نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هشتم، شماره ۳(۳۱)، پاییز ۱۳۹۳، صفحه ۳۱۶-۳۰۱

تاثیر سطوح کود اوره، ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بر خصوصیات فیزیولوژیک ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در منطقه خاش

عباس سلیمانی‌فرد[1*] و رحیم ناصری[2]

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد باکتری‌های محرک رشد و مصرف سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد دانه و صفات زراعی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، آزمایشی در خرداد ماه ۱۳۹۱ در اراضی تحقیقاتی دانشگاه پیام نور مرکز خاش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح نیتروژن (صفر، ۲۵ درصد یعنی معادل ۸۷/۵ کیلوگرم اوره در هکتار، ۵۰ درصد یعنی معادل ۱۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۰۰ درصد یعنی معادل ۳۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار بر اساس آزمون خاک) در کرت‌های اصلی و تیمار کودهای بیولوژیک در سه سطح (تلقیح با باکتری ازتوباکترکروکوم، آزوسپیریلیوم برازیلنس و بدون تلقیح به عنوان شاهد) در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از کود شیمیایی اوره در تمامی سطوح دارای اثر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه بود. بیشترین و کمترین ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد بلال در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و پروتئین دانه به ترتیب در تیمار تامین ۱۰۰٪ نیتروژن و عدم مصرف کود نیتروژن مشاهده گردید. استفاده از باکتری‌های محرک رشد اثر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه داشتند. به‌طوری که، استفاده از باکتری‌های محرک رشد اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه نشان دادند. بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در تیمارهای باکتری‌های محرک رشد مشاهده گردید. تیمار عدم استفاده از باکتری‌های محرک رشد دارای کمترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه بود و استفاده از ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به‌ترتیب موجب افزایش ۸/۴٪ و۸/۲٪ عملکرد دانه ذرت گردیدند.

واژگان کلیدی: باکتری‌های محرک رشد، پروتئین دانه، عملکرد دانه، کود اوره.

۱- مربی، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵ تهران، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) soleymani877@gmail.com
۲- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام، ایلام، ایران
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۳۰

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

استفاده گسترده از کودهای شیمیایی یکی از مشکلات اصلی در محیط زیست بوده و سبب افزایش هزینه های تولید می‌گردد. در حال حاضر باکتری‌های افزاینده رشد به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در سیستم‌های کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (Moradi *et al.*, 2011). از جمله باکتری‌های افزاینده رشد می‌توان به ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس اشاره نمود، باکتری‌های افزاینده رشد، گروهی از باکتری‌ها بوده که به صورت کلونی در ریشه گیاهان، توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، اکسین و جیبرلین را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید، موثر و در نهایت سبب افزایش عملکرد می‌گردند (Azadi *et al.*, 2013). نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای انجام شده توسط رینردز و ولاساک (Reynders and Vlassak, 2002) نشان داد که تلقیح بذر گندم با آزوسپیریلیوم، به‌طور متوسط باعث افزایش عملکرد دانه، از ۹ تا ۱۵٪ گردیده است. تلقیح گیاهان با آزوسپیریلیوم علاوه بر کاهش مصرف کود نیتروژنه حدود ۳۰ تا ۳۵٪ سبب بهبود رشد گیاه و افزایش مقدار محصول می‌گردد. تلقیح ذرت با آزوسپیریلیوم افزایش عملکردی حدود۱۰ تا۳۰٪ موجب شده است (Kenndy, 2001). رای و گاور (Rai and Gaur, 1989) نتیجه تلقیح گندم با ازتوباکتر را به‌ویژه به همراه آزوسپیریلیوم مثبت گزارش کرده‌اند. داس و ساها (Das and Saha, 2000) اثر دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم به همراه کود نیتروژنه به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار بر روی برنج مورد بررسی قرار دادند. مشاهده گردید که استفاده از باکتری‌های مذکور، تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد دارد. زهیر و همکاران (Zahir *et al.*, 2000) افزایش ۱۸ درصدی وزن خشک بوته ذرت که بذرهای آن با باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس تلقیح شده بودند را گزارش کردند. گزارش‌ها نشان می‌دهد که تلقیح با کود زیستی آزوسپیریلیوم، ازتوباکتر و اثرات تلقیح توأم ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم موجب افزایش عملکرد دانه در سورگوم و ذرت می‌گردد (Tilak *et al.*, 1982). در گزارش‌های زهیر و همکاران (Zahir *et al.*, 2000) نیز نشان داده شد که ازتوباکتر موجب افزایش عمکرد دانه تا حدود ۱۹/۸٪ می‌گردد. در آزمایش‌های دیگر پژوهش‌گران نشان داده شده است که تلقیح بذرهای ذرت با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم سبب افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک گردید (Soleymanifard *et al.*, 2013). ترشح مواد تنظیم کننده رشد گیاه و تحریک کننده رشد مانند اُکسین‌ها و جیبرلین توسط آزوسپیریلیوم، همچنین ترشح اُکسین‌ها، جیبرلین و سیتوکینین‌ها به‌وسیله ازتوباکتر به دلیل همیاری این باکتری‌ها با ریشه ذرت مهم‌ترین ساز و کار برای افزایش رشد و عملکرد دانه ذرت گزارش شده است. در آزمایش بل و همکاران (Behl *et al.*, 2003) کاربرد توام ازتوباکتر و مایکوریزا باعث افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد زیستی در گندم شد. حمیدی و همکاران (Hamidi *et al.*, 2009) نشان دادند که در اثر تلقیح بذر ذرت علوفه‌ای با کود زیستی، تعداد برگ‌های بالایی بلال و تعداد برگ در هر بوته افزایش یافته است. آنها نیز دلیل این امر را وجود روابط مثبت بین گیاه و باکتری دانسته و اعلام داشتند که این موضوع در نهایت منجر به افزایش عملکرد علوفه سیلویی شده است. همچنین، اظهار داشتند که احتمالاً باکتـری محـرک رشد از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد، عملکرد و ویژگی‌های مرتبط با آن را در ذرت علوفه‌ای تحت تاثیر قرار داده است. تانوارا و همکاران (Tanwar *et al.*, 2002) با

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفره و کودهای زیستی نشان داد که اثر متقابل بین فسفر و کود زیستی معنی‌دار است و همچنین تلقیح با مایه تلقیح به‌علاوه کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره باعث بالاترین عملکرد دانه گردید. افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، با کاربرد توأم کودهای شیمیایی و جذب بیشتر آنها توسط گیاه، در نتیجه افزایش رشد و فتوسنتز با افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی می‌باشد. تحقیقات دیگر نیز نشان داده است که لااقل برخی از سویه‌های سودوموناس می‌توانند از طریق تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه و افزایش قابلیت جذب آب و عناصر غذایی به‌طور مستقیم در افزایش رشد گیاه مؤثر شوند (Sharma, 2002; Lynch, 1990). بر همین اساس، با توجه به فعالیت مفید باکتری‌های محرک رشد و نتایج مثبتی که از تلقیح آنها بر گیاهان زراعی به دست آمده است، ضرورت داشت تا تأثیر تلفیقی باکتری‌های محرک رشد در سطوح مختلف اوره، جهت تعیین بهترین ترکیب باکتری‌های محرک رشد و شیمیایی به‌منظور تولید ذرت با مدیریت تغذیه تلفیقی در سیستم کشاورزی با نهاده کافی در دانشگاه پیام نور مرکز خاش مورد بررسی قرار بگیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی سطوح مختلف کود نیتروژن و ازتوباکترکروکوم و آزوسپیریلوم برازیلنس بر صفات زراعی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، آزمایشی در تاریخ ۱۹ خرداد ماه ۱۳۹۱ در اراضی تحقیقاتی دانشگاه پیام نور مرکز خاش انجام شد. منطقه مذکور در عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۳ دقیقه و در طول ۶۱ درجه و ۱۳ دقیقه واقع شده است. ارتفاع شهرستان خاش از سطح دریا ۱۴۰۰ متر می‌باشد. این شهرستان از نظر اقلیمی دارای اقلیم نیمه خشک و معتدل گرم با متوسط بارندگی ۱۵۳ میلی‌متر می‌باشد که بیشتر بارندگی‌ها در زمستان و اوایل بهار هنگامی که مقدار تبخیر و تعرق به حداقل می‌رسد، نازل می‌شود (جدول ۱). آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح نیتروژن شامل صفر، ۲۵ درصد (معادل ۸۷/۵ کیلوگرم در هکتار)، ۵۰ درصد (معادل ۱۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار) و ۱۰۰ درصد (معادل ۳۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار) بر اساس تجزیه خاک در کرت‌های اصلی و کودهای بیولوژیک در سه سطح شامل تلقیح با باکتری ازتوباکترکروکوم، آزوسپیریلیوم برازیلنس و بدون تلقیح (شاهد) در کرت‌های فرعی بود. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه آزمایشی، قبل از کاشت از خاک مزرعه به روش زیگزاگ و با استفاده از دستگاه مته نمونه‌برداری به عمل آمده و به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۲ نشان داده شده است.

میزان مصرف سایر مواد کودی مانند فسفر و پتاس بر اساس آزمون خاک، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در نظر گرفته شد. مقادیر مختلف نیتروژن بر اساس تجزیه خاک از منبع اوره در سه نوبت، همزمان با کاشت، در زمان هشت برگی و یک هفته قبل از ظهور گل تاجی به‌طور مساوی با فاصله ۵ سانتی‌متری پای بوته به صورت مصرف خاکی مورد استفاده قرار گرفت و بلافاصله آبیاری شد. عملیات کاشت بذر در تاریخ ۱۹ خرداد ماه سال ۱۳۹۱ انجام شد. بذر مورد استفاده هیبرید دیررس سینگل کراس ۷۰۴ بود. هر کرت آزمایشی از ۶ ردیف کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول ۶ متر تشکیل شده بود. فاصله بوته‌ها در روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم گیاهی در هکتار ۶۶۶۰۰ بوته در

Archive of SID

www.SID.ir

هکتار بود. بین هر دو کرت یک ردیف به صورت نکاشت و فاصله بین دو تکرار نیز ۲متر تعیین گردید. کاشت بذور بر روی ردیف‌های کاشت، در عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متری انجام شد. قبل از کاشت، پس از ریختن بذور ذرت در داخل کیسه پلی‌اتیلنی، کیسه حاوی بذر و صمغ عربی برای مدت ۴۵ ثانیه تکان داده شد تا سطح کلیه بذرها به طور یکنواخت چسبناک شود. برای تلقیح میزان هفت گرم مایه تلقیح که هر گرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال برای هر دو نوع کود زیستی مورد استفاده قرار گرفت. کودهای زیستی از بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شدند. عملیات برداشت در تاریخ ۱۳۹۱/۷/۲۲ بدین صورت انجام شد. بوته‌های سطحی معادل چهار ردیف میانی تمام کرت‌ها پس از حذف ۰/۵ متر اثر حاشیه از ابتدا و انتهای هر کرت به صورت کف بر برداشت شد. ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال، در ۱۰ بوته ثبت گردید. پس از رسیدن کامل گیاه و برداشت نهایی محصول عملکرد بیوماس کل توزین و بر حسب کیلوگرم در هکتار گزارش شد. وزن هزار دانه با استفاده از وزن ۵ نمونه ۱۰۰ تایی از بذر هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ محاسبه شد. پس از رسیدگی کامل محصول، عملیات برداشت از سطحی معادل ۶ متر مربع صورت گرفت و سپس میزان محصول هر دانه هر کرت توزین و بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین گردید. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت بر حسب درصد تعیین گردید. برای اندازه‌گیری پروتئین دانه، از محصول حاصله از هر کرت نمونه‌ای ۱۰۰ گرمی به صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه غله مرکز ایلام ارسال و در آنجا بر اساس روش کجلدال تعیین گردید. در این روش ابتدا مقدار کل نیتروژن دانه به روش کجلدال تعیین و برحسب درصد تعیین و سپس این عدد در مورد دانه ذرت در عدد ۵/۷۵ ضرب می‌گردد و میزان کل پروتئین دانه محاسبه گردید (Moradi *et al.*, 2011). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها توسط نرم‌افزار MSTAT-C انجام و مقایسه میانگین ساده با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

براساس نتایج مندرج در جدول ۳ تأثیر هر دو عامل مقادیر مختلف نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر ارتفاع بوته از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود ولی اثر متقابل این دو عامل بر ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان ارتفاع بوته در سطح مصرف ۱۰۰ درصد کود اوره مورد نیاز بر اساس تجزیه خاک حاصل گردید ولی تفاوتی بین دو سطح تامین نیاز ۵۰ و ۲۵ درصد نیتروژن دیده نشد. نتایج نشان می‌دهد کمترین ارتفاع بوته با ۱۷۶ سانتی‌متر متعلق به تیمار عدم مصرف نیتروژن (شاهد) بود (جدول ۴). ایوانز (Evans, 1989) در آزمایش خود به این نتیجه رسید که با افزایش سطوح کودی نیتروژن ارتفاع گیاه و به‌طورکلی رشد گیاه افزایش یافته است. در واقع نیتروژن اگر به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار گیرد باعث رشد سریع و افزایش فواصل میان گره‌ها در ذرت خواهد شد. نتایج جدول ۴ بیانگر آن است که تلقیح بذر ذرت با باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم با ارتفاع ۱۹۴ و ۱۹۳ سانتی‌متر نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) با ۱۸۴/۲ سانتی‌متر افزایش ارتفاعی معادل ۶٪ را نشان می‌دهد، که علت اصلی این امر افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه، بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش محتوای نیتروژن قابل دسترس خاک بوده است (Soleymani fard *et al.*, 2013). به‌طورکلی در دسترس بودن آب و عناصر غذایی ضروری برای گیاه ذرت از طریق افزایش تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

گره‌ها و طول میان گره‌ها ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهند. شالان (Shaalan, 2005) نیز نشان داد که تلقیح بذر با کودهای بیولوژیکی نظیر آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه، نظیر ارتفاع بوته شده است. میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات از طریق تولید مواد تحریک کننده رشد سبب افزایش ارتفاع گیاهان به خصوص غلات می‌شوند و از طرفی ارتفاع بوته صفتی است که تحت تأثیر هورمون‌های رشد به خصوص اُکسین قرار می‌گیرد و در این بین فعال شدن این هورمون نقش به‌سزایی در افزایش ارتفاع دارد (Leoni *et al.*, 2002). هرناندز و همکاران (Hernandez *et al.*, 1995) افزایش تعداد برگ‌های بوته ذرت تلقیح شده با باکتری محرک رشد را مشاهده نمودند. این اثر با توجه به این که جیبرلین‌ها سبب افزایش رشد طولی سلول‌ها به ویژه میانگره‌های ساقه و اُکسین‌ها موجب تقسیمات سلولی بیشتر می‌شوند و بدین ترتیب افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ‌های بوته و برگ‌های بالای بلال شده و در نتیجه در تولید بیشتر علوفه مؤثر باشند، قابل توجیه می‌گردد. در آزمایش راجا و همکاران (Raja *et al.*, 2002; Soleymanifard *et al.*, 2013) از لحاظ ارتفاع بوته در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری بین کودهای محرک رشد و کود شیمیایی مشاهده گردید. در نهایت، با بررسی روند تغییرات این صفت مشخص می‌گردد که احتمالاً تلقیح بذر با کودهای محرک رشد بیشترین اثرات محرک را بر خصوصیات رشدی این گیاه داشته است.

تعداد ردیف در بلال

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) مشاهده می‌شود که بین سطوح کاربرد کود اوره از نظر تعداد ردیف در بلال در سطح احتمال ۵٪ و باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین تعداد ردیف در بلال مربوط به مصرف ۱۰۰ درصد اوره بر اساس تجزیه خاک با میانگین ۱۵ ردیف در بلال بود و تیمار عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۱۰ کمترین ردیف در بلال را داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های اثر باکتری‌های محرک رشد بر تعداد ردیف در بلال مشخص ساخت که بالاترین تعداد ردیف در بلال مربوط به باکتری ازتوباکتر بود که مقدار آن نسبت به تعداد ردیف در بلال در تیمار شاهد (عدم تلقیح) ۲۰/۱٪ بیشتر می‌باشد. تلقیح به تنهایی با باکتری آزوسپیریلیوم در مرتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۴).

به نظر می‌رسد که مصرف کودهای محرک رشد از طریق جلوگیری از هدرروی نیتروژن، توانسته نیتروژن بیشتری را در اختیار گیاه قرار بدهد. همان‌طور که اسپرینات (Sprenat, 1990)، عبداله (Abdulla, 1999) و سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 2004) اظهار کرده‌اند باکتری‌های محرک رشد از طریق سنتز ویتامین‌های مختلف، آمینواسیدها و هورمون‌های محرک رشد نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین باعث بهبود رشد رویشی هم می‌شوند.

بدین ترتیب در این پژوهش نیز احتمالاً، این باکتری از طریق تولید محرک‌های رشد، گیاه ذرت را تحت تاثیر قرار داده که در نتیجه باعث افزایش ویژگی‌های رشدی، در تیمار تلقیح با کود زیستی نسبت به تیمار عدم تلقیح است. این فرضیه با توجه به این که اکسین‌ها موجب تقسیمات سلولی بیشتر و جیبرلین و مشتقات آن، سبب افزایش رشد طولی سلول‌ها به ویژه میانگره‌های ساقه می‌شوند، قابل توجیه می‌گردد. شهاتا و خواز (Shehata and EL-Khawas, 2003) تأثیر باکتری‌های محرک رشد را بر پارامترهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

باکتری‌های محرک رشد شامل باکتری‌های افزاینده رشد، اجزای عملکرد را در مقایسه با تیمارکنترل (عدم تلقیح) بهبود بخشیدند.

تعداد دانه در ردیف

اثر متقابل کود شیمیایی اوره و باکتری‌های محرک رشد بر روی تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید (جدول ۳). مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اوره و باکتری‌های محرک رشد آزوسپیریلیوم با میانگین ۳۸ دانه در ردیف و تیمار شاهد و عدم تلقیح با میانگین ۲۳/۳ دانه در ردیف به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف بودند (جدول ۴). اثر مثبت آزوسپیریلیوم و همچنین اثر مخلوط این باکتری و ازتوباکتر بر روی گندم، ذرت و سورگوم توسط رای و گاور (Rai and Gaur, 1989) و جاکوبای (Jacobay, 1999) گزارش شده است.

افزایش فعالیت میکروبی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در کلوییدهای خاک، اصلاح خواص فیزیکی خاک و در نتیجه تهویه بهتر آن می‌تواند از دلایل افزایش وزن هزار دانه در تیمارهای روش تلفیقی کود شیمیایی اوره و کودهای محرک رشد باشد. سلیمان‌زاده و همکاران (Soleimanzadeh *et al.*, 2010) گزارش نمودند که استفاده از باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر) سبب افزایش۷ درصدی تعداد دانه در طبق نسبت به تیمار عدم تلقیح شد. این موضوع توانایی کودهای زیستی را در استفاده از سطوح مختلف کود شیمیایی بیان می‌کند که می‌تواند در سطح معینی از کود شیمیایی نیز تعداد دانه قابل قبولی تولید کند. ایندول استیک اسید در کنار سیتوکینین که توسط ازتوباکتر تولید می‌شود از طریق رشد ریشه‌های جانبی و افزایش وزن برگ و ریشه سبب افزایش مواد پرورده شده که به نوبه خود باعث افزایش رشد رویشی و افزایش سهم اندام‌های زایشی از جمله تعداد دانه در سنبله می‌گردد. مرتنز و هس (Mertnese and Hess, 2004) نیز طی تحقیقات خود، افزایش عملکرد گندم تلقیح شده با آزوسپیریلیوم را مربوط به افزایش تعداد پنجه در گیاه دانسته‌اند، همچنین افزایش تعداد دانه در سنبله در اثر کاربرد آزوسپیریلیوم می‌تواند ناشی از اثر آن بر روی طول سنبله باشد که تا حدودی توانسته مقدار آن را افزایش دهد.

تعداد بلال در متر مربع

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر کود شیمیایی اوره، باکتری‌های محرک رشد و اثرات متقابل آنها بر تعداد بلال در متر مربع در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کود شیمیایی اوره و باکتری‌های محرک رشد نشان می‌دهد که مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره به همراه باکتری‌های محرک رشد آزوسپیریلیوم با میانگین ۵/۵۳ بلال در متر مربع نسبت به سایر اثرات متقابل این دو نوع کود تعداد بلال بیشتری داشتند و کمترین تعداد بلال در متر مربع از تیمار شاهد و عدم تلقیح با میانگین ۲/۸۳ بلال در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۴). افزایش قابلیت دسترسی گیاه ذرت به عناصر غذایی به خصوص اوره با مصرف توام کودهای محرک رشد و همچنین افزایش رشد و فتوسنتز دلیل افزایش تعداد بلال در متر مربع می‌تواند باشد. در واقع می‌توان نتیجه گرفت که در حضور کودهای آلی و کودهای محرک رشد، جذب نیتروژن از کود شیمیایی اوره افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که با افزودن ماده آلی به خاک، ابتدا فرآیند آلی شدن و سپس معدنی شدن نیتروژن صورت می‌گیرد، افزودن همزمان کود آلی و شیمیایی اوره، ضمن تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه، به دلیل آلی شدن نیتروژن شیمیایی توسط باکتری‌های محرک رشد، هدرروی (آبشویی، تصاعد یا

Archive of SID

www.SID.ir

تثبیت) کاهش یافته و سپس به دلیل فرآیند معدنی شدن، مجدداً نیتروژن به صورت تدریجی به شکل قابل جذب گیاه درآمده و سبب فرآهمی آن در طول دوره رشد گیاه می‌شود (Shoghi Kalkhoran *et al.*, 2010).

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تحت تأثیر کود شیمیایی اوره، باکتری‌های محرک رشد و اثر متقابل آنها قرار گرفت، اثر کود شیمیایی اوره و باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۵٪ بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید (جدول ۳). بین اثرات متقابل کودهای شیمیایی اوره و باکتری‌های محرک رشد که بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید بیشترین وزن هزار دانه از مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره و باکتری‌های محرک رشد آزوسپیریلیوم با میانگین ۲۸۳ گرم به‌دست آمد و کمترین وزن هزار دانه از تیمار شاهد و عدم تلقیح با میانگین ۲۱۹ گرم به دست آمد (جدول ۴). عموآقایی و همکاران (Amoo-Aghayi e*t al.*, 2003) گزارش کردند که وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه گندم تحت تأثیر باکتری آزوسپیریلیوم افزایش یافت. نتایج ماریوس و همکاران (Marius *et al.*, 2005) نشان داد که تأثیر تلقیح باکتریایی بر گیاه و کاروتن A و B آفتابگردان موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز و میزان رنگدانه‌های کلروفیل و بعد از گلدهی در فرآیند فتوسنتز، تولید انرژی و در نهایت بهبود رشد آفتابگردان در تیمار باکتری‌های محرک رشد نسبت به کنترل شده است.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشـان می‌دهد که اثر کود شیمیایی اوره و اثر باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید و اثر متقابل کود شیمیایی اوره و باکتـری‌های محرک رشد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت (جدول ۳). کود شیمیایی اوره باعث افزایش عملکرد دانه گردید، تیمار شاهد با میانگین عملکرد دانه ۵۲۱۵ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد دانه بود، با مصرف کود شیمیایی اوره عملکرد افزایش یافت به گونه‌ای که مصـرف ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصـد کود شیمیایی اوره به‌ترتیب دارای عملکردهای ۶۱۵۸، ۷۷۵۸ و ۸۷۷۳ کیلوگرم در هکتار بودند که بیشترین عملکرد دانه را مصرف ۱۰۰ درصد مورد نیاز کود شیمیایی اوره داشت (جدول ۴). باکتری‌های محرک رشد نیز همانند کودهای شیمیایی اوره باعث افزایش عملکرد دانه شدند، بیشترین عملکرد دانه ۷۱۸۲ کیلوگرم در هکتار بود که از مصرف باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر به‌دست آمد و با باکتری‌های محرک رشد آزوسپیریلیوم با میانگین عملکرد دانه ۷۱۷۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری از نظر آماری نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۴).

ترشح مواد تنظیم کننده رشد مانند اکسین‌ها و جیبرلیین‌ها توسط آزسپریلیوم، همچنین ترشح اکسین‌ها، جیبرلیین‌ها و سیتوکینین‌ها توسط ازتوباکتر به دلیل همیاری باکتری نخست با ریشه ذرت، مهم‌ترین سازوکار افزایش رشد و عملکرد دانه ذرت گزارش شده است، با توجه به این نتایج و این واقعیت که باکتری‌های محرک رشد مورد استفاده دارای قابلیت تولید تحریک کننده رشد گیاه هستند، به نظر می‌رسد همین سازوکار در افزایش عملکرد دانه مؤثر بوده است (Hamidi *et al.*, 2009). در آزمایش رائی و گائور (Rai and Gaur, 1989) مشاهده شد که تیمارهای ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم به تنهایی و مخلوط این دو باکتری عملکرد گندم را به‌ترتیب ۹/۱، ۸/۲ و ۱۳/۹ افزایش داده است.

Archive of SID

www.SID.ir

برتولینی و همکاران (Bertolini *et al.*, 1999) با اجرای آزمایش‌های مزرعه‌ای در سه منطقه و طی چند سال با ارقام مختلف ذرت، مشاهده کردند که تلقیح بذر با مایه تلقیح تجاری برخوردار از پیت و باکتری آزوسپریلیوم برازیلنس و کشت بذرها تحت تیمارهای مقادیر مختلف مصرف نیتروژنه، سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود و در ارقام مختلف از لحاظ افزایش عملکرد بر اثر تلقیح باکتریایی بذر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر پیدا کردند. پریرا و همکاران (Pereira *et al.*, 1997) افزایش عملکرد در گیاهان تلقیح شده با آزوسپیریلیوم را عمدتاً مربوط به تولید مواد محرک رشد همچنین افزایش میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه تلقیح شده با این باکتری دانسته است. بررسی تیلاک و همکاران (Tilak *et al.*, 1982) افزایش بیشتر عملکرد دانه ذرت بر اثر تلقیح بذر با دو باکتری ازتوباکتر کروکوکوم و آزوسپریلیوم برازیلنس و مصرف کود اوره در مقایسه با مصرف کود اوره به تنهایی یا تلقیح بذر با هر یک از این باکتری‌ها بدون مصرف کود اوره را مشاهده کردند. افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، با کاربرد توأم کودهای شیمیایی و جذب بیشتر آنها توسط گیاه، در نتیجه افزایش رشد و فتوسنتز با افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی می‌باشد (Moradi *et al.*, 2011).

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تیمار کود شیمیایی اوره در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۳). مقادیر مصرف کودهای شیمیایی اوره دارای اثرات بیولوژیک متفاوتی بودند، تیمار شاهد کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را با میانگین ۱۰۷۳۶ کیلوگرم در هکتار داشت، مصرف کود شیمیایی اوره و افزایش مقدار آن باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردید، به نظر می‌رسد که کود شیمیایی اوره از طریق تأثیری که بر رشد رویشی دارد توانسته باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردد. بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک را مصرف ۱۰۰ درصد اوره مورد نیاز با میانگین عملکرد بیولوژیک ۱۸۲۷۵ کیلوگرم داشت (جدول ۴). اثر باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۳). هر دو نوع باکتری‌های محرک رشد مورد استفاده باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردیدند، بیشترین عملکرد بیولوژیک را آزوسپیریلیوم با میانگین ۱۴۹۵۹ کیلوگرم در هکتار داشت که با ازتوباکتر از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند، کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را هم تیمار شاهد با میانگین ۱۳۸۳۳ کیلوگرم در هکتار داشت (جدول ۴).

اثر متقابل کود شیمیایی اوره و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نگردید (جدول ۳). در گیاهان تلقیح شده با آزوسپیریلیوم معمولاً تغییراتی در مورفولوژی سیستم ریشه‌ای ایجاد می‌شود. تعداد انشعابات و طول ریشه‌ها و نیز تعداد و طول تارهای کشنده و انشعابات آنها افزایش پیدا می‌کند، افزایش سطح جذب ریشه‌ها موجب افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه می‌گردد (Okon and Kapulnik, 1986). بر اساس تحقیقات فالیک و همکاران (Fallik *et al.*, 1994) تلقیح با آزوسپیریلیوم از طریق افزایش سیستم ریشه، باعث افزایش فسفر، نیتروژن و پتاسیم توسط ریشه ذرت و سورگوم شده است. در آزمایش‌های انجام شده در مصر توسط ایلکولی و همکاران (El-Kholy *et al.*, 2005) نشان می‌دهد تلقیح گیاه ذرت با آزوسپیریلیوم در شرایط گلخانه‌ای، وزن خشک را تا ۲ برابر و نیتروژن کل را تا ۱/۵۷ برابر افزایش داده است. بانرجی و همکاران (Banerjee *et al.*, 2006) تأثیر

Archive of SID

www.SID.ir

سودمند باکتری‌های حل کننده فسفات روی بقایای ازتوباکترها در ریزوسفر را طی آزمایش‌های خود تأیید کرده‌اند. تلقیح گیاه گندم با آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر، متوسط عملکرد دانه و متوسط نیتروژن جذب شده توسط گیاه و متوسط عملکرد بیولوژیک را به‌ترتیب ۱۳/۹، ۱۶ و ۱۲/۶٪ نسبت به شاهد تلقیح نشده افزایش داده است، در صورتی که متوسط عملکرد دانه، متوسط نیتروژن جذب شده و متوسط عملکرد بیولوژیک گندم تلقیح شده با آزوسپیریلیوم ۹/۱، ۱۱/۶ و ۶/۲٪ نسبت به شاهد بیشتر گردیده و این مقادیر در مورد تلقیح با ازتوباکتر به ترتیب ۸/۲، ۵/۳ و ۲/۶٪ نسبت به شاهد افزایش داشته است. نیتو و همکاران (Nieto *et al.*, 1991) نیز ۵ برابر شدن وزن خشک بخش هوایی بوته ذرت با باکتری ازتوباکتر را مشاهده کردند. بررسی استانکوا و همکاران (Stancheva *et al.*, 1992) نشان داد که در اثر تلقیح ذرت با آزوسپیریلوم وزن خشک بوته افزایش یافت. بت و همکاران (Bath *et al.*, 2005) نیز بیان داشتند که تلقیح میکوریزا با ماش، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی این گیاه شده است. آنان دلیل این موضوع را بهبود دسترسی و جذب بهتر عناصر غذایی ذکر کردند و بیان داشتند که این موضوع در نهایت باعث افزایش تجمع ماده خشک در ماش شده است.

پروتئین دانه

پروتئین دانه تنها تحت اثر کود شیمیایی اوره قرار گرفت و اثر آن در سطح احتمال ۱٪ بر پروتئین دانه معنی‌دار گردید، باکتری‌های محرک رشد و اثر متقابل باکتری‌های محرک رشد و کود شیمیایی اوره تأثیر معنی‌داری بر پروتئین دانه نداشتند (جدول ۳). بیشترین و کمترین درصد پروتئین دانه را به‌ترتیب در تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اوره و تیمار شاهد به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۱/۲۳ و ۱۰/۱۰٪ به خود اختصاص دادند (جدول ۴). با افزایش میزان نیتروژن خاک، مقدار بیشتری از این عنصر توسط گیاه جذب گردیده و مازاد برای رشد رویشی و تشکیل دانه، به شکل پروتئین در دانه تجمع می‌یابد و به همین دلیل در سطوح بالاتر نیتروژن، تجمع پروتئین دانه افزایش می‌یابد.

شهاتا و خواز (Shehata and EL-Khawas, 2003) تأثیر باکتری‌های محرک رشد را بر پارامترهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که کاربرد باکتری‌های محرک رشد شامل باکتری‌های افزاینده رشد، عملکرد آفتابگردان و صفات کیفی را در مقایسه با تیمار کنترل (عدم تلقیح) بهبود بخشیدند. به‌طوری که سبب افزایش عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه شدند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که تلقیح بذر ذرت با باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم بیشترین تأثیر محرک را نسبت به تیمار شاهد داشته و افزایش را در عملکرد و اجزای عملکرد در ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ موجب گردیده است. این نتیجه بیانگر این است که به کاربردن باکتری‌های محرک رشد به صورت تلقیح، با بالا بردن هورمون‌های افزایش دهنده رشد، مهار عوامل بیماری‌زا و کاهنده رشد گیاهی به واسطه تولید آنتی بیوتیک‌ها و ترکیبات قارچ‌کش (اثرات آنتاگونیستی) و نیز تثبیت نیتروژن مولکولی هوا، تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه نظیر اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها و انحلال ترکیبات معدنی و عناصر کم مصرف باعث افزایش عملکرد در ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ شده است.

بنابراین، با توجه به این پژوهش چنین به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی مناسب، می‌تواند در افزایش عملکرد دانه و بهبود خصوصیات رشدی گیاه ذرت باشد. بنابراین می‌توان با استفاده از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از هدروی کود

Archive of SID

www.SID.ir

شـــیمیایی نیتـــروژن از طریـــق آبـــشویی یـــا دینتریفیکاسیون جلـوگیری بـه‌عمـل آورد، همچنـین استفاده از این باکتری‌ها نیز موجب جذب بـالای کـود شـیمیایی اوره توســط گیـــاه و ممانعـت از آلـودگی آب‌های زیرزمینی خواهد شد.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از زحمات جناب آقای کُرد ریاست محترم دانشگاه پیام نور مرکز خاش که زمینه اجرای این پژوهش را فراهم نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

جدول ۱- ویژگی‌های اقلیمی منطقه خاش در طی دوره آزمایش سال ۱۳۹۱

Table 1- The climatical characteristic of Khash region during performance of study in 2011-2012

پارامتر Parameter	**اردیبهشت** May	**خرداد** Jun	**تیر** July	**مرداد** August	**شهریور** Septamber	**مهر** Desamber
سرعت وزش باد (متر بر ثانیه) The speed of wind ($m.s^{-1}$)	300.15	40.14	40.11	30.12	320.14	300.09
دما (سلسیوس) Temperature (ºC)	29.8	32.5	34.2	35	28.1	22.6

جدول ۲ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2- Soil properties of experimental location

عمق (سانتی‌متر) deapth (cm)	**قابلیت هدایت الکتریکی** EC (ds/m)	**اسیدیته خاک** pH	**کربن آلی** (درصد) Organic Matter (%)	**نیتروژن کل** (درصد) Total N (%)	**پتاسیم قابل جذب** ppm Available K	**فسفر قابل جذب** ppm Available P	**بافت خاک** Siol texture
0-30	1.46	7.73	0.08	0.01	200	20.4	Loam Silt

www.SID.ir

جدول ۳- درجه ازادی و میانگین مربعات برای صفات مورد بررسی

Table 3- Anlysis of variance and mean square for studied traits

منابع تغییرات	S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Ms							
			ارتفاع بوته Plant height	تعداد ردیف در بلال Row per ear	تعداد دانه در ردیف grains per row	تعداد بلال $Ear.m^{-2}$	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	پروتئین دانه Grain protein
تکرار	Replications	2	146.2	10.77	55.5	9.24	5000.6	4187691	19218256	1.6
کود اوره	Nitrogen fertilizer	3	1567.1**	50.39*	246.9**	7.19**	4829.1**	22830363**	102548131**	2.3**
خطای۱	Error 1	6	141.2	5.14	1	0.62	271.3	168258	787506	0.15
باکتری‌های محرک رشد	Bio-fertilizer	2	387.02**	22.02*	51.1**	1.38**	596.6**	14443658**	4588220**	0.07ns
اوره×باکتری‌های محرک رشد	NxB	6	17.65ns	2.17ns	12.8*	0.25**	146.9*	26022ns	267822ns	0.02ns
خطای ۲	Error 2	16	30.45	20.03	4	0.07	48.4	3787.2	393162	0.01
ضریب تغییرات	C.V%	-	6.4	110.8	7.1	6.2	12.7	12.7	14.3	10.1

ns ، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

ns: non-significant, * and **: significant at 5% and 1%, respectively.

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۴- تأثیر سطوح ساده و متقابل کود شیمیایی اوره وکودهای محرک رشد بر عملکرد دانه و صفات مهم زراعی ذرت، هیبرید SC704

Table 4- The simple and interaction effects of nitrogen fertilizer and PGPR on grain yield and important agronomic traits in Maize Sc 704

Treatments تیمارها		ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ردیف در بلال Row per ear	تعداد دانه در ردیف grains per row	تعداد بلال در متر مربع Ear.m^{-2}	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha^{-1})	پروتئین دانه Grain protein (%)
میزان کود اوره	The amount of urea fertilizer								
شاهد (عدم مصرف)	Control	176.7b	10b	24.6b	3.2b	228b	5215d	10736d	10.1c
٪۲۵ نیاز	25% requirement	185.2ab	12.3ab	33.2ab	3.8ab	244ab	6158c	12884c	10.4bc
٪۵۰ نیاز	50% requirement	193.3ab	14.5ab	34.7ab	5a	270a	7758b	16279b	10.9ab
٪۱۰۰ نیاز	100% requirement	207.7a	15.2a	37.1a	4.9a	278a	8773a	18275a	11.2a
باکتری‌های محرک رشد	Bio-fertrilizer								
ازتوباکتر	Azotobacter	194.5a	14a	33.3ab	4.4a	259a	7182a	14838a	48.6
آزوسپیریلیوم	Azosprillium	193.5a	13.5ab	33.9a	4.4a	259a	7170a	14959a	48.03
شاهد (عدم مصرف)	Non-inoculation	184.2b	11.5b	30.08b	3.8b	247b	6576b	13833b	47.4
اوره × باکتری	nitrogen ×PGPR								
شاهد Control	ازتوباکتر Azotobacter	178fg	10.6cd	27de	3.46e	234d	5536f	11221f	10.24de
	آزوسپیریلیوم Azosprillium	180efg	11cd	23.6ef	3.33e	231de	5400f	11067f	10.19e
	عدم تلقیح Control	171g	8.3d	23.3f	2.83f	219e	4708g	9922g	9.88f
٪۲۵ 25%requirement	ازتوباکتر Azotobacter	187def	13.3bc	34bc	4.10d	250c	6413e	15858e	10.44cd
	آزوسپیریلیوم Azosprillium	189de	13bc	37ad	4.23d	249c	6325e	13262e	10.50c
	عدم تلقیح Control	178fg	10.6cd	28.3d	3.2ef	233d	5738f	12531e	10.25cde
٪۵۰ 50%requirement	ازتوباکتر Azotobacter	200bc	15ab	35abc	2.23ab	269b	7899c	16884c	10.93b
	آزوسپیریلیوم Azosprillium	195cd	15.6ab	36.6ab	5.53a	283a	7944c	16706c	10.98b
	عدم تلقیح Control	184ef	13bc	32.6c	4.5cd	257c	7430d	15246d	10.95b
٪۱۰۰ 100%requirement	ازتوباکتر Azotobacter	212a	17.3a	37.3ab	4.9bc	282ab	8882a	18390ab	11.22a
	آزوسپیریلیوم Azosprillium	208ab	14.3b	38a	4.83bc	274ab	9011a	18803a	11.25a
	عدم تلقیح Control	202abc	14b	36abc	4.96bc	278ab	8426b	17632bc	11.23a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

References منابع مورد استفاده

- Abdulla, A.M. 1999. Effect of organic and biofertilization on growth, yield and its quality and storability of potato. Ph.D. Thesis, Fac. Agric. Cairo Univ. pp: 14-35.
- Amoo-Aghayi, R., A. Mostajeran and G.H. Emtyazi. 2003. Effect of *Azesprilium bacteri* on some of growth indices and yield in three wheat cultivar. *J. Sci. Tech. Agric. Natur. Resource*. 7(2): 127-139.
- Azadi, S., A. Siadat, R. Naseri, A. Soleymanifard, and A. Mirzaei. 2013. Effect of integrated application of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillium brasilense* and nitrogen chemical fertilizers on qualitative and quantitative of durum wheat. *Journal of Crop Ecophysiology*. 5 (26):129-146. (In Persian).
- Banerjee, M., R.L. Yesmin, and J.K. Vessey. 2006. Plant growth promoting thizobacteria as biofertilizers and biopesticides. pp. 137-181. In: Handbook of microbial biofertilizers. Ed., Rai, M., K., Food Production Press, U.S.A.
- Bath, S.A., O.V.S. Thenua, B.G. Shivakumar, and J.K. Malik. 2005. Performance of summer green gram [*Vigna radiate* (L.) Wilczek] as influenced by biofertilizers and phosphorus nutrition. *Haryana Journal of Agronomy*. 21: 203-205
- Behl, R.K., H. Sharma, V. Kumar, and K.P. Singh. 2003. Effect of duel inoculation of VA micorrhyza and *Azetobacter chroococcum* on above flag leaf characters in wheat. *Aechives of Agronomy and Soil Science*. 49 (1): 25-31.
- Bertolini, M., M. Bressaan, M. Snidaro, C. Fogher, and A. Morocco. 1999. Inoculation with *Azospirillum* and nitrogen fertilizer application in maize. *Informatore Agrario*. 46: 51-53.
- Das, A.C., and D. Saha. 2000. Influence of diazotrophic inoculations on nitrogen of rice. *Australian Journal of Soil Research*. 41(8): 1543-1554.
- El-Kholy, M.A., S. El-Ashry, and A.M. Gomaa. 2005. Biofertilization of maize crop and its impact on yield and grains nutrient content under low rates of mineral fertillizers. *Journal of Applied Sciences Research.* 1(2): 117-121.
- Evans, J. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C_3 plants. *Ecologia*. 78: 9-19.
- Fallik, E., S. Sarig, and Y. Okon. 1994. Morphology and physiology of plant roots associated with Azospirillium. In Azosppirillium/plant associations. *Frtil. Soils.* 32: 259-264.
- Hamidi, A., R. Chaokan, A. Asgharzadeh, M. Dehghanshoar, A. Ghalavand, and M.J. Malakouti. 2009. Effect of plant growth promoting rhizobateria (PGPR) on phonology of late maturity maize (*Zea mays* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Science.* 11 (3): 249-270. (In Persian).
- Hernandez, A.N., A. Hernandez, and M. Heydrich. 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. *Cultivos Tropicales*. 6: 5-8.

Archive of SID

www.SID.ir

- Jacobay, B. 1999. Mechanisms involved in self tolerance of plants. In: Pessaraki, M.(ed): Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, New York: 97-123.
- Kennedy, I.R. 2001. Biofertilizers in action. *Australian Journal of Plant Physiology*. 28: 825-827.
- Leoni, L., C. Ambrosi, A. Petrucca, and P. Visca. 2002. Transcriptional regulation of pseudobactin synthesis in the plant growth promoting Pseudomonas B10. *FEMS Microbiol. Letters*. 208: 219-225.
- Lynch, J.M. 1990. The rhizospher. John Wiley and Sons, USA.
- Marius, S., A. Octavita, U. Eugen, and A. Vlad. 2005. Study of a microbial inoculation on several biochemical indices in sunflower (*Helianthus anuus* L.). Analele tiinifice ale Universitii "Alexandru Ioan Cuza", Genetici Biologie Molecular, TOM V.
- Mertnese, T., and D. Hess. 2004. Yield increase in spring wheat inoculated with Azospirillium under greenhouse and field condition of a temperate region. *Plant and Soil*. 82: 87-99.
- Moradi, M., A. Siadat, K. Khavazi, R. Naseri, A. Maleki, and A. Mirzaei. 2011. Effect of application of bio-fertilizer and phosphorous fertilizers on quantities and qualitative traits of spring wheat. *Journal of Crop and Weed Ecophysiology*. 5 (18): 51-66. (In Persian).
- Nieto, K.F., and W.T. Frankenberger. 1991. Influence of adenine, isopenthyl olchol and Azotobacter chroococcum on the vegetative growth of *Zea mays*. *Plant and Soil.* 135: 213-221.
- Okon, Y, and Y. Kapulnik. 1986. Development and functions of Azospirillium inoculated roots. *Plant and Soil*. 86: 3-16.
- Pandy, P.K., J.W. Maranville, and A. Admou. 2001. Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelian environment. I. Grain yield, yield components and water use efficiency. *Europ. J. Agron*. 15: 93-105.
- Pereira, J.A.R., V.A. Cavalcarte, and J. Doberiner. 1997. Field inoculation of sorghum and rice with Azosprillum. *Plant and Soil*. 1100: 269-274.
- Rai, S.N., and A.C. Gaur. 1989. Charaeterization of Azotobactor spp. and effect of Azotobactor and Azospirillium as inoculation the yield and N-uptak of wheat crop. *Plant and Soil*. 109:131- 134.
- Raja, A.R., K.H. Shah, M. Aslam, and M.Y. Memon. 2002. Respons of phosphobacterial and mycorrhizal inoculation in wheat. *Asian Journal of Plant Sciences.* 4: 322-323.
- Reynders, L., and K. Vlassak. 2002. Use of Azopirillum brasilense as biofertilizer in intensive wheat cropping. *Plant and Soil.* 66: 217-224.
- Shaalan, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian J. of Agric. Res*. 83: 811-828.
- Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. 1sd edition. Jodhpur: Agrobios, Indian. 456p.

Archive of SID

www.SID.ir

- Shehata, M.M., and S.A. EL-Khawas. 2003. Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 6: 1257-1268.
- Shoghi Kalkhoran, S., A. Ghalavand, A.A.M. Modarres-Sanavy, and P. Akbari. 2010. Effect of nitrogen fertilizer and biofertilizer application on yield and quality of sunflower (*Helianthus annus* L.). *Iranian Journal of Crop Science.* 12 (4): 467-481. (In Persian).
- Singh. R., R.K. Behl, K.P. Singh, P. Jain, and N. Narula. 2004. Performance and gene effects for wheat yield under inoculation of arbuscular mycorrhiza fungi and *Azotobacter chroococcum*. Haryana Agricultural University. *Hisar, India. Plant Soil Environ.* 50(9): 409-415.
- Soleimanzadeh, H., D. Habibi, M.R. Ardakani, F. Paknejad and F. Rejali. 2010. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to inoculation with Azotobacter under different nitrogen levels. *American-Eurasian J. Agric. & Environment*. 7(3): 265-268.
- Soleymanifard, A., H. Naserirad, R. Naseri and I. Piri. 2013. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on phonology traits, grain yield and associated traits of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Journal of Crop Ecophysiology*. 1 (25):71-91. (In Persian).
- Sprenat, J.I. 1990. Nitrogen fixing organisms. P.S Champman and Hall., London. pp: 25-31.
- Stancheva, I., I. Dimitrev, N. Kuloyanova, A. Dimitrova, and M. Anyelov. 1992. Effects of inoculation with *Azospirillum brasilense*, photosynthetic enzyme activities and grain yield in maize. *Agronomie*. 12: 319-324.
- Tanwar, S.P.S., G.L. Sharma, and M.S. Chahar. 2002. Effects of phosphorus and biofertilizers on growth and productivity of black gram. *Annuals of Agricultural Research.* 23(3): 491-493.
- Tilak, K.V.B., C.S. Singh, V.K. Roy, and N.S.S. Rao. 1982. *Azospirillum* brasilense and *Azotobacter chroococcum* inoculum: effect on yield of maize and sorghum .*Soil Biology and Biochemistry*.14: 417-418.
- Zahir, A.Z., S.A. Abbas, A. Khalid, and M. Arshad. 2000. Substrate depended microbially derived plant hormones for improving growth of maize seedling. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 3: 289- 293.

Archive of SID

www.SID.ir

The Effects of Urea Fertilizer and *Azotobacter* and *Azospirillum* on Physiological Charactestis of Maize (*Zea mays* L.) at Khash, Iran

Soleymanifard, A[1*]., and R. Naseri[2]

Received: June 2013, Accepted: 21 September 2014

Abstract

To study the effects of urea fertilizer and bio-fertilizers on grain yield and important agronomic traits in maize (*Zea mays* L. Sc704), a split plot experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted in Payame Noor University of Khash Research Field during 2011-2012 cropping season. Four different levels of urea consisting of zero, 25% (equal to 87.5 kg.ha^{-1}), 50% (equal to 175 kg.ha^{-1}) and 100% (equal to 350 kg.ha^{-1}) based on the results of soil analysis were assigned to main plot and bio-fertilzers, including *Azotobacter, Azospirillum* and non- inoculation, to sub plot. Results indicated that nitrogen fertilizer affected the traits under study significantly. The highest and lowest plant height, the number of seed per ear row, the number of grain per row, ears.m^{-2}, 1000 kernel weight, seed yield, bilogocal yield and seed protein content were obtained by using 100% nitrogen fertilizer and control (zero level of urea) respectively. Using bio-feretlizers also had a significant effect on traits under study. Bio-fertilizer had positive effect on seed yield and yield components. Thus, there was a seed yield increase of 8.4% and 8.2% by using *Azotobacter* and *Azospirillum* compared to the non- inoculated seeds, respectively.

.

Key Words: Plant growth promoting bacteria, Protein content, Seed yield, Urea Fertilizer.

Archive of SID

1- Faculty member, Department of Agriculture, Pyame Noor University, Tehran, Iran.
2- Young Researchers and Elite Club, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.
**** Corresponding Author**: soleymani877@gmail.com*

www.SID.ir