تأثیر مواد آلی مختلف بر جذب فسفر توسط گندم در یک خاک آهکی کود داده شده با خاک فسفات

اسحاق نظری[1*]، رضا خراسانی[2]، علیرضا آستارایی[2]، حجت امامی[2]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد و ۲- دانشیار علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد
isacnazari@gmail.com

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر مواد آلی بر جذب فسفر از خاک فسفات توسط گندم، آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل مواد اصلاحی (تفاله سیب، زیتون و گوجه‌فرنگی و کود دامی) در ۳ سطح (۰ (شاهد)، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی) بود. بیشترین جذب فسفر در شاخساره و ریشه گندم در تیمار تفاله گوجه‌فرنگی مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین دو سطح نیم و یک درصد مواد آلی به جز تفاله گوجه‌فرنگی مشاهده نشد. تفاله گوجه‌فرنگی میانگین جذب فسفر از خاک فسفات در شاخساره را ۱۸ میلی‌گرم در گلدان نسبت به شاهد افزایش و تفاله سیب و زیتون مقدار جذب فسفر در ریشه و شاخساره گندم را کاهش داد و تفاوت معنی داری بین تیمارهای کود دامی و شاهد مشاهده نشد؛ بنابراین کاربرد تفاله گوجه به‌منظور افزایش جذب فسفر از خاک فسفات توسط گندم در راستای کشاورزی پایدار توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: تفاله زیتون، سیب و گوجه، جذب فسفر، کود دامی.

مقدمه

فسفر یکی از عناصر غذایی ضروری برای تغذیه گیاه است؛ که پس از نیتروژن بیشترین مصرف را در دنیا دارد. رفع کمبود فسفر با کود دهی، به دلیل واکنش‌های پیچیده فسفر با خاک، مستلزم مصرف فسفر به میزان خیلی زیادتر از نیاز گیاه است؛ بنابراین، همه فسفری که از طریق کوددهی به خاک اضافه می‌شود برای گیاهان قابل‌استفاده نیست (Chepkwony et al., 2001)؛ کمتر از ۲۰ درصد کودهای فسفاته مصرفی، جذب گیاه و بیش از ۸۰ درصد آن‌ها در اثر واکنش با کاتیون‌های موجود در خاک انباشته و تثبیت می‌شود (Grotz and Guerinot, 2002). به‌طوری‌که تخمین زده می‌شود مصرف این کودها در سال ۲۰۴۰ به ۶۰ میلیون تن برسد. از طرفی بالا بودن انرژی لازم برای تولید کودهای شیمیایی (بالغبر ۴ بیلیون دلار برای نیاز سالانه کود فسفاته) و مخاطرات زیست‌محیطی، نیاز به جایگزینی مناسب را که به کاهش مصرف کودهای شیمیایی فسفاته منجر شود، ایجاب می‌کند. پژوهشگران برای جایگزین کردن کودهای شیمیایی فسفاتی، استفاده از خاک فسفات را پیشنهاد کرده‌اند (Goldstein, 1986; Harris etal., 2006). البته کاربرد مستقیم خاک فسفات در کشور ما به دلیل پایین بودن فسفر قابل‌جذب آن و دلایل دیگری مانند آهکی بودن اکثر خاک‌ها، pH زیاد، تنش خشکی، وجود کربنات فراوان در آب آبیاری و کمبود مواد آلی در خاک‌های زراعی کشور، استفاده آن را محدود کرده است (لطف الهی و همکاران، ۱۳۷۹). ماده آلی یکی از عوامل مؤثر بر قابلیت استفاده فسفر در خاک است. آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهند برهمکنش ماده آلی با خاک به افزایش بازیابی فسفر بومی و همچنین بازده کودهای مصرفی می‌انجامند (Delgado et al., 2002; Staunton and Leprince, 1996). سازوکارهای مختلفی برای این افزایش گزارش‌شده‌اند. بقایای آلی از طریق رقابت اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم با یون‌های فسفات بر سر مکان‌های جذبی موجب تأخیر در جذب فسفر می‌شوند (Delgado et al., 2002; Staunton and Leprince,

1996; Violante and Gianfred, 1993). مواد آلی در خاک می‌تواند سهم قابل‌توجهی در ظرفیت تبادل کاتیونی خاک داشته باشد و به‌عنوان مخزن عناصر غذایی برای گیاهان عمل کند (Gasco and Lobo, 2007; Casado-Vela et al., 2007). ولی منابع محدود سنتی مواد آلی (کودهای حیوانی) جوابگوی نیاز روزافزون بخش کشاورزی به کود آلی نیست (لطف الهی و همکاران، ۱۳۷۹). بنابراین استفاده از پسماندهای آلی علاوه بر تعدیل زیان‌های ناشی از کمبود ماده آلی خاک، سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌گردد (Giusquiani et al., 1995). در سال‌های اخیر اضافه کردن پسماندهای صنعتی آلی به زمین‌های کشاورزی موردتوجه قرارگرفته است. صنعت پردازش کشاورزی و مواد غذایی بسیاری از زباله‌های آلی و مواد زائد را تولید می‌کند ازجمله تفاله گوجه‌فرنگی، سیب و زیتون. تفاله گوجه‌فرنگی شامل پوست و دانه گوجه‌فرنگی است و بیشترینمقدار ضایعات کارخانه‌های فرآیند میوه و سبزی در جهان را تشکیل می‌دهد. به‌طورکلی پودر تفاله گوجه‌فرنگی حاوی ۵۹ درصد فیبر، ۱۹ درصد پروتئین، ۵/ ۷ درصد پکتین، ۸/ ۵ درصد چربی، ۴ درصد مواد معدنی و ۷/ ۲ درصد لیزین است (Sogi et al., 2002). با توجه به وجود اسیدهای سیتریک، تارتاریک، سوکسینیک، اگزالیک، اربیک، فرمیک و آلوتنیک اسیدی است و می‌تواند در افزایش فراهمی شکل قابل‌استفاده فسفر مؤثر باشد. ضایعات زیتون دارای مواد آلی زیاد و مقدار قابل‌توجهی عناصر مغذی گیاهی (Cegarra et al., 1996)، غلظت بالای پتاسیم و سطح قابل‌توجهی از نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم و آهن است (Paredes et al., 1999) که عوامل مهم در حاصلخیزی خاک است. تفاله سیب ۲۵ تا ۳۵ درصد وزن سیب را در برمی‌گیرد و یک منبع طبیعی مواد پکتیک (حدود ۱۰- ۱۵ درصد) است که در سراسر جهان به‌عنوان یک ماده خام مهم برای تولید پکتین محسوب می‌شود و به‌طور عمده از کربوهیدرات‌های غیر محلول از قبیل سلولز، همی سلولز و لیگنین تشکیل‌شده است. علاوه بر این غنی از منابع مختلف کربن ازجمله قندهای ساده، مانند گلوکز، فروکتوز و ساکارز (حدود ۶۰ درصد کربوهیدرات‌ها) است که یک بستر عالی برای فرآیند زیستی به نظر می‌رسد (Albuquerque et al., 2006)؛ بنابراین استفاده از این ضایعات می‌تواند تأثیر بسزایی بر مقدار مواد آلی، عناصر قابل‌استفاده و فرآیندهای بیولوژیکی خاک و درنتیجه عملکرد گیاه ایجاد نماید. با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های آهکی و مشکلات ناشی از آن و همچنین مضرات زیست‌محیطی ناشی از استفاده زیاد کودهای شیمیایی استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی در خاک‌های آهکی به‌منظور بهبود باروری خاک و عملکرد محصول، یک امر غیرقابل‌انکار است. در این مطالعه تأثیر ضایعات گوجه، سیب و تفاله زیتون و کود دامی به‌عنوان مواد آلی بر جذب فسفر از خاک فسفات و انتقال فسفر در گندم موردبررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت کشت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل مواد اصلاحی (تفاله سیب (A)، زیتون (O) و گوجه‌فرنگی (T) و کود دامی (M)) در ۳ سطح (۰ (شاهد (C)، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی) و فسفر از منبع خاک فسفات (۳۷ درصد P_2O_5) به مقدار ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار (۲۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک) بود. ابتدا خاک از عمق ۲۰-۰ سانتیمتری برداشت شد و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری برخی خصوصیات خاک به شرح زیر اندازه‌گیری شد: کلاس بافتی خاک به روش هیدرومتری، pH در گل اشباع، هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، نیتروژن کل خاک به روش کجلدال، فسفر قابل‌استفاده خاک به روش اولسن (Olsen and Sommers, 1990)، پتاسیم قابل‌استفاده خاک به روش استات آمونیوم (Westerman, 1990)، کربن آلی به روش واکلی و بلک (۱۹۳۴) و کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون برگشتی (Loeppert and Sparks, 1996) تعیین گردید. برای آماده‌سازی گلدان‌ها ابتدا عناصر پرمصرف موردنیاز گیاه شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس توصیه کودی (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۸۴) به نمونه‌های خاک اضافه شد. سپس مواد اصلاحی پس از خشک و آسیاب شدن در سطوح ۰، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی با خاک مخلوط شدند. برای این‌که خاک موردنظر به تعادل برسد به مدت ۹۰ روز در گلدان ۵ کیلویی در گلخانه، به‌وسیله آب مقطر از طریق توزین در رطوبت ظرفیت زراعی نگه‌داری شد. سپس در هر گلدان سه گیاه کاشته شد. در طی مرحله داشت که ۶۵ روز به طول انجامید گلدان‌ها به‌صورت چرخشی جابجا شدند.

فسفر نمونه‌های گیاهی پس از هضم خشک و تهیه عصاره با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. فاکتور انتقال فسفر نیز از نسبت فسفر موجود در اندام هوایی به فسفر موجود در ریشه تعیین شد. درنهایت تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار JMP، مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ و رسم نمودارها در محیط Excel انجام شد.

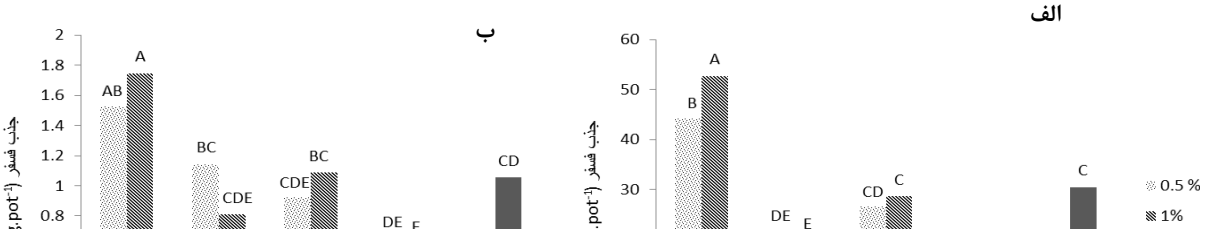
جدول ۱. خصوصیات اولیه خاک

بافت خاک	pH	ECs (dS m^{-1})	N (%)	P (mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	CaCO3 (%)	OC (%)	ρb (g cm^{-3})
Silty loam	۷/۶	۰/۹	۰/۰۵۲	۹/۶۱	۱۵۱	۱٤/۸۸	۰/۳۵	۱/۳

نتایج و بحث

نتایج آنالیز آماری نشان داد، تفاله گوجه‌فرنگی با میانگین ۴۸/۴ میلی‌گرم فسفر در گلدان بیشترین مقدار جذب فسفر را داشت و در سطح نیم و یک درصد، مقدار جذب فسفر را به ترتیب ۱۳/۷۲ و ۲۲/۲۵ میلی‌گرم در گلدان نسبت به شاهد افزایش داد و اختلاف معنی‌داری با آن و سایر تیمارها داشت. کود دامی علی‌رغم کاهش مقدار جذب نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری با آن نداشت ولی نسبت به تفاله سیب و زیتون مقدار جذب فسفر را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. تفاله سیب با کاهش مقدار جذب فسفر (۹/۷ میلی‌گرم فسفر در گلدان) نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری با آن داشت. تفاله زیتون با میانگین ۱۰/۹ میلی‌گرم فسفر در گلدان کمترین مقدار جذب فسفر را داشت و مقدار جذب فسفر را ۱۹/۲۳ میلی‌گرم در گلدان نسبت به شاهد کاهش داد و اختلاف معنی‌داری با آن و سایر تیمارها داشت. در تیمارهای تفاله گوجه و کود دامی، مقدار جذب در سطح یک درصد بیشتر و در تیمارهای تفاله سیب و زیتون مقدار جذب در سطح نیم درصد بیشتر شد. به‌طورکلی جذب فسفر از خاک فسفات در شاخساره گندم در تیمارهای، تفاله گوجه‌فرنگی > شاهد ≤ کود دامی > تفاله سیب > تفاله زیتون بود و تفاوت معنی‌داری بین دو سطح (۱ و ۰/۵ درصد وزنی) مواد آلی به جز تفاله گوجه‌فرنگی مشاهده نشد (شکل ۱- الف). مچری و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد تفاله زیتون و سنگ فسفات فسفر قابل‌استخراج خاک را افزایش داد ولی این افزایش زودگذر بود و کاربرد آن‌ها در فصل دوم کشت، فسفر قابل‌استخراج خاک را به‌طور معنی‌داری کاهش داد؛ که درنتیجه فراهمی آن برای گیاه کاهش‌یافته و جذب آن کاهش می‌یابد.

آنالیز آماری نشان داد، ریشه گندم در تیمار تفاله گوجه‌فرنگی با ۱/۶۳ میلی‌گرم فسفر در گلدان بیشترین مقدار جذب فسفر را داشت و میانگین جذب فسفر را ۰/۵۸ میلی‌گرم در گلدان نسبت به شاهد افزایش داد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. کود دامی و تفاله سیب علی‌رغم کاهش میانگین جذب نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری با آن نداشت. تفاله زیتون با ۰/۶۳ میلی‌گرم فسفر در گلدان کمترین میانگین جذب فسفر را داشت و مقدار جذب فسفر را ۰/۴۳ میلی‌گرم در گلدان نسبت به شاهد کاهش داد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. در تیمارهای تفاله گوجه و کود دامی، مقدار جذب در سطح یک درصد بیشتر و در تیمارهای تفاله سیب و زیتون مقدار جذب در سطح نیم درصد بیشتر است و اختلاف معنی‌داری بین دو سطح (۱ و ۰/۵ درصد وزنی) مواد آلی مشاهده نشد (شکل ۱- ب).



شکل ۱. اثر متقابل مواد آلی و سطوح آن بر جذب فسفر الف: شاخساره گندم ب: ریشه گندم

انتقال فسفر از ریشه به شاخساره در تیمارهای تفاله گوجه‌فرنگی و کود دامی اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند؛ و در تفاله سیب در سطح نیم درصد و در تفاله زیتون در سطح یک درصد با شاهد اختلاف معنی‌دار داشت. انتقال در تیمارهای کود دامی و تفاله زیتون در سطح نیم درصد و در تفاله سیب و گوجه‌فرنگی در سطح یک درصد بیشتر بود (جدول ۲).

جدول. ۲ مقایسه میانگین‌های اثر متقابل مواد آلی و سطوح آن بر انتقال فسفر

تیمار	تفاله گوجه		تفاله سیب		کود دامی		تفاله زیتون		شاهد
سطح	۰/۵	۱	۰/۵	۱	۰/۵	۱	۰/۵	۱	
فاکتور انتقال	۲۹/۰۷ab	a۳۰/۹۳	۱۸/۶۶cd	۲۴/۳abc	۲۸/۹۶ab	۲۶/۱۸abc	۲۰/۷bcd	۱۴/۱۲d	۲۹/۱ab

نتیجه‌گیری

استفاده از مواد آلی در راستای کشاورزی پایدار امری ضروری و غیرقابل‌انکار است. از بین مواد آلی مورداستفاده در این آزمایش، بیشترین مقدار جذب فسفر در شاخساره و ریشه گندم درنتیجه تیمار تفاله گوجه‌فرنگی حاصل شد و کود دامی تأثیر چندانی بر جذب فسفر از خاک فسفات نداشت. تفاله سیب و زیتون نیز جذب فسفر را کاهش داد. اختلاف معنی‌دار بین سطوح آن‌ها وجود نداشت؛ بنابراین کاربرد تفاله گوجه به‌منظور افزایش جذب فسفر از خاک فسفات توسط گندم در راستای کشاورزی پایدار توصیه می‌شود.

منابع

لطف الهی، م. ملکوتی م. ج. خاورزی، ک. و بشارتی کلایه، ح. ۱۳۷۹. ارزیابی روشهای مصرف مستقیم خاک فسفات در افزایش عملکرد ذرت علوفه ای در کرج. نشریه علوم آب و خاک جلد ۱۲ شماره ۱۱.

ملکوتی، م. ج. طهرانی، م. م. ۱۳۸۴. نقش عناصر ریز مغذی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و ارتقای سلامت جامعه «عناصر خرد با تأثیر کلان». موسسه آب و خاک (مشترک با تربیت مدرس). صفحه‌ی ۴۵۰.

Albuquerque P. M., Koch F., Trossini T. G., Esposito E., and Ninow J. L. 2006. Production of Rhizopus oligosporus protein by solid state fermentation of apple pomace. Braz.Arch. Biol.Technol. 49: 91-100.

Casado-Vela J., Selle´s S., D´as-Crespo C., Navarro-Pedreno Mataix J., Beneyto J., and Go´mez I. 2007. Effect of composted sewage sludge application to soil on sweet pepper crop (Capsicum annuum var. annuum) grown under two exploitation regimes. Waste Management. 27: 1509–1518.

Cegarra J., Peredes C., Roig A., Bernal M.P., Garcı´a D., and Aragon, P. 1996. Use of olive mill waste water compost for crop production. International Biodeterioration and Biodegradation, 38: 193–203.

Chepkwony C. K., Haynes R. J., Swift R. S., and Harrison R. 2001. Mineralization of soil organic P induced by drying and rewetting as a source of plant-available P in limed and unlimed samples of an acid soil. Plant Soil, 234: 83–90.

Delgado A., Madrid A., Kassem S., Andreu L., and del Campillo M. D. C. 2002. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. Plant Soil, 245: 277–286.

Gasco´ G., and Lobo M.C. 2007. Composition of a Spanish sewage sludge and effects on treated soil and olive trees. Waste Management, 27:1494–1500.

Giusquiani P.L., Pagliai M., Gigliotti G., Businelli D., and Benetti, A. 1995. Urban waste compost: Effect on physical, chemical, and biochemical soil properties. Journal of Environmental Quality, 24: 175 – 182.

Goldstein A. H. 1986. Bacterial solubilization of mineral phosphates: historical perspective and future prospects. American Journal of Alternative Agriculture, 1(02): 51-57.

Grotz N., and Guerinot M. L. 2002. Limiting nutrients: An old problem with new solutions, Guerinot, Plant Biology, (5): 158-163.

Harris J. N., New P. B., and Martin P. M. 2006. Laboratory tests can predict beneficial effects of phosphate-solubilising bacteria on plants. Soil Biology and Biochemistry, 38(7): 1521-1526.

Loeppert R. H., and Sparks D. L. 1996. Carbonate and gypsum. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part3 chemical methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 437-474.

Mechri B., Attia F., Braham M., Elhadj S. B., and Hammami M. 2007. Agronomic application of olive mill wastewaters with phosphate rock in a semi-arid Mediterranean soil modifies the soil properties and decreases the extractable soil phosphorus. Journal of environmental management, 85(4): 1088-1093.

Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1990. Phosphorus. PP. 403-431. In: page A. L., Method of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed., Agron. Monoger, ASA, Madison, WI.

Paredes C., Ceggara J., Roing A., Sa´nchez-Monedero M.A., and Bernal M.P. 1999. Characterization of olive mill wastewater (alpechin) and its sludge for agricultural purposes. Bioresource Technology, 67: 111–115.

Sogi D. S., Garg S. K. And Bawa A. S. 2002. Functional properties of seed meals and protein concentrates from tomato Processing waste. J. Food Sci. 68: 29-97.

Staunton S., and Leprince F. 1996. Effect of pH and some organic anions on the solubility of soil phosphate: implications for P bioavailability. European Journal of Soil Science, 47: 231–239.

Violante A. and Gianfreda L. 1993. Competition in adsorption between phosphate and oxalate on an aluminum hydroxide montmorillonite complex. Soil Science Society of America Journal, 57: 1235–1241.

Walkley A., and Black I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37(1): 29-38.

Westerman R. L. (Ed). 1990. Soil testing and plant analysis. Madison, WI: Soil Science Society of America.

The effect of different organic matters on P uptake by wheat in a calcareous soil with rock phosphate fertilizer

E. nazari[1*], R. khorassani[2], A. astaraei[2], H. emami[2]
1- Soil science graduate student at Ferdowsi University of Mashhad and 2- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
isacnazari@gmail.com

Abstract

This study aimed to investigate the effect of organic matter on phosphorus uptake of rock phosphate by wheat in the greenhouse conditions in a completely randomized design with three replications. Treatments were including four amendments (apple, olive and tomato pomace and manure) at 3 levels of zero (control), 0.5 and 1 percent by weight. Maximum phosphorus uptake by shoots and roots of wheat were observed in tomato treatment. Except tomato waste, there was no significant difference between the two levels of 0.5 and 1 percent of organic matter. Tomato waste increased the average of phosphorus uptake from rock phosphate in shoot about 18 mg pot^{-1} compared to control; while apple and olive waste decreased it, also no significant difference was observed between the treatment of animal manure and control. Therefore using tomato pomace is recommended to increase phosphorus uptake from rock phosphate by wheat for sustainable agriculture.

Keyboard: apple waste, manure, olive waste, phosphorous uptake, Tomato waste.