پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: شیمی و حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

اثر کمپوست قارچ مصرفی و بیوچار باگاس نیشکر بر ظرفیت تبادل کاتیونی چند خاک آهکی

ارژنگ فتحی گردلیدانی[۱]، حسین میرسید حسینی[۲]
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (arzhangfathi@ut.ac.ir)
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (mirseyed@ut.ac.ir)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کمپوست قارچ مصرفی (SMC) و بیوچار باگاس نیشکر (B) بر ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) در سه خاک لوم، لوم رسی و لوم شنی مطالعه انکوباسیون انجام گرفت. تیمارها شامل B1 و B2 (معادل ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار بیوچار)، SMC1، SMC2 (معادل ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار SMC) و شاهد (C) بودند. ۱۲۰ روز پس از انکوباسیون CEC تیمارها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد SMC در هرسه خاک سبب افزایش معنی‌دار CEC گردید، ولی بیوچار بی‌تأثیر بود. میانگین CEC تیمار شاهد در سه بافت لوم شنی، لوم و لوم رسی به ترتیب ۱۰/۸، ۱۳/۴ و ۱۴/۶ سانتی مول بار بر کیلوگرم بود که برای تیمار SMC2 به ترتیب به ۱۱/۵، ۱۳/۹ و ۱۵ سانتی مول بار بر کیلوگرم و برای تیمار SMC1 به ترتیب به ۱۱/۳، ۱۳/۷ و ۱۴/۹ سانتی مول بار بر کیلوگرم به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($P<0.01$). به‌طورکلی کاربرد SMC می‌تواند CEC خاک‌های آهکی که از مهمترین ویژگی‌های شیمیایی است را افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: کمپوست قارچ، بیوچار، CEC، خاک آهکی

مقدمه

ظرفیت تبادل کاتیونی[۱] (CEC) یک ویژگی شیمیایی مهم و بازتاب سیستم‌های بافری موجود در خاک‌ها بوده و به ظرفیت خاک در نگهداری کاتیون‌های تبادلی اطلاق می‌شود. واکنش‌های تبادلی تعادل بین فازهای جامد و مایع در خاک‌ها را کنترل می‌کنند. این تأثیر تنظیمی بر غلظت عناصر به‌ویژه در حاصلخیزی خاک بسیار مهم است. خاک‌ها می‌توانند دارای بار دائم و متغییر باشند. CEC خاک معمولا یک پارامتر ثابت نیست بلکه توسط عواملی از قبیل مقدار ماده آلی، pH و رس تحت تأثیر قرار می‌گیرد. ماده آلی معمولا دارای بار متغییر است. بارهای ماده آلی خاک عمدتا منفی است و توسط گروه‌های عاملی کربوکسیلیک و فنلیک تامین می‌شود. بار مثبت نیز می‌تواند از طریق پروتون‌گیری گروه‌های آمینه ماده آلی ایجاد شود ولی سهم نسبتا کوچکی را به خود اختصاص می‌دهد. برخی از محققان عقیده دارند که ماده آلی بزرگترین نقش را در CEC خاک‌های سطحی دارد (Wilding and Ruthledge, 1966; St. Arnaud and Sephton, 1972; Iwasaki et al., 2017). سهم ماده آلی خاک در CEC، بسته به نوع خاک از ۲۵ تا ۹۰ درصد می‌تواند متغییر باشد (Stevenson, 1994). میزان این سهم بستگی به درجه تجزیه و مقدار گروه‌های عاملی منشا بار منفی و مقدار ماده آلی خاک دارد. بنابراین در این پژوهش هدف بررسی اثر دو نوع ماده آلی که از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کاملا متفاوت بودند (کمپوست قارچ مصرف شده و بیوچار باگاس نیشکر) بر ظرفیت تبادل کاتیونی چند خاک آهکی استان البرز بود.

مواد و روش‌ها

خاک‌های مورد مطالعه در این تحقیق از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، منطقه اشتهارد و منطقه پلنگ آباد به ترتیب با طول جغرافیایی ″۵۷ °۵۰، ″۱۹ °۵۰ و″۳۶ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ″۴۷ °۳۵، ″۴۴ °۳۵ و ″۴۴ °۳۵ شمالی واقع در استان البرز نمونه برداری شدند. پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، در

1 - Cation exchange capacity

معرض هوا خشک گردیدند و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. سپس برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک به روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند (Sparks, 1996; Gee et al., 1986) (جدول ۱). کمپوست قارچ مصرفی (SMC) تازه از واحد تولید قارچ ملارد تهیه و سپس هوا خشک و جهت یکنواخت کردن ذرات خرد گردید. باگاس نیشکر نیز از شرکت کشت و صنعت نیشکر دعبل خزایی خوزستان تهیه شد با توجه به عدم دسترسی به کوره مناسب تولید بیوچار در گروه، برای تولید بیوچار ابتدا مواد اولیه باگاس نیشکر در داخل قوطی‌های فلزی قرار داده شد بعد برای اینکه اکسیژن موجود در ظرف تا حد امکان حذف شود یک شمع روشن را روی مواد اولیه درون قوطی قرار دادیم سپس درب ظرف را بسته و برای اطمینان از عدم ورود هوا با گِل دور تا دور درب ظرف پوشیده شد سپس درون کوره الکتریکی در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت زمان ۳ ساعت حرارت داده شدند. سپس بیوچار تولید شده از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی SMC و بیوچار به روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند (Fidanza et al., 2010; Jones et al., 2010 Herbert et al., 2012; Ch'ng et al., 2014) (جدول ۲). این پژوهش با ۵ تیمار در۳ بافت لوم (L)، لوم شنی (SL) و لوم رسی (CL) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار به انجام رسید. تیمارها عبارت بودند از؛ بیوچار به مقدار ۱۵ تن در هکتار (B1) و ۳۰ تن در هکتار (B2)، کمپوست قارچ به مقدار ۲۰ تن در هکتار (SMC1) و ۴۰ تن در هکتار (SMC2) و تیمار شاهد (C). به منظور انجام آزمایش، ۳۰۰ گرم خاک هوا خشک توزین و پس از اعمال تیمارهای مختلف درون گلدان ریخته شد. گلدان‌ها در شرایط دما (۲۹درجه سانتی‌گراد) و تهویه مناسب در داخل انکوباتور نگهداری شدند. در طول دوره آزمایش رطوبت گلدان‌ها در دامنه ۷۰-۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به روش وزنی حفظ گردید. پس از ۱۲۰ روز انکوباسیون از خاک گلدان‌ها نمونه برداری شد. نمونه‌های خاک هوا خشک گردید و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. سپس، ظرفیت تبادل کاتیونی تیمارها به روش باور اندازه‌گیری شد (Chapman, 1965). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS، مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح یک درصد انجام گردید و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد.

جدول۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

ویژگی (واحد)	مقدار		
	خاک منطقه اشتهارد	خاک مزرعه دانشکده	خاک منطقه پلنگ آباد
EC ($dS.m^{-1}$)	۱/۸۹	۰/۵۱۴	۰/۵۴
pH	۷/۷۲	۷/۲۸	۷/۰۷
ظرفیت تبادل کاتیونی ($Cmol_c.Kg^{-1}$)	۱۴/۵۸	۱۳/۴۲	۱۰/۹۰
رطوبت ظرفیت مزرعه (w %)	۲۵/۸۵	۲۱/۵۵	۱۴/۲۲
کربن آلی (%)	۰/۷۵	۰/۸	۰/۹
کربنات کلسیم معادل (%)	۱۴/۹	۷/۸۵	۵/۶
شن (%)	۳۵	۳۸	۶۱
سیلت (%)	۳۱	۳۵	۲۱
رس (%)	۳۴	۲۷	۱۸
کلاس بافت خاک	لوم رسی	لوم	لوم شنی

نتایج و بحث

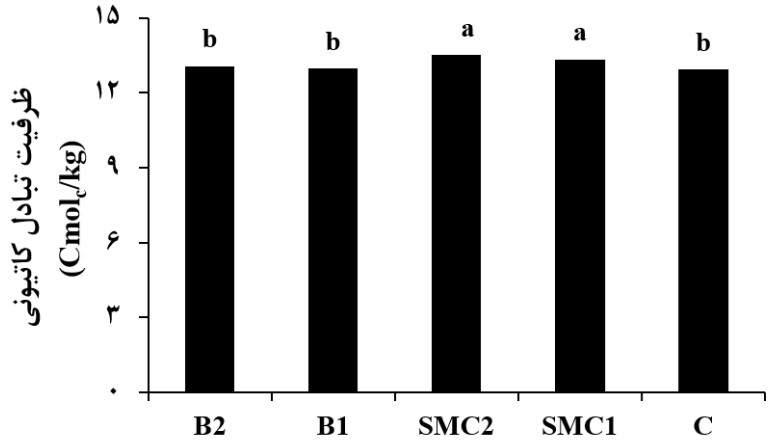
نتایج نشان داد که هر دو سطح SMC میانگین CEC خاک‌ها را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند ($P<0.01$) (شکل ۱). میانگین CEC در تیمار شاهد از ۱۲/۹۳ به ۱۳/۴۹ و ۱۳/۳۴ سانتی مول بار بر کیلوگرم خاک به ترتیب در تیمار SMC2 و SMC1 افزایش یافت. در مقابل هر دو سطح بیوچار تأثیری بر CEC خاک‌ها نداشتند.

نتایج اثر متقابل تیمار در بافت خاک نشان داد که SMC در هرسه خاک سبب افزایش معنی‌دار CEC گردید، ولی بیوچار بی‌تأثیر بود (شکل ۲). میانگین CEC تیمار شاهد در سه بافت لوم شنی، لوم و لوم رسی به ترتیب ۱۰/۸، ۱۳/۴ و ۱۴/۶ سانتی مول بار بر کیلوگرم بود بود که برای تیمار SMC2 به ترتیب به ۱۱/۵، ۱۳/۹ و ۱۵ سانتی مول بار بر کیلوگرم و برای تیمار

جدول۲- برخی از ویژگی‌های SMC و بیوچار

ویژگی (واحد)	مقدار	
	SMC	بیوچار
EC ($dS.m^{-1}$)	۱۲/۶۲	۰/۸
pH	۶/۶۶	۸/۷۹
فسفر قابل جذب ($mg.Kg^{-1}$)	۸۳/۳	۲۸/۶
فسفر کل ($mg.Kg^{-1}$)	۵۴۶۶	۶۶۷/۸
CEC ($cmol_c.kg^{-1}$)	۱۳۷/۵	۱۰۸/۷۵
*کربن کل (%)	۱۹/۲۳	۶۳/۲۷
*نیتروژن کل (%)	۱/۸۳	۰/۶۷
نسبت C/N	۱۰/۵	۹۴/۴
عملکرد (%)	-	۳۳

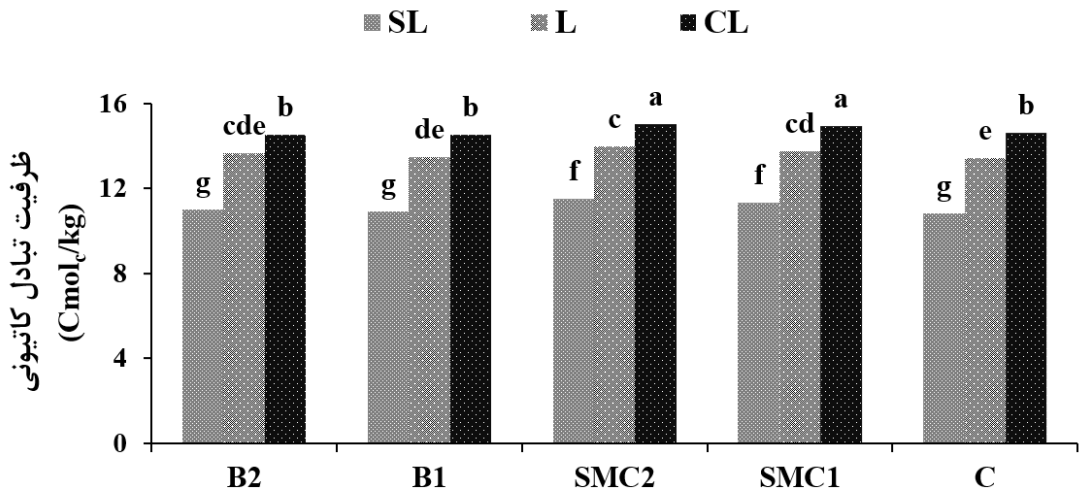
* مقدار کربن و نیتروژن کل با استفاده از دستگاه CHN انالایزر اندازه‌گیری گردید.



شکل ۱- اثر اصلی تیمارها بر CEC در پایان دوره انکوباسیون. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری ($P<0.01$) می‌باشد. B1 و B2 (به ترتیب ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار بیوچار)، SMC1 و SMC2 (به ترتیب ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار کمپوست قارچ) و C (شاهد).

SMC1 به ترتیب به ۱۱/۳، ۱۳/۷ و ۱۴/۹ سانتی مول بار بر کیلوگرم به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($P<0.01$). CEC اولیه SMC بیشتر از بیوچار بود (جدول ۲). همچنین SMC دارای مقدار زیادی گروه‌های عاملی کربوکسیل است (Paredes et al., 2002) که می‌تواند افزایش CEC خاک‌ها در مطالعه حاضر را توضیح دهد. فرآیند هوموسی شدن ماده آلی منجر به افزایش CEC در طی اکسایش زیستی می‌شود (Paredes et al., 2002). افزایش CEC می‌تواند با افزایش در نسبت مواد هیومیکی تکامل یافته به عنوان نتیجه تجزیه مرتبط باشد (Carmona et al., 2012). در توافق با این نتایج، Stewart (۱۹۹۵) نیز با بررسی اثر کاربرد SMC تازه به میزان صفر، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ تن در هکتار بر شرایط یک خاک لوم شنی گزارش کردند که CEC در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در مطالعه‌ای دیگر نیز با کاربرد ۱۰ تن در هکتار بیوچار در دو خاک آهکی و اسیدی گزارش شد که در خاک آهکی CEC تغییری نکرد، در حالی که در خاک اسیدی CEC به طور قابل توجه افزایش

یافت (Van Zwieten et al., 2010). همچنین، در یک آزمایش انکوباسیون به مدت ۴ ماه در ۳۰ درجه سیلسیوس نشان داده شد که کاربرد بیوچار در یک خاک اسیدی CEC را به میزان قابل توجهی افزایش داد (Cheng et al., 2006). یکی از دلیل آن می‌تواند افزایش pH در خاک‌های اسیدی و به دنبال آن افزایش بار منفی وابسته به pH باشد. لازم به ذکر است کاربرد بیوچار در خاک‌های آهکی مورد مطالعه تأثیر محسوسی بر pH نداشت (فتحی گردلیدانی و همکاران، ۱۳۹۴). به‌طور مشابه با کاربرد ذغال، کمپوست، بقایای جنگلی و کود مرغی گزارش شد که کاربرد ذغال، کمپوست و بقایای جنگلی تأثیری بر CEC نداشت ولی کود مرغی CEC را افزایش داد (Steiner et al., 2007). بر اساس نظر Duxbury et al (1989) و Somebroek et al (1993) اهمیت ماده آلی به جهت اثرات مجزای آن (حفظ و بهبود نفوذ آب، ظرفیت نگهداری آب، پایداری ساختمان، CEC، سلامت فعالیت زیستی خاک) به خودی خود ناشی از تجزیه آن (منبع مواد مغذی) است. امروزه مشخص شده است که درجه تجزیه و ظرفیت تبادل کاتیونی مواد آلی کم و بیش با هم مرتبط است. گزارش شده است که افزایش تدریجی در CEC بقایای گیاهی و کود حیوانی به سبب پیشرفت در تجزیه آن‌ها می‌باشد (Muller, 1993). بنابراین یکی از دلایل عدم تأثیر بیوچار در افزایش CEC در مطالعه حاضر ممکن است به علت مقاومت آن در برابر تجزیه باشد. فرض دیگر که از تحقیقات روی خاک‌های ترا پرتا آمازون نشآت می‌گیرد این است که اکسایش آهسته روی لبه‌های ساختار آروماتیک ذغال سبب تشکیل گروه‌های کربوکسیلیک می‌شود که مسئول تشکیل کمپلکس‌های آلی-معدنی و افزایش CEC می‌باشد (Glaser et al., 2001). بنابراین ممکن است دوره این مطالعه برای اکسیداسیون کافی نبوده است. همچنین، ممکن است مقدار بیوچار اعمال شده برای افزایش CEC در مطالعه ما ناکافی بوده باشد. با توجه به اثرات مثبت SMC در افزایش CEC خاک‌ها در مطالعه حاضر و نیز بر فراهمی فسفر قابل جذب و شکل‌های با حلالیت زیاد (فتحی گردلیدانی و همکاران، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) استفاده از آن در خاک‌های آهکی پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۲- اثر متقابل تیمارها در بافت خاک‌ها بر CEC در پایان دوره انکوباسیون. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری ($P<0.01$) می‌باشد. B1 و B2 (به ترتیب ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار بیوچار)، SMC1 و SMC2 (به ترتیب ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار کمپوست قارچ) و C (شاهد) و SL (لوم شنی)، L (لوم) و CL (لوم رسی).

منابع

فتحی گردلیدانی، ارژنگ.، میر سید حسینی، حسین. و فرحبخش، محسن. ۱۳۹۴. برخی آثار کمپوست قارچ مصرفی و بیوچار باگاس بر فعالیت فسفاتاز قلیایی و فراهمی فسفر در چند خاک آهکی. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، جلد چهل و ششم، شماره ۴، صفحه‌های ۸۰۱ تا ۸۱۲.

فتحی گردلیدانی، ارژنگ.، میر سید حسینی، حسین. و فرحبخش، محسن. ۱۳۹۵. تاثیر کمپوست قارچ مصرفی و بیوچار باگاس نیشکر بر قابلیت استفاده و جزءبندی فسفر معدنی در یک خاک آهکی. مجله مهندسی زراعی، جلد سی و نهم، شماره ۱، صفحه‌های ۱۲۷ تا ۱۴۴.

Carmona, E., Moreno, M. T., Avilés, M. and Ordovas, J. 2012. Composting of wine industry wastes and their use as a substrate for growing soilless ornamental plants. Spanish Journal of Agricultural Research, 10: 482-491.

Ch'ng, H. Y., Ahmed, O. H., and Majid, N. M. A. 2014. Improving phosphorus availability in an acid soil using organic amendments produced from agroindustrial wastes. The Scientific World Journal, 2014: 1-7.

Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. In Black, C.A., Evans, D.D., White, L.J., Ensminger, L.E., and Clark, F.E. (eds.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp: 891–901

Cheng, C. H., Lehmann, J., Thies, J. E., Burton, S. D. and Engelhard, M. H. 2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. Organic Geochemistry, 37: 1477-1488.

Duxbury, J. M., Smith, M. S., Doran, J. W., Jordan, C., Szott, L. and Vance, E. 1989. Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients. Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. In: Coleman DC, Oades JM, Uehara G (eds) Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. University of Hawaii Press, Honolulu, pp: 33–67.

Fidanza, M. A., Sanford, D. L., Beyer, D. M., and Aurentz, D. J. 2010. Analysis of fresh mushroom compost. HortTechnology, 20: 449-453.

Gee, G. W., and Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis. In Klute, A. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods, Soil Science Society of America Book Series No. 5. Soil Science Society of America, Madison. pp. 383–411.

Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G. ans Zech, W. 2001. The'Terra Preta'phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. Naturwissenschaften, 88: 37-41.

Herbert, L., Hosek, I., and Kripalani, R. 2012. The characterization and comparison of biochar produced from a decentralized reactor using forced air and natural draft pyrolysis.

Iwasaki, S., Endo, Y., & Hatano, R. 2017. The effect of organic matter application on carbon sequestration and soil fertility in upland fields of different types of Andosols. Soil Science and Plant Nutrition, 63: 200-220.

Jones, B. E., Haynes, R. J., and Phillips, I. R. 2010. Effect of amendment of bauxite processing sand with organic materials on its chemical, physical and microbial properties. Journal of Environmental Management, 91: 2281-2288.

Muller, J. F. 1933. Some observations on base exchange in organic materials. Soil Science, 35: 229-238.

Paredes, C., Bernal, M. P., Cegarra, J. and Roig, A. 2002. Bio-degradation of olive mill wastewater sludge by its co-composting with agricultural wastes. Bioresource Technology, 85: 1-8.

Somebroek, W. G. (1993). Amounts, dynamics and sequestering of carbon in tropical and subtropical soils. Ambio, 22, 417-426.

Sparks, D. L., Page, A., Helmke, P., Loeppert, R., Soltanpour, P., Tabatabai, M., Johnston, C., Sumner, M. .1996. Methods of soil analysis. Part 3-Chemical methods. Soil Science Society of America Book Series No. 5. Soil Science Society of America, Madison.

St. Arnaud, R.J. and Sephton, G.A., 1972. Contribution of clay and organic matter to cation-exchange capacity of Chernozemic soils. Canadian Journal of Soil Science, 52: 124-126.

Steiner, C., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macêdo, epJ. L. V., Blum, W. E. and Zech, W. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. Plant and soil, 291: 275-290.

Stevenson, F.J. 1994. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. John Wiley and Sons, New York.

Stewart, D. P. 1995. The effect of spent mushroom compost on soil conditions and plant growth (Doctoral dissertation, Lincoln University).

Van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K.Y., Downie, A., Rust, J., Joseph, S. and Cowie, A., 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. Plant and soil, 327: 235-246.

Wilding, L.P. and Rutledge, E.M., 1966. Cation-exchange capacity as a function of organic matter, total clay, and various clay fractions in a soil toposequence. Soil Science Society of America Journal, 30: 782-785.

Effect of spent mushroom compost and sugarcane bagasse biochar on cation exchange capacity in some calcareous soils

A. Fathi Gerdelidani[1], H. Mirseyed Hosseini[2]

1. Ph.D Student, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Iran (arzhangfathi@ut.ac.ir)
2. Associate Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Iran (mirseyed@ut.ac.ir)

Abstract

To study the effects of spent mushroom compost (SMC) and sugar cane bagasse biochar (B) on cation exchange capacity (CEC) in three soil types (that is) loam, clay loam, and sandy loam, an incubation experiment was conducted. The treatments included levels of biochar B1 and B2 (15 and 30 ton/ha), levels of spent mushroom compost SMC1 and SMC2 (20 and 40 ton/ha) and the control (C). After 120 days, CEC was measured in all treatments. The results indicated that in all soil samples SMC significantly increased CEC, but biochar was ineffective. Average CEC in control treatment was 10.8, 13.4 and 14.6 $Cmol_c$/kg at sandy loam, loam and clay loam, respectively and was increased to 11.5, 13.9 and 15 $Cmol_c$/kg in SMC2 and to 11.3, 13.7 and 14.9 $Cmol_c$/kg $Cmol_c$/kg in SMC1, respectively (P<0.01). Generally, the use of SMC can increase the CEC of calcareous soils, which is one of the most important chemical properties.

Key words: Mushroom compost, Biochar, CEC, Calcareous soil.