اثر کاربرد فسفر بر منابع کودهای آلی و شیمیایی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی در منطقه قزوین

جعفر شهابی‌فر[1]

بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران؛
Shahabifar1@yahoo.com

دریافت: **98/7/7** و پذیرش: **99/2/15**

چکیده

فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی وابستگی زیادی به فراهمی فسفر در خاک دارد. به‌منظور بررسی اثر کود شیمیایی فسفر و کودهای آلی بر فعالیت این آنزیم‌ها، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در کشت گندم در منطقه قزوین انجام شد. تیمارها شامل: کاربرد 100 درصد کود شیمیایی فسفری بر اساس آزمون خاک، کاربرد 20 تن در هکتار ماده خشک کود کمپوست زباله شهری، کاربرد 20 تن در هکتار ماده خشک کود گوسفندی و شاهد (بدون مصرف کود) بود. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای آلی میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی و اسیدی نسبت به کاربرد کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل افزایش معنی‌داری داشت. میزان افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی با کاربرد کودهای کمپوست زباله شهری و گوسفندی به ترتیب 29/5 و26/1 درصد نسبت به سوپر فسفات تریپل بالاتر بود. هر سه تیمار کودی نسبت به شاهد فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی را افزایش دادند، به‌طوری‌که این میزان افزایش با کاربرد کودهای کمپوست زباله شهری، گوسفندی و سوپر فسفات تریپل به ترتیب 62/6، 58/5 و 25/7 درصد نسبت به شاهد بالاتر بود. با کاربرد کود سوپر فسفات تریپل میزان جذب فسفر توسط گیاه 5/9 کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد افزایش نشان داد. این مقادیر برای کودهای کمپوست زباله شهری و گوسفندی نسبت به شاهد به ترتیب 8/7 و 9/2 کیلوگرم در هکتار بود. به استناد داده‌های این آزمایش مصرف کودهای آلی منجر به افزایش میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز و افزایش میزان جذب فسفر توسط گندم گردید.

واژه‌های کلیدی: کمپوست، سوپرفسفات تریپل، کود گوسفندی، آنزیم فسفاتاز، گندم

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: قزوین ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین- بخش تحقیقات خاک و آب

مقدمه

فسفاتازها از آنزیم‌های کلیدی در چرخه فسفر خاک‌ها و شاخصی خوب برای توان معدنی شدن فسفر آلی و فعالیت بیولوژیک هستند و توسط ریشه گیاهان و ریز جانداران ترشح می‌شوند (دیک و طباطبایی، 1993).

آنزیم‌های زیادی در فراهمی و قابلیت جذب شکل آلی عناصر غذایی به معدنی نقش دارند. آنزیم فسفاتاز قلیایی از طریق هیدرولیز کردن منواسترهای اسید فسفریک و تبدیل آن‌ها به یون فسفات و مولکولی با یک گروه هیدروکسیل آزاد، گروه فسفات را از پیش ماده جدا می‌سازد. از آنجاکه 90 درصد فسفر آلی به شکل منواستر بوده و مواد آلی نیز ترکیبات استری فسفات را به خاک اضافه می‌نمایند، نقش این آنزیم اهمیت پیدا می‌کند (طباطبایی 2003; گوماریس و همکاران 2006).

میزان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی برحسب میکروگرم پارا نیتروفنل آزادشده از یک گرم خاک در مدت یک ساعت خاک بیان می‌شود. فسفاتازها از آنزیم‌های کلیدی در چرخه فسفر خاک‌ها و شاخصی خوب برای توان معدنی شدن فسفر آلی و فعالیت بیولوژیک خاک هستند و توسط ریشه گیاهان و ریز جانداران ترشح می‌شوند (دیک و طباطبایی 1993).

پژوهشگران در بررسی و ارزیابی میزان فعالیت آنزیم‌های اوره آز و فسفاتاز قلیایی و تغییر بعضی خصوصیات شیمیایی در خاک تیمار شده با کمپوست و ورمی‌کمپوست تحت کشت ذرت گزارش کردند که با به‌کارگیری کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست میزان فعالیت آنزیم اوره آز و فسفاتاز قلیایی افزایش و با افزایش مقدار مصرف، فعالیت آنزیم‌ها تشدید یافت (احمدپور سفیدکوهی و همکاران، 1391).

قنبری و همکاران (1391) در مطالعه بررسی تأثیر استفاده از مواد اصلاح‌کننده آلی و معدنی در تعدیل اثرات شوری بر فعالیت‌های میکروبی و ویژگی‌های بیوشیمیایی خاک نشان دادند که افزایش سطوح شوری باعث کاهش تنفس میکروبی و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی گردید. درحالی‌که اضافه کردن مواد اصلاحی آلی به این خاک‌ها منجربه افزایش بیومس میکروبی، تنفس خاک و فعالیت فسفاتاز اسیدی و قلیایی آن شد.

در یک آزمایش مزرعه‌ای اثر کود مرغی، کود دامی، کود سبز، بقایای محصولات را بر قابلیت دسترسی فسفر و فعالیت فسفاتاز قلیایی تحت کشت ذرت موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار فسفر قابل‌دسترس و فعالیت فسفاتاز قلیایی به ترتیب در تیمار کود مرغی،کود دامی، کود سبز و بقایای گیاهی بیشترین مقدار را داشت (گارگ و باهل، 2008) همچنین باتاچاریا و همکاران (2005) طی آزمایشی اثر کود گاوی تجزیه‌شده، کمپوست زباله‌های شهری، به‌تنهایی و همراه با کود اوره را بر خصوصیات میکروبی و فعالیت برخی آنزیم‌ها ازجمله اوره آز در خاک مورد بررسی قراردادند.

تأثیر اضافه کردن کودهای آلی درافزایش فعالیت فسفاتازهای آنزیمی در خاک‌ها ممکن است تحت سازوکارهای متفاوتی باشد. به عنوان مثال کودهای آلی ازیک‌طرف باعث بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه و درنتیجه افزایش رشد و میزان ترشحات ریشه‌های حاوی این آنزیم‌ها شده و از طرف دیگر باعث افزایش جمعیت و فعالیت میکروبی تولیدکننده این آنزیم می‌شود. در این زمینه صفاری و شریفی (2007) تغییرات فسفر قابل‌دسترس و فعالیت فسفاتاز در ریزوسفر چند گیاه زراعی و غیر زراعی را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که در خاک ریزوسفری در مقایسه با خاک‌های غیر ریزوسفری فعالیت فسفاتازها بیشتر بوده است.

محققین در بررسی تغییرات نسبی فعالیت فسفاتاز که تحت تأثیر کاربرد و منبع کمپوست‌های آلی در محصولات زراعی بود، نشان دادند که فعالیت‌های فسفاتاز به‌طور قابل‌توجهی با فسفر موجود در کود دامی و ورمی کمپوست در ارتباط بود (ساها و همکاران، 2008).

فرایند معدنی شدن فسفر از ترکیبات فسفر آلی توسط آنزیم‌ها بخصوص فسفاتاز و فیتاز صورت می‌گیرد، این مکانیزم‌ها در مدیریت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه نقش مهمی دارند.اینوزیتول پنتا هگزا فسفات‌ها (فیتات) و مشتقات آن (فیتات کلسیم و منیزیم دار) و همچنین گلیسرو فسفات سدیم از جمله ترکیبات فسفر آلی خاک محسوب می‌شوند (اورنر و همکاران، 2005).

فعالیت آنزیم فسفاتاز در یک خاک با دوازده سال کشت یک نوع درخت بومی چین، بررسی شد .نتایج نشان داد که فعالیت این آنزیم در خاک ریزوسفری بیشتر از خاک غیر ریزوسفری بوده است .وی پیشنهاد کرد که فعالیت آنزیم فسفاتاز و توزیع جزءهای فسفر در خاک ریزوسفری و غیر ریزوسفری، نتیجه واکنش‌های متقابل بین خاک، گیاه و ریز جانداران است (چن، 2003).

تأثیر دو نوع ماده آلی تازه و کمپوست در خاک‌های مدیترانه‌ای بر خصوصیات میکروبی خاک بررسی و نتایج نشان داد که خاک غنی‌شده با ماده آلی کمپوست نسبت به خاک شاهد و خاک غنی‌شده با ماده آلی تازه در میزان تنفس پایه، توده زنده میکروبی و فعالیت آنزیمی

افزایش معنی‌داری نشان داد. این محققین افزایش فوق را به دلیل افزایش فعالیت‌های میکروبیولوژیکی خاک و فعالیت میکروبی دانستند (رز و همکاران، 2003).

با اضافه نمودن ورمی کمپوست به خاک (یک برابر ورمی کمپوست و پنج برابر خاک) فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی و پروتئاز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (لیانگ و همکاران، 2003). پژوهشگران اظهار نمودند که با اضافه کردن سه نوع کود آلی: فضولات دامی، کمپوست و ورمی کمپوست فعالیت فسفاتاز اسیدی افزایش و این میزان افزایش فعالیت آنزیم با کاربرد کود ورمی‌کمپوست بیشتر بود. با افزایش کاه برنج، فضولات خوک، کاه برنج به همراه فضولات خوک میزان فعالیت فسفاتاز قلیایی به 219، 281 و 274 درصد افزایش یافته است. (ساها و همکاران، 2008).

کاربرد طولانی مدت کودهای آلی و غیر آلی را طی مرحله فیزیولوژیکی رشد گندم بر فعالیت آنزیم فسفاتاز بیشترین فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی را مدیون تیمار حاوی کود دامی دانست. این اثر به دلیل افزایش فعالیت میکروبی و شاید تنوع باکتری‌های حل کننده فسفات بر اثر ورود کود باشد (مندال و همکاران، 2007).

افزایش فعالیت آنزیم‌های اوره‌آز، فسفاتاز قلیایی و بتاگلوکوسیداز را در حضور مواد آلی گزارش گردید (بلاگوداتسکی و ریچ‌تر، 1998). همچنین تأثیر کودهای دامی و کمپوست زباله شهری در افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های اوره‌آز و فسفاتاز قلیایی در 30 روز پس از انجام آزمایش گلدانی سه ماهه گزارش گردید (فرقانی، 1382). پژوهشگران نشان دادند که در همه تیمارهای کودی در کاربرد کود مرغی در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کود) افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم اوره‌آز، فسفاتازقلیایی و ساکاراز دیده شد (فریدونی ناقانی و فلاح، 1398).

گزارش‌های متعددی درزمینه تأثیر مثبت انواع کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان وجود دارد . گزارش‌شده است که کمپوست تولیدشده از کودهای دامی و بقایای گیاهی به مدت 6 سال پس از مصرف عملکرد آفتابگردان را افزایش داده است (هویتینک و همکاران، 1994). در بررسی تأثیر سه تیمار شامل کمپوست حاصل از بقایای کشاورزی، کود شیمیایی که ارزش تغذیه‌ای معادل کمپوست مصرفی را داشته است در یک تناوب شش‌ساله گندم، ذرت و چغندرقند نشان داده شده است که تیمار کمپوست بهتر از بقیه تیمارها عمل کرده است (بالدونی، 1996). در بررسی تأثیر استفاده از باکتری‌های تولیدکننده آنزیم‌های فسفاتاز و حل‌کننده فسفر در خاک گزارش شد که انحلال فسفات عمدتاً به دلیل تولید آنزیم‌های فسفاتاز میکروب‌های خاک است (اومر و فرج، 2012).

فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز باکتری‌های گرهک ریشه‌ای و عوامل تغذیه‌ای مؤثر بر تولید فسفاتازها توسط باکتری‌های مسئول مطالعه گردید. نتایج نشان داد که استفاده از مواد آلی، عاملی است که تولید فسفاتازهای قلیایی و اسیدی را توسط تمام سویه‌های مورد آزمایش افزایش می‌دهد (لیلاهاونگ و پنجسیلپ، 2009).

باوجود افزایش مصرف کودهای آلی و شیمیایی در سال‌های اخیر به نقشی که این کودها بر فعالیت آنزیمی خاک به‌عنوان یکی از شاخص‌های کیفیت خاک دارند، کمتر اشاره شده است. حضور ترکیبات آلی در خاک منجربه افزایش ترکیبات استری فسفات و در نتیجه، باعث القای تولید آنزیم فسفاتاز اسیدی و قلیایی که نقش مهمی در چرخه فسفر در خاک دارد، می‌شود. بنابراین، هدف از این تحقیق، مطالعه اثرات کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی بر میزان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی در خاک تحت کشت گیاه گندم در شرایط مزرعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در استان قزوین در محل ایستگاه تحقیقاتی اسماعیل‌آباد انجام شد. از خاک محل آزمایش نمونه‌برداری و مقدار فسفر قابل‌استفاده آن اندازه‌گیری شد. حد بحرانی فسفر در خاک برای کشت گندم و ذرت 12-10 میلی‌گرم در کیلوگرم در نظر گرفته شد. خاک پس از انتقال به آزمایشگاه از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل: pH خاک در گل اشباع (توماس، 1996)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک (آلیسون و مودی، 1962)، کربن آلی به روش سوزاندن تر - والکلی و بلاک (نلسون و سامرز، 1982) فسفر قابل‌جذب به روش اولسن (کائو، 1996)، فسفر کل به روش هضم با اسیدپرکلریک (کائو، 1996)، بافت خاک به روش هیدرومتری (بویکوس، 1962) تعیین گردید (جدول 1).

کودهای آلی و سوپرفسفات تریپل پس از خشک شدن، آسیاب شده و از الک 0/5 میلی‌متری عبور داده شدند. برخی صفات مورد نیاز فیزیکی و شیمیایی کود تعیین و در جدول دو نشان داده‌شده است. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در طول انجام آزمایش، گندم کشت گردید. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بود:

- کاربرد 100 درصد کود شیمیایی فسفری بر اساس آزمون خاک
- کاربرد 20 تن در هکتار ماده خشک کود کمپوست زباله شهری
- کاربرد 20 تن در هکتار ماده خشک کود گوسفندی
- شاهد (بدون مصرف کود)

توصیه کود فسفری بر اساس آزمون خاک و با توجه به مدل توصیه کودی محصولات زراعی منطقه و اقلیم صورت گرفت (100 کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان 220 کیلوگرم در هکتار). تمام فسفر محاسبه شده برای هر تیمار قبل از کشت به‌طور یکنواخت با خاک هر کرت مخلوط شد. فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل تأمین شد.

در نمونه کودهای آلی، درصد رطوبت، اسیدیته (pH)، قابلیت هدایت الکتریکی (EC)، کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر میکرو اندازه‌گیری و مقدار کودهای آلی بر مبنای وزن خشک محاسبه و در تیمارهای مختلف اعمال گردید. در زراعت گندم یک‌سوم نیتروژن مورد نیاز از محل کود اوره قبل از کشت، یک‌سوم زمان پنجه‌زنی و یک‌سوم باقیمانده در زمان ساقه رفتن مصرف گردید (جدول 3).

ابعاد کرت‌ها چهار متر عرض و پنج متر طول در نظر گرفته شد. در زراعت گندم فاصله خطوط 50 تا 60 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری از منبع چاه به روش کرتی و بر اساس نیاز آبی گندم در منطقه تعیین و استفاده شد. قبل از کشت کیفیت آب آبیاری موردبررسی قرار گرفت (جدول2).

کلیه مراقبت‌های زراعی لازم در طول داشت محصول انجام شد. صفات مورد مطالعه در انجام این پژوهش شامل عملکرد دانه، غلظت فسفر در دانه، میزان جذب فسفر توسط گیاه، فسفر قابل‌استفاده در خاک پس از برداشت گیاه، میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی بود که پس از اندازه‌گیری‌های لازم نتایج داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه آماری و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید.

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک موردمطالعه

عمق خاک	pH	EC dS.m^{-1}	OC	SP	TNV	بافت	K	P	Fe	Zn	Cu	Mn
				%			mg kg^{-1}					
0-30	7/8	1/52	0/73	31	7/50	لوم	250	5/1	3/28	0/32	1/6	11/28

pH: اسیدیته، EC: هدایت الکتریکی، OC: کربن آلی، SP: درصد گل اشباع، TNV: درصد مواد خنثی شونده (کربنات کلسیم)، K: پتاسیم قابل‌جذب،P: پتاسیم قابل‌جذب، Fe: آهن قابل‌جذب، Zn: روی قابل‌جذب، Cu: مس قابل‌جذب، Mn: منگنز قابل‌جذب

جدول 2- ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری

pH	EC dS.m^{-1}	HCO3	Ca+Mg	Na	Cl	SAR
		meq. L^{-1}				
7/50	0/57	4/50	1/40	5/38	0/45	6/40

pH: اسیدیته، EC: هدایت الکتریکی،HCO3 : بیکربنات، Na: سدیم، Cl:کلر، SAR: نسبت جذبی سدیم

جدول 3- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کودهای آلی موردمطالعه

کود	N tot.	OC	رطوبت	N-NH3	pH (1:5)	EC (1:5) dS m^{-1}	K tot.	P tot	Mn tot.	Zn tot.	Cu tot.	Fe tot.	NO3 tot.	Cd tot.	Pb tot.
		%						mg kg^{-1}							
SM	1/14	/85 16	4/37	0/017	8/06	16/05	2/67	0/0447	484	111/8	25/7	10407	8320	2/1	28
MSWC	1/67	/82 21	1/91	0/023	7/13	12/13	1/00	0/0508	468	1370	392	13123	18/36	4/0	100

SM:کود گوسفندی، MSWC: کود کمپوست زباله شهری، N_{tot}: نیتروژن کل،OC: کربن آلی، N- NH3: نیتروژن آمونیاکی، اسیدیته، EC: هدایت الکتریکی، $K_{tot.}$: پتاسیم کل، P_{tot}: فسفر کل، Fe_{tot}: آهن کل، Zn_{tot}: روی کل، Cu_{tot}: مس قابل‌جذب، Mn_{tot}: منگنز کل، Cd_{tot}: کادمیم کل، Pb_{tot}: سرب کل

برای تعیین میزان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اسیدی، نمونه‌برداری از خاک‌های مزرعه موردنظر در (ابتدای تشکیل خوشه) صورت گرفت. به‌طوری‌که از هر یک از تکرارهای هر تیمار سه بوته همراه با خاک اطراف ریشه که نماینده هر کرت بود، تهیه شد. درمجموع 12 نمونه خاک تهیه و برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم فسفاتازهای اسیدی و قلیایی به آزمایشگاه ارسال شد.

اندازه‌گیری فعالیت فسفومونواستراز

روش کار

1 گرم خاک را در یک ارلن مایر 50 میلی‌لیتری ریخته و 0/25 میلی‌لیتر تولوئن، چهار میلی‌لیتر MUB (pH =6/5 برای سنجش فسفاتاز اسیدی و pH=11 برای سنجش فسفاتاز قلیایی) و یک میلی‌لیتر از محلول پارانیتروفنیل فسفات ساخته‌شده در بافر مشابه به آن اضافه شد. بعد از پوشاندن درب ارلن‌ها، محتویات را کاملاً مخلوط کرده و برای یک ساعت در 37 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد از گرما گذاری، یک میلی‌لیتر از $CaCl_2$ 0/5 مولار و چهار میلی‌لیتر از NaOH 0/5 مولار اضافه و محتویات به‌خوبی مخلوط و به‌وسیله کاغذ صافی دولایه صاف گردید. جذب نور را در طول‌موج 400 نانومتر قرائت و برای آماده‌سازی کنترل‌ها یک میلی‌لیتر از محلول PNP را بعد از اضافه کردن $CaCl_2$ 0/5 مولار و چهار میلی‌لیتر از NaOH 0/5 مولار بلافاصله قبل از صاف کردن سوسپانسیون خاک به آن اضافه و تمام اندازه‌گیری‌ها با سه تکرار انجام شد.

منحنی کالیبراسیون

یک میلی‌لیتر از محلول استاندارد پارانیتروفنل را در یک بالن ژوژه 100 میلی‌لیتر ریخته و با آب مقطر به حجم رسانیده شد. سپس در شش ارلن مایر 50 میلی‌لیتری (لوله‌آزمایش) به ترتیب 0، 1، 2، 3، 4 و5 میلی‌لیتر از محلول تهیه‌شده را ریخته و با افزودن آب مقطر به حجم 5 میلی‌لیتر رسید (به ترتیب 5، 4، 3، 2، 1 و0). همان‌گونه که برای آنالیز پارانیتروفنل نمونه‌های خاک گرما گذاری شده شرح داده شد اقدام گردید.

محاسبه

نتایج برای کنترل تصحیح و مقدار پارانیتروفنل در میلی‌لیتر صاف‌شده را با مراجعه به منحنی کالیبراسیون محاسبه شد.

معادله 1: $$\text{- Nitro phenol } (\mu g/g^{-1} P_{dwt\ h^{-1}}) = \frac{C \times V}{dwt \times SW \times t}$$

که در آن C غلظت پارانیتروفنل اندازه‌گیری شده (میکروگرم در میلی‌لیتر صاف‌شده)، dwt وزن خشک 1 گرم خاک مرطوب، V حجم کل سوسپانسیون خاک (میلی‌لیتر)، SW وزن نمونه خاک استفاده‌شده (1 گرم) و t زمان گرما گذاری (ساعت) می‌باشد (طباطبایی و برمز، 1962؛ عیوضی و طباطبایی، 1977).

نتایج و بحث

فعالیت آنزیم فسفاتاز قبل از کشت

قبل از کاشت و پس از اعمال تیمارهای موردبررسی اقدام به اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی شد. میانگین مربعات صفات موردنظر در جدول چهار آمده است. نتایج تجزیه واریانس نمونه‌ها نشان می‌دهد که تأثیر کود بر میزان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است.

جدول 4- میانگین مربعات صفات مورد آزمایش قبل از کشت

منبع تغییرات	درجه آزادی	فسفاتاز اسیدی	فسفاتاز قلیایی
تکرار	2	628/834^{ns}	89/513^{ns}
کود	3	978/930*	22836/593*
اشتباه آزمایشی	6	147/640	3069/495
CV (%)	-	13/06	12/97

در بررسی ویژگی‌های مورد بررسی در زمان قبل از کشت، تأثیر کود کمپوست زباله شهری بر میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی نسبت به سایر تیمارهای کودی و شاهد بیشتر بود. به‌طوری‌که میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی با کاربرد این تیمار نسبت به تیمارهای گوسفندی و سوپر فسفات تریپل به ترتیب 29/58 و 50/53 درصد بالاتر بود.

با کاربرد کمپوست زباله شهری میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی نسبت به شاهد 42/89 میکروگرم پارا نیتروفنل بر گرم خاک خشک بر ساعت بیشتر شد که تأثیر آن معنی‌دار بود (جدول 5). تأثیر کود کمپوست زباله شهری بر میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی نسبت به کودهای گوسفندی و سوپر فسفات

تریپل از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت اما نسبت به شاهد بالاتر بود (جدول 5).

ازآنجایی‌که گیاهان عالی فاقد فعالیت فسفاتاز قلیایی هستند عمده فسفاتاز قلیایی خاک به ریز جانداران نسبت داده می‌شود. در زمان قبل از کشت به دلیل نبود فضای ریزوسفری گیاه میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی کاهش یافت. اما در ادامه با کاشت گیاه و فراهمی فضای ریزوسفری فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی افزایش یافت.

جدول 5- مقایسه میانگین تأثیر کود بر میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و قلیایی در زمان قبل از کشت

تیمار	فعالیت فسفاتاز اسیدی	فعالیت فسفاتاز قلیایی
سوپر فسفات تریپل	78/52^{b}	392/40^{bc}
کمپوست زباله شهری	118/20^{a}	540/87 ^{ab}
گوسفندی	91/22^{b}	508/40^{a}
شاهد	75/31^{b}	320/4^{c}

فعالیت آنزیم فسفاتاز بعد از کشت

تأثیر کود بر میزان فعالیت آنزیم فسفات از قلیایی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول 6). تأثیر کود بر میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول 6). کاربرد کودهای آلی در مقایسه با سوپر فسفات تریپل، میزان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اسیدی را نسبت به کاربرد کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل افزایش معنی‌داری را نشان داد. میزان افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی با کاربرد کودهای کمپوست زباله شهری و گوسفندی به ترتیب 29/5 و26/1 درصد نسبت به سوپر فسفات تریپل بالاتر بود. هر سه تیمار کودی نسبت به شاهد فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی را افزایش دادند، به‌طوری‌که این میزان افزایش با کاربرد کودهای کمپوست زباله شهری، گوسفندی و سوپر فسفات تریپل به ترتیب 62/6، 58/5 و 25/7 درصد نسبت به شاهد بالاتر بود (شکل 1).

تأثیر کود بر میزان فعالیت فسفاتاز اسیدی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول 6).

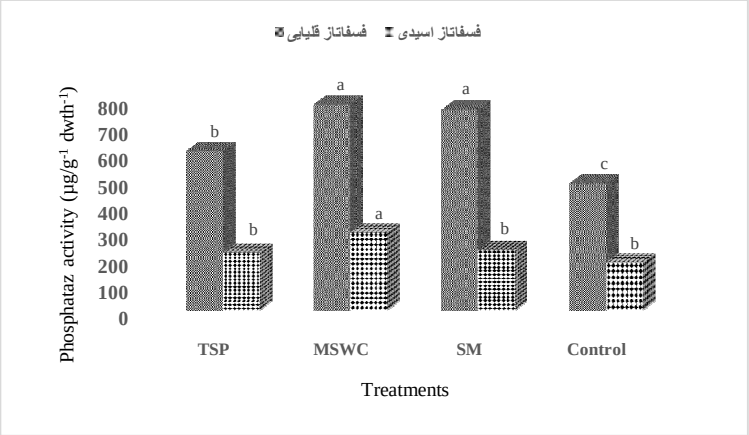
کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی روند متفاوتی را نشان داد. به‌طوری‌که میزان فعالیت این آنزیم در مقایسه با آنزیم فسفاتاز قلیایی کمتر بود. با کاربرد کودهای کمپوست زباله شهری و گوسفندی و سوپر فسفات تریپل میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی به ترتیب 486/6، 534/1 و 385/1 میکروگرم پارا نیتروفنل بر گرم خاک خشک بر ساعت بالاتر آنزیم فسفاتاز اسیدی بود. فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در شاهد 300/1 میکروگرم پارا نیتروفنل بر گرم خاک خشک بر ساعت بیشتر از آنزیم فسفاتاز اسیدی بود (شکل 1).

نتایج داده‌ها نشان داد که کاربرد کمپوست زباله شهری میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی را نسبت به سایر تیمارهای موردمطالعه به‌طور معنی‌داری افزایش داد. این افزایش فعالیت نسبت به تیمارهای گوسفندی، سوپر فسفات تریپل و شاهد به ترتیب 29/7، 34/9 و 63/5 درصد بالاتر بود (شکل1).

جدول 6- میانگین مربعات صفات مورد آزمایش پس از کشت

منبع تغییرات	فسفاتاز اسیدی	فسفاتاز قلیایی	عملکرد دانه	فسفر کل گیاه	جذب فسفر توسط گیاه
تکرار	192/530 ^{ns}	567/697 ^{ns}	715518/333*	21862/750^{ns}	7/170^{ns}
کود	6075/762*	60445/027**	4881244/444**	26016/556 ^{ns}	53/145*
اشتباه آزمایشی	954/915	2191/904	12419/444	171537/972	6/152
CV(%)	13/30	7/28	3/49	18/31	15/30

**در سطح یک درصد معنی‌دار است. *در سطح پنج درصد معنی‌دار است.



شکل 1- مقایسه میانگین تأثیر کود بر فعالیت آنزیم فسفاتاز
SM: کود گوسفندی، MSWC: کود کمپوست زباله شهری

به نظر می‌رسد که دلیل فعالیت بیشتر آنزیم فسفاتاز قلیایی نسبت به فسفاتاز اسیدی، فعالیت بیشتر ریز جانداران آزادکننده فسفر در این خاک که از اسیدیته بالایی نیز برخوردار است، می‌باشد. جوما و طباطبایی (1997) و ساپاراتکا (2003) اظهار کردند که فسفاتاز قلیایی در خاک‌های قلیایی و فسفاتاز اسیدی در خاک‌های اسیدی غالب هستند. pH نسبتاً زیاد خاک مورد بررسی منجر به بیشتر شدن فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی نسبت به فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی شده است. وانگ و همکاران (2006) طی آزمایشی ارتباط بین pH خاک و فعالیت بیولوژیک آن را موردبررسی قراردادند. در این آزمایش کاهشpH موجب افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی شد.

دلیل فعالیت بیشتر هر دو آنزیم فسفاتاز قلیایی و اسیدی با کاربرد کمپوست زباله شهری میزان ماده آلی بیشتر این کود در مقایسه با کود گوسفندی (جدول2) بود. وجود عناصر تغذیه‌ای کمپوست زباله شهری با کربن آلی بالاتر موجب افزایش فعالیت و جمعیت میکروارگانیسم‌ها گردیده است نبل و همکاران، 2007; پروسی،1990به نتایج مشابهی دست یافتند.

نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که با کاربرد کود شیمیایی فسفری (سوپرفسفات تریپل)، کود کمپوست زباله شهری و کود گوسفندی فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی نسبت به شاهد به ترتیب 17/51، 38/85 و 20/67 درصد افزایش و میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی به ترتیب 20/42، 38/52 و 36/90 درصد افزایش یافت. در مقایسه تیمارهای کودی با یکدیگر با کاربرد کمپوست زباله شهری نسبت به کود سوپر فسفات تریپل و کود گوسفندی میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی به ترتیب 25/86 و 22/92 درصد افزایش و میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی با همان ترتیب ذکرشده 29/44 و 2/57 درصد بود.

میزان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی در کلیه تیمارهای کودی نسبت به شاهد بیشتر بود. در مقایسه با تیمارهای کودی با یکدیگر این افزایش فعالیت آنزیم در تیمار کمپوست زباله شهری بیشتر بود. دلیل اختلاف در شدت افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز در خاک موردبررسی و کاهش این شدت در تیمار سوپر فسفات تریپل در خاک موردبررسی احتمالاً به دلیل تأثیر منفی کودهای فسفر در تولید ترشحات ریشه‌ای و بالطبع کاهش بیومس میکروبی تولیدکننده این آنزیم‌ها در ریزوسفر است. چنانچه رضایی و همکاران (2013) عنوان کردند که کوددهی خاک با منابع کودی همچون کودهای فسفره بر روی فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک مؤثر بوده و استفاده از کودهای شیمیایی در مقایسه با کودهای آلی فعالیت آنزیمی خاک را به‌طور معنی‌داری کاهش داده است.

عملکرد دانه و میزان جذب فسفر توسط گیاه

تأثیر کود بر صفات عملکرد دانه در سطح یک درصد، و بر روی عملکرد و جذب فسفر توسط گیاه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. همچنین تأثیر کود بر غلظت فسفر قابل‌استفاده در خاک پس از برداشت گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول 6).

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول 5) نشان داد که با کاربرد کود گوسفندی بالاترین میزان عملکرد دانه گندم در واحد سطح حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با کود سوپر فسفات تریپل نداشت، اما با کمپوست زباله شهری متفاوت بود. در هر صورت کاربرد کودهای آلی و شیمیایی میزان عملکرد دانه را نسبت به شاهد به‌طور

معنی‌داری افزایش داد. با کاربرد کودهای سوپر فسفات تریپل، گوسفندی و کمپوست زباله شهری میزان عملکرد دانه نسبت به شاهد به ترتیب: 49/7، 50/1 و 44/8 درصد افزایش داشت. مقایسه تیمارهای کودی موردبررسی بر میزان عملکرد دانه نشان داد که تأثیر سوپر فسفات تریپل و کود گوسفندی بر عملکرد دانه یکسان و نسبت به کمپوست زباله شهری حدود 4/05 درصد بالاتر بود (جدول 7). غلظت فسفر در گیاه در کاربرد با تیمارهای مختلف کودی با شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد گرچه در کودهای آلی و شیمیایی به‌کاربرده شده بیشتر از شاهد بود اما میزان جذب فسفر توسط گیاه در تیمارهای موردبررسی نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. با کاربرد کود سوپر فسفات تریپل میزان جذب فسفر توسط گیاه 5/9 کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد. این مقادیر برای کودهای کمپوست زباله شهری و گوسفندی نسبت به شاهد به ترتیب 8/7 و 9/2 کیلوگرم در هکتار بود.

کودهای شیمیایی و آلی میزان جذب فسفر را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند که در نتیجه آزادسازی فسفر از منابع کودهای به‌کاربرده شده بود. اما برتری معنی‌داری در تأثیر این کودها بر میزان جذب فسفر بین تیمارهای کودی دیده نشد. این مسئله بیانگر این است که میزان آزاد ساری فسفر توسط هر سه نوع منبع کودی زیاد بود. توانایی بالای خاک به‌کاربرده شده در آزمایش در آزادسازی فسفر در صورت کاربرد کودهای تأمین‌کننده فسفر خاک باعث شد که میزان جذب فسفر توسط گیاه در کلیه تیمارها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌دار داشته و نسبت به یکدیگر این اختلاف معنی‌دار نباشند.

جدول 7- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

تیمار	عملکرد دانه	میزان جذب فسفر توسط گیاه	غلظت فسفر در گیاه
	Kg ha^{-1}		mg kg^{-1}
سوپر فسفات تریپل	7833 [a]	16/19 [a]	2063 [a]
کمپوست زباله شهری	7580 [b]	18/95 [a]	2537 [a]
گوسفندی	7900 [a]	19/44 [a]	2490 [a]
شاهد	5233 [c]	10/27 [b]	1956 [a]

زاهدی فر و همکاران (2009) با اعمال تیمارهای کودی حاوی فسفر میزان جذب فسفر توسط ذرت و در نتیجه غلظت فسفر را در برگ ذرت افزایش دادند. پتی‌پاس (2004) و اسکودرا و اسکودرا (2004) همبستگی معنی‌داری بین غلظت فسفر در برگ‌های گندم گزارش کردند.

افزایش عملکرد ماده خشک گیاهی و غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه، توسط محققان گزارش‌شده است (شهبازی و داودی،1391).

سوئی و همکاران(2000) افزایش میزان جذب فسفر توسط گندم با کاربرد کودهای آلی را به دلیل کاهش تشکیل کانی‌های پایدار فسفر که تحرک فسفر را در خاک افزایش داده و از این طریق به رشد گیاه کمک می‌کند بیان نمودند. کودهای آلی از طریق آزادسازی اسیدهای آلی سبب کاهش pH و افزایش حلالیت فسفات‌های کلسیم در خاک‌های آهکی شده و از این طریق منجر به افزایش جذب فسفر توسط گیاهان می‌شوند. همچنین کودهای آلی حاوی شکل‌های مختلفی از فسفر آلی بوده که در طول دوره رشد تحت فرایند معدنی شدن به شکل قابل‌جذب برای گیاه تبدیل می‌شوند (ردی و همکاران، 2005). دلیل جذب بیشتر فسفر توسط شاخسار گندم با کاربرد کود سوپر فسفات تریپل سهولت آزادسازی این فسفر از این منبع شیمیایی بود. نتایج نووکه و همکاران (2004) نشان دادند که کاربرد کودهای آلی می‌تواند از طریق افزودن عناصر غذایی موردنیاز گیاه و همچنین بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سبب بهبود رشد ذرت گردد. معینی و همکاران (2016) با کاربرد کود مرغی و لجن فاضلاب میزان جذب فسفر توسط شاخسار گندم را به ترتیب تا 5 و 9 برابر نسبت به شاهد افزایش دادند.

همبستگی بین ویژگی‌های موردمطالعه و معادله خط رگرسیون

ضریب همبستگی بین ویژگی‌های مورد مطالعه در جدول 8 آمده است. همان‌طور که داده‌های جدول نشان می‌دهند بین فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی و عملکرد دانه و غلظت فسفر در گیاه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح 5 درصد دیده شد. همچنین بین غلظت فسفر گیاه و میزان جذب آن همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح 1 درصد دیده شد.

جدول 8- ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های مورد مطالعه در آزمایش

	فسفاتاز اسیدی	فسفاتاز قلیایی	عملکرد دانه	غلظت فسفر در گیاه	جذب فسفر توسط گیاه
فسفاتاز اسیدی	1				
فسفاتاز قلیایی	0/431 ns	1			
عملکرد دانه	0/1417 ns	0/696*	1		
غلظت فسفر در گیاه	0/076 ns	0/606*	0/202 ns	1	
جذب فسفر توسط گیاه	-0/013 ns	0/555 ns	0/484 ns	0/736**	1

**همبستگی در سطح یک درصد معنی‌دار است. * همبستگی در سطح 5 درصد معنی‌دار است. ns: همبستگی معنی‌دار نیست.

معادله رگرسیون مرکب بین عملکرد و سایر ویژگی‌های موردمطالعه در معادله 2 آورده شده است.

معادله 2: $Y=5955/82 - 4/95(Pa)^{ns}+8/56\ (Pgh)^{*}-1/95(CP)+66/98(Pup)^{ns}$

Pa: فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی، Pgh: فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی، CP: غلظت فسفر در گیاه، Pup: فسفر جذب‌شده توسط گیاه

نتیجه‌گیری نهایی

در خاک موردمطالعه به دلیل اسیدیته قلیایی (pH=7/9) میزان فعالیت مربوط به آنزیم فسفاتاز قلیایی نسبت به فسفاتاز اسیدی بالاتر بود. در اینجا کشت گیاه به دلیل ترشحات ریشه‌ای در افزایش جمعیت میکروبی تولیدکننده این آنزیم‌ها در خاک باعث افزایش فعالیت آن-ها شد. میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز در کلیه تیمارهای کودی نسبت به شاهد بیشتر بود اما شدت این افزایش در فعالیت آنزیم‌ها در تیمار کمپوست زباله شهری بیشتر از سایر تیمارهای کودی بود. با عنایت به نتیجه کلی حاصل از پژوهش در راستای کاربرد کودهای آلی در برآورد نیاز فسفری گندم و نقش مؤثری که می‌توانند در فعال‌سازی آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی داشته باشند در شرایط مشابه با ویژگی‌های خاک و آب موردمطالعه پیشنهاد می‌گردد.

فهرست منابع:

1. احمدپورسفیدکوهی، الف. قاجارسپانلو، م. و بهمنیار، م.ع. 1391. تأثیر کاربرد چند دورهٔ متوالی کودهای آلی و شیمیایی بر جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم و برخی ویژگی‌های رشد گندم. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. شماره 22 جلد 4. صفحات 86-72.
2. رضایی، ش. خاوازی، ک. نظامی، م. سعادت، س .1392. تأثیر گوگرد، فسفر و نقش گیاه بر زیست توده میکروبی و فعالیت فسفاتازهای خاک .مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). شماره 27، جلد 2، صفحات 217-226.
3. زاهدی فر، م. کریمیان، ن. رونقی، الف. ، یثربی، ج. و امام، ی. 1390. توزیع فسفر و روی در مراحل مختلف رشد گندم در شرایط مزرعه .مجله آب و خاک ، شماره 25 جلد 3 صفحات: 436-445.
4. شهبازی، ک. و داودی، م.ح.1391. ارزیابی نیاز فسفر گندم در خاک‌های آهکی با استفاده از همدما های جذب فسفر. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) الف ،شماره 1 جلد 26. صفحه 17-1.
5. فرقانی، الف. 1382 مطالعه تغییرات بیوشیمیایی و خصوصیات هومیک و فولویک اسید خاک‌های مختلف تیمار شده با مواد آلی مختلف. هشتمین کنگره علوم خاک ایران، رشت. 12-9- شهریور. صفحه 15.

6. فریدونی ناغانی، م . رئیسی، ف . و فلاح، س 1398. روند تولید CO_2 و تغییر کربن بیومس میکروبی در خاک‌های تیمار شده با کود اوره و مرغی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. شماره 54. صفحات 97-109.
7. قنبری مفتی کلایی، ه. بهمنیار، م.،سالک گیلانی، س . و رئیسی، ف. 1391. اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری و برخی مواد اصلاح کننده بر تنفس میکروبی و فعالیت فسفاتازهای اسیدی و قلیایی خاک ریزوسفری طی رشد رویشی سویا. مجله پژوهش¬های حفاظت آب و خاک. شماره 3. صفحه 63-75.
8. معینی، م. حجازی مهریزی، م. و جعفری، الف. 1394. تعیین شکل‌های فسفر آلی در یک خاک آهکی متأثر از کشت گندم و کاربرد کودهای آلی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. شماره چهارم. جلد پنجم. صفحه 79-95
9. Allison L.E. and Moodi. C.D. 1962. Carbonates. In: Black C.A. *et al*., (Ed.), Methods of Soil Analysis- part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 1379-1396.
10. Baldoni, G. 1996. The influence of compost and sewage sludge on agriculture crops In: De Bertoldi et al. (Edits). The Science of Composting. Blackie Press, London. Pp: 430-438.
11. Bhattacharyya, P. Chakrabarti, K. and Chakraborty A. 2005. Microbial biomass and enzyme activities in submerged rice soil amended with municipal solid waste compost and decomposed cow manure. Chemosphere 60: 310-318.
12. Blagodatsky, S.A. and Richter, O. 1998. Microbial growth in soil and nitrogen turnover: A theoretical model considering the activity state of microorganisms. Soil Biology and Biochemistry 30:1743-1755.
13. Bouyoucos, C.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. Agronomy Journal 45, 464-465.
14. Chen, H. 2003. Phosphatase activity and P fractions in soils of an 18-year-old Chinese fir (Cunninghamia lanceolata) plantation. Forest Ecology and Management 178: 301–310.
15. Dick, W.A. and Tabatabai, M.A. 1993. Significance and potential uses of soil enzymes. *In*: Metting, F.B. (Ed.), Soil Microbial Ecology: Application in Agricultural and Environmental Management. Marcel Dekker, New York: 95- 125.
16. Eivazi, F. and Tabatabai M.A. 1977. Phosphatases in soils. Soil Biology and Biochemistry 9: 167-172.
17. Garg, S. and Bahl, G.S. 2008. Phosphorus availability to maize as influenced by organic manures and fertilizer P associated phosphatase activity in soils. Bioresource Technology 99 (13): 5261-5996.
18. Guimaraes, L.H.S., Simone C.P.N. and Michele M. 2006. Screening of filamentous fungi for production of enzymes of biotechnological interest. Brazilian Journal of Microbiology, 37: 474-480.
19. Hoitiink, H.A. J. Rose, M. and Zondag, R.L. 1994. Properties of material available for formulation of high-quality container media. The Ohio State University, Extension Research Bulletin, Ornamental Plants, SC 154. Columbus, OH.
20. Juma, N.G. and Tabatabai, M.A. 1977. Effects of trace elements on phosphatase activity in soils. Soil Science Society of America 41: 343–346.
21. Kuo, S. 1996. Phosphorus. In: Sparks D.L. (Ed.), Methods of soil analysis-Part 3. Chemical Methods No. 5. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy Madison, pp. 869-919.
22. Leelahawonge, C. and Pongsilp, N. 2009. Phosphatase Activities of Root-nodule Bacteria and Nutritional Factors Affecting Production of Phosphatases by Representative Bacteria from Three Different Genera. KMITL science technology. 9: 65-83.
23. Liang, Y. Yang, Y. Yang, Ch. Shen, Q. Zhou, J. and Yang, L. 2003. Soil enzymatic activity and growth rice and barley as influenced by organic manure in an anthropogenic soil. Geoderma 115: 149-160.

24. Mandal, A. Patra, A.K. Singh D. Swarup, A. and Masto, R.E. 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stage. Bio resource Technology 98: 3585-3592.
25. Neble, S. Calvert, V. petil, J.L. and Steven, C. 2007. Dynamics of phosphatase activities in a cork oak litter (Quercus suber L.) following sewage sludge application. Soil Biology and Biochemistry 39:2735–2742.
26. Nelson D.W. and Sommers, L.E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Sparks DL.(Ed.), Methods of Soil Analysis- Part 3. Chemical Methods. pp. 961-1010.
27. Nwoke, O.C. Vanlauwe, B. Diels, J. Sanginga, N. and Osonubi, O. 2004. Impact of residue characteristics on phosphorus availability in West African savanna soils. Biology and Fertility of Soil 39: 422-428.
28. Omer Amal, M. and Farag H.I.A. 2012. Biological activity of phosphate dissolving bacteria and their effect on some genotypes of barley production. Journal of Applied Sciences Research 8 (7): 3478-3490.
29. Perucci, P. 1990. Effect of the addition of municipal soild-waste compost on microbial biomass and enzyme activities in soil. Biol. Fertility Soils 10: 221-226.
30. Pettipas, F.C. 2004. Soil and plant nutrient relationships in processing carrots. MSc. Thesis, Nova Scotia Agricultural College, Truro, Nova Scotia.
31. Philip, A. Thomas, J. and Xiaodun, He. 2008. Bioavailability of Organically-Bound Soil Phophorous. Cannadian Journal of Microbiolology, 43: 577-582.
32. Phukan, R. Samanta, R. and Barthakur B.K. 2011. Phosphatase Activity of Aspergillus niger: A Native Tea Rhizosphere Isolate. Journal of Applied Science and Technology 77(9): 403-405.
33. Reddy, D.D. Rao, A.S. and Rupa, T.R. 2005. Effects of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yields and soil organic phosphorus in a Vertisol. Bioresource Technology 75: 113-118.
34. Ros, M. Hernandez M.T. and Garcia, C. 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. Soil Biology and Biochemistry 35: 463-469.
35. Saffari, S.A. and Sharifi ,Z. 2007. Changes of available phosphorus and phosphatase activity in the rhizosphere of some field and vegetation crops in the fast growth stage. Journal of Applied Sciences and Environmental Management 11: 113-118.
36. Saha, S. Mina, B.L. Gopinath K.A. Kundu, S. and Gupta, H.S. 2008. Relative changes in phosphatase activities as influenced by source and application rate of organic composts in field crops. Bioresource Technology Journal 99: 1750-1757.
37. Saparatka, N. 2003. Phosphatase activities (ACP-ALP) in Agro ecosystem Soils. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences.
38. Skudra, I. and Skudra, A. 2004. Phosphorus concentration in soil and in winter wheat plants. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia [http://www.cropscience.org.au/].
39. Sui, Y.B. and Thompson M.L. 2000. Phosphorus sorption/desorption and buffering capacity in a biosolids amended Mollisol. Soil Science Society of America Journal 64: 164-169.
40. Tabatabai, M. A. 2003. Enzymes: past, present and future. Second international conference on enzyme in the environment: Activity, Ecology and Application. Prague, Czech Republic 14-17.
41. Tabatabai, M.A. and Bremner, J.M. 1969. Use of p-nitrophenylphosphate for assay of soil phosphatase activity. Soil Biology Biochemistry 1: 301-307.
42. Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. In" Methods of soil analysis. Part3. Chemical methods" (Ed. Dl. Sparks). pages 475-490. Soil Science Society America. Madison, WI.

43. Urner, B.L. Frossard, E. and Baldwin D.S. 2005. Organic Phosphorus in the Environment. CABI Publishing Series. 412.
44. Wang, A.S. Angle, J.S. Chaney R.L. Delorme T.A. and McIntosh M. 2006. Changes in soil biological activities under reduced soil pH during. Thlaspi caerulescens phytoextraction. Soil Biology and Biochemistry 38: 1451–1461.

Effect of chemical and organic fertilizers on acid and alkaline Phosphatase activities in the Qazvin region

J. Shahabifar[1]
Soil and Water Research Section, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Qazvin, Iran;
E-mail: Shahabifar1@yahoo.com
Received: September, 2019 & Accepted: May, 2020

Abstract

Soil phosphorus availability is mostly dependent on acid and alkaline phosphatase activities. The present experiment was carried out in a completely randomized design with four treatments and three replications in Qazvin soils under wheat cultivation. Treatments included: application of 100% phosphorus fertilizer based on soil test (TSP), municipal solid wastes compost (MSWC): 20 tons per hectare, sheep manure (SM): 20 tons per hectare, and control (without fertilizer). The results showed that the application of organic fertilizers significantly increased the activity of alkaline and acidic phosphatase compared to the TSP treatment. When MSWC and SM applied to the soil, alkaline phosphatase activity increased by 29.5% and 26.1% compared to the TSP treatment, respectively. All three fertilizer treatments increased the activity of alkaline phosphatase compared to the control. MSWC, SM, and TSP treatments increased activity of alkaline phosphatase by 62.6%, 58.5%, and 25.7% compared to control, respectively. The application of TSP fertilizer increased phosphorus uptake by 5.9 kg/ha compared to the control. These values were 8.7 and 9.2 kg/ha for MSWC and SM treatments, respectively. According to the data, the application of organic fertilizers increased phosphatase activity and improved phosphorus uptake by wheat.

Keywords: Compost, triple superphosphate, sheep manure, phosphatase enzymes, wheat

[1] Corresponding author: Soil and Water Research Section, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Qazvin, Iran.