تأثیر کاربرد خاک فسفات به همراه گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و ماده آلی بر عملکرد کمی و کیفی سویا

فریدون نورقلی‌پور، کاظم خاوازی و محمدجعفر ملکوتی
کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب کرج، دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس و سرپرست مؤسسه تحقیقات خاک آب

مقدمه

در خاکهای آهکی ترکیبات فسفاته دارای حلالیت کم و آزاد سازی فسفر در این خاکها نیز اندک می‌باشد (۱). مقدار فسفر قابل جذب توسط عواملی نظیر pH، تراکم ریشه، رطوبت و بافت آن تعیین می‌گردد. بر خلاف ازت، اثر کمبود فسفر به طور سریع قابل تشخیص نیست، بر این اساس مقدار ناکافی فسفر باعث کاهش کمی و کیفی محصول می‌شود(۱۲). در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک به علت pH بالا و غلظت زیاد یون کلسیم، عناصر غذایی که قابلیت جذب آنها وابسته به pH است (مانند فسفر و عناصر ریزمغذی) به صورت نا محلول در آمده و از دسترس گیاه خارج می‌شوند. بنابراین گیاه همواره با کمبود این عناصر مواجه می‌باشد. برای جبران این کمبود، از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند. مضافاً اینکه کودهای شیمیایی در این خاکها بازیافت پائینی دارند (۶). خاک فسفات منبع عمده (اولیه) تهیه کودهای فسفاته می‌باشد و این ماده از منابع غیرتجدید شونده بوده و غنی شده آن در داخل کشور دارای میزان فسفر کل بیشتر از ۳۵درصد می‌باشد.

در فرایند ساخت کودهای فسفاته با اضافه کردن اسید سولفوریک و اسید فسفریک به خاک فسفات ، برحسب نوع کود فسفاته، مقدار فسفر محلول را تا ۴۰ درصد افزایش می‌دهند(۳). یکی از روشهای مصرف مستقیم خاک فسفات، استفاده از مواد اسیدزا است. در بین مواد اسیدزا، کاربردگوگرد به همراه باکتریهای تیوباسیلوس یکی ازروشهای کاهش موضعی pH می باشد. اسید سولفوریکی که از اکسیداسیون گوگرد توسط باکتریهای اکسیدکننده گوگرد تولید می‌شود با خاک فسفات واکنش داده و تولید مواد محلول‌تری مانند دی و مونوکلسیم فسفات می‌کنند (۱۱). در بسیاری از مناطق دنیا (نیوزیلند، استرالیا و سریلانکا) برای افزایش بازیافت خاک فسفات، آن را با گوگرد مخلوط و برای تشدید اکسیداسیون گوگردازباکتری‌های تیوباسیلوس استفاده می‌کنند(۹). نتایج آزمایشهایی که در مورد کاربرد مستقیم خاک فسفات برای گیاهان یکساله انجام گرفته نشان داد که نسبت به گیاهان چند ساله دارای بازده کمتری بود (۵و۹). کیتامز و آتو (۱۹۶۵) نشان دادند، هنگامی که خاک فسفات به همراه تیوباسیلوس و گوگرد استفاده گردد، در صد بازیافت فسفر از خاک فسفات به صورت مطلوب با سوپر فسفات تریپل قابل مقایسه است و عملکرد کل این تیمار ۴/۸ برابر تیماری بوده که کود فسفات دریافت نکرده بود. رزا و همکاران (۱۹۸۹)، گزارش کردند که تلقیح خاک فسفات و گوگرد با باکتری تیوباسیلوس تیواکسیدانس نز موجب کاهش سریع pHخاک شد و فسفر قابل دسترس موجود در خاک را به اندازه کافی برای رشد سورگوم افزایش داد. خاوازی وهمکاران (۲۰۰۱) طی یک آزمایش گلخانه‌أی، گزارش کردند، استفاده از خاک فسفات همراه گوگرد و تیوباسیلوس عملکرد وزن خشک ذرت رادر دو برداشت نسبت به شاهدبصورت معنی‌داری افزایش می‌دهد ولی نسبت به سوپرفسفات تریپل اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد. کوچک‌زاده و همکاران (۱۳۸۰)، در یک آزمایش گلخانه‌أی، نشان دادند که استفاده از خاک فسفات به همراه گوگرد وباکتریهای تیوباسیلوس توانست بخش قال ملاحظه‌ای از فسفر مورد نیاز گیاه ذرت را تامین نماید. با عنایت به فراوانی و ارزانی گوگرد، وجود معادن خاک فسفات با کیفیت مناسب (کادمیم و سرب پایین) در داخل کشور و دستیبابی به دانش تولید انبوه مایه تلقیح تیوباسیلوس و با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده، این تحقیق به منظور بررسی اثربخشی خاک فسفات به همراه باکتریهای تیوباسیلوس تیواکسیدانس بر عملکرد کمی و کیفی گیاه سویا انجام گرفت.

مواد و روشها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج، در سال ۱۳۸۱ به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار اجرا گردید. تیمارها عبارت بودند از (شاهد =تمامی عناصر غیرازفسفر)= T_1 ،T_2=TSP ،T_3=RP،

T_4=RP+S، RP+S+thio. و T_6=RP+S+OM قبل از اجرای آزمایش از قطعه مورد نظر یک نمونه مرکب خاک از عمق ۳۰-۰سانتی متر تهیه و برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید. در تیمار (T_1)، کود فسفر استفاده نشد و در تیمار دوم (T2=T5P) نیز کود سوپرفسفات تریپل به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم بر هکتار، به صورت نواری و زیربذر، قبل از کشت مصرف گردید. خاک فسفات (RP) و گوگرد (S) هر کدام به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار، به صورت پودری، استفاده گردید. مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس نیز به مقدار یک کیلوگرم بر هکتار مصرف گردید. کود دامی به مقدار ۱۰ تن در هکتار از کود گاوی کاملاً پوسیده استفاده گردید. عناصر میکرو از طریق کود کامل میکرو به مقدار ۱۵ کیلوگرم بر هکتار، استفاده گردید. مقدار ۳۰ کیلوگرم بر هکتار اوره به عنوان کود اولیه (Starter)، پیش از کشت مصرف گردید و در زمان رشد نیز در دو مرحله و در هر مرحله ۳۰ کیلوگرم بر هکتار اوره، مصرف گردید. کود سولفات پتاسیم نیز به مقدار ۵۰ کیلوگرم بر هکتار مصرف گردید. پیش از کشت، دانه‌های سویا (رقم ویلیامز) با مایه تلقیح (*Bradyrhizobium japonicum*)، آغشته گردید. پس از مشخص نمودن ابعاد کرتهای آزمایش (۵×۲/۴ m) و پیاده کردن نقشه طرح، با استفاده از دستگاه فارو زن، پشته‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متر در هر کرت آزمایش ، ایجاد گردید. بلافاصله پس از کشت سویا و اعمال تیمارهای مختلف درکرتهای مربوطه، آبیاری به روش سیفونی انجام شد. برای جلوگیری از آلودگی کرتهای تلقیح نشده با کرتهای تلقیح شده، آبیاری هر تکرار در آزمایش بصورت مجزا انجام گرفت. پیش از برداشت عملکرد(از سطح ۳m×۱/۲)، نمونه‌برداری برگ انجام و به آزمایشگاه ارسال گردیده به منظور جلوگیری از ریزش دانه در زمان برداشت، برداشت به وسیله قیچی باغبانی انجام گرفت. نمونه‌های دانه و غلاف نیز جهت انجام تجزیه‌های مورد نظر به آزمایشگاه ارسال گردید. پس از برداشت عملکرد نمونه‌های خاک نیز از عمق ۳۰-۰ سانتی متر تهیه گردید. نتایج با نرم افزار M STATC آنالیز گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکو شیمیایی خاک محل کشت سویا پیش از کشت

Texture	B	Cu	Mn	Zn	Fe	K	P	$SO_4^{2=}$	T.N	T.N.V	SP	EC (dS/m)	pH_s	عمق cm
	ppm							meq/lit	%					
L.	۰/۵۶	۱/۸	۹/۱۲	۱/۸۴	۲/۷۶	۲۴۸	۷/۴	۲/۲	۰/۰۵۴	۷/۳	۳۰	۰/۵۹	۷/۷۴	۰-۳۰

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد با کاربرد کود سوپرفسفات تریپل نسبت به شاهد، عملکرد افزایش یافت ولی این افزایش در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. با کاربرد خاک فسفات نیز این افزایش مشاهده شد ولی اثر آن کمتر از تیمار سوپرفسفات تریپل بود. در تیمار چهارم، با کاربرد خاک فسفات+گوگرد، عملکرد نسبت به شاهد کاهش یافت. با شمارش باکتریها و قارچهای حل کننده فسفات در دو تیمار T_1 و T_4 مشاهده گردید که در تیمار T_1 تعداد باکتریها $1/5\times10^{4}$/gr soil و تعداد قارچها صفر و در تیمار T_4 تعداد باکتریها صفرو تعداد قارچها $4/5\times10^{4}$/gr soil است. ممکن است گوگرد استفاده شده در تیمار T_4 باعث نابودی باکتریهای حل کننده فسفات شده باشد و چون فعالیت باکتریها بیشتر از قارچها بوده، توانسته است که در تیمار T_1 عملکرد بهتری نسبت به T_4 ایجاد کند. در تیمار T_5، عملکرد نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد ولی با تیمارهای T_3 و T_2، تفاوت در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. ماده آلی استفاده شده در تیمار T_6 جوانه زنی بذر را به تاخیر انداخت و باعث سوزش تعدادی از بذرها گردید و در نتیجه عملکرد تیمار کاهش یافت. از لحاظ درصد پروتئین و روغن دانه، اختلاف بین تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار نگردید. کمترین پروتئین دانه مربوط به تیمار T_1 و بیشترین آن مربوط به تیمار T_3 بود. بیشترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار T_1 (۲۴/۶۳ درصد) و کمترین آن مربوط به تیمار T_5 (۲۳/۴ درصد) بود. از لحاظ درصد فسفر برگ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید

جدول ۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد دانه، درصد روغن و پروتئین دانه و درصد فسفر برگ

تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)		فسفر برگ (٪)		روغن دانه (٪)		پروتئین دانه (٪)	
T_1= Blank	۲۵۴۴/۳۲	BC	۰/۲۹۰	A	۲۴/۶۳	A	۳۱/۹۸	A
T_2=TSP	۳۱۴۶/۵۷	AB	۰/۲۱۷	A	۲۳/۵۵	A	۳۳/۴۸	A
T_3=RP	۳۱۰۶/۵۶	AB	۰/۲۱۶	A	۲۴/۳۳	A	۳۴/۲۰	A
T_4=RP+S	۲۴۸۳/۱۵	BC	۰/۲۰۰	A	۲۴/۳۸	A	۳۲/۵۳	A
T_5=RP+S+thio.	۳۴۲۳/۸۹	A	۰/۱۹۸	A	۲۳/۴۰	A	۳۳/۴۵	A
T_6=RP+S+OM	۲۱۸۲/۰۳	C	۰/۲۴۰	A	۲۴/۰۵	A	۳۳/۱۸	A

(α =۰/۰۵ ، به روش دانکن)

منابع مورد استفاده

۱- سالاردینی، ع. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک. چاپ چهارم، شماره ۱۷۳۹، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- کوچک‌زاده، ی.، م. ج. ملکوتی و ک. خاوازی. ۱۳۸۰. نقش گوگرد، تیوباسیلوس، حل کننده‌های فسفات و تفاله چای در تأمین فسفر مورد نیاز ذرت از خاک فسفات. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، ویژه‌نامه مصرف بهینه کود، جلد ۱۲، شماره ۱۴، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

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

۴- ملکوتی، م. ج. و م. نفیسی. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی زراعی فاریاب و دیم (تالیف هیگن وتاکر). چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

5- Chien, S. H. 2001. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock: A general review. International Meeting on Direct Application of Phosphate Rock and Related Technology. Kuala Lumpur, Malaysia.

6- Cifuentes, F. R. and W. C. Lindermann. 1993. Organic matter stimulation of elemental sulfur oxidation in a calcareous soil. Soil Sci. Soc. Am. J., 75: 727-731.

7- 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 Technology, Kuala Lumpur, Malaysia.

8- Kittams, H. A. and O. J. Atto. 1965. Availability of P in rock phosphate sulfur fusion. Agro. J., 157: 331-334.

9- Pathiratna, L. S. S., U. P. De, S. Waidyanatha, and O. S. Peries. 1989. The effect of apatite and elemental sulfur mixtures on the growth and P content of *Centrocema pubescent*. Fertilizer Research, 21: 37-43.

10- Rosa, M. C., J. Muchovej, J. Muchovej and V. H. Alvarez. 1989. Temporal relation of phosphorus fraction in an oxisol amended rock phosphate and *Thiobacillus thiooxidans*. Soil Sci. Soc. Am. J., 53: 1096-1100.

11- Stevenson, F. J. and M. A. Cole. 1999. Cycles of Soil. Second edition. PP. 427. John Wiley and Sons. Inc., New York.

12- Tisdale, S. L. and W. L. Nelson. 1974. Soil Fertility and Fertilizers. Collier Machmillan,USA.