تنفس میکروبی (آزاد شدنCO_2) خاک تیمار شده با کودهای آلی تحت شرایط دمایی و رطوبتی کنترل شده

صاحب سودایی مشاعی[۱]، ناصر علی‌اصغرزاده[۲] و شاهین اوستان[۲]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه تبریز. ssoodaie78@gmail.com
۲- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

مقدمه

مصرف مواد زائد آلی، مانند کود دامی، لجن فاضلاب، زباله‌های شهری و غیره به خاک یک شیوهٔ متداول در کشاورزی برای حفظ مواد آلی خاک، احیاء و بازیابی خاک‌های تنزل یافته و فراهمی عناصر غذایی برای گیاه می‌باشد.

تنفس خاک بخش وسیعی از میزان تولید اولیه ناخالص در اکوسیستم‌های خشکی را تشکیل می‌دهد، ارزیابی و اندازه‌گیری آن اهمیت زیادی در برقراری و بودجه‌بندی کربن اکوسیستم دارد. تنفس میکروبی خاک تحت تأثیر رطوبت خاک، دما، قابلیت دسترسی عناصر غذایی و ساختمان خاک قرار دارد (۲). توریس و همکاران (۱۰) دریافتند که کمترین سرعت تجزیه در بین کودهای آلی مربوط به موادی است که مرحله کمپوست شدن را طی نموده‌اند. پروبرت و همکاران (۸) نشان دادند که با افزایش دما و زمان انکوباسیون، سرعت تجزیه افزایش یافته و در نتیجه نسبت کربن به نیتروژن مواد آلی بیشتر کاهش می‌یابد. چن و همکاران (۴) تجزیه بلند مدت مواد آلی با نسبت کربن به نیتروژن مختلف را بررسی کردند. مقدار کربن کل و نیتروژن کل در طول انکوباسیون کاهش یافته و در نتیجه نسبت کربن به نیتروژن نیز در طول تجزیه کاهش یافت زیرا کربن با سرعت بیشتر نسبت به نیتروژن، تجزیه و تلف شد.

اندک بودن مقدار مواد آلی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک و اهمیت مواد آلی در مدیریت پایدار اکوسیستم‌های کشاورزی مناطق خشک، باعث، توجه بیش از پیش محققان و کشاورزان به کودهای آلی شده است. هدف از این مطالعه آزمایشگاهی، تعیین و مقایسه مقدار CO_2 آزاد شده در خاک تیمار شده با کودهای آلی کمپوست، ورمی‌کمپوست و کود دامی تحت شرایط دمایی و رطوبتی کنترل شده می‌باشد.

مواد و روشها

کودهای آلی مورد مطالعه در این آزمایش شامل کمپوست، ورمی‌کمپوست و کود گاوی بوده که از شرکت تولید کود آلی شهرداری تبریز تهیه شدند. این کودها ابتدا هوا خشک شده و پس از خرد شدن به وسیله آسیاب از الک یک میلی‌متری عبور داده شدند تا از نظر اندازه ذرات وضعیت یکنواختی حاصل شود (۱). خاک مورد آزمایش از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تبریز (ایستگاه تحقیقات خلعت‌پوشان) برداشت شده و پس ازهوا خشک کردن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد.در گلدانهای پلاستیکی هر کدام ۵۰۰ گرم خاک بعلاوه ۱۰گرم (معادل ۵۰ تن در هکتار) کودهای آلی مورد مطالعه، در سه تکرار مخلوط گردید. یک تیمار شاهد نیز در سه تکرار ولی بدون افزودن کود در نظر گرفته شد. تیمارهای رطوبتی (۵۰٪ و ۸۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای) با اضافه کردن آب مقطر تنظیم گردیدند. آنگاه به مدت ۱۲ هفته در دو سطح دمایی ۸ و ۲۵ درجه سانتیگراد در انکوباتورهای جداگانه نگهداری شدند. اندازه‌گیری تنفس خاک بر مبنای آزاد شدن CO_2 از خاک گلدان‌ها (۲) در زمان‌های ۲، ۴، ۸ و ۱۲ هفته بعد از شروع انکوباسیون مقدار CO_2 آزاد شده اندازه‌گیری شد. بدین منظور داخل یک سری لوله‌های آزمایش پلاستیکی به قطر ۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر , ۲۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکسید سدیم ۰/۲ نرمال ریخته و داخل گلدان‌ها جاگذاری شده و روی گلدان طوری پوشانده شد که با محیط اطراف تبادل هوا نداشت (۲). بعد از ۲۴ ساعت لوله‌های آزمایش حاوی هیدروکسید سدیم از داخل گلدان برداشته شد و با گذاشتن درپوش روی آنها محتویات لوله‌ها تیتر گردید. اضافه کردن کلرید باریم برای حذف یون‌های کربنات به شکل رسوب کربنات باریم بوده که حذف یون‌های کربنات به این خاطر است که در تیتراسیون فقط یون‌های OH^- باقیمانده تیتر شوند(۲).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی کودهای آلی مورد مطالعه نشان داد که مقدار کربن آلی کود دامی، ورمی‌کمپوست و کمپوست به ترتیب ۲۵/۳۹، ۲۲/۰۲ و ۱۲/۱۶ درصد می باشد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد (جدول۱) که نوع کود، دمای انکوباسیون، رطوبت و زمان انکوباسیون در سطح احتمال ۰/۱ درصد بر آزاد سازی CO_2 (تنفس میکروبی خاک) تأثیر معنی‌دار دارند.

اثر متقابل کود * دما در سطح احتمال ۰/۱ درصد معنی‌دار شد ولی اثر متقابل کود * رطوبت غیرمعنی‌دار بود. اثر متقابل دما * رطوبت در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل زمان*کود، زمان* دما در سطح احتمال ۰/۱ درصد و اثر متقابل زمان* رطوبت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند. مقایسهٔ میانگین بین تیمارهای کودی نشان داد که کمپوست، کود دامی و ورمی‌کمپوست به ترتیب ۵۸/۱ ، ۳۳/۰۴ و ۲۹/۹ درصد نسبت به شاهد، CO_2 بیشتری آزاد کردند. مقایسهٔ میانگین اثر ترکیب تیماری کود* دما بر تنفس میکروبی خاک اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای کودی در دمای ۲۵ و ۸ درجه سانتیگراد نشان داد، که در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد مقدار CO_2 آزاد شده در کمپوست، کود دامی و ورمی‌کمپوست به ترتیب ۶۳/۵ ، ۴۱/۸ و ۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته و در دمای ۸ درجه سانتیگراد این افزایش به ترتیب ۴۶/۱ ، ۲۰/۶ و ۱۳/۸ درصد بودند.

مقایسهٔ میانگین اثر ترکیب تیماری دما* رطوبت بر تنفس میکروبی خاک نیز اختلاف معنی‌داری نشان داد که در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه‌ای CO_2 آزاد شد، ۵۸/۶ درصد بیشتر از دمای ۸ درجه سانتیگراد و رطوبت ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای بود.

بیشترین مقدار تنفس خاک یا به عبارتی معدنی شدن کربن مربوط به تیمار کمپوست، کود دامی، ورمی‌کمپوست و شاهد در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه‌ای به ترتیب ۳۹/۳۷، ۲۶/۷۵، ۲۳/۴۹ و ۱۵/۸۳ میلی گرمCO_2 در متر مربع در ساعت حاصل شد، در دمای ۸ درجه سانتیگراد و رطوبت ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای این مقادیر برای تیمار کمپوست، کود دامی، ورمی‌کمپوست و شاهد به ترتیب ۱۵/۱، ۹/۵۸، ۹/۱۱ و ۸/۵۱ میلی گرمCO_2 در متر مربع در ساعت بدست آمد. که با گذشت زمان تقریباً یک روند کاهشی را نشان داد که به نظر می‌رسد این روند کاهشی به دلیل وجود کربن قابل استفاده زیاد در ابتدای انکوباسیون و تحریک باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌های دیگر برای استفاده و معدنی کردن آن باشد و با ادامهٔ انکوباسیون از مقدار مواد کربنی قابل استفاده کاسته شده و مقدار نسبی مواد کربنی مقاوم زیادتر می‌شود و در نتیجه تنفس خاک هم کاهش می‌یابد.

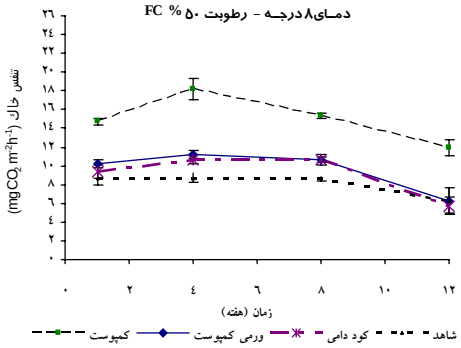
این نتایج با یافته‌های برنالد و همکاران (۳) مطابقت دارد که مقدار CO_2 آزاد شده از تیمارهای کود دامی و بقایای پنبه در ۲۸ روز اول انکوباسیون روند کاهشی شدید داشت و بعداً به مقدار ثابتی رسید.

سبیه و همکاران (۱۰) سرعت معدنی شدن نیتروژن و کربن را در خاکهای مرتعی که کود دامی دریافت کرده بودند بررسی نمودند و روند کاهشی تولید CO_2 را مشاهده کردند که تا هفته ۱۵ ام در خاک لوم شنی ریز نسبت به خاک لوم رسی و لومی شدت کاهش تولید CO2 بیشتر بوده ، و از هفته ۱۵ ام تا ۵۶ ام تقریباً به مقدار ثابتی رسید.

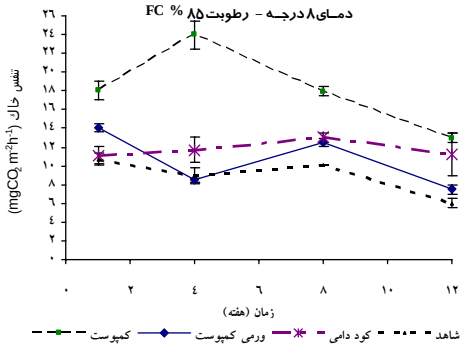
مقادیر آزاد شدن CO_2 در کمپوست نسبت به بقیه کودها بیشتر بوده که به دلیل معدنی شدن جزء فعال و ناپایدار کربن آلی می‌باشد و پس از آن که آزاد شدن CO_2 کند شد (کاهش تنفس میکروبی) با معدنی شدن جزء مقاوم و پایدار ماده آلی همخوانی دارد. لذا در کمپوست احتمالاً به دلیل وجود کربن آلی قابل حل به شکل اسیدهای آلی و کربوهیدرات‌ها بلافاصله بعد از مصرف در خاک منجربه فعالیت میکروبی شدید و آزاد شدن CO_2 زیاد شد و با گذشت زمان با کاهش کربن آلی فعال و کاهش فعالیت میکروبی، مقدار CO_2 آزاد شده نیز کاهش یافت (شکل۱الی۴). همچنین فعالیت میکروبی شدید می‌تواند تجزیه مواد آلی بومی خاک را نیز افزایش دهد. از طرفی یکی از مهمترین مسائل در کشت گلخانه‌ای، ایجاد نسبت مطلوب بین میزان گاز O_2 و CO_2 موجود در گلخانه‌هاست. CO_2 مورد نیاز برای رشد مناسب و تولید مطلوب اکثر گیاهان از جمله محصولات گلخانه‌ای بین ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر است. کاهش مقدار CO_2 باعث کاهش گل انگیزی، تأخیر در رشد، افت شادابی و سرسبزی بوته‌ها و کاهش عملکرد می‌شود (۷) لذا دانستن مقادیر آزاد شدن CO_2 از منابع مختلف منجمله کودهای آلی و مواد آلی بومی خاک ناشی از فعالیت میکروبی آن ضروری است.

جدول ۱- خلاصه‌ای از تجزیه واریانس داده‌ها

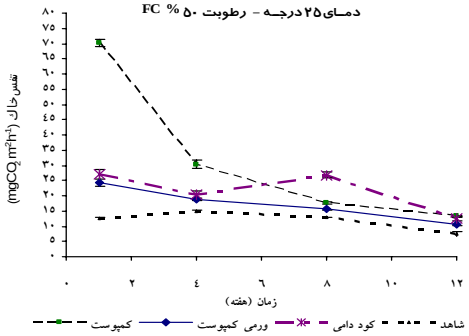
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	--	زمان	۳	***
کودهای آلی	۳	***	کود*زمان	۹	***
دما	۱	***	دما*زمان	۳	***
کود*دما	۳	***	رطوبت*زمان	۳	*
رطوبت	۱	***	خطا	۱۲۶	--
کود*رطوبت	۳	n.s	کل	۱۹۱	
دما*رطوبت	۱	**			



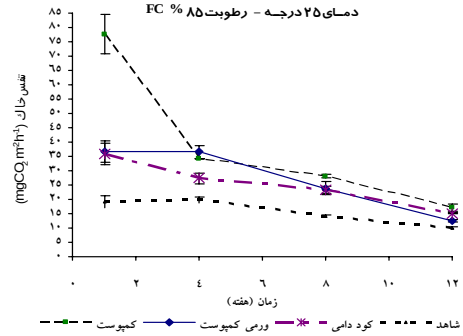
شکل۱: مقادیر تنفس میکروبی خاک در طول انکوباسیون برای ترکیب‌های تیماری مختلف



شکل۲: مقادیر تنفس میکروبی خاک در طول انکوباسیون برای ترکیب‌های تیماری مختلف



شکل۳: مقادیر تنفس میکروبی خاک در طول انکوباسیون برای ترکیب‌های تیماری مختلف



شکل۴: مقادیر تنفس میکروبی خاک در طول انکوباسیون برای ترکیب‌های تیماری مختلف

منابع

[1] Alef, K. and P. Nannipieri. 1995. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, Harcourt Brace and Company Publishers.

[2] Anderson, J.P.E., 1982. Soil respiration, in: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, chemical and microbiological properties. Part 2, American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, PP.831-871

[3] Bernal, M.P., M.A. Sanchez-Monedero, C. Paredes, and A. Roig. 1998. Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. Agri. Ecosys. Environ. 69: 175-189.

[4] Chen, X., M.L. Cabrera, L. Zhang, Y. Shi, and S.M. Shen. 2003. Long-term decomposition of organic materials with different Carbon/Nitrogen ratios. Commun. Soil Sci. Plant Analy. 34: 44-54.

[5] Edwards, N.T. and J.S. Riggs. 2003. Automated monitoring of soil respiration a moving champer design. Soil Sci. Soc.Am.J. 67: 1266-1271.

[6] Marstorp, H., 1996. Influence of soluble carbohydrates, free amino acids and protein content on the decomposition of *Lolium multiflorum* shoots. Biol. Fertil.Soils. 21: 257-263.

[7] Ozcelik, N. and M. Akilli, 1999. Effects of Co_2 enrichment on vegetative growth, yield and quality of green house-grown tomatoes in soil and soilless culture. Acta Hort. 486:66-76.

[8] Probert, M.E., R.J. Delve, S.K. Kimani and J.P. Dimes. 2005. Modelling nitrogen mineralization from manures: representing quality aspects by varying C:N ratio of sub-pools. Soil Biol. Biochem. 37: 279-287.

[9] Rezen de, L.A., L.C. Assis and E. Nahas. 2004. Carbon, nitrogen and phosphorous mineralization in two soils amended with distillery yeast. Biores. Thechnol. 97: 159-167.

[10] Thuries, L., M. Pansu, C. Feller, J.C. Herrmann and J.C. Remy. 2001. Kinetics of added organic matter decomposition in a Mediterranean sandy soil. Soil Biol. Biochem. 33: 997-1010.