شماره ۹۱، تابستان ۱۳۹۰

نشریه زراعت

(پژوهش و سازندگی)

بررسی تاثیر باکتری های محرک رشد گیاه (Pseudomonas و Azospirillum) بر رشد و عملکرد گیاه ذرت (*Zea mays* L.)

• **سمیه نظارت**

کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود

• **احمد غلامی**

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود (نویسنده مسئول)

تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: مهر ماه ۱۳۸۸

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۷۳۵۱۹۹

Email: ahgholami@yahoo.com

چکیده

باکتری های محرک رشد گیاه از طرق مختلف و از جمله افزایش میزان جذب و دسترسی به عناصر غذایی می توانند رشد گیاه را بهبود بخشند . این تحقیق به منظور بررسی عکس العمل گیاه ذرت در پاسخ به تلقیح توسط باکتری های محرک رشد به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی اجرا گردید. عامل اول سویه های مختلف باکتری Azospirillum شامل سه سطح A۱: شاهد (بدون تلقیح)، A۲: *A.lipoferum* DSM۱۶۹۱ و A۳: *A. brasilense* DSM۱۶۹۰ و عامل دوم شامل سویه های مختلف باکتری Pseudomonas شامل پنج سطح P۱: شاهد، P۲: *P.putida* R-۱۶۸، P۳: *P. fluorescens* R-۹۳، P۴: *P.fluorescens* DSM ۵۰۰۹۰ و P۵: *P.putida* DSM ۲۹۱ بود. نتایج این بررسی نشان داد که پس از گذشت ۷۵ و ۹۰روز از کاشت تا انتهای دوره رشد، وزن خشک کل بوته و وزن خشک دانه بترتیب در بوته های ذرت تلقیح شده با سویه های آزوسپریلوم و سودوموناس در مقایسه با شاهد بطور معنی داری افزایش یافت. در انتهای فصل، بیشترین مقدار وزن خشک کل بوته از تلقیح بذور با سویه های *A.lipoferum* DSM۱۶۹۱ و *A.brasilense* DSM۱۶۹۰ و بیشترین وزن خشک دانه از تلقیح با *A.brasilense* DSM۱۶۹۰ بدست آمد. همچنین، بیشترین مقدار وزن خشک کل بوته از تلقیح بذور با سویه ی *P.putida* R-۱۶۸ و بیشترین وزن خشک دانه از تلقیح با *P.putida* R-۱۶۸ و *P. fluorescens* R-۹۳ بدست آمد.

کلمات کلیدی: باکتری های محرک رشد گیاه (PGPR)، آزوسپیریلوم (Azospirillum)، سودوموناس (Pseudomonas)، ذرت (*Zea mays* L.)

www.SID.ir

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 91 pp: 44-51

The effects of plant growth promoting rhizobacteria (Azospirillum, Pseudomonas) on growth and yield of corn (*Zea mays* L.).

By: S. Nezarat Expert in Agricultual Research Center of Shahroud, and A. Gholami, (Corresponding Author; Tel: +989122735199) Scientific Member of Industrial University of Shahroud.

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) with various mechanisms including enhanced nutrients availability and uptake can improve plant growth. The study arrangement was factorial based on randomized blocks design. Bacterial strains of Azospirillum (*A.lipoferum*DSM1691, *A.brasilense* DSM1690) and Pseudomonas (*P.putida* strain R-168, *P. fluorescens* strain R-93, P.fluorescens DSM 50090, P.putida DSM 291) as well as a control treatment, were used to inoculate the seeds. The results indicated that from 75 and 90 days after sowing till the end of growth season, plants inoculated with Azospirillum and Pseudomonas produced higher total and grain dry weight, compared with control. At the end of growing season the highest total dry weight (DW) was obtained from inoculation with *A.lipoferum*DSM1691 and *A.brasilense*DSM1690 and also the highest grain weight was obtained from inoculation with *A.brasilense*DSM1690. The highest total DW was related to inoculation with *P.putida* R-168 and the highest grain weight was related to inoculation with *P.putida* R-168 and *P. fluorescens* R-93.

Key words: Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), Pseudomonas, Azospirillum, corn (*Zea mays* L.)

مقدمه

افزایش تقاضای جهانی برای مواد غذایی همراه با محدودیت اراضی مستعد و قابل کشت، محققین بخش کشاورزی را با چالش بزرگی روبرو نموده است. بر این اساس، در شرایطی که عملاً توسعه اراضی کشاورزی مقدور نیست، بیشتر نگاه ها به افزایش عملکرد در واحد سطح معطوف شده است. از مولفه های اساسی افزایش عملکرد محصولات، مصرف بیشتر انواع نهاده ها، بویژه کودهای شیمیایی است که کاربرد آنها مشکلاتی را برای انسان، خاک و محیط زیست فراهم می نماید. از راه های اساسی فائق آمدن به این مشکلات که علاوه بر صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی در حفظ توازن محیط زیست نیز نقش دارد، استفاده از کودهای زیستی[1] است. کود زیستی عبارت از مواد نگهدارنده ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع موجود مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک آنها است که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، کنترل بیماری های خاکزی و حفظ پایداری ساختمان خاک مورد بهره برداری قرار می گیرند (Vessy، ۲۰۰۳). در بین ریزجانداران خاک که فعالیت آنها بر رشد، تغذیه و سلامت گیاه تأثیر مثبتی داشته و کاربرد آنها به عنوان کود زیستی مورد توجه محققین قرار گرفته است، می توان به انواع باکتری های ریزوسفر[2] اشاره نمود که به عنوان باکتری های محرک رشد گیاه[3] نامیده می شوند (Sindhu و همکاران ۲۰۰۲،). این اصطلاح در ابتدا برای باکتری های .Pseudomonas spp بکار برده شد (Hani و همکاران، ۱۹۹۸) اما امروزه معنای گسترده تری پیدا نموده و برای بسیاری از باکتری های فعال در ناحیه ریزوسفر مانند Azospirillum,Burkholderia,Bacillus,Rhizobium,Erwi nia, Arthrobacter نیز مورد استفاده قرار می گیرد (Rodriguez و Fraga ،۱۹۹۹).

مطالعات اولیه در زمینه باکتری های محرک رشد، تنها بر روی ریشه گیاهانی مانند سیب زمینی و چغندرقند (Cakmake و همکاران،۲۰۰۶) انجام شد، اما بررسی های اخیر محدوده وسیعی از گیاهان میزبان شامل غلات، بقولات و حتی درختان را دربرمی گیرند (برودبنت و همکاران،۱۹۷۷.، Burr و همکاران،۱۹۷۸.، Gyaneshwar و همکاران،۲۰۰۲.، Capper و Compbell،۱۹۸۶.، Kloepper و همکاران، ۱۹۸۸.، Nair و همکاران، ۱۹۷۵). تثبیت نیتروژن، تولید تنظیم کننده های رشد گیاهی، مقابله با عوامل بیماریزای خاکزی و نیز افزایش تحرک عناصر غذایی غیرمحلول و در نتیجه بهبود جذب مواد غذایی توسط گیاهان از جمله مکانیسم هایی هستند که در نتیجه همیاری[4] این باکتری ها با گیاهان، سبب افزایش رشد و عملکرد می گردند. تأثیر مثبت تلقیح با باکتری Azospirillum بر ارتفاع بوته، اندازه برگ، طول و حجم ریشه و میزان ماده خشک در انواع مختلفی از غلات ثابت شده است (Okon،۱۹۸۵.، Wani،۱۹۹۰). این باکتری ها می توانند از طریق تثبیت نیتروژن و تولید هورمون هایی مانند اکسین مقاومت گندم را به شرایط شوری بهبود بخشیده و به همین دلیل استفاده از سویه های آنها به صورت مایه تلقیح جهت بهبود عملکرد گیاهان بویژه غلات در مناطق خشک قابل توصیه است (Sathovich، ۲۰۰۶). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که کاربرد سویه هایی از *P.putida* و *P.fluoresence* طول ریشه و اندام های هوایی را در کلزا، گوجه فرنگی و همچنین عملکرد را در برنج، گندم و چغندرقند افزایش داد (Egamberdiyevaa، ۲۰۰۶ .، Dobbelaere و همکاران،۲۰۰۲.، Rodriguez و Fraga ،۱۹۹۹).

درجه تأثیر این باکتری های بر رشد و عملکرد تابع عوامل مختلفی چون نوع گیاه (Murty و Ladha، ۱۹۸۸)، سویه باکتری و نوع خاک (Baldani و همکاران،۱۹۸۷) و شرایط محیطی (Bhattarai و Hess، ۱۹۹۳) است. به این ترتیب، استفاده از باکتری های فوق به

Archive of SID

www.SID.ir

عنوان کودهای زیستی دارای اثرات ثابتی نبوده و به منظور تولید این محصولات در ابتدا باید ارتباط بین گیاه، خاک و ریزموجودات خاک مورد ارزیابی قرار گرفته تا بتوان ترکیباتی مؤثر و کارآمد از آنها را در جهت بهبود عملکرد گیاهان تولید نمود. این تحقیق به منظور بررسی اثر تلقیح سویه هایی از باکتری های آزوسپیریلوم و سودوموناس و اثرات متقابل آنها بر رشد گیاه ذرت در طول فصل زراعی و میزان تأثیر هر یک از سویه ها بر عملکرد در شرایط مزرعه ای انجام شده است.

مواد و روش ها

به منظور مطالعه واکنش گیاه ذرت به تلقیح با سویه های مختلفی از باکتری های محرک رشد، آزمایشی در سال ۱۳۸۵در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا درآمد (خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است). آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. عامل اول سویه های باکتری Azospirillum شامل سه سطح A۱: شاهد (بدون تلقیح)، A۲:*A.lipoferum*DSM۱۶۹۱ و A۳:*A.brasilense*DSM۱۶۹۰ و عامل دوم سویه های باکتری Pseudomonas شامل پنج سطح P۱: شاهد، P۲:*P.putida* strain R-۱۶۸، P۳:*P. fluorescens* strain R-۹۳، P۴: *P.fluorescens* DSM ۵۰۰۹۰ و P۵:*P. putida* DSM ۲۹۱ بود. سویه های باکتری از موسسه تحقیقات آب و خاک تهران تهیه شد. در این آزمایش هر کرت شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۹ متر و با فواصل ۰/۷ متر از یکدیگر بود. فاصله بذور روی ردیف ها ۲۰ سانتی متر و عمق کشت ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. بذر ذرت مورد استفاده هیبرید ۶۴۷ بود. پیش از اقدام به تلقیح و کاشت، برای اطمینان از عدم آغشته بودن به هر گونه آلودگی، بذور چندین بار شستشو و ضد عفونی شدند. ضدعفونی سطحی بذرها به مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۲درصد انجام گرفت. به منظور جلوگیری از کاهش جمعیت باکتری ها بلافاصله پس از تلقیح نسبت به کشت بذور اقدام شد. سپس مایه تلقیح باکتری (با جمعیت تقریبی 10^8 باکتری در هر میلی لیتر) به بذور افزوده وبا صمغ عربی ۲۰ درصد بطور کامل مخلوط شدند. در طی فصل رشد عملیات داشت شامل کوددهی، آبیاری، تنک کردن(در مرحله ۶-۴ برگی) و کنترل علف های هرز انجام شد. توصیه های کودی لازم در طول فصل رشد توسط موسسه تحقیقات خاک و آب، براساس نتایج حاصل از تجزیه خاک و با توجه به تغذیه متعادل گیاه تعیین شد. یک ماه پس از سبز شدن بوته ها، نمونه برداری به فاصله هر ۱۵ روز انجام و به این منظور دو خط کناری همراه با ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خطوط وسط به عنوان حاشیه حذف شد. در هر مرحله نمونه برداری ۴ بوته برداشت و در آزمایشگاه برای اندازه گیری وزن خشک، بوته ها به اجزای آن تفکیک و در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شده و سپس وزن آنها با ترازوی دقیق اندازه گیری شد. برای تجزیه واریانس اعداد خام از نرم افزار SAS(Institute,۱۹۹۸) و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. در مواردی که تاثیر عامل مورد نظر بر یک صفت معنی دار نبود با در نظر گرفتن سطح احتمال (تا ۱۰درصد) نسبت به مقایسه میانگین به روش دانکن اقدام شد (Pan و همکاران ۱۹۹۹، ۲۰۰۲).

نتایج و بحث

وزن خشک کل بوته

جدول تجزیه واریانس عوامل مورد آزمایش بر وزن خشک بوته های ذرت در طول دوره رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثر تلقیح با سویه های آزوسپیریلوم پس از ۷۵ روز واثر سویه های سودوموناس پس از ۹۰ روز از کاشت، بر وزن خشک بوته معنی دار بود. Gyaneshwar و همکاران (۲۰۰۲) به این نکته اشاره کردند که عوامل غیرزیستی مانند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عوامل زیستی از قبیل وجود رقابت و رشد ریشه گیاه زراعی در محیط می تواند فعالیت باکتری ها را محدود کند. همچنین برخی محققین با مطالعه بر روی جمعیت باکتری ها در زمان های مختلف پس از تلقیح نشان دادند که جمعیت برخی انواع باکتری های محرک رشد در فاصله زمانی ۵ تا ۱۰ هفته پس از تلقیح ثابت بوده و یا به کندی افزایش می یابد (El-Hawary و همکاران، ۲۰۰۲). تأثیر باکتری آزوسپیریلوم بر وزن خشک کل بوته پس از گذشت ۷۵ روز از زمان کاشت و همزمان با آغاز رشد زایشی معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان وزن خشک کل بوته از تلقیح با *A.brasilense* DSM۱۶۹۰ و کمترین مقدار از شاهد (به ترتیب ۱۲۱/۸و۹۳/۶۲گرم) بدست آمد(جدول۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سویه های آزوسپیریلوم بر وزن خشک کل بوته تا انتهای دوره رشد در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. در ۹۰، 10^5 و ۱۲۰ روز پس از کاشت دو سویه *A.lipoferum* DSM۱۶۹۱ و *A.brasilense* DSM۱۶۹۰ از نظر تاثیر بر وزن خشک بوته در یک سطح آماری قرار داشته و با شاهد اختلاف معنی داری داشتند.

در مطالعه ای اثر سویه های باکتری Azospirillum و Azotobacter به عنوان باکتری های محرک رشد به همراه کودهای شیمیایی مختلف بر روی کلزا آزمایش شد. نتایج این آزمایش مشخص کرد که در مراحل مختلف رشد کلزا از مرحله گیاهچه تا مرحله رسیدگی، وزن خشک بوته در تیمارهای تلقیح شده با باکتری در مقایسه با بوته هایی که کودهای شیمیایی دریافت نموده ولی تلقیح نشده بودند، به طور معنی داری بیشتر بود (Yasari و Patwardhan، ۲۰۰۷).

نتایج حاصل از کاربرد سویه های مختلف سودوموناس نشان داد که تلقیح بذور ذرت با این باکتری تا ۹۰ روز پس از کاشت بر روی وزن خشک کل بوته تاثیر معنی داری نداشت (جدول ۲). در این زمان بیشترین میانگین وزن خشک کل بوته از سویه های *P.fluorescens* DSM ۵۰۰۹۰ و *P.putida* strain R-۱۶۸ حاصل شد که به ترتیب ۳۳/۱ و ۳۲/۸ درصد بیش از مقدار آن در شاهد بود (جدول ۳). نتایج مشابهی از تأثیر سویه های باکتری سودوموناس بر وزن خشک کل بوته در زمان های 10^5 روز پس از کاشت بدست آمد. در برداشت نهایی (۱۲۰روز پس از کاشت) اثر کاربرد باکتری سودوموناس بر وزن خشک کل بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲) . بیشترین وزن خشک کل بوته در این زمان از تلقیح با *P.putida* strain R-۱۶۸ و کمترین میزان از شاهد بدست آمد (به ترتیب ۳۹۵/۹۳ و ۳۱۲/۶۴ گرم).

Archive of SID

www.SID.ir

بین میانگین وزن خشک کل بوته حاصل از تلقیح با سویه های سودوموناس اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). مطالعات نشان می دهد که تلقیح با باکتری های محرک رشد از طریق تاثیر بر نمو ریشه می تواند وزن گیاه و ریشه، عملکرد دانه و راندمان جذب نیتروژن را افزایش دهد (Dobbelaere و همکاران ۲۰۰۲). Cakmake و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه تأثیر برخی انواع باکتری های محرک رشد از جمله *P.putida*RC۰۶، نشان دادند که با کاربرد این باکتری وزن برگ، وزن خشک غده و میزان قند در چغندرقند از حدود ۶۰ روز پس از تلقیح تفاوت معنی داری با شاهد نشان داد. این اختلاف در طول فصل رشد بیشتر شده و در ۱۶۵ روز پس از تلقیح بیشترین اثر خود را بویژه بر وزن برگ نشان داد. Shaharoona و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر سویه های دیگری از سودوموناس بر وزن بوته ذرت را مورد بررسی قرار دادند. در بررسی آنها، برترین سویه در کشت گلدانی ۲۲/۵ درصد وزن خشک بوته های ذرت را نسبت به شاهد افزایش داد. در شرایط مزرعه ای با کاربرد کود نیتروژن تأثیر سویه های سودوموناس بطور قابل توجهی افزایش یافت و در بهترین وضعیت وزن خشک بوته ۵۸ درصد در مقایسه با شاهد (بدون تلقیح و عدم مصرف کود نیتروژن) افزایش یافت. مقادیر میانگین اثرات متقابل سویه های باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس بر وزن خشک کل بوته در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن خشک کل بوته بجز در زمان نمونه برداری ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت در سایر زمان ها تحت تأثیر تلقیح توام سویه های دو باکتری قرار گرفت(جدول ۲) و همانگونه که از جدول ۴ مشخص است با گذشت زمان تفاوت بین سویه ها و شاهد آشکارتر شده بطوریکه در ۱۲۰روز پس از کاشت، وزن خشک کل بوته به طور معنی داری تحت تأثیر تلقیح توام سطوح آزوسپیریلوم و سودوموناس قرار گرفت ($p< ۰/۰۱$). مطابق نتایج مقایسات میانگین در جدول ۴ کلیه تیمارهای تلقیح با باکتری ها در یک سطح آماری قرار داشته و مقدار وزن خشک کل بوته را در مقایسه با شاهد به طور معنی دار افزایش دادند (۶۶/۵ تا ۱۲۹درصد افزایش نسبت به شاهد). Rudresha و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر تلقیح باکتری های محرک رشد را بر گیاه نخود مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد هم زمان باکتری های Rhizobium strainPB، *Bacillus megaterium* sub sp.Phospaticum و Trichoderma در ۴۵ روز پس از کاشت بیشترین تأثیر را بر میزان ماده خشک بوته و جذب مواد غذایی توسط گیاه در مقایسه با تیمار شاهد و تلقیح سطوح هر یک از این باکتری ها به صورت منفرد داشت. نتایج مشابهی از تلقیح توام Rhizobium و باکتری های حل کننده فسفات بر رشد، گره زایی و جذب مواد غذایی در نخود توسط دیگر محققین گزارش شده است (Algawadi و همکاران،۱۹۸۸). Raza و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی وزن خشک گیاه لوپن گزارش کردند که تلقیح با باکتری های ریزوسفری تأثیر مثبتی بر رشد و تولید ماده خشک در تمام ارقام این گیاه در مقایسه با بوته های شاهد داشت. مطالعه اثر تلقیح با سویه هایی از باکتری های سودوموناس و آزوسپیریلوم نشان داد، این باکتری ها از طریق تثبیت نیتروژن، تولید تنظیم کننده های رشدی مانند اکسین، افزایش پروتئین های محلول و نیز بهبود فعالیت آنزیم هایی مانند اسید فسفاتاز و پراکسیداز، می توانند عملکرد و اجزاء عملکرد را در گندم افزایش دهند (Shaukat و همکاران ۲۰۰۶).

وزن خشک دانه

تجزیه واریانس تأثیر باکتری های آزوسپیریلوم و سودوموناس بر وزن خشک دانه در جدول ۲ آمده است. پس از گذشت ۷۵ روز از کاشت، تأثیر سویه های آزوسپیریلوم بر وزن خشک دانه معنی دار بود. بیشترین مقدار وزن خشک دانه از تلقیح با *A.brasilense*DSM۱۶۹۰ و کمترین میزان از شاهد بدست آمد (به ترتیب ۱۹/۲۱ و ۱۰/۴۲ گرم در بوته). نتایج مشابهی از تلقیح با آزوسپیریلوم در ۹۰ و ۱۰۵ روز پس از کاشت مشاهده شد، به طوری که سویه *A.brasilense*DSM۱۶۹۰ بیشترین تأثیر را بر وزن خشک دانه داشته و مقدار وزن خشک دانه در این زمان ها به ترتیب ۳۷ و ۲۱/۸ درصد بیشتر از میزان آن در شاهد بود (جدول ۳). وزن خشک دانه در ۱۲۰ روز پس از کاشت و به هنگام رسیدگی فیزیولوژیک ذرت، با کاربرد سویه های آزوسپیریلوم به طور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت بطوری که مقدار وزن خشک دانه به ترتیب معادل ۲۱۸/۲۳ و ۲۲۸/۶ گرم برای تلقیح با سویه های *A.lipoferum*DSM۱۶۹۱ و *A.brasilense*DSM۱۶۹۰ بود. Swedrzynska و Sawicka (۲۰۰۰) نشان دادند که اثر تلقیح ذرت با باکتری *A. brasilense* سبب افزایش معنی دار در غلظت کلروفیل برگ شد، بطوری که مقدار آن ۲۵ درصد از تیمار عدم تلقیح بیشتر بود. این افزایش در میزان کلروفیل برگ با افزایش عملکرد گیاه همراه بوده است (۱۷ درصد افزایش در مقایسه با تیمار عدم تلقیح). در این مطالعه، با افزایش میزان نیتروژن خاک تأثیر باکتری بر عملکرد گیاه به تدریج کاهش پیدا کرد. به طوری که با استفاده از ۱۰۰کیلوگرم در هکتارکود نیتروژن عملکرد در کرت های تلقیح شده ۱۲ درصد بالاتر بود، در حالی که با مصرف

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

نوع خاک	Clay ٪	Silt ٪	Sand ٪	N ٪	P (ppm)	K (ppm)	C ٪	شوری (EC*۱۰۳)	pH	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	آهک ٪
لومی	۳۶	۴۸	۱۶	۰/۰۴	۴/۸	۲۸۰	۴۰	۱/۹۲	۸/۱۵	۲/۶	۰/۵	۴/۶	۰/۶۲	۲۹

Archive of SID

کـود نیتروژن به میـزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتـار عملکرد تنها ۵ درصد افزایش پیدا کرد. این مسئله نشان می دهد که *A.brasilense* می تواند عملکرد ذرت را به خصوص در شرایط سـخت رویشـی که گیاه با کمبود نیتروژن قابل دسترس مواجه است افزایش دهد.

سـویه های سـودوموناس حتی پـس از گذشـت ۷۵ روز از کاشت بر وزن خشـک دانـه تأثیر معنی داری نداشتند (جـدول ۲). در ۹۰ روز پس از کاشت، اثر تلقیح با سـویه های سـودوموناس بر وزن خشک دانه معنی دار بود. بیشـترین میزان وزن خشـک دانه در این زمان، از کاربرد *P.fluorescens* DSM ۵۰۰۹۰ و کمتریـن مقـدار از شاهد بدسـت آمـد (بـه ترتیـب ۱۰۰/۹۷ و ۶۶/۷۶ گـرم در بوتـه). همچنیـن وزن خشـک دانـه در ۱۰۵ و ۱۲۰ روز پـس از کاشـت به طـور معنی داری تحـت تأثیر تلقیح با باکتری سـودوموناس قرار گرفت. بیشـترین میزان وزن خشـک دانـه از تلقیـح بـا *P.fluorescens* DSM ۵۰۰۹۰ و*P.putida* strain R -۱۶۸ و کمتریـن مقـدار از شاهـد حاصل شد (جدول ۳). مطالعات مختلف نشان داده است که تلقیح ذرت با *Bacillus* sp و تلقیح سـورگوم و سـیب زمینی با *P.striata* می تواند عملکرد را بـه ترتیـب ۳۳/۸۵، ۴۱ و ۶۰ درصد در مقایسـه با شاهـد افزایش دهد (Pal ۱۹۹۸،جیشـا و آلگـاوادی ۱۹۹۶). تلقیـح بـذور ذرت بـا *P.fluorescens* biotype G عملکـرد دانه را در حضور کود نیتروژن ۱۹/۴ درصد و در صورت عدم مصرف کود ۲۵/۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. این نتایج بیانگر آن است که تلقیح با باکتری های محرک رشد مـی توانـد در مقادیر بالای کودی نیز مؤثر واقع شـود (Shaharoona و همکاران۲۰۰۶). کاربرد همزمان باکتری های آزوسـپیریلوم و سودوموناس بـر وزن خشـک دانه تا ۱۰۵ روز پس از کاشت معنـی دار نبود و تیمارهای تلقیحـی با یکدیگـر تفاوت آماری نداشتند(جـدول۲). در ۱۰۵ روز پس از کاشت، تلقیح توام سـویه های دو باکتری فوق، وزن خشـک دانه را به طور معنی داری افزایش داد. بیشـترین میزان وزن خشـک دانـه از تیمارهای تلقیحـی A۳P۲، A۳P۴ و A۱P۲ (بترتیب با مقادیر ۱۷۵/۲۳، ۱۷۱/۸۳و ۱۵۹/۹۵ گرم در بوته) و کمترین مقدار وزن خشـک دانه از شاهد (۶۶/۹۶ گرم در بوته) بدسـت آمد (جدول ۵). اثرات متقابل سطوح دو باکتری مورد آزمایـش بر وزن خشـک دانه در بوتـه در زمان رسـیدگی بوته های ذرت (۱۲۰ روز پـس از کاشـت) معنی دار بود ($p< ۰/۰۱$). مطابق نتایج نشـان داده شـده در جدول ۵ از این نظر بسـیاری از تیمارهای تلقیح از این نظر در یک سـطح آماری قرار داشته و مقدار وزن خشک کل بوته را در مقایسه بـا شاهد به طور معنـی دار افزایـش دادند (۷۸/۹ تـا ۱۴۱درصد افزایش نسـبت به شاهـد). El-Hawary و همکاران (۲۰۰۲) اثـر انواع کودهای زیسـتی را بر ارقام گندم مورد بررسـی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد کـه تلقیـح بـا Azospirillum و Azorhizobium و ترکیب این باکتری ها عملکرد دانه را در رقم Sakha۸ به ترتیب ۵۳/۴، ۲۷/۹ و ۲۹/۶ درصد در مقایسـه با شاهد افزایش داد. این افزایش عملکرد در رقم Side۱ بـه ترتیـب ۵۵/۶، ۳۷/۱ و ۴۲/۵ درصد نسـبت به شاهد بود. در بررسـی دیگری مشـاهده شد کـه ترکیـب *Agrobacterium radiobacter* و *A.lipoferum* در مقایسـه بـا کاربرد مجزای ایـن باکتری ها عملکرد جـو را در شرایـط گلخانـه و مزرعـه افزایـش داد (Beilmov،۱۹۹۵). مطالعـه اثر ریزوبیوم به همـراه ریزموجودات حل کننده فسـفات بر نخود

جدول ۲- تجزیه واریانس وزن خشک کل بوته و وزن خشک دانه تحت تأثیر عوامل آزمایش در روزهای پس از کاشت

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		۳۰ روز	۴۵ روز	۶۰ روز	۷۵ روز		۹۰ روز		۱۰۵ روز		۱۲۰ روز		
		وزن کل بوته	وزن کل بوته	وزن کل بوته	وزن کل بوته		وزن کل بوته		وزن کل بوته		وزن کل بوته		
بلوک (R)	۲	۱۶/۱۶*	۸/۰۱ ns	۲۳۲/۰۲ ns	۶۵۰/۵۲ ns		۷۵۹/۴۲ ns		۳۴۰/۰۵ ns		۱۸۳۸/۳ ns		
آزوسپیریلوم (A)	۲	۱/۴۶ ns	۸۵/۳۷ ns	۴۸۹/۰۴ ns	۳۳۸۴/۶۵ **		۸۲۰۵/۷۱ **		۱۱۸۰۴/۶۲ **		۲۰۱۵۷/۴ **		
سودوموناس (P)	۴	۵/۷۹ ns	۷۰/۲۱ ns	۷۳۷/۱۲ ns	۱۵۱۲/۳ ns		۷۰۳۶/۲۷ **		۴۸۹۴/۲۹ *		۹۱۲۹/۴۹ **		۷۹۷/۰۷ ns
A×P	۸	۹/۶۴ ns	۳۳۱/۷۸*	۵۱۳/۲۹ ns	۱۲۴۴/۵۳*		۳۱۰۷/۴۸*		۴۲۱۲/۱۹*		۷۳۲۸/۹۹ **		۷۷۸۹/۱۰ **
خطا (E)	۲۸	۴/۴۲	۱۳۴/۲۳	۲۷۲/۷۷	۵۹۶/۱۷		۱۲۷۶/۶۴		۱۴۵۸/۴۵		۲۱۷۶/۱۵		۱۲۰۶/۴۳
									۶۳۵/۵۴	۸۰۳/۴۷ ns		۳۲۸۳/۷۸*	
										۲۷۴۰/۰۷*			
										۳۱۵۶/۵۰ **			
										۲۳۵۸/۲۶ **			۴۱۲۰/۲۱ **

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقادیر وزن خشک کل بوته و وزن خشک دانه ذرت در سطوح باکتریهای آزوسپیریلوم و سودوموناس در روزهای پس از کاشت

باکتری		۳۰ روز	۴۵ روز	۶۰ روز	۷۵ روز		۹۰ روز		۱۰۵ روز		۱۲۰ روز	
		وزن بوته (گرم)	وزن بوته (گرم)	وزن بوته (گرم)	وزن بوته (گرم)	وزن دانه (گرم)	وزن بوته (گرم)	وزن دانه (گرم)	وزن بوته (گرم)	وزن دانه (گرم)	وزن بوته (گرم)	وزن دانه (گرم)
Azospirillum	شاهد	۳/۹۷	۲۰/۲۷	۴۸/۴۱	۹۳/۶۲ b	۱۰/۴۲ b	۱۹۴/۹۳ b	۷۰/۳۳ b	۲۴۶/۵۸ b	۱۲۰/b۹۳	۳۱۴/۴۳ b	۱۸۴/۹۸ b
	A. lipoferum\۶۹۱	۴/۶۰	۲۲/۴۴	۵۴/۶۰	۱۱۶/۷۳ ab	۱۶/۳۹ ab	۲۲۰/۳۸ ab	۷۹/۷۷ ab	۲۷۹/۳۵ a	۱۳۹/ab۲۹	۳۷۰/۲۹ a	۲۱۸/۲۳ ab
	A. brasilense\۶۹۰	۴/۲۶	۱۷/۶۷	۵۹/۸۲	۱۲۱/۸۰ a	۱۹/۲۱ a	۲۴۱/۶۴ a	۹۶/۴۱ a	۳۰۲/۴۰ a	۱۴۷/a۳۰	۳۸۳/۴۹ a	۲۲۸/۶۰ a
Pseudomonas	شاهد	۴/۸۴	۱۹/۵۲	۴۲/۱۶ c	۹۳/۵۹ b	۱۵/۷۴	۱۸۶/۵۰ b	۶۶/۷۶ b	۲۴۳/۴۲ b	۱۰۷/۷۲ b	۳۱۲/۶۴ b	۱۸۱/۸۳ b
	*P. putida*R۱۶۸-	۴/۷۰	۲۴/۴۶	۵۵/۷۷ abc	۱۲۲/۳۱ a	۱۸/۱۳	۲۴۷/۸۱ a	۹۰/۳۲ ab	۳۰۲/۴۳ a	۱۵۰/۰۳ a	۳۹۵/۹۳ a	۳۳۲/۹۷ a
	P. fluorescens R۹۳	۳/۷۳	۱۸/۴۳	۶۳/۲۵ a	۱۰۸/۱۸ ab	۱۵/۳۱	۲۱۱/۸۵ ab	۷۸/۳۷ ab	۲۶۴/۰۲ ab	۱۳۳/۲۶ ab	۳۴۴/۷۱ ab	۲۰۵/۳۶ ab
	*P. fluorescens*۵۰۰۹۰	۴/۹۷	۱۷/۲۲	۶۲/۰۶ ab	۱۲۴/۸۹ a	۱۷/۶۸	۲۴۸/۱۸ a	۱۰۰/۹۷ a	۲۹۲/۳۰ a	۱۵۵/۶۷ a	۳۷۶/۶۲ ab	۲۲۰/۶۷ a
	P. putida ۲۹۱	۳/۱۴	۲۰/۹۹	۴۸/۱۶ bc	۱۰۴/۶۲ ab	۹/۸۳	۲۰۰/۵۹ ab	۷۴/۴۲ b	۲۷۸/۴۰ ab	۱۳۲/۵۲ ab	۳۵۰/۴۷ ab	۲۱۲/۱۹ ab

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح ۵٪ است.

جدول ۴- میانگین اثرات متقابل سطوح آزوسپیریلوم و سودوموناس بر وزن خشک کل بوته (گرم در بوته) در روزهای پس از کاشت

تیمار	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰	روز ۷۵	روز ۹۰	روز ۱۰۵	روز ۱۲۰
A۱P۱	۲/۶۰ bc	۱۱/۳۱ b	۳۲/۳۱	۵۵/۳۱ e	۱۱۴/۴ d	۱۵۴/۱ c	۱۹۳/۰ b
A۲P۱	۵/۰۷ abc	۲۵/۳۶ ab	۵۱/۱۶	۱۲۱/۴ abcd	۱۹۴/۳ bc	۲۸۳/۲ ab	۳۸۹/۰ a
A۳P۱	۶/۸۶ a	۲۱/۹۰ ab	۴۳/۰۱	۱۰۴/۱ bcd	۲۵۰/۸ ab	۲۹۳ ab	۳۵۶/۰ a
A۱P۲	۴/۴۶ abc	۳۱/۳۴ ab	۶۴/۰۷	۱۱۱/۸ abcd	۲۲۶/۱ abc	۳۱۲/۱ a	۳۴۰/۷ a
A۱P۳	۱/۹۹ c	۹/۱۳ b	۴۲/۹۴	۹۱/۹۶ d	۲۲۷/۳ abc	۲۶۰/۳ ab	۳۵۱/۹ a
A۱P۴	۶/۹۹ a	۱۴/۸۲ ab	۴۹/۱۰	۱۱۰/۵ abcd	۲۳۲/۳ abc	۲۷۹/۳ ab	۳۵۵/۵ a
A۱P۵	۳/۸۴ abc	۳۴/۷۲ a	۵۳/۶۴	۹۸/۵۶ cd	۱۷۴/۶ c	۲۲۷/۳ b	۳۳۱/۲ a
A۲P۲	۵/۹۹ ab	۱۶/۷۷ ab	۴۷/۲۱	۱۳۷ abc	۲۳۱/۵ abc	۲۶۶/۲ ab	۴۴۲/۷ a
A۲P۳	۵/۰۳ abc	۳۵/۳۵ a	۵۸/۴۲	۸۹/۶۴ d	۱۹۲/۹ bc	۲۵۴/۷ ab	۳۲۱/۴ a
A۲P۴	۳/۱۸ bc	۱۹/۴۹ ab	۶۸/۶۳	۱۱۶/۹ abcd	۲۶۱/۹ ab	۲۸۳/۶ ab	۳۴۵/۷ a
A۲P۵	۳/۷۱ abc	۱۵/۲۲ ab	۴۷/۵۹	۱۱۸/۷ abcd	۲۲۱/۴ abc	۳۰۹ a	۳۵۲/۶ a
A۳P۲	۳/۶۵ abc	۲۵/۲۸ ab	۵۶/۰۰	۱۱۸/۱ abcd	۲۸۵/۹ a	۳۲۹ a	۴۰۴/۴ a
A۳P۳	۴/۱۷ abc	۱۰/۸ b	۸۸/۳۸	۱۴۲/۹ ab	۲۱۵/۴ bc	۲۷۷/۱ ab	۳۶۰/۸ a
A۳P۴	۴/۷۴ abc	۱۷/۳۶ ab	۶۸/۴۵	۱۴۷/۲ a	۲۵۰/۴ ab	۳۱۴ a	۴۲۸/۷ a
A۳P۵	۱/۸۷ c	۱۳/۰۲ ab	۴۳/۲۴	۹۶/۶۰ d	۲۰۵/۸ bc	۲۹۸/۹ ab	۳۶۷/۶ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح ۵٪ است.

A۱: شاهد، P۱، A۳: *A. brasilense* DSM ۱۶۹۰ ، A۲: *A. lipoferum* DSM ۱۶۹۱: شاهد،

P۲:*P. putida*strain R-۱۶۸، P۳: *P. fluorescens* strain R-۹۳،P۴: *P. fluorescens* ۵۰۰۹۰،

P۵ : *P. putida* DSM ۲۹۱

www.SID.ir

جدول ۵- میانگین اثرات متقابل سطوح آزوسپیریلوم و سودوموناس بر وزن خشک دانه (گرم در بوته) در روزهای پس از کاشت

تیمار	روز ۷۵	روز ۹۰	روز ۱۰۵	روز ۱۲۰
A۱P۱	۵/۵۲	۳۹/۷۹	۶۶/۹۶ c	۱۰۹/۰ b
A۲P۱	۲۸/۴۳	۶۰/۴۷	۱۴۳/۶۱ ab	۲۳۱/۵ a
A۳P۱	۱۳/۲۶	۱۰۰/۰۲	abc ۱۱۲/۵۹	۲۰۵/۰ a
A۱P۲	۱۵/۲۵	۷۹/۴۳	۱۵۹/۹۵ a	۱۹۵/۲ a
A۱P۳	۵/۶۲	۷۳/۵۳	۱۴۱/۴۰ ab	۲۲۶/۴ a
A۱P۴	۱۴/۴۷	۹۲/۲۱	۱۴۵/۷۴ ab	۲۰۳/۶ a
A۱P۵	۱۱/۲۶	۶۶/۶۸	۹۰/۶۲ bc	۱۹۰/۶ ab
A۲P۲	۲۲/۲۸	۸۳/۰۸	abc ۱۱۴/۸۹	۲۶۴/۲ a
A۲P۳	۱۳/۴۵	۷۴/۱۱	۱۳۳/۵۸ ab	۱۸۶/۹ ab
A۲P۴	۲۰/۵۹	۱۰۱/۴۹	۱۴۹/۴۳ ab	۱۸۷/۳ ab
A۲P۵	۱۱/۲۸	۷۹/۶۸	۱۵۴/۹۱ ab	۲۲۱/۲ a
A۳P۲	۱۶/۸۷	۱۰۸/۴۳	۱۷۵/۲۳ a	۲۳۹/۵ a
A۳P۳	۲۶/۸۶	۸۷/۴۸	abc ۱۲۴/۸۱	۲۰۲/۸ a
A۳P۴	۱۷/۹۹	۱۰۹/۲۲	۱۷۱/۸۳ a	۲۷۱/۰ a
A۳P۵	۶/۹۵	۷۶/۹۱	۱۵۲/۰۲ ab	۲۲۴/۷ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح ۵٪ است.

A۱ : شاهد، A۲: *A. lipoferum* DSM ۱۶۹۱ ، A۳: *A. brasilense* DSM ۱۶۹۰

P۱: شاهد، P۲:*P. putida* strain R-۱۶۸، P۳: *P. fluorescens* strain R-۹۳

P۴: *P. fluorescens* ۵۰۰۹۰ ،P۵ : *P. putida* DSM ۲۹۱

نیز نشـان داد عملکرد دانـه و کلش در کاربرد ترکیبی از آنها در مقایسـه بـا تلقیـح انفرادی هـر یک از آنهـا به مقدار بیشـتری افزایـش یافت. در ایـن حالت بیشـترین میزان عملکـرد از ترکیـب *Rhizobium* sp. و *P. striata* همراه بـا *G.fasciculatum* حاصل شد. همچنین همراه شدن باکتـری ها و قارچ، گره زایـی و جذب مواد غذایی را در مقایسـه با شاهد در نخـود افزایش داد. ایـن افزایش ناشی از اثرات تجمعـی ریز موجودات شامـل تعادل در جـذب عناصر غذایی، بویژه افزایش جذب N و P و ترشح مـواد محرک رشد گـزارش شده اسـت (Zaidi و همکـاران،۲۰۰۳). در مجموع، نتایج آزمایش نشـان داد که تلقیح بذور ذرت با سویه های باکتری آزوسـپیریلوم و سـودوموناس رشـد بوته هـای ذرت را در طی فصل رشد بطور قابل ملاحظه ای تحت تأثیر قرار داد. به نحوی که در زمان رسـیدگی بوتـه هـا (۱۲۰ روز پـس از کاشـت) اختـلاف در میـزان وزن خشـک انـدام های هوایی بوته های ذرت تلقیح شده بـا باکتری های فوق و شاهد به بیشترین میزان خود رسید. سـویه های *A.brasilense* DSM۱۶۹۰، *P.fluorescens* DSM۵۰۰۹۰ و *P.putida* strainR -۱۶۸ بیشترین تأثیر را بر وزن خشـک بوته در طول دوره رشـد داشتند. همچنین در این مطالعـه وزن خشـک بوته تحـت تاثیر تلقیح توام سـویه های آزوسـپیریلوم وسـودوموناس قـرار گرفـت. بر این اسـاس مشـخص شد کـه باکتری های آزوسپیریلوم و سودوموناس دارای پتانسیل همیاری با ذرت هستند و با استفاده از این همراهی می توانند موجب افزایش رشد و عملکرد در این گیاه شوند.

پاورقی ها

1- Biofertilizer
2- Rhizopher
3- Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)
4- Associative

منابع مورد استفاده

1- Alagawadi, A. R and Gaur. A. C. (1988) Associative effect of Rhizobium and phosphate -solubilizing bacteria on the yield and nutrient uptake of chickpea. *Plant & Soil*. 105: 241–246.

2- Baldani, L. D., Baldani J. I. and Dobereiner. J. (1987) Inoculation of field-grown wheat (Triticum aestivum) with Azospirillum spp. in Brazil. *Biol. Fertil. Soils*. 4: 37–40.

3- Belimov, A. A., Kojemiakov A. P. and Chuvarliyeva. C. V. (1995) Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate- solubilizing bacteria. Plant & Soil. 173:29–37.

4- Bhattarai, T and Hess. D. (1993) Yield responses of Nepalese spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to inoculation with Azospirillum spp. of Nepalese origin. Plant & Soil. 151: 67–76.

5- Broadbent, P., Baker., K. F. Franks N. and Holland. J. (1977) Effect of Bacillus spp. on increased growth of seedlings in steamed and in non-treated soil.*Phytopathol*. 67:1027–1034.

6- Burr, T. J., Schroth M. N. and Suslow. T. (1978) Increased potato yields by treatment of seed pieces with specific strains of Pseudomonas

Archive

www.SID.ir

growth-promoting rhizobacteria and kinetin as ways to promote corn growth and yield in a short-growing-season area. Euro. *J.Agron*. 11:179–186.

21- Pan, B., Vessey J. K. and Smith. D. L. (2002) Response of field-grown soybean to co-inoculation with the plant growth promoting rhizobacteria *Serratia proteamaculans* or *Serratia liquefaciens*, and *Bradyrhizobium japonicum* pre-incubated with genistein. *Eur. J.Agron.* 17:143–153.

22- Raza, S., Abdel-wahab B. J. and Christiansen. J. L. (2001) Effect of combined inoculation strains on growth of lupin on newly reclaimed land in Egypt. *Biol. Fertil.Soil*. 4:319-324.

23- Rodriguez, H and Fraga. R.(1999) Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotech Adv.* 17:319–339.

24- Rudresha, D. L., Shivaprakasha M. K. and Prasad. R. D. (2005) Effect of combined application of Rhizobium, phosphate solubilizing bacterium and Trichoderma spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.).*Appl. Soil. Ecol.* 28:139–146.

25- Saatovich, S. Z. (2006) Azospirilli of Uzbekistan soils and their influence on growth and development of wheat plants.Plant.Soil. 283:137-145.

26- Shaharoona, B., Arshad., M. Zahir Z. A. and Khalid. A. (2006) Performance of Pseudomonas spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil.Biol.Biochem.* 38:2971–2975.

27- Sindhu, S. S., Suneja., S. Goel., A. K. Parmar N. K. and Dadarwal. R. (2002) Plant growth promoting effects of Pseudomonas sp. on co-inoculation with Mesorhizobium sp.Cicer strain under sterile and wilt sick soil conditions. *App. Soil.Eco*. 19:57–64.

28- Shaukat, K., Affrasayab S. and Hasnain. S. (2006) Growth response of Triticum aestivum to plant growth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer. *Res. J. Microbiol.* 1(4):330-338.

29- Swędrzynska, D and Sawicka. A. (2000) Effect of inoculation with Azospirillum brasilense on development and yielding of maize (*Zea mays* ssp. Saccharata L.) under different cultivation conditions. *Polish J. Env. Stud.* 9: 505-509.

30- Vessey, J. K. (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant. Soil.* 255: 571–586.

31- Wani, S. P. (1990) Inoculation with associative nitrogen fixing bacteria: role in cereal grain production improvement. Ind. *J. Microbiol.* 30: 363–393.

32- Yasari, E., Patwardhan. A. M. (2007) Effects of Aztobacter and Azospirillium inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola.*Asi.J.Plant.Sci*. 6(1):77-82.

33- Zaidi, A., M. Saghir Khan and Amil. M. (2003) Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.).*Eur. J. Agro*. 19:15–21.

fluorescens and Pseudomonas putida. Phytopathol. 68:1377–1383.

7- Cakmakc, R. I., Donmez., F. Aydın A. and Sahin. F. (2006) Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil . Biol. Biochem*. 38: 1482–1487.

8- Capper, A. L and Campbell. R. (1986) The effect of artificially inoculated antagonistic bacteria on the prevalence of take-all disease of wheat in field experiment. *J. Appl. Bacteriol*. 60:155–160.

9- Dobbelaere, S., Croonenborghs., A. Thys., A. Ptacek., D. Okon Y. and Vanderleyden. J. (2002) Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and A. irakense strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. *Biol. Fertil. Soils*. 36: 284–297.

10- Egamberdiyevaa, D., Juraeva., D. Poberejskaya., S. Myachina.,O. Teryuhova., P. Seydalieva L. and Aliev. A. (2003) *Improvement of wheat and cotton growth and nutrient uptake by phosphate solubilizing bacteria*. 26th Southern Conservation Tillage Conference.

11- El-Hawary, M. I., El-hawary., I. F. El-Ghamry A. M. and El-Naggar. E. (2002) Effect of application of biofertilizer on the yield and NPK uptake of some wheat genotypes as affected by the biological properties of soil. *Pak. J. Biol. Sci.* 5(11): 1181-1185.

12- Gyaneshwar, P., Kumar., G. N. Parekh L. J. and Poole. P. S. (2002) Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. Plant & Soil. 245: 83–93.

13- Hani, A., Beauchamp., C. J. Goussard., N. Chabot R. and Lalande. R. (1998) Potential of Rhizobium and Bradyrhizobium species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: Effect on radishes (*Raphanus sativus* L.). *Plant & Soil*. 204: 57–67.

14- Jisha, M. S and Alagawadi. A. R. (1996) Nutrient uptake and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) inoculated with phosphate solubilizing bacteria and cellulotic fungus in a cotton stalk amended vertisol. *Microbiol. Res*. 151:213-217.

15- Kloepper, J. W., Lifshitz R. and Novacky. A. (1988) Pseudomonas inoculation to benefit plant production. *Anim.Plant. Sci.* 60-64.

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

17- Nair, S. K. and Tauro. P. (1975) Effect of inoculation with Pseudomonas azotogensis on the yield and straw weight of wheat. *Plant &soil*. 52:453-455.

18- Okon, Y. (1985) Azospirillum as a potential inoculants for agriculture. *Trends Biotechnol.* 3: 223–228.

19- Pal, S. S. (1998) Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with few acid tolerant crops. *Plant & Soil*. 198:169-177.

20- Pan, B., Bai., Y. M. Leibovitch S. and Smith. D. L. (1999) Plant-

Archive of SID