Archive of SID

بررسی ترکیبات متفاوت کود محتوی روی در رهاسازی فسفر و غلظت فسفر برگ درختان سیب[1]

محمد پسندیده، محمدجعفر ملکوتی و پیمان کشاورز[2]*

چکیده

به منظور بررسی اثربخشی ترکیبات متفاوت کود بیوفسفات طلایی محتوی روی (خاک فسفات تغلیظ شده همراه با گوگرد، باکتریهای تیوباسیلوس و کود آلی) آزمایشی بصورت طرح بلوکهای کامل تصادفی و با استفاده از ۲۰ تیمار کودی (هر تیمار شامل دو درخت) در سه تکرار در ایستگاه طرق مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان طی سال ۸۱-۱۳۸۰ روی درختان سیب اجرا گردید. تیمارها شامل: ۱) شاهد (بدون مصرف فسفر)، ۲) مصرف فسفر بصورت سوپرفسفات تریپل، ۳) خاک فسفات تغلیظ شده ٤٠ %+گوگرد ٤٠ %+کود حیوانی ١٦ %+سولفات روی ٤ %، ٤) تیمار سوم + ۲۰ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس، ٥) تیمار سوم + ٤٠ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس، ٦) تیمار سوم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ۷) تیمار چهارم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ۸) تیمار پنجم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی ۹) تیمار سوم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۱۰) تیمار چهارم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۱۱) تیمار پنجم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۱۲) خاک فسفات تغلیظ شده ٥٠ %+گوگرد ۳۰ %+کود حیوانی ١٦ %+سولفات روی ٤ %، ۱۳) تیمار دوازدهم +۲۰ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس، ١٤) تیمار دوازدهم+٤٠ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس، ١٥) تیمار دوازدهم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ١٦) تیمار سیزدهم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ۱۷) تیمار چهاردهم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ۱۸)تیمار دوازدهم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۱۹) تیمار سیزدهم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۲۰) تیمار چهاردهم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای ضایعات چای. تیمارهای فوق به میزان یک کیلوگرم برای هر درخت بصورت چالکود در عمق ٤٠ سانتی‌متری قرار داده شد. نتایج حاصله نشان داد که غلظت فسفر قابل استفاده در چالکود و غلظت فسفر جذب شده در برگ در تمامی تیمارهایی که از خاک فسفات تغلیظ شده همراه با گوگرد، باکتریهای تیوباسیلوس و کود حیوانی بهره‌مند شده بودند، نسبت به تیمار شاهد و تیمارهایی که در آنها تیوباسیلوس بکار نرفته بود دارای اختلاف معنی‌داری بوده ولی نسبت به تیمار دوم (کود سوپرفسفات تریپل) اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید. در سطح ٥٪ چنین استنباط می‌شود که می‌توان از کود بیوفسفات طلایی محتوی روی به میزان یک کیلوگرم برای هر درخت سیب بارده بجای کود سوپرفسفات تریپل وارداتی استفاده نمود.

واژه های کلیدی: خاک فسفات تغلیظ شده، گوگرد، تیوباسیلوس، سوپرفسفات تریپل، چالکود، سیب

---

[1]- این مقاله مستخرج از بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد رشتهٔ خاکشناسی دانشگاه فردوسی می‌باشد.

[2]- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد، استاد دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان.

*- وصول: ۸۱/۱۲/۱٤ و تصویب:۸۲/۱۰/۱۱

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و مهمترین عنصر در تولید محصول می‌باشد. فسفر در کلیه فرایندهای بیوشیمیائی، ترکیبات کارمایه‌زا و کارهای انتقال کارمایه دخالت دارد. افزون بر این فسفر جزئی از پروتئین یاخته بوده و به عنوان بخشی از پروتئین هسته، غشاء یاخته‌ای و اسیدهای نوکلئیک نقشی ویژه دارد. روش متداول جهت برطرف کردن کمبود فسفر استفاده از کودهای فسفاته بوده و از سالها پیش خاک فسفات تنها منبع مهم کودهای فسفاته بوده است. کودهای فسفاته در صنعت کودسازی با اضافه نمودن اسید به خاک فسفات تولید می‌شود که مستلزم هزینه فراوان است (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). استفاده از خاک فسفات بصورت مستقیم می‌تواند بسیاری از هزینه‌های لازم جهت ساخت و یا در صورت وارداتی بودن، از ارزبری جلوگیری نماید (ملکوتی، ۱۳۷۸). نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در خصوص استفاده از خاک فسفات در خاکهای اسیدی نشان داده است که خاک فسفات می‌تواند در این نوع خاکها فسفر مورد نیاز گیاه را تأمین و یا فسفر محلول را به نسبت کودهای فسفاته افزایش دهد (Ranganathan، ۱۹۸۰؛ White و همکاران، ۱۹۸۹؛ He و همکاران ۱۹۹۶؛ Zoysa و همکاران، ۲۰۰۱) اما در خاکهای آهکی که قسمت اعظم خاکهای زراعی ایران را تشکیل می‌دهد، به علت pH بالا و وجود یون کلسیم حلالیت خاک فسفات همانند سایر عناصر غذایی کم‌مصرف پایین است (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰). بنابراین جهت استفاده مستقیم ازخاک فسفات در این نوع خاکها اعمال تیمارهایی لازم و ضروری است. Narayanasamy و Buswas (۲۰۰۲) در طی تحقیقی گزارش کردند که کاربرد مستقیم و بدون تیمار خاک فسفات در هندوستان به دلیل پایین بودن حلالیت آن توصیه نمی‌شود مگر آنکه تغییراتی در آن صورت گیرد. نتایج حاصل از این تحقیق مشخص کرد که با اسیدی نمودن و در نتیجه افزایش کارایی خاک فسفات می‌توان نیاز گیاه گندم به فسفر را برطرف نمود. Mahisarakul و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از تکنیکهای ایزوتوپی اثرات زراعی چهار نوع خاک فسفات و کود سوپر فسفات را روی گیاهان ذرت و سویا مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند که در سال اول گیاه سویا بیشترین عملکرد را از کود سوپر فسفات داشت. در سال دوم افزایش عملکرد ناشی از مصرف کود سوپر فسفات نسبت به سال اول معنی‌دار نبود اما در تیمارهای خاک فسفات اثر زراعی سال دوم نسبت به سال اول کاملاً معنی‌دار بود. بشارتی کلایه (۱۳۷۷)، نورقلی‌پور و همکاران (۱۳۷۹)، لطف الهی و همکاران (۱۳۷۹)، بختیاری و همکاران (۱۳۸۰)، Malakouti و همکاران (۲۰۰۱) و Khavazi و همکاران (۲۰۰۱) هرکدام طی تحقیقاتی جداگانه روی گیاه ذرت و یا سیب نشان دادند کارایی و اثر بخشی خاک فسفات به همراه گوگرد و تیوباسیلوس نسبت به تیمار شاهد کاملاً معنی‌دار ولی نسبت به تیمار کود سوپر فسفات معنی‌دار نمی‌باشد. با عنایت به وجود معادن عظیم خاک فسفات با کیفیت مناسب (کادمیم پایین) و تولید بیش از ۱۲۰ هزار تن خاک فسفات تغلیظ شده در سال، فراوانی و ارزانی گوگرد و همچنین تولید انبوه مایه تلقیح تیوباسیلوس، هدف از این تحقیق این بود که امکان استفاده از مخلوط خاک فسفات تغلیظ شده همراه با گوگرد، تیوباسیلوس و مادهٔ آلی (کود بیوفسفات طلایی) بررسی گردد.

مواد و روشها

این تحقیق بصورت طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۲۰ تیمار کودی (هر تیمار شامل دو درخت) در سه تکرار در ایستگاه طرق مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان روی درختان سیب طی سال ۸۱-۱۳۸۰ انجام شد. تیمارها شامل: ۱) شاهد (بدون مصرف فسفر)، (۲ مصرف فسفر بصورت سوپرفسفات تریپل، ۳) خاک فسفات تغلیظ شده ٤٠ %+گوگرد ٤٠ %+کود حیوانی ١٦% + سولفات روی ٤ %، ٤) تیمار سوم+۲۰ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس، ٥) تیمار سوم+٤٠ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس، ٦) تیمار سوم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ۷) تیمار چهارم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ۸) تیمار پنجم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ۹) تیمار سوم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۱۰) تیمار چهارم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۱۱) تیمار پنجم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۱۲) خاک فسفات تغلیظ شده ٥٠ %+گوگرد ۳۰ %+کود حیوانی ١٦ %+سولفات روی ٤ %، ۱۳) تیمار دوازدهم+۲۰ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس، ١٤) تیمار دوازدهم+٤٠ گرم مایه تلقیح تیوباسیلوس، ١٥) تیمار دوازدهم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ١٦) تیمار سیزدهم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ۱۷) تیمار چهاردهم و با کاربرد ضایعات چای به جای کود حیوانی، ۱۸)تیمار دوازدهم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۱۹) تیمار سیزدهم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای کود حیوانی، ۲۰)

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار چهاردهم و با کاربرد کمپوست مشهد به جای ضایعات چای. تیمارهای فوق به میزان یک کیلوگرم برای هر درخت بصورت چالکود در عمق ٤٠ سانتی‌متری قرار داده شد. آبیاری هر ۱۰ روز یکبار به روش جویچه‌ای انجام گرفته و دیگر عناصر مورد نیاز درخت براساس نتایج تجزیه برگی سال گذشته و توصیهٔ موسسه تحقیقات خاک و آب در چالکود قرار داده شد. پس از ۹ ماه از زمان اعمال تیمارها در اواخر تیرماه اسیدیته (به روش عصاره گل اشباع) و میزان فسفر قابل استفاده محتویات درون چالکودها (به روش اولسن) و در برگ نیز غلظت فسفر (به روش کالریمتری) اندازه‌گیری شد (احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲ و امامی، ۱۳۷۵). میانگین دو درخت در هر تیمار برای تجزیهٔ آماری به کار رفت. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel به عمل آمد.

نتایج و بحث

مشخصات شیمیایی خاک مورد آزمایش در باغ مورد نظر درجدول ۱ ارائه گردیده است. همانطوریکه ملاحظه می‌گردد فسفر قابل استفادهٔ خاک در مقایسه با حد بهینه کم می‌باشد. همچنین نتایج تجزیهٔ برگ درختان سیب قبل از شروع آزمایش درجدول ۲ نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که غلظت فسفر در برگ درختان از حد مطلوب پایین‌تر است. برخی خصوصیات شیمیایی خاک فسفات مورد استفاده نیز درجدول ۳ ارائه گردیده است. خاک فسفات مورد استفاده برخلاف نمونه‌های خارجی کادمیم اندکی داشته و پس از عملیات تغلیظ سازی غلظت فسفر محلول به ۳۷/۵ % (P_2O_5) افزایش یافته بود

نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر pH محتویات چالکودها پس از ۹ ماه از زمان مصرف در شکل ۱ نشان داده شده است. محتویات چالکودها در تیمارهای اول (شاهد) و دوم (سوپرفسفات) بیشترین pH را نسبت به بقیهٔ تیمارها دارند. بین تیمارهای دارای خاک فسفات تغلیظ شده، گوگرد و مادهٔ آلی (تیمارهای ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۵و ۱۸) در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در تمامی این تیمارها میانگین pH محتویات چالکودها نسبت به تیمار اول و دوم به مقدار۰/۸۳ واحد کاهش پیدا کرده است و در سطح ۵٪ اختلاف، معنی‌دار شده است. به نظر می‌رسد دلیل این امر احتمالاً ناشی از وجود گوگرد و مادهٔ آلی در این تیمارها باشد. اسیدهای آلی و CO_2 تولید شده در اثر تجزیهٔ میکروبی مواد آلی و همچنین اسید سولفوریک ناشی از اکسیداسیون گوگرد توسط میکروارگانیسمهای بومی خاک می‌تواند باعث کاهش pH محیط شود. pH محتویات چالکودها در تیمارهایی که علاوه بر خاک فسفات تغلیظ شده، گوگرد و موادآلی، مایهٔ تلقیح تیوباسیلوس هم مصرف شده است (تیمارهای ٤، ۵، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱٤، ۱۷، ۱۹ و ۲۰) از بقیهٔ تیمارها بیشتر کاهش پیدا کرده است. به نظر می‌رسد احتمالاً در این تیمارها کاهش شدید pH در اثر استفاده از تیوباسیلوس باشد. با توجه به اینکه باکتریهای تیوباسیلوس، جزء میکروارگانیسمهای اکسید کنندهٔ گوگرد بشمار می‌آیند، در این تیمارها نسبت به تیمارهایی که مایهٔ تلقیح تیوباسیلوس مصرف نشده است اکسیداسیون گوگرد با سرعت و شدت بالایی انجام گرفته و مقدار اسید سولفوریک تولید شده نیز بیشتر بوده است. کاهش بیشتر pH خاک در اثر استفاده توأم از مایهٔ تلقیح تیوباسیلوس و گوگرد نسبت به گوگرد تنها در گزارشات محققینی همچون Mc Cready و Krouse (۱۹۸۲) مشاهده شده است.

نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری غلظت فسفر قابل استفاده محتویات درون چالکودها پس از ۹ ماه از زمان مصرف، در شکل ۲ ارائه شده است.

جدول ۱ - مشخصات شیمیایی خاک مورد مطالعه در باغ سیب

عمق (سانتیمتر)	EC (dS/m)	pH	مواد خنثی شونده	کربن آلی	ازت کل	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز
			%			میلی‌گرم در کیلوگرم					
۰-۳۰	۱/۲	۸/۱	۱۲/۸	۰/۹۸	۰/٦۲	۵/٤	۲۷۰	۱۳/۹	۱/٦	۰/۹	۱۲/۵
۳۱-٦۰	۱	۸/۱	۹/۲	۰/۸۵	۰/٤۹	٤/۳	۲۱۰	۸/۲	۱/۰	۰/۸	۱۵/٦

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تجزیهٔ نمونه‌های برگ درخت سیب قبل از شروع آزمایش

%			میلی‌گرم در کیلوگرم				
ازت	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس	بر
۱/٤	۰/۱۱	۱/۰	۱۵۷	۷۷	۲۳	۲۰	۱۸

www.SID.ir

Archive of SID

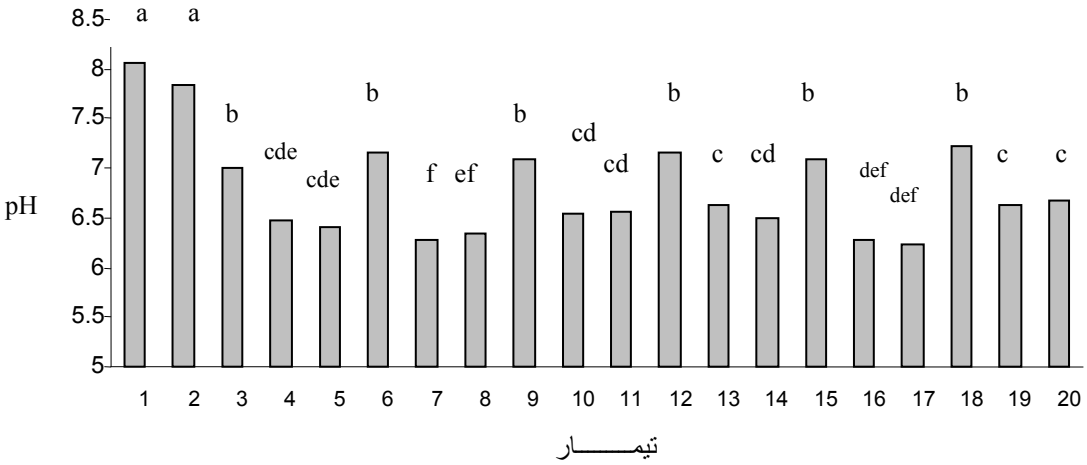
جدول ۳- مشخصات خاک فسفات مورد استفاده

pH ($\frac{۱}{۲۰}$)	EC (dS/m)	P_2O_5 محلول(٪)	P_2O_5 کل(٪)	میلی‌گرم در کیلوگرم		
				آهن	روی	کادمیم کل
۸/۹	۰/۲	۰/۱۵	۳۷/۵	۲/۸	۰/۰٤	۲

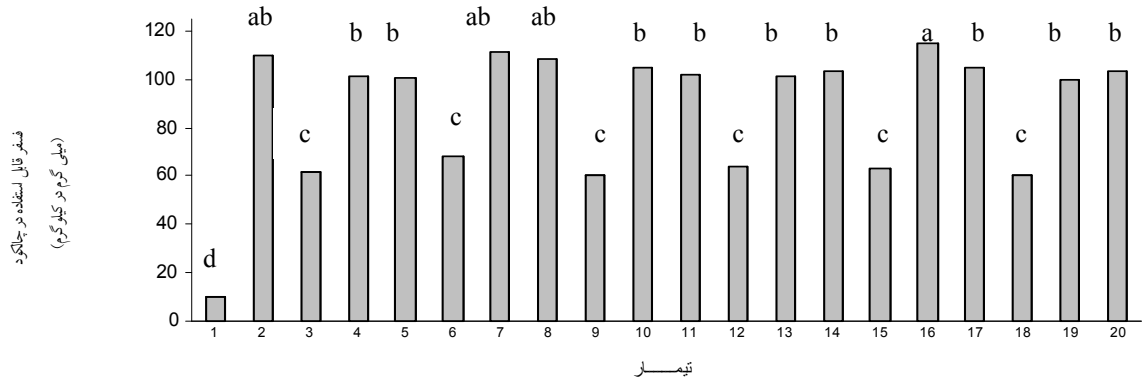
تمامی تیمارهای اعمال شده نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ می‌باشد. غلظت فسفر قابل استفاده تیمارهایی که در آنها خاک فسفات تغلیظ شده، گوگرد، تیوباسیلوس و موادآلی مصرف شده است (تیمارهای ٤، ٦، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱٤، ۱٦، ۱۷، ۱۹و۲۰) با غلظت فسفر قابل استفاده درتیمار دوم (کود سوپر فسفات تریپل) برابری می‌کند و در سطح پنج % اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. به نظر می‌رسد در این تیمارها به دلیل شرایط مناسب (همراهی گوگرد، مواد آلی و تیوباسیلوس) در منطقه چالکود حالت اسیدی حاکم شده و این امر سبب افزایش غلظت فسفر قابل استفاده گردیده است. به این صورت که اسیدسولفوریک حاصل از اکسیداسیون گوگرد توسط باکتریهای تیوباسیلوس با فسفاتهای کلسیم نامحلول خاک فسفات واکنش داده و فسفر آنها را بصورت قابل استفاده نموده است. این موضوع توسط محققین زیادی از جمله Stevenson و Col (۱۹۹۹)، Malakouti و همکاران (۲۰۰۱) و Khavazi و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده و نتایج مشابهی را ارائه داده‌اند. اما در تیمارهایی که مایهٔ تلقیح تیوباسیلوس بکار نرفته است (تیمارهای ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸) در منطقهٔ چالکود حالت اسیدی کمتری حاکم شده و آزاد شدن فسفر از خاک فسفات تغلیظ شده با شدت پایینی صورت گرفته است. در این قسمت نقش مهم باکتریهای تیوباسیلوس در ترکیب کود بیوفسفات طلایی محتوی روی آشکار می‌شود. شکل ۳ نشان دهندهٔ ارتباط منفی بین pH محتویات چالکودها و غلظت فسفر قابل استفاده در این محیط بوده و با کاهش pH حلالیت خاک فسفات افزایش یافته است. نتایج اثر تیمارهای مختلف در غلظت فسفر برگ سیب در شکل ٤ ارائه گردیده است. همانطوریکه مشاهده می‌شود کمترین مقدار غلظت فسفر مربوط به تیمار شاهد است (۰/۱۲ %) که با بقیه تیمارها در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. در تیمارهای ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۵، و ۱۸ (تیمارهایی که در آنها خاک فسفات تغلیظ شده، گوگرد و مادهٔ آلی بکار رفته ولی از مایهٔ تلقیح تیوباسیلوس استفاده نشده است) گیاه نسبت به تیمار شاهد افزایش غلظت فسفر را نشان می‌دهد اما در این تیمارها غلظت فسفر در گیاه، کمتر از تیمار دوم (کود سوپر فسفات) است و اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده می‌شود. غلظت فسفر برگ در تیمارهای ٤، ۵، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱٤، ۱٦، ۱۷، ۱۹ و ۲۰ (تیمارهایی که در آنها خاک فسفات تغلیظ شده، گوگرد، تیوباسیلوس و مادهٔ آلی به کار رفته است) نه تنها با تیمار دوم (کود سوپر فسفات تریپل) اختلافی معنی‌داری در سطح پنج % ندارند بلکه در برخی از تیمارها، افزایش غلظت فسفر نسبت به تیمار دوم نیز مشاهده می‌شود. مشابه همین نتیجه توسط محققین زیادی از جمله Deluca و همکاران (۱۹۸۹)، Malakouti و همکاران (۲۰۰۱)، Khavazi و همکاران (۲۰۰۱) و بختیاری و همکاران (۱۳۸۰) گزارش شده است. با توجه به نتایج فوق چنین استنباط می‌شود که کاربرد بیوفسفات طلایی محتوی روی به میزان یک کیلوگرم برای هر درخت سیب بارده بصورت چالکود می‌تواند به اندازهٔ کود سوپر فسفات تریپل مؤثر واقع شده و نیاز درخت به فسفر را برطرف سازد. پیشنهاد می‌شود اثر بخشی این کود برای سایر محصولات باغی نیز در اقصی نقاط کشور مورد بررسی قرار گیرد.

www.SID.ir

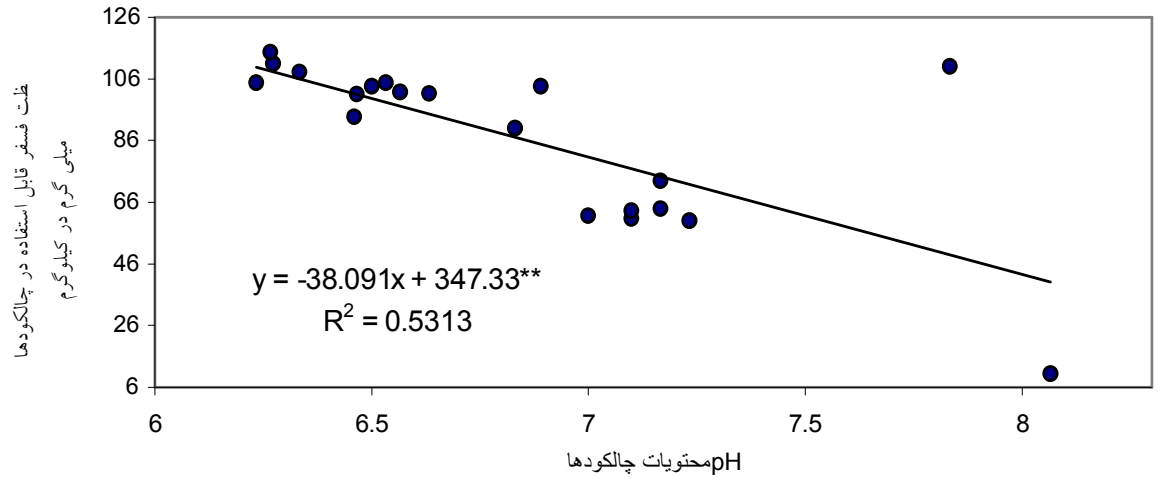
Archive of SID



شکل ۱ - تأثیر تیمارهای مختلف بر pH محتویات چالکودها



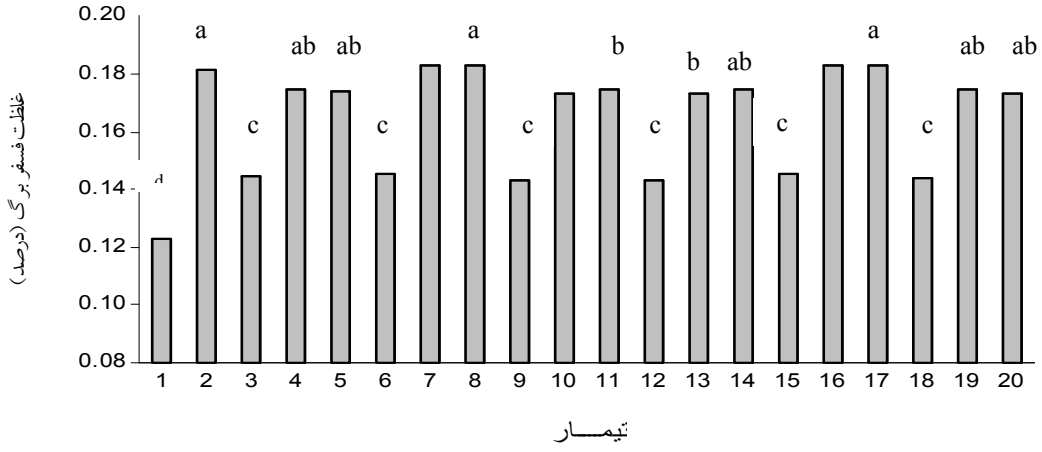
شکل ۲ - تأثیر تیمارهای مختلف بر غلظت فسفر قابل استفادهٔ چالکودها



شکل ۳- ارتباط بین pH و غلظت فسفر قابل استفادهٔ چالکودها

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤ - تأثیر تیمارهای مختلف بر غلظت فسفر برگ

فهرست منابع

۱. احیایی، م.، ع. ا. بهبهانی‌زاده. ۱۳۷۲. شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک (چاپ اول). نشریه فنی شماره ۸۹۳، موسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

۲. امامی، ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲، موسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

۳. بختیاری، و.، م. ج. ملکوتی، ک. خاوازی و ا. بای بوردی. ۱۳۸۰. جایگزینی بیوفسفات طلایی (خاک فسفات همراه با گوگرد، کودحیوانی وتیوباسیلوس) با سوپر فسفات تریپل در باغهای سیب کشور. مجله خاک و آب (ویژه‌نامه مصرف بهینه کود)، جلد ۱۲، شمارهٔ ١٤، موسسه تحقیقات خاک وآب، تهران، ایران.

٤. بشارتی کلایه، ح. ۱۳۷۷. بررسی اثرات کاربرد گوگرد همراه با گونه‌های تیوباسیلوس در افزایش جذب برخی از عناصر غذایی در خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. تهران، ایران.

۵. خاوازی، ک. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۰. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

٦. لطف الهی، م.، م. ج. ملکوتی، ک. خاوازی و ح. بشارتی. ۱۳۷۹. ارزیابی روشهای مصرف مستقیم خاک فسفات در افزایش عملکرد ذرت علوفه‌ای در کرج. مجله علوم خاک و آب، ویژه‌نامه تیوباسیلوس، جلد ۱۲، شماره ۱۱، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۷. ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. چاپ دوم با بازنگری کامل. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

۸. ملکوتی، م. ج. و س. ع. ریاضی همدانی. ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاک (تألیف تیسدل و نلسون). چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

۹. نورقلی‌پور، ف.، م. ج. ملکوتی و ک. خاوازی. ۱۳۷۹. اثر اسیدی کردن آب آبیاری و بیوفسفات در قابلیت جذب فسفر از منبع خاک فسفات و امکان جایگزینی آن با کودهای فسفاته در کشت ذرت. مجله علوم خاک و آب، ویژه‌نامه تیوباسیلوس، جلد ۱۲، شماره ۱۱، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

10. Deluca, T. H., E. O. Skogley and R. E. Engle. 1989. Band – applied elemental sulfur to enhance the phytoavailability of phosphorus in alkaline calcareous soils. Biology and Fertility of Soils, 7: 346-350.
11. He, Z. L., V. C. Baligar, D. C. Martens and K. D. Ritchey, 1996. Kinetics of phosphate rock dissolution in an acid soil amended with liming materials and cellulose. American Soil Science Journa, 60: 1589-1595.
12. Khavazi, K., F. Nourgholipour and M. J. Malakouti. 2001. Effect of *Thiobacillus* and phosphate solubilizing bacteria on increasing P availability from rock phosphate for corn. International Meeting on Direct Application of Rock Phosphate and related Appropriate Technology-Latest Development and Practical Experiences. Kuala Lumpur, Malaysia.
13. Mahisarakul, j., C. Siripaibool, J. Claimon and P. Phanee. 2002. Assessment of the relative agronomic effectiveness of phosphate rock materials in a soybean-maize crop rotation using isotope techniques in field experiments. 17th World Congress Soil Science, Thailand.
14. Malakouti, M. j., K. Khavazi, H. Besharati and F. Nourgholipour. 2001. Review on the direct application of rock phosphate on the calcareous soils of Iran (country report). International Meeting on Direct Application of Rock Phosphate and related Appropriate Technology-Latest Development and Practical Experiences. Kuala Lumpur, Malaysia.
15. Mc Cready, R. G. L. and H. R. Krouse. 1982. Sulfur isotope fractionation during the oxidation of elemental sulfur by *Thiobacillus* in a solonetzic soil. Canadian Journal of Soil Science, 92:105-110.
16. Narayanasamy, G. and D. R. Biswas. 1998. Phosphate rocks of India, Fertilizer News, 43: 21-28.
17. Ranganathan, V. 1980. Annual Report of the Chemistry Division, pp 47-48. United Planters Association of South India. Tea Scientific Department, Cinchona, India.
18. Stevenson, F. J. and M. A. Cole. 1999. Cycles of soil. 2th ed. pp. 427. John Wiley and Sons, Inc., New York, U. S. A.
19. White, R., M. J. Hedley, N. S. Bolan and P. H. Gregg. 1989. Recent developments in the use of phosphate fertiliser on New Zealand Pastures. Journal of Austerlian Institute of Agriculture Science, 2: 25-32.
20. Zoysa, A. K. N., P. L. Loganathan and M. J. Hedley. 2001. Comparision of the agronomic effectivness of a phosphate rock and triple superphosphate fertilisers for tea (*Camellia sinensis L.*) on a strongly asidic Ultisol. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 59:95-105.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Different Constituents of Zinc Fertilizer on P Release and Leaf P Concentration in Apple Leaves[1]

M. Passandideh, M. J. Malakouti and P. Keshavarz[2]

Abstract

In order to test the effect of different constituents of Golden Biophosphate fertilizer (A combination of concentrated rock phosphate, sulfur, thiobacillus, and organic matter), an experiment was carried out using completely randomized design with twenty treatments. Each treatment included two apple trees with three replications in Torough Station of Agricultural Center of Khorasan on the apple trees during 2002. Treatments were: T_1= control (without P use), T_2= using P as triple superphosphate, T_3= 40% concentrated RP + 40% sulfur + 16% cow manure (CM) + 4% zinc sulphate, T_4 = T_3 + 20 grams thiobacillus inoculant, T_5= T_3 + 40 grams thiobacillus inoculant, T_6= T_3 + tea residues instead of CM, T_7 = T_4 + tea residuse instead of CM, T_8 = T_5 + tea residues instead of CM, T_9= T_3 + compost instead of CM, T_{10} = T_4 + compost instead of CM, T_{11} = T_5 + compost instead of CM, T_{12} = 50% concentrated RP + 30% sulfur + 16% CM + 40% zinc sulfate, T_{13}= T_{12} + 20 grams thiobacillus inoculant, T_{14} = T_{12} + 40 grams thiobacillus inoculant, T_{15} = T_{12} + tea residues instead of CM, T_{16}= T_{13} + tea residues instead of CM, T_{17} = T_{14} + tea residues instead of CM, T_{18}=T_{12} + use of compost instead of CM, T_{19}= T_{13} + use of compost instead of CM, and T_{20} = T_{14} + use of compost instead of tea residues. In all treatments mentioned, 1 kg of each fertilizer was applied to each tree at 40 cm depth, by deep placement method. The results indicated that there were significant differences between available P concentration in deep placement method and P levels of leaves in treatments which included concentrated RP + sulfur, thiobacillus bacteria and CM, compared with control treatment and treatments with no thiobacillus. Based on the results, it seems that ($P<5\%$), Golden Biophosphate can be used at the rate of 1 kg/tree in apple orchards, instead of triple superphosphate fertilizer.

Keywords: Golden Biophosphate, Sulfur, Thiobacillus, Rock Phosphate, Apple

1- This article is extracted from a M.Sc. thesis in Soil Science Dept. of Ferdowsi University, Mashhad.

2- M.Sc. student in Soil Science Dept of Ferdowsi University; Professor of Tarbiat Modarres University; and member of scientific staff in Agric. Res. Center of Khorasan Province, respectively.

www.SID.ir