Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد سوم، شماره اول، ۱۳۹۲
http://ejsms.gau.ac.ir

تأثیر گوگرد و مایه تلقیح *تیوباسیلوس* بر pH خاک، وزن خشک و قابلیت جذب فسفر در *کلزا*

*زرنگار اخوان[۱] و علیرضا فلاح‌نصرت‌آباد[۲]

[۱]دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اردبیل، ایران، [۲]استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۷

چکیده

تامین فسفر مورد نیاز گیاهان از دو طریق استفاده از کودهای شیمیایی و بیولوژیک امکان‌پذیر است. مقدار زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک نامحلول شده و از دسترس گیاهان خارج می‌شود. ریزجاندارانی به‌نام اکسیدکننده‌های گوگرد با کاهش pH خاک شکل نامحلول فسفر خاک را به شکل محلول تبدیل می‌کنند. به‌منظور بررسی تأثیر گوگرد و مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس بر کاهش pH و افزایش قابلیت جذب فسفر خاک، آزمایش گل‌خانه‌ای کشت کلزا رقم اکاپی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۵ سطح گوگرد پودری (۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳ سطح تیوباسیلوس (بدون مایه تلقیح، ۵ و ۱۰ گرم مایه تلقیح در ٦ کیلوگرم خاک گلدان، با جمعیت 10^7 باکتری درگرم مایه تلقیح) با ۳ تکرار در سال ۸۹-۱۳۸۸ به اجرا درآمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر همه منابع تغییرات بر قابلیت جذب فسفر و کاهش pH در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. متوسط فسفر قابل‌جذب خاک در تیمارهای بدون تلقیح ۲۱ و در تیمارهای تلقیح شده ۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و ۳۳/۳۳ درصد افزایش نشان داد و اثر متقابل گوگرد و باکتری مقدار فسفر قابل‌جذب را ١٦٥ درصد افزایش داد و pH خاک در مقایسه با خاک اولیه ۱/۰۵ واحد کاهش یافت و تیمار دارای کم‌ترین کود نسبت به تیمار با بیش‌ترین کود ۰/۵۵ واحد تفاوت pH داشت. افزایش جذب فسفر توسط گیاه معنی‌دار بود ولی افزایش وزن خشک گیاه از نظر آماری معنی‌دار نبود و این افزایش منوط به خطای آزمایش بوده است.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، باکتری تیوباسیلوس، فسفر، گوگرد، مایه تلقیح

* مسئول مکاتبه: soil_science_tku@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است. گرچه میزان فسفر مورد نیاز گیاه در مقایسه با سایر عناصر اصلی کم است، با این‌حال جزو عناصر اصلی محسوب می‌شود. فسفر در گیاه نقش اساسی و مستقیمی در انتقال انرژی ایفا می‌کند (سالاردینی، ۲۰۰۵). خاک یکی از اجزای مهم و منابع پایه است که به‌عنوان بستر اصلی کشت گیاه و نیز محیطی منحصر به فرد برای انواع حیات محسوب می‌شود (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۵). مشکل کمبود فسفر قابل‌جذب خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک جنبه عمومی دارد. تغییر شکل شیمیایی سریع فسفر کودی نیز در این خاک‌ها پدیده شناخته‌شده‌ای است که پژوهش‌های بسیار متعددی آن را تأیید کرده است. در بهترین شرایط، بیش از حدود ۲۰ درصد کود فسفره مورد استفاده گیاه قرار نمی‌گیرد (مارتین و هاکینگ، ۲۰۰٤).

در چندین آزمایش کودی فسفره در مکان‌های مختلف ثابت گردیده که فسفر باعث افزایش محصول کلزا می‌شود. شکل اصلی فسفر قابل استفاده گیاه از خاک $H_2PO_4^-$ می‌باشد (فوث، ۱۹۸٤). فسفر یکی از غیرمتحرک‌ترین و غیرقابل دسترس‌ترین عناصر بوده، بنابراین در بیش‌تر خاک‌ها به آبشویی مقاوم است. با این‌حال کمبود آن در بیش‌تر خاک‌ها باعث کاهش تولیدات کشاورزی می‌شود؛ زیرا بیش از ۸۰ درصد این عنصر بعد از ورود به خاک، غیرمتحرک شده و از طریق جذب شدن، رسوب کردن یا تبدیل به شکل آلی از دسترس گیاه خارج می‌شود (فلاح، ۲۰۰۳؛ چاتمن و همکاران، ۱۹۹۸؛ یحیی و ال- الزاوی، ۱۹۸۹). فسفر حساس‌ترین عنصر غذایی نسبت به pH خاک می‌باشد. در pH کم‌تر از ۵/۵ یون‌های آهن و آلومینیوم با فسفات ترکیب شده و به‌صورت رسوبات نامحلول در می‌آیند در pH بالاتر از ۷/۵ (خاک‌های آهکی) که عموماً یون کلسیم فعال فراوانی حضور دارد، ترکیبات نامحلول به‌طور عمده به‌صورت فسفات‌های کلسیم به‌وجود می‌آید. بهترین pH برای جذب فسفر به‌وسیله گیاه ٦/۵ می‌باشد (ملکوتی و همایی، ۱۹۹٤). بسیاری از پژوهشگران گزارش کرده‌اند مصرف گوگرد و تولید اسید سولفوریک در نتیجه اکسایش آن، باعث کاهش pH خاک و افزایش دسترسی فسفر می‌شود (زاپاتا و روی، ۲۰۰٤؛ کاپلان و اورمان، ۱۹۹۸؛ تیسدال و همکاران، ۱۹۹۳). در شرایط هوازی باکتری‌های شیمیوسنتزکننده (خودکفای شیمیایی) مسئول اکسیداسیون هستند. بعضی از باکتری‌های هتروتروف، اکتینومیست‌ها و قارچ‌ها دارای توانایی اکسیداسیون سولفید هیدروژن می‌باشند. با این‌حال اکسیداسیون گوگرد عنصری به‌طور عمده توسط گونه‌های شیمیوسنتزکننده تیوباسیلوس انجام می‌شود. علاوه‌بر گوگرد عنصری، سولفیدها، تیوسولفات و

www.SID.ir

Archive of SID

تتراتیونات نیز به سولفات اکسیده می‌شوند. تیوباسیلوس‌ها می‌توانند اثرات قابل‌ملاحظه‌ای بر pH محیط داشته باشند. به‌علت تولید اسید توسط تیوباسیلوس حلالیت عناصر افزایش یافته و قابلیت دسترسی آن‌ها تسهیل می‌گردد (فلاح و همکاران، ۲۰۱۰).

بسیاری از پژوهشگران ضمن بررسی‌های خود تأثیر مثبت تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بر افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی را گزارش کرده‌اند (بشارتی، ۱۹۹۸؛ رزا و همکاران، ۱۹۸۹؛ دلوکا و همکاران، ۱۹۸۹؛ پاتیراتنا و همکاران، ۱۹۸۹).

در این پژوهش تأثیر گوگرد عنصری و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر pH خاک و فسفر قابل جذب خاک و فسفر جذب شده توسط گیاه کلزا و وزن خشک گیاه بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

نخست مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس تهیه شد. به‌منظور آسانی جداسازی باکتری از نمونه‌ها و تهیه کشت خالص، از محیط کشت پستگیت[1] که یک محیط غنی‌کننده برای باکتری‌های تیوباسیلوس محسوب می‌شود استفاده شد:

$Na_2S_2O_3/5H_2O$	۵gr	KH_2PO_4	۳gr
$(NH_4)_2SO_4$	۳gr	$CaCl_2$	۰/۲۵gr
$MgSO_4,7H_2O$	۰/۵gr	$FeSO_4,7H_2O$	۰/۰۱gr

محلول عناصر کم مصرف ۱۰ میلی‌لیتر

(ویشنیاک و سانتر، ۱۹۷۵).

از نمونه‌های خاک رقت‌های مختلف (10^{-1}–10^{-5}) تهیه و از هر رقت ۰/۱ سی‌سی روی محیط کشت جامد پستگیت ریخته شد و مایه تلقیح تهیه شده به حامل پرلیت اضافه شد.

در مرحله بعد، خاک زراعی که در سیستم تاکسونومی خاک[2] رده‌بندی آن Lomy skeletal و mixed (calcareous) mesic typichaploxerepts می‌باشد از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و از الک ۵ میلی‌متری گذرانده شد و در گلدان‌های ٦ کیلوگرمی توزیع گردید. کشت گل‌خانه‌ای کلزا رقم *اکاپی*[3] به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل ۵

1- Postgate
2- Soil Taxonomy
3- *Okapi*

www.SID.ir

Archive of SID

سطح گوگرد عنصری (۲۰۰، ٤۰۰، ٦۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳ سطح تیوباسیلوس (بدون مایه تلقیح، ۵ و ۱۰ گرم مایه تلقیح در گلدان، با جمعیت 10^7 باکتری در گرم مایه تلقیح) بود. گوگرد به شکل پودری با اندازه ۵۰ مش[4] به خاک گلدان‌ها اضافه و خوب مخلوط شد. بذرهای کلزا بعد از تلقیح در عمق ۲ سانتی‌متری خاک کاشته شدند. با احتساب ۳ تکرار برای هر تیمار در مجموع در ٤۵ گلدان ٦ کیلوگرمی ۷ بذر کلزا کشت و بعد از ۱۰ روز تعداد بوته‌ها به ۳ عدد در هر گلدان تقلیل یافت. بعد از کشت، کود نیتروژنه از منبع اوره (٤۰۰ کیلوگرم در هکتار، در ۳ نوبت) و کود پتاسه از منبع کلرور پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در ۲ نوبت) براساس آزمون خاک به‌صورت محلول به خاک گلدان‌ها اضافه شد. در این پژوهش به‌دلیل بررسی افزایش قابلیت جذب فسفر خاک از اضافه کردن کود فسفره خودداری شد. در طول دوران رشد گیاه رطوبت گلدان‌ها در حد ۷۰ درصد ظرفیت زراعی ثابت نگه داشته شد. پس از برداشت محصول، pH خاک، فسفر قابل جذب خاک و مقدار فسفر جذب شده توسط گیاه به روش اولسن و سامرز (۱۹۸۲) و وزن خشک گیاه اندازه‌گیری و داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام و نمودارها به‌وسیله نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

برخی از خصوصیات خاک مورد استفاده در کشت گلدانی قبل از اعمال تیمارهای کودی اندازه‌گیری شد که در جدول ۱ ارایه شده است. میزان فسفر قابل‌جذب خاک که به روش اولسن اندازه‌گیری شده ۱۳/٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که این مقدار از حد بحرانی مورد نیاز گیاه کلزا که ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۵)، کم‌تر می‌باشد و این مطلب لزوم افزایش قابلیت جذب فسفر این خاک را ایجاب می‌نماید.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده باکتری و گوگرد و اثر متقابل آن‌ها در قابلیت جذب فسفر و کاهش pH خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. متوسط فسفر قابل جذب خاک در تیمارهای بدون تلقیح نسبت به تیمارهای تلقیح شده ۳۳/۳۳ درصد افزایش نشان داد. اثر متقابل گوگرد و باکتری مقدار فسفر قابل‌جذب را ۱٦۵ درصد افزایش داد و pH خاک در مقایسه با خاک اولیه (قبل از کاشت) ۱/۰۵ واحد کاهش یافت و تیمار دارای کم‌ترین کود نسبت به تیمار با

4- Mesh

www.SID.ir

Archive of SID

بیش‌ترین کود ۰/۵۵ واحد تفاوت pH داشت. همچنین نتایج تجزیه واریانس مربوط به گیاه (جدول ۳) نشان داد که اثر ساده باکتری و اثر ساده گوگرد در سطح ۱ درصد و اثر متقابل گوگرد و باکتری در غلظت فسفر جذب شده در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. وزن ماده خشک تحت اثر ساده باکتری در سطح ۱ درصد و تحت اثر ساده گوگرد در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد ولی اثر متقابل باکتری و گوگرد معنی‌دار نگردید (جدول ۳).

در بیش‌تر موارد افزایش مقادیر تیمارهای کود گوگرد و کود بیولوژیک تیوباسیلوس باعث افزایش عملکرد خشک و همین‌طور غلظت و جذب عناصر توسط گیاه شده است و این نتایج بیانگر اثر مثبت افزودن کود می‌باشد (بشارتی، ۱۹۹۸؛ کاپلان و اورمان، ۱۹۹۸؛ دلوکا و همکاران، ۱۹۸۹).

با توجه به نتایج بالا و نتایج این پژوهش، کودهای بیولوژیک به‌عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه‌حل برای زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک و تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان زراعی مطرح می‌شوند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

بافت	تجزیه اندازه‌ای ذرات			فسفر قابل‌جذب میلی‌گرم/ کیلوگرم	پتاسیم قابل استفاده میلی‌گرم/ کیلوگرم	درصد نیتروژن کل	درصد ماده آلی	درصد کربنات کلسیم معادل	pH	EC دسی‌زیمنس/ متر	درصد رطوبت اشباع
	رس	سیلت	شن								
S.L	۵	۳٤	٦۱	۱۳/٦	۲۵۰/۲	۰/۱۷	۱/٦٦	٦/۲	۷/۹۵	۳/٤۸	۳٤/۵

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر pH و فسفر قابل‌جذب خاک.

	میانگین مربعات MS		
منابع تغییرات	درجه آزادی	فسفر	pH
تکرار	۲	٤/٦۰٤^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
باکتری	۲	۱۸٦/۰٦۳**	۰/۲۵۵**
گوگرد	٤	٤۸۵/٦۸۳**	۰/۲٦۷**
باکتری × گوگرد	۸	۱۷/۲۵۵**	۰/۰۱۲**
اشتباه آزمایشی	۲۸	۰/۳۹۰	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۵۳	۰/۲۵

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns}معنی‌دار.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر وزن خشک گیاه و فسفر جذب شده توسط گیاه.

	میانگین مربعات MS		
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک	فسفر
تکرار	۲	۱۳/۱۸۹^{ns}	۰/۲۸۷^{ns}
باکتری	۲	۸۰۵/۶۹۵**	۲۷/۴۷۹**
گوگرد	٤	٦٦/۷۰۷*	۱۸/۹۲۱**
باکتری × گوگرد	۸	۱۷/۸٦٥^{ns}	۰/۷۱۳*
اشتباه آزمایشی	۲۸	۲۱/۲۱۹	۰/٦۱٥
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۱۳	۹/۱۷

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns}معنی‌دار.

در جدول ٤ مقایسه میانگین اثر ساده باکتری بر فسفر قابل‌جذب خاک، pH خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه نشان داده شده است. متوسط فسفر قابل‌جذب خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه در تیمارهای بدون تلقیح در مقایسه با تیمارهای تلقیح شده به‌ترتیب ۲٦/۱، ۳۳/٤٥ و ۲٦ درصد افزایش نشان دادند و pH در تیمارهای تلقیح شده نسبت به تیمار بدون تلقیح ۰/۱ واحد کاهش نشان داد که کاهش کمی داشته و در مقایسه با آن فسفر قابل‌جذب افزایش زیادی داشت زیرا pH بعد از یکنواخت کردن خاک اندازه‌گیری می‌شود ولی ممکن است در میکروسایت‌ها به مقدار زیادی کاهش یافته باشد که باعث افزایش فسفر قابل‌جذب شده است.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر ساده باکتری بر روی صفات مورد بررسی به روش دانکن.

سطوح باکتری	فسفر خاک (میلی‌گرم برکیلوگرم)	pH خاک	فسفر گیاه (میلی‌گرم بر گلدان)	وزن خشک گیاه (گرم بر گلدان)
T.	۲۱/۰۰^{c}	۷/۳۳٥^{b}	٦/۹۹۳^{b}	٤۸/۲۷^{b}
T_1	۲٤/۹٤^{b}	۷/٥۲۲^{c}	۹/۲٤۳^{a}	٥۹/۷۱^{a}
T_2	۲۸/۰۳^{a}	۷/۲۷۱^{a}	۹/٤۲۱^{a}	٦۱/۹۳^{a}

تیمارهایی که با حروف مشابه هستند دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول ۵ مقایسه میانگین اثر ساده گوگرد بر فسفر قابل‌جذب خاک، pH خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه نشان داده شده است. که بیش‌ترین مقدار اعمال کود گوگرد در مقایسه با کم‌ترین مقدار کود به‌ترتیب باعث ۱۱۲/٤، ٤۸/۹ و ۲۵/۸۲ درصد افزایش در مقدار فسفر قابل‌جذب خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه شد و pH خاک ۰/٤٤ واحد کاهش یافت.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر ساده گوگرد بر روی صفات مورد بررسی به روش دانکن.

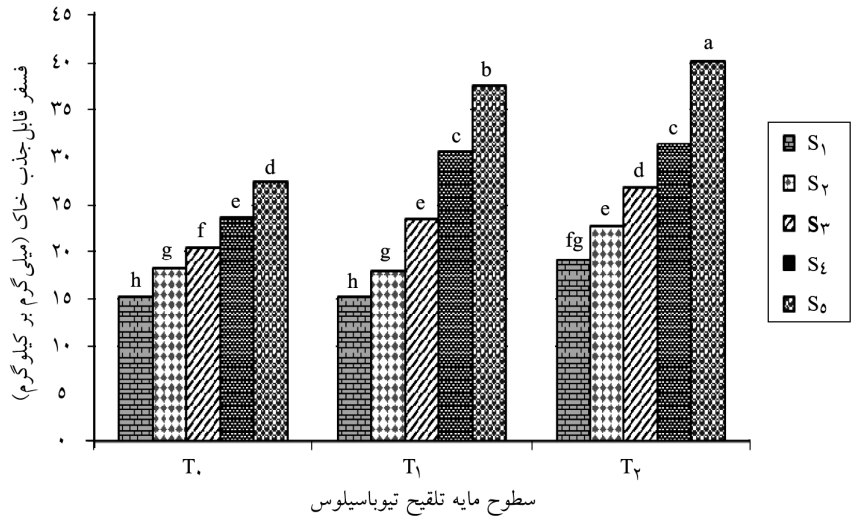
سطوح گوگرد	فسفر خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	pH خاک	فسفر گیاه (میلی‌گرم بر گلدان)	وزن خشک گیاه (گرم بر گلدان)
S_1	۱٦/٤۸^{e}	۷/۵۷۹^{e}	٦/۸٤٤^{c}	۵۵/۵٦^{b}
S_2	۱۹/٦۲^{d}	۷/٤۷۳^{d}	۷/٦۵۳^{bc}	۵۵/۳٤^{b}
S_3	۲۳/٦۰^{c}	۷/٤۰۳^{c}	۸/۱٦۳^{b}	۵۳/۷۸^{b}
S_4	۲۸/۵۷^{b}	۷/۲۹٤^{b}	۹/۹۱۸^{a}	٦۰/۸۲^{a}
S_5	۳۵/۰۱^{a}	۷/۱۳۰^{a}	۱۰/۱۹^{a}	۵۷/٦۸^{ab}

تیمارهایی که با حروف مشابه هستند دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

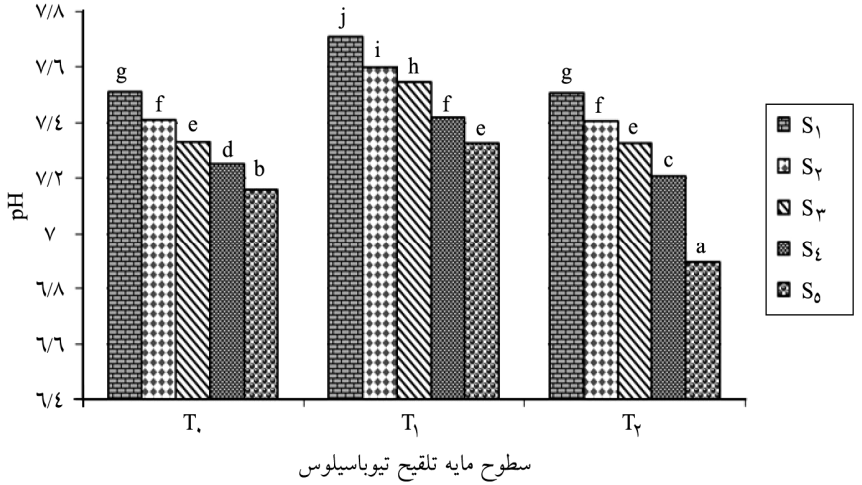
در شکل‌های ۱، ۳ و ٤ اثر متقابل باکتری و گوگرد بر فسفر قابل‌جذب خاک، فسفر جذب شده توسط گیاه و وزن خشک گیاه به شکل نمودار نشان داده شده است. که به‌ترتیب ۱٦۵، ۹۳/۳۲ و ٤۷/۳ درصد افزایش یافته است و اثر متقابل باکتری و گوگرد بر pH خاک که در شکل ۲ به‌صورت نمودار نشان داده شده ۰/۸ واحد کاهش یافت. البته در مقایسه با خاک اولیه (قبل از کشت) که pH خاک ۸/۹۵ بود، ۱/۰۵ واحد کاهش یافت و به ٦/۹ رسید.

www.SID.ir

Archive of SID



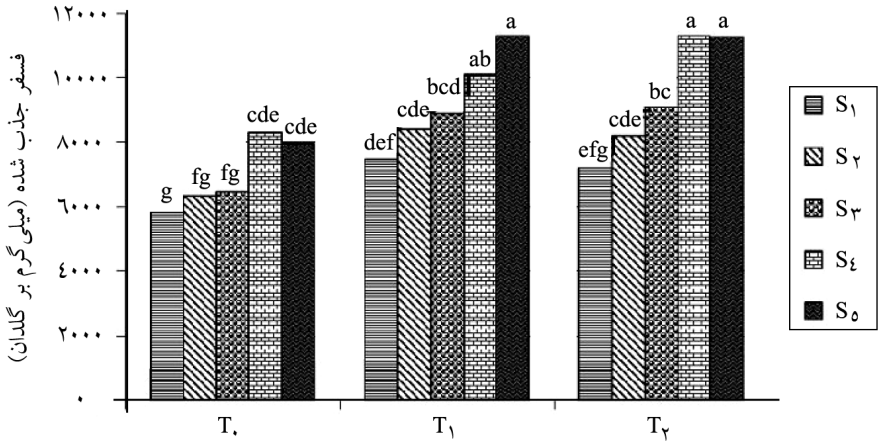
شکل ۱- مقایسه اثر باکتری و گوگرد بر مقدار فسفر قابل‌جذب خاک.



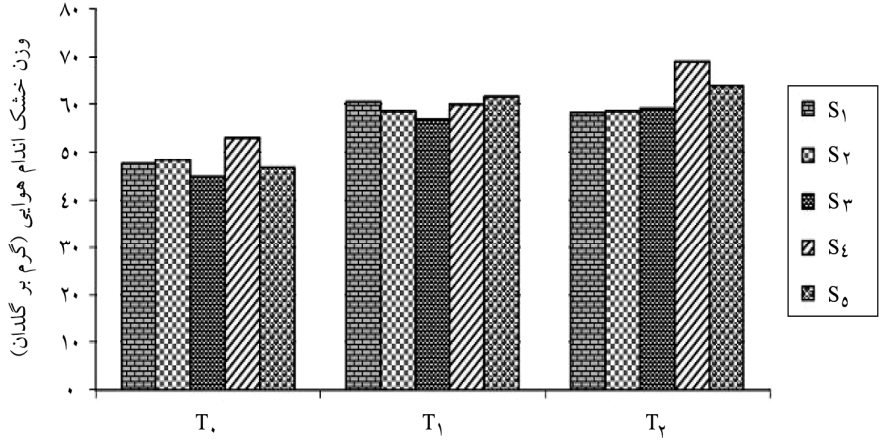
شکل ۲- مقایسه اثر باکتری و گوگرد بر pH خاک.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه اثر باکتری و گوگرد بر مقدار فسفر جذب شده توسط گیاه.



شکل ٤- اثر باکتری و گوگرد بر وزن خشک اندام هوایی.

www.SID.ir

Archive of SID

اثر متقابل باکتری و گوگرد باعث ٤٧/٣ درصد افزایش عملکرد خشک اندام هوایی شد ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود.

جذب فسفر و عناصر ریزمغذی توسط گیاهان در بسیاری از خاک‌های ایران به‌علت بالا بودن pH و فراوانی یون کلسیم با مشکل مواجه است. در این پژوهش با اضافه کردن گوگرد به خاک و اکسیداسیون آن و تولید اسیدسولفوریک pH خاک کاهش و جذب فسفر افزایش یافت. با توجه به این‌که سرعت انجام این واکنش بسیار کند است و باکتری‌های تیوباسیلوس مهم‌ترین اکسیدکنندگان گوگرد در خاک هستند، تلقیح کردن خاک با این باکتری‌ها، باعث افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد شد. نتایج مشابه در بسیاری پژوهش‌های دیگر نیز به‌دست آمده است (کاپلان و ارمان، ۱۹۹۸؛ بشارتی و همکاران، ۱۹۹۸؛ تیسدال و همکاران، ۱۹۹۳؛ مورودت و همکاران، ۱۹۹۱؛ کلباسی و همکاران، ۱۹۸۸؛ مودابیش و همکاران، ۱۹۸۹؛ دلوکا و همکاران، ۱۹۸۹؛ پاتیراتنا، ۱۹۸۹؛ کلباسی و همکاران، ۱۹۸٦؛ کیتمس و آتو، ۱۹٦٥؛ میلر، ۱۹٦٥).

مدیریت حاصل‌خیزی خاک به‌وسیله کودهای بیولوژیک از اجزای اساسی سیستم کشاورزی پایدار به‌شمار می‌رود. ایده کشاورزی پایدار اشاره به حفظ تولید گیاه زراعی در سطح قابل‌قبول برای تامین نیازهای جمعیت رو به رشد، بدون صدمه و آسیب رساندن محیط زیست و منابع طبیعی دارد. برای رسیدن به خودکفایی در محصولات کشاورزی لازم است میزان عملکرد در واحد سطح، بیش‌تر از میزان فعلی افزایش یابد. میزان صحیح کودهای شیمیایی، حیوانی، کود سبز و... مهم‌ترین راه‌حل اصلاح و حاصل‌خیزی خاک در سیستم‌های کشاورزی است. با توجه به این‌که فسفر مشابه نیتروژن از عناصر اصلی و ضروری رشد و نمو گیاه به‌حساب می‌آید، ولی بازده استفاده از کودهای فسفره با توجه به تثبیت آن‌ها در خاک بسیار پایین و در حد ۲۰-۱۵ درصد می‌باشند، بنابراین استفاده از میکروارگانیسم‌ها در محیط ریزوسفر می‌توانند نقش مهمی را در قابل استفاده کردن فسفر موجود در خاک و کودها داشته باشد. فسفری که در خاک تثبیت شده است می‌تواند به‌وسیله فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک به شکل‌های با قابلیت جذب بیش‌تر برای گیاهان درآید.

باکتری‌های کمولیتوتروف اکسیدکننده نیتروژن و گوگرد و حتی آهن و منگنز در فرایند اکسیداسیون هوازی خود در میکروپورهای خاک می‌توانند اسید بسازند و بر حلالیت کانی‌های فسفر در خاک بیافزایند (صفری‌سنجانی، ۲۰۰۳). باکتری‌های جنس تیوباسیلوس مهم‌ترین اکسیدکنندگان گوگرد در خاک به‌شمار می‌روند، تلقیح خاک با این باکتری‌ها باعث افزایش سرعت اکسایش گوگرد خواهد شد. در صورتی‌که جمعیت این باکتری‌ها در خاک پایین باشد، مصرف گوگرد همراه با این باکتری‌ها در خاک‌های قلیایی و آهکی اثرات سودمندی را به‌دنبال خواهد داشت (روپلا و تااورا، ۱۹۷۳).

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Besharati, H. 1998. Effect of Sulphur and Thiobacillus Species on increase of absorption of Some Elements in Soil. M.Sc. Thesis of Soil Science in Agriculture Faculty, Tehran University, Pp: 98-147. (In Persian)

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

3.Fallah, A. 2003. Transmittance of Phosphor Solubilizer Microorganisms in Gilan and its Effectivness on Wheat and Rice Product. Ph.D. Thesis in Tarbiat Modarres University, 124p. (In Persian)

4.Fallah, A., Besharati, H., and Khosravi, H. 2010. Soil Microbiology. Ayizh puplications: Tehran, Iran. Second Edition, 136p. (Translated in Persian)

5.Foth, H.D. 1984. Fundamental of Soil Sciences. John Wiley and sons INC. New York, 515p.

6.Kalbasi, M., Mnuchehri, N., and Filsoof, F. 1986. Local asidification of soil as a means toalleviate iron chlorosis on Quince orchards. J. Plant Nutr. 9: 3-7. 1001-1007.

7.Kalbasi, M., Filsoof, F., and Rezai-Nejad, Y. 1988. Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorghum and soybean. J. Plant Nutr. 11: 1353-1360.

8.Kaplan, M., and Orman, S. 1998. Effect of elemental sulfur an sulfur containing waste in a calcareous soil in turkey. J. Plant Nutr. 21: 8. 1655-1665.

9.Kittams, H.H., and Attoe, O.J. 1965. Availability of P in rock phosphate sulfur fusion. Agron. J. 57: 331-334.

10.Malekouti, M., and Homayi, M. 1994. Aried Regions Fertility (prblems and solutions). Tarbiat Modarres University Pulications. Tehran. Iran, 342p. (In Persian)

11.Malekouti, M., Moshiri, F., and Geybi, M. 2005. Desirable Concentration of nutrient elements in soil in some farming and garden crops. 405 Technical Bulletin of soil and water institute. Sana Pulications. Tehran, Iran, Pp: 15-16. (In Persian)

12.Marten, H., and Hocking, P. 2004. An evaluation of the phosphorus benefits from grain legumes in rational cropping using 32p isotope dilution.

13.Miller, J.R. 1965. Effect of sulfur and gypsum addition on availability of rock phosphate . Soil. Sci. 82: 129-134.

14.Modaihsh, S., Al-mustafa, W.A., and Metwally, A.E. 1989. Effect of elemental sulfur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. Plant and Soil, 116: 95-101.

15.Morvedt, J.J., Giordano, P.M., and Lindsay, W.L. 1991. Micronutrient in agriculture. Soil. Sci. Soc. Am. Inc. Madison, Wisconsin U.S.A. Pp: 243-264.

www.SID.ir

Archive of SID

16.Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: C.A. Page (ed.), Methods of soil Analysis. 2nd ed. Agronomy series, part 2, Soil Sci. AM. Inc. 9: 403-430.
17.Pathiratna, L.S.S., Waidyanatha, U.P.De.S., and Peries, O.S. 1989. The effect of appatite and elemental sulfur mixtures on growth and P content of Centrocema pubescens. Fertilizer Research, 21: 37-43.
18.Rosa, M.C., Muchovej, J., and Alvarez, V.H. 1989. Temporal relation of phosphorus fraction in an oxisol amended rock phosphate and Thiobacillus Thiooxidans. Soil. Sci. Soc. Am. J. 53: 1096-1100.
19.Rupela, O.P., and Taura, P. 1973. Utilization of Thiobacillus to reclaim Alkali Soils. Soil Biol. Biochem. 6: 899-901.
20.Salardini, A. 2005. Soil Fertility. Tehran university Press, Iran. 171p. (In Persian)
21.Safari Sanjani, A. 2003. Soil Biology and Biochemistry. Bu Ali Sina Univ. Press, Hamedan, Iran, 352p. (In Persian)
22.Schachtman, D.P., Reid, J., and Ayling, S.M. 1998. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. Plant Physiology, 116: 447-453.
23.Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D., and Havlin, J.L. 1993. Soil Fertility and Fertilizers. 5th ed. Macmillan Publishing Co., New York, 634p.
24.Ishniac, W., and Santer, M. 1975. The Thiobacilli. Bacteriol. Rev. 21: 195-213.
25.Yahya, A.J., and Al-Alzawi, S.K. 1989. Occurrence solubilizing bacteria in some Iraqi soils. Plant and Soil, 117: 135-141.
26.Zapata, F., and Roy, R.N. 2004. Use of phosphate rocks for sustainable agricultur. publication of the FAO Land and Water Development Division. Pp: 117-122.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 3(1), 2013
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

The effect of sulfur and *Thiobacillus* inoculant on soil pH, dry matter weight and phosphorus absorption by *Canola*

***Z. Akhavan[1] and A.R. Fallah Nosrat Abad[2]**
[1]M.Sc., Dept. of Soil Science and Young Researchers Club, Islamic Azad University, Ardabil Brench, Ardabil, Iran, [2]Assistant Prof. of Soil and Water Research Institute
Received: 10/15/2011; Accepted: 06/16/2012

Abstract

Supplying phosphorus demand for plants is possible from two ways: chemical and biological fertilizers. A main amount of phosphorus in chemical fertilizers become unsoluble in soil and out of reach for plants. some sulphur oxidizing microorganisms reduce soil pH and transform phosphorus from unsoluble to soluble form. In order to consider the effect of sulphur and *Thiobacillus* inoculant on soil pH decrease and increase in ability of phosphorus absorption, a greenhouse experience was carried out in factorial form and Randomized Complete Block Design (RCBD) containg 5 levels of elemental sulphur (200, 400, 600, 800 and 1000 kg/ha) and 3 level of inoculant (without, 5 & 10 gram in pot with 10^7 bacteria per gram) with 3 replications in 1388-89. The results of variance analysis indicated that the effect of all ingredient on absorption of phosphorus and decrease of pH was significant in 1%. Mean of phosphorus in treatments without inoculant was 21 ppm, however in treatments with inoculant was 28 ppm and resulted to 33.33% increasing and sulphur and bacteria interaction resulted to 165% increase in ability of phpsphorus absorption and soil pH decreased 1.05 unit. Increase in absorption of phosphorus by plant was significant, also increased dry matter of plant but it was not significant and it was because of experience error.

Keywords: Acidity, Inoculant, Phosphorus, Sulfur, *Thiobacillus* bacteria

* Corresponding Authors; Email: soil_science_tku@yahoo.com

www.SID.ir