Archive of SID

اثرات پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر میزان و توزیع عناصر غذایی در طبقات مختلف سنبله گندم

مهدی عبداللهی* و فرید شکاری

زنجان، دانشگاه زنجان، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۱۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تاریخ کاشت بر میزان و توزیع عناصر غذایی در طبقات سنبله گندم، رقم الوند، آزمایشی بصورت مزرعه‌ای انجام شد. سطوح پرایمینگ (شامل ۰، ۴۰۰، ۸۰۰، ۱۲۰۰، ۱۶۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰ میکرومولار) بعنوان فاکتور اول، تاریخ کاشت (اول آبان و اول آذر) بعنوان فاکتور دوم و طبقات سنبله (بالایی، میانی و پایینی) بعنوان فاکتور سوم در نظر گرفته شدند. اثرات متقابل سه جانبه تاریخ کاشت، سالیسیلیک اسید و طبقات سنبله بر روی تمام عناصر معدنی اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. کاربرد سالیسیلیک اسید توانست میزان جذب عناصر غذایی ماکرو و میکرو را بخصوص در طبقات بالایی و وسطی سنبله بهبود ببخشد. در میان سطوح پرایمینگ نیز غلظت ۴۰۰ میکرو مولار سالیسیلیک اسید نسبت به سایر سطوح پرایم و همچنین شاهد در تمامی عناصر غذایی اندازه‌گیری شده تأثیر بیشتری داشت. بنابراین بنظر می‌رسد که دانه‌های بخش مرکزی سنبله بعلت بزرگتر بودن و همچنین سرعت و طول مدت پرشدن دانه بیشتر نسبت به دانه‌های بخش بالا و پایین سنبله غلظت بیشتری از عناصر غذایی را نشان دادند. بیشترین غلظت نیتروژن، فسفر، آهن و منگنز در قسمت میانی سنبله دیده شد. ولی برای عنصر مس بیشترین غلظت در بخش بالا و برای پتاسیم در قسمت پایین سنبله مشاهده گردید. بطور کلی پرایمینگ بذرهای گندم با سالیسیلیک اسید موجب افزایش غلظت عناصر غذایی ماکرو و میکرو بخصوص در طبقات بالایی و وسطی سنبله گردید.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، سالیسیلیک اسید، عناصر غذایی، موقعیت دانه.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۶۳۴۰۴۸۵۹ ، پست الکترونیکی: abdolahimehdi88@gmail.com

مقدمه

گزارش شده که بیش از دو میلیارد (۲۱) تا سه میلیارد (۵۰) انسان در جهان از فقر مواد معدنی رنج می‌برند. این مسئله در طی چهار دهه گذشته بطور فزاینده‌ای افزایش یافته و اعتقاد بر این است که همچنان این مشکل رو به افزایش خواهد بود (۲۷). اصلاح گیاهان اصلی زراعی با غلظت بالای مواد تغذیه‌ای بعنوان یک راهبرد کم هزینه و پایدار برای کاهش فقر عناصر معدنی در انسان پیشنهاد شده است (۴۹). در تأمین امنیت غذایی انسان برای قرن ۲۱، غلاتی نظیر گندم اهمیت بالایی را از این نظر دارند (۱۸). همچنین، گندم منبع عمده انرژی تغذیه‌ای و پروتئین برای جمعیت در حال افزایش در سطح جهان می‌باشد و پتانسیل آن برای کاهش سوءتغذیه می‌تواند با تلفیق روش‌های زراعی و آزاد کردن ارقام گندم غنی از مواد معدنی کم مصرف افزایش یابد (۴۸). از سویی نیز ضروریست که اصلاح گندم منجر به کاهش معنی‌دار در میزان نیتروژن (۳۹)، فسفر (۱۷) و روی (۱۵) دانه گردیده است. بطور کلی، در اکثر برنامه‌های اصلاح گندم توجه بر روی افزایش تعداد دانه در هر سنبله گندم معطوف بوده تا

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش وزن تک دانه. به‌نحوی‌که در نیم قرن اخیر عملکرد دانه گندم بوسیله افزایش تعداد دانه و شاخص برداشت بهبود یافته است (۴۳). اطلاعات اندکی در رابطه با توزیع مواد غذایی در داخل سنبله گندم نان وجود دارد (۱۶). Calderini و Oritz-Monasterio (۱۶) اظهار کردند وزن و محتوای مواد معدنی دانه‌های نزدیک به محور اصلی سنبله، دارای اختلاف با وزن و محتوای موادمعدنی دانه‌های دور از محور بودند. آنان اعلام کردند غلظت عناصر کم‌مصرف و پرمصرف با فاصله گرفتن از مرکز سنبله کاهش یافت و عملکرد دانه در قسمت وسط سنبله بصورت معنی‌داری بیشتر بود. از سوی دیگر، دانه‌های درون سنبله از نظر سرعت تجمع ماده خشک با یکدیگر متفاوت هستند. دانه‌های نزدیک به محل اتصال سنبلچه با محور سنبله و بخش مرکزی سنبله معمولاً سرعت رشد بالاتری نسبت به دانه‌های دورتر دارند. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که طول دوره پرشدن دانه توسط عواملی مانند وضعیت عناصر غذایی گیاه، تقاضای مخزن زایشی برای مواد پرورده و درجه حرارت هوا تعیین می‌شود (۳).

استفاده از روش پرایمینگ یکی از روش‌های بهبود کارکرد بذر و افزایش کیفیت بذر در شرایط نامساعد محیطی می‌باشد (۱۳). پرایمینگ به تعدادی از روش‌های بهبوددهنده بذر اطلاق می‌شود که در تمامی آنها آبدهی کنترل شده بذر اعمال می‌شود (۲۰). هدف کلی پرایمینگ بذر، آبدهی جزئی بذر می‌باشد. به‌طوری‌که بذرها مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرایندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه‌زنی (مصرف قندها توسط رویان و رشد ریشه‌چه) باز بمانند (۱۴). بعد از تیمار پرایمینگ، بذرها خشک شده و همانند بذرهای بدون تیمار (شاهد) ذخیره و کشت می‌شوند (۳۶). پرایمینگ، از طریق افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، موجب افزایش کارایی بذر می‌گردد. این اثرات مثبت، بهبود سرعت رشد گیاه، تسریع در تاریخ رسیدگی و افزایش در کمیت و کیفیت عملکرد را موجب می‌گردد (۵۱).

سالیسیلیک اسید یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی است که می‌تواند در دسته هورمون‌های گیاهی قرار گیرد و در گیاهان در مقادیر پایین در مقیاس وزن تر وجود دارد (۴۲). سالیسیلیک اسید هم به فرم آزاد و هم به فرم گلیکوزیل در گیاهان وجود دارد (۳۴). سالیسیلیک اسید نقش مهمی را در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی (۴۲) بر عهده دارد. سالیسیلیک اسید، همچنین اثرات کلیدی در گیاهان ازجمله تأثیر در جذب عناصر غذایی (۲۶)، پایداری غشاء (۲۵)، روابط آبی (۱۲)، عملکرد روزنه‌ها (۹) و افزایش رشد گیاهچه (۷) دارد.

هدف از اجرای این پژوهش در وهله نخست مشخص کردن بخشی از سنبله گندم که دارای بیشترین غلظت عناصر ماکرو و میکرو می‌باشد، بود؛ و از سوی دیگر، با توجه به اینکه تاکنون تحقیقی درباره امکان اثرگذاری کاربرد سالیسیلیک اسید بر غلظت عناصر ماکرو و میکرو در موقعیت‌های مختلف دانه‌ها در سنبله، و میزان تجمع آنها در طی دوران پر شدن و رسیدگی دانه وجود نداشت، و در نهایت بررسی اثر زمان کاشت بعنوان یک فاکتور محیطی روی میزان و توزیع عناصر معدنی در سنبله گندم انجام گردید.

مواد و روشها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در عرض شمالی ۴۰′ و ۳۶° و طول شرقی ۲۴′ و ۴۸° و ارتفاع ۱۶۱۰ متر از سطح دریا در سه تکرار اجرا شد. در این طرح سطوح پرایمینگ بعنوان فاکتور اول، تاریخ کاشت بعنوان فاکتور دوم و طبقات سنبله بعنوان فاکتور سوم مورد مطالعه قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل پرایمینگ بذرها با سالیسیلیک اسید در ۷ غلظت شامل سطوح صفر (شاهد یا بذر تیمارنشده)، ۴۰۰، ۸۰۰، ۱۲۰۰، ۱۶۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰ میکرومولار و دو تاریخ کاشت اول آبان و اول آذر و

www.SID.ir

Archive of SID

طبقات سنبله (ثلث بالایی، میانی و پایینی) بود. بذرهای گندم، رقم الوند از سازمان تحقیقات کشاورزی استان زنجان تهیه گردید. برای پرایمینگ بذرها، ابتدا محلول سالیسیلیک اسید در مقادیر ذکر شده تهیه و سپس بذرها به نسبت وزنی ۱:۵ در داخل محلول‌ها ریخته و به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس بذرها به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق هواخشک شده و پس از ضد عفونی با قارچ‌کش کاربوکسی تیرام (نسبت دو در هزار) آماده کشت گردیدند و برای کشت به مزرعه منتقل شدند. کاشت بذرها در دو تاریخ کاشت (اول آبان، تاریخ کاشت معمول در منطقه و اول آذر، کاشت دیر هنگام) بطور دستی انجام شد. نمونه‌برداری برای تعیین غلظت عناصر غذایی در دانه در مرحله رسیدگی کامل گیاه انجام شد. برای این منظور، از سنبله‌های ساقه اصلی گیاهان هر کرت نمونه‌برداری شد و در پاکت‌های کاغذی بصورت جداگانه به آزمایشگاه منتقل و جداسازی دانه‌های سنبله و سنبلچه انجام گردید.

مقداری از نمونه خشک دانه‌ها آسیاب شده و ۰/۳ گرم از نمونه‌های پودر شده برداشته شده و روی آنها ۲/۵ میلی لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ریخته شد. نمونه‌ها یک شب در آزمایشگاه نگهداری شدند و بعد به مدت یک ساعت در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و نیم ساعت در دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد روی هیتر قرار داده شدند. در طی نیم ساعت آخر بتدریج آب اکسیژنه اضافه شد تا نمونه‌ها بطور کامل بی‌رنگ شود. در آخرین قسمت نمونه‌ها به حجم ۵۰ میلی لیتر با آب مقطر رسانیده شدند. غلظت عناصر طبق روش Zarcinas و همکاران (۵۲) اندازه‌گیری شد. سنبله گندم در این تحقیق به سه بخش پایینی (Below)، میانی (Middle) و بالایی (Above) تقسیم شد. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن با استفاده از روش کجلدال انجام شد. غلظت یون پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر(Flame Photometer, Model:PFP7,Germany)، محتوای مس، منگنز، روی و آهن توسط دستگاه جذب‌اتمی(Atomic Absorbance, Model: 20AA- Varian company) تعیین گردید (۵۲)؛ و فسفر به روش طیف‌سنجی نوری با دستگاه اسپکتروفتومتر (Model: Perkinelmer-lambada25) اندازه‌گیری شد (۳۸). تجزیه واریانس داده‌ها بصورت فاکتوریل اسپلیت پلات با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC انجام شد. A و B (بترتیب، تاریخ کاشت و پرایمینگ) بعنوان فاکتور اصلی و C (طبقه سنبله) بعنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P \leq 0.05$) انجام گردید. همچنین ضرایب همبستگی بین صفات نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۵ انجام شد.

نتایج

تاریخ کاشت بر روی غلظت عناصر نیتروژن، مس و آهن اثر معنی‌داری را داشت (جدول۱). پرایمینگ با سالیسیلیک اسید نیز باعث شد تا مقدار غلظت کلیه عناصر، بجز پتاسیم تحت تاثیر قرار گیرد. اثر متقابل تاریخ کاشت و پرایمینگ بر روی غلظت کلیه عناصر اثر معنی‌داری را نشان داد. قسمت‌های مختلف سنبله از نظر غلظت‌های عناصر تنها بجز عناصر روی و منگنز با یکدیگر اختلاف داشتند. اثر تاریخ کاشت در طبقات سنبله تنها روی غلظت نیتروژن، پتاسیم، آهن و منگنز معنی‌دار گردید. در برهم کنش اثر سالیسیلیک اسید و طبقات سنبله فقط غلظت عناصر فسفر و روی غیر معنی‌دار شدند و بقیه عناصر اثر معنی‌داری را نشان دادند. برهم کنش سه جانبه تاریخ کاشت، سالیسیلیک اسید و طبقات سنبله بر روی تمام عناصر اثر معنی‌داری را نشان داد.

نتایج مقایسه میانگین اثر ساده طبقات سنبله نشان داد که در عناصر نیتروژن، فسفر، آهن و منگنز بیشترین مقدار غلظت در طبقات وسط سنبله قرار داشتند. ولی برای دو عنصر فسفر و منگنز، قسمت وسط و پایین سنبله اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس عناصر غذایی ماکرو و میکرو در طبقات سنبله گندم رقم الوند، تحت پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تاریخ کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		N	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn
تکرار	۲	۰/۰۰۴ n.s	۰/۰۰۲ n.s	۰/۰۰۰۲۳۶ n.s	۱۰/۸۸۴ n.s	۷/۷۷۰ n.s	۳/۰۴۹ n.s	۴/۵۷۱ n.s
تاریخ کاشت	۱	۰/۳۴۳**	۰/۰۰۱ n.s	۰/۰۰۱۱۰۴ n.s	۳۸/۹۴۶**	۰/۶۳۵ n.s	۸۸/۹۴۴**	۰/۳۹۱ n.s
سالیسیلیک اسید	۶	۰/۱۵۸**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۰۴۶ n.s	۶۴/۰۸۵**	۲۱/۴۰۱**	۲۱/۳۶۹*	۵۸/۳۶۰**
تاریخ کاشت × سالیسیلیک اسید	۶	۰/۰۶۳**	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۱۸۳۴**	۵۲/۷۹۸**	۳۳/۵۴۲**	۱۳۱/۲۱۱**	۶۰/۸۴۹**
اشتباه آزمایشی	۲۶	۰/۰۱۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۴۳۹	۴/۵۳۴	۲/۳۲۲	۷/۴۳۹	۸/۷۴۲
طبقه سنبله	۲	۰/۳۹۵**	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۳۳۰۶**	۴۲/۰۲۱**	۷/۳۷۸ n.s	۲۱۶/۲۲۶**	۰/۶۲۱ n.s
تاریخ کاشت × طبقه سنبله	۲	۰/۰۵*	۰/۰۰۳ n.s	۰/۰۰۰۶۲۱*	۶/۳۷۵ n.s	۰/۵۸۳ n.s	۴۲/۷۹۹**	۴۰/۱۸۴**
سالیسیلیک اسید × طبقه سنبله	۱۲	۰/۱۱۲**	۰/۰۰۲ n.s	۰/۰۰۰۵**	۲۹/۳۷۵**	۴/۲۱۵ n.s	۹۷/۷۳**	۲۵/۸۹۵**
تاریخ کاشت × سالیسیلیک اسید × طبقه سنبله	۱۲	۰/۱۰۳**	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۰۳۴۶*	۳۸/۹۷**	۲۱/۱۲۱**	۱۸۸/۱۲۲**	۲۶/۲۵۵**
اشتباه آزمایشی	۵۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱۷۸	۶/۴۴۸	۳/۳۶۸	۷/۶۶۴	۶/۳۷۹
ضریب تغییرات(٪)	.....	۵/۷۰	۹/۳۵	۴/۰۶	۱۸/۱۸	۱۲/۹۴	۲۲/۸	۱۹/۲۱

n.s، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده، معنی‌دار نبودن و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین غلظت برای عنصر مس در قسمت بالا و برای پتاسیم در طبقه پایینی سنبله مشاهده گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و طبقه سنبله نیز نشان داد که بیشترین غلظت نیتروژن و آهن در هر دو تاریخ کاشت در طبقات وسط سنبله بود. هرچند در تاریخ کاشت اول اختلاف معنی‌داری بین قسمت وسط و پایین برای مقدار آهن دیده نشد.

بالاترین غلظت برای پتاسیم در هر دو تاریخ کاشت در طبقات پایین سنبله بود، هر چند در تاریخ کاشت اول تفاوت مقدار پتاسیم با طبقه وسطی معنی‌دار نبود. در مورد عنصر منگنز برای تاریخ کاشت اول بیشترین مقدار از طبقه پایین بدست آمد. در حالی که در تاریخ کاشت دوم ثلث بالایی سنبله دارای بیشترین مقدار منگنز بود (جدول ۳). نظیر حالت مشاهده شده برای نیتروژن و آهن غلظت منگنز در تاریخ کاشت دوم بیشتر از تاریخ کاشت اول بود.

اثرات متقابل تاریخ کاشت و پرایمینگ نیز نشان داد که غلظت نیتروژن دانه در تاریخ کاشت دوم بیشتر از تاریخ کاشت اول بود. همچنین بالاترین میزان نیتروژن در تاریخ کاشت دوم و در سطح پرایم ۴۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید بدست آمد. در تاریخ کاشت اول نیز تیمار شاهد دارای بالاترین میزان نیتروژن بود (جدول ۴). در عناصر فسفر، پتاسیم، مس، روی و منگنز سطح ۴۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید در تاریخ کاشت اول دارای بالاترین غلظت بود، در حالی که در عنصر آهن تاریخ کاشت دوم و سطح ۲۴۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید دارای بیشترین میزان غلظت بود. همبستگی معنی‌داری بین غلظت آهن و روی دانه در گزارش ذکر شده وجود داشت. همچنین بین غلظت آهن و روی دانه با پروتئین دانه (غلظت نیتروژن دانه) همبستگی مثبتی وجود داشت. ولی بین تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله با غلظت عناصر کم مصرف همبستگی معنی‌داری را مشاهده نکردند.

اثرات متقابل پرایمینگ و طبقه سنبله نیز نشان داد که بیشترین غلظت نیتروژن در سطح ۴۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید و طبقه وسطی سنبله بود. در اکثر تیمارهای پرایم، غلظت نیتروژن در طبقات وسط سنبله بیشتر از طبقات بالایی و پایینی سنبله بود. در حالی که بطور عمده غلظت پتاسیم در طبقه پایینی سنبله و سپس در قسمت وسط سنبله بیشتر بود. بیشترین غلظت پتاسیم نیز در سطح ۱۲۰۰ میکرومولارسالیسیلیک اسید و قسمت پایینی سنبله بدست آمد (جدول ۵). بیشترین مقدار مس و آهن در سطح پرایم ۲۰۰۰ میکرومولارسالیسیلیک اسید بود ولی با این تفاوت که بیشترین مقادیر مس از طبقه پایینی و بیشترین مقدار آهن از طبقه وسط سنبله بدست آمد. در مورد عنصر منگنز نیز بیشترین مقدار غلظت آن از سطح ۴۰۰ میکرومولارسالیسیلیک اسید و طبقه بالایی سنبله حاصل شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر ساده طبقه سنبله گندم بر غلظت عناصر ماکرو و میکرو، تحت پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تاریخ کاشت.

طبقه سنبله	N%	P%	K%	Cu(mg/kg)	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)
A	۱/۸۷۵^{b}	۰/۳۷^{b}	۰/۳۲۲^{b}	۱۵/۱۲^{a}	۱۰/۰۵^{c}	۱۲/۹۱^{b}
M	۲/۰۵۶^{a}	۰/۳۹۰۹^{a}	۰/۳۲۵^{b}	۱۳/۴۹^{b}	۱۴/۵۵^{a}	۱۳/۱۴^{a}
B	۱/۹۰۵^{b}	۰/۳۸۷۹^{a}	۰/۳۳۹^{a}	۱۳/۳^{b}	۱۱/۸۲^{b}	۱۳/۰۹^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در یک ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

A: Above (طبقه بالایی) M: Midle (طبقه وسطی)

B: Below (طبقه پایینی)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و طبقه سنبله بر غلظت عناصر ماکرو و میکرو درگندم، تحت پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تاریخ کاشت.

تاریخ کاشت	طبقه سنبله	N%	K%	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)
کاشت بهنگام	A	۱/۷۹۳^{d}	۰/۳۲۳^{b}	۹/۰۸۲^{c}	۱۲/۰۳^{b}
	M	۱/۹۹۶^{b}	۰/۳۳۲^{a}	۱۲/۷۷^{b}	۱۲/۸۲^{ab}
	B	۱/۸۹۱^{c}	۰/۳۳۸^{a}	۱۲/۰۵^{b}	۱۴/۱۱^{a}
دیر کاشتی	A	۱/۹۵۸^{bc}	۰/۳۲۰^{b}	۱۱/۰۱^{b}	۱۳/۷۸^{a}
	M	۲/۱۱۶^{a}	۰/۳۱۸^{b}	۱۶/۳۳^{a}	۱۳/۴۶^{ab}
	B	۱/۹۲^{c}	۰/۳۳۹^{a}	۱۱/۵۹^{b}	۱۲/۰۶^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در یک ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و پرایمینگ بر غلظت عناصر ماکرو و میکرو در گندم، تحت پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تاریخ کاشت.

تاریخ کاشت	پرایمینگ با سالیسیلیک اسید (µM)	N%	P%	K%	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)
کاشت بهنگام	۰	۲/۰۷۸^{b}	۰/۳۶۷^{bcd}	۰/۳۱۸^{b}	۱۳/۰۵^{efg}	۱۲/۴۹^{fg}	۱۱/۶۸^{cd}	۹/۲۹۲^{e}
	۴۰۰	۱/۹۷۲^{bcd}	۰/۴۱۸^{a}	۰/۳۵۷^{a}	۱۸/۰۵^{a}	۱۸/۶^{a}	۱۰/۱^{de}	۱۷/۲۳^{a}
	۸۰۰	۱/۸۰۸^{f}	۰/۳۹۰^{abc}	۰/۳۳۹^{ab}	۱۱/۶۶^{fgh}	۱۱/۷^{g}	۱۰/۲۹^{de}	۱۰/۸۵^{cde}
	۱۲۰۰	۱/۹۴۳^{cde}	۰/۳۸۳^{abc}	۰/۳۱۶^{b}	۱۵/۵۵^{bcd}	۱۳/۲۹^{def}	۱۱/۸۶^{cd}	۱۳/۰۵^{bcd}
	۱۶۰۰	۱/۸۳۴^{ef}	۰/۳۵۸^{cd}	۰/۳۳۰^{b}	۱۶/۰۱^{abc}	۱۴/۱۱^{cdef}	۱۳/۵۴^{bc}	۱۵/۲۹^{ab}
	۲۰۰۰	۱/۷۶۴^{f}	۰/۳۷۷^{abcd}	۰/۳۲۶^{b}	۱۶/۶۶^{ab}	۱۴/۸۴^{bcd}	۱۵/۵۱^{ab}	۱۰/۹۵^{cde}
	۲۴۰۰	۱/۸۵۵^{def}	۰/۳۶۶^{bcd}	۰/۳۳۴^{b}	۱۰/۷^{h}	۱۴/۷۱^{bcde}	۶/۱۰۸^{f}	۱۴/۲۵^{ab}
دیر کاشتی	۰	۱/۹۸۲^{bc}	۰/۳۹۰^{abc}	۰/۳۳۷^{ab}	۱۴/۱۳^{cde}	۱۳/۱^{efg}	۱۴/۱۶^{abc}	۱۴/۲۵^{ab}
	۴۰۰	۲/۱۸۹^{a}	۰/۴۱۶^{ab}	۰/۳۱۹^{b}	۱۱/۶۶^{fgh}	۱۳/۳۳^{def}	۱۴/۱۶^{abc}	۱۳/۸۸bc
	۸۰۰	۱/۹۳۳^{cde}	۰/۳۵۴^{cd}	۰/۳۲۶^{b}	۱۳/۰۳^{efg}	۱۴/۴۳^{bcde}	۱۳/۹۸^{abc}	۱۰/۵۵^{de}
	۱۲۰۰	۲/۰۲۱^{bc}	۰/۴۱۱^{ab}	۰/۳۳۵^{b}	۱۳/۷۷^{def}	۱۵/۸۳^{b}	۱۱/۸۷^{cd}	۱۳/۸۳^{bc}
	۱۶۰۰	۱/۸۳۹^{ef}	۰/۳۹۴^{abc}	۰/۳۲۱^{b}	۱۰/۸۱^{gh}	۱۳/۶^{cdef}	۷/۵۳۱^{ef}	۹/۴۳۹^{e}
	۲۰۰۰	۱/۹۴۶^{cde}	۰/۳۲۸^{d}	۰/۳۲۲^{b}	۱۸/۰۱^{a}	۱۳/۳۳^{def}	۱۲/۴۳^{cd}	۱۳/۵۱^{bcd}
	۲۴۰۰	۲/۰۷۵^{b}	۰/۴۰۳^{abc}	۰/۳۱۸^{b}	۱۲/۴۸^{efgh}	۱۵/۱۳^{bc}	۱۶/۷۳^{a}	۱۶/۲۳^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در یک ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

بحث

بر اساس جدول مقایسه میانگین بیشترین غلظت نیتروژن و آهن در طبقات وسط سنبله بود که این اثر در تاریخ کاشت دوم بارزتر بود. احتمال دارد بیشتر بودن غلظت نیتروژن و آهن در تاریخ کاشت دوم به دلیل بالاتر بودن تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیشتر در تاریخ کاشت اول باشد (۵) که باعث شده تا مقدار نیتروژن و آهن جذب شده در تعداد بیشتری از دانه‌ها توزیع شود. برخلاف روند مشاهده شده برای نیتروژن، غلظت‌های بالاتر برای پتاسیم در طبقات پایین سنبله مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایمینگ و طبقه سنبله بر غلظت عناصر ماکرو و میکرو در گندم، تحت پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تاریخ کاشت

پرایمینگ با سالیسیلیک اسید (µM)	طبقه سنبله	N%	K%	Cu(mg/kg)	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)
۰	A	۱/۹۹^{de}	۰/۳۲۶ ^{cdefg}	۱۵/۳۷^{bcde}	۱۳/۳۳^{bcdef}	۱۱/۱۱^{fgh}
	M	۲/۲۵۸^{b}	۰/۳۲۹ ^{abcdef}	۱۲/۰۸^{efg}	۱۱/۶۶^{def}	۱۱/۸۳^{defgh}
	B	۱/۸۴۲^{efghi}	۰/۳۲۸^{abcdef}	۱۳/۳۳^{cdefg}	۱۳/۷۷^{abcde}	۱۲/۳۸^{defg}
۴۰۰	A	۱/۹۰۴^{defgh}	۰/۳۲۵^{cdefg}	۱۷/۹۱^{ab}	۱۴/۳۳^{abcd}	۱۸/۱۹^{a}
	M	۲/۳۹۸^{a}	۰/۳۴۴^{ab}	۱۱/۶۶^{fg}	۱۵/۸۲^{abc}	۱۳/۲۲^{cdef}
	B	۱/۹۳۹^{de}	۰/۳۴۵ ^{ab}	۱۴/۹۹^{bcdef}	۶/۲۴۷^{g}	۱۵/۲۷^{abcd}
۸۰۰	A	۱/۷۷۲^{hi}	۰/۳۲۰ ^{defg}	۱۲/۸۸^{defg}	۹/۹۳۹^{f}	۹/۳۲۹^{ghi}
	M	۱/۹۲۸^{def}	۰/۳۳۳ ^{abcde}	۱۲/۹۱ ^{defg}	۱۲/۴۹^{cdef}	۱۴/۹۹^{abcde}
	B	۱/۹۱۲^{defgh}	۰/۳۳۴^{ab}	۱۱/۲۴^{g}	۱۳/۹۸^{abcd}	۷/۷۷۴^{i}
۱۲۰۰	A	۱/۸۷۷^{defghi}	۰/۳۱۲^{fg}	۱۴/۱۶^{cdefg}	۶/۵۵۲^{g}	۱۳/۲۴^{cdef}
	M	۱/۹۲۴^{defg}	۰/۳۱۷^{defg}	۱۵/۸۲^{abcd}	۱۲/۳۸^{cdef}	۱۲/۲۲^{defg}
	B	۲/۱۴۵^{bc}	۰/۳۴۷^{a}	۱۳/۹۹^{cdefg}	۱۶/۶۶^{ab}	۱۴/۸۵^{bcde}
۱۶۰۰	A	۱/۷۸^{fghi}	۰/۳۱۵^{efg}	۱۳/۶۱^{cdefg}	۳/۹۴۲^{g}	۱۱/۹۴^{defg}
	M	۱/۹۹۴^{d}	۰/۳۲۸^{bcdef}	۱۲/۵^{defg}	۱۶/۴۵^{ab}	۱۴/۱۶^{cdef}
	B	۱/۷۳۷^{i}	۰/۳۳۵^{abcd}	۱۴/۱۳^{cdefg}	۱۱/۲۲^{def}	۱۰/۹۹^{fgh}
۲۰۰۰	A	۱/۷۷۶^{ghi}	۰/۳۲۳^{cdefg}	۱۶/۶۳^{abc}	۱۰/۰۹^{ef}	۸/۶۰۸^{hi}
	M	۱/۹۴۷^{de}	۰/۳۱۷ ^{defg}	۱۶/۶۶^{abc}	۱۷/۱۷^{a}	۱۱/۷۷^{efgh}
	B	۱/۸۴۲^{efghi}	۰/۳۳۱^{abcde}	۱۸/۷۲^{a}	۱۴/۶۵^{abcd}	۱۶/۳۳^{abc}
۲۴۰۰	A	۲/۰۲۸^{cd}	۰/۳۳۱^{abcde}	۱۵/۲۷^{bcde}	۱۲/۱۶^{cdef}	۱۷/۹۴^{ab}
	M	۱/۹۴۷^{de}	۰/۳۰۷ ^{g}	۱۲/۸۳^{defg}	۱۵/۸۸^{abc}	۱۳/۸^{cdef}
	B	۱/۹۲^{defgh}	۰/۳۴۰^{abc}	۶/۶۶۳^{h}	۶/۲۱۹^{g}	۱۳/۹۹^{cdef}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در یک ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

برای عنصر منگنز روند مشخصی در تجمع این عنصر در بخش‌های مختلف دیده نشد و در هر تاریخ کاشت بخش متفاوتی از سنبله دارای غلظت بیشتری از منگنز بود. Simmons و Moss (۴۷) و Herzog و Stamp (۳۱)، گزارش کردند که دانه های سبک‌تر (معمولاً دورتر از مرکز سنبله) دارای غلظت نیتروژن پایین‌تری در مقایسه با دانه‌های سنگین‌تر (معمولاً نزدیک‌تر به مرکز سنبله) هستند. که اظهار کردند موقعیت دانه بطور قابل توجهی می‌تواند روی غلظت مواد معدنی اثرگذار باشد. علاوه بر این، Herzog و Stamp (۳۱)، پیشنهاد کردند توزیع ماده خشک می‌تواند روی تسهیم نیتروژن در سنبله موثر باشد. در زمینه ارتباط بین توزیع ماده خشک و غلظت عناصر پر مصرف و کم مصرف در دانه در موقعیت‌های مختلف سنبله و این که چگونه در طول دوره پر شدن دانه انباشته می‌شوند اطلاعات اندکی وجود دارد (۱۶). همچنین، Calderini و Oritz-Monasterio (۱۶)، نیز گزارش کردند که تفاوت میان غلظت عناصر مس، آهن، روی و منگنز دانه‌های گندم موجود در قسمت‌های مختلف سنبله به وزن دانه آنها مرتبط است. دانه‌هایی که در در وسط سنبله قرار داشتند دارای غلظت پایینی از روی و فیتات بودند (۳۵). با این حال، اثر جایگاه دانه روی بیشترین غلظت عناصر کم مصرف مشاهده نشد.

www.SID.ir

Archive of SID

همانگونه که اشاره شد، در تاریخ کاشت دوم دانه‌های گندم دارای درصد نیتروژن بیشتری در مقایسه با تاریخ کاشت اول بودند. این احتمال وجود دارد که در تاریخ کاشت دوم به دلیل کوتاه‌تر بودن دوره رشد دانه (دوره پر شدن و رسیدگی دانه‌ها) مقدار درصد کمتری از کربوئیدرات در دانه‌ها تجمع یافته و وزن دانه‌ها کاهش پیدا کرد (۵) در نتیجه مقدار درصد نیتروژن دانه یا پروتئین دانه بیشتر شده است. در تیمارهایی که کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش مقدار عملکرد دانه آنها شده بود (۵)، مقدار درصد نیتروژن کمتری نیز در دانه تجمع یافته بود. این مطلب به روشنی در تیمار شاهد تاریخ کاشت اول دیده می‌شد که در این تیمار دانه‌ها میزان نیتروژن بیشتری داشتند ولی عملکرد پایین‌تری نیز به اجرا گذاشتند (۵). گزارش شده است پرایمینگ بذر موجب بهبود جذب نیتروژن از طریق افزایش مقدار ریشه گردید (۳۷). همچنین، گزارشاتی وجود دارد مبنی بر این که کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه شده بود (۲۲، ۲۴ و ۲۶). گزارش شده است تیمار سالیسیلیک اسید موجب تحریک تجمع نیتروژن در گیاهان ذرت گردید (۲۸). Sarangthem و Singh (۴۵)، نیز گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید در لوبیا موجب افزایش نیتروژن، پروتئین و فعالیت نیترات ردوکتاز گردید.Amin و همکاران (۱۰)، گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش مقدار N, P, K در دانه گندم شد، که مطابق با نتایج Shakirova و همکاران (۴۶) و Rashad (۴۱) نیز است. Kaydan و همکاران (۳۲) نیز گزارش کردند تیمار گندم با سالیسیلیک اسید تحت شرایط تنش شوری موجب افزایش نسبت پتاسیم به سدیم ساقه در مقایسه با تیمار شاهد شد. Afzal و همکاران (۸) نیز گزارش کردند پرایمینگ موجب افزایش غلظت کلسیم و پتاسیم در ساقه گیاهچه‌های گندم تحت تنش شوری گردید. در یک نگاه کلی، و علی رغم وجود نوساناتی در بین تیمارهای مختلف، پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید و در هر دو تاریخ کاشت موجب افزایش مقدار مواد معدنی موجود در دانه‌ها گردید. Badakhshan و همکاران (۱۱) گزارش کردند که در بین ارقام مختلف گندم نان و دوروم اختلاف قابل توجهی از نظر تجمع آهن و روی وجود داشت. Fan و همکاران (۱۹) نیز همبستگی معنی‌داری را بین غلظت عناصر منگنز، مس و منیزیم با توسعه و اصلاح لاین‌های گندم برای عملکرد بالا و کلش پایین گزارش کردند. براساس یافته‌های آزمایش حاضر میزان پتاسیم در گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید افزایش یافته بود که با یافته‌های Hamada و Al-Hakimi (۳۰) هماهنگ بود. آنها گزارش نمودند کاربرد سالیسیلیک اسید اثرات مثبتی بر محتوای سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم گیاه گندم تحت شرایط شوری داشت. در مقابل، گزارشاتی نیز وجود دارد که بیان می‌نماید جذب فسفات (۲۲) و پتاسیم (۲۳) بوسیله ریشه‌های جو تحت اثر سالیسیلیک اسید کاهش پیدا کرد.

در یک نگاه کلی بنظر می‌رسد پرایمینگ بذر با غلظت ۴۰۰ میکرو مولار سالیسیلیک اسید موجب تجمع بیشتر عناصر معدنی اندازه‌گیری شده گردید. اگرچه این تیمار اثر چندانی در افزایش عملکرد دانه گندم، رقم الوند، نداشت (۵) ولی در اکثر عناصر اندازه‌گیری شده موجب افزایش عناصر معدنی گردید. احتمال دارد اثر افزایش غلظت عناصر معدنی در تیمارهایی که عملکرد دانه بالایی را نداشتند (۵) می‌تواند به دلیل پایین بودن تعداد مقصدهای فیزیولوژیک باشد که موجب توزیع عناصر معدنی جذب شده در مکان‌های کمتری گردیده است. اطلاعات در رابطه با الگوی توزیع مواد معدنی در داخل سنبله اندک است (۱۶) ولی نسبت متفاوت غلظت عناصر غذایی موجود در آوند چوبی و آبکش و میزان متفاوت تحرک این عناصر در داخل آوند آبکش می‌تواند علت تفاوت‌های مشاهده شده در غلظت عناصر غذایی در بخش‌های مختلف سنبله گندم باشد (۳۳). همچنین، سرعت و طول مدت پرشدن دانه، در دانه‌های بخش مرکزی نسبت به بخش بالا و پایین سنبله و در دانه‌های بزرگ نسبت به دانه‌های کوچک واقع در

www.SID.ir

Archive of SID

سنبلچه‌ها دارای میزان بیشتری است، که می تواند دلیل دیگری بر تفاوت عناصر غذایی در قسمت‌های مختلف سنبله باشد (۱). Rajabi Khamseh و همکاران (۴۰) اعلام کردند پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید در سه رقم گندم موجب افزایش سرعت و طول دوره پر شدن دانه در هر سه رقم گردید. در نتیجه میزان وزن دانه و عملکرد دانه در واحد سطح افزایش پیدا کرد. همچنین، میزان نیتروژن دانه بطور معنی‌داری در گندم‌های تیمار شده نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود. از سوی دیگر اثر مثبت سالیسیلیک اسید بر توسعه ریشه در گزارشات متعددی ذکر شده است (۲و۴). عبداللهی و شکاری (۶) گزارش کردند گندم‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید دارای وزن و عمق ریشه‌دوانی بیشتری در مقایسه با گندم‌های تیمار نشده بودند. Gutierrez-Cornado و همکاران (۲۹) در سویا گزارش کردند کاربرد برگی سالیسیلیک اسید موجب توسعه ریشه تقریبا به اندازه دو برابر تیمار شاهد گردید. Sandavol-Yepiz (۴۴) نیز اعلام کرد کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش وزن تر و خشک ریشه‌های گل جعفری گردید. این احتمال وجود دارد که حداقل بخشی از افزایش عناصر جذب شده و تجمع یافته در دانه‌ها با افزایش توسعه ریشه قابل توجیه باشد که در گیاهان تیمار شده با افزایش ابعاد ریشه، ریشه‌ها محوطه بیشتری را در خاک جستجو نموده و عناصر معدنی بیشتری نیز جذب شود. از سوی دیگر نیز با توجه به افزایش سبزمانی و افزایش سرعت و دوام دوره پر کردن دانه‌ها، میزان اسمیلات بیشتری در دوره طولانی‌تری به دانه انتقال یابد که سبب افزایش وزن دانه و تجمع مواد معدنی بیشتری در دانه‌ها گردیده باشد.

نتیجه‌گیری

پرایمینگ بذرهای گندم در هر دو تاریخ کاشت موجب افزایش غلظت عناصر معدنی موجود در دانه‌ها گردید. این اثر نشان‌دهنده اثر مثبت کاربرد سالیسیلیک اسید بر میزان غلظت عناصر معدنی موجود در دانه‌هاست. در بین عناصر معدنی تقریبا بیشترین تجمع نیتروژن، فسفر، آهن و منگنز در قسمت میانی سنبله و سپس در قسمت پایینی سنبله دیده شد. ولی برای عنصر مس بیشترین غلظت در قسمت بالای سنبله و سپس تا حدودی قسمت پایین سنبله دیده شد و بالاخره برای پتاسیم بیشترین غلظت در بخش پایینی و سپس در بخش میانی دیده شد. در مقایسه دو تاریخ کاشت، اثر بیشتر سالیسیلیک اسید در تاریخ کاشت دوم (اول آذر) دیده شد که می‌تواند به دلیل تولید کمتر عملکرد دانه در این تاریخ کاشت و تجمع بیشتر عناصر در تعداد معینی از دانه‌ها باشد. بطور کلی، پرایمینگ بذرهای گندم با سالسیلیک اسید موجب افزایش غلظت عناصر غذایی ماکرو و میکرو بخصوص در طبقات بالایی و وسطی سنبله شد.

منابع

۱- اسدی داشبلاغ، م. د. ارادتمند اصلی و م. یوسفی راد. (۱۳۸۹) رابطه روند تجمع ماده خشک با توزیع برخی از عناصر غذایی ماکرو و میکرو در بخش‌های مختلف سنبله و سنبلچه گندم. مجله دانش نوین کشاورزی. ۱۸(۶): ۱۶-۹.

۲- دولت آبادیان، آ. س. مدرس ثانوی و ف. اعتمادی. (۱۳۸۷) اثر پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه زنی بذر گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط تنش شوری. مجله زیست شناسی ایران. ۲۱(۴): ۷۰۲-۶۹۲.

۳- ساتوره، ا. اچ. و اسلافر، ج. ا. (۱۳۸۳) گندم (اکولوژی، فیزیولوژی و عملکرد). ترجمه کافی، م. آ. جعفر نژاد و الاحمدی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- طویلی، ع. م. صابری، ع. شهریاری و م. حیدری. (۱۳۹۲) بررسی اثر پیش‌تیمار سالیسیلیک اسید بر ویژگیهای جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه دانه‌رست *Bromus tomentellus* Boiss در شرایط تنش کادمیوم. مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲۶(۲): ۲۱۶-۲۰۸.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- عبداللهی، م. و ف. شکاری. (۱۳۹۲الف) اثر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر عملکرد گندم در تاریخ‌های کاشت متفاوت. مجله علوم و تکنولوژی بذر. ۳(۱): ۳۶-۲۳.

۶- عبداللهی، م. و ف. شکاری. (۱۳۹۲ب) اثر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید روی بنیه و کارکرد گیاهچه‌های گندم در تاریخ کاشت‌های متفاوت. تحقیقات غلات. ۳(۱): ۳۶۰-۳۴۵.

۷- میارصادقی، س. ف. شکاری، ر. فتوت و ا. زنگانی. (۱۳۸۹) تاثیر پیش تیمار با سالیسیلیک اسید بر بنیه و رشد گیاهچه کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط کمبود آب. مجله زیست شناسی گیاهی. ۲(۶). ۷۰-۵۵.

8- Afzal, I., F. Rauf, S. M. A. Basra, and Murtaza. G. (2008) Halopriming improves vigor, metabolism of reserves and ionic contents in wheat seedling under salt stress. Journal of Plant Soil and Environment. 54: 382-388.

9- Aldesuquy, HS., Mankarios AT., Awad H. A. (1998) Effect of some antitranspirants on growth, metabolism and productivity of salinetreated wheat plants. Induction of stomatal closure, inhibition of transpiration and improvement of leaf turgidity. Acta Botanica Hungarica. 41:1–10.

10- Amin, A. A., El-Sh. M. Rashed, Fatma, A. E. Gharib. (2008) Changes in morphological, physiological and reproductive characters of wheat plants as affected by foliar application with salicylic acid and ascorbic acid. Australian Journal of Basic and Applied Science. 2: 252-261.

11- Badakhshan, H., Moradi, N., Mohammadzadeh, H. and Zakeri, M. R. (2013) Genetic variability analysis of grains Fe, Zn and Beta-carotene concentration of prevalent wheat varieties in Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 6 (2): 57-62.

12- Barkosky R.R. and Einhellig F.A.(1993) Effects of salicylic acid on plant water relationship. Journal of Chemical Ecology. 19: 237–247.

13- Basra, S. M. A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A., and Ahmad, R. (2004) Physiological and biochemical aspects of pre- sowing heat stress on cottonseed. Seed Science and Technology. 32: 765-774.

14- Bradford, K. J. (1995) Water relations in seed germination. In "Seed Development and Germination" (J. Kigel and G. Galili, Eds.), pp. 351-396. Marcel Dekker Inc., New York.

15- Cakmak, I. (2009) Enrichment of fertilizers with zinc: An excellent investment for humanity and crop production in India. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 23: 281–289.

16- Calderini, D. F. and Monasterio, I. O. (2003) Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. Crop Science. 43: 141-151.

17- Calderini, D. F., Torres Leon, S. and Slafer, G.A. (1995) Consequence of wheat breeding on nitrogen and phosphorous yield, grain nitrogen and phosphorous concentration and associated traits. Annals of Botany. 76: 315-322.

18- Distelfeld, A., Avni, R. and Fischer, A. M. (2014) Senescence, nutrient remobilization, and yield in wheat and barley. Journal of Experimental Botany. first published online January 27.

19- Fan, M. S., Zhao, F. J., Fairweather–Tait, S. J., Poulton, P. R., Dunham, S. J., McGrath, S. P. (2008) Evidence of decreasing mineral density in wheat germ over the last 160 years. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 22: 315-324.

20- Farooq, M., Basra, S. M. A. Warraich, E. A., and Khaliq, A. (2006) Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science and Technology. 34:529-534.

21- Food and Agriculture Organization. (2011) Accessible in the URL: www.FAO.org.

22- Glass, A. D. M. (1973) Influence of phenolic acids on ion uptake. I. Inhibition of phosphate uptake. Plant Physiology. 51: 1037-1041.

23- Glass, A.D.M. (1974) Influence of phenolic acids upon ion uptake. III. Inhibition ofpotassium absorption. Journal of Experimental Botany .25: 1104-1113.

24- Glass, A.D.M. (1974a) Influence of phenolic acids upon ion uptake. II. A structure-activity study of the inhibition of phosphate uptake by benzoic acid derivatives. In: Bieleski RL, Ferguson AR, Cresswell MM (Eds) Mechanisms of regulation of plant growth, vol Bulletin 12. The Royal Society of New Zealand, Wellington, 159-164.

25- Glass, A. D. M., Dunlop J. (1974) Influence of phenolic acids on ion uptake. IV Depolarization of membrane potentials. Plant Physiology. 54:855–858.

26- Glass, A.D. M. (1975) Inhibition of phosphate uptake in barley roots by hydroxy-benzoic acids. Phytochemistry. 14:2127–2130.

www.SID.ir

Archive of SID

27- Graham, R. D., Welch, R. M., Saunders, D. A., Bouis, H. E., Bonierbale, M., deHaan, S., Burgos, G., Liria, R. Meisner, C.A., Beebe, S.E., Potts, M. J., Kadian, M., Hobbs, P.R., Gupta, R. K. and Twomlow, S. (2007) Nutritious subsistence food systems. Advances in Agronomy. 92: 1-74.

28- Güneş, A. , A. İnal, M. Alpaslan, N. Çiçek, E. Güneri, F. Eraslan, and T. Güzelordu. (2005) Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). Archives of Agronomy and Soil Science. 51: 687 – 695.

29- Gutierrez-Cornado, M., Trejo, C. L. and Larque-Saavedra, A. (1998) Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry. 36: 563-565.

30- Hamada, A. M., and A. M. A. Al-Hakimi. (2001) Salicylic acid versus salinity-drought induced stress on wheat seedlings. Rostlina Vyroba. 47: 444-450.

31- Herzog, H., and P. Stamp. (1983) Dry matter and nitrogen accumulation in grains at different ear positions in 'gigas' semidwarf and normal spring wheats. Euphytica. 32: 511–520.

32- Kaydan, D., M. Yagmur and N. Okut. (2007) Effect of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). Tarim Bilimleri Dergisi. 13: 114-19.

33- Kochian, L. V. (1991) Mechanisms of micronutrients uptake and Trans location in plants. p. 229–296. In J. J. Mortvedt et al. (ed.) Micronutrients in agriculture. 2nd ed. SSSA Book Ser. 4. SSSA, Madisson, WI.

34- Lee, H., León, J., and Raskin, I. (1995) Biosynthesis and metabolism of salicylic acid. Proc.Natl. Academy of Science. USA. 92: 4076-4079.

35- Liu, Z. H., Wang, H. Y., Wang, X. E., Zhang, G. P., Chen, P. D. and Liu, D. J. (2006) Genotypic and spike positional difference in grain phytase activity, phytate, inorganic phosphorus, iron, and zinc content in wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Cereal Science. 44: 212–219.

36- McDonald, M.B. (1999) Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology. 27: 177-237.

37- Mohammad F. and Basra M.A. (2005) Rice cultivation by seed priming DAWN Business; August 2005.

38- Olsen, S.R., C.V. Cole,F.S. Watanabe,L.A. Dean. (1954) Estimation of Available P in Soils by Extraction with NaHCO3. USDA Cir. 939. US Government Printing Office, Washington DC.

39- Ortiz-Monasterio, J. I., Sayre, K.D., Rajram, S. and McMahon, M. (1997) Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. Crop Science. 37: 898-904.

40- Rajabi Khamseh, S., Shekari, F., Saba, J. and Zangani, E. (2013) Effects of priming with salicylic acid on grain growth of three wheat cultivars under rain fed conditions. International Journal of Agronomy and Plant Production. 4 (8): 2061-2068.

41- Rashad, El-Sh. M. (2003) Synergistic and antagonistic effects of indole acetic acid and some phenolic compounds on vegetative growth, pigments, essential oil and some correlated components in Rosemary. Egyptian Journal of Applied Science. 18: 241-263.

42- Raskin I. (1992) Role of salicylic acid in plants. Ann. Rev. Plant Physiology. Plant Molecular Biology. 43: 439–463.

43- Reynolds, M. P. (2002) Physiological approaches to wheat breeding. In: Curtis, B. C., Rajaram, S., Gomez-Macpherson, H. (Eds), Bread Wheat Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 119-140.

44- Sandavol-Yepiz, M. R. (2004) Reguladores de cerimiento XXIII: Effecto del acido salicilico en la biomasa del cempazuchitl (Tagetes erecta L.). Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnologico Agropecuario, Conkal, Yucatan, Mexico.

45- Sarangthem, K. and T.H.N. Singh. (2003) Efficacy of salicylic acid on growth, nitrogen metabolism and flowering of Phaseolus vulgaris. Crop Research. 26: 355-360.

46- Shakirova F.M., Sakhabutdinova A.R., Bezrukova M.V., Fatkhutdinova R.A. and Fatkhutdinova D.R. (2003) Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science. 164: 317–322.

47- Simmons, R., and D. N. Moss. (1978) Nitrogen and dry matter accumulation by kernels formed at specific florets in spikelets of spring wheat. Crop Science. 18: 139–143.

48- Velu, G., Ortiz-Monasterio, I., Cakmak, I., Hao, Y. and Singh, R.P. (2014) Biofortification strategies to increase grain zinc and iron

www.SID.ir

Archive of SID

concentrations in wheat. Journal of Cereal Science. 59: 365–372.

49- Welch, R. M. and Graham, R. D. (2000) A new paradigm for world agriculture: Productive, sustainable, nutritious, healthful food systems. UNU Food Nutrition Bulletin. 21: 361-366.

50- WHO. (2002) The World health Report 2002. Reducing Risks, Promoting Healthy Life, World health Organization. Geneva. Switzerland.

51- Yoon, B. Y. H., H. J. Lang, and B. Greg Cobb. (1997) Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperaturers. Horticultural Science. 32: 248-250.

52- Zarcinas, B. A., Cartwright, B., B. Spouncer. (1987) Nitric acid digestion and multi-element analysis of plant material by inductively coupled plasma spectrometry. Communication in Soil Science and Plant Analysis.18: 131-146.

Effects of priming by salicylic acid on nutrient elements concentration and distribution in different parts of wheat spike under late sowing condition

Abdolahi M. and Shekari F.

Agronomy Dept., Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, I.R. of Iran

Abstract

The Effects of priming by different levels of salicylic acid (SA) and sowing dates on nutrient elements concentration and distribution in the parts of wheat spike, cv. Alvand, was investigated under field conditions. The factors were including seven levels of priming by SA (0, 400, 800, 1200, 1600, 2000 and 2400 µM), two sowing dates including conventional sowing date (23 October) and late sowing (22 November) and spike parts (Above, Middle and Below) was evaluated. Results showed that interaction between sowing dates, SA and spike different parts were significant on all elements. Salicylic acid improved amount of macro and micro nutrients, especially in the upper and middle parts of spike. Among the priming levels, 400 µM concentration of SA had highest values than other primed levels and control treatment on nutrient elements. It seems that the central section seeds of spike due to greater speed and duration of grain filling showed higher nutrient elements concentration. The highest concentration of nitrogen, phosphor, iron and manganese was found in middle part of spike. But, the highest value for copper observed in upper part and for potassium in lower part of spike. Generally, wheat seed priming with salicylic acid increased concentration of macro and micro nutrients elements, especially in the upper and middle parts of spike.

Key words: Planting date, Salicylic acid, Nutrient elements, Grain position.

www.SID.ir