نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱ ، ص. ۳۷۷-۳۷۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 26, No. 4, Winter 2013, P. 370-377
ISSN: 2008 - 4730

تغییرات عملکرد و صفات کیفی ذرت شیرین تحت تاثیر کودهای ریزمغذی و روش مصرف آن‌ها

سمیرا متاعی[1*]- مهدی تاجبخش[2]- رضا امیرنیا[3]- بابک عبدالهی مندولکانی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثرات آهن و روی و منگنز و روش مصرف آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین (*Zea mays saccharata*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه با ۴ تکرار انجام شد. فاکتورها شامل روش مصرف کود (مصرف خاکی و محلول‌پاشی) و نوع کود ریزمغذی (بدون کاربرد کود به عنوان شاهد، کود سولفات روی، سولفات آهن، سولفات منگنز) بودند. مصرف خاکی ریزمغذی‌ها قبل از کاشت و محلول‌پاشی این عناصر طی دو مرحله (مرحله ساقه‌رفتن و مرحله قبل از ظهور گل تاجی) در حین داشت انجام گرفت. نتایج نشان داد که، اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد پروتئین و کارایی مصرف ریزمغذی‌ها در عملکرد دانه معنی‌دار شد. همچنین تحت تاثیر روش مصرف ریزمغذی‌ها، محلول‌پاشی این عناصر باعث افزایش عملکرد دانه، کلروفیل برگ، عملکرد قندهای محلول دانه، شاخص برداشت قند و کارایی مصرف ریزمغذی‌ها در عملکرد قند نسبت به کاربرد خاکی شد. در مورد صفات کلروفیل برگ، عملکرد قند-های محلول دانه و شاخص برداشت قند هر سه نوع کود بکار رفته باعث افزایش معنی دار آن‌ها نسبت به شاهد شدند. شاخص برداشت دانه تحت تاثیر هیچ کدام از فاکتورهای آزمایش قرار نگرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده، استفاده از عناصر ریزمغذی موجب افزایش کیفیت و عملکرد اقتصادی در ذرت شیرین شد و محلول‌پاشی نسبت به مصرف خاکی نتایج بهتری را نشان داد.

واژه های کلیدی: آهن، ذرت شیرین، روی، محلول‌پاشی، منگنز

مقدمه

ذرت شیرین به صورت نارس برای تهیه کنسرو و مصرف خوراک به کار می‌رود. شیرین بودن این ذرت توسط یک ژن مغلوب کنترل می‌شود. بر خلاف باقی انواع ذرت، آندوسپرم ذرت شیرین حاوی مقدار زیادی قند نسبت به نشاسته می‌باشد. قندی که در داخل این ذرت وجود دارد، هیدروکربنی است به نام آمیلودکسترین (Amylodextrin) که در آب محلول است (۱).

عملکرد پایین محصول در بسیاری از کشورها در وهله اول مربوط به کمبود عناصر غذایی گیاهی است. مصرف صحیح انواع کودها (شیمیایی، حیوانی، کمپوست گیاهی و کود سبز) مهم‌ترین و اساسی-ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش میزان عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد. عناصر غذایی کم‌مصرف در اعمال مختلف بیوشیمیایی سلول‌های گیاهی نقش غیرقابل انکاری دارند. روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری، فعال‌کننده و یا ساختمانی دارد و در ساخته‌شدن و تجزیه پروتئین‌ها در گیاه نیز دخیل دارد (۱۷). آهن در فتوسنتز و سنتز پروتئین دخالت داشته و همچنین در فتوسیستم I، فتوسیستم II و کمپلکس سیتوکروم b/f دخالت دارد. آهن از طریق تأثیر روی ریبوزوم‌ها سنتز پروتئین را در سلول‌های برگ تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۵). منگنز در سیستم-های آنزیمی به عنوان اتوکاتالیز انجام وظیفه می‌کند و همچنین در تنظیم واکنش‌های مولکول آب در فتوسنتز، متابولیسم ازت و جذب CO_2 نقش اساسی دارد (۱۱). وایتی وچامبلیس (۳۱) مشکل اساسی ذرت، سورگوم، غلات دانه ریز را کمبود آهن، روی، منگنز و مس دانسته که ناشی از وجود خاک‌های شنی با محتوای ماده آلی کم، pH بالای خاک و عدم مصرف کودهای ریزمغذی در گذشته است. بنابراین مصرف خاکی و برگی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در

۱، ۲، ۳ و۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(*-نویسنده مسئول: Email: mataeisamira@gmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

امر تغذیه ذرت باعث افزایش عملکرد علوفه و دانه می‌شود که در این بین نقش مثبت آهن و روی در افزایش عملکرد بیش از نقش منگنز است (۶). به طوریکه، تحقیقات نشان می‌دهد ارتفاع گیاه و عملکرد دانه و ساقه تحت تأثیر کاربرد کود روی افزایش یافته و میزان ماده خشک و عملکرد بهبود پیدا کرده است (۳۰). عوامل متعددی در بروز کمبود آهن دخالت دارند. بی‌کربنات یکی از عوامل اصلی در بروز کمبود آهن است، به طوری که عده‌ای از محققان نقش آن را مهم‌تر از دیگر عوامل دانستند (۹). همچنین تحقیقات نشان داد که کاربرد روی چه از طریق برگ و چه از طریق خاک تأثیر معنی‌داری در افزایش وزن خشک محصول ذرت در مقایسه با تیمارهای شاهد گذاشت. از طرفی کاربرد روی از طریق خاک می‌تواند برای محصولات بعدی اثرگذار باشد ولی کاربرد از طریق محلول‌پاشی معمولاً فقط برای یک سال اثر داشته و شاید در طول یک سال هم احتیاج به تکرار داشته باشد (۲۶). مصرف منگنز به طریقه محلول-پاشی نسبت به مصرف خاکی، اقتصادی‌تر و مؤثرتر است و عمدتاً به این دلیل است که در مصرف محلول‌پاشی، منگنز درگیر واکنش‌های غیر متحرک شدن که در داخل خاک اتفاق می‌افتد نمی‌شود (۲۹). محققان محلول پاشی عناصر را برای گیاه از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه دانسته‌اند. دلایل این نظریه می‌تواند چنین باشد: عدم واکنش کود در خاک، عدم لزوم آبیاری برای حرکت دادن کود در منطقه ریشه، صرفه جویی اقتصادی از لحاظ هزینه، واکنش بهتر و سریع‌تر نسبت به کود (۲۷). از طرفی افزایش قابل توجه کارایی مصرف کود در روش محلول‌پاشی ، نشان می‌دهد که انتخاب صحیح روش مصرف کود با توجه به مقدار عملکرد حاصله، حائز اهمیت می-باشد و از آلودگی خاک‌های زراعی، تغییر pH خاک، ایجاد مسمومیت برای گیاه در نتیجه زیاد بودن کود، انتقال به آب‌های زیرزمینی و مشکلات بعدی در زراعت‌های آینده پیشگیری خواهد کرد (۳). این تحقیق با هدف بررسی اهمیت و نقش کودهای ریزمغذی بر افزایش عملکرد اقتصادی و کیفیت محصول ذرت شیرین اجرا شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثرات آهن، روی و منگنز و روش مصرف آن‌ها بر روی ذرت شیرین، رقم خارجی Merit (*Zea mays* L. saccharata var. Merit) آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل کودهای ریزمغذی با چهار سطح (شاهد، آهن، روی و منگنز) و روش مصرف (محلول پاشی و مصرف خاکی) بودند. زمین مورد نیاز ابتدا شخم، دیسک و سپس فارو زده شد. کاشت به صورت هیرم‌کاری و کپه‌ای و با قرار دادن ۴ بذر ضدعفونی شده و سالم در پشته‌ها با در نظر گرفتن ۳۰ سانتیمتر فاصله انجام شد. مساحت هر کرت ۱۸ متر مربع و فاصله ردیف‌ها از هم ۶۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. بین کرت ها در تکرار یک متر فاصله و بین تکرارها نیز ۴ متر فاصله در نظر گرفته شد تا از اثرات جانبی نفوذ و پاشش کودها جلوگیری شود. قبل از کاشت از خاک محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری به صورت مرکب نمونه‌برداری و تجزیه فیزیکوشیمیایی براساس روش‌های متداول موسسه تحقیقات خاک و آب انجام گرفت (۲۸). کودهای مورد نیاز (NPK و ریزمغذی‌ها) نیز بر اساس آزمون خاک و نقشه طرح به زمین داده شد. کود اوره (۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت سرک یک سوم هنگام کاشت و یک سوم در مرحله ۶ تا ۷ برگی و یک سوم قبل از گلدهی به طور یکنواخت در کرت‌ها پخش شد و کود پتاس (۱۰۰ کیلو گرم در هکتار) و سوپر فسفات تریپل (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) نیز همزمان با کاشت و همراه ریزمغذی‌ها با ایجاد شیارهایی در ردیف‌های کاشت پخش و با خاک مخلوط شدند. کود آهن (۶۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سولفات آهن و کود روی (۲۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سولفات روی و کود منگنز (۵۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سولفات منگنز برای مصرف خاکی تامین شدند.

جدول ۱- برخی از ویژگی های خاک محل آزمایش

بافت خاک			pH	مواد آلی	کربنات کلسیم	EC
شن %	ماسه %	رس %		%	%	$ds.m^{-1}$
۱۸	۴۶	۳۶	۸/۰	۱/۰۶	۱۱	۰/۶

عناصر قابل دسترس ($mg.kg^{-1}$)

N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
۰/۱	۳۰	۳۰۵	۲/۴۸	۲/۸	۴/۲۸	۸/۰

Archive of SID

www.SID.ir

در طی فصل رشد وجین علف‌های هرز و آبیاری بر اساس نیاز گیاه انجام شد. در مرحله ۵-۶ برگی مزرعه تنک شد. محلول‌پاشی در طی مراحل داشت بر اساس نتایج محققان و نقشه طرح طی دو نوبت، یک‌بار در مرحله ساقه رفتن (مرحله۶ تا ۸ برگی) و بار دیگر در مرحله قبل از ظهور گل تاجی (مرحله ۱۲برگی) انجام گرفت. محلول‌پاشی به میزان ۵ در هزار و از همان منابع کودی انجام گرفت. به منظور افزایش جذب کودهای محلول‌پاشی شده به میزان ۰/۵ در هزار از صابون محلول‌پاشی (مویان) استفاده شد. همچنین ۱۵ روز پس از آخرین محلول‌پاشی، عدد SPAD (شاخصی از میزان کلروفیل) توسط دستگاه SPAD مدل CCM-200، در دو نوبت از هر کرت بر روی ۵ بوته رقابت کننده و از هر بوته ۳ نمونه از قسمت میانی برگ شماره ۱۰ اندازه‌گیری شد. پس از طی مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (تشکیل لایه سیاه در پایه دانه) برداشت بلال‌ها انجام شد. به منظور اندازه-گیری صفات مورد بررسی تعداد ۱۰ بوته رقابت‌کننده از هر کرت پس از حذف اثر حاشیه‌ای به صورت تصادفی انتخاب و برداشت شدند. میزان مصرف کود برای تیمارهای مصرف خاکی آهن، روی و منگنز ۶۰، ۲۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار و برای کلیه تیمارهای محلول‌پاشی با توجه به دو بار محلول‌پاشی، ۵/۵۶ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. میزان قندهای محلول دانه بر اساس روش فنل- سولفوریک (۲۱) و درصد پروتئین دانه نیز پس از برآورد درصد نیتروژن بر اساس روش کجلدال (۱۹) محاسبه شدند. عملکرد قند و پروتئین دانه از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد قند و پروتئین به دست آمدند. کارایی مصرف آهن، روی و منگنز، از نسبت عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه و یا عملکرد قند) به میزان مصرف آهن، روی و منگنز در واحد سطح محاسبه شدند (۱۴). با توجه به اینکه طبق فرمول در محاسبه کارایی مصرف کود نیازی به سطح صفر (شاهد) نبود، بنابراین در تجزیه واریانس برای صفات کارایی مصرف ریزمغذی‌ها در عملکرد دانه و قند، سطح کودی صفر از فاکتور B (نوع کود مصرفی) حذف گردید و جدول تجزیه واریانس بر این اساس تنظیم گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها با روش دانکن مقایسه شدند. رسم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ذرت شیرین تحت تاثیر کاربرد ریزمغذی‌ها و روش مصرف آن‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر اثر متقابل کودهای ریزمغذی (آهن، روی و منگنز) و روش مصرف آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی-دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۴۴۵۰ کیلوگرم در هکتار) از محلول‌پاشی منگنز به‌دست آمد. که البته با محلول‌پاشی آهن و محلول‌پاشی و مصرف خاکی روی از نظر آماری تفاوت معنی-داری نشان نداد. کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک (۱۲۶۴۰ کیلوگرم در هکتار) در نتیجه مصرف خاکی منگنز حاصل شد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد و مصرف خاکی آهن نشان نداد. در بین تیمارهایی که از طریق خاک مصرف شدند، روی بیشترین سطح عملکرد بیولوژیک را نشان داد در حالیکه بین تیمارهای محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد (جدول ۳).

حیدری (۲) افزایش معنی‌دار در عملکرد بیولوژیک را به دلیل تغذیه بهتر برگ و ساقه و تشدید فتوسنتز در نتیجه محلول‌پاشی ریز مغذی‌ها ذکر کرد. افزایش عملکرد بیولوژیک با مصرف ریزمغذی‌ها علل مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر ریزمغذی روی و افزایش فتوسنتز در نتیجه افزایش بیوماس در گیاه اشاره نمود (۵). ال- تحمی و همکاران (۲۰) افزایش معنی‌دار رشد و عملکرد پیاز را در نتیجه کاربرد آهن، روی و منگنز نسبت به تیمار شاهد گزارش کردند. خلیلی محله و رشدی (۴) گزارش دادند که بیشترین عملکرد بیولوژیکی در ذرت از محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز با غلظت ۵ در هزار به دست آمده است.

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تاثیر معنی‌دار (P≤٪۱) روش مصرف ریز مغذی‌ها قرار گرفت (جدول ۲) و بیشترین (۶۶۷۹/۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۶۳۳۸/۴ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به ترتیب از محلول‌پاشی و مصرف خاکی ریز مغذی‌ها (آهن، روی و منگنز) حاصل شد (جدول ۵). در واقع کاربرد این عناصر از طریق برگ باعث افزایش ۵/۴ درصدی عملکرد دانه در مقابل کاربرد از طریق خاک شد. بین نوع کودهای مورد استفاده به لحاظ اثر بر روی عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت.

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی نیازمند موازنه صحیح بین ظرفیت دستگاه فتوسنتزی و تداوم آن، سرعت فتوسنتز، سرعت انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی به اندام‌ها، تعداد و اندازه دانه و ظرفیت آن‌ها از نظر تجمع مواد فتوسنتزی می‌باشد (۱۴). بای‌بوردی و ممدو (۱۸) اظهار نمودند که استفاده برگی عناصر ریز مغذی، عملکرد بالاتری را نسبت به افزودن این عناصر از طریق خاک تولید کرده است. همچنین آن‌ها علت افزایش عملکرد در نتیجه کاربرد ریزمغذی‌ها را، افزایش فتوسنتز و تداوم سطح برگ اعلام کردند. افزایش عملکرد درنتیجه کاربرد ریزمغذی‌ها با دستاوردهای محققان زیادی از جمله خادمی و همکاران (۲۳)، ضیائیان و ملکوتی (۶) و ییلماز و همکاران (۳۳) هماهنگی داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲-میانگین مربعات اثر ریزمغذی‌ها و روش مصرف آن‌ها بر صفات مربوط به عملکرد و کیفیت ذرت شیرین

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	کلروفیل	عملکرد پروتئین دانه	عملکرد قندهای محلول دانه	شاخص برداشت دانه	شاخص برداشت قند	درجه آزادی	کارایی مصرف ریزمغذی‌ها در عملکرد دانه	کارایی مصرف ریز-مغذی‌ها در عملکرد قند
بلوک	۳	۵۷۳۸۵/۳۰۱^{ns}	۱۷۱۹۹۳/۳۸۷^{ns}	۱۳۳/۲۶۳^{ns}	۲۶۱۶/۷۳۷^{ns}	۳۸۲۲/۱۳۰^{ns}	۱۲/۴۵۲*	۰/۲۴۱^{ns}	۳	۱۰۵۰/۱۳۹^{ns}	۶۰/۸۱۹^{ns}
A	۱	۴۷۷۵۶۱۷/۷۶۱**	۹۲۸۱۷۲/۶۸۹**	۶۲۴/۱۰۴**	۸۸۴۲۶/۳۱۴**	۱۳۱۷۶۵/۳۸۳**	۰/۴۰۷^{ns}	۴/۳۸۸**	۱	۶۵۰۲۱۸۴/۵۸۷**	۴۸۱۵۸/۱۹۰**
B	۳	۱۴۱۴۳۹۷/۸۹۶*	۴۰۵۰۶۰/۸۴۶^{ns}	۷۴۸/۴۲۰**	۵۲۶۷۸/۸۶۷**	۲۰۴۶۰/۲۱۵**	۰/۵۱۹^{ns}	۰/۵۸۱*	۲	۲۸۰۳۵/۸۴۴**	۲۱۵/۰۶۴^{ns}
A.B	۳	۱۷۲۵۱۸۸/۴۶۶*	۱۱۹۸۵۵/۲۷۴^{ns}	۷۷/۳۱۶^{ns}	۱۱۵۹۷/۲۸۳**	۷۹۳۱/۹۴۱^{ns}	۵/۳۰۹^{ns}	۰/۳۶۵^{ns}	۲	۳۳۴۳/۸۱۱**	۹۳/۹۴۹^{ns}
خطا	۲۱	۴۷۲۴۴۶/۲۰۰	۱۴۲۳۰۴/۶۱۱	۷۰/۲۳۶	۲۳۰۵/۹۴۸	۴۱۹۷/۵۷۵	۳/۹۹۱	۰/۱۹۷	۱۵	۲۴۰۳/۵۱۵	۱۲۱/۸۰۳
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۱۱	۵/۸۰	۱۷/۹۲	۷/۲۴	۱۴/۰۳	۴/۱۳	۱۳/۰۲		۶/۹۳	۱۹/۴۵

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال۵ و ۱ درصد

A: روش مصرف ریزمغذی‌ها و B: نوع کود ریزمغذی

مارشنر (۲۵) دلیل افزایش عملکرد دانه را در نتیجه کاربرد آهن و روی، افزایش مقدار کل کربوهیدرات و پروتئین دانه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه ذکر کرده است.

میزان کلروفیل برگ

اثر کودهای ریزمغذی و روش مصرف آن‌ها بر میزان کلروفیل معنی‌دار (P≤۱٪) شد (جدول ۲) و حداکثر میزان عدد SPAD (۵۴/۷۰) مربوط به کاربرد آهن بود که با مصرف روی و منگنز از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). در واقع مصرف ریز مغذی‌ها باعث افزایش میزان کلروفیل شده است در حالی که عدم مصرف کود در پایین‌ترین سطح قرار گرفت.

از طرف دیگر مقایسه میانگین میزان عدد SPAD تحت تاثیر روش مصرف کود نشان می‌دهد که، محلول‌پاشی (۵۱/۲) ریزمغذی‌ها بهتر از مصرف خاکی (۴۲/۴) این عناصر می‌باشد. در واقع محلول-پاشی ریزمغذی‌ها موجب افزایش ۲۰/۹ درصدی میزان کلروفیل در مقابل مصرف خاکی این عناصر شد (جدول ۵).

ملکوتی (۱۰) بیان می‌کند که کمبود آهن به مکانیزم تولید کلروفیل آسیب می‌رساند زیرا مشخص شده که مقدار کلروفیل گیاهان به در دسترس بودن مداوم آهن بستگی دارد. عابدی بابا عربی و همکاران (۷) بیان کردند که محلول‌پاشی روی به مقدار ۶ در هزار سبب افزایش کلروفیل گلرنگ می‌شود. گرچه روی به طور مستقیم بر تشکیل کلروفیل موثر نیست، ولی بر غلظت عناصر غذایی درگیر در تشکیل کلروفیل مانند آهن و منیزیم یا عناصری که قسمتی از مولکول کلروفیل هستند موثر می‌باشد (۲۲). موحدی دهنوی و همکاران (۱۳) هم افزایش SPAD را در نتیجه محلول‌پاشی روی و منگنز در گلرنگ گزارش کرده و اظهار داشتند که این موضوع به علت نقش این عناصر در متابولیسم نیتروژن و ساخت کلروفیل می باشد. این افزایش همچنین ممکن است ناشی از نقش عناصر مذکور در فعال‌سازی پروتئین سنتتازهای مسیر بیوسنتز کلروفیل و نیز برخی از آنزیم‌های آنتی اکسیدان مانند آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز در مسیر حفاظت از تخریب کلروفیل توسط رادیکال‌های فعال اکسیژن باشد (۸).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای نوع کود ریزمغذی و روش مصرف کود

تیمار	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد پروتئین دانه (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف ریزمغذی‌ها در عملکرد دانه
شاهد (عدم کاربرد کود)	۱۲۸۵۵ cd	۵۵۳/۱ d	----
مصرف خاکی سولفات روی	۱۳۷۶۰ abc	۶۵۵/۰ cd	۳۲۹/۳b
مصرف خاکی سولفات آهن	۱۲۹۴۰ bcd	۶۴۵/۰ cd	۱۰۷/۰c
مصرف خاکی سولفات منگنز	۱۲۶۴۰ d	۵۸۷/۸ d	۱۲۴/۴c
محلول‌پاشی سولفات روی	۱۳۹۱۰ ab	۷۷۰/۱ ab	۱۲۲۱/۰a
محلول‌پاشی سولفات آهن	۱۴۲۳۰ a	۸۲۳/۸ a	۱۲۲۴/۴ A
محلول‌پاشی سولفات منگنز	۱۴۴۵۰ a	۷۱۵/۷ bc	۱۲۳۸/۳ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد پروتئین دانه

نتایج به‌دست آمده در جدول ۲ نشان داد که اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی بر عملکرد پروتئین معنی‌دار (P≤٪۱) شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد پروتئین (۸۲۳/۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به محلول‌پاشی آهن بود که با محلول‌پاشی روی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد پروتئین (۵۵۳/۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد بدست آمد که از نظر آماری با مصرف خاکی روی، آهن، منگنز و شاهد در یک سطح قرار داشتند. هر چند در همه موارد محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بهتر از مصرف خاکی آن‌ها بوده است ولی محلول-پاشی و مصرف خاکی آهن و روی نسبت به محلول‌پاشی و مصرف خاکی منگنز از نظر آماری در سطح بالاتری قرار گرفت (جدول ۳).

تحقیقات نشان می‌دهد مصرف برخی از عناصر ریزمغذی و از همه مهم‌تر عنصر روی باعث افزایش پروتئین خام در اندام‌های هوایی و دانه ذرت می‌شود (۵ و ۶). افزایش درصد نیتروژن تحت تاثیر کاربرد عنصر روی، اثر روی بر فرآیندهای اصلی فیزیولوژیکی را در نتیجه جذب مواد غذایی نشان می‌دهد (۱۶). ابو ال- نور (۱۵) گزارش کرد که محلول‌پاشی با ریزمغذی‌های آهن، روی و منگنز اثرات معنی-داری بر روی رشد و درصد نیتروژن ذرت داشتند. یاسن و همکاران (۳۲) به افزایش معنی‌دار درصد نیتروژن و عملکرد پروتئین در نتیجه تیمار گندم با محلول‌پاشی ریزمغذی‌های آهن، روی ومنگنز اشاره کردند.

عملکرد قندهای محلول دانه

عملکرد قندهای محلول دانه تحت تاثیر نوع کودهای ریزمغذی و روش مصرف آن‌ها معنی‌دار (P≤٪۱) شد. به طوریکه بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب از محلول‌پاشی (۵۲۵/۹ کیلوگرم در هکتار) و مصرف خاکی (۳۹۷/۶ کیلوگرم در هکتار) عناصر ریزمغذی به‌دست آمد (جدول ۵) و محلول‌پاشی این عناصر باعث افزایش ۳۲/۳ درصدی عملکرد قندهای محلول دانه ذرت شیرین نسبت به تیمار مصرف خاکی کود شد.

در مورد نوع کودهای ریزمغذی، عدم مصرف کود (شاهد) کمترین و تیمار روی بیشترین مقدار قند دانه را موجب شدند در واقع تیمار کود روی باعث افزایش ۲۸/۹ درصدی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۴).

مصرف کودهای ریزمغذی باعث افزایش توان فتوسنتزی در نتیجه رشد بیشتر گیاه می‌شوند که در نتیجه تولید قند در گیاه افزایش می‌یابد (۱۲). بای‌بوردی و ممدو (۱۸) هم اظهار نمودند که روی برای بیوسنتز تنظیم کننده‌های رشد نظیر ایندول استیک اسید و کربوهیدرات ها که منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شوند، ضروری است. افزایش درصد قندهای محلول دانه در نتیجه کاربرد ریزمغذی‌ها، شاید به دلیل اهمیت این عناصر در تجمع آسیمیلات‌ها در دانه در مراحل آخر رشد می‌باشد. مارشنر (۲۵) نیز اظهار داشت که ریزمغذی ها بر روی افزایش درصد قند کل تاثیر مثبت داشتند.

شاخص برداشت دانه و قند

تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ نشان داد که هیچ کدام از فاکتورهای آزمایش شاخص برداشت دانه را تحت تاثیر قرار نداد ولی شاخص برداشت قند تحت تاثیر معنی‌دار روش مصرف و نوع کود به ترتیب درسطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد قرار گرفت. مقایسه میانگین شاخص برداشت قند با توجه به نوع کود مصرفی، نشان داد که مصرف کودهای ریزمغذی باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت قند شده است (جدول ۴).

همچنین مقایسه میانگین شاخص برداشت قند با توجه به روش مصرف ریزمغذی‌ها برتری محلول‌پاشی (۳/۸) را نسبت به مصرف خاکی (۳/۰) نشان داد (جدول ۵)، به‌طوری‌که مصرف این عناصر موجب افزایش ۲۶/۶ درصدی شاخص برداشت قند در دانه ذرت شیرین شد. با توجه به عدم معنی‌داری اثر فاکتورهای آزمایشی بر روی شاخص برداشت دانه، به نظر می‌رسد عاملی که بر روی شاخص برداشت قند موثر بوده، درصد قند بوده است.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ذرت شیرین تحت تاثیر نوع کود ریزمغذی

تیمار	کلروفیل برگ (SPAD)	عملکرد قندهای محلول دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت قند
شاهد	۳۲/۹ b	۳۸۷/۱ b	۳/۰ b
روی	۵۱/۸ a	۴۹۹/۰ a	۳/۶ a
آهن	۵۴/۷ a	۴۷۹/۰ ab	۳/۵ a
منگنز	۴۷/۶ a	۴۸۲/۱ ab	۳/۵ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری ندارند

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ذرت شیرین تحت تاثیر روش مصرف کود ریزمغذی

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	کلروفیل برگ (SPAD)	عملکرد قندهای محلول دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت قند	کارایی مصرف ریزمغذی‌ها در عملکرد قند
مصرف خاکی	۶۳۳۸/۴ b	۴۲/۴ b	۳۹۷/۶ b	۳/۰ b	۱۱/۹۹ b
محلول‌پاشی	۶۶۷۹/۱ a	۵۱/۲ a	۵۲۵/۹ a	۳/۸ a	۱۰۱/۵ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری ندارند

کارایی مصرف آهن، روی و منگنز در عملکرد دانه

اثر متقابل روش مصرف و کودهای ریزمغذی بر روی کارایی مصرف کود ریزمغذی در عملکرد دانه معنی‌دار(P≤۱٪) شد (جدول ۲). بررسی میانگین‌های اثر متقابل روش مصرف و نوع کود، برتری کلیه تیمارهای محلول‌پاشی را نسبت به مصرف خاکی نشان داد. در بین تیمارهایی که این عناصر از طریق خاک در اختیار گیاه قرار گرفت، تیمار مصرف خاکی روی (۳۲۹/۳) بیشترین کارایی مصرف را به خود اختصاص داد و تیمارهای مصرف خاکی آهن و منگنز هر دو با هم در یک سطح آماری قرار گرفتند و کمترین کارایی مصرف را نشان دادند باتوجه به اینکه کارایی مصرف از نسبت عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) به میزان مصرف کود محاسبه می‌شود، طبیعتاً کودی که به میزان کمتر مصرف مصرف شود کارایی مصرف بالاتری خواهد داشت، به‌طوریکه میزان کارایی مصرف عنصر روی به صورت محلول‌پاشی در عملکرد دانه، ۳/۷ برابر کارایی همین عنصر در حالت مصرف خاکی شد (جدول ۳). افزایش کارایی مصرف در محلول‌پاشی این عناصر، نشان می‌دهد که انتخاب صحیح مقدار کود مصرفی و روش کاربرد کود با توجه به مقدار عملکرد هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ کاهش اثرات مضر زیست محیطی حائز اهمیت می‌باشد (۳).

کارایی مصرف آهن، روی و منگنز در عملکرد قند

اثر روش مصرف کودهای ریزمغذی بر صفت کارایی مصرف ریزمغذی‌ها در عملکرد قند، معنی‌دار (P≤۱٪) شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثر روش مصرف کود، نشان داد که تغذیه گیاه از طریق برگ باعث ۸/۵ برابر شدن کارایی مصرف کود در عملکرد قندهای محلول دانه ذرت شیرین، نسبت به مصرف خاکی می‌شود. به این ترتیب که، بیشترین و کمترین مقدار کارایی مصرف کودهای ریزمغذی در عملکرد دانه به ترتیب از محلول‌پاشی (۱۰۱/۵) و مصرف خاکی (۱۱/۹) این عناصر به‌دست آمدند (جدول ۵).

با توجه به اینکه کارایی مصرف ریزمغذی در عملکرد دانه از نسبت عملکرد دانه به میزان مصرف کود بدست می‌آید، چندین برابر شدن کارایی مصرف کودهای ریزمغذی در محلول‌پاشی نسبت به مصرف خاکی کود نشان‌دهنده کاهش مصرف کود در روش محلول-پاشی می‌باشد. این راهبرد با نقش پایداری یعنی کاهش یا حذف استفاده از فراورده های شیمیایی بویژه کودها و همچنین کاهش تخریب منابع آب و خاک ارتباط نزدیکی دارد (۲۴).

نتیجه‌گیری

کاربرد کودهای ریزمغذی در این آزمایش سبب افزایش ۴۴/۷ الی ۶۶/۳ درصدی میزان کلروفیل، ۲۳/۷ الی ۲۸/۹ درصدی عملکرد قند-های محلول دانه و ۱۶/۷ الی۲۰ درصدی شاخص برداشت قند شد. همچنین در مورد صفاتی که تحت تاثیر نحوه کاربرد ریزمغذی‌ها قرار گرفتند، محلول‌پاشی این عناصر نتیجه بهتری را نسبت به مصرف خاکی سبب شد. در مورد صفات عملکرد بیولوژیکی، عملکرد پروتئین و کارایی مصرف کودهای ریزمغذی در عملکرد دانه، اثر متقابل محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز مقادیر بالاتری را نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد ریزمغذی‌ها) و مصرف خاکی این عناصر نشان دادند. در مورد اکثر این صفات محلول‌پاشی آهن و روی نسبت به منگنز برتری داشتند.

در حالت کلی محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز برای افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در منطقه به دلیل افزایش عملکرد و کیفیت ذرت شیرین نسبت به کاربرد خاکی توصیه می‌شود. همچنین تاثیر عناصر کم‌مصرف بر روی ذرت شیرین یکسان نبوده و به نظر می‌رسد که آهن و روی نسبت به منگنز نقش برتری دارند.

منابع

۱- تاجبخش م. و پور میرزا ع.ا. ۱۳۸۲. زراعت غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی. ۳۱۲ صفحه.
۲- حیدری ف. ۱۳۸۵. تاثیر عناصر ریزمغذی و تراکم بوته بر فنولوژی، عملکرد و اسانس گیاه دارویی نعناع فلفلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته

Archive of SID
www.SID.ir

زراعت. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. ۱۲۱ صفحه.
۳- خاتون آبادی ا. و امینی ا.م. ۱۳۷۵. اصول کشاورزی پایدار و مدیریت منابع طبیعی بر اساس بهره‌وری از انـرژی اپتـیمم. چهـارمین کنگـره علـوم زراعت و اصلاح نباتات. اصفهان.
۴- خلیلی محله ج. و رشدی م. ۱۳۸۷. اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰۴ در خوی. نهال و بـذر. ۲۴ (۲): ۲۹۳- ۲۸۱.
۵- شرفی س.، تاج‌بخش م.، مجیدی م. و پورمیرزا ع.ا. ۱۳۷۹. بررسی اثرات آهن و روی در عملکرد، پروتئین و توازن تغذیه‌ای در دو رقم ذرت دانه-ای. آب و خاک. ۱۲ (۱): ۹۴- ۸۵.
۶- ضیائیان ع. و ملکوتی م.ج. ۱۳۷۷. بررسی اثر کودهای محتوی عناصر ریزمغذی و زمان مصرف آنهـا در افـزایش تولیـد ذرت. آب و خـاک. ۲(۱): ۶۲-۵۶
۷- عابدینی باباعربی س.، موحدی دهنوی م. و یدوی ع. ۱۳۸۸. تاثیر محلول‌پاشی روی و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری‌شـده گلرنـگ در شرایط تنش خشکی. اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
۸- قربانعلی م. ۱۳۸۲. تغذیه معدنی گیاهان. انتشارات دانشگاه تربیت معلم تهران. ۲۳۵ صفحه.
۹- محمدی م. ۱۳۸۶. کلروز آهن و تاثیر بی‌کربنات بر فیزیولوژی جذب و تغذیه آهن، مجله زیتون. ۱۸۱: ۵۵- ۴۱.
۱۰- ملکوتی م.ج. ۱۳۷۹. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش تولیدات کشاورزی در ایران. نشر آموزش کشاورزی. سازمان تـات. وزارت کـشاورزی. نـشریه فنی. ۷۰: ۱۴۴- ۱۲۳.
۱۱- ملکوتی م.ج و بای بوردی ع. ۱۳۷۸. روی عنصری مهم و فراموش شده در چرخه حیات گیاه و انـسان. نـشر آمـوزش کـشاورزی. نـشریه فنـی شماره ۷۸. تهران، ایران. ۸۸ صفحه.
۱۲- موحدی دهنوی م. و مدرس ثانوی ع.م. ۱۳۸۵. اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز بر عملکرد و اجزاء عملکـرد سـه رقـم گلرنـگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ضمیمه شماره ۵: ۱۰- ۱.
۱۳- موحدی دهنوی م.، مدرس ثانوی ع.م. و سروش زاده ع.، جلالی م. ۱۳۸۳. تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول و کلروفیل در ارقـام گلرنـگ تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز. بیابان، ۹ (۱): ۱۱۰-۹۳.
۱۴- ناطقی ش. ۱۳۸۹. تاثیر کودهای ریزمغذی (آهن و روی) بر رشد و عملکرد آنیسون. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت. دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه. ۷۸ صفحه.
15- Abou El-Nour E.A.A. 2002. Growth and nutrient contents - Response of maize to foliar nutrition with micronutrients under irrigation with Saline water. J. Biol. Sci. 2: 92-97.
16- Alloway B. 2004. Zinc in soil and crop nutrition: Areas of the world with Zinc deficiency problems. Available at: http://www.zinc-crops.org/crops/Al-loway-all.php (visited 25 September 2009).
17- Brown P.H., Cakmak I., and Zhang Q. 1993. Form and function of zinc in plants. In: Robson A.D. (ed) Zinc in soil and plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 90-106.
18- Bybordi A., and Mamedov G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for Canola (*brassica napus* L.). Notulae Sci. Biol. 2(1): 21-30.
19- duPreez D.R., and Bale G.C. 1989. A simple method for the quantitative recovery of nitrate-N during the kjeldahl analysis of dry soil and plant samples. Commun . Soil Sci. Plant. Anal. 20: 345-357.
20- El-tohamy W.A., Khalid A.Kh., El-abagy H.M., and Abou- Hussein S.D. 2009. Essential oil, growth and yield of onion (*Allium Cepa* L.) in response to foliar application of some micronutrients. Aust. J. basic Appl. sci. 3(1): 201-205.
21- Fales F. 1979. The Assimilation and Degradation of Carbohydrates by Yeast cells. Boil. J. Chem. 193: 113-124.
22- Kaya C., and Higges D. 2002. Response of tomato cultivars to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. Scientia horticulturae . 93: 53-64.
23- Khademi Z., Balali M.R., and Malakouti M.J. 1999. Potassium accumulation and corn yield related to potassium. International symposium on balanced fertilization and crop response to potassium. SWRI-IPI. Tehran. Iran.
24- Lara P., and Minasian I.S. 1999. Fractional programming: A tool for the assessment of sustainability. Agric. Sys. 62: 131-141.
25- Marchner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press. New York. 889 pp.
26- Mesquita M.E., Vieiresilva J.M., Castelo branco M.A., and Sequeira E.M. 2000. Copper and zinc competitive adsorption: desorption in calcareous soils. Arid soil Res. and Rehabilitation: 14: 27-41.
27- Mortvert J., Chairman J., Giordano P.M., and Lindsay W.L. 1972. Micronutrient in agriculture. J. Soil Sci. Soc. Am. 666 pp.
28- Page A.L., Miller R.H., and Keeney D.R. 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological

Archive of SID

www.SID.ir

properties. Second edition. Agronomy Series no. 9. Am. Soc. Agronomy, Madison, Wisc. 1159 pp.
29- Sadana U.S., and Nayyr V.K. 1982. Response of wheat on manganese–deficient soil to the methods and rates of manganese sulphate application. Fertilizer News. 36:50-69.
30- Thind S.S., Takkar P.N., and Bansal R.L. 1990. chemical pools of Zinc and the critical deficiency level for predicting response of corn to Zinc application in alluvium derived alkaline soils. Acta–Agromica–Hungarica. 39: 219-226.
31- Whitty E.N., and Chambliss C.G. 2005. Fertilization of Field and Forage Crops. Nevada State University Publication. 21 pp.
32- Yassen A., Abou El–Nour E.A.A., and Shedeed S. 2010. Response of wheat to foliar spray with urea and micronutrients. J. Am. Sci. 6(9): 14-22.
33- Yilmaz A.H., Ekiz B., Torum I., Gutekin S., Karanlik S.A., and Cakmak I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soil. J. Plant Nutr. 20(457): 461-471.

Archive of SID

www.SID.ir