثر متقابل آنها به طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول ۱). الخیری و

کالوس، به وارپته و محیط القای کالوس بستگی دارد. الاهی و همکاران (۱۱) نیز برای باززایی، کالوس جنین‌زا را روی محیط MS حاوی غلظت‌های مختلف NAA، Kin، BAP و IAA کشت کردند. آنها دریافتند پتانسیل اندام‌زایی بافت‌های کالوس به گونه‌ی گیاهی، نوع ریزنمونه که کالوس از آن به دست آمده، سن بافت کالوس و ترکیب مواد مغذی محیط کشت بستگی دارد. عامل مهم دیگر، نوع و سطح تنظیم کننده‌های رشدی مختلف می‌باشد. موفقیت سریع در اندام‌زایی احتمالاً با پتانسیل طبیعی باززایی بافت گیاهی همبسته باشد. همچنین زیدی و همکاران (۲۶) مشاهده کردند سیتوکینین‌ها (Kin و BAP) و اکسین (IAA) اضافه شده به محیط القای کالوس، فراوانی تشکیل کالوس، کالوس‌های جنین‌زا و باززایی را افزایش داد. علاوه بر این، ثابت کردند حضور BAP در محیط باززایی نیز مطلوب می‌باشد. بالاترین فراوانی القای کالوس، تشکیل کالوس جنین‌زا و باززایی زمانی بدست آمد که Kin، IAA و BAP در هر دو محیط کالوس‌زایی و باززایی وجود داشت. برای مشاهده‌ی تأثیر سیتوکینین‌ها و اکسین افزوده شده روی کالوس‌زایی، از محیط القای کالوس با ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر 2, 4-D به صورت جدا و در ترکیب با ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر Kin، ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر IAA و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر BAP استفاده کردند. محیط کشت باززایی استفاده شده توسط زیدی و همکاران (۲۶)

و TPN بدست آوردند و گزارش نمودند کالوس قابل قبول زمانی که 2, 4-D و Kin به محیط MS اضافه شده بود، به دست آمد. در این تحقیق برای باززایی از کالوس‌های به دست آمده، از محیط پایه‌ی MS با سطوح متفاوتی از هورمون‌های مختلف استفاده شد. تاداونگ و همکاران (۲۱) برای باززایی از محیط کشت MS تکمیل شده با IAA در ترکیب با BA یا Kin استفاده کردند. آنها اعلام کردند که کالوس‌های کشت شده در محیط MS تکمیل شده با ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر IAA و ۴/۰ میلی‌گرم در لیتر BA بیشترین توانایی باززایی را در میان کالوس‌های کشت شده روی تمام انواع محیط‌های باززایی نشان دادند. آرمینیا و فوتسوها (۲) پیشنهاد کردند که فرایند باززایی کالوس نه تنها به ژنوتیپ و محیط باززایی مناسب بلکه به نور نیز بستگی دارد. به خوبی مشخص شده است که باززایی کالوس و تبدیل به ساقه یا ریشه به طور عمده به تناسب اکسین و سیتوکینین در محیط کشت بستگی دارد. باززایی ساقه در محیط تکمیل شده با نسبت پایین اکسین به سیتوکینین به دست می‌آید در حالی که تشکیل ریشه، محیط با نسبت بالای اکسین به سیتوکینین را ترجیح می‌دهد (۲۱). تجزیه واریانس باززایی ارقام نشان داد که باززایی گیاه تحت تأثیر ژنوتیپ و نوع و غلظت هورمون مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول ۲)، که با یافته‌های اسلام و همکاران (۱۲) مطابقت دارد. آنها مشاهده کردند که توانایی باززایی گیاه از

مختلفی مانند ژنوتیپ ارقام، شرایط کشت درون شیشه‌ای نظیر مواد مغذی، ترکیب هورمون‌ها، شرایط رشد و سن ریزنمونه‌ها محدود می‌شود. همچنین اثر تحریک‌کنندگی BAP در ترکیب با NAA در تسهیل باززایی در کشت کالوس برنج را گزارش کردند.

نتایج حاصل از این مطالعه روی ۴ رقم برنج و سطوح هورمونی مختلف حاکی از تاثیر مهم ژنوتیپ، غلظت هورمون و اثر متقابل آنها در کالوس‌زایی و باززایی گیاه می‌باشد. با توجه به اهمیت وجود تنوع در اصلاح نباتات و گزارش‌های متعدد مبنی بر ایجاد تنوع سوماکلونال در اثر کشت بافت و باززایی گیاهچه از کالوس، پیشنهاد می‌شود تنوع سوماکلونال گیاهان باززایی شده با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و مولکولی مورد بررسی و شناسایی قرار گیرد تا در صورت مفید بودن جهت اصلاح گیاه در مراحل بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

شامل ۲/۰ میلی گرم در لیتر Kin، ۱/۰ میلی‌گرم در لیتر IAA با یا بدون ۲/۰ میلی‌گرم در لیتر BAP بود. آنها بعد از ارزیابی هر یک از عوامل فوق‌الذکر به صورت جدا از هم، اثرات توأم این عوامل در سری آزمایشات اندازه‌گیری روزهای کالوس‌دهی، فراوانی القای کالوس، فراوانی تشکیل کالوس‌های جنین‌زا، روزهای جوانه‌ی سبز و فراوانی باززایی را مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش نمودند حضور سیتوکینین در محیط کشت کالوس‌زایی اثر مثبت زیادی بر ازدیاد سریع کالوس و به دنبال آن باززایی رقم MDU 5 تولید کرد. نتایج مطالعه‌ی بینا (۶) نیز نشان می‌دهد باززایی کالوس‌ها به طور زیادی به وسیله‌ی ژنوتیپ متأثر می‌شود و با نتایج این گزارش مطابقت دارد (جدول ۲). همچنین ژنوتیپ‌ها ممکن است در محیط پایه‌ی مورد نیاز با هم متفاوت باشند. رامش و همکاران (۱۸) نیز ابراز نمودند که فراوانی القای کالوس و باززایی یک سلول به وسیله‌ی فاکتورهای

منابع

1. Al-Khayri, J.M. and E.J. Anderson. 1995. Callus induction and plant regeneration of commercial rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Proceeding Arkansas Academy of Science. 49: 17-21.
2. Armenia, B.M. and Y. Futsuhara. 1992. Histological observations on plant regeneration in rice (*Oryza sativa* L.) Calli. Japan. J. Breed. 42: 33-41.
3. Bagheri, A. and M. Saffari. In Vitro Culture of Higher Plants. Translate. 4th Edition. Ferdowsi University of Mashhad. 406 pp.
4. Bagheri, N.A., N.A. BabaeianJelodar and A. Ghanbari. 2008. Diallel analysis study of yield and yield-related traits in rice genotypes. International Journal of Agricultural Research. 3(6): 386-396.

5. Bano, S., M. Musarrat., F. Rahim and I. Ilahi. 2005. Callus induction and regeneration in seed explants of rice (*Oryza Sativa* cv. SWAT-II). Pak. J. Bot., 37(3): 829-836.
6. Beena, C. 2006. Genetic effect on the regeneration of the calli of rice. Indian J. Crop Science. 1(1-2): 207-208.
7. Chitra, S. and C.R. Anander Kumar. 2006. Plant regeneration from scutellum-derived callus of Assam rice collection (*Oryza sativa* L.). Madras Agric. J., 93(1-6): 73-75.
8. Farsi, M. and J. Zolala. 2008. Introduction to Plant Biotechnology. Translate. 4th Edition. Ferdowsi University of Mashhad. 495 pp.
9. Ghorbanpour, K., N.A. Babaeian Jelodar and M. Valizadeh. 2002. Investigation of callus induction and plant regeneration through tissue culture in Iranian rice cultivars. J. Agric. Sci. Natur. Resour., 9(1): 71-80.
10. Arefi, H., M. Norouzi. and N.A. Bagheri. 2003. An investigation of callus induction and regeneration of rice genotypes (*Oryza sativa* L.) by anther culture. Iranian. J. Agric. Sci., 35(2): 293-299.
11. Ilahi, I., S. Bano, M. Jabeen and F. Rahim. 2005. Micropropagation of rice (*Oryza sativa* L. cv. SWAT-II) through somatic embryogenesis. Pak. J. Bot., 37(2): 237-242.
12. Islam, M.M., S.A. Wahed and S.A.K.U. Khan. 2004. Studies on callus induction and regeneration from dehusked rice (*Oryza sativa* L.) seeds. Plant Tissue Cult., 14(2): 155-160.
13. Kawata, S.I. and A. Ishihara. 1968. The regeneration of rice plant (*Oryza sativa* L.) in the callus derived from seminal root. Proc. Jpn. Acad., 44: 549-553.
14. Maeda, E. 1965. Callus formation and isolation of single cells from rice seedlings. Proc. Crop. Sci. Soc. Jpn., 34: 139-147.
15. Monirul, I., A. Mahatlat and M. Debabrata. 2005. In vitro callus induction and plant regeneration in seeds explants of rice (*Oryza sativa* L.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 1(1): 72-75.
16. Nishi, T., Y. Yamada and E. Takahashi. 1968. Organ redifferentiation and plant restoration in rice callus. Nature (London). 219: 508-509.
17. NouriDelavar, M.Z. and A. Arzani. 2000. Analysis of callus induction and plant regeneration from immature embryo of rice cultivars. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 4(4): 57-71.
18. Ramesh, M., V. Murugiah and A.K. Gupta. 2009. Efficient in vitro plant regeneration via leaf base segments of indica rice (*Oryza sativa* L.). Indian Journal of Experimental Biology. 47: 68-74.
19. Rashid, H., F. MohammadAbbasi and A. Quraishi. 2003. Plant regeneration from seed derived callus of three varieties of Basmati rice. Plant Tissue Cult., 13(1): 75-79.
20. Saharan, V., R.C. Yadav, N.R. Yadav and B.P. Chapagain. 2004. High frequency plant regeneration from desiccated calli of indica rice (*Oryza sativa* L.). African Journal of Biotechnology. 3(5): 256-259.
21. Thadavong, S., P. Sripichitt, W. Wongyai and P. Jompuk. 2002. Callus induction and plant regeneration from mature embryos of glutinous rice (*Oryza sativa* L.) cultivar TDK1. Kasetsart Journal. 36(4): 334-344.
22. Xiaojia, G., C. Zhaohui, L. Yongjun and W. Shiping. 2006. A tissue culture system for different germplasms of indica rice. Plant Cell Rep., 25: 392-402.

23. Xiu-hong, W., S. Xiang-yuan and W. Xian-jun. 2005. Tissue culture responses different explants of rice. *Rice Science*. 12(3): 229-232.
24. Wang, M.S., F.J. Zapaa and D.C. Castro. 1987. Plant regeneration through somatic embryogenesis from mature seed and young inflorescence of wild rice (*Oryza perennis*). *Plant Cell Report*. 6: 294-296.
25. Zafar. Y., A. Wajid, K.A. Malik and O.L. Gamborg. 1992. Establishment of regenerating calli and cell suspension line of Basmati rice (*Oryza sativa* L. cv. B. 370). *Pak. J. Bot.*, 24(1): 64-71.
26. Zaidi, M.A., M. Narayanan, R. Sardana, I. Taga, S. Postel, R. Johns, M. McNulty, Y. Mottiar, J. Mao, E. Loit and I. Altosaar. 2006. Optimizing tissue culture media for efficient transformation of different indica rice genotypes. *Agronomy Research*. 4(2): 563-575.

Archive of SID

Investigation of Plant Growth Regulators Effect on Callus Induction and Green Plant Regeneration of Rice Cultivars

H. Salehian Agblagh¹, N.A. Babaeian Jelodar², G.A. Ranjbar³ and N.A. Bagheri⁴

1- Former M.Sc. Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: hamed.salehian@yahoo.com)

2, 3 and 4- Professor, Associate Professor and Assistant Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Received: 15, March, 2011 Accepted: 24, July, 2011

Abstract

Callus induction and plant regeneration potential of rice cultivars (Tarom-jelodar, Sangtarom, Tarom-danesh and Neda) were studied. MS medium culture containing 3 levels of 2, 4-D (2.0, 2.5 and 3.0 mg/l), for callus induction and MS medium culture containing different levels of BAP, NAA and Kin hormones for plant regeneration were used. These experiments were conducted at completely randomized design with Factorial arrangement with 4 replication in the biotechnology laboratory of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU) in 2010. The results showed that Tarom-danesh cultivar had the highest ($\bar{X} = 81.92\%$) and the Tarom-jelodar cultivar had the lowest ($\bar{X} = 23.82\%$) percentage of callus induction. Generally, cultivars' reactions to callus induction in 2.0 and 2.5 mg/l concentrations of 2, 4-D were more than 3.0 mg/l concentration of this hormone. The interaction between 2, 4-D concentrations and cultivars showed that Tarom-danesh cultivar in all of 2, 4-D concentrations and Neda cultivar in levels of 2.0 and 2.5 mg/l 2, 4-D had the highest amount of callus induction. The plant regeneration showed that Tarom-danesh ($\bar{X} = 20.0\%$) and Neda ($\bar{X} = 16.7\%$) cultivars in treatment of BAP and Kin had the highest regeneration percentage, respectively. Also Tarom-jelodar cultivar in treatments of BAP and Kin had the least ($\bar{X} = 3.3\%$) percent of green plant regeneration.

Keywords: Callus induction, Green plant regeneration, Embryo culture, Rice