فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۲۲۳-۲۱۰ (۱۳۹۱)

بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول‌پاشی هورمون بنزیل آدنین (BA) بر رشد و تولید پاجوش گیاه صبر زرد (*Aloe vera* L.)

سعید حضرتی یادکوری[۱] و زین‌العابدین طهماسبی سروستانی[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، پست الکترونیک: tahmaseb@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۸۹ تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۰

چکیده

صبر زرد (*Aloe vera* L.) یکی از مهمترین گیاهان دارویی در دنیا می‌باشد که به‌دلیل ارزش اقتصادی و دارویی آن کشت می‌شود. به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و هورمون بنزیل‌آدنین (BA) بر رشد و تولید پاجوش گیاه صبر زرد، تحقیقی در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در گلخانه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کود نیتروژن (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هر گلدان) و چهار سطح هورمون بنزیل‌آدنین (BA) (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. در پایان دوره رشد گیاه صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد پاجوش، تعداد برگ پاجوش، وزن پاجوش و ارتفاع پاجوش و بیوماس کل اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بیشترین تأثیر را روی صفات رشدی و کاربرد ۱۵۰۰ میلی‌گرم نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم بنزیل‌آدنین بیشترین تأثیر را روی خصوصیات پاجوش داشت؛ به‌طوری که با افزایش غلظت بنزیل‌آدنین بر تعداد پاجوش افزوده شد و بیشترین تعداد پاجوش در تیمار محلول‌پاشی ۱۵۰۰ میلی‌گرم بنزیل‌آدنین بدون کاربرد نیتروژن بدست آمد. اما کاربرد همزمان سطوح ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم نیتروژن با ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بیشترین تأثیر را بر صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش داشت.

واژه‌های کلیدی: صبر زرد (*Aloe vera* L.)، نیتروژن، بنزیل‌آدنین (BA)، پاجوش.

مقدمه

گیاه دارویی صبر زرد (*Aloe vera* L.) متعلق به خانواده Liliaceae می‌باشد (Reynolds, 2004). صبر زرد گیاهیست گوشتی، چند ساله با الگوی رشد روزت و همیشه سبز که ارتفاع آن به حدود ۶۰ سانتی‌متر می‌رسد، دارای ساقه چوبی و کوتاه به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر و برگ‌های نیزه‌ای شکل است که به‌طور مستقیم به محور ساقه متصل است. این گونه بومی آفریقای جنوبی و شرقی است،

Archive of SID

www.SID.ir

اما در کشورهای مختلف ازجمله ایران به‌صورت تجاری کشت می شود (یزدانی و همکاران، ۱۳۸٤). در پنجاه سال اخیر عصاره و ژل بدست آمده از برگ آلوئه به دلیل خواص و فعالیت‌های بیولوژیکی و فیزیولوژیکی متنوع، همچنین قابلیت ترمیم سوختگی پوست و زخمهای ناشی از بریدگی، اثر حفاظتی روی پوست در برابر اشعه‌های مضر، مرطوب‌کننده و افزایش خاصیت کشسانی پوست، ضدالتهاب و تورم ضدقارچ، باکتری و ویروس و خواص دارویی دیگر به‌طور گسترده‌ای در صنایع داروسازی و آرایشی- بهداشتی استفاده می‌شود (Ramachandra & Rao, 2008). گیاه آلوئه به دو روش جنسی و غیرجنسی ازدیاد می‌یابد. در گونه *Aloe vera* L. که مشهورترین گونه برای تولید ژل است به‌دلیل پدیده نر عقیمی، بذر از طریق دگرگشنی تولید می‌شود، بنابراین ازدیاد از طریق بذر منتج به تفرق ژنتیکی به میزان زیاد در گیاهان تولیدی می‌شود (Natali *et al*., 1990). به‌منظور تولید تجاری گیاهچه و افزایش عملکرد برگ از طریق افزایش سطح زیر کشت، روشهایی مورد نیاز است تا بتوان در مدت زمان کوتاه، تعداد زیادی گیاهچه تولید نمود. روش اصلی افزایش غیرجنسی صبر زرد، از طریق پاجوش است. پاجوش‌ها از انتهای استولون‌های کوتاه تولید می‌شود (Dennis, 2008). اگرچه به‌طور طبیعی گیاه دارویی صبر زرد تولید پاجوش می‌کند، اما برای تولید تجاری این گیاه کافی نمی باشد و این کُندی تولید پاجوش یکی از موانع جدی در توسعه کشت این گیاه دارویی می باشد. رشد و نمو گیاه دارویی صبر زرد تحت تأثیر بسیاری از عوامل داخلی و خارجی قرار دارد. فراهم کردن شرایط تغذیه‌ای مناسب برای بدست آوردن پاجوش‌هایی با اندازه درشت و با کیفیت بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. با وجود اینکه مطالعات زیادی روی سایر گیاهان این تیره انجام شده، اما مطالعات اندکی در مورد تأثیر هورمون‌ها و عناصر غذایی روی گیاه صبر زرد انجام شده‌است.

سایتوکینین یکی از مهمترین هورمون‌های گیاهی در تنظیم فرایندهای رشد و توسعه گیاه شامل تقسیم سلولی، تمایز، افزایش توسعه برگ و تحرک مواد غذایی در گیاهان زینتی می‌باشد (Sakakibara *et al*., 2006). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که سایتوکینین می‌تواند تولید و رشد پاجوش‌ها را بهبود بخشد (Dennis, 2008). کاربرد سایتوکینین‌ها به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌های گیاه زنبق رشتی (*Hemerocallis itrina*) نشان داده که این گروه از تنظیم‌کننده‌های رشد با تأثیر بر تقسیم سلولی، اندازه پاجوش‌ها و تحریک رشد جوانه‌های جانبی و تعداد پاجوش‌ها را افزایش می‌دهد (Amling *et al*., 2007). تأثیر سایتوکینین بر گیاهان گوشتی گل ناز (*Portulaca grandiflora*) و نوعی کاکتوس به نام holiday مورد مطالعه قرار گرفته‌است (Boyle, 1992). در مطالعه‌ای کاربرد هورمون بنزیل‌آدنین باعث افزایش وزن برگ، تعداد برگ، سطح برگ و قطر ساقه در گیاه کروتون گردید (Ibrahim *et al*., 2010). مدیریت مواد غذایی در گیاه صبر زرد می‌تواند یکی از راهکارها برای بالا بردن باروری و ازدیاد این گیاه باشد. صبر زرد به‌دلیل ارزش رویشی بالا، نیاز ضروری به عنصر غذایی نیتروژن دارد. نیتروژن، آب و اسیدیته خاک سه عامل مهم در تولید صبر زرد می‌باشد (Reynolds, 2004). مطالعات نشان داده که گیاه صبر زرد به‌دلیل گوشتی بودن به کاربرد کود نیتروژن واکنش زیادی نشان می‌دهد. در مطالعه‌ای کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

همزمان کود دامی و کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد و رشد گیاه صبر زرد شد، البته مقادیر بالای عناصر غذایی شیمیایی می‌تواند تأثیر منفی روی کیفیت داشته باشد (Hasanuzzaman *et al.*, 2008). در تحقیقی توسط Ji-dong و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر سطوح مختلف نیتروژن روی گیاه صبر زرد مورد بررسی قرار گرفت، کود نیتروژن باعث افزایش وزن تر برگ‌ها، کل بیوماس و سرعت رشد گیاه صبر زرد گردید. در مطالعه‌ای Wang و همکاران (۲۰۰۳) با کاربرد همزمان بنزیل‌آدنین و نیتروژن روی گیاه تنباکو، نتیجه گرفتند که جذب پتاسیم و سرعت انتقال مواد غذایی در آوند چوبی افزایش پیدا کرد. با توجه به اینکه اطلاعات محدودی در این زمینه روی گیاه صبر زرد وجود دارد، بنابراین هدف از این آزمایش تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول‌پاشی هورمون سایتوکینین از نوع بنزیل‌آدنین بر صفات رشدی و تولید پاجوش گیاه صبر زرد در شرایط گلخانه‌ای می‌باشد.

مواد و روشها

این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در گلخانه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ٤ سطح کود نیتروژن (N) (n1: شاهد، n2: ۵۰۰، n3: ۱۰۰۰ و n4: ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هر گلدان) از منبع اوره و چهار سطح هورمون بنزیل‌آدنین (BA) (ba1: ۰، ba2: ۵۰۰، ba3: ۱۰۰۰، ba4: ۱۵۰۰میلی‌گرم در لیتر) بود. کود نیتروژن به‌صورت تقسیط در سه مرحله (۸ برگی، قبل از تشکیل پاجوش و شروع تشکیل پاجوش) بکار رفت. در خرداد ماه، پاجوش‌های یکنواخت با اندازه ۲۰-۱۸ سانتی‌متر به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب و به گلخانه منتقل و در گلدان‌هایی با ظرفیت ۲۰ کیلوگرم خاک کشت شدند. درجه حرارت گلخانه برای رشد گیاه صبر زرد ۲۸ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲۲ درجه سانتی‌گراد در شب در طول دوره آزمایش تنظیم شد. گیاهان براساس ظرفیت زراعی به‌صورت یکسان آبیاری شدند. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌ای از خاک گلدان‌ها انتخاب و به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده‌است.

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

بافت	pH	EC (mmhos/cm)	فسفر قابل دسترس	پتاسیم قابل تبادل	نیتروژن کل	کربن آلی
			(mg/kg)		٪	
لومی شنی	۷/۵	۱/٦۸	۱۷	٤۳۳	۰/۰۹.	۱/۰۹

Archive of SID

www.SID.ir

هورمون بنزیل‌آدنین به‌صورت محلول‌پاشی برگی در هفته هفدهم (به علت شروع تشکیل استولون‌ها) پس از کاشت بکار رفت. برای جذب بهتر محلول، از Tween 20 به‌عنوان مویان به میزان ۱۰ میلی‌لیتر در هر لیتر استفاده شد. برای محلول‌پاشی تیمارهای شاهد، آب مقطر همراه مویان استفاده شد. بعد از گذشت ۱۲ ماه، ٤ گیاه از هر تیمار در هر تکرار برداشت شد و صفاتی از قبیل تعداد برگ گیاه و ارتفاع گیاه به وسیله خط‌کش از محل اتصال به طوقه (قاعده برگ) تا نوک برگ اندازه‌گیری شد، برای اندازه‌گیری قطر ساقه از کولیس دیجیتال استفاده و به‌صورت سانتی‌متر گزارش گردید، برای اندازه‌گیری صفات پاجوش، ابتدا پاجوش‌ها از گیاه مادری جدا و تعداد آنها شمارش گردید و بعد خصوصیاتی از قبیل ارتفاع پاجوش، وزن پاجوش و تعداد برگ پاجوش اندازه‌گیری شد و برای اندازه‌گیری بیوماس کل بوته از ناحیه سطح خاک جدا و با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که کود نیتروژن بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، قطر ساقه، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل تأثیر معنی‌داری در سطح ۵٪ داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطح نیتروژن تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم صفاتی مانند ارتفاع گیاه و قطر ساقه به‌ترتیب تا مقدار ۲۰/۳۱٪ و ٦/۲٪ نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود و کاربرد ۱۵۰۰ میلی‌گرم نیتروژن منجر به کاهش این صفات شد. البته صفاتی مانند تعداد برگ، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل با افزایش کاربرد سطوح نیتروژن مقدار آنها نیز افزایش پیدا کرد (جدول ۳). کاربرد عنصر نیتروژن بر تعداد پاجوش اثری معنی‌داری داشت (جدول ۲). براساس نتایج موجود در جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد پاجوش در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم نیتروژن بدست آمد (جدول ۳).

در این آزمایش هورمون بنزیل‌آدنین بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد پاجوش، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش غلظت سطوح بنزیل‌آدنین افزایش معنی‌داری در همه صفات غیر از ارتفاع گیاه مشاهده شد (جدول ۳). کمترین ارتفاع در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۷/۱۳٪) اختلاف داشت و بقیه سطوح تیمار از لحاظ آماری تفاوتی با هم نداشتند. همچنین بنزیل‌آدنین باعث افزایش قطر ساقه‌ها در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بیوماس کل بوته در سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر شد که نسبت به تیمارهای شاهد اختلاف بارزی نشان دادند (جدول ۳). بیشترین تعداد پاجوش، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل در سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به شاهد به‌ترتیب ۵۹/۳٦٪، ۷۵/۵۱٪، ۷۱/۸۹٪، ۸۲/۷٤٪ و ۳٤/۷۰٪ اختلاف داشت (جدول ۳).

نتایج نشان داد که اثر متقابل هورمون بنزیل‌آدنین با عنصر نیتروژن بر صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

پاجوش، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). نتایج بررسی تیمارهای مختلف نشان داد که با کاربرد همزمان نیتروژن با بنزیل‌آدنین مقدار این صفات افزایش یافت. کمترین ارتفاع گیاه در تیمار بدون کاربرد نیتروژن با سطح ۱۵۰۰میلی‌گرم در لیتر هورمون بنزیل‌آدنین و بیشترین ارتفاع در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم نیتروژن همراه با ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بدست آمد (شکل ۱). با کاربرد همزمان ۱۰۰۰ میلی‌گرم نیتروژن با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بنزیل‌آدنین بیشترین تعداد برگ بدست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد (۲۳/۳۷٪) بیشتر بود (جدول ٤). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش غلظت هورمون بنزیل‌آدنین بر تعداد پاجوش‌ها افزوده شده و بیشترین تعداد پاجوش در سطح شاهد نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰٪) بیشتر بود (شکل ۲). در این آزمایش هنگامی که نیتروژن با سطح بدون بنزیل‌آدنین بکار برده شد تأثیری روی تعداد پاجوش نداشت، اما هنگامی که نیتروژن با بنزیل‌آدنین با هم بکار برده شد بر وزن پاجوش‌ها افزوده شد و بیشترین وزن پاجوش‌ها در سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم نیتروژن با سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰٪) اختلاف داشت (جدول ٤). بیشترین تعداد برگ حاصل از پاجوش در سطح ٤ نیتروژن با سطح ۱ و ۲ بنزیل‌آدنین بدست آمد (جدول ٤). البته هنگامی که بنزیل‌آدنین و نیتروژن با هم بکار برده شدند، بر ارتفاع پاجوش‌ها افزوده شد ولی هنگامی‌که به‌صورت تنها بکار برده شد، تأثیری بر ارتفاع نداشت (جدول ٤). براساس نتایج جدول ٤ اثر متقابل هر دو تیمار بر بیوماس کل تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که بیشترین وزن بیوماس در کاربرد همزمان سطح ٤ نیتروژن با سطح ۳ بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۷٤/٤٪) اختلاف داشت (شکل ۳). هورمون بنزیل‌آدنین هنگامی که با نیتروژن با هم بکار برده شد بر قطر ساقه گیاهان تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که تعداد برگ با همه صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری در هر بوته داشت، به‌طوری که بیشترین همبستگی را با قطر ساقه (r =۰/۷۸) و بیوماس کل (r =۰/۷۲) داشت. تعداد پاجوش با وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت؛ بیوماس کل نیز با همه صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. قطر ساقه نیز با تعداد برگ، ارتفاع گیاه و بیوماس کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. با توجه به نقش قطر ساقه در انتقال مواد غذایی و آب در گیاه با افزایش قطر ساقه ارتباط بهتری بین بخش‌ها برقرار شده و در نتیجه تأثیر مثبت ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد پاجوش و تعداد برگ پاجوش را افزایش داده است. بنابراین ارتفاع پاجوش با تعداد پاجوش، وزن پاجوش و تعداد برگ پاجوش همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد. وزن پاجوش با ارتفاع پاجوش، تعداد برگ پاجوش و بیوماس کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت، به‌نحوی که بیشترین همبستگی را با تعداد برگ پاجوش (r =۰/۸۹) نشان داد (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس تیمار نیتروژن و بنزیل‌آدنین روی صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی صبر زرد

منابع تغییرات (S. O. V)	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	تعداد برگ	قطر ساقه	تعداد پاجوش	وزن پاجوش	تعداد برگ پاجوش	ارتفاع پاجوش	بیوماس کل
تکرار	۳	٤٦/١٣ ns	١/٣	١٤/٦٢ ns	١/٢٨	٤١/٤٧٧ ns	٠/٤٠ ns	٤/٤٠ ns	٠/٠٣١ ns
نیتروژن (N)	۳	٦١٨/٨ **	٧/١٨ **	٢٨/٦٢ *	٥/٧٥**	٢٠٦٣/٤٢ **	٤٥/٧٧ **	٥٣٨/٤٦ **	٢٠/٥٠ **
بنزیل‌آدنین(BA)	۳	١٥٥/٤٦ **	٣٢/٧١ **	٧٣/٣٥ **	١٠٨/٨٢ **	٢٤٨٩/٥٤ **	٥٧/٣٩ **	١٠٤٨/٨٦ **	٨/٤٦ **
نیتروژن×بنزیل‌آدنین پورین (N×BA)	۹	٧٨/٤٨ **	١/١٧ *	١٨/٨ ns	١١/٩٨ **	٥٢٥/٩١ **	١٣/٨٧ **	١٣٦/٠٩ **	٠/٤٩ **
خطا	٤٥	١٨/٣٥	٠/٤٧	٩/٢٧	٠/٨٣	٤٣/٧٧	٠/٢٩	٤/٩	٠/٠٤٧٩
ضریب تغییرات (٪)	–	٦/٩٤	٣/٢	٦/٦٩	٢٣/٠٣	٢٥/٢٩	١٢/٤١	١٥/٧٥	٥/٧٧

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمار نیتروژن و بنزیل‌آدنین بر صفات گیاه دارویی صبر زرد

تیمار	سطوح تیمارها	صفات مورد مطالعه							
		ارتفاع (cm)	تعداد برگ	قطر ساقه (cm)	تعداد پاجوش	وزن پاجوش (g)	تعداد برگ پاجوش	ارتفاع پاجوش (cm)	بیوماس کل در هر بوته (kg)
نیتروژن (N)	n1	۵۳/۸۷ c	۲۰/٦۲ c	٤۳/۷٤ ab	۳/۳۱۲۵ b	۱۰/٤۹۲ c	۲/۳۹۵٦ c	۷/۰۷۱۹ c	۲/۲۹٤ d
	n2	۵۹/۵۸ b	۲۱/۳۰ b	٤۵/۲٤۱ b	۳/۵۷۸۱ b	۲۷/۵۰۷ b	٤/۲٦۵٦ b	۱٤/٦۰۳۸ b	۳/۷۳ c
	n3	٦۷/٦۰ a	۲۱/۸۱۲۵ a	٤٦/٦۲۷ a	٤/٤٦۸۸ a	۲۹/۰۲۱ b	٤/۲۸۱۳ b	۱۳/۳۲۵۰ b	٤/۱۲ b
	n4	٦۵/٦۰ a	۲۲/۱٦٦۹ a	٤٦/٤٦۰ a	٤/٤٦۵۰ a	۳۷/٦۲۳ a	٦/۵۳۰۰ a	۲۱/۲۳ a	۵/۰۱۱ a
بنزیل آدنین (BA)	ba1	٦۱/۷٦ a	۲۰/۱۸۷۵ b	٤۳/۸۲۲ b	۰/۲۹۳۱ d	۹/٤۱۵ d	۱/٦۸۳۱ c	۳/۹۷ d	۳/۰۳ d
	ba2	۵۷/۳۱ b	۲۰/۲۹۱۹ b	٤۳/۷۳٤ b	٤/۰۸٤٤ c	۲٤/۷۹۸ c	٤/۳۹٦۹ b	۱۱/۹۳۰ c	۳/۳٦ c
	ba3	٦٤/۵۲ a	۲۲/۸۱۲۵ a	٤۸/۱٦٦ a	۵/۱۳ b	۳۲/۰۰۹ b	۵/۵۸۹٤ a	۱۷/۳۲ b	٤/۱۱ b
	ba4	٦۳/۰۷ a	۲۰/٦۰۹٤ a	٤٦/۳٤۳ a	٦/۳۲۵۰ a	۳۸/٤۲۱ a	۵/۸۰۳۱ a	۲۳/۰ a	٤/٦٤ a

در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (براساس آزمون LSD).

n1، n2، n3 و n4: به‌ترتیب عبارتنداز: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم نیتروژن.

ba1، ba2، ba3 و ba4: به‌ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و بنزیل‌آدنین روی صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی صبر زرد

تیمار	تعداد برگ	قطر ساقه (mm)	وزن پاجوش (g)	تعداد برگ پاجوش	ارتفاع پاجوش (cm)
n1ba1	۱۸/۲۵ h	٤۰/۱۸ e	۰ g	۰ g	۰ h
n1ba2	۲۰ g	٤۲/٤۳ cd	۰ g	۰ g	۰ h
n1ba3	۲۲/۲۵ bc	٤۹/۱٤ a	۱۵/۲ f	٤/۲۵ f	۱۲/۷٤ fg
n1ba4	۲۲ cd	٤۳/۱۹ b-d	۲٦/۷۳ e	۵/۳۲ c-e	۱۵/۵٤ ef
n2ba1	۲۰/۲۵ fg	٤۲/۹۱ cd	۰ g	۰ g	۰ h
n2ba2	۲۰/۲۵ fg	٤٤/۱۵ b-d	٤۲/۷ ab	٤/۷ e-f	۹/۹٦ g
n2ba3	۲۲/۲۵ bc	٤۸/۱۹ ab	۳۳/۸ c-e	٦/۰۷ a-c	۱٤/٦ f
n2ba4	۲۲/٤۳ bc	٤۵/٦۹ a-c	۳۵/۰۵ b-e	٦/۲۸ ab	۳۳/۸۵ a
n3ba1	۲۱/۲۵ de	٤۷/۹٦ a-b	۰ g	۰ g	۰ h
n3ba2	۲۰/٦٦ fg	٤۵/۲۸ a-c	۲۹/۹۸ d-e	٦/۱ a-c	۱۵/٤۵ f
n3ba3	۲۳/۷۵ a	٤۵/۷۲ a-c	٤۳/۵۲ ab	۵/۷۵ b-d	۱۹/۲ cd
n3ba4	۲۳ ab	٤۷/۵۳ ab	٤۲/۵۸ ab	۵/۲۷ de	۱۸/٦ de
n4ba1	۲۱ ef	٤٤/۲۲ b-d	۳۷/٦ b-d	٦/۷۳ a	۱۵/۸۸ ef
n4ba2	۲۰/۲۵ fg	٤۳/۰۷ cd	۲۷/۰٤ e	٦/۷۸ a	۲۲/۳۲ bc
n4ba3	۲۳ ab	٤۹/٦ a	۳٦/۵ b-d	٦/۲۸ ab	۲۲/۷۱ b
n4ba4	۲۳ ab	٤۸/۹۵ a	٤۹/۲۹ a	٦/۳۲ ab	۲۳/۹٦ b

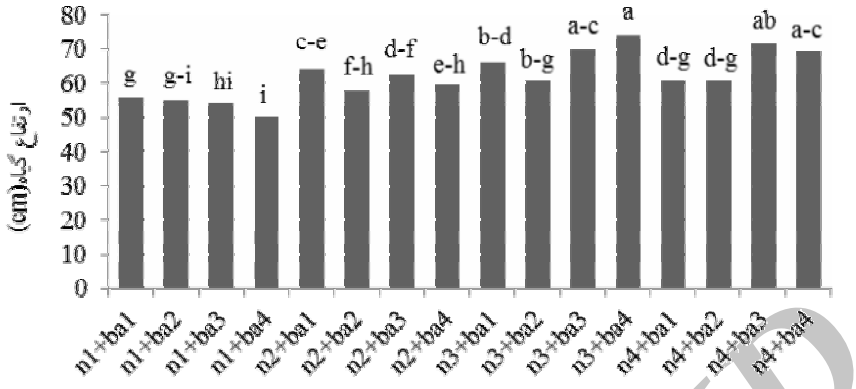
در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (براساس آزمون LSD).

n1، n2، n3 و n4: به‌ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم.

ba1، ba2، ba3 و ba4: به‌ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین.

Archive of SID

www.SID.ir

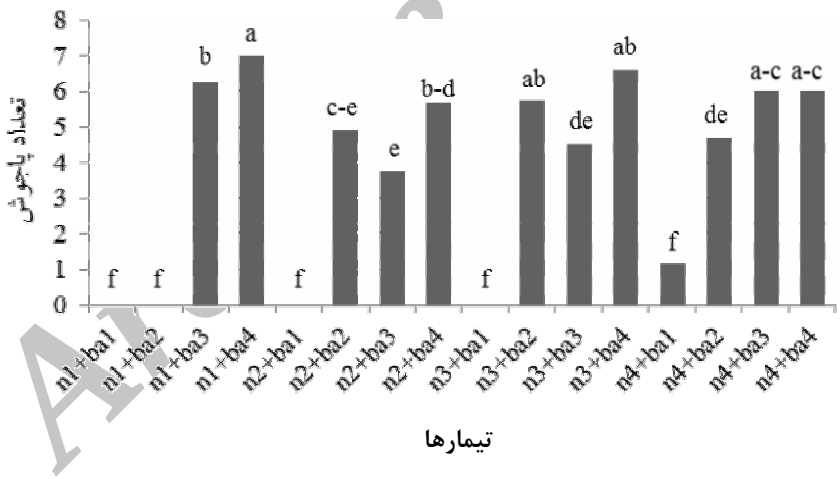


شکل ۱- اثر متقابل نیتروژن با بنزیل‌آدنین روی ارتفاع گیاه در گیاه دارویی صبر زرد

در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (براساس آزمون LSD).

n1، n2، n3 و n4: به‌ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم.

ba1، ba2، ba3 و ba4: به‌ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین.



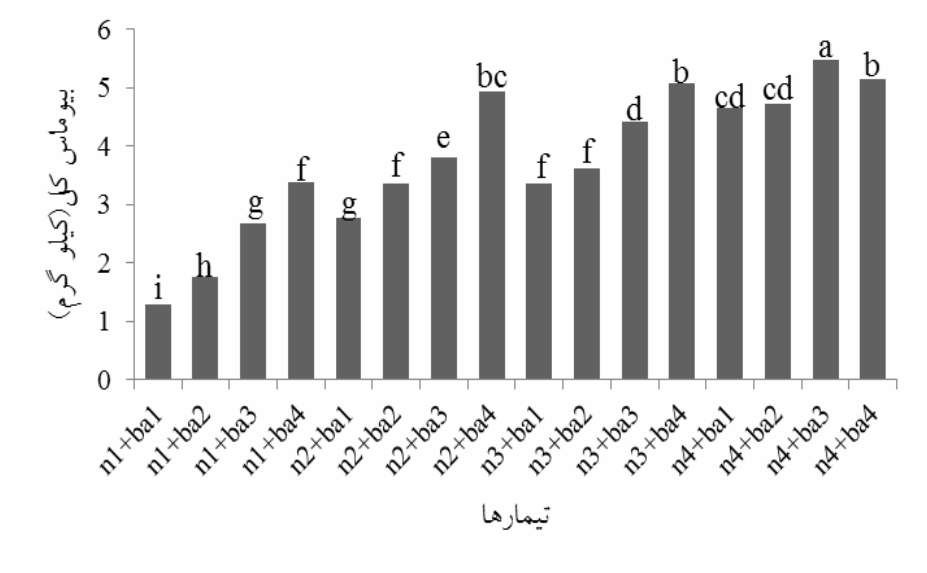
شکل ۲- اثر متقابل نیتروژن با بنزیل‌آدنین روی تعداد پاجوش در گیاه دارویی صبر زرد

در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (براساس آزمون LSD).

n1، n2، n3 و n4: به‌ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم.

ba1، ba2، ba3 و ba4: به‌ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۳- اثر متقابل نیتروژن با بنزیل‌آدنین روی بیوماس کل در گیاه دارویی صبر زرد

در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (براساس آزمون LSD).

n1، n2، n3 و n4: به‌ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم.

ba1، ba2، ba3 و ba4: به‌ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی صبر زرد

صفات مورد بررسی	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
۱- ارتفاع	۱							
۲- تعداد برگ	۰/٦٦٨ **	۱						
۳- قطر ساقه	۰/٦٦٨ **	۰/۷۸۳ **	۱					
٤- تعداد پاجوش	۰/۱۸۳ ns	۰/٦۲۲ **	۰/٤۸۰ ns	۱				
٥- وزن پاجوش	۰/۳۷۸ ns	۰/٦٥۳ **	۰/٤۳٤ ns	۰/۷۲۲ **	۱			
٦- تعداد برگ پاجوش	۰/۲٥۸ ns	۰/٥۸۸ *	۰/٤۰۹ ns	۰/۷۷۸ **	۰/۸۹٥ **	۱		
۷- ارتفاع پاجوش	۰/۳۱۳ ns	۰/٦٥۹ *	۰/٤۲٥ ns	۰/۷٥۸ *	۰/۸۰۷ **	۰/۸۸۹ **	۱	
۸- بیوماس کل	۰/٦۲٥**	۰/۷۱۹ **	۰/٥۷۲ *	۰/٥۷٤ **	۰/۸۱۰ **	۰/۸۰۰ **	۰/۸٤۲ **	۱

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

نتایج این پژوهش بیانگر تأثیر مثبت نیتروژن و بنزیل‌آدنین بر رشد و تولید پاجوش در گیاه صبر زرد می باشد. تیمار کود نیتروژن باعث افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها و قطر ساقه شده بود. با افزایش این صفات بیوماس کل هم افزایش پیدا کرده بود که با نتایج مطالعه Ji-dong و همکاران (۲۰۰٦) و Babatunde و Yongabi (۲۰۰۸) مطابقت دارد. به عقیده بسیاری از دانشمندان کاربرد عنصر نیتروژن سبب بالا رفتن هورمون‌ها به‌خصوص اکسین‌ها و همچنین اسیدهای نوکلئیک در گیاه شده و رشد و نمو بیشتری را باعث می شود. ولی کاهش این صفات در سطح چهارم کود نیتروژن ممکن است به‌دلیل داشتن رابطه آنتاگونیسمی بین فسفر سبب کاهش جذب فسفر شود که این امر می تواند به دلیل بهم خوردن تعادل میان عناصر غذایی در گیاه باشد (خلیقی و همکاران، ۱۳۸۵). کاربرد عنصر نیتروژن بر تعداد پاجوش اثری معنی‌داری داشت که با نتایج Babatunde و Yongabi (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

در این آزمایش بنزیل‌آدنین باعث کاهش ارتفاع در غلظت پایین شد، دلیل این کاهش را می‌توان به دلیل از بین بردن غالبیت انتهایی و همچنین افزایش تولید پاجوش و تعداد برگ در این آزمایش نسبت داد (Duck *et al.*, 2004). نتایج این آزمایش با نتایج مطالعه Carey و همکاران (۲۰۰۸) روی گیاهان زینتی *Sempervivum* و *Echeveria* مطابقت داشت. گزارشها حکایت از آن دارد که هورمون بنزیل‌آدنین از طریق افزایش تقسیم سلولی و یا حرکت مواد غذایی به محل تیمار شده باعث رشد گیاه می‌گردد (Halmann, 1990؛ Schmulling, 2002). تیمار هورمون بنزیل‌آدنین رشد و توسعه برگ را افزایش داد که با نتایج Mok (۱۹۹٤) مطابقت دارد. بنزیل‌آدنین با تسهیم مواد غذایی، تقسیم سلولی و توسعه سلول، باعث بزرگ شدن و نرمال شدن برگ‌ها می‌گردد که نتایج بدست‌آمده توسط Carey و همکاران (۲۰۰۸) روی گیاهان دیگر خانواده سوسن (*Sempervivum* و *Echeveria*) این مطلب را تأیید می‌کند. در مطالعه‌ای که توسط (Gary *et al.*, 1998) روی گیاه هوستا (*Hosta hybrid*) از خانواده سوسن انجام شد، کاربرد هورمون بنزیل‌آدنین (BA) باعث افزایش تعداد پاجوش شد. در مطالعه دیگری مشاهده شد که در گیاهان گوشتی مانند سدم (*Sedum* sp.)، کاربرد بنزیل‌آدنین باعث افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و گلدهی می‌شود (Dennis, 2008). افزایش رشد با کاربرد سایتوکینین می‌تواند به دلیل تنظیم فرایندهای بیوشیمیایی با فعالیت آنزیم‌ها باشد (Smolen & Sady, 2008).

اثر متقابل هورمون بنزیل‌آدنین با عنصر نیتروژن ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد پاجوش، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، وزن پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل را افزایش داده بود که با نتایج Nahed و Aziz (۲۰۰۷) روی گیاه کروتون و نتایج Luria و همکاران (۲۰۰۵) روی گل شیپوری (*Zantedeschia aethiopica*) مطابقت دارد. با افزایش سطوح بنزیل‌آدنین با تیمار شاهد نیتروژن ارتفاع کاهش یافت. ارتفاع با صفاتی مانند تعداد برگ، قطر ساقه و بیوماس کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۵). در صورتی‌که هنگامی که با نیتروژن بکار برده شد، باعث افزایش ارتفاع گیاه صبر زرد شد. نتایج این مطالعه با نتایج Nahed و Aziz (۲۰۰۷) روی گیاه کروتون مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

کاربرد همزمان نیتروژن و هورمون بنزیل‌آدنین تعداد برگ‌ها را افزایش داد که با نتایج Nahed و Aziz (۲۰۰۷) روی گیاه کروتون مطابقت دارد و می‌تواند یکی از دلایل افزایش تعداد برگ به دلیل افزایش قطر ساقه باشد (جدول ۵). هنگامی که نیتروژن با بنزیل‌آدنین بکار برده شد بر ارتفاع و تعداد برگ پاجوش افزوده شد که منجر به افزایش وزن پاجوش‌ها شد، اما با افزایش ارتفاع پاجوش تعداد پاجوش‌ها تغییری نکرد. پژوهشگران احتمال دادند که ممکن است به دلیل افزایش ارتفاع و وزن پاجوش، تغییری در تعداد پاجوش ایجاد نشود. کاربرد همزمان نیتروژن با سایتوکینین باعث افزایش رشد اندام هوایی در مقایسه با زمانی که نیتروژن و سایتوکینین به‌صورت تنها بکار برده شد می‌شود Kuiper *et al.*, 1988). غلظت پایین نیترات تأثیر منفی بر سنتز سایتوکینین در ریشه دارد (De Groot *et al.*, 2004). محلول‌پاشی سایتوکینین بر جذب و تخصیص مواد غذایی در گیاه و حرکت به سمت بافت‌ها تأثیر می‌گذارد (Beck, 1996). هنگامی که سایتوکینین با عنصر نیتروژن با هم بکار برده شود ممکن است باعث افزایش رشد اندام هوایی شود. به‌عکس هنگامی که هورمون سایتوکینین به‌صورت تنها بدون نیتروژن بکار برده شود باعث تحریک رشد ریشه شده و از پیری اندام هوایی جلوگیری می‌کند. در صورتی که سایتوکینین در حد بحرانی بکار برده شود و گیاه در شرایط کمبود مواد غذایی قرار داشته باشد باعث افزایش نسبت اندام هوایی به ریشه می‌شود (Dennis, 2008).

بکار بردن سایتوکینین به‌صورت محلول‌پاشی روی گیاهان بر جذب مواد غذایی توسط گیاهان تأثیر می‌گذارد که ممکن است یکی از دلایل افزایش صفات با کاربرد همزمان نیتروژن و غلظت بالا بنزیل‌آدنین به دلیل خنثی کردن اثر آنتاگونیسمی نیتروژن با دیگر عناصر باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از اثر متقابل تیمارها می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که بهترین عملکرد، بیشترین تعداد پاجوش، در کاربرد همزمان سطوح ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ نیتروژن با ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بدست می‌آید و افزایش تعداد برگ، قطر گیاه، تعداد پاجوش، اندازه و وزن پاجوش، ناشی از بسیاری از عوامل داخلی و خارجی است.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کارشناس گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس و همچنین از آقای حسین کاظمی پشت مساری، دانشجوی دوره دکترای گروه زراعت به دلیل همکاری در این طرح سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

- خلیقی، ا.، حجتی، ی.، بابالار، م. و نادری، ر.، ۱۳۸۵. بررسی اثرات تیمار محلول غذایی سایتوکینین و بافت خاک بر خصوصیات کیفی و کمّی پیاز و تعداد پیازچه در لاله هیبرید دارویی رقم اپلدرون. پژوهش و سازندگی، ۱۹(٤): ٦٤-٥٨.
- یزدانی، د.، رضایی، م.ب.، کیانبخت، س. و خسروانی، س.، ۱۳۸٤. مروری بر جنبه های مختلف گیاه دارویی صبر زرد. گیاهان دارویی، ۱۹: ۸-۱.
- Amling, J.W., Keever, G.J., Kessler, J.R.J. and Eakes, D.J., 2007. Benzyl adenine (BA) promotes ramet formation in *Hemerocallis itrina*. Journal of Environmental Horticulture, 25(1): 9-12.
- Babatunde, F.E. and Yongabi, K.A., 2008. Effect of nitrogen on productivity of *Aloe vera* L. and its inhibitory effect on *Trichophyton rubrum*. Advances in Horticultural Science, 22(3): 187-190.

Archive of SID

www.SID.ir

- Beck, E.H., 1996. Regulation of shoot/root ratio by cytokinins from roots in *Urtica dioica*: Opinion. Plant and Soil, 185: 3-12.
- Boyle, T.H., 1992. Modification of plant architecture in 'Crimson Giant Easter cactus with benzyladenine. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117(4): 584-589.
- Carey, D.J., Whipker, B.E., McCall, I. and Buhler, W., 2008. Benzyladenine foliar sprays increase offsets in *Sempervivum* and *Echeveria*. Journal of Horticultural Science, 53: 19-21.
- De Groot, C.C., Marcelis, L.F.M., Lambers, H. and Boorgaard, V.R., 2004. Response of growth of Reynolds to to phosphorus and nitrogen nutrition. Acta Horticulture, 633: 357-364.
- Dennis, J.C., 2008. The effects of benzyladenine on ornamental crops. Thesis of Master of Science (MSc.) in Horticultural Science, Graduate Faculty of North Carolina State University.
- Duck, M.W., Gregg, B.M., Fernandez, R.T., Royal, D.H. and Cardoso, F.F., 2004. Height control of *Picea* spp. and *Chamaecyparis lawsoniana* with uniconazole and 6-benzyladenine. Journal Environmental Horticulture, 22(3):165-169.
- Gary, J., Keever, J. and Thomas, B., 1998. Offset Increase in (*Hosta spp.*) Following benzyl adenine application. Journal of Environmental Health, 16(1): 1-3.
- Halmann, M., 1990. Synthetic plant growth regulators. Advances in Agronomy, 43: 47-105.
- Hasanuzzaman, H., Ahamed, K.U., Khalequzzaman, K.M., Shamsuzzaman, A.M.M. and Nahar, K., 2008. Plant characteristics, growth and leaf yield of *Aloe vera* L. as affected by organic manure in pot culture. Australian Journal of Crop Science, 2(3):158-163.
- Ibrahim, S.M.M., Taha, L.S. and Farahat, M.M., 2010. Vegetative growth and chemical constituents of croton plants as affected by foliar application of benzyl adenine and gibberellic acid. Journal of American science, 6(7): 126-130.
- Ji-dong, W., Zhao-pu, L., Qing-song Z., Ling, L. and Feng-zhi, P., 2006. Effects of different nitrogen levels on seedling growth, nitrat and its secondary metabolites in *Aloe vera* L. seeding. Plant Nutrition and fertilizer sciences, 12 (6):864-868.
- Kuiper, D., Schuit, J. and Kuiper, P.J.C., 1988. Effects of internal and external cytokinin concentrations on root growth and shoot to root ratio of *Plantago major* pleiosperma at different nutrient conditions. Plant and Soil, 11(2): 231-236.
- Luria, G., Weiss, D., Ziv, O. and Borochov, A., 2005. Effect of planting depth and density, leaf removal, cytokinin and Gibberellic acid treatments on flowering and rhizome production in *zantedeschia aethiopica*. Acta Horticulture (ISHS), 673: 725-730.
- Mok, M.C., 1994. Cytokinins and Plant Development-An overview: 155-166. In: Mok, D.W.S. and Mok, M.C., (Eds.). Cytokinins: Chemistry, Activity and Function. CRC Press, 338p.
- Nahed, G.A. and Aziz, E., 2007. Stimulatory Effect of NPK Fertilizer and Benzyladenine on Growth and Chemical Constituents of *Codiaeum variegatum* L. Plant. Journal Environmental Science, 2 (6):711-719.
- Natali, L.I., Sanchez, I.C. and Cavalini, A., 1990. In vitro culture of *Aloe vera* L. Mill.: Micropropagation from vegetative meristems. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 20(1): 71-74.
- Ramachandra, C.T. and Rao, P.S, 2008. Processing of *Aloe Vera* L. Leaf Gel: A Review. American Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(2): 502-510.
- Reynolds, T., 2004. Aloe chemistry: 39-74. In: Reynolds, T., (Ed.). Aloes: The Genus Aloe. Boca Raton, Florida, USA. CRC Press, 386p.
- Sakakibara, H., Takei, K. and Hirose, N., 2006. Interactions between nitrogen and cytokinin in the regulation of metabolism and development. Trends in Plant Science, 11(9): 440-448.
- Schmulling, T., 2002. New insights into the functions of cytokinins in plant development. Journal of Plant Growth Regular, 21: 40-49.
- Smolen, S. and Sady, W., 2008. The effect of foliar nutrition with nitrogen, molybdenum, sucrose and benzyladenine on the contents of dry weight, Cd, Cu and Zn in carrot. Vegetable Crops Research Bulletin, 68: 135-144.
- Wang, G.L., Li, Ch. and Zhang, F., 2003. Effects of different nitrogen forms and combination with foliar spraying with 6-benzylaminopurine on growth, transpiration, and water and potassium uptake and flow in tobacco. Plant and Soil, 256: 169-178.

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of different nitrogen fertilizer levels and hormone benzyl adenine (BA) on growth and ramet production of *Aloe vera* L.

S. Hazrati Yadekori[1] and Z. Tahmasebi Sarvestani[*2]

1- MSc. Student, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2*- Corresponding author, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
E-mail: tahmaseb@modares.ac.ir

Received: August 2010 Revised: June 2011 Accepted: June 2011

Abstract

Aloe vera L**.** is one of the most important medicinal plants in the world mostly cultivated due to its economic and medicinal value. In order to study the effects of different levels of nitrogen fertilizer and benzyl adenine hormone (BA) on growth and ramet production of *Aloe vera* L**.** a factorial experiment was carried out based on a complete randomized blocks design with four replications in an experimental greenhouse of Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. Treatments included four levels of nitrogen fertilizer (N1: control, N2: 500, N3: 1000, and N4: 1500 mg per pot) and four levels of benzyl adenine (BA) (BA1: Control, BA2: 500, BA3: 1000, BA4: 1500 mg/L). At the end of the experiment period, plant height, stem diameter, number of ramets, number of leaf ramet, ramet weight, ramet height and total biomass were measured. The results showed that application of 1000 mg nitrogen and 1000 mg/L benzyl adenine had the most effect on the growth factors. Also, application of 1500 mg nitrogen and 1500 mg/L benzyl adenine had the highest effect on ramet characteristics. However, ramet number increased with increment of BA concentration and the highest ramet number was obtained on 1500 mg BA spray treatment without nitrogen application. According to the results, simultaneous application of 1000 and 1500 mg nitrogen and 1000 and 1500 mg\L benzyl adenine had the most influence on the measured factors.

Key words: *Aloe vera* L**.**, nitrogen, benzyl adenine, ramet.

Archive

www.SID.ir