Archive of SID

تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد و تلفیق کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت هیبرید سینگل‌کراس ۷۰۴

Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Integration of Chemical and Organic Fertilizers on Yield and Yield Components of Corn (s.c. 704)

عیسی مقصودی[۱*]، امیر قلاوند[۲] و مجید آقاعلیخانی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۱

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد ذرت هیبرید سینگل‌کراس ۷۰۴ در سطوح کود زیستی، آزمایشی طی سال ۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل پنج سیستم تغذیه‌ای: A_1 (هشت تن در هکتار کود آلی)، A_2 (شش تن در هکتار کود آلی و ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_3 (چهار تن در هکتار کود آلی و ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_4 (دو تن در هکتار کود آلی و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و A_5 (۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و کود زیستی (باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن شامل *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم*) در دو سطح شامل: B_1 (با تلقیح) و B_2 (بدون تلقیح) بود. نتایج نشان داد که عملکرد دانه و شاخص برداشت در سیستم تغذیه تلفیقی A_3 به‌ترتیب برابر ۱۰ تن در هکتار و ۴۶/۷۲ درصد بود. در بذور تلقیح شده (B_1) عملکرد دانه و اجزاء عملکرد نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود، به‌طوری‌که عملکرد دانه و وزن هزار دانه در تیمار تلقیح شده به‌ترتیب برابر ۹/۷ تن در هکتار و ۲۰۵/۴ گرم بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده عملکرد دانه ذرت در ترکیب کود زیستی و سیستم تغذیه تلفیقی A_3 از کود آلی و شیمیایی (۱۰/۵۶ تن در هکتار) نسبت به زمانی که به‌تنهایی استفاده می‌شود بهتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم*، تغذیه، شاخص برداشت، عملکرد دانه

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه تربیت مدرس و دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
۲ و ۳. دانشیاران گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*: نویسنده مسئول Email: eisa2663@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تنوع ژنتیکی، سازگاری بالا و ارزش غذایی فراوان ذرت آن را در ردیف مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان قرار داده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). از آن‌جایی‌که مصرف داخلی ذرت دانه‌ای در کشور بیش از شش میلیون تن در سال است و تولید داخلی فقط ۲/۴ میلیون تن (۴۰ درصد مصرف کشور) از نیازهای مربوطه را برآورده می‌سازد، بنابراین توسعه و گسترش این محصول راهبردی دارای اهمیت می‌باشد. امروزه استفاده نادرست از منابع طبیعی و مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی سنتزی به‌منظور تولید و برداشت هر چه بیشتر از واحدهای کشاورزی و اراضی موجود، به عنوان مشکل اساسی تخریب محیط‌زیست و از بین رفتن تعادل زیستی شناخته‌شده است (منتظری و ملکوتی، ۱۳۸۲). *ادیران*[1] و همکاران (2004) در مطالعات بلندمدت نشان دادند که کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این کاهش به‌علت اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت‌های زیستی خاک، افت خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود ریزمغذی‌ها در کودهای NPK می‌باشد. *مورتی* و *لادها*[2] (1988) اظهار داشتند کاهش خطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف ناصحیح کودهای شیمیایی مستلزم کاربرد منابع و نهاده‌هایی است که علاوه‌بر تأمین نیازهای فعلی گیاه، پایداری نظام‌های کشاورزی در درازمدت را نیز به‌دنبال داشته باشند. زراعت ارگانیک یکی از راهبردهای کاهش مقدار و افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی است. بررسی‌ها نشان داده‌اند که منابع ارگانیک مانند کود دامی در تلفیق با کود شیمیایی می‌تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شوند، زیرا این سیستم (منابع ارگانیک در تلفیق با کود شیمیایی) اکثر نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و کارآیی جذب مواد غذایی توسط محصول را نیز افزایش می‌دهد (*اقبال*[3] و همکاران، 1995؛ *پارمار و شارما*[4]، 1998). کود دامی یکی از منابع کود آلی است که استفاده از آن در نظام‌های مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد. خاک‌هایی که کود حیوانی دریافت کرده‌اند از میکروارگانیزم‌های خاکزی و همچنین عناصر غذایی (فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نیتروژن) بیشتری نسبت به خاک‌هایی که با کودهای غیرآلی تغذیه شده‌اند، برخوردار می‌باشند. کودهای دامی علاوه بر اثرات مثبت بیولوژیک و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به‌علت آزادسازی تدریجی مواد غذایی آلودگی کمتری را در محیط‌زیست ایجاد می‌کنند (*روئه*[5] و همکاران، 1997). کودهای زیستی از یک یا چند نوع میکروارگانیزم مفید به‌همراه مواد نگهدارنده و یا فرآورده‌های متابولیک آن‌ها ساخته شده است که با هدف تأمین عناصر غذایی گیاهان و بهبود حاصلخیزی خاک در نظام کشاورزی پایدار استفاده می‌شوند. این میکروارگانیزم‌ها از طریق فراهم کردن مواد غذایی، کنترل زیستی آفات، تولید مواد شبه هورمونی، کاهش سطوح اتیلن و ایجاد تحمل در گیاه به تنش‌های محیطی مختلف از جمله کمبود آب و عناصر غذایی و کاهش سمیت عناصر سنگین به گیاه کمک می‌کنند (*وسی*[6]، 2003). یافته‌های *چیما*[7] و همکاران (2010) حاکی از آن است که عملکرد دانه ذرت در تیمار تلفیقی کود مرغی و شیمیایی نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) و شیمیایی به‌ترتیب ۱۳۳ و ۲۰ درصد افزایش داشته است. همچنین نامبردگان گزارش دادند که بیشترین عملکرد بیولوژیک، ضریب برداشت، وزن هزار دانه، تعداد ردیف در بلال، طول بلال و ارتفاع بوته از تیمار تلفیقی حاصل گردید. *فرهاد*[8] و همکاران (2009) گزارش دادند که عملکرد دانه ذرت در اثر کاربرد ۱۲ تن کود مرغی در هکتار نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) ۱۸۵ درصد افزایش داشته است. همچنین یافته‌های آن‌ها نشان داد که بیوماس، ضریب برداشت، تعداد ردیف، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته نیز در همین تیمار بیشترین میزان را دارا بوده است. *تابوسا*[9] و همکاران (1990) نشان دادند که مصرف ۳۰-۱۰ تن کود گاوی یا ۱۵-۵ تن در هکتار کود مرغی عملکرد سورگوم علوفه‌ای را در مقایسه با شاهد (بدون کود) تا ۵۰۰ درصد افزایش داد. با مصرف کودهای آلی، شیمیایی و زیستی به‌صورت تلفیقی شرایط مناسب و ایده‌آل برای رشد گیاه فراهم می‌شود، به‌طوری‌که نه تنها هیچ‌گونه تداخل منفی بین آن‌ها وجود ندارد بلکه مکمل یکدیگر نیز می‌باشند. در مجموع کودهای آلی با تولید هوموس عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش داده و کارایی مصرف کود را افزایش می‌دهند، به‌علاوه کودهای زیستی از قبیل باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی را در تولیدات کشاورزی افزایش می‌دهند (*شاتا*[10] و همکاران، 2007). امروزه در کشور ما استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنه و عدم توجه به اهمیت کودهای آلی منجر به تخریب محیط‌زیست و از بین رفتن تعادل

1. Adediran
2. Murty and Ladha
3. Eghbal
4. Parmar and Sharma
5. Roe
6. Vessey
7. Cheema
8. Farhad
9. Tabosa
10. Shata

www.SID.ir

Archive of SID

زیستی شده که این امر ارائه راهکارهایی برای مقابله با این مشکل را اجتناب‌ناپذیر کرده است. به همین دلیل پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای (آلی، شیمیایی و تلفیقی) در سطوح کود زیستی بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد ذرت هیبرید سینگل‌کراس ۷۰۴ انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل پنج سیستم تغذیه‌ای: A_1 (هشت تن در هکتار کود آلی)، A_2 (شش تن در هکتار کود آلی و ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_3 (چهار تن در هکتار کود آلی و ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_4 (دو تن در هکتار کود آلی و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و A_5 (۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و کود زیستی (باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن شامل *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم*) در دو سطح شامل: B_1 (با تلقیح) و B_2 (بدون تلقیح) بود. کود آلی مورد استفاده زئوپونیکس با ۲/۲۶ درصد نیتروژن کل بود و کود شیمیایی اوره، در سیستم‌های تغذیه مورد بررسی قرار گرفت. کود زیستی به صورت مایه تلقیح (۱ لیتر به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار) و مخلوطی از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن شامل *ازتوباکتر کروئوکوکوم*، *ازتوباکتر آجیلیس*، *آزوسپریلوم برازیلنس* و *آزوسپریلوم لیپوفروم* تشکیل شده است. در هرگرم مایه تلقیح 10^8 عدد باکتری زنده و فعال از هر گونه وجود داشت.

بذرها قبل از کاشت با مایه محتوی باکتری تلقیح شدند. برای اختلاط و تلقیح بذر، ابتدا بذور موردنظر روی پلاستیک تمیز پهن‌شده و سپس مقدار مناسب مایه به‌تدریج روی بذرها پاشیده و با به هم‌زدن بذر نسبت به تلقیح بذر اقدام شد. سپس بذرهای تلقیح شده در سایه پهن و پس از خشک شدن آماده کشت شدند. قبل از کاشت ذرت نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر جهت آزمون خاک و تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن به‌عمل آمد و مشخص گردید که بافت خاک لومی-شنی و pH آن برابر ۷/۷ می‌باشد (جدول ۱). براساس نتایج آزمایش‌های خاک (جدول ۱) و تجزیه کود آلی (جدول ۲) مصرف شد. پس از تعیین مقدار کود آلی مصرفی برای هر واحد آزمایشی و آماده‌سازی زمین شامل شخم و دیسک، کود آلی با خاک سطحی کرت‌ها به‌وسیله نیروی کارگری مخلوط گردید، سپس کرت‌هایی به ابعاد ۱۲/۶ مترمربع (با طول ۳ متر و عرض ۴/۲ متر) و با ۶ خط کاشت به فاصله ۶۰ سانتی‌متر، مهیا شد (آماده‌سازی ردیف‌های کاشت توسط فاروئر صورت گرفت). سپس بذور ذرت هیبرید سینگل‌کراس ۷۰۴ که رقمی دیررس می‌باشد با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر، روی ردیف‌های کاشت در عمق ۵-۳ سانتی‌متری در ۱۱ خرداد ماه به‌صورت هیرم‌کاری با دست کشت شد. نیمی از کود نیتروژنه در مرحله ۴-۳ برگی و بقیه آن به‌صورت سرک قبل از مرحله ظهور تاسل توزیع شد. عملیات داشت شامل آبیاری، وجین علف‌های هرز و تنک کردن در زمان موردنظر صورت گرفت و در طول دوره رشد از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها استفاده نگردید. همچنین از هر واحد آزمایشی مساحتی برابر دو مترمربع با رعایت حاشیه از خط شماره ۲، ۳، ۴ و ۵ به‌منظور بررسی عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک برداشت گردید. تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: نتایج تجزیه نمونه خاک مزرعه آزمایشی

Table 1: Results of soil analysis in the experimental field

فسفر قابل‌دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل‌دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available K ($mg.kg^{-1}$)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ds/m	اسیدیته PH	کربن آلی (درصد) Organic matter (%)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	رس (درصد) Clay (%)	لای (درصد) Silt (%)	ماسه (درصد) Sand (%)	بافت Texture
10	290	1.42	7.74	1.13	0.08	9	12	79	لومی شنی

جدول ۲: نتایج تجزیه کود آلی (زئوپونیکس)

Table 2: Analysis results of organic fertilizer (zeoponix)

نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (درصد) P (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	گوگرد (درصد) S (%)	کلسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) Ca ($mg.kg^{-1}$)	منیزیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) Mg ($mg.kg^{-1}$)	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم) Fe ($mg.kg^{-1}$)	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم) Zn ($mg.kg^{-1}$)	مس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Cu ($mg.kg^{-1}$)	منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم) Mn ($mg.kg^{-1}$)	بر (میلی‌گرم در کیلوگرم) B ($mg.kg^{-1}$)
2.26	1.05	0.9	0.39	2.25	0.16	850	160.8	40.05	225.2	19.45

نتایج و بحث

عملکرد دانه

بررسی نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی به‌طور جداگانه اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین عملکرد دانه در تیمارهای مختلف تغذیه‌ای نشان داد که عملکرد سیستم‌های مختلف تلفیقی از سیستم‌های آلی و شیمیایی بیشتر بوده و در بین تیمارهای تغذیه تلفیقی نیز تیمار A_3 با اختلاف ۲۸ درصدی نسبت به پایین‌ترین میزان عملکرد، بیشترین عملکرد را داشت (جدول ۴). عملکرد دانه در سیستم شیمیایی نسبت به سیستم تلفیقی کمتر بود، شستشوی نیتروژن در خاک به‌علت کمبود مواد آلی و کاهش نیتروژن در مراحل انتهایی رشد می‌تواند دلیل این امر باشد. پایین‌ترین عملکرد دانه مربوط به سیستم تغذیه آلی می‌باشد که از دلایل آن می‌توان به کمبود نیتروژن معدنی در اوایل رشد گیاه و مصرف نیتروژن به وسیله میکروب‌های خاک برای تجزیه مواد آلی اشاره نمود. همچنین پژوهشگران دلیل افزایش عملکرد در سیستم‌های تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه در سیستم‌های تلفیقی می‌دانند (*مولکی*[1] و همکاران، 2004). به‌طوری‌که در اوایل رشد که نیاز غذایی پایین است میزان نیتروژن معدنی آن‌ها کمتر از کود شیمیایی است، ولی در مراحل رشد زایشی به‌علت تداوم فرآیند معدنی شدن، جذب تا مدت زمان طولانی‌تری ادامه پیدا می‌یابد. چون در سیستم تغذیه شیمیایی بخشی از نیتروژن مورد نیاز در مراحل اولیه کشت و باقی‌مانده نیتروژن قبل از مرحله ظهور تاسل مصرف شد، احتمال می‌رود در اثر رشد گیاه و همچنین آب‌شویی، غلظت نیتروژن در محیط کم شده و در نتیجه نیاز گیاه به‌طور کامل تأمین نشده است. ولی در سیستم تلفیقی مقدار کم کود شیمیایی در ابتدای دوره رشد کمبود عناصر محیط ریشه را جبران نموده و حتی ممکن است باعث بهبود تجزیه میکروبی کود آلی شود و با پیشرفت دوره رشد نقش کود آلی بیشتر شده است. به‌عبارت دیگر در سیستم تلفیقی نقش کود شیمیایی، جبران کردن نیتروژن‌ربایی باکتری‌ها در اوایل دوره رشد و در نتیجه تسریع تجزیه کود آلی و در نهایت فراهم نمودن مواد غذایی قابل دسترس است. این یافته‌ها با نتایج گزارش شده توسط دیگر محققان مطابقت دارد (*چیما* و همکاران، 2010). بررسی جدول مقایسه میانگین‌ها افزایش ۲۹ درصدی عملکرد دانه بذور تلقیح شده با باکتری‌های افزاینده رشد نسبت به دانه بذور تلقیح نشده (شاهد) را نشان می‌دهد (جدول ۴)، این افزایش احتمالاً ناشی از وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا محیط ریشه (ریزوسفر) است که به‌وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب مواد غذایی باعث رشد گیاه می‌شوند (*روئستی*[2] و همکاران، 2006). ترشح مواد تنظیم‌کننده رشد مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها توسط باکتری‌ها به دلیل همیاری آن‌ها با ریشه ذرت مهم‌ترین سازوکار برای

1. Mooleki

2. Roesti

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش عملکرد دانه ذرت گزارش شده است (*مارتینز-تولدو*[1] و همکاران، 1988). بیشتر بودن تعداد دانه در ردیف احتمالاً نشان‌دهنده این واقعیت است که افزایش عملکرد دانه بیشتر تحت تأثیر تعداد دانه در ردیف (تا وزن هزار دانه) قرار گرفته است. بنا به گزارش محمد[2] و همکاران (2008) عملکرد دانه در اثر کاربرد کود زیستی (۷/۹ تن در هکتار) نسبت به تیمار شاهد (۶/۴۱ تن در هکتار) به میزان ۲۳/۲ درصد افزایش یافته است.

عملکرد بیولوژیک

براساس نتایج مقایسه میانگین، بین عملکرد بیولوژیک در سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی تفاوت معنی‌داری وجود داشت و بیشترین میزان ماده خشک تولیدشده مربوط به تیمار A_4 بود که اختلاف آن با تیمار A_1 و A_5 به‌ترتیب ۱۳ و ۵/۷ درصد بود (جدول ۴). در سیستم تغذیه تلفیقی، وجود کود نیتروژنه در مراحل اولیه رشد باعث افزایش رشد رویشی شده است و همچنین در مراحل بعدی آزادسازی نیتروژن و دیگر عناصر غذایی از کود آلی نیز موجب بهبود رشد زایشی گیاه شده است، در نتیجه در تیماری که عناصر غذایی مورد نیاز در طی طول رشد به‌صورت مطلوبی تأمین‌شده میزان عملکرد بیولوژیک آن نیز بالاتر بوده است. *چیما* و همکاران (2010) نیز با کاربرد سیستم تغذیه تلفیقی به نتایج مشابهی دست یافتند.

براساس جدول مقایسه میانگین‌ها بذور تلقیح شده، عملکرد بیولوژیک بالاتر و همچنین اختلاف ۱۵ درصدی نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) دارند (جدول ۴) که تخصیص ماده خشک بیشتر به بوته، افزایش رشد رویشی و در نتیجه امکان بهره‌برداری بهتر از نور و فتوسنتز می‌تواند دلیل آن باشد. نتایج مشابهی با یافته‌های به‌دست آمده، توسط *تیلاک*[3] و همکاران (1982) گزارش شده است.

شاخص برداشت

شاخص برداشت نسبتی از عملکرد بیولوژیک است که عملکرد اقتصادی را تشکیل می‌دهد و با افزایش تسهیم ماده خشک برای عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت افزایش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بین شاخص برداشت تیمارهای تغذیه‌ای مختلف و کود زیستی تفاوت معنی‌داری وجود داشته است (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار تلفیقی A_3 و کمترین میزان شاخص برداشت مربوط به سیستم تغذیه آلی (A_1) بود (جدول ۴). در سیستم تغذیه شیمیایی، عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن در مرحله رشد رویشی مصرف‌شده و گیاه در مراحل بعدی به‌تدریج با کمبود آن‌ها روبرو شد. در سیستم تغذیه ارگانیک، مواد غذایی مورد نیاز گیاه بایستی در اثر معدنی‌شدن کود فراهم گردد، که به‌نظر می‌رسد به‌علت عدم توسعه ریشه‌ها و سرعت پایین معدنی‌شدن در مراحل اولیه رشد دسترسی به عناصر غذایی محدود بوده و با پیشرفت رشد این محدودیت کاهش‌یافته است. با این حال در سیستم تغذیه تلفیقی کود شیمیایی مصرف‌شده علاوه‌بر بهبود رشد اولیه گیاه، معدنی‌شدن کود آلی را نیز تسریع می‌کند. همچنین کود آلی تا مراحل پایانی رشد عناصر غذایی را برای گیاه فراهم نموده و در نتیجه عملکرد و شاخص برداشت را به بالاترین سطح ارتقاء می‌دهد. نتایج به‌دست آمده با یافته‌های سایر محققان در این زمینه مطابقت دارد (*خالیک*[4] و همکاران، 2004؛ *چیما* و همکاران، 2010). با توجه به مقایسه میانگین‌ها تیمار تلقیح شده با کود زیستی در مقایسه با تیمار تلقیح نشده (شاهد) از شاخص برداشت بیشتری برخوردار بود. (جدول ۴). افزایش شاخص برداشت تحت تأثیر کاربرد کود زیستی با توجه به اثر افزاینده آن‌ها بر رشد رویشی و زایشی توجیه‌پذیر است؛ بنابراین می‌توان بیان داشت که باکتری‌ها با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت شده‌اند. ثانی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش دادند که با کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم شاخص برداشت به‌میزان ۵/۱ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم‌تلقیح) افزایش یافته است.

1. Martinez-Toledo
2. Mohamed
3. Tilak
4. Khaliq

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات تحت بررسی ذرت در سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی

Table 3: Analysis of variance (mean of squares) of studied traits in corn using different nutritional systems and biofertilizer

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	قطر بلال Ear diameter	طول بلال Ear length	ارتفاع بوته Plant height	تعداد ردیف دانه Number of grain row	تعداد دانه در ردیف Number of grains per row	وزن هزار دانه 1000- grain weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	1.09^{ns}	0.40^{ns}	8.75^{ns}	2.62^{ns}	2.55^{ns}	33.28^{ns}	2.76^{ns}	0.28^{ns}	0.82^{ns}
کود زیستی Biofertilizer	1	64.53^{**}	26.50^{**}	1031.36^{**}	32.03^{**}	34.20^{**}	1285.76^{**}	38.82^{*}	39.42^{**}	21.00^{**}
سیستم تغذیه Nutritional systems	4	8.37^{*}	3.64^{*}	401.73^{*}	7.96^{**}	11.28^{*}	536.09^{*}	38.43^{**}	6.55^{*}	4.80^{*}
کود زیستی× سیستم تغذیه Nutritional systems× Biofertilizer	4	2.43^{ns}	0.24^{ns}	1.91^{ns}	0.11^{ns}	0.02^{ns}	22.88^{ns}	18.37^{*}	0.12^{ns}	0.51^{ns}
خطا Error	18	1.51	0.91	10.36	1.27	1.76	11.53	2.24	1.29	1.26
ضریب تغییرات C.V. (%)		3.50	4.79	4.21	9.54	4.17	5.79	5.21	6.16	14.11

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

ns, * and ** Non significant, significant (α=0.05 and 0.01, respectively)

www.SID.ir

Archive of SID

وزن هزار دانه

نتایج به‌دست آمده حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمارهای تغذیه‌ای مختلف و کود زیستی بر وزن هزار دانه می‌باشد (جدول ۳). سیستم تغذیه تلفیقی A_3 دارای بیشترین وزن هزار دانه بوده و بعد از آن به‌ترتیب سیستم تلفیقی A_4 و A_2 قرار دارند و در سیستم تغذیه آلی وزن هزار دانه در پایین‌ترین سطح قرار گرفته است (جدول ۴). احتمالاً آزادسازی عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر از کود آلی در مرحله پر شدن دانه دلیل بالا بودن وزن تک‌دانه در سیستم تلفیقی نسبت به سیستم آلی و شیمیایی می‌باشد. فلاح (۱۳۸۵) گزارش کرد که وزن هزار دانه در سیستم تلفیقی کود آلی و شیمیایی (۲۶۹/۱ گرم) نسبت به سیستم شیمیایی (۲۳۵/۱ گرم) و سیستم آلی (۲۶۷ گرم) بیشتر بوده است. مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد که وزن هزار دانه در تیمار تلقیح شده اختلاف ۱۴/۵ درصدی با تیمار شاهد (تلقیح نشده) دارد (جدول ۴). بنابه اظهارات *جاوید*[1] و همکاران (1998) افزایش وزن هزار دانه با توجه به افزایش طول دوره پرشدن دانه قابل توجیه بوده و بیانگر تأثیر باکتری‌ها از طریق افزایش میزان مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده در دانه، بر وزن دانه می‌باشد.

تعداد دانه در ردیف

با توجه به نتایج تجزیه واریانس تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی بر تعداد دانه در ردیف معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در ردیف مربوط به تیمار A_3 بود که اختلاف معنی‌داری با برخی تیمارها داشت (جدول ۴). این نتایج بیانگر دسترسی مناسب به مواد غذایی در زمان تشکیل دانه‌ها می‌باشد. در این مرحله میزان تعادل غذایی در سیستم تلفیقی بر سیستم ارگانیک و شیمیایی برتری داشته که این امر می‌تواند مربوط به سرعت معدنی شدن کود آلی باشد. در سیستم تلفیقی راندمان و طول دوره قابل دسترس بودن فسفر افزایش می‌یابد (*بحل و تور*[2]، 2002)، بنابراین در تیمارهای تلفیقی فراهم بودن فسفر قابل دسترس گیاه باعث تشکیل تعداد بیشتر دانه می‌گردد. افزایش ۱۸ درصدی تعداد دانه در ردیف در اثر کاربرد توأم کود آلی و شیمیایی توسط *خالیک* و همکاران (2002) گزارش‌شده است. همچنین بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال حاصل شد که اختلاف ۹/۸ درصدی با تیمار شاهد (عدم‌تلقیح) داشت (جدول ۴). با توجه به افزایش طول و قطر بلال با کاربرد کود زیستی امکان افزایش تعداد ردیف دانه در بلال نیز میسر گردیده است. همچنین بیشتر بودن تعداد دانه در تیمار تلقیح شده نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) را می‌توان به تولید مواد هورمونی، افزایش جذب مواد غذایی به‌علت گسترش سیستم ریشه و افزایش تقسیم سلولی توسط باکتری‌ها نسبت داد. *ثانی* و همکاران (2007) گزارش کردند با کاربرد باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* تعداد دانه در ردیف برابر ۲۸/۱ عدد بوده درحالی‌که تعداد دانه در ردیف تیمار شاهد (عدم‌تلقیح) برابر ۲۷ عدد بوده است.

تعداد ردیف در بلال

براساس جدول تجزیه واریانس اثر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی بر تعداد ردیف دانه در بلال معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج آزمایش تیمار A_3 بیشترین تعداد ردیف در بلال را به‌خود اختصاص داده و تیمارهای A_4 و A_2 بعد از آن قرار دارند (جدول ۴). سیستم تغذیه آلی نیز کمترین تعداد ردیف را دارا بوده است که دلیل آن می‌تواند کاهش نیتروژن در مراحل ابتدایی رشد و عدم توسعه سطح برگ و به‌دنبال آن کاهش تولید ماده فتوسنتزی باشد. براساس یافته‌های *چیما* و همکاران (2010)، تعداد ردیف در سیستم تلفیقی کود آلی و شیمیایی برابر ۱۶/۵ بوده و با تیمارهای شاهد (۹/۵)، آلی (۱۳) و شیمیایی (۱۳/۳۳) به‌ترتیب اختلاف ۷۳، ۲۷ و ۲۳ درصدی داشت. تعداد ردیف‌های دانه بلال در تیمار تلقیح شده نسبت به تیمار شاهد به میزان ۸/۲ درصد بیشتر بود (جدول ۴). با توجه به افزایش طول و قطر بلال با کاربرد باکتری‌ها، مشخص می‌شود که با افزایش این صفات، افزایش تعداد ردیف دانه در بلال امکان‌پذیر شده است. ثانی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش دادند که تلقیح بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* تعداد ردیف در بلال را نسبت به تیمار شاهد (عدم‌تلقیح) به‌ترتیب به‌میزان ۲/۹ و ۴/۵ درصد افزایش داده است. براساس یافته‌های *کاپولینیک*[3] و همکاران (1982) افزایش قطر بلال با کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد و کود دامی باعث افزایش تعداد ردیف دانه در بلال شده است.

ارتفاع بوته

براساس نتایج به‌دست‌آمده ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی تفاوت معنی‌داری داشت و تغذیه تلفیقی موجب افزایش ارتفاع بوته شد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود تیمار A_4 بیشترین ارتفاع را داشته که به‌نظر می‌رسد فراهم

1. Javed
2. Bahl and Toor
3. Kapulnik

www.SID.ir

Archive of SID

بودن عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن در مرحله رویشی دلیل این امر باشد (جدول ۴). همچنین دسترسی به نیتروژن بیشتر در خاک و افزایش جذب توسط گیاه می‌تواند از دلایل افزایش ارتفاع بوته در سیستم‌های تلفیقی نسبت به سیستم‌های تغذیه‌ای آلی (A_1) و شیمیایی (A_5) باشد. افزایش ارتفاع بوته ذرت در سیستم تغذیه تلفیقی به‌علت افزایش جذب مواد غذایی گزارش‌شده است (*چیما* و همکاران، 2010). همچنین با توجه به مقایسه میانگین‌ها تیمار تلقیح یافته با باکتری‌های افزاینده رشد دارای ارتفاع بیشتری نسبت به تیمار شاهد (عدم‌تلقیح) بوده و دارای اختلاف ۸/۱ درصدی بود (جدول ۴)، که با توجه به اثر افزاینده این باکتری‌ها بر رشد قابل‌توجیه می‌باشد. دلیل افزایش ارتفاع در تیمار تلقیح شده می‌تواند تولید جیبرلین و به‌دنبال آن افزایش رشد طولی سلول‌ها و تقسیمات سلولی توسط باکتری‌ها باشد. با توجه به این‌که جیبرلین سبب افزایش رشد طولی سلول‌ها به‌ویژه میانگره‌های ساقه شده و اکسین‌ها موجب افزایش تقسیمات سلولی می‌شوند می‌توان افزایش ارتفاع را توجیه کرد (حمیدی و همکاران، ۱۳۸۴). *زهیر*[1] و همکاران (2000) افزایش ۸/۵ درصدی ارتفاع بوته ذرت را در اثر تلقیح با *ازتوباکتر* و *سودوموناس* گزارش دادند.

طول بلال

طول بلال از جمله عوامل مهمی است که در عملکرد دانه نقش دارد. براساس نتایج به‌دست‌آمده اختلاف بین سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی بر طول بلال معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به یافته‌های حاصل سیستم تغذیه تلفیقی A_3 بیشترین طول بلال را داشته و سیستم تغذیه A_4 و A_2 بعد از آن قرار گرفتند (جدول ۴). همچنین در سیستم تغذیه آلی (A_1) طول بلال در پایین‌ترین سطح قرار گرفته که عدم‌وجود نیتروژن کافی در مراحل ابتدایی رشد، کاهش سطح برگ و تولید ماده فنوسنتزی و به‌دنبال آن کاهش تعداد دانه در ردیف می‌تواند دلیل آن باشد. *چیما* و همکاران (2010) گزارش دادند که طول بلال در اثر کاربرد تلفیقی کود مرغی و شیمیایی برابر ۲۵ سانتی‌متر بوده و اختلاف آن با تیمار کود شیمیایی و شاهد (بدون کود) به‌ترتیب برابر ۳۱/۴۵ و ۷۳/۹۷ درصد بوده است. کاربرد کود زیستی در مقایسه با تیمار شاهد (عدم‌تلقیح) به‌طور متوسط سبب افزایش ۱۲/۵ درصدی طول بلال شد (جدول ۴) که احتمالاً تولید هورمون توسط باکتری‌ها، افزایش تقسیم سلولی و افزایش جذب مواد غذایی به‌علت افزایش سیستم ریشه‌ای دلیل این امر می‌باشد. محمد و همکاران (2008) افزایش ۱۱/۵ درصدی طول بلال را در اثر کاربرد کود زیستی گزارش دادند.

قطر بلال

نتایج به‌دست‌آمده حاکی از تأثیر مثبت سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی بر قطر بلال است (جدول ۳). براساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) سیستم تلفیقی A_3 دارای بیشترین قطر بلال بوده و اختلاف معنی‌داری با سیستم تغذیه‌ای A_1 داشت، گرچه با سه تیمار تغذیه‌ای دیگر در یک گروه آماری قرار داشت. قطر بلال در سیستم تغذیه آلی A_1 در پایین‌ترین سطح قرار دارد. شستشوی نیتروژن شیمیایی در مراحل اولیه رشد در سیستم تغذیه شیمیایی و ناکافی بودن نیتروژن برای رشد و نمو گیاه در مراحل اولیه رشد در سیستم تغذیه آلی می‌تواند دلیل این اختلاف باشد. از آن‌جاکه بلال در مرحله زایشی گیاه شکل می‌گیرد و مجموع قطر چوب بلال و ارتفاع دانه می‌باشد، بدین لحاظ در این مرحله آزادسازی عناصر غذایی از کود آلی در افزایش قطر بلال نقش مؤثری داشته است. افزایش قطر بلال در سیستم تغذیه تلفیقی (۴۸ سانتی‌متر) نسبت به تیمار شاهد (۴۴ سانتی‌متر) و سیستم تغذیه شیمیایی (۴۵ سانتی‌متر) نیز (فلاح، ۱۳۸۵) گزارش‌شده است. مقایسه میانگین قطر بلال نشان می‌دهد که تلقیح بذر نسبت به عدم‌تلقیح سبب تولید بلال‌هایی با قطر بیشتر می‌شود به‌طوری‌که اختلاف ۵/۲ درصدی با تیمار تلقیح نشده داشت (جدول ۴) که نقش باکتری‌ها در افزایش میزان سطح برگ و تسهیم ماده خشک بیشتر به دانه‌ها و چوب بلال از جمله دلایل افزایش قطر بلال به‌حساب می‌آیند. حمیدی (۱۳۸۵) گزارش داد که قطر بلال در اثر کاربرد کود زیستی به میزان ۵/۱۲ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم‌تلقیح) افزایش یافته است.

1. Zahir

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات بررسی شده در ذرت در سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی

Table 4: Mean comparison of studied traits in corn using different nutritional systems and biofertilizer

تیمار Treatments	سطوح تیمار Treatment level	قطر بلال (میلی‌متر) Ear diameter (mm)	طول بلال (سانتی‌متر) Ear length (cm)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد ردیف Number of row	تعداد دانه در ردیف Number of seed per row	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	شاخص برداشت (/.) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield (t ha^{-1})	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (t ha^{-1})
کود زیستی Biofertilizer	B1	44.54[a]	9.98[a]	252.09[a]	14.42[a]	43.39[a]	205.48[a]	22.14[a]	44.10[a]	9.78[a]
	B2	41.61[b]	18.10 [b]	240.36[b]	12.36[b]	40.99[b]	192.38[b]	19.84[b]	41.82[b]	8.11[b]
سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای Different nutritional systems	A1	41.65[c]	18.00[c]	235.66[c]	11.93[b]	40.56[c]	188.96[c]	19.76[c]	40.05[b]	7.81[c]
	A2	43.35[abc]	19.05[abc]	246.75[abc]	13.41[ab]	42.03[abc]	200.20[abc]	21.04[abc]	43.07[ab]	9.08[abc]
	A3	44.36[a]	19.96[a]	251.75[ab]	14.80[a]	43.90[a]	213.20[a]	21.68[ab]	46.72[a]	10.00[a]
	A4	43.96[ab]	19.60[ab]	256.08[a]	14.18[ab]	43.21[ab]	206.76[ab]	22.30[a]	43.60[ab]	9.53[ab]
	A5	42.06[ac]	18.61[bc]	240.90[bc]	12.63[ab]	41.25[bc]	195.53[bc]	20.17[bc]	41.36[b]	8.30[bc]

سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای: A1 (هشت تن در هکتار کود آلی)، A2 (شش تن در هکتار کود آلی و ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A3 (چهار تن در هکتار کود آلی و ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A4 (دو تن در هکتار کود آلی و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و A5 (۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) **کود زیستی** = B1 (تلقیح شده) و B2 (عدم‌تلقیح یا شاهد).

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری با یکدیگر ندارند.

Different nutritional systems: A1 (8 t ha^{-1} organic fertilizer), A2 (6 t ha^{-1} organic fertilizer + 46 kg ha^{-1} net nitrogen), A3 (4 t ha^{-1} organic fertilizer + 92 kg ha^{-1} net nitrogen) A4 (2 t ha^{-1} organic fertilizer + 138 kg ha^{-1} net nitrogen) and A5 (184 kg ha^{-1} net nitrogen). Biofertilizers: B1 (inoculated) and B2 (non-inoculated=control).

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: ضرایب همبستگی ساده بین صفات تحت بررسی در ذرت

Table 5: Correlation coefficients among studied traits in corn

	همبستگی Correlation	1	2	3	4	5	6
1	طول بلال Ear length	1					
2	قطر بلال Ear diameter	0.751**	1				
3	تعداد ردیف Number of row	0.710**	0.664**	1			
4	تعداد دانه در ردیف Number of seed per row	0.821**	0.760**	0.713**	1		
5	وزن هزار دانه 1000-seed weight	0.906**	0.750**	0.759**	0.837**	1	
6	عملکرد دانه Grain yield	0.886**	0.812**	0.836**	0.876**	0.945**	1

** و * به‌ترتیب وجود همبستگی در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

** and * indicating the presence of correlations at the levels of 1% and 5%, respectively

همبستگی‌ها

ضرایب همبستگی در جدول ۵ نشان می‌دهند که بین عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت در این پژوهش همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال با عملکرد دانه نشان می‌دهد که عملکرد دانه تحت تأثیر افزایش اجزاء عملکرد افزایش‌یافته است. رضوان‌طلب و همکاران (۱۳۸۸) نیز اظهار داشتند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای وجود دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که سیستم تلفیقی A_3 (چهار تن در هکتار کود آلی و ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) دارای بیشترین عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و شاخص برداشت بوده درحالی‌که سیستم تغذیه تلفیقی A_4 (دو تن در هکتار کود آلی و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) نیز بیشترین عملکرد بیولوژیک و ارتفاع را به‌خود اختصاص داده است. در تیمار تلقیح شده با باکتری نیز همه صفات اندازه‌گیری شده نسبت به تیمار شاهد (عدم‌تلقیح) بیشتر بود؛ بنابراین به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد کودهای زیستی و مدیریت تغذیه تلفیقی از جمله روش‌های مؤثر برای بهبود تولیدات کمی و کیفی گیاهان زراعی بوده که با کاهش مصرف کودهای شیمیایی، موجب کاهش آلودگی منابع آب‌وخاک شده و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک را نیز بهبود می‌بخشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

ثانی، ب.، رجب‌زاده، ف.، لیاقتی، ه.، قوشچی، ف. و کارور، م. ۱۳۸۶. نقش کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های کیفی و کمی ذرت دانه‌ای در اکوسیستم زراعی. مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، ۲۶-۲۵ مهر، گرگان، ۸۹۹ -۸۸۵.

حمیدی، آ. ۱۳۸۵. جنبه‌های اگرواکولوژیک کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد دانه و علوفه سیلویی دورگ‌های دیرس ذرت. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۸۱ صفحه.

حمیدی، آ.، رضازاده، ج. و عسگری، و. ۱۳۸۴. بررسی رابطه ظهور گیاهچه ذرت هیبرید سینگل گراس ۷۰۴ در مزرعه و برخی ویژگی‌های مرتبط اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه. نهال بذر، ۲۱ (۲): ۲۳۹-۲۱۳.

رضوان‌طلب، ن.، پیردشتی، ه. ا.، بهمنیار، م. ع. و عباسیان، ا. ۱۳۸۸. ازریابی کاربرد کمپوست زباله شهری و کودهای معدنی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲ (۱): ۹۰-۷۵.

فلاح، س. ا. ۱۳۸۵. بررسی اثرات تلفیقی کود مرغی-شیمیایی و نحوه به‌کارگیری آن‌ها بر خصوصیات خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه لرستان. رساله‌ی دوره دکتری زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۶۴ صفحه.

منتظری، ع. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۲. تأثیر کمپوست بر صفات کمی و کیفی محصول آفتابگردان، چغندرقند و گندم در یک دوره تناوب زراعی. مجموعه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از سم و کود در کشاورزی. ۵۹ ص.

نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۷۶. زراعت غلات. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۳۹۴ ص.

Adediran, J. A., Taiwo, L. B., Akande, M. O., Sobulo, R. A. and Idowu, O. J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition, 27: 1163-1181.

Bahl, G. S. and Toor, G. S. 2002. Influence of poultry manure on phosphorus availability and the standard phosphate requirement of crop estimated from quantity-intensity relationships in different soils. Bioresource Technology, 85: 317-322.

Cheema, M. A., Farhad, W., Saleem, M. F., Khan, H. Z., Vahid, M. A., Rasul, F. and Hammad, H. M. 2010. Nitrogen management strategies for sustainable maize production. Crop and Environment Science, 1 (1): 49-52.

Eghbal, B. G. D., Binford, J. F., Baltenspreger, D. D. and Anderson, F. D. 1995. Maize temporal yield variability under long term manure and fertilizer application: Fractal analysis. Soil Science Society of America Journal, 59: 1360-1364.

Farhad, W., Saleem, M. F., Cheema, M. A. and Hammad, H. M. 2009. Effect of poultry manure levels the productivity of spring maize (*Zea mays* L.). The Journal of Animal and Plant Sciences, 19 (3): 122-125.

Javed, M., Arshad, M. and Ali, K. 1998. Evaluation of *Rhizobacteria* for their growth promoting activity in maize. Pakistan Journal of Soil Science, 14: 36-42.

Kapulnik, Y., Sarig, S., Nur, I., Okon, Y. and Henis, Y. 1982. The effect of *Azospirillum* inoculation on growth and yield of corn. Journal of Botany, 31: 247-255.

Khaliq, T., Mahmood, T., Kamal, J. and Masood, A. 2004. Effectiveness of farmyard manure, poultry manure and nitrogen for corn (*Zea mays* L.) productivity. International Journal of Agriculture and Biology, 6 (2): 260-263.

Martinez-Toledo, M. V., Dela Rubia, T., Moreno, J. and Gonzalez-Lopez, J. 1988. Root exudates of *Zea mays* and production of auxins, gibberellins and cytokinins by *Aztobacter chroococcum*. Plant and Soil, 110: 149-152.

Mohamed, S. A. E., Sawsan, A. S. E. Y. and Dalia, M. E. S. 2008. Improving maize grain yield and its quality grown on a newly reclaimed sandy soil by applying micronutrient, organic manure and biological inoculation. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4 (5): 537-544.

Mooleki, S. P., Schoenau, J. J., Charles, J. L. and Gwen, G. 2004. Effect of rat, frequency and incorporation of feedlot cattle manure on soil nitrogen availability crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskachwan. Canadian Journal of Soil Science, 84: 199-210.

Murty, M. G. and Ladha, J. K. 1988. Influence of *Azospirillum* inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. Plant and Soil, 108: 281-285.

Parmar, D. K. and Sharma, A. K. 1998. Integrated nutrient supply system for DPPG8, Vegetable pea (*Pisum sativum* var. *aravense*) in dry temperature zone of himachal Pradesh. Indian Journal Agriculture Science, 68: 247-253.

Roe, N. E., Stoffella, J. and Greatz, D. 1997. Compost from various municipal solid waste feed stocks affect vegetable crops. II. Growth, yield and fruit quality. Journal of the American Society for Horticulture Science, 122: 433-437.

Roesti, D., Gaur, R., Johri, B. N., Imfeld, G., Sharma, S., Kawaljeet, K. and Aragno, M. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of *Arbuscular mycorrhizal* fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. Soil Biology and Biochemistry, 38: 1111-1120.

Shata, S. M., Mahmoud, A. and Siam, S. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Reacerch Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3 (6): 733-739.

Tabosa, J. N., Santos, D. G., Tavares-Filho, J. J., Nascimento, M. M. A., Farias, I., Lira, M. A. and Santos, M. C. 1990. The effect of annual application of organic fertilizer on water use efficiency in forage sorghum in the semi-arid agricultural region of Pernam Buco Documentos Empresa Gapixsade Pesquisa. Agropecuaria, 65: 960 Pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Tilak, K. V. B. R., Singh, C. S., Roy, N. K. and Rao, N. S. 1982. *Azosprillum brasilense* and *Azotobacter chroococcum* inoculum: Effect on yield of maize (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*). Soil Biology and Biochemistry, 14 (4): 417-418.

Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting *Rhizobacteria* as biofertilizer. Plant and Soil, 255: 571-586.

Zahir, A. Z., Abbas, S. A., Khalid, A. and Arshad, M. 2000. Substrate depended microbial derived plant hormones for improving growth of maize seedling. Pakistan Journal of Biological Science, 3: 289-291.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Integration of Chemical and Organic Fertilizers on Yield and Yield Components of Corn (s.c. 704)

Maghsoudi[1*], E., Ghalavand[2], A. and Aghaalikhani[3], M.

Abstract

In order to study the different nutritional systems on grain yield and yield components of corn (S.C.704) in different levels of biofertilizers, the experiment was conducted at the research farm faculty of agriculture, Tarbiat Modarres University during 2010. The experiment was conducted factorial design base on Randomized Complete Block Design with three replications. Treatments were include five different nutritional systems: A_1 (8 ton ha^{-1} organic fertilizer), A_2 (6 ton ha^{-1} organic fertilizer + 46 kg ha^{-1} net nitrogen), A_3 (4 ton ha^{-1} organic fertilizer + 92 kg ha^{-1} nitrogen), A_4 (2 ton ha^{-1} organic fertilizer + 138 kg ha^{-1} nitrogen) and A_5 (184 kg ha^{-1} nitrogen) and biofertilizer (nitrogen fixation bacteria include *Azotobacter* and *Azospirillium*) at two levels included: B_1 (inoculation) and B_2 (non-inoculation). The results showed that amount grain yield and harvest index at A_3 nutritional systems was obtained 10 ton ha^{-1} and 46.72 percent, respectively. In seeds inoculated (B_1) grain yield and yield components were higher than the control, So that grain yield and 1000-seed weight in inoculated treatments 9.7 ton ha^{-1} and 205.4 g respectively. With biofertilizer (B_1) amount of leaf area index (LAI), seed yield and harvest index was obtained 7.75, 9.78 ton ha^{-1}, and 44.10 percent, respectively. According to the results grain yield were the better in the combination of biofertilizers and A_3 nutritional systems of organic fertilizers and chemical fertilizers (10.56 ton ha^{-1}) than when used alone.

Keywords: *Azotobacter*, *Azospirillum*, Nutrition, Harvest index, Grain yield

1. Former MSc Student of Agronomy, Tarbiat Modarres University and Ph.D. Student of Crop Physiology, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran

2 and 3. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

*: Corresponding author Email: eisa2663@yahoo.com

www.SID.ir