مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ششم، شماره ۱(۲۱)، ۱۳۹۱، صفحه ۷۸-۶۹

اثر تیمار بذری سالیسیلیک اسید بر برخی ویژگی‌های گیاهچه‌ای گاوزبان اروپایی

هانیه خوشه‌کار[۱] و فرید شکاری[۲]

چکیده

به منظور بررسی اثر پرایمینگ بذور گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) با سالیسیلیک اسید بر بهبود سبز کردن و رشد در مراحل اولیه آن آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت. تیمارها شامل بذر تیمار نشده به عنوان شاهد و ۵ سطح پرایمینگ با سالیسیلیک اسید (صفر یا هیدروپرایمینگ، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ میکرومولار) بودند. نتایج نشان داد پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر میانگین تعداد روزهای سبز کردن، شاخص و درصد سبزکردن، وزن تر گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، سطح برگ، نسبت سطح برگ و وزن ویژه برگ اثر معنی‌داری داشت و موجب افزایش این صفات گردید، ولی بر نسبت وزن تر به وزن خشک گیاهچه تاثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین شاخص سبز کردن، درصد سبز کردن، وزن تر و خشک گیاهچه، شاخص سطح برگ، وزن ویژه برگ و نیز کمترین میانگین تعداد روز سبز کردن (سرعت سبز کردن) و نسبت سطح برگ در گیاهان حاصل از بذرهای پرایم شده با غلظت ۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید مشاهده گردید. به نظر می‌رسد که اثر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید در این گیاه بر افزایش وزن خشک گیاهچه بیشتر از اثر آن بر افزایش مقدار سطح برگ بود. از سوی دیگر، غلظت‌های بالای سالیسیلیک اسید اثر ممانعت کنندگی را نشان دادند. کمترین شاخص سبز کردن، درصد سبز کردن، وزن تر و خشک گیاهچه، شاخص سطح برگ و وزن ویژه برگ و نیز بیشترین میانگین تعداد روز سبزکردن و نسبت سطح برگ مربوط به گیاهان حاصل از بذرهای پرایم شده با ۲۰۰۰ میکرو مولار و پس از آن مربوط به تیمار شاهد و هیدروپرایم به‌دست آمد. نتایج نشان داد پرایمینگ با سالیسیلیک اسید در غلظت مناسب در افزایش و بهبود صفات گیاهچه‌ای بسیار موثرتر از تیمار هیدروپرایمینگ بود.

واژگان کلیدی: پرایمینگ، شاخص سبز کردن، گاوزبان اروپایی، وزن ویژه برگ.

۱- فرهیخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان (نگارنده‌ی مسئول) shekari@znu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۲۰

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

گیاهان دارویی غنی از متابولیت‌های ثانوی یعنی مخازن مواد موثره اساسی بسیاری از داروها می‌باشند. مواد مذکور اگر چه اساساً با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند ولی ساخت آنها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. به‌طوری که عوامل محیطی سبب تغییراتی در رشد گیاهان دارویی و همچنین در مقدار و کیفیت مواد موثره آنها نظیر آلکالوییدها، گلیکوزیدها، استرویدها، روغن‌های فرار و امثال آن می‌گردد (Vagujfalvi, 1967).

گاوزبان گیاهی یک‌ساله از تیره گاوزبان[۱] و بومی مناطق مدیترانه است که دارای خواص متعدد دارویی، صنعتی و علوفه‌ای می‌باشد (Zargari, 1989).

در بین مراحل زندگی گیاهان، جوانه‌زنی اولین مرحله نموی گیاه می‌باشد و از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاهان است. این مرحله به عنوان مرحله کلیدی در سبز شدن گیاهچه در نظر گرفته می‌شود. جوانه‌زنی طی سه مرحله جذب آب، کمون و خروج ریشه‌چه انجام می‌شود. فعالیت آنزیم‌ها در مراحل اول و دوم شروع شده و طی مرحله دوم تنفس افزایش پیدا می‌کند. در طی این مراحل، واکنش‌های تجزیه و سنتز آغاز شده و فعال شدن آنزیم‌ها سبب شکسته شدن مواد ذخیره‌ای و انتقال مواد می‌شود. سرانجام در مرحله سوم ریشه‌چه قابل رویت می‌گردد (De Villiers *et al*., 1994). به‌طورکلی، تیمارهای اعمال شده برای ارتقای کیفیت بذر باید در مرحله اول و دوم جوانه‌زنی و قبل از خروج ریشه‌چه انجام شود (Parera and Cantiliff, 1994). یکی از راه‌های افزایش مؤلفه‌های جوانه‌زنی وسبز شدن بذر استفاده از تکنیک پرایمینگ می‌باشد (Demir Kaya *et al*., 2006). پرایمینگ به تعدادی از روش‌های مختلف بهبود دهنده بذر اطلاق می‌شود که در تمامی آنها آبنوشی کنترل شده بذر اعمال می‌شود (Farooq *et al*., 2006). خیس کردن بذر در آب، محلول نمک غیر آلی، محلول‌های آلی مختلف اسمزی، تیمار بذرها در دماهای بالا و پایین، مرطوب کردن با استفاده از ترکیبات بیولوژیک و تیمار با ماده جامد ماتریکی به عنوان روش‌های مهم پیش تیمار بذر شناخته شده‌اند (Ashraf and Foolad, 2005). هدف کلی پرایمینگ بذر، آبنوشی جزیی بذر می‌باشد به طوری که بذرها در مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه‌زنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه‌چه) باز می‌مانند (Bradford, 1995). بعد از تیمار پرایمینگ، بذرها خشک و همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می‌شوند (Mc Donald, 1999). بررسی بوبریک و همکاران (Boubriak *et al*., 1997) نشان داد که در بذرهای تیمار شده، تغییرات فیزیولوژیک ایجاد شده در فاز مرطوب سازی بعد از خشک کردن نیز باقی می‌ماند. از مزایای این تیمار می‌توان به افزایش درصد جوانه‌زنی، خروج سریع‌تر و یکنواخت‌تر گیاهچه‌ها، تسریع بلوغ، همانند سازی سریع DNA (Bray *et al*., 1989)، فراهم شدن بیشتر ATP (Mazor *et al*., 1984)، دامنه وسیع‌تر دمایی برای جوانه‌زنی، اصلاح سلول‌های آسیب دیده، رشد سریع جنین (Dahal and Bradford, 1990)، افزایش سنتز پروتئین، حذف خفتگی بذر، افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی هنگام کشت و افزایش قدرت نمو گیاه اشاره کرد (Parera and Cantiliff, 1994). در توجیه افزایش عملکرد ناشی از پرایمینگ هم‌چنین، می‌توان به استقرار سریع و مطلوب گیاه و استفاده بیشتر آنها از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشیدی اشاره داشت (Shekari *et al*., 2010).

۱- Boraginaceae

Archive of SID

www.SID.ir

هورمون سالیسیلیک اسید از ترکیباتی است که برای بهبود جوانه‌زنی بذر به کار می‌رود. سالیسیلیک اسید ($C_7H_6O_3$) یا اسید اورتو هیدروکسی بنزوییک به گروه ترکیبات فنولی تعلق دارد (El-Tayeb, 2005). در گیاه کامل سالیسیلیک اسید به وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود (Raskin, 1992). همچنین، شاکیراوا و همکاران (Shakirova *et al*., 2003) نشان دادند که کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید باعث تحریک جوانه‌زنی گردید.

هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثرات پرایمینگ بذور با سالیسیلیک اسید و مقایسه آن با بذرهای شاهد یا تیمار نشده بر روی خصوصیات رشدی گیاهچه‌های گاوزبان اروپایی و یافتن غلظت مناسب برای این عمل بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ با آب مقطر و سالیسیلیک اسید بر ظهور و استقرار گیاهچه‌های گاوزبان اروپایی در شرایط مزرعه‌ای آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل بذرهای شاهد یا تیمار نشده و پرایمینگ با سالیسیلیک اسید در پنج سطح (صفر یا هیدروپرایمینگ، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میکرو مولار) بود. بذرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی و بلافاصله پس از آن دو تا سه مرتبه با آب مقطر شسته شدند. بعد از تهیه غلظت‌های مورد نظر سالیسیلیک اسید، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در غلظت‌های ذکر شده قرار گرفتند. همین روش برای تیمار بذرها با آب مقطر (هیدروپرایمینگ) نیز انجام گرفت. سپس بذرها در دمای اتاق به مدت ۴۸ ساعت خشک و پس از تیمار شدن با قارچ‌کش، جهت کشت به مزرعه منتقل شدند. قبل از کاشت، پخش کود و دیسک‌زنی انجام شد. از کودهای فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم به مقدار توصیه شده توسط آزمون خاک استفاده گردید.

کشت به‌صورت جوی و پشته انجام گردید. فاصله روی ردیف ۱۰ و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند. روز بعد از کاشت، آبیاری مزرعه انجام شد و پس از آن مزرعه به صورت روزانه مورد بازدید قرار می‌گرفت تا از گیاهچه‌های سبز شده یادداشت برداری انجام شود. عمل سبز کردن ۷ روز پس از کاشت اتفاق افتاد و بنابراین اولین شمارش ۷ روز بعد از کاشت انجام گرفت. پس از این‌که تعداد گیاهچه‌های سبز شده در هر کرت به مدت چهار روز ثابت باقی ماند، عمل شمارش گیاهچه‌های سبز کرده در کرت مربوط متوقف گردید. در مرحله ۲ تا ۳ برگی تعداد ۸ گیاهچه به صورت تصادفی در هر کرت انتخاب و وزن تر، وزن خشک و سطح برگ در گیاهچه مورد ارزیابی قرار گرفت.

میانگین زمان سبز کردن[۱] از روی رابطه تغییر یافته زیر برای جوانه‌زنی محاسبه گردید (Ellis and Robert., 1981):

$$MTE=\frac{\Sigma N}{(n_{i*}d_i)}$$

در این رابطه n_i تعداد بذرهای سبز کرده در طی d روز، d_i تعداد روزها از ابتدای سبز کردن، $\sum n$ کل تعداد بذرهای سبز کرده می‌باشند.

۱- mean time emergence

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص سبز کردن[1] با رابطه تغییر یافته بنچ آرنولد و همکاران (Benech Arnold *et al.*, 1991) برای جوانه‌زنی و طبق فرمول زیر به‌دست آمد:

$$EI= (d_{n-1} \times E_1) + (d_{n-2} \times E_2) + (d_{n-3} \times E_3) + \dots$$

در این رابطه dn =آخرین روزی که تمام بذرها سبز کردند، En= تعداد بذرهای سبز کرده در روز n ام بود.

برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ[2] (مدل VM-900 E/K) استفاده شد. برای این منظور در مساحت ۱/۵ متر مربع کرت‌ها، ۸ بوته به طور تصادفی برداشت شد و پس از جدا کردن برگ‌ها از ساقه، سطح برگ تیمارها با دستگاه مذکور اندازه‌گیری شد.

برای محاسبه وزن ویژه برگ و نسبت سطح برگ از روابط زیر استفاده گردید (Hunt, 1982):

$$SLW = LDW/ LA$$

$$LAR= LDW/TDW$$

در این رابطه LA سطح برگ، LDW وزن خشک برگ و TDW وزن خشک کل گیاهچه می‌باشد. از تقسیم وزن تر به وزن خشک برگ نسبت وزن تر به وزن خشک به دست آمد.

داده‌ها بعد از آزمون نرمال بودن، توسط نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر میانگین زمان سبز کردن، درصد و شاخص سبز کردن بذرهای گاوزبان در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری داشت ولی روی نسبت وزن تر بر وزن خشک (FW/DW) اثر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱).

در بین تیمارها، بذرهای شاهد دارای بیشترین میانگین زمان سبز کردن (۱۵/۵۰ روز) و دارای کمترین شاخص سبز کردن (۱۵۰۸) بودند، به‌طوری که دارای اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده بودند. از سوی دیگر، در بین تیمارها بذرهایی که با غلظت ۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید پرایم شده بودند دارای کمترین میانگین زمان سبز کردن (۱۱ روز) و بیشترین شاخص سبز کردن (۴۹۵۲) بودند که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). این مطلب نشان می‌دهد بذرهای تیمار نشده ضمن این‌که در زمان طولانی‌تری جوانه‌زده و سبز می‌شوند، در روزهای نخستین سبز کردن نیز گیاهچه‌های کمتری را تولید می‌کنند.

در بین تیمارها بذرهای پرایم شده با غلظت ۲۰۰۰ میکرو مولار سالیسیلیک اسید دارای کمترین درصد سبز (۵۰) بودند و پس از آن بذرهای پرایم شده با آب مقطر و شاهد قرار داشتند. بذرهایی که با غلظت ۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید پرایم شده بودند دارای بیشترین درصد سبز کردن (۷۵ درصد) بودند و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲).

در طی عمل پرایمینگ تا حدودی اجازه داده می‌شود تا بذرها آب جذب کنند به نحوی که مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود اما ریشه‌چه خارج نشود. به عبارت دیگر بذرها تا مرحله دوم آبنوشی پیش می‌روند اما وارد مرحله سوم نمی‌شوند(Mc Donald, 1999). داهال و بردفورد (Dahal and Bradford, 1990) گزارش دادند که اثر اصلی پرایمینگ روی بذرهای گوجه‌فرنگی از طریق کوتاه کردن فرصت زمان لازم جهت فعال شدن آندوسپرم و افزایش توانایی جنین در گرفتن آب صورت می‌گیرد.

۱- emergence index

۲- leaf area meter

Archive of SID

www.SID.ir

فریدالدین و همکاران (Fariduddin *et al.*, 2003) بیان کردند که به خاطر تاثیرات هورمونی سالیسیلیک اسید در غلظت‌های مختلف، اثرات متفاوتی مشاهده می‌گردد و با افزایش آن تا مقدار مشخصی اثرات مثبت و از آن به بعد اثر منفی بر رشد دیده می‌شود. گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می‌گردد (Ashraf and Rauf, 2001; Miar Sadegi *et al*., 2011; Shekari *et al*., 2010). شکاری و همکاران (Shekari *et al.*, 2010) در بررسی اثر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید روی ویگور و خصوصیات رشدی گیاهچه در گیاه گاوزبان گزارش کردند که بذور پرایم شده با غلظت ۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید دارای بیشترین شاخص و درصد جوانه‌زنی و نیز کمترین میانگین زمان سبز کردن بودند.

به طور کلی، می‌توان اثرات مطلوب پیش تیمار بذور در جوانه‌زنی را با تغییرات زیر در بذر مربوط دانست: ۱- در بذرهای پیش تیمار شده افزایش متابولیسم پروتیین‌ها و RNA مشاهده می‌شود (Khan, 1992). ۲- افزایش فعالیت آنزیم‌هایی نظیر استروئاز، فسفاتاز و ۳ فسفو گلیسردهیدروژناز که باعث متابولیسم مواد ذخیره‌ای بذر نظیر کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتیین‌ها گشته و در نهایت باعث افزایش جوانه‌زنی می‌گردد. ۳- پیش تیمار بذرها باعث افزایش سنتز پروتیین در جنین می‌گردد که این نیز خود منجر به افزایش جوانه‌زنی می‌شود (Sivritepe *et al*., 2003).

پرایمینگ روی وزن تر و خشک کل گیاهچه‌ها اثر معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). بذرهای پرایم شده با غلظت ۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید گیاهچه‌هایی با برگ‌های ضخیم با وزن بالا تولید کردند. به‌طوری که بذرهای پرایم شده با غلظت ۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید بیشترین وزن تر گیاهچه (۲/۰۶۵ گرم) را داشتند که با گیاهچه‌های حاصل از بذرهای شاهد و پرایم شده با آب مقطر و غلظت ۲۰۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌دار داشتند. همچنین، بذرهای پرایم شده با غلظت ۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید بیشترین وزن خشک گیاهچه (۰/۴۸۷ گرم) را دارا بودند که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشتند. در مقابل، گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پرایم شده با غلظت ۲۰۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید دارای کمترین وزن خشک (۰/۲۴۲ گرم) بودند که با گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پرایم نشده یا شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). بالاتر بودن وزن تر گیاهچه‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید در مقایسه با بذرهای شاهد بیان‌گر این مطلب است که یا جذب آب بیشتر سیستم ریشه‌ای توسعه یافته‌ای تولید می‌شود، یا کنترل روزنه‌ای بیشتری در رابطه با تعرق آب از گیاه انجام می‌گیرد، و یا هر دوی مکانیسم‌ها اتفاق می‌افتند. فریدالدین و همکاران (Fariduddin *et al.*, 2003) گزارش کردند استفاده از سالیسیلیک اسید در غلظت 10^{-5}مولار به صورت اسپری روی برگ‌های گیاهان استقرار یافته خردل هندی باعث افزایش تجمع ماده خشک گردید. اما غلظت‌های بالاتر، اثر بازدارندگی داشتند. شکاری و همکاران (Shekari *et al.*, 2010) گزارش کردند که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید باعث بهبود سرعت و درصد سبز کردن و رشد گیاهچه در گاوزبان می‌شود. سرعت و شاخص سبز کردن دارای همبستگی مثبت با وزن خشک کل در گیاهچه بودند. به این معنی که هر چقدر بذرها دارای سرعت و شاخص سبز کردن بالایی باشند، گیاهچه‌هایی با وزن خشک بالا و عملکرد کل بیشتری نیز تولید می‌کنند. همان‌گونه که ذکر شد، در نتیجه پرایمینگ با سالیسیلیک اسید،

Archive of SID

www.SID.ir

سبز کردن بذرهای پرایم شده نسبت به بذرهای شاهد زودتر آغاز و این بذرها سریع‌تر از خاک خارج شدند و سریع‌تر استقرار پیدا کردند. در نتیجه، چنین گیاهچه‌هایی مدت زمان کمتری در معرض آفات و پاتوژن‌های خاک‌زی قرار می‌گیرند. با توجه به این‌که بذرهای پرایم شده سرعت سبزکردن بیشتری نسبت به بذرهای شاهد داشتند، در نتیجه در یک بازه زمانی معین می‌توانند نسبت به بذرهای شاهد ماده خشک بیشتری تولید نمایند. پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر میزان سطح برگ، وزن ویژه برگ و نسبت سطح برگ تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گیاهچه‌های حاصل از بذرهایی که با غلظت ۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید پرایم شده بودند دارای بیشترین سطح برگ (۵۸/۳۶ سانتی‌متر مربع) و وزن ویژه برگ (۰/۰۰۷۲g/cm^2) بودند. در مقابل، همین گیاهچه‌ها دارای کمترین نسبت سطح برگ (۱۳۳/۶ cm^{2}g^{-1}) بودند که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند. گیاهچه‌های حاصل از بذرهایی که با غلظت ۲۰۰۰ میکرو مولار سالیسیلیک اسید پرایم شده بودند، از کمترین سطح برگ (۴۶/۶۹ سانتی‌متر مربع) برخوردار شدند که با گیاهچه‌های حاصل از بذرهای شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. گیاهچه‌های حاصل از بذرهای شاهد دارای کمترین وزن ویژه برگ (۰/۰۰۳۵g/cm^2) و بیشترین نسبت سطح برگ (۲۱۱/۲cm^{2}g^{-1}) بودند که با گیاهچه‌های حاصل از بذرهای تیمار شده با غلظت ۲۰۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). بالا بودن وزن ویژه برگ در این تیمارها نشان می‌دهد که گیاه دارای برگ‌های کوچک ولی ضخیم‌تر و توزیع وزن خشک به سطح بیشتر بوده است. همچنین، پایین‌تر بودن نسبت سطح برگ در این گیاهچه‌ها نشان می‌دهد تولید بیشتری از ماده خشک در مقایسه با دیگر گیاهان صورت گرفته و در نتیجه میزان نسبت سطح برگ کمتری به‌وجود آمده است. به نظر می‌رسد در گیاهانی که بذر آنها با سالیسیلیک اسید پرایم شده بود، سرعت سبز کردن افزایش و گسترش سریع سطح برگی در این گیاهان جهت استفاده بهینه از تشعشعات خورشیدی و افزایش سرعت فتوسنتز خالص باعث افزایش وزن خشک به وجود آمده است. افزایش میزان فتوسنتز بر اثر کاربرد سالیسیلیک اسید توسط فریدالدین و همکاران (Fariduddin *et al.*, 2003) در گیاه خردل گزارش شده است. به نظر می‌رسد که کاربرد آب مقطر در تیمار شاهد به عنوان یک عامل محدود کننده در گسترش سطح برگ و تولید بیوماس عمل کرده است. ناگار و همکاران (Nagar *et al.*, 1998) گزارش کردند هیدروپرایم بذرهای اینبرد لاین‌های ذرت درصد سبز شدن، وضعیت رشدی گیاه و هم‌زمانی در مراحل زایشی دو والد را افزایش داد. در توجیه افزایش عملکرد ناشی از پرایمینگ همچنین، می‌توان به استقرار سریع و مطلوب گیاه (Ashraf and Foolad, 2005; Miar Sadegi *et al.* 2011) و استفاده بیشتر آنها از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشیدی اشاره داشت (Subedi and Ma, 2005).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید باعث بهبود و افزایش درصد سبز کردن و رشد گیاهچه در گاوزبان گردید و سبز کردن بذرهای پرایم شده نسبت به بذرهای شاهد زودتر آغاز شد. مقایسه تیمار بذور با آب مقطر و سالیسیلیک اسید نشان داد هیدروپرایمینگ اساساً برتری چندانی نسبت به تیمارهای سالیسیلیک اسید نداشت و پرایمینگ با سالیسیلیک اسید باعث افزایش بیشتر صفات مورد بررسی در مقایسه با تیمار شاهد گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین مربعات صفات ارزیابی شده گیاهچه‌های گاوزبان اروپایی پرایم شده با سالیسیلیک اسید

Table 1- Mean squares of evaluated traits of borago seedlings primed with salicylic acid

منابع تغییر S.OV	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS								
		میانگین زمان سبز MTE	شاخص سبز کردن EI	درصد سبز EP	وزن تر FW	وزن خشک کل TDW	شاخص سطح برگ LAI	وزن ویژه برگ SLW	نسبت سطح برگ LAR	نسبت وزن تر به خشک FW/DW
تکرار replication	3	0.819	671828.2	313.167	0.850	0.053	136.96	0.002	11154.18	0.789
سالیسیلیک اسید SA	5	0.975**	6391508.2**	315.8**	0.485**	0.035**	86.39**	0.003*	3078.81**	0.204^{ns}
اشتباه error	15	0.353	165077.1	29.73	0.016	0.003	2.06	0.0001	333.08	0.235
ضریب تغییرات ٪CV		4.36	15.06	9.26	8.50	17.48	2.78	26.35	9.94	9.79

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات ارزیابی شده گیاهچه‌های گاوزبان پرایم شده با سالیسیلیک اسید

Table 2- Means comparisons of evaluated traits of borago seedlings primed with salicylic acid

سالسیلیک اسید **Salicylic acid** (µM)	درصد سبز کردن emergence percent (٪)	شاخص سبز کردن emergence index	میانگین تعداد روزهای سبز کردن mean emergence time	سطح برگ گیاهچه seedling leaf area (cm^2)	وزن ویژه برگ specific leaf weight (g/cm^2)	وزن خشک کل گیاهچه seedling dry weight (g)	وزن تر گیاهچه seedling fresh weight (g)	نسبت سطح برگ leaf area ratio (cm^2g^{-1})
شاهد control	52.25^{bc}	1508^{e}	15.50^{a}	46.96^{d}	0.003^{d}	0.235^{d}	1.128^{c}	211.2^{a}
0	55.5^{bc}	2007^{c}	14.5^{b}	50.20^{c}	0.0042^{c}	0.260^{c}	1.290^{c}	201.4^{ab}
500	75^{a}	4952^{a}	11^{d}	58.36^{a}	0.007^{a}	0.487^{a}	2.065^{a}	133.6^{c}
1000	59.5^{b}	3044^{b}	13^{c}	54.8^{b}	0.005^{b}	0.325^{b}	1.68^{b}	174.8^{b}
1500	57.25^{bc}	2907^{b}	13.25^{c}	53.75^{b}	0.0039^{c}	0.315^{b}	1.58^{b}	183.6^{ab}
2000	50^{c}	1774^{d}	14.5^{b}	46.69^{d}	0.0037^{d}	0.242^{d}	1.245^{c}	197.6^{ab}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's test.

www.SID.ir

References

منابع مورد استفاده

- Ashraf, M., and M.R. Foolad. 2005. Pre-sowing seed treatment- A shot gun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. *Adv. Agron*. 88: 223-271.
- Ashraf, M., and H. Rauf. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. *Acta Physiol. Plant*. 23: 407- 414.
- Benench Arnold, R., R.M. Fenner, and P. Edwards. 1991. Changes in germinability, ABA content and embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* L. Moench. induced by water stress during grain filling. *New Phytol*. 118: 339-348.
- Boubriak, I., H. Kargiolaki, H. Lyne, and D.J. Osborne. 1997. The requirement for DNA repair in desiccation tolerance of germination embryos. *Seed Sci. Res*. 7: 97-105.
- Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. In: Seed development and germination. Kigel, J. and G. Galili (Eds.)., Marcel Dekker Inc., New York. pp. 351-396.
- Bray C.M, P.A. Davison, M. Ashraf, and R.M. Taylor. 1989. Biochemical events during osmopriming of leek seed. *Ann. App1. Biol*. 102: 185-193.
- Dahal, P., and K.J. Bradford. 1990. Effects of priming and endosperm integrity on seed germination rates of tomato genotypes. II. Germination at reduced water potential. *J. Exp. Bot.* 41: 1441-1453.
- Demir Kaya, M., G. Okçu, M. Atak, Y. Çikili and Ö. Kolsarici. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agron*. 24: 291-295.
- De Villiers, A.J., M.W. Van Rooyrn, G.K. Theron, and H.A. Van Deventer. 1994. Germination of three Namaqualand pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. *Seed Sci . Technol*. 22: 427-433.
- Ellis, R.H., and E.H. Roberts. 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. Technol*. 9: 373-409.
- El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regul*. 45: 215-225
- Fariduddin, Q., S. Hayat, and A. Ahmad. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynt.* 41: 281-284.
- Farooq, M., S.M.A. Basra, E.A. Warraich, and A. Khaliq. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. *Seed Sci. Technol*. 34: 529-534
- Hunt, R. 1982. Plant growth curves: The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold Pub. Limt. London. UK.

Archive of SID

www.SID.ir

- Khan, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. In: "Horticultural Reviews", Vol. 14, ed. J. Janick. New York: John Wiley, pp. 131-181.
- Mazor L., M. Perl, and M. Negbi. 1984. Changes in some ATP dependent activities in seed during treatment with polyethyleneglycol and during redrying process. *J. Exp. Bot*. 35: 1119-1127.
- Mc Donald, M.B.1999. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. *Seed Sci. Technol*. 27: 177–237.
- Miar Sadegi, S., F. Shekari, R. Fotovat, and E. Zangani. 2011. The effect of priming by salicylic acid on vigor and seedling growth of canola (*Brassica napus*) under water deficit condition. *J. Plant Biol*. 6: 55-70. (in Persian).
- Nagar, R.P., M. Dadlani, and S.P. Sharama. 1998. Effect of hydropriming on field emergence and crop growth of maize genotypes. *Seed. Res*. 26: 1-5
- Parera, C.A. and D.J. Cantiliff. 1994. Seed priming: A pre-sowing seed treatment. *Hort. Rev*. 16: 109- 141.
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 43: 439-463.
- Shakirova, F.M., A.R. Sahabutdinova, M.V. Bezrukova, R.A. Fatkhutdionova, and D.R. Fathkhutdiniva. 2003. Change in hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci*. 164: 317-322.
- Shekari, F., R. Baljani, J. Saba, K. Afsahi, and F. Shekari. 2010. Effect of seed priming with salicylic acid on growth characteristics of borage (*Borago officinalis*) plants seedlings. *J. New Agric. Sci*. 6: 47-53. (in Persian).
- Sivritepe, N., H.O. Sivritepe, and A. Eris. 2003. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline condition. *Sci. Hort*. 97: 229-237.
- Subedi, K.D. and B.L. Ma. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. *Agron. J.* 97:211-218.
- Vagujfalvi, D. 1967. The most important active substances in medicinal plants and their formation in the plant. Modifying effect of external factors and treatments. *Herba. Hungarica*. 6(3): 175- 181.
- Zargari, A. 1989. Medical plants. Vol. 3. Tehran University Press. (in Persian).

Archive of SID

www.SID.ir