بررسی کارایی باکتری آزوسپریلیوم ، ازتوباکتر به همراه مصرف کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد ذرت علوفه ای

Evaluation of *Azospirillum* , *Azotobacter* with nitrogen chemical fertilizer utilization on yield of fodder maize (*Zea mays* L.)

حمید رضا توحیدی مقدم[1*] ، فرشاد قوشچی [2]، احمد ذاکری[3] ،حامد هادی[4]

۱و۲- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین

۳و۴- کارشناس ارشد زراعت

*مسئول مکاتبات: حمیدرضا توحیدی مقدم

تاریخ دریافت ۸۷/۵/۱۲ تاریخ پذیرش ۸۷/۱۰/۱

چکیده

کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری های همیار تثبیت کننده نیتروژن به صورت تلفیق با مصرف کودهای شیمیایی، مهم ترین راهبرد تغذیه تلفیقی گیاه برای مدیریت پایدار بوم سازه های کشاورزی و افزایش تولید آن ها در نظام کشاورزی پایدار با نهاده کافی است. به منظور بررسی تأثیر کاربرد مایه تلقیح باکتری های *Azospirillum brasilense* و *Azotobacter chroococcum* به همراه مقادیر کودهای شیمیایی نیتروژن، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در ۴ تکرار در بهار سال ۱۳۸۶ بر روی ذرت علوفه ای رقم SC 700 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین اجرا شد. که در آن ،عامل باکتری *Azospirillum brasilense* (As) شامل دو سطح استفاده از باکتری *Azospirillum* و عدم استفاده از باکتری *Azospirillum* و عامل باکتری *Azotobacter chroococcum* (Az) شامل دو سطح استفاده از *Azotobacter* و عدم استفاده از *Azotobacter* (Az_0) ،عامل کود شیمیایی نیتروژن (N) شامل دو سطح میزان کود شیمیایی نیتروژن بر اساس آزمون خاک (N) و نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن بر اساس آزمون خاک (N/2). نتایج حاصل از این پژوهش علاوه بر آن که نشان داد در تیمارهایی که در آن از باکتری های همیار تثبیت کننده نیتروژن استفاده شده بود به دلیل تولید هورمون های رشدی در گیاه، باعث افزایش صفات مرفولوژیکی و اجزا عملکرد گیاه گردید، مشخص ساخت که در حضور این باکتری ها میزان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن به نصف میزان توصیه شده بر مبنای آزمون خاک کاهش می یابد.

واژه های کلیدی : ذرت علوفه ای ، باکتری آزوسپریلیوم، و باکتری ازتوباکتر

مقدمه

کاربرد کودهای بیولوژیک برای حفظ توازن بیولوژیک، حاصلخیزی خاک به منظور به حداکثر رساندن روابط بیولوژیک مطلوب سیستم و به حداقل رساندن استفاده از مواد و عملیاتی که این روابط را بر هم می زنند، به ویژه مصرف کودهای شیمیایی،از اهمیت ویژه ای برخوردار است.اگر چه استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی از قدمت بسیار زیادی برخوردار است و در گذشته نه چندان دور تمام مواد غذایی مورد مصرف انسان با استفاده از چنین منابع ارزشمندی تولید می شده، است ولی بهره برداری علمی از این گونه منابع، سابقه چندانی ندارد (۱).

کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری های محرک رشد گیاه، مهم ترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی برای سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی با کاربرد باکتری های مذکور به شمار می آید(۱۵).باکتری های جنس ازتوباکتر، آزوسپریلیوم از

Archive of SID

www.SID.ir

مهم ترین باکتری های محرک رشد گیاه هستند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن، با تولید مقادیر قابل ملاحظه هورمون های تحریک کننده رشد، به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می دهند(۱۹).

بررسی های Kapulnik و همکاران، افزایش ارتفاع بوته، وزن تر و خشک برگ های بوته ذرت بر اثر تلقیح بذر با باکتری های جنس آزوسپریلیوم را نشان داد(۸).همچنین Hernandez و همکاران (۷) افزایش وزن تر بخش هوایی بوته، تعداد برگ و ارتفاع بوته ذرت در اثر تلقیح بذرهای آن با باکتری ها را گزارش کردند.

Rohitashav-Singh و همکاران (۱۹۹۳) بذرهای ذرت را با باکتری ازتوباکتر کروئوکوکوم، تلقیح کرده و با کشت آن ها در مزرعه همراه با بذرهای تلقیح نشده به عنوان شاهد، طی یک آزمایش مزرعه ای دو ساله تحت تیمارهای مختلف مصرف یا عدم مصرف نیتروژن ملاحظه کردند که بر اثر تلقیح، عملکرد ماده خشک علوفه، نسبت برگ های سبز هر بوته و میزان فسفات ساقه افزایش یافته است (۱۴).

Ribaudo و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی همیاری بین ریشه ذرت و سویه ای از باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس از طریق تلقیح بذر دو رقم ذرت مشاهده کردند که میزان وزن خشک بخش هوایی و ریشه ها در مرحله شیری شدن دانه ها افزایش یافت و فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز برگ ها و ریشه بوته های حاصل از بذرهای تلقیح شده بیشتر شد(۱۳).همچنین Pandy و همکاران(۱۹۹۸) نیز افزایش قابل ملاحظه نیتروژن و فسفر بخش های مختلف بوته و عملکرد ذرت را بر اثر تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس مشاهده کردند(۱۱).

Vadivel و همکاران (۱۹۹۹) افزایش جذب NPK و وزن خشک بوته ذرت با تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم را گزارش کردند (۱۸). Frioni & Fulchieri (۱۹۹۴) بذرهای ذرت را با مایه تلقیحی حاوی مخلوطی از دو سویه باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس و یک سویه آزوسپیریلوم لیپوفروم تلقیح کردند و با کشت آن ها در مزرعه، افزایش وزن خشک بخش هوایی بوته و ریشه نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) را گزارش دادند(۶).

Nanda و همکاران (۱۹۹۵) نیز با اجرای آزمایش مزرعه ای مشاهده کردند که تلقیح بذر ذرت با باکتری های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم، سبب افزایش عملکرد علوفه سبز در تیمارهای برخوردار از مقادیر مختلف کود نیتروژنه شد(۹).

Bertolini و همکاران (۱۹۹۹) با اجرای آزمایش های مزرعه ای 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 معنی دار عملکرد دانه می شود و در ارقام مختلف از لحاظ افزایش عملکرد براثر تلقیح باکتریایی بذر، اختلاف معنی داری با یکدیگر پیدا کردند (۲).

Stancheva & Dinew (۲۰۰۳) عنوان داشتند که بر هم کنش بین سیستم ریشه ذرت و باکتری آزوسپریلیوم برازیلنس، سبب افزایش بیوماس و میزان نیتروژن کل بوته می شود(۱۶).

همچنین Stamford Freita (۲۰۰۲) در یک بررسی گلدانی افزایش فعالیت آنزیم نیتروژناز و رشد ریشه ذرت با تلقیح بذرها با باکتری آزوسپیریلوم را مشاهده کردند (۴).

Nieto و Frakenberger ملاحظه کردند که تیمار بذر ذرت با آدنین و الکل ایزوپنتیل به عنوان پیش ماده هورمون سیتوکینین و نیز تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلیوم، موجب افزایش ۲/۰۷، ۲/۸۲، ۱/۴۶ و ۱/۷ برابری ، به ترتیب ارتفاع بوته، فاصله میان گره های ساقه، قطر ساقه و پهنای برگ گردید(۱۰).

بررسی Tilak و همکاران (۱۹۸۲) افزایش بیشتر عملکرد دانه ذرت بر اثر تلقیح بذر ذرت 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 باکتری ها بدون مصرف کود اوره را مشاهده کردند(۱۷).

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به تحقیقات انجام گرفته، هدف از اجرای این پژوهش، بررسی تأثیر باکتری های همیار در خانواده غلات به همراه کود شیمیایی نیتروژن به منظور کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد ذرت علوفه ای به منظور مدیریت پایدار بوم سازه های زراعی از طریق تغذیه تلفیقی گیاهی بود.

مواد و روش ها

این طرح به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در۴ تکرار به روی رقم ذرت SC700در منطقه ورامین به اجراء در می آمد که در آن ،عامل باکتری *Azospirillum brasilense*(As) شامل دو سطح :۱-استفاده از باکتری *Azospirillum* (As_1)، ۲- عدم استفاده از باکتری *Azospirillum* (As_0)، عامل باکتری *Azotobacter chroococcum* (Az) شامل دو سطح : ۱- استفاده از *Azotobacter* (Az_1)،۲- عدم استفاده از *Azotobacter* (Az_0)، عامل کود شیمیایی نیتروژن (N) شامل دو سطح : ۱- میزان کود شیمیایی نیتروژن بر اساس آزمون خاک که ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در نظر گرفته شد (N) و ۲- نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن بر اساس آزمون خاک که به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در نظر گرفته شد(N/2). به طور کلی این آزمایش با ۳ عامل، هر کدام در دو سطح 2^3 در ۴ تکرار اجرا گردید. پس از آماده سازی و تهیه بستر بذر نسبت به کاشت بذر مربوط به هر تیمار اقدام گردید. فاصله خطوط کاشت نسبت به یکدیگر ۷۵ سانتی متر، فاصله دو بذر روی هر ردیف ۱۳ سانتی متر،فاصله دو کرت مجاور نسبت به یکدیگر ۵۰ سانتی متر بود. به منظور عدم اختلاط آب آبیاری بین دو تکرار، دو جوی در نظر گرفته می شد، که یکی از به منظور رساندن آب به هر تکرار و دیگری به منظور خروج آب زهکش تکرار بالایی بود.برای هر تیمار در هر کرت، ۶ خط ۶متری در نظر گرفته می گیرد. نمونه گیری پس از حذف دو خط کناری از هر کرت و۱ متر از بالا و پائین هر خط صورت می گیرد. باکتری های مورد اشاره از موسسه آب و خاک، تهیه و قبل از کاشت، به صمغ عربی با بذر تیمارهای مربوطه آغشته شدند. در رابطه با میزان آن نیز می بایست از لحاظ میکروبیولوژیکی در اطراف هر بذر در حدود 10^6 باکتری وجود داشته باشد که برای این منظور، حدود ۳۰۰ گرم از پودر این باکتری که همراه با حامل بود برای ۶۰ کیلوگرم بذر در نظر گرفته شد. به منظورمحاسبه صفات مورد بررسی، ۳ متر طولی از هر کرت، انتخاب و محاسبات مربوطه بر روی آن انجام شد. برای محاسبه پروتئین از دستگاه کجدال استفاده گردید. تجزیه واریانس برای کلیه صفات با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مربوط به صفات اندازه گیری شده در جدول ۱ آورده شده است. همچنین مقایسه میانگین های اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن برای صفات مورد بررسی انجام گرفت که نتایج حاصل در جدول ۲ آورده شده است. همانگونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول۱) مشاهده می شود بین سطوح مختلف اثر باکتری آزوسپریلیوم و باکتری ازتوباکتر برای تمامی صفات اندازه گیری شده در آزمایش از لحاظ آماری در سطح یک درصد، اختلاف معنی داری مشاهده می شود.

اثر کود شیمیایی نیتروژن نیز برای ارتفاع گیاه و میزان پروتئین، از لحاظ آماری معنی دار نبود، ولی برای بقیه صفات اندازه گیری شده، از لحاظ آماری در سطح یک درصد، اختلاف معنی داری مشاهده گردید.

همچنین اثر متقابل باکتری آزوسپریلیوم در باکتری ازتوباکتر، اثر متقابل باکتری آزوسپریلیوم در کود شیمیایی نیتروژن و اثر متقابل باکتری ازتوباکتر در کود شیمیایی نیتروژن برای تمامی صفات اندازه گیری شده در آزمایش، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح یک درصد مشاهده گردید. اثر متقابل باکتری آزوسپریلیوم در باکتری ازتوباکتر در کود شیمیایی نیتروژن نیز برای تعداد برگ های هر بوته معنی دار نبود، ولی برای میزان پروتئین، از لحاظ آماری، در سطح پنج درصد و برای بقیه صفات اندازه

www.SID.ir

گیری شده در آزمایش، در سطح یک درصد اختلاف معنی داری مشاهده گردید.

در مقایسه میانگین ها به روش دانکن (جدول۲) نیز مشاهده گردید که بالاترین ارتفاع گیاه مربوط به تیماری بود که در آن از باکتری آزوسپریلیوم به همراه باکتری ازتوباکتر به همراه نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده در هکتار استفاده شده بود اگرچه اختلاف این تیمار با تیمارهایی که در آن ها از باکتری آزوسپریلیوم به همراه باکتری ازتوباکتر به همراه میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده و تیماری که در آن از باکتری آزوسپریلیوم به همراه نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده و تیماری که در آن از باکتری ازتوباکتر به همراه نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده در هکتار استفاده شده بود، از لحاظ آماری معنی دار نبود، ولی با بقیه تیمارهای آزمایشی در سطح پنج درصد دانکن، معنی دار بود. بررسی ها نشان داده است که به کارگیری باکتری های همیار از طریق مکانیزم تولید هورمون های محرک رشد گیاه می تواند سبب افزایش رشد طولی گیاه گردد. Kapulnik و همکاران(۱۹۸۲) افزایش ارتفاع بوته ذرت را با کاربرد باکتری آزوسپریلیوم و Zahir و همکاران افزایش ارتفاع بوته ذرت را که بذرهای آن با باکتری ازتوباکتر تلقیح شده بودند ، گزارش کردند(۸ و ۲۰).

مقایسه میانگین ها برای تعداد برگهای هر بوته به روش دانکن (جدول ۲) نیز نشان داد که بالاترین تعداد برگ های هر بوته، مربوط به تیماری بود که در آن از باکتری آزوسپریلیوم به همراه باکتری ازتوباکتر به همراه نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده در هکتار استفاده شده بود و اختلاف آن از لحاظ آماری با بقیه تیمارهای آزمایشی در سطح پنج درصد دانکن، معنی دار بود.از آن جایی که کاربرد این باکتری ها سبب افزایش ترشح هورمون جیبرلین شده و جیبرلین ها سبب افزایش رشد طولی سلول ها به ویژه میان گره های ساقه می شوند و از طرفی، محل تشکیل برگ ها ، میان گره های ساقه است، افزایش تعداد میان گره ها سبب افزایش تعداد برگ ها می شود. در این رابطه Hernandez و همکاران (۱۹۹۵) نیز افزایش تعداد برگ های بوته ذرت را که با باکتری ها تلقیح شده بودند گزارش نمودند(۷).

همچنین در مقایسه میانگین ها به روش دانکن (جدول ۲) نیز مشاهده گردید که بالاترین وزن تر هر بوته، مربوط به تیماری بود که در آن از باکتری آزوسپریلیوم به همراه باکتری ازتوباکتر به همراه نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده در هکتار استفاده شده بود. هر چند که اختلاف این تیمار با تیماری که در آن از باکتری آزوسپریلیوم به همراه نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده در هکتار استفاده بود، از لحاظ آماری معنی دار نبود، ولی اختلاف آن از لحاظ آماری با بقیه تیمارهای آزمایشی در سطح پنج درصد دانکن معنی دار بود.از آن جایی تیمار با باکتری های همیار تثبیت کننده نیتروژن، سبب افزایش ارتفاع گیاه و تعداد کل برگ های گیاه شده و در نتیجه، سبب افزایش وزن تر هر بوته گردید. Chabot و همکاران (۱۹۹۳) نیز در این رابطه، افزایش درصدی وزن تر بوته ذرت را بر اثر تلقیح بذر با این باکتری ها گزارش کردند(۳).

در رابطه با عملکرد علوفه تر در هکتار نیز مقایسه میانگین ها به روش دانکن (جدول ۲) نشان داد که بالاترین عملکرد علوفه تر در هکتار، از تیماری به دست آمد که در آن از باکتری آزوسپریلیوم به همراه باکتری ازتوباکتر به همراه نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده در هکتار استفاده شده بود. هر چند اختلاف این تیمار با تیماری که در آن از باکتری آزوسپریلیوم به همراه نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده در هکتار استفاده شده بود، از لحاظ آماری معنی دار نبود، ولی اختلاف آن از لحاظ آماری با بقیه تیمارهای آزمایشی در سطح پنج درصد دانکن معنی دار بود. از آن جایی که کاربرد باکتری های همیار تثبیت کننده نیتروژن، سبب افزایش ویژگی های مرتبط مؤثر بر عملکرد علوفه، یعنی افزایش وزن تک بوته ذرت می شود، پس می تواند عملکرد علوفه در هکتار را نیز افزایش دهد. این نتیجه می تواند همچنین بیانگر رابطه تقویت کنندگی ترکیب باکتری های مذکور با یکدیگر برای افزایش عملکرد علوفه سیلویی ذرت باشد.بنابراین می توان چنین نتیجه

Archive of SID

www.SID.ir

گرفت که بر اثر تلقیح باکتریایی بذر ، روابط مثبت بین گیاه ذرت و این باکتری ها تقویت گردیده و منجر به افزایش عملکرد علوفه تر شده است. بررسی Hernandez و همکاران (۱۹۹۵)نشان داد که که تلقیح بذر ذرت با باکتری ها سبب افزایش عملکرد علوفه گردید(۷).

همچنین در مقایسه میانگین ها به روش دانکن(جدول ۲) نیز مشاهده گردید که بالاترین میزان پروتئین، از تیماری به دست آمد که در آن از باکتری آزوسپریلیوم به همراه باکتری ازتوباکتر به همراه نصف میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده در هکتار استفاده شده بود هر چند اختلاف این تیمار با تیمارهایی که در آن ها از باکتری آزوسپریلیوم به همراه باکتری ازتوباکتر به همراه میزان کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده در هکتار استفاده شده بود از لحاظ آماری معنی دار نبود، ولی با بقیه تیمارهای آزمایشی در سطح پنج درصد دانکن معنی دار بود.بالا بودن پروتئین در تیماری که در آن از باکتری های همیار تثبیت کننده نیتروژن استفاده شده بود نیز ناشی از این واقعیت است که نیتروژن یکی از از عناصر تشکیل دهنده اسید های آمینه است و از آن جا که اسیدهای آمینه از اجزای اصلی تشکیل دهنده پروتئین ها هستند، تیمارهایی که در آن ها از این باکتری ها استفاده شده بود از میزان پروتئین بالاتری برخوردار بودند.

جدول ۱- خلاصه جدول تجزیه واریانس

Table 1.summary of analysis of variance

		میانگین مربعات *(MS)*				
منابع تغییر *S.O.V*	درجه آزادی *df*	ارتفاع گیاه *Plant height*	تعداد برگ های بوته *Plant leaf number*	وزن تر هر بوته *Plant fresh weight*	عملکرد علوفه تر در هکتار *fodder yield per hectare*	میزان پروتئین خام *amount of fodder protein*
R تکرار	3	4.78 ns	0.003 ns	0.0001 ns	1820268.1 ns	0.0226 ns
Treatment تیمار	7					
Factor(As) اثر باکتری آزوسپریلیوم	1	3719.53**	3.406**	0.82**	862432746.1**	188.713**
Factor(Az) اثر باکتری ازتوباکتر	1	3341.53**	1.611**	0.055**	581285656.1**	119.776**
Factor(N) اثر کود شیمیایی نیتروژن	1	42.78 ns	1.479**	0.024**	255639966.1**	0.1696 ns
*Interaction(As*Az)* اثر متقابل باکتری آزوسپریلیوم* باکتری ازتوباکتر	1	1046.53**	0.090**	0.018**	192825522**	73.053**
*Interaction(As*N)* اثر متقابل باکتری آزوسپریلیوم* کود شیمیایی نیتروژن	1	331.53**	1.216**	0.010**	106755272**	0.8417**
*Interaction(Az*N)* اثر متقابل باکتری ازتوباکتر* کود شیمیایی نیتروژن	1	318.78**	0.546**	0.002**	28020098**	1.181**
*Interaction(As*Az*N)* اثر متقابل باکتری آزوسپریلیوم* باکتری ازتوباکتر* کود شیمیایی نیتروژن	1	1116.28**	0.002 ns	0.018**	195851736.1**	0.3300*
اشتباه آزمایشی	21	19.59	0.009	0.0002	2285861	0.0637
ضریب تغییرات تغییرات(درصد)		2.07	0.63	2.08	2.08	0.23

بایستی توجه داشت که بررسی های پژوهشگران نشان داده که باکتری های محرک رشد گیاه از طریق مکانیزم تولید هورمون های تحریک کننده رشد گیاه، به ویژه انواع اکسین، سیتوکینین و جیبرلین، رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می دهند. Zahir و همکاران (۲۰۰۰) تولید اسید

Archive of SID

www.SID.ir

ایندول – ۳ – استیک به وسیله سویه های مختلف باکتری های جنس ازتوباکتر و Fulchieri و همکاران (۱۹۹۳) تولید انواع اکسین،اسید جیبرلیک و اسید ایزوجیبرلیک توسط باکتری آزوسپریلیوم را علت افزایش قابل ملاحظه رشد و نمو ذرت دانستند(۲۱ و۵).

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد باکتری های همیار تثبیت کننده نیتروژن با توجه به این که باکتری های مذکور از طریق تولید هورمون های محرک رشد گیاه نیز می توانند سبب افزایش اکثر صفات اندازه گیری شده و عملکرد ذرت علوفه ای شوند، به نظر می رسد که در حضور این باکتری ها می توان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن را به نصف میزان توصیه شده در هکتار بر اساس آزمون خاک کاهش داد، بدون آن که کاهشی در میزان صفات اندازه گیری شده مشاهده گردد. بایستی توجه داشت که از تأثیرات سینرژیستی مثبت این باکتری ها زمانی می توان به خوبی بهره برد که کود شیمیایی نیتروژن در حد اپتیمم در اختیار گیاه باشد ، در غیر این صورت، گیاه ترجیح می دهد که بدون صرف انرژی از کود شیمیایی نیتروژن استفاده کند و کاربرد این باکتری ها در عمل بی تأثیر گردد.

جدول ۲- مقایسه میانگین های اثرات اصلی و اثرات متقابل فاکتورهای آزمایشی

Table 2. Mean comparison of main effects and interactions of experimental factors.

تیمار *Treatment*	ارتفاع گیاه (سانتی متر) *Plant height (cm)*	تعداد برگ های بوته *Plant leaf number*	وزن تر هر بوته (کیلوگرم) *Plant fresh weight (Kg)*	عملکرد علوفه تر در هکتار (کیلوگرم) *fodder yield per hectare (Kg/ha)*	میزان پروتئین خام(گرم بر کیلوگرم) *amount of fodder protein (g/Kg)*
As_0 بدون آزوسپریلیوم	202.313b	14.99b	0.6572b	67397.8b	105.902b
As_1 کاربرد آزوسپریلیوم	223.875a	15.64a	0.7585a	77780.7a	110.759a
Az_0 بدون ازتو باکتر	202.875b	15.09b	0.6663b	68327.2b	106.396b
Az_1 کاربرد ازتو باکتر	223.313a	15.54a	0.7494a	76851.3a	110.265a
N نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک	211.93a	15.10b	0.6803b	69762.8b	108.4037a
N/2 نصف میزان نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک	214.25a	15.53a	0.7354a	75415.7a	108.2581a
As_0+ Az_0+ N	197.500c	14.837b	0.6152d	63091d	106.007c
As_0+ Az_0+ N/2	175.250d	14.600g	0.5682e	58271e	104.950d
As_0+ Az_1+ N	211.250b	15.115e	0.6797c	69705c	106.267c
As_0+ Az_1+ N/2	225.250a	15.432e	0.7657b	78524b	106.385c
As_1+ Az_0+ N	212.250b	15.190de	0.6805c	69782c	107.315b
As_1+ Az_0+ N/2	226.500a	15.765b	0.8012a	82165a	107.312b
As_1+ Az_1+ N	226.750a	15.287d	0.7457b	76473b	114.025a
As_1+ Az_1+ N/2	230.000a	16.352a	0.8065a	82703a	114.385a

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * , and **: Non significant , significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده:

۱. آستارایی، ع. و ع. کوچکی. ۱۳۷۵.کاربرد کودهای بیولوژیک در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.

2. Bertolini, M.,Bressaan, M., Snidaro, M., Fogher , C. and morocco,A. 1999. Inoculation with *Azospirillum* and nitrogen fertilizer application in maize. Informatore Agrario, 46:51-53.
3. Chabot, R., Antoun, H. and Cescas, M.P. 1993. Stimulation of the growth of maize and lettuce by inorganic phosphorus solubilizing microorganisms. Canadian Journal of Microbiology, 39:941-947.
4. Freitas, A.D.S. and Stamford, N.P. 2002. Association nitrogen fixation and growth of maize in Brazilian rainforest Soil as affected by *Azospirillum* and organic materials. Tropical Grassland,36:77-82.
5. Fulchieri ,M., Lucangeli, C. and Bottini, R .1993. Inoculation with *Azospirillum* affects growth and gibbereline status of corn seedling roots. Plant Cell Physiology, 34: 1305-1309.
6. Fluchieri, M. and Frioni, L. 1994. *Azospirillum* inoculation on maize (*Zea mays L.*):effect on yield in a field experiment in central Argentina. Soil Biology and Biochemistry,26:921-923.
7. Hernandez, A.N., Hernandez , A. And Heydrich,M . 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. Cultivar Tropicales ,6:5-8.
8. Kapulnik,Y., Sarig, S., Nur, A., Okon, Y and Henis, Y.1982. The effect of *Azospirillum* inoculation on growth and yield of corn. Israel Journal of Botany, 31:247-255.
9. Nanda, S.S.,Swain,K.C., Panda,S.C., Mohanty, AK.and Alim, M.A.1995. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of Orisa.Current Agricultural Research, 8:45-47.
10. Nieto, K.F. and Frankenberger , W.T.(Jr.)1991. Influence ofadenine, isopenyl alcohol and *Azotobacter chroococcum* on thevegetative growth of *zea mays* . Plant and Soil, 135:213-221.
11. Pandy, A., Sharma, E. and Palni, L.M.S. 1998.Influence of bacterial inoculation on maize upland farming systems of the Sikkim Himalaya. Soil Biology and Biochemistry,30:379-384.
12. Peoples, M.B., and Herridge ,D.F.1990. Nitrogen Fixation by legumes in tropical and subtropical agriculture. Advances in Agronomy, 44:155-223.
13. Ribaudo, C.M., Paccusse, A.N., Rondanini, D.P., Curu, J.A. and Fraschina, A.A.1998.*Asospirillum- maize* association: effect on dry matter yield and nitrate reductive activity. Agricultural Tropica et Subripica,31:61-70.
14. Rohitashav – Singh , Sood , B.K. Sharma, V.K. and Singh, R. 1993. Response of forage maize to *Azotobacter* inoculation and nitrogen . Indian Journal of Agronomy,38:555-558.
15. Sharma , A.K. 2003. Biofertilizers for sustainable agriculture. Arobios , India.
16. Stancheva, I. and Dinev, N.2003. Effect of inoculation of maize and species of tribe Triticeae with *Azospirillum brasilense*. Journal of Plant Physiology 4:550-552.
17. Tilak, K.V.B.R , Singh, C.S., Roy, V.K. and Rao, N.S.S. 1982. *Azospirillum* brasilense and *Azotobacter chroococcum* inoculum :effect on yield of maize and sorghum .Soil Biology and Biochemistry,14:417-418.
18. Vadivel, N. Subbian, P. and Velayantham, A. 1999. Effect of sources and levels of N on the dry matter production and nutrient uptake in rainfed maize. Madras Agricultural Journal,86:498-499.
19. Zahir, A.Z. , Arshad, M. and Frankenberger(Jr.), W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81:97-168.
20. Zahir, A.Z., Arshad, M and Khalid, A.1998. A improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria Pakistan Journal of Soil Science.15:7-11.
21. Zahir, A.Z., Abass, S. A. Khalid, A. and Arshad, M. 2000. Substrate depended microbially Derived plant hormones for improving growth of maize seedling. Pakistan Journal of Biological Science, 3:289-291.

Archive of SID

www.SID.ir