Archive of SID

در
پژوهش و سازندگی
زراعت و باغبانی شماره ۷۷، زمستان ۱۳۸۶

کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر برعملکرد و اجزا عملکرد جو

• **الناز حسن زاده**
دانشکده علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران
• **داریوش مظاهری**
دانشکده علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران
• **محمد رضا چایی چی**
دانشکده علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران
• **کاظم خاوازی**
موسسه تحقیقات خاک و آب
تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: بهمن ماه ۱۳۸۱
Email:elnor_h2006@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر کارایی باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر به همراه مقادیر مصرف کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل بر عملکرد و اجزا عملکرد جو (رقم کارون در کویر) آزمایشی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه آموزشی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به اجرا گذاشته شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. فاکتور اصلی شامل کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل در ۵ سطح (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلو گرم در هکتار) و فاکتور فرعی شامل سویه‌های باکتری Pseudomonas potida در ۳ سطح شامل سویه‌های شماره ۹، ۱۰ و ۴۱ و یک سطح شاهد (بدون باکتری) بود. حداکثر عملکرد ماده خشک علوفه به مقدار ۸۳۷۵/۲ کیلوگرم در هکتار با آغشته کردن بذر با S ۳(سویه ۴۱) و مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل بدست آمد. حداکثر عملکرد دانه با کاربرد S۱ (سویه ۹) باکتری بهمراه مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل حاصل شد. با توجه به عملکرد مناسب S۳(سویه ۴۱) باکتری می‌توان چنین نتیجه گرفت که در شرایط عدم استفاده از کود، این سویه قادر است ماده خشک تولیدی را در حد قابل قبولی افزایش دهد. بنابراین چنین بنظر می‌رسد که در شرایط عدم استفاده از کود فسفر (سیستم‌های ارگانیک) می‌توان استفاده از این سویه را در دستورکار قرار داد.

کلمات کلیدی: باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر، سوپر فسفات تریپل، عملکرد و اجزا عملکرد، جو

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No:77 pp: 111-118

Efficiency of phosphorus solubilizing bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley cultivar(Karoon Dar Kavir)

By: E. Hassan zadeh, Faculty of Agronomy and Animal Science of Tehran University
Mazaheri D. Faculty of Agronomy and Animal Science of Tehran University
Chaichi M.R. Faculty of Agronomy and Animal Science of Tehran University
Kharazi K. Institute of Soil and Water Researches

To evaluate the efficiency of phosphorus solubilizing bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley cultivar (Karoon Dar Kavir) an experiment was conducted in experimental farm of college of Agriculture of University of Tehran during 2005-2006 growing season. The treatments were arranged as split plots and were evaluated in a complete randomized block design with thee replications. The phosphorus chemical fertilizer level of P0 (control), P1 (30 Kg/ha), P2 (60 Kg/ha), P3 (90 Kg/ha) and P4 (120 Kg/ha) of super phosphate triple were allocated to the main plots. While the different bacteria strains of S0 (control), S1 (strain No.9) , S2(strain No.10) were allocated to the sub plots. The results of the experiment indicated that the highest forage dry matter yield of 83750.2 Kg/ha was obtained with application of 60 Kg/ha of phosphorus fertilizer accompanied with S3 bacteria (strain No.41 yield). The S3 (strain No.41) demonstrated an acceptable efficiency in forage and grain product in of barley with no chemical phosphorus fertilizer application. This result indicated that in organic farming systems, this bacterium could be used as a source of phosphorus requirements in barley production.

Key words: Phosphorous solubilizing bacteria, Super phosphate triple, Barley, Yield and yield components

مقدمه

فسفر از عناصر ضروری و پر مصرف و محدود کننده ترین عنصر بعد از نیتروژن برای گیاه است. فسفر چندین نقش کلیدی در گیاه ایفا می‌کند که شامل شرکت در واکنش‌های انتقال انرژی، فتوسنتز، تبدیل قند به نشاسته و انتقال خصوصیات ژنتیکی در گیاه می‌باشد (۸). Sharm (۱۵) مزیت تغذیه با فسفر برای گیاه را در تولید ریشه‌های عمیق تر و فراوان‌تر گزارش داده است. فسفر باعث زود رسی در گیاه، کاهش رطوبت دانه و بهبود کیفیت محصول می‌شود(۶). این عنصر حساس‌ترین عنصر غذایی نسبت به pH خاک می‌باشد. ملکوتی و نفیسی (۵) بهترین pH برای جذب فسفر بوسیله گیاه را ۶/۵ اعلام کردند. وایت لو و همکاران (۱۹۹۹) گزارش دادند که مقادیر زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک نامحلول شده به‌طوری‌که در خاک‌های آهکی به ترکیبات محلول کلسیم و منیزیم و در خاک‌های اسیدی به فسفات آهن و آلومینیوم تبدیل شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. تحرک این عنصر در خاک بسیار اندک است و نمی‌تواند پاسخگوی جذب سریع توسط گیاه باشد. همین امر موجب ظهور و توسعه مناطق تهی[1] از فسفات در مجاورت سطح تماس ریشه‌ها با خاک می‌شود. بنابراین گیاه به سیستمی کمکی نیاز پیدا می‌کند که بتواند بسهولت از این منا طق تخلیه شده فراتر رود و با توسعه شبکه‌ای گسترده در اطراف سیستم ریشه‌ای، فسفر را از حجم بیشتری از خاک مجاور دریافت کند (۳). کودهای بیولوژیک از موثرترین یاری کنندگان گیاه برای تامین این نیاز درسطح مطلوب به شمار می‌روند که بر مبنای گزینش انواعی از ریز موجودات مفید خاک تهیه می‌شوند که بالاترین کارایی و بازدهی را از نظر تولید عوامل محرک رشد و فراهم سازی عناصر غذایی به شکل قابل جذب را دارا می‌باشند. کاربرد مایه تلقیح‌های تهیه شده از این انواع ضمن وارد کردن جمعیت انبوهی از یک میکرو ارگانیسم فعال و موثر در حوزه فعالیت ریشه توان گیاه برای جذب بیشتر عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (۱). میکرو ارگانیسم‌های حل کننده فسفات به گروهی از ریز جانداران خاکزی اطلاق می‌گردد که به عنوان اجزا مکمل چرخه فسفر قادرند از طریق مکانیسم‌های مختلف فسفر را از منابع نامحلول آزاد کنند (۳). باکتریهای تسهیل کننده جذب فسفات[2] و قارچهای حل کننده فسفات[3] از جمله ارگانیسم‌های موثر در این فرایند شناخته شده‌اند (۱۷). از مهمترین انواع باکتری‌ها می‌توان به Psedomonas straita ،Bacillus circlo و اینترو باکترها اشاره نمود (۱۷،۱۶،۷). باکتریهای جنس سودوموناس از مهمترین باکتری‌های محرک رشد (PGRP) به شمار می‌روند. باکتریهای سودوموناس، هوازی و میله‌ای شکل می‌باشند. رسولی و همکاران (۲) گزارش دادند سودوموناس و بالاخص P.fluarescens از مهمترین اعضای جامعه ارگانیسم‌های ریزوسفری به شمار رفته و اثرات مثبت ناشی از تلقیح آنها بر رشد به اثبات رسیده است. P.putida گونه‌ای از این گروه می‌باشد که دراین آزمایش بکار برده شده است.

باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفات قادرند با مکانیسم‌هایی مانند تولید و ترشح اسیدهای آلی بخصوص ۲ - کتواگزالیک، سیتریک، مالیک و سوکسینیک و... در حلالیت فسفاتهای معدنی کم محلول موثر باشند. به علاوه بسیاری ازاین باکتری‌ها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز آزاد شدن فسفر را از ترکیبات آلی فسفردار موجب می‌شوند. با توجه به تحقیقات انجام شده نمی‌توان نقش باکتری‌ها و پتانسیل آن‌ها را در انجام فرایندهای چرخه فسفر در سیستم خاک _ گیاه نادیده گرفت. باکتریهای تسهیل کننده جذب فسفات نه تنها رهاسازی فسفر بلکه تولید مواد بیولوژیک دیگر از جمله هورمون‌هایی مثل اکسین و

www.SID.ir

Archive of SID

جیبرلیک اسید و همچنین ویتامین‌ها را موجب می‌شوند. این مواد با انحلال فسفات همبستگی مثبت دارند (۳). اسیدهای آلی مهمترین عامل در تحرک فسفر نامحلول می‌باشند. اسید سیتریک و اسید اگزالیک با کلاته کردن و تشکیل کمپلکس‌های پایدار با کاتیون‌های آهن و آلومینیوم و کلسیم سبب آزاد شدن فسفات به داخل محلول خاک می‌شوند. اسید گلوکونیک و ۲- کتواگزالیک با آزاد سازی پرتون سبب کاهش pH محیط و انحلال فسفاتهای معدنی نامحلول می‌گردند (۱).Reyse و همکاران (۱۱) نشان داد که نوع و مقدار اسیدهای آلی در هر محیط به نوع میکروارگانیسم‌های تولید کننده آن‌ها مربوط می‌باشد. به طور کلی افزایش تعداد و تنوع میکرو ارگانیسم‌ها و اثرات متقابل جوامع میکروبی باعث افزایش تعداد و تنوع اسیدهای آلی موثر در فرایند انحلال فسفاتهای نامحلول می‌شود (۱۵). Gupta (۷) و Yahia (۱۸) به ترتیب بالاترین جمعیت باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفات را در خاک‌های جنگلی و در خاک‌های زیر کشت سبزیجات و مراتع گزارش دادند. Kim و همکاران (۸) نشان دادند که تعداد باکتریهای تسهیل کننده جذب فسفات بیشتر به نوع کشت و نوع خاک (ترکیب فیزیکی خاک، مقدار هوموس و فسفر خاک) بستگی دارد. باکتریهای سودوموناس پتانسیل قابل توجهی در بهبود کارایی جذب فسفر از خودشان نشان داده و به علت وسعت انتشار، تنوع گونه‌ای ومقاوم بودن برخی از گونه‌های آن به تنش‌های محیطی توانسته‌اند به عنوان کود بیولوژیک مناسب از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار گردند(۸،۹). استفاده از کودهای بیولوژیک، بخصوص در کشت‌های فشرده و خاک‌های فقیر از لحاظ عناصر غذایی، ضرورتی اجتناب ناپذیر برای حفظ ارزش کیفی خاک است. در حالیکه مصرف غیر اصولی و بلند مدت کودهای شیمیایی نتیجه‌ای جز تخریب تدریجی کیفیت خاک، کاهش ارزش کیفی محصول، بهم زدن تعادل طبیعی اکوسیستم و گسترش آلودگی‌های زیستی محیطی، در پی نخواهد داشت (۴). از آنجا که دستیابی به کشاورزی پایدار جز اهداف اصلی متخصصان کشاورزی بشمار می‌رود، برای نیل به این هدف اقتصادی کردن امر تولید، استفاده از کودهای بیولوژیک، مصرف بهینه و صحیح کودهای شیمیایی، سموم، آفت کش‌ها و افزایش مواد آلی خاک و حفاظت از محیط‌زیست لازم بنظر می‌رسد به همین دلیل این آزمایش به منظور بررسی کارایی انواعی از کودهای بیولوژیک (باکتریهای تسهیل کننده جذب فسفر) به همراه مقادیر مختلف کودشیمیایی بر عملکرد و اجزا عملکرد جو رقم کارون در کویر اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه آموزشی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شرقی و ۴۷ درجه شمالی و طول ۵ درجه شرقی و ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. متوسط بارندگی سالیانه ۹/ ۲۶۵ میلی متر و حداقل و حداکثر آن در طی یک میانگین ۳۸ ساله به ترتیب ۱۰۸/۲ و ۴۶۹/۹ میلی متر گزارش شده است. حداکثر درجه حرارت ۴۰ درجه سانتی گراد و حداقل آن ۱۸ – درجه و میانگین آن ۱۳/۵ درجه سانتی گراد بوده است. بافت خاک محل آزمایش لومی‌رسی و pH خاک برابر با ۷/۲ می‌باشد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید پنج سطح کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل شامل: p_0=شاهد (بدون کود)، P_1 = ۳۰ P_2=۹۰ P_3=۶۰، ۳ و P_4 = ۱۲۰ کیلو گرم در هکتار در کرت‌های اصلی و سویه‌های باکتری P. putida شامل S 0 = شاهد (بدون باکتری)، S_1 = (سویه ۹)، S_2= (سویه ۱۰)، S_3 = (سویه ۴۱) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تهیه زمین مطابق عرف منطقه با اجرای یک شخم عمیق و دو دیسک عمود بر هم قبل از کاشت انجام شد. کود نیتروژن به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت اوره در سه نوبت، یک سوم در زمان کاشت یک سوم قبل از گلدهی و باقی مانده موقع پر شدن دانه مصرف گردید. مقدار بذر مصرفی برای کلیه تیمارها بر مبنای ۴۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. رقم جو مورد استفاده در این آزمایش کارون در کویر بوده که شش ردیفه، متحمل به خشکی و توصیه شده برای مناطق معتدل و سرد بود. باکتری مورد استفاده P.putida با جمعیت ۵×۱۰^۸ سلول در گرم دارای قابلیت تسهیل جذب فسفر و ترشح هورمون اکسین (موثر در افزایش رشد) بود. عملیات کاشت در ۲۴ اسفند ۱۳۸۴ انجام گرفت. هنگام کاشت بذرها ابتدا با سویه‌های ذکر شده به طور جداگانه آغشته شده و پس از مشخص نمودن محدوده هر کرت، بذرهای هر تیمار به صورت دستی در ۶ خط کاشت در کرت‌هایی بطول ۱/۵ وبه عرض ۵ متر کشت گردیدند. فاصله خطوط کاشت ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. آبیاری به صورت نشتی و با توجه به شرایط اقلیمی و وضعیت رطوبتی خاک در زمان‌های مورد لزوم انجام شد. مبارزه با علفهای هرز به روش وجین دستی صورت گرفت. برداشت اول در تاریخ ۸۵/۲/۲۵ به منظور اندازه‌گیری عملکرد علوفه و ویژگیهای رشد نسبی شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه انجام گرفت و در تاریخ ۸۵/۵/۵ با در نظر گرفتن مساحتی معادل دو متر مربع، از ارتفاع ۵ سانتی متری سطح زمین عملیات برداشت صورت گرفت.

برای اندازه‌گیری اجزا عملکرد دانه ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد. پس از توزین کل محصول برداشت شده (کاه و دانه) در هر کرت، دانه توسط کمباین آزمایشی از کاه و کلش جدا گردید. برای تعیین وزن هزار دانه ۵ نمونه ۱۰۰ تایی بذر به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و پس از خشک نمودن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، وزن هزار دانه محاسبه گردید.

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین مربوط به سطوح کود و باکتری با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز آماری و مقایسه میانگین تیمارها بر صفات عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک، تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله و ارتفاع بوته به ترتیب در جداول ۱و۲ ارائه شده است.

تجزیه واریانس صفات مورد اندازه‌گیری هیچگونه اثر معنی‌داری را از تیمارهای کود فسفر، سویه‌های باکتری و اثرات متقابل آن‌ها بر روی ارتفاع بوته و طول سنبله نشان ندادند (جدول ۱). احتمالاً ارتفاع بوته و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد اندازه‌گیری میانگین مربعا ت صفات

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد ماده خشک	تعداد پنجه در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	طول سنبله	ارتفاع بوته
بلوک	۲	۴۳۳۰۵	۹۹۹۷۳۲/ ۲۶	۰/ ۱۰۷	۱۸/ ۳۳	۱۲/ ۳۱	۱/ ۳۹	۱۰/ ۹۳
فسفر	۴	۸۵۰۵۶۹/ ۱۶۷**	۱۱۹۰۰۶۰/ ۲۷*	۱۱/ ۲۲۶*	۳۹/۱	۴۰۷/ ۹*	/۲۸	۵۳/۱۲ns
خطای a	۸	۲۶۷۲۱/ ۶۶۷	۹۳۹۱۵۸/ ۱۰	۱/۸۰۵	۷	۵۲/۴۶	/۳۲	۲۲/۳۳
سویه‌های باکتری	۳	۳۴۳۸۹۹۷/ ۷۸**	۳۴۹۱۶۱۶/ ۰۶*	۱۰/ ۶۱*	۱۷۳ /۴۶**	۲۴۶ /۶*	۱/۱۲	۳۳/۳
فسفر × باکتری	۱۲	۳۳/۴۸۵۹۷۲۳**	۳۲۲۳۸۰/ ۹۶۴*	۱۲ /۱۲**	۱۲/۰ ۹ns	۱۸۲/ ۹*	۳۳/۰	۲۰/۸۰ns
خطای b	۳۰	۵۱۲۲۸۳ /۳۳	۹۳۸۵۰۶/ ۶۰	۱/ ۱۲	۸/ ۲۸	۴۷/ ۹۸	۰/ ۴۶	۱۹/ ۹
ضریب تغییرات		۵/ ۳	۱۴/ ۵۶	۱۲/ ۷	۵/ ۸۶	۸/ ۹۶	۹/ ۶۴	۷/ ۴۱

ns و* و** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

طول سنبله یک صفت ژنتیکی بوده و بیشتر به نوع رقم بستگی دارد.

تاثیر کود فسفر روی تعداد پنجه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد پنجه (۹/۵) با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بدست آمد که با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد پنجه در تیمار شاهد(۷/۳) ملاحظه شد (جدول ۲). به طور کلی تعداد پنجه با مصرف کود فسفر تا سطوح ۹۰ کیلوگرم در هکتار روند صعودی داشت. اثر باکتری نیز روی تعداد پنجه در بوته معنی‌دار بود. بیشترین تعداد پنجه (۹/۴) با S ۲ (سویه ۱۰) بدست آمد. که از نظر آماری با مصرف S1 (سویه ۹) و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین پنجه (۷/۳) با مصرف S3 (سویه ۴۱) بدست آمد. Pamella و همکاران (۲۰) اثر مصرف باکتری را بر افزایش تعداد پنجه در جوگزارش دادند. اثر متقابل کود فسفر و باکتری نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد پنجه (۱۱/۲) مربوط به باکتری S1 (سویه ۹) با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بود (جدول ۴). Shah و همکاران (۱۴) گزارش دادند که کاربرد کود فسفر به همراه باکتری‌های سودوموناس نه تنها باعث افزایش مقدار فسفر در خاک، بلکه باعث تسریع مراحل رشد (پنجه زنی، گلدهی و بلوغ) در سویا می‌شود.

اثر کود بر عملکرد ماده خشک علوفه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد ماده خشک علوفه(۲/ ۷۷۵۱ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و کمترین عملکرد در تیمار شاهد(۵۱۳۷/۲ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید (جدول ۲). اثر باکتری بر عملکرد ماده خشک معنی‌دار شد (جدول۱). بیشترین مقدار عملکرد ماده خشک (۶۹۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار) با S2 (سویه ۱۰) وکمترین مقدار(۵۹۴۵/۹ کیلوگرم در هکتار) با S1 (سویه ۹) بدست آمد (جدول۲). Pamella(۱۰) اثر باکتری در افزایش عملکرد ماده خشک در گندم و سورگوم را بدلیل مصرف بهتر فسفرگزارش داد. اثر متقابل کود و باکتری بر عملکرد ماده خشک معنی‌دار شد (جدول ۳).

بیشترین عملکرد ماده خشک(۸۳۷۵/۲ کیلوگرم در هکتار) با آغشته کردن بذر با باکتری S3 (سویه ۴۱) و مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر بدست آمد. کمترین مقدار عملکرد خشک(۳۹۱۴/۶ کیلوگرم در هکتار) در S3 (سویه ۴۱) زمانیکه در مجاورت تیمار شاهد (بدون کود) بود، مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج عملکرد ماده خشک علوفه در هکتار، مبین آن است که S3 (سویه ۴۱) در مجاورت ۶۰ کیلوگرم در هکتار توانسته است بیشترین مقدار عملکرد علوفه خشک به صورت مطلق را نسبت به سایر تیمارها تولید نماید. مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار آن از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد اما حصول این نتیجه نشان دا د که مصرف حداقل ۳۰ کیلوگرم فسفر برای باکتری‌های S1 و S2 و S3 می‌تواند زمینه لازم را برای به حداکثر رساندن کارایی باکتری‌های مورد نظر برای تولید علوفه خشک فراهم نماید. که در میان آنها بنظر می‌رسد باکتری S3 (سویه ۴۱) بیش از سایرین این قابلیت را داشته و از این شرایط بهره برداری نموده است. باکتری‌های سودوموناس قادر به تولید هورمونهای اکسین و جیبرلین و همچنین ویتامین‌ها می‌باشند (۳). بنابراین احتمالاً افزایش عملکرد ماده خشک علوفه را می‌توان به این توانایی باکتری نسبت داد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین اثرات اصلی صفات مورد اندازه گیری

تیمارهای آزمایش	عملکرد دانه (گیلوگرم در هکتار)	عملکرد ماده خشک (کیلو گرم در هکتار)	تعداد پنجه در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	طول سنبله (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
P.(شاهد بدون کود)	۲۲۵۸/۳۳b	۵۱۳۷/۲۵c	۷/۳۷c	۴۹۹/۳۳a	۷۴/۰۸ab	۶/۹۵a	۵۷/۸۱a
P۱(۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	۲۷۰۴/۱۶a	۶۸۳۹/۳۳ab	۸/۰۷bc	۴۸/۶۳a	۸۳/۲۵a	۷/۱۳a	۵۸/۳۴a
P۲(۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	۲۲۵b	۷۷۵۱/۵a	۹/۴۹a	۴۹a	۸۰/۷۵a	۶/۸۹a	۶۱a
P۳(۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	۲۳۴۷/۵b	۶۳۲۶/۲۵bc	۹/۲۸ab	۴۹/۴۶a	۶۸/۷۵a	۷/۲۵a	۶۰/۹۷a
P۴(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	۲۸۰۰a	۷۲۱۹/۵۹ac	۷/۶۱c	۴۸/۸۵a	۷۹/۵۸a	۶/۹۴a	۹/۶۲a
S۰(شاهد بدون باکتری)	۲۲۸۰b	۶۷۶۲/۵۳ab	۸/۴a	۴۳/۹۹c	۷۱/۶۶b	۶/۷۰a	۶۰/۲۲a
S۱(شاهد بدون باکتری)	۲۲۹۹/۳۳a	۵۹۴۵/۹۳b	۸/۳۵ab	۴۹/۸۶b	۷۸/۳۳ab	۷/۱۹a	۵۹/۷۷a
S۲ (سویه ۱۰ باکتری)	۱۸۷۸/۶۷c	۶۹۹۷/۶۶a	۹/۳۹a	۴۸۸/۲۱b	۸۱/۳۳a	۶/۹۱a	۵۹/۹۸a
S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۲۹۱۰a	۶۹۱۳ab	۷/۳۳b	۵۳/۱۵a	۷۷/۸b	۳۱/۷۰a	۶۰/۸۶a

* در هر مقایسه حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج و یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد

تعداد دانه در سنبله به طور معنی‌داری تحت تاثیر سویه‌های باکتری قرار گرفت. بطوریکه بیشترین تعداد دانه در سنبله به تعداد (۵۲/۱) در تیمار S۳ (سویه ۴۱) و کمترین آن در تیمار شاهد بدون باکتری ملاحظه گردید. این نتایج مبین آن است که با استفاده از باکتری S۳ (سویه ۴۱) به مقدار ۱۷ در صد افزایش تعداد دانه در سنبله نسبت به سایر تیمارها مشاهده شده است. وجود باکتری تسهیل کننده جذب فسفر با توجه به نقشی که فسفر در تحریک رشد زایشی و تشکیل دانه در گیاه ایفا می‌کند در این نتایج مشهود بود.

اثر کود فسفر بر هزار دانه معنی‌دار بود (جدول۱) بیشترین وزن هزار دانه(۸۳/۳ گرم) با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر بدست آمد که از لحاظ آماری با کمترین مقدار (۶۸/۷ گرم) در سطح کودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه با کاربرد باکتری S۲ (سویه ۱۰) به مقدار (۸۱/۳ گرم) و کمترین مقدار در تیمار شاهد بدون باکتری به مقدار(۷۱/۷ گرم) مشاهده شد (جدول ۲). شایان ذکر است که بالاترین وزن هزار دانه در سطح کودی ۳۰ کیلو گرم در هکتار در مجاورت باکتری S۱ (سویه ۹) حاصل شد که مقدار آن به لحاظ آماری با عملکرد دیگر سویه‌های باکتری در سطح ۶۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. با توجه به مصرف بی رویه کودهای شیمیایی بنظر می‌رسد که کارآمدی استفاده از باکتری S۱ (سویه ۹) در مجاورت ۳۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل در هکتار می‌تواند بهترین شرایط را به لحاظ افزایش وزن هزار دانه در جو رقم کارون در کویر تامین نماید. کمترین مقدار وزن هزار دانه در تلفیق مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار در مجاورت باکتری S۳ (سویه ۴۱) بدست آمد. که مبین عدم کار آمدی تیمار مذکور در افزایش وزن هزار دانه می‌باشد. این تیمار با تیمار شاهد (عدم استفاده از کود) هیچگونه تفاوت معنی‌داری نشان نداد. اثر متقابل کود فسفر و با کتری معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین وزن هزار دانه(۹۴ گرم) مربوط به S۱ (سویه ۹) با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود.

نتایج نشان داد که اثر کود فسفر بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به مقدار ۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که از لحاظ آماری با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار به مقدار(۲۷۹۹/۳ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). اثر باکتری بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه با کاربرد باکتری S۳ (سویه ۴۱) سودوموناس پوتیدا به مقدار(۲۹۱۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. که از لحاظ آماری با S ۱ (سویه ۹) تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین عملکرد دانه(۱۸۷۸/۶ کیلوگرم در هکتار) با مصرف S۲ (سویه ۱۰) باکتری بدست آمد (جدول۲).

Redy و Ahlawat و(۱۲) در نخود فرنگی و Patida (۱۱) درگندم و سورگوم افزایش عملکرد دانه را به اثر باکتری نسبت دادند. اثر متقابل باکتری و کود بر افزایش عملکرد دانه معنی‌دار شد. حداکثر عملکرد دانه (۳۵۱۷/۲ کیلوگرم در هکتار) مربوط به S۱ (سویه ۹) که با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود بدست آمد که بازگو کننده کارایی بالای

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر متقابل باکتری و فسفر بر عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک

تیمارهای آزمایش	باکتری	عملکرد دانه (گیلوگرم در هکتار)	عملکرد ماده خشک (کیلو گرم در هکتار)
P.(شاهد بدون کود)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۱۷۱۷/۵۰J	۳۹۴/۶۰c
P.(شاهد بدون کود)	S۱(شاهد بدون باکتری)	۲۰۵۰/۱۳I	۴۲۵۰/۴۰c
P.(شاهد بدون کود)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۲۱۶۷/۳۳hi	۵۴۲۵/۴۷bc
P.(شاهد بدون کود)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۳۱۰۰/۲۱b	۶۹۶۰/۲۰ab
P۱(۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۲۷۸۳/۴۵cd	۵۸۶۶/۲۵bc
P۱(۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۱(شاهد بدون باکتری)	۳۵۱۷/۱۵a	۷۴۶۷/۱۵bc
P۱(۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۱۷۵۰/۲۰J	۷۲۴۱/۳۵bc
P۱(۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۲۷۶۷/۵۸cde	۵۸/۶۶bc
P۲(۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۲۲۸۳/۵۰ghi	۷۴۰۹/۲۵ab
P۲(۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۲۵۳۳/۶۷defg	۷۷۶۲/۳۰ab
P۲(۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۱۴۶۷/۳۳J	۷۴۶۰/۲۵ab
P۲(۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۲۶۱۷/۱۲cde	۸۳۷۵/۱۰a
P۳(۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۲۱۶۷/۲۰ghi	۸۰۶۶/۱۲a
P۳(۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۱(شاهد بدون باکتری)	۲۶۸۰/۳۳cdef	۴۲۶۴/۷۵c
P۳(۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۱۶۱۰/۶۰J	۶۹۰۰/۴۰ab
P۳(۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۲۹۳۳/۵۳bc	۶۰۷۵/۴۵abc
P۴(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۲۴۵۰/۱۵efgh	۶۹۵۷/۴۰ab
P۴(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۱(شاهد بدون باکتری)	۳۲۱۷/۶۶cdef	۶۶۷۱/۱۳ab
P۴(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۲۴۰۰/۲۵fgh	۷۹۶۲/۲۰ab
P۴(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۳۳۳۱/۴۰bc	۷۲۸۹/۲۰ab

*در هر مقایسه حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد

این سویه بود وکمترین مقدار عملکرد دانه (۱۴۶۷/۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به S۲ (سویه ۱۰) بود (جدول۳). افزایش عملکرد دانه را می‌توان به توانایی باکتری در افزایش آزاد سازی فسفر از منابع نامحلول نسبت داد.

نتایج بدست آمده از آزمایش مذکور نشان داد که باکتری‌های سودوموناس قادر به ایفای نقش مهمی‌در افزایش عملکرد واجزا عملکرد در جو بوده، بطوریکه تعداد پنجه در بوته، عملکرد ماده خشک علوفه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دادند.

چنین به نظر می‌رسد که کاربرد باکتری‌های سودوموناس در کشت‌های فشرده و خاک‌های فقیر از لحاظ عناصر غذایی ضرورتی اجتناب ناپذیر بوده و در شرایط عدم مصرف کود (سیستم‌های ارگانیک) دور نمای روشنی را در افزایش تولید محصولات کشاورزی نوید می‌دهد.

پاورقی‌ها

1 - Depletion zones

2 - Phosphate solublizing Micro organism (PSM)

3 - Phosphate solublizing fungi (PSF)

منابع مورد استفاده

۱ - سلیسپور، م. ۱۳۸۲؛ مطالعه مزرعه‌ای اثر بخشی کودهای میکروبی فسفاته حاوی میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات بر عملکرد کمی وکیفی ذرت. سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود وسم

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- اثر متقابل باکتری و فسفر بر تعداد پنجه در بوته و وزن هزار دانه

تیمارهای آزمایش	باکتری	تعداد پنجه در بوته	وزن هزار دانه (گرم)
P.(شاهد بدون کود)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۹/۶۰abc	۷۳/۶۷bcde
P.(شاهد بدون کود)	S۱(شاهد بدون باکتری)	۸/۲۰bc	۷۵/۶۷bcde
P.(شاهد بدون کود)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۷/۴۰cd	۸۰/۶۷abcd
P.(شاهد بدون کود)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۴/۳۰e	۶۶/۳۳de
P۱(۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۵/۱۶de	۶۸/۶۷de
P۱(۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۱(شاهد بدون باکتری)	۸/۶۶abc	۹۴a
P۱(۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۱۰/۱۳abc	۷۸/۶۷abcd
P۱(۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۸/۳۳abc	۹۱/۶۷ab
P۲(۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۹/۱۳abc	۷۱cde
P۲(۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۱ (شاهد بدون باکتری)	۱۱/۰۲a	۸abcd
P۲(۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۹/۶۶abc	۸۷/۳۳abc
P۲(۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۸/۱۳bc	۸۲/۶۷abcd
P۳(۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۸/۶۶abc	۷۰cde
P۳(۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۱(شاهد بدون باکتری)	۸/۴۶abc	۶۹de
P۳(۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۹/۲abc	۷۵/۶۷bcde
P۳(۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۱۰/۸۰ab	۶۰/۳۳e
P۴(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۰(شاهد بدون باکتری)	۹/۴۳abc	۷۵bcde
P۴(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۱(شاهد بدون باکتری)	۵/۴de	۷۱cde
P۴(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۲(سویه ۱۰ باکتری)	۱۰/۵۳ab	۸۴/۳۳abcd
P۴(۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)	S۳(سویه ۴۱ باکتری)	۵/۰۶de	۸۸abc

*در هر مقایسه حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد

در کشاورزی ۴-۲ اسفند۱۳۸۲. تهران.

۲- رسولی، م. ح. ک. خاوازی و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۲؛ نقش تغذیه بهینه کود در ترشح سیدروفورها به منظور بهبود جذب عناصر ریز مغذی، نشریه شماره ۳۰۷، دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی.

۳- صالح راستین.ن.۱۳۸۰؛ کودهای بیولوژیک و نقش آن در راستای نیل به کشاورزی پایدار. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، کرج. ایران.

۴- صالح راستین. ن. ۱۳۸۴؛ مدیریت پایدار از دیدگاه بیولوژی خاک. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران. ایران.

۵- ملکوتی، م. ج و م. نفیسی. ۱۳۷۳؛ مصرف کود در اراضی زراعی، فاریاب و دیم(ترجمه). چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس: ۲۴۲ صفحه.

۶- ملکوتی. م. ج. ۱۳۷۸؛کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. چاپ دوم. نشر آموزش کشاورزی: ۴۲۰ صفحه.

7- Gupta. R. D , K. K. R. Bhard waj. , B. C. Marwah and B.R. Tripathi , 1989; Under varying biosequence and climoseqence. Journal of Society of Soil Science 34: 498-504

8- Kim , K , K. , D. Jordan G. A.. MacDonald. 1989; Entro bacter agglomerans , phosphate solublizing bacterial activity in soil: Effect of carbon sources. Soil Biology and Biology and

www.SID.ir

Archive of SID

Biochemistry , 89: 995 1003

9-Loheurte , F. and. J Betrthlin. 1988;Effect of a phosphate solublizing bacteria on maize grow and root exudation over four levels of lobile phosphorus. Plant and Soil , 105: 11 – 17

10- Pamella , A , C , S. H Steven – 1982; Inorganic phosphate solubilization by rhizospher in a zostera marin community. Canadian journal of Micro biology , 28 ; 605 – 610

11- Patidar. M. 2001; Integrated nutrient management in sorghum (Sorghum bicolor) and its resideul effect on wheat (Triticum aestivum) Indian Jornal of Agricultural Sciences. 71 (9): 587 – 590.

12- Redy. N. R. N ,: Ahlawat. l. P. S. 1998; Response of (Cicer arietinum) genotypes to irrigation and fertilizers under Late – sown conditions. Indian Journal of Agronomy.431 (1) 95:101.

13- Reyes , I. , L.Brnir. , R. Simard. , and H. Antoun. 1999; Characterstic of phosphate sulubilization by an isolate of a tropical Penicillium regulusum and uv – induced mutants. FEMS Microbiology Ecology. 23: 291-295.

14- Shah, P., Kakar, K.M. K. Zaha. 2001; Phosphorus use efficiency of soy bean as effected by phosphorus application and inoculation. Plant Nutrition Food Security and Sustainabiliy of Agro Ecosystem. 670-671.

15- Sharma ,A, K. 2002; Bifertilizers for sustainable agriculture. Agrobios Indian Publications .456.

16- Subba Rao , W. S. 1988; Phosphate solubilizing micro organism inn: Biofertilizer in agricultur. 133 – 142.

17- Vazques , P. , G. Holguin M. E. Puente. 2000. Phosphate solubilizing micro organism associtated with the rizospherte of mangroves in semi arid coastallagoon. Bioligy firitility of soils , 30: 460-468 .

18-Yahya , A , j. and S.K. Al – Azawi. 1998; Occurrence of phosphate solubilizing bacteria in some Iraqian soils. Plant and Soil , 117: 135 - 141.

www.SID.ir