Archive of SID

بررسی تأثیر مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس و برادی ریزوبیوم بر تثبیت نیتروژن و شاخص‌های رشد سویا

رضا قربانی نصرآبادی، ناهید صالح راستین و حسینعلی علیخانی[1*]

چکیده

دراین تحقیق اثر مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس و برادی ریزوبیوم ژاپنیکوم بر عملکرد سویا وفرآیند تثبیت نیتروژن مولکولی مورد بررسی قرار گرفت. آزمون گلخانه ای براساس طرح بلوکهای کامل تصادفی به صورت فاکتوریل بر روی دوخاک آهکی تهیه شده از مزرعه دانشکده کشاورزی کرج(FF) ومزرعه مؤسسهٔ تحقیقات خاک وآب واقع درکرج (SWRI) درچهار تکرار انجام پذیرفت. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح گوگرد (S_0 تا S_3) به ترتیب معادل با ۰ ، ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ و۳۰۰۰ کیلوگرم درهکتار ، دو سطح باکتری تیوباسیلوس(T_0 شاهد و T_1 مایه تلقیح تیوباسیلوس) ، دو سطح باکتری برادی ریزوبیوم (R_0 شاهد و R_1 تلقیح با برادی ریزوبیوم) بودند. براساس نتایج حاصل ، خاک FF با وجود داشتن ریزوبیوم بومی نسبت به تلقیح با ریزوبیوم پاسخ مثبت نشان داد. همچنین درهردوخاک نتایج مثبتی دراثر کاربرد مایه تلقیح تیوباسیلوس حاصل شد. خاک FF درتیمار $S_2T_1R_1$ وخاک SWRI درتیمار $S_3T_1R_1$ بیشترین عملکرد بیولوژیک و تثبیت نیتروژن را داشتند. مصرف توأم مایه تلقیح تیوباسیلوس و برادی ریزوبیوم ژاپنیکوم غلظت نیتروژن و یا مقدار کل نیتروژن جذب شده درگیاه را نسبت به تلقیح هریک به تنهایی به طور معنی دار ($P<0.01$) افزایش داد. چنین اثرات سینرژیستی، در مورد کاربرد همزمان گوگرد با مایه تلقیح های تیوباسیلوس و برادی ریزوبیوم بر روی عملکرد بیولوژیک نیزدرخاک های مورد مطالعه مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: تیوباسیلوس، برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، سویا، گوگرد، کود بیولوژیک

مقدمه

برای گیاهانی مانند سویا که می توانند به اتکاء همزیستی با باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن مولکولی ، بدون نیاز به مصرف کودهای شیمیایی بالاترین بازده محصول را داشته باشند، استفاده از این توان ذاتی ، به لحاظ جنبه‌های مفید اقتصادی و زیست محیطی آن ، ضرورتی اجتناب ناپذیر به شمار می‌رود (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۷۹). نیتروژن مهم ترین عنصری است که گیاه از خاک جذب می‌نماید و تثبیت بیولوژیک نیتروژن (BNF) بهترین راهی است که به کمک آن ، خاک به طور طبیعی از این عنصر غذایی غنی می‌گردد. انجام این فرآیند علاوه بر این که سالانه حدود ۱۷۰ میلیون تن نیتروژن اتمسفری را به بیوسفر وارد می‌نماید، هیچ یک از مشکلات اقتصادی و زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را به همراه ندارد. گوگرد نیز یکی از عناصر غذایی پرمصرف وضروری برای گیاه می‌باشد که کمبود آن نه تنها عملکرد را درنتیجهٔ تغذیه نامناسب کاهش می‌دهد ، بلکه از ارزش کیفی محصولات (مانند درصد پروتئین و درصد روغن) نیز می‌کاهد. در مورد اثرات مفید مصرف گوگرد بر افزایش تثبیت بیولوژیک نیتروژن در لگومهای همزیست با ریزوبیوم ها نیز گزارش‌های متعددی ارائه شده‌اند. Liuch و همکاران (۱۹۸۳) در آزمایشی گلخانه‌ای، تأثیر نیتروژن، گوگرد وتلقیح با ریزوبیوم فازئولی (*Rhizobium Leguminosarum* bv.*phaseoli*) را بر روی فاکتورهای مختلف رشد لوبیا بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن گوگرد ، گره‌زایی ، متابولیسم نیتروژن وسنتزپروتئین را تحت تأثیر قرار می دهد وکیفیت محصول را بهبود می‌بخشد. Scherer و Lange (۱۹۹۶) تأثیر مثبت استفاده از گوگرد را در افزایش تعداد گره‌های ریشه‌ای، وزن خشک گره‌ها و مقدار نیتروژن تثبیت شده در لگوم‌های دانه‌ای گزارش نمودند. Kachhave و همکاران (۱۹۹۷) تأثیر سطوح و منابع مختلف گوگرد را بر روی گره‌زایی، عملکرد وجذب عناصرغذایی نخود مورد بررسی قرار دادند.

---

[1] به ترتیب کارشناس ارشد و اعضای هیات علمی گروه خاکشناسی دانشگاه تهران

* وصول: ۸۱/۱/۱۸ و تصویب: ۸۱/۱۱/۲۴

www.SID.ir

Archive of SID

براساس نتایج حاصل ، افزودن گوگرد گـرەزایـی را به طور معنی دار افزایش داد. همچنـین مقـدار نیتـروژن، فسفر و گوگرد جذب شده، با افزایش مقدار گوگرد روندی افزایشی داشتند. شرط اصلی اثـر بخـشی گـوگرد، سـرعت مناسب اکسایش آن درخاک است، بنحوی که بتواند در طی دورهٔ رویـشی گیـاه ، عـلاوه برتـأمین یـون سـولفات، بـا خاصـیت اسـید زایـی و کـاهش pH ، لااقـل در مقیـاس میکروسایت‌های ریزوسفری، قابلیت دسترسی سایر عناصـر غذایی مانند فسفر و آهن را نیز بهبود بخشد (Tabatabai، ۱۹۸٦). از آنجـا کـه اکـسایش گـوگرد فرآینـدی عمـدتاً بیولوژیک محسوب مـی‌شـود (Tate، ۲۰۰۰)، تحقـق ایـن شرط مستلزم وجود جمعیت بالایی از میکروارگانیسم‌هـای اکسید کنندهٔ گوگرد عنـصری اسـت کـه باکتریهـای جـنس تیوباسیلوس از مؤثرترین انواع آنها هستند. در مورد مصرف همزمان گوگرد و تیوباسیلوس، گزارش‌های معدودی وجود دارد (Bardiya و همکاران، ۱۹۷۲؛ Deluca و همکـاران، ۱۹۸۹؛ Pathirana و همکاران، ۱۹۸٦). کـه درایـن مـوارد هم معمولاً از سوسپانسیون کشت خـالص تیوباسـیلوس‌هـا استفاده شده است. بشارتی (۱۳۷۷) و بـشارتی و همکـاران (۱۳۷۹) با تحقیق بر روی مواد مختلفـی کـه بتواننـد تـوان نگهداری بلنـد مـدت گونـه‌هـای مختلـف تیوباسـیلوس را داشته باشند، موفق به تهیـه فرمولاسـیون مـادهٔ حامـل ایـن باکتری وتولید کود میکربی گوگرد گردید. اسـتفاده از ایـن کود میکربی به طور همزمـان بـا گـوگرد، تـاکنون بـر روی گیاهانی مانند ذرت و ذرت علوفـه‌ای انجـام شـده ونتـایج مثبتی به همراه داشـته اسـت (بـشارتی کلایـه و همکـاران، ۱۳۷۹). تحقیق در مورد اثرات ایـن کـود میکربـی بـر روی سیستم‌های همزیستی تثبیت کنندهٔ نیتـروژن نیـز ضـرورت دارد، زیرا گذشته از جنبه‌های مثبتی که برای اسـتفاده از آن ذکر شد، به دلیل حالت اسیدزایی نسبتاً شدیدتر نـسبت بـه گوگرد تلقیح نشده، احتمال اثرات منفی بر روی ریزوبیومها و یا بر مراحل مختلف فرآیند گره‌زایی و تثبیت نیتروژن نیز دور از انتظار نخواهد بـود. براسـاس ایـن فـرض، بررسـی اثرات مصرف توأم مایه تلقیح برادی ریزوبیـوم ژاپنیکـوم و کود میکروبی تیوباسیلوس در سطوح مختلـف گـوگرد، بـر روی شـاخص‌هـای رشـد سـویا و همینطـور تـوان گـره‌زایی و تثبیت نیتروژن در این گیاه، به عنوان هدف این تحقیق در نظر گرفته شد.

مواد و روشها

خاکهـای FF و SWRI ، مـورد اسـتفاده درایـن بررسی به ترتیب از مزارع تحقیقـاتی دانـشکده کـشاورزی کرج و مؤسسهٔ تحقیقات خاک وآب (کرج) انتخاب شدند. نمونه‌های کافی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری برداشته شد و پس از هوا خشک کردن وگذراندن از الک ٤ میلـی متـری، برای انجام آزمایش گلدانی مورد استفاده قرار گرفت.برخی از ویژگیهای مهم خاکهای مزبور در جدول ۱ آمده است.

حضور باکتری برادی ریزوبیوم همزیست با سویا در این خاکها ، با استفاده از آزمون تلقـیح گیـاه میزبـان بـا رقـت‌هـای ده دهـی سوسپانـسیون خـاک، تعیـین گردیـد (Somasegaran و Hoben، ۱۹۹٤). تعـداد باکتریهـای تیوباسیلوس بومی این خاکها نیز بـا روش MPN بـر روی محیط کشت مایع حاوی املاح ضروری، بدون کربن آلی و دارای گوگرد به عنوان تنها منبع تأمین انرژی برای بـاکتری، شـمارش شـدند (Page و همکـاران، ۱۹۸۲). بررسـی در شرایط گلخانه‌ای، در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی بـه صورت فاکتوریل و با درنظر گرفتن چهار تیمـار گـوگردی شامل S_0 تیمـار بـدون گـوگرد ، S_1 ، S_2 و S_3 بـه ترتیـب معادل ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ کیلو گرم گوگرد درهکتـار ، دو سطح باکتری (R_0 شاهد تلقیح نشده و R_1 تیمار تلقـیح بـا برادی‌ریزوبیوم ژاپنیکـوم)، دو سـطح بـاکتری تیوباسـیلوس (T_0 شاهد بدون باکتری و T_1 کود میکربی تیوباسیلوس) بر روی دو نوع خاک آهکی (FF و SWRI) درچهار تکـرار برای هر تیمار انجام گردید. کود میکربی* گـوگرد ، حـاوی بـاکتری تیوباسـیلوس وهمینطـور کـشت خـالص بـاکتری برادی‌ریزوبیـوم ژاپنیکـوم (سـویه ریزوکینـگ) از موسـسهٔ تحقیقات خاک وآب تهیه شدند. جهـت اعمـال تیمارهـای مختلف ، ابتدا مقدار ۱/۵ کیلوگرم خاک درهر گلدان ریخته شد وسپس تیمارها به شرح زیر انجام شدند:

گوگرد عنصری از الک ۲۰ مـش عبـور داده شـد وسـپس بـا کـود میکربـی گـوگرد حـاوی 10^6 بـاکتری تیوباسیلوس در هر گرم مادهٔ حامـل بـه نـسبت ٤ درصـد ، مخلوط گردید و آنگاه بـه طـور یکنواخـت در ۲ کیلـوگرم خاک فوقانی گلدان ٤ کیلویی توزیع شد. گلدان ها به مدت دو هفته در دما و رطوبت مناسب (حـدود ۷۰ درصـد FC) نگهـداری شـدند. بـذرهای سـویا (رقـم سـحر) پـس از ضدعفونی سطحی و جوانه دار شدن در شرایط استریل ، به تعداد ٦ عدد به فواصل مساوی در عمق ۲ سـانتی متـری از سطح خاک در هرگلدان کاشته شدند. هنگـام کاشـت ، هـر بذر با یک میلی لیتـر از سوسپانـسیون کـشت تـازهٔ بـرادی ریزوبیوم ژاپنیکوم، حاوی 10^6 باکتری در میلی لیتر ، تلقیح

* کود میکروبی گوگرد بصورت آماده از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه گردید و جزئیات آن در اختیار تهیه‌کنندگان است.

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. گلدانها به اتاق رشد با درجه حرارت حداکثر روزانه ۲۸ و حداقل شبانه ۱۸ درجه سانتی گراد ، شدت نور معادل ۱۵۰۰۰ هزار لوکس و طول روز ۱۲ الی ۱٤ ساعت انتقال داده شدند. سطح خاک هرگلدان با شن استریل پوشانده شد و۱۰ روز پس از استقرار کامل گیاهان ، تعداد آنها در هر گلدان به ٤ عدد تقلیل داده شد. درطول دورهٔ رشد، مراقبت های لازم شامل آبیاری با آب مقطر برای حفظ رطوبت گلدانها درحدود ۷۰ درصد FC ، همچنین مبارزه با علفهای هرز احتمالی و جمع آوری برگهای خشک شده به صورت مجزا برای هر گلدان ، صورت گرفت.

برداشت گیاهان پس از دانه دهی کامل در مرحلهٔ R_6[1] انجام شد. اندام هوایی گیاهان هر گلدان از محل طوقه قطع گردید و سپس غلاف آنها تفکیک و هرقسمت به طور جداگانه درون پاکتهای کاغذی قرارداده شدند. سیستم ریشه‌ای گیاهان هر گلدان نیز با دقت از خاک خارج و پس از شستشوی کامل با آب و تعیین درجه گره‌بندی، تعداد گره‌ها شمارش شدند. وزن خشک هر قسمت پس از قرار دادن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰-٦٥ درجه سانتی گراد، تا رسیدن به وزن ثابت تعیین گردید. پس از تعیین وزن خشک هر قسمت ، اجزاء مذکور جهت تعیین مقدار نیتروژن با آسیاب برقی پودر شدند. درصد نیتروژن اندام هوایی گیاه با استفاده از دستگاه میکروکلدال تعیین شد و براساس آن کل نیتروژن جذب شده در اندام هوایی گیاه محاسبه گردید(Page و همکاران، ۹۸۲). محاسبات آماری مورد نظر (تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها) با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری MSTATC و رسم نمودارها با برنامه گرافیکی Excel انجام شدند.

نتایج و بحث

براساس جداول تجزیه واریانس ، درهر دو خاک اثرات اصلی مایه تلقیح تیوباسیلوس، باکتری برادی ریزوبیوم ژاپنیکوم و گوگرد بر وزن دانه ، غلاف ، عملکرد بیولوژیک و مقدار نیتروژن جذب شده توسط سویا، درسطح ۱ درصد معنی‌دار شده است (جداول ۲ و۳). مقایسه میانگین تیمارهای تلقیح شده با برادی‌ریزوبیوم ژاپنیکوم(R_1) و تلقیح نشده (R_0) نشان می‌دهد که تلقیح با این باکتری، شاخص های رشد سویا و همینطور تعداد گره‌های سیستم ریشه‌ای و مقدار ثبیت نیتروژن را حتی در خاک FF که خود دارای این گونه باکتری بوده ، به طور معنی دار افزایش داده است (شکل ۱) . این تأثیر می‌تواند به افزایش جمعیت باکتری در حوزه فعالیت سیستم ریشه‌ای و نیز به کیفیت برتر سویهٔ مورد استفاده در مایه تلقیح نسبت داده شود. درخاک SWRI (فاقد ریزوبیوم بومی) تأثیر تلقیح بسیار شدیدتر بود، بطوریکه درکل تیمارهای R_1 نسبت به R_0 ، مقدار وزن دانه ها ، عملکرد بیولوژیک و درصد نیتروژن بخش هوایی گیاه به ترتیب حدود ۲۰، ۲ و٤ برابر افزایش یافتند (شکل ۲). سطح نیتروژن این دو خاک پایین بود(جدول ۱) واین می تواند یکی از دلایل مهم برای پاسخ مثبت گیاه به مایه تلقیح های ریزوبیومی باشد. فراوانی ترکیبهای ازتی درخاک بر روی فرآیندهای تشکیل گره و تثبیت نیتروژن اثر بازدارنده دارد و این تأثیر منفی توسط محققین به اثبات رسیده است (Herridge و Danso، ۱۹۹۵؛ Somasegaran و Bohlool، ۱۹۹۰). کاربرد گوگرد بر روی تمام شاخص‌های اندازه گیری شده تأثیر مثبت داشته ولی درعین حال اثرات مفید آن بخصوص درسطوح پایین تر (S_1)، تنها درحضور باکتری تیوباسیلوس به سطح معنی‌دار رسیده است.شکل‌های ۳ و٤ نشان می‌دهند که در صورت کاربرد همزمان گوگرد وکود میکربی تیوباسیلوس ، میانگین وزن دانه ، وزن غلاف وعملکرد بیولوژیک درتمام سطوح گوگرد نسبت به شاهد بدون گوگرد (S_0) ویا تیمارهای گوگردی بدون تیوباسیلوس (T_0) افزایش می یابد. مقدار این شاخص ها در خاک FF در تیمار $S_۲T_۱$ و درخاک SWRI درتیمار $S_۳T_۱$ به بالاترین سطح می‌رسند. این تفاوت درمقدار بهینه گوگرد می‌تواند به دلیل تفاوت درخاصیت بافری این خاکها باشد که خود تابعی از ویژگیهای مختلف ، از جمله بافت خاک ، مقدار مادهٔ آلی و درصد آهک خاک می باشد (بشارتی کلایه، ۱۳۷۷؛ علی‌اصغرزاده و همکاران، ۱۳۷۷). بررسی Nielsen و همکاران (۱۹۹۳) حاکی از این است که مقدار گوگرد اکسید شده ، با مقدار شن خاک رابطهٔ مستقیم و با مقدارسیلت رابطه معکوس دارد. شکل‌های ۵ و ٦ اثرات متقابل برادی ریزوبیوم و تیوباسیلوس را درخاکهای FF و SWRI نشان می‌دهند. در خاک FF به دلیل حضور ریزوبیوم بومی ، تأثیر مصرف کود میکربی گوگرد به تنهایی (T_1R_0)بطور معنی داری بیشتر از مصرف برادی ریزوبیوم بدون تیوباسیلوس (T_0R_1) است (شکل ۵). درحالیکه درخاک SWRI (فاقد ریزوبیوم بومی) عکس این حالت مشاهده می‌شود و این خود حاکی از اتکای گیاه به تأمین نیتروژن از مسیر تثبیت بیولوژیک است. درعین حال، در هر دو خاک بالاترین سطح شاخص‌های اندازه‌گیری شده مربوط به تیماری است که در آن برادی ریزوبیوم و تیوباسیلوس بطور همزمان مورد استفاده قرار گرفته‌اند (تیمارT_1R_1). درخاک FF تیمار T_1R_1 موجب افزایش

[1] Reproductive 6

www.SID.ir

Archive of SID

وزن دانه، وزن غلاف و عملکرد بیولوژیک به ترتیب برابر با ٦٠/٤ ، ٥٣/٢ و ٣٠/٧ درصد نسبت به شاهد (T_0R_0) گردیده است. درخاک SWRI نیز چنین روندی قابل مشاهده است و مقادیر شاخص های فوق نه تنها نسبت به شاهد (T_0R_0) افزایش معنی داری داشته‌اند، بلکه حتی نسبت به تیمار تلقیح با برادی ریزوبیوم (T_0R_1) نیز به ترتیب معادل ٣٣/١٦ ، ٢١/٩٤ و ١٨/٢ درصد افزایش یافته‌اند . تأثیر مثبت ومعنی داراستفاده از کود میکربی تیوباسیلوس ، به دلیل پایین بودن تعداد انواع بومی این باکتری در خاکها است (جدول ١)٠ پایین بودن جمعیت انواع بومی نیز ناشی از وجود مقادیر جزیی از ترکیبهای گوگردی احیاء شده ، درخاک است که برای تأمین نیاز انرژی این باکتریها ضرورت دارند(Bardiya و همکاران، ١٩٧٢؛ Cifuentes و Lindman، ١٩٩٣). نتایج برخی تحقیقات حاکی از این است که تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس بدون مصرف گوگرد نمی‌تواند تغییرات معنی‌داری را نسبت به شاهد ایجاد نماید (بشارتی کلایه، ١٣٧٧؛ Bardiya و همکاران، ٩٧٢). در حالیکه در این آزمایش مصرف مایه تلقیح تیوباسیلوس بدون گوگرد (تیمارS_0T_1) نیز نسبت به شاهد (S_0T_0) ، اثرات مثبتی بر روی شاخص‌های اندازه‌گیری شده نشان داده است. دلیل این امر استفاده از کود بیولوژیک تهیه شده با تیوباسیلوس به جای کشت خالص آن می‌باشد. دراین کود میکربی، باکتری تیوباسیلوس همراه با مادهٔ نگهدارنده ای است که بخشی از آن را گوگرد تشکیل می‌دهد و اکسیده شدن سریع همین گوگرد می‌تواند دلیلی بر اثرات مثبت این کود بیولوژیک باشد.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر گره‌بندی و مقدار نیتروژن جذب شده

جداول ٤ و ٥ اثرات متقابل گوگرد ، تیوباسیلوس و برادی‌ریزوبیوم ژاپنیکوم را بر شاخص های اندازه گیری شده درخاک FF و SWRI نشان می دهند. کاربرد گوگرد بر روی گره بندی در هردوخاک تأثیر مثبت داشته و این تأثیر به هنگام استفادهٔ همزمان با باکتری تیوباسیلوس تشدید شده است. در خاکهای مذکور حداکثر تعداد گره‌ها مربوط به هنگامی است که گوگرد، مایه تلقیح تیوباسیلوس و برادی‌ریزوبیوم بطور همزمان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در خاک FF گره‌های ریشه در تیمار $S_2T_1R_1$ و در خاک SWRI درتیمار$S_3T_1R_1$ به بیشترین تعداد خود رسیده‌اند، به طوریکه نسبت به تیمارهای بدون تلقیح با تیوباسیلوس ($S_2T_0R_1$ و $S_3T_0R_1$) به ترتیب ٢١/٥ و ١٦/٧ درصد افزایش گره بندی داشته‌اند. یکی از دلایل تأثیر مثبت گوگرد بر وزن وتعداد گره ها این است که گوگرد به عنوان عنصری ضروری برای تغذیهٔ گیاه محسوب می‌گردد (Naidu و Rom، ١٩٩٦). همچنین برخی از محققین بهبود گره‌بندی در تیمارهای گوگردی را ناشی از افزایش فتوسنتز از طریق توسعهٔ سطح برگ، تثبیت مقدار بیشتر CO2 در واحد سطح برگ و نیز افزایش قندها دانسته‌اند (Zaroug و Munns، ١٩٧٩). شکل‌های ٧ و ٨ اثرات متقابل گوگرد و تیوباسیلوس را برمقدار نیتروژن جذب شده توسط سویا در خاکهای مورد بررسی نشان می دهند. در این مورد نیز مصرف گوگرد در سطوح پایین (S_1 وS_2) بدون استفاده از مایه تلقیح تیوباسیلوس ، اثر مثبتی برمقدار نیتروژن جذب شده توسط سویا نداشته وحتی اثر سطح S_3 (در تیمار S_3T_0) نسبت به شاهد (S_0T_0) درمورد خاک SWRI به سطح معنی دار نرسیده است. درحالیکه در تمام سطوح گوگرد، مصرف آن به طور همزمان با کود میکربی تیوباسیلوس ، مقدار نیتروژن جذب شده را به طور معنی‌دار ، افزایش داده است. درخاک FF ، حداکثر مقدار نیتروژن جذب شده در تیمار S_2T_1 و درخاک SWRI درتیمار S_3T_1 بوده که نسبت به سطوح مشابه تلقیح نشده (S_2T_0 و S_3T_0) به ترتیب حدود ٣٦/١٩ و ٢٥/٤٤ درصد افزایش داشته اند. درهردوخاک ، استفاده از مایه تلقیح تیوباسیلوس حتی بدون مصرف گوگرد (تیمارS_0T_1) مقدار نیتروژن جذب شده را نسبت به شاهد (S_0T_0) به ترتیب حدود ١١/٤ و ٧/٨ درصد افزایش داده است. دلیل این امر همانطور که قبلاً اشاره شد وجود مقداری گوگرد در کود میکربی تیوباسیلوس می‌باشد. شکل‌های ٩و١٠ اثرات متقابل باکتریهای تیوباسیلوس و برادی ریزوبیوم را بر مقدار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ـ برخی از ویژگیهای مهم خاکهای مورد بررسی

خاک	PH	EC_e (dS/m)	رس	سیلت	شن	بافت	Fe	Zn	Total N	O.M.	*B.japonicum* cells.g^{-1}soil	*Thiobaçillus* cells.g^{-1}soil	P mg kg^{-1}	$CaCO_3$ (%)
			(%)				mg. kg^{-1}		(%)					
FF	۷/۲	۳/۰۳	۳۲/۶	۳۴	۳۳/۴	لوم رسی	۶/۹۶	۱/۲۴	۰/۰۶۴	۱/۱	<۱۰۰۰	۲۰۰	۴/۴	۸/۸
SWRI	۷/۱۲	۱/۱۱	۲۸/۸	۴۰/۸	۳۰/۴	لوم رسی	۴/۳۴	۰/۴۷	۰/۰۶	۱/۱۸	۰	۱۵۰	۶/۲	۱۰

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرتیمارهای مختلف بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در اندام هوایی در خاک FF

MS-Value							
شاخص‌ها / تیمار	وزن دانه (گرم)	وزن گره (گرم)	تعداد گره	وزن غلاف (گرم)	عملکردبیولوژیک (گرم)	غلظت نیتروژن (درصد)	نیتروژن جذب شده (میلی گرم در گلدان)
S	۱/۳۴۷**	۰/۳۹۴**	۵۸۶/۹۷۴^{ns}	۱۲/۳۸۸**	۴۰/۲۳۶**	۰/۱۰۳^{ns}	۴۸۹۴۷/۵۰۲**
T	۲۵/۵۲۸**	۱/۰۴۰**	۲۷۹۵/۷۶۶^{ns}	۷۴/۵۶۳**	۳۰۸/۴۴۱**	۰/۰۰۴^{ns}	۱۹۸۲۰۵/۷۳۱**
R	۱۴/۴۰۲**	۱۰/۶۲۸**	۷۹۴۵۳/۵۱۶**	۴۲/۵۴۳**	۴۰/۳۵۴**	۳/۲۸۱**	۳۱۰۵۷۵/۰۴۱**
S*T	۲/۷۸۲*	۰/۰۷۱**	۸۲۰/۶۸۲^{ns}	۴/۸۸۳**	۱۵/۳۶۰**	۰/۰۸۳^{ns}	۸۱۹۹/۲۶۸*
S*R	۲/۰۴۴*	۰/۰۸۸**	۵۹۰۳/۴۳۲**	۰/۳۴۶^{ns}	۳/۸۴۵*	۰/۰۸۹^{ns}	۵۴۱/۴۸۸^{ns}
T*R	۰/۲۰۷^{ns}	۰/۳۲۵**	۷۰/۱۴۱^{ns}	۱/۱۴۵^{ns}	۱۷/۰۳۶**	۰/۰۲۹^{ns}	۱۱۲۸۱/۳۵۴*
S*T*R	۲/۱۹۱*	۰/۰۲۹^{ns}	۵۷۴/۴۷۴^{ns}	۱/۲۸۳^{ns}	۲/۲۵۳^{ns}	۰/۰۴۴^{ns}	۳۷۰۸/۸۹۴^{ns}
C.V	۹/۹۸	۱۱/۱۸	۲۴/۰۵	۷/۹۴	۵/۰۹	۷/۹۰	۸/۰۶

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در اندام هوایی درخاک SWRI

MS-Value							
شاخص‌ها / تیمار	وزن دانه (گرم)	وزن گره (گرم)	تعداد گره	وزن غلاف (گرم)	عملکردبیولوژیک (گرم)	غلظت نیتروژن (درصد)	نیتروژن جذب شده (میلی گرم در گلدان)
S	۰/۴۱۲**	۰/۰۹۴*	۴۴۸۷/۸۹۱**	۱/۸۶۴**	۱۱/۴۷۹**	۰/۱۶۲**	۳۶۳۳/۴۷۰**
T	۱۲/۹۹۶**	۰/۰۰۷^{ns}	۱۵۳/۱۴۱^{ns}	۲۶/۰۲۳**	۹۲/۴۰۰**	۰/۰۰۳^{ns}	۵۹۷۰۸/۸۸۷**
R	۵۶۳/۱۱۳**	۶/۱۶۹**	۵۱۲۱۱۹/۱۴۱**	۱۶۰۵/۱۰۴**	۲۰۲۹/۷۲۸**	۷۰/۶۰۲**	۵۵۳۴۲۷۵/۷۹۱**
S*T	۰/۴۷۶**	۰/۰۳۰^{ns}	۱۰۵۴/۳۰۷^{ns}	۰/۳۱۷^{ns}	۴/۹۷۰*	۰/۰۱۸^{ns}	۶۱۱۹/۶۷۰**
S*R	۰/۶۴۹**	۰/۰۸۹*	۴۴۸۷/۸۹۱**	۲/۷۶۳**	۱۲/۹۹۹**	۰/۰۰۹^{ns}	۴۷۸۳/۹۱۴**
T*R	۱۲/۰۲۴**	۰/۱۵۹*	۱۵۳/۱۴۱^{ns}	۱۴/۹۲۹**	۴۱/۷۳۲**	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۴۵۲۹۸/۰۹۷**
S*T*R	۰/۴۱۸**	۰/۰۳۵^{ns}	۱۰۵۴/۳۰۷^{ns}	۰/۷۶۱*	۵/۳۵۴*	۰/۰۲۵^{ns}	۵۸۰۶/۰۵۰**
C.V	۸/۸۰	۵/۳۲	۲۳/۶۹	۹/۰۵	۶/۳۴	۶/۷۷	۷/۳۸

www.SID.ir

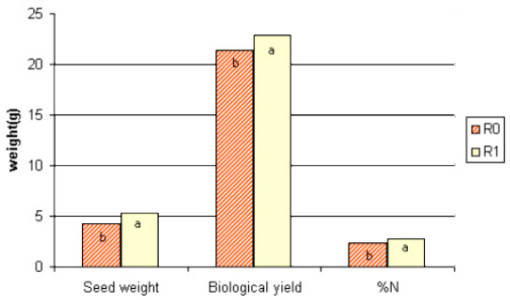
Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل گوگرد، تیوباسیلوس و برادی‌ریزوبیوم ژاپنیکوم بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در خاک FF

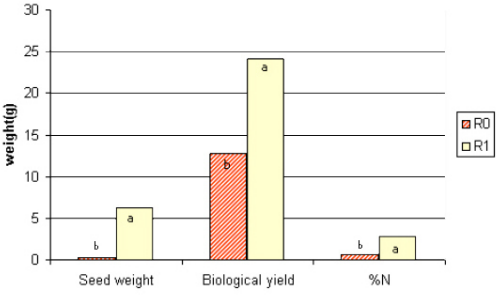
شاخص‌ها تیمار	وزن دانه (گرم)	وزن گره (گرم)	تعداد گره	وزن غلاف (گرم)	عملکردبیولوژیک (گرم)	غلظت نیتروژن (درصد)	نیتروژن جذب شده (میلی گرم در گلدان)
S0T0R0	۳/۵۵۰^{i}	۱/۱٦۳^{de}	۱۲٦/۰^{defgh}	۷/۱٤٥^{fgh}	۲۰/۲٦^{gh}	۲/۰۸۲^{d}	٤۲۲/٥^{g}
S0T0R1	٤/٥٤٥^{efg}	۰/٥۲۷٥^{h}	۱۳۹/۸^{cdefg}	۸/۰٥۲^{ef}	۱۸/۳۷^{i}	۲/۸٤٥^{a}	٥۲۲/٦^{def}
S0T1R0	۳/۹۸۷۰^{fghi}	۱/۲٦^{cd}	۱۲۳/۰^{defgh}	٦/٦۹٥^{gh}	۱۹/۷٦^{ghi}	۲/۲۱۳^{d}	٤۳٥/۷^{g}
S0T1R1	٥/٤۷٥^{bcd}	۰/٥٥۷٥^{h}	۱٥۰/۸^{bcdef}	۹/۸۱^{cd}	۲۲/٤۱^{ef}	۲/۷٥٦^{a}	٦۱۷/٥^{bc}
S1T0R0	۳/۳٦۰^{i}	۱/۰٥۸^{e}	۸٦/۰^{gh}	٦/۱٥۳^{h}	۱۸/٦۱^{hi}	۲/۳۲۲^{cd}	٤۲۹/۳^{g}
S1T0R1	٤/٤٦٥^{efgh}	۰/٥۸۲٥^{h}	۱٥٥/۳^{bcde}	۷/٥۸۲^{fg}	۱۸/۹۲^{hi}	۲/۸۷۸^{a}	٥٤٤/۲^{de}
S1T1R0	٤/۸۰۲^{de}	۱/٥۹٥^{b}	۱۲۳/٥^{defgh}	۹/۲٦۷^{d}	۲۳/۲۱^{de}	۲/۲۰۱^{d}	٥۱۰/۸^{def}
S1T1R1	٦/٤۲۲^{de}	۰/٦٥^{fgh}	۱۷٦/۳^{abcd}	۱۰/۲۳^{bc}	۲٥/۳٥^{bc}	۲/٥۹^{abc}	٦٥٦/٤^{b}
S2T0R0	۳/۷٥^{hi}	۱/٤۱^{c}	۹۹/٥^{fgh}	۷/٤٤۸^{fg}	۱۹/٦۲^{ghi}	۲/۳۹٦^{bcd}	٤۷۰/۲^{fg}
S2T0R1	٤/٦۹٥^{ef}	۰/٦۲٥^{gh}	۱۷٥/۳^{abcd}	۹/۰٤٥^{de}	۲۱/۳^{fg}	۲/٦٥۷^{ab}	٥٦٥/٤^{cd}
S2T1R0	٥/۷٦٥^{abc}	۱/۸۱۳^{a}	۱۰۳/۸^{efgh}	۱۰/٤٥^{bc}	۲۲/۹۸^{bc}	۲/۲٦۱^{d}	٥٦٤/۳^{cd}
S2T1R1	٥/۹۱۲^{ab}	۰/۷۸۲٥^{fg}	۲۱۳/۰^{a}	۱۲/۰۳^{a}	۲۸/۳٥^{a}	۲/۷۹٤^{a}	۷۷۹/٤^{a}
S3T0R0	۳/۸٥۸^{ghi}	۱/۲۲۳^{c}	۸۳/٥^{h}	۷/۷٤٥^{fg}	۲۰/۲۲^{gh}	۲/۳۸^{bcd}	٤۸۰/٦^{efg}
S3T0R1	٥/۰٦۳^{cde}	۰/٦۲۷٥^{gh}	۱۹۸/۳^{ab}	۹/۲٦۳^{d}	۲۲/۳٤^{ef}	۲/۷۸۳^{a}	٦۲۱/٤^{bc}
S3T1R0	٥/۲۷۰^{bcd}	۱/۹۷٥^{a}	۸۹/۲٥^{gh}	۹/٦۲۲^{d}	۲۲/۱۹^{cd}	۲/٦۱۲^{abc}	٦۳۰/۸^{bc}
S3T1R1	٥/٥٥٥^{bcd}	۰/۸۲۲٥^{f}	۱۸۹/۸^{abc}	۱۱/۳۸^{a}	۲٦/۳۲^{b}	۲/۸۳٥^{a}	۷٥۱/٦^{a}

www.SID.ir

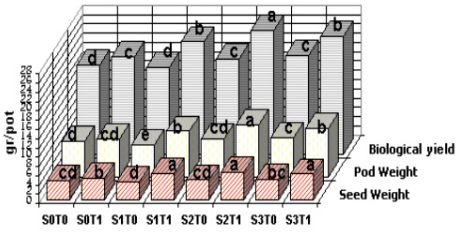
Archive of SID



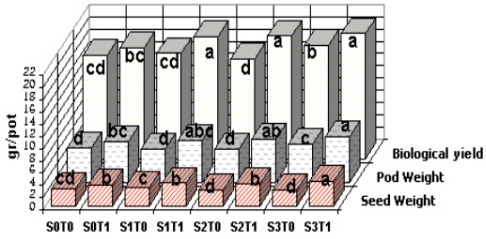
نمودار ۱- اثر اصلی باکتری برادی ریزوبیوم بر شاخص های اندازه گیری شده سویا در خاک FF



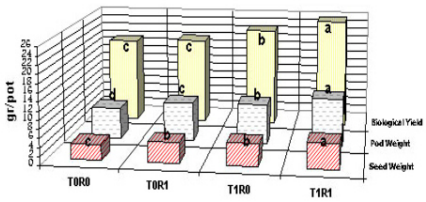
نمودار ۲- اثر اصلی باکتری برادی ریزوبیوم بر شاخص های اندازه گیری شده سویا در خاک SWRI



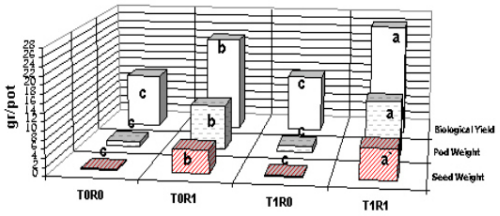
نمودار ۳- اثر متقابل گوگرد و تیو باسیلوس بر وزن دانه ، غلاف وعملکرد بیولوژیک سویا در خاک FF



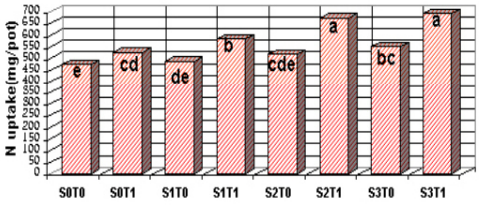
نمودار۴- اثر متقابل گوگرد و تیو باسیلوس بر وزن دانه ، غلاف وعملکرد بیولوژیک سویا در خاک SWRI



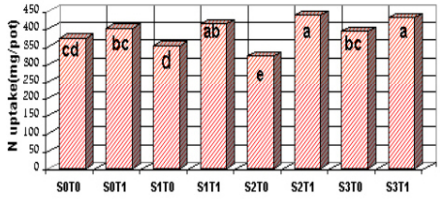
نمودار۵- اثر متقابل برادی ریزوبیوم و تیو باسیلوس بر وزن دانه، غلاف و عملکرد بیولوژیک سویا در خاک FF



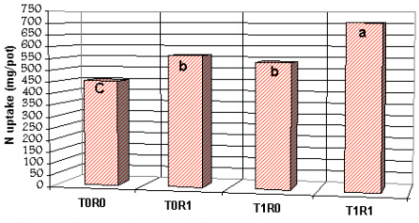
نمودار۶- اثر متقابل برادی ریزوبیوم و تیو باسیلوس بر وزن دانه، غلاف و عملکرد بیولوژیک سویا در خاک SWRI



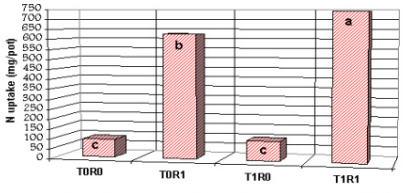
نمودار۷- اثر متقابل گوگرد و تیو باسیلوس بر مقدار نیتروژن جذب شده توسط سویا در خاک FF



نمودار۸- اثر متقابل گوگرد و تیو باسیلوس بر مقدار نیتروژن جذب شده توسط سویا در خاک SWRI



نمودار۹- اثر متقابل برادی ریزوبیوم و تیو باسیلوس بر مقدار نیتروژن جذب شده توسط سویا در خاکFF



نمودار۱۰- اثر متقابل برادی ریزوبیوم و تیو باسیلوس بر مقدار نیتروژن جذب شده توسط سویا در خاک SWRI

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل گوگرد، تیوباسیلوس و برادی ریزوبیوم ژاپنیکوم برشاخص‌های اندازه‌گیری شده در خاک SWRI

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌ها / تیمار	وزن دانه (گرم)	وزن گره (گرم)	تعداد گره	وزن غلاف (گرم)	عملکردبیولوژیک (گرم)	غلظت نیتروژن (درصد)	نیتروژن جذب شده (میلی گرم در گلدان)
S0T0R0	۰/۳٤۷۵^{f}	۰/۰^{c}	۰/۰^{e}	۱/۵۵۸^{d}	۱۲/۵٤^{e}	۰/۸۷۰۸^{e}	۱۰۹/۳^{e}
S0T0R1	۵/۲۹۵^{e}	۰/۵٤۵^{b}	۱۵۹/۵^{c}	۹/۷^{c}	۲۱/۲۷^{cd}	۲/۹۹٦^{a}	٦۳۵/۷^{c}
S0T1R0	۰/٤۸۵۰^{f}	۰/۰^{c}	۰/۰^{e}	۱/۸^{d}	۱۳/۷۸^{e}	۰/۸۷۰۸^{e}	۱۲۰/۲^{e}
S0T1R1	٦/٤۰۰^{c}	۰/۵٤۵^{b}	۱۲۱/۵^{d}	۱۱/٤^{b}	۲۲/۲۹^{bc}	۳/۰٤۱^{a}	٦۸۲/۰^{b}
S1T0R0	۰/۳۸۷۵^{f}	۰/۰^{c}	۰/۰^{e}	۰/۵٦^{e}	۱۲/۲۲^{e}	۰/۷۳۷۲^{cd}	۹۰/۱۸^{e}
S1T0R1	۵/۷۷۳^{d}	۰/٦٦۵^{b}	۱۵٤/۸^{c}	۱۰/۱۹^{c}	۲۲/۲٦^{cd}	۲/۷۵۵^{b}	٦۱۳/۵^{e}
S1T1R0	۰/۲٦۲۵^{f}	۰/۰^{c}	۰/۰^{e}	۱/۲٦۳^{de}	۱۳/۰۵^{e}	۰/٦۲٦۰^{d}	۸۲/۳^{e}
S1T1R1	۷/۲۰۵^{b}	۰/٦^{b}	۱۸۱/۸^{bc}	۱۲/٤^{a}	۲٦/۸۵^{a}	۲/۷٦٦^{b}	۷٤۱/۰^{a}
S2T0R0	۰/۱۸۲۵^{f}	۰/۰^{c}	۰/۰^{e}	۱/۲٦۵^{de}	۱۱/۹۲^{e}	۰/٦۲۳۵^{d}	۷٦/۵۲^{e}
S2T0R1	۵/۰۳۲^{c}	۰/۷۳۲۵^{ab}	۱۸۵/۵^{bc}	۹/٦۲۸^{c}	۲۰/٦۷^{d}	۲/۷۳٦^{b}	۵٦۵/۲^{d}
S2T1R0	۰/۲۰۲۵^{f}	۰/۰^{c}	۰/۰^{e}	۱/۲۱^{de}	۱۳/۰۱^{e}	۰/۷۰٦۸^{cd}	۹۱/۹٦^{e}
S2T1R1	٦/۹٤۸^{b}	۰/۷۳۲۵^{ab}	۱۸۷/۵^{bc}	۱۲/۸۳^{a}	۲۷/۲۰^{a}	۲/۸۷۹^{ab}	۷۸۲/٤^{a}
S3T0R0	۰/۱۲۵^{f}	۰/۰^{c}	۰/۰^{e}	۱/۲٤۵^{de}	۱۳/۰۸^{e}	۰/۷۰٦۰^{cd}	۹۲/۲۷^{e}
S3T0R1	۵/۲۲۵^{e}	۰/۷۳۷۵^{ab}	۲۰۳/۵^{b}	۱۱/۲۹^{b}	۲۲/۱۵^{b}	۲/۸۷۹^{ab}	٦۹۳/۳^{bc}
S3T1R0	۰/۲۵^{f}	۰/۰^{c}	۰/۰^{e}	۱/۵۹۲^{d}	۱۳/۰۷^{e}	۰/۷۹۱۲^{cd}	۱۰۳/۲^{e}
S3T1R1	۷/۸٤۵^{a}	۰/۹٤^{a}	۲۳۷/۳^{a}	۱۳/۱٦^{a}	۲۷/۸۹^{a}	۲/۷۲۵^{b}	۷۵۹/۸^{a}

نیتروژن جذب شده در اندام هوایی سویا نشان می‌دهند. در هر دو خاک ، حداکثر مقادیر نیتروژن جذب شده مربوط به تیمار T_1R_1 است که درآن باکتری برادی ریزوبیوم و کود میکربی تیوباسیلوس ، به طور همزمان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مقدار نیتروژن جذب شده درتیمار T_1R_1 نسبت به شاهد (T_0R_0) درخاک FF (دارای ریزوبیوم بومی) حدود ۱/۵ برابر و درخاک SWRI (بدون ریزوبیوم بومی) حدود ۸ برابر افزایش یافته است. با توجه به یافته های فوق می توان نتیجه گیری کرد که این دو باکتری نسبت به هم دارای اثرات سینرژیستی می‌باشند و کاربرد توأم آنها می‌تواند در افزایش عملکرد سویا وبهبود تثبیت نیتروژن در این گیاه مؤثر باشد. برای خاک SWRI که بدون ریزوبیوم بومی وگیاه شاهد فاقد گره بندی و توان تثبیت نیتروژن بوده است ، می توان با استفاده از روش تفاوت نیتروژن (N-Difference Method)، مقدار نیتروژن دریافت شده از اتمسفر را برای گیاهان تلقیح شده محاسبه نمود. براین اساس ، مقدار نیتروژن تثبیت شده ، از حداقل ۵۲٦ میلی گرم / گلدان برای تیمار بدون گوگرد ومایه تلقیح تیوباسیلوس ($S_0T_0R_1$) تا حداکثر ٦۷۰ میلی‌گرم/ گلدان برای تیمار $S_2T_1R_1$ بدست می‌آید که می‌تواند تأکیدی بر نقش مؤثر کود میکربی گوگرد بر تثبیت نیتروژن مولکولی در گیاه سویا باشد.

سپاسگزاری

این پژوهش مستخرج از طرح اثرات کود بیولوژیک گوگرد بر سیستم همزیستی سویا ـ برادی ریزوبیوم به شمارهٔ ۷۱٤/۳/۵۰٤ است که بدینوسیله از حمایت مالی ومساعدتهای معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران ودانشکده کشاورزی قدردانی می شود. همکاری آقای مهندس حسین بشارتی برای تأمین کود میکربی گوگرد وآقای دکتر اسدی رحمانی برای باکتری برادی ریزوبیوم نیز جای تقدیر و تشکر بسیار دارد.

فهرست منابع

۱. اسدی رحمانی ، ه . ، ن . ، صالح راستین و ا . سجادی . ۱۳۷۹ . بررسی امکان پیش بینی ضرورت تلقیح سویا براساس تعیین تعداد باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم وشاخص فراهمی ازت درخاک . مجلهٔ خاک وآب . ۱۲ (۷) : ۳۲-۲۱.

۲. بشارتی کلایه ، ح . ۱۳۷۷ . بررسی اثرات کاربرد گوگرد همراه با گونه های تیوباسیلوس درافزایش جذب برخی از عناصر درخاک . پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه تهران .

www.SID.ir

Archive of SID

۳. بشارتی کلایه ، ح . ،ک . خاوازی و ن . ، صالح راستین . ۱۳۷۹ . بررسی قابلیت چند نوع ماده برای تولید مایه تلقیح باکتریهای تیوباسیلوس و مطالعه اثرآن همراه با گوگرد برافزایش جذب برخی از عناصر غذایی و رشد ذرت . مجلهٔ خاک وآب . ۱۲ (۱۱) : ۹-۱.

٤. علی اصغر زاده ، ن . ، س . ساعدی و س . زمزمی . ۱۳۷۷ . بررسی کارآیی باکتریهای اسید دوست جنس تیوباسیلوس در اکسایش گوگرد و کاهش pH خاک . دانش کشاورزی شماره های ۱و۲: ۸۹-۷۵.

5. Bardiya, M.C., N. Narula and S.R.Vyas.1972.Effect of inoculation of *Thiobacillus* on the crop (*Medicago sativa L.*) grown in alkali soils. Haryana Agricultural University Journal of Research. 2(4): 286-290.

6. Cifuentes, F.R. and W.C. Lindman. 1993. Organic matter stimulation of elemental sulfur oxidation in calcareous soil. Soil Sci.Soc.Am.J.57: 727-731.

7. Deluca, T.H., E.O. Skogley and R.E.Engel.1989.Band-applied elemental sulfur to enhance the phytoavailability of phosphorus in alkaline calcareous soils. Biol. Fertil.Soils.7: 346-350.

8. Herridge, D.F.and S.K.A.Danso.1995.Enhancing crop legume N2 fixation through selection and breeding. Plant and Soil.174: 51-82.

9. Kachhave, K.G., S.D. Gawand, O.D. Kohire and S.S.Mane.1997.Influence of various sources and levels of sulfur on nodulation, yield and uptake of nutrients by chickpea. J. Indian Soc. Soil Sci.45: 590-591.

10. 10-Liuch, C., J.A. Campos and F.Ligero.1983.Effect of nitrogen and sulfur fertilization and seed inoculation with *Rhizobium leguminosarum bv. phaseoli* on the nitrogen –sulfur relationship of bean (*Phaseolus vulgaris L.*). J. of Plant Nutr. 6(12): 1033-1042.

11. 11-Naidu, M.V.S. and H. Ram.1996. Effect of sulfur and *Rhizobium* inoculation on dry matter, grain yield and protein content in green gram (*Vigna radiata L.*). Legume Research. 19(1): 10-14.

12. Neilsen, D., E.J. Hongue, P.B. Hoyt, and B.G.Drought.1993.Oxidation of elemental sulfur and acidulation of calcareous orchard soils in southern British Columbia. Can. J. Soil. Sci.73: 103-114.

13. Page, A.L., R.H. Miller and D .R. Keeney. 1982.Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second edition. Madison, Wisconsin, U.S.A.

14. Pathiratna, L.S.S., U.P. De, S. Waidyanatha, and O.S. Peries. 1986. The effect of appatite and elemental sulfur mixtures on growth and P content of C*ontrocema pubescens*. Fertilizer Research.21: 37-43.

15. Scherer H.W . and A. Lange. 1996. N_2 Fixation and growth of legumes as affected by sulfur fertilization. Biol. Fertil. Soils. 23:449-453.

16. Shantaram, S. and A.K. Matto. 1997. Enhancing biological nitrogen fixation: An appraisal of current and alternative technologies for N input into plants. Plant and Soil.194: 205-216.

17. Somasegaran, P. and H.J.Hoben.1994.Handbook for Rhizobia. Methods in Legume-Rhizobium Technology. Springer-Verlag, New York.

18. 18- Somasegaran, P. and B.B. Bohlool. 1990.Single –Strain versus multistrain inoculation: Effect of soil mineral N availability on rhizobial strain effectiveness and competition for nodulation on chickpea, soybean and dry bean. Applied and Environmental Microbiology. : 3298-3303.

19. Stevenson, F.J. and M.A.Cole.1999.Cycles of soil.2nd edition, John Wiley and Sons, Inc. New York.

20. Tabatabai, M.A.1986.Sulfur in Agriculture. Am. Soc.of Agronomy Inc., Madison, Wis. U.S.A.

21. Tate, R.L.2000.Soil Microbiology. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.

22. Zaroug, M.G. and D.N. Munns .1979. Nodulation, nitrogen fixation, leaf area and sugar content in *Lablab purpureus* as affected by sulfur nutrition. Plant and Soil.53: 319-328.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Sulfur Application with *Thiobacillus* and *Bradyrhizobium* Inoculants on Nitrogen Fixation and Growth Indices of Soybeans

R. Ghorbani Nasrabadi, N. Saleh Rastin and H. Alikhani[1]

Abstract

In this study the effects of simultaneous application of sulfur with *Thiobacilli* and *B. japonicum* inoculants on the yield and nitrogen fixing capacity of soybeans were investigated. A greenhouse experiment was conducted based on randomized complete block design (RCBD) with four levels of sulfur at 0, 500, 1000 and 3000 $kg.ha^{-1}$ (S_0-S_3), two levels of *Thiobacilli*: T_o (control) and T_1 (inoculated), two levels of *B. Japonicum*: R_0 (control) and R_1 (inoculated) and two calcareous soils (FF and SWRI) in four replicates. According to the results, in spite of having native *Rhizobium*, the FF soil showed positive response to *Rhizobium* inoculation. The positive results were also obtained with the use of *Thiobacilli* inoculant. Maximum biological yield and N_2 fixation were obtained at $S_2T_1R_1$ and $S_3T_1R_1$ treatments in FF and SWRI soils, respectively. Simultaneous application of *Thiobacillus* and *B. japonicum* significantly ($P<0.01$) increased the nitrogen concentration and /or nitrogen uptake in comparison with separate inoculation of each. Similar synergistic effects were also observed by simultaneous application of sulfur, *Thiobacilli* and *B. japonicum* inoculants on biological yield in the soils under study.

Keywords: *Thiobacillus*, *B. japonicum*, Soybean, Sulfur, Biological fertilizer

[1] Master of Sci. Student and Sci. Faculty member of Soil Science Dept., Tehran Univ., respectively

www.SID.ir