شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی

اثر بیوچار، باکتری محرک رشد و تنش شوری بر برخی شاخص‌های میکروبی در خاک پس از برداشت اسفناج

زهره بوالحسنی[1*]، عبدالمجید رونقی[2]، رضا قاسمی فسائی[3]، مهدی زارعی[3]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد بخش مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[2] استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[3] دانشیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

به‌منظور بررسی اثر باکتری محرک رشد و مواد آلی بر برخی شاخص‌های میکروبی خاک پس از برداشت اسفناج تحت تنش شوری، آزمایش گلدانی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار اجراء شد. تیمارها شامل مواد آلی (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج) و سطوح شوری (صفر، ۲ و ۴ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک) و باکتری در دو سطح (بدون باکتری و تلقیح با باکتری *pseudomonas florescence*) می‌باشد. نتایج نشان داد افزایش سطوح شوری، تنفس میکروبی و کربن زیست توده میکروبی را در خاک پس از برداشت به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در حالیکه افزودن مواد آلی و تلقیح با باکتری سودوموناس فلورسنس، بطور قابل توجهی سبب افزایش تنفس میکروبی و کربن زیست توده در خاک پس از برداشت گردید. بطور کلی افزودن مواد آلی و تلقیح با سودوموناس فلورسنس، باعث کاهش اثرات سوء شوری بر میزان تنفس میکروبی و کربن زیست توده میکروبی در خاک شد.

کلمات کلیدی: ریزوباکتر، سودوموناس فلورسنس، تنفس میکروبی و کربن زیست توده میکروبی

مقدمه

ویژگی‌های میکروبی خاک از شاخص‌های مهم کیفیت خاک به شمار می‌ایند و به همین دلیل کیفیت و سلامت خاک با استفاده از خواص میکروبی نیز قابل ارزیابی می‌باشند (Herrick,2000; Raiesi, 2007). موجودات خاکزی، نقش مهمی در زیست فراهمی عناصر غذایی، تجزیه مواد آلی و رشد و حاصلخیزی خاک دارند (Tejada et al., 2008). ریزجانداران خاک معمولا در معرض انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی در محیط خاک قرار دارند. یکی از این تنش‌ها، تنش شوری می‌باشد که در اغلب خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک فرآیندهای مهم خاک و زندگی ریزجانداران را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تنش شوری سبب کاهش جمعیت میکروبی و فعالیت ریزجانداران در خاک شده و از این طریق بر فراهمی عناصر غذایی تاثیر می‌گذارد (Zahran, 1997). کاهش رشد ریزجانداران خاک در خاک‌های شور به دلیل تنش ناشی از فزونی نمک می‌باشد و به همین دلیل موجب کاهش تنفس خاک می‌گردد (Tripathi et al, 2006). یکی از روش‌های کاهش اثرات منفی تنش شوری، راه‌کارهای بیولوژیکی همچون استفاده از باکتری‌های محرک رشد و گیاه مقاوم به شوری می‌باشد (Bacilio et al., 2004). برهم کنش‌های بین گیاهان و باکتری‌های مفید نشان داده است که این باکتری‌ها با مکانیسم‌های مختلف در برابر تنش‌های محدود کننده محیطی، از گیاهان محافظت می‌کنند. یکی از این مکانیسم‌ها تغییر در مرفولوژی ریشه است که هورمون‌های گیاهی به ویژه ایندول -۳- استیک اسید نقش مهمی در این فرآیند دارند (Potters et al., 2007). مواد آلی از شاخص‌های مهم و تاثیرگذار در حاصلخیزی خاک می‌باشد. با وجود مطالعات فراوان درباره مواد آلی و نقش آن در باروری خاک و کشاورزی پایدار، امروزه مزارع خشک و نیمه خشک ما با مشکل کمبود مواد آلی مواجه هستند و آنچه ضروری بنظر می‌رسد ارائه راهکارهای کاربردی برای افزایش بهره وری از این مزارع بوده و یکی ازضروریات آن افزایش مواد آلی خاک است (اسدی و همکاران، ۱۳۸۸). بیوچار، زغال تهیه شده از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که طی فرآیند پیرولیز(آتشکافت) تولید می‌شود (Lehmann & Joseph, 2009). بیوچار ترکیب پایداری از کربن، ماده‌ای متخلخل و بسیار ریزدانه است که در دمای کم تا متوسط تحت شرایطی با اکسیژن محدود تولید می‌شود، طی فرایند نوعی سوخت زیستی به صورت مایع یا گاز هم تولید می‌شود که برای مصارف مختلف قابل استفاده است (Sohi et al., 2009). تحقیقات مختلف نشان داده شده است که اضافه

* ایمیل نویسنده مسئول: z.bolhasani93@yahoo.com

[1] Pyrolysis

کردن بیوچار به خاک باعث بهبود فعالیت میکروبی خاک می‌شود. دلیل افزایش تنفس میکروبی در اثر افزودن بیوچار، بخاطر غلظت بیشتر عناصر غذایی موجود در بیوچار که یک محیط مناسبی را برای فعالیت ریزجانداران خاک فراهم کرده است، می‌باشد (Pietikäinen et al., 2000 ؛ Krull et al., 2009). پژوهش حاضر با بررسی اثر بیوچار و باکتری محرک رشد بر برخی ویژگیهای زیستی در خاک تحت تنش شوری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در شرایط گلخانه‌ای بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال ۱۳۹۶انجام شد. تیمارها شامل سطوح شوری (صفر، ۲ و ۴ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)، مواد آلی (۰، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج) و باکتری در دو سطح (بدون مایه زنی باکتری و با مایه زنی باکتری Pseudomonas fluorescens)، بصورت فاکتوریل و در قالب یک طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. پوسته برنج از کارخانه برنج کوبی شهرستان مرودشت (استان فارس) جمع‌آوری و به آزمایشگاه تحقیقاتی بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی منتقل شد. پس از هوا خشک شدن پوسته‌های برنج، آن‌ها را آسیاب کرده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. جهت تهیه بیوچار، پوسته-های برنج هوا خشک شده را در ورقه آلومینیومی بسته‌بندی و به مدت چهار ساعت در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در داخل کوره قرار داده شد تا فرآیند پیرولیز (آتشکافت) انجام شود. برخی ویژگی‌های اندازه گیری شده خاک اولیه و پوسته و بیوچار پوسته برنج در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و مواد آلی مورد مطالعه

	بافت خاک	پهاش	قابلیت هدایت الکتریکی $dS.m^{-1}$	کربن آلی ٪	کربنات کلسیم معادل ٪	نیتروژن کل ٪	**پتاسیم $mg.kg^{-1}$	**فسفر $mg.kg^{-1}$
مواد آلی	لوم رسی	۷/۶	۰/۷	۰/۶۹	۴۰/۰۵	۰/۰۹	۲۸۰	۲۰
پوسته برنج	-	۵/۹	۰/۳۴	۶۲/۲	-	۰/۴۲	۰/۰۳	۰/۳۵
بیوچار پوسته برنج	-	۶	۲/۴	۶۸/۳	-	۰/۴۶	۰/۸۲	۰/۴۲

* پهاش و قابلیت هدایت الکتریکی پوسته و بیوچار برنج در نسبت ۱:۱۰ بیوچار یا پوسته برنج به آب

** برای نمونه خاک به ترتیب پتاسیم یا فسفر قابل عصاره گیری با استات آمونیوم و بی کربنات سدیم و برای بیوچار و پوسته برنج پتاسیم و فسفر کل

در ابتدا با توجه به کاربرد منابع مواد آلی (پوسته برنج و بیوچار آن)، نمونه‌های خاک به وزن سه کیلوگرم آماده و سپس در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد. به‌منظور جلوگیری از کمبود احتمالی سایر عناصر غذایی و بر اساس نتایج آزمون خاک عناصر نیتروژن، آهن، منگنز، روی و مس به ترتیب از منابع اوره، سکوسترین آهن، سولفات منگنز، سولفات روی و سولفات مس و به‌صورت محلول به خاک اضافه شد. پس از رسیدن به رطوبت مناسب خاک درون کیسه‌ها کاملا مخلوط شده و به داخل گلدان‌های سه کیلوگرمی پلاستیکی منتقل شد. در هر گلدان ده عدد بذر اسفناج (رقم *Viroflay*) در عمق حدود سه سانتی متری خاک کاشته شد و همچنین تیمارهای حاوی باکتری را پس از تهیه‌ی زاد مایه باکتری در شرایط آزمایشگاهی به مقدار دو میلی لیتر به ازای هر بذر اسفناج درون گلدان افزوده و روی آن با مقدار کافی خاک پوشانده شد و رطوبت خاک در طول آزمایش در حدود رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد. بعد از استقرار کامل بوته‌ها، تعداد آن‌ها به پنج عدد کاهش یافت. تیمار نیتروژن به‌صورت دو قسط (نصف قبل از کاشت و نصف دیگر ۲۰ روز بعد از کاشت) اعمال شد. به‌منظور جلوگیری از تنش ناگهانی، تیمار شوری بعد از استقرار کامل بوته‌ها و به‌صورت تدریجی و در طول دو هفته اعمال شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و در حدود ظرفیت مزرعه صورت گرفت. ۶۳ روز بعد از کاشت، ریشه‌ها و اندام هوایی جدا شده و مقداری از خاک تازه از هر گلدان برداشته و جهت تعیین شاخص‌های میکروبی به آزمایشگاه منتقل شدند.

نفس میکروبی با استفاده از سیستم بسته (Closedjars) و تیتراسیون (Isermeyer, 1952) و کربن زیست توده میکروبی با استفاده از روش انکوباسیون – تدخین (Jenkinson & Powlson, 1976) اندازه‌گیری شدند. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار spss مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

داده های جدول ۲ نشان داد که در تیمار بدون باکتری، کاربرد چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، سبب کاهش معنی‌دار میزان تنفس میکروبی شده است و نسبت به تیمار شاهد ۶/۴۴ درصد کاهش معنی‌دار داشته است. ولی سطح دو گرم نمک بر کیلوگرم خاک تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. در تیمار با باکتری، کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین تنفس میکروبی را در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۴ و ۸/۴۳ درصد کاهش داد. در هر دو تیمار با و بدون باکتری، کاربرد منابع مواد آلی سبب افزایش تنفس میکروبی شد. در تیمار بدون باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج، میانگین تنفس میکروبی را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۲۰/۱۹، ۲۴/۵۴، ۳۵/۲۶ و ۳۹/۸۰ درصد افزایش داد. و در تیمار با باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج، میانگین تنفس میکروبی را در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۹/۷۵، ۱۳/۱۴، ۱۶/۰۴ و ۲۰/۴۰ درصد افزایش داد. در هر دو تیمار با و بدون باکتری، بیشترین میزان تنفس میکروبی مربوط به تیمار بدون کلرید سدیم و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج بود که در تیمار بدون باکتری، با برخی تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین در دو تیمار با و بدون باکتری، کمترین میزان تنفس میکروبی مربوط به تیمار چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک و بدون کاربرد ماده آلی بود.

آثار گوناگون نمک‌ها در خاک بر تنفس میکروبی، به‌دلیل تنش اسمزی و سمیت یونی است که بر فیزیولوژی و مسیرهای متابولیکی سلول‌های میکروبی تاثیر می‌گذارد (Rietz & Haynes, 2003). کاهش رشد ریزجانداران در خاک‌های شور به‌دلیل تنش ناشی از فزونی نمک می‌باشد (Pathak & Rao, 1998). تحقیقات مختلف نشان داده است که اضافه کردن بیوچار به خاک باعث بهبود فعالیت میکروبی خاک می‌شود. تنفس میکروبی در خاک تیمار شده با پسماندهای گیاهی نسبت به خاک شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد (لکزیان و یزدان پناه، ۱۳۸۶). رفتار جمعیت میکروبی بستگی به کیفیت و میزان مواد آلی اضافه شده به خاک دارد ضمنا تنفس میکروبی خاک، میزان در دسترس بودن مواد آلی را نشان می‌دهد (Baath, 1989). مطالعه اثر اصلی باکتری نشان می‌دهد، میزان تنفس میکروبی در خاک، با افزودن باکتری سودوموناس فلورسنس در مقایسه با تیمار عدم کاربرد باکتری، بیشتر می‌باشد. وجود باکتری‌های محرک رشد با افزایش مقدار کربن آلی خاک باعث افزایش تنفس میکروبی نسبت به تیمار شاهد گردید به طوری که دو گونه باکتری، *باسیلوس سابتیلیس* و *کورینه باکتریوم گلوتامیکوم* باعث افزایش تنفس میکروبی نسبت به تیمار تلقیح نشده با باکتری شدند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول ۲. اثر کلرید سدیم (شوری)، منابع ماده آلی و باکتری سودوموناس فلورسنس بر تنفس میکروبی خاک پس از برداشت (mg CO_2-C.Kg^{-1}.h^{-1})

کلرید سدیم (گرم بر کیلوگرم خاک)	ماده آلی (درصد)					میانگین
	شاهد (بدون ماده آلی)	پوسته برنج		بیوچار پوسته برنج		
		۰/۵	۱	۰/۵	۱	
			(بدون باکتری)			
۰	۱۰/۲۷ h*	۱۲/۲۲ ef	۱۲/۳۳ def	۱۳/۷۸abc	۱۴/۲۴ a	۱۲/۵۷ A
۲	۱۰/۳۵ h	۱۱/۹۵ f	۱۲/۵۲ de	۱۳/۵۵ bc	۱۳/۹۰ab	۱۲/۴۵ A
۴	۹/۰۵۲ i	۱۱/۴۹ g	۱۲/۱۰ ef	۱۲/۷۹ d	۱۳/۳۶ c	۱۱/۷۶ B
میانگین	۹/۸۹۲ E	۱۱/۸۹ D	۱۲/۳۲ C	۱۳/۳۸ B	۱۳/۸۳ A	۱۲/۲۶ B**
			(با باکتری)			
۰	۱۳/۱۷ ef*	۱۴/۳۲ bcd	۱۴/ ۳۹bc	۱۴ /۷۰b	۱۵/۷۷ a	۱۴/۴۷ A
۲	۱۲/۶۴ f	۱۳/۷۵ cde	۱۴/۰۱bcd	۱۴/۴۷ b	۱۴/۵۹ b	۱۳/۸۹ B
۴	۱۱/۳۸ g	۱۲/۷۵ f	۱۳/۶۷ de	۱۴/۰۱bcd	۱۴/۴۳ bc	۱۳/۲۵ C
میانگین	۱۲/۴۰ E	۱۳/۶۱ D	۱۴/۰۳ C	۱۴/۳۹ B	۱۴/۹۳ A	۱۳/۸۷ A**

* در هر قسمت جدول (با و بدون باکتری) اعدادی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف مشترک کوچک یا بزرگ هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد بر اساسآزمون دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

** اثر کاربرد باکتری محرک رشد را نشان می‌دهد. اعداد با حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌داری می‌باشند.

داده‌های جدول ۳ نشان داد در هر دو تیمار با و بدون باکتری، میانگین زیست توده میکروبی خاک پس از برداشت گیاه، با افزایش سطوح کلرید سدیم (شوری)، کاهش یافته است. در تیمار بدون باکتری، کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین زیست توده میکروبی خاک را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۱۹/۸۰ و ۳۰/۷۱ درصد کاهش داد. همین روند در تیمار با باکتری نیز مشاهده شد. بطوریکه با کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، این مقدار کاهش نسبت به تیمار شاهد، به ترتیب به میزان ۱۰/۴۷ و ۲۳/۳۶ درصد بود. در هر دو تیمار با و بدون باکتری، کاربرد منابع مواد آلی سبب افزایش زیست توده میکروبی شد. در تیمار بدون باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج، میانگین زیست توده میکروبی را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۲۰/۱۹، ۲۴/۵۴، ۳۵/۲۶ و ۳۹/۸۰ درصد افزایش داد و در تیمار با باکتری، کاربرد ۱ درصد وزنی پوسته برنج، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج، میانگین زیست توده میکروبی را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۸/۷۶، ۱۴/۶۹و ۱۵/۶۷ درصد افزایش داد. در تیمار با باکتری نیز، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج، میانگین زیست توده میکروبی را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۳/۳۷، ۱۰/۲۶، ۱۴/۴۱ و ۱۶/۵۴ درصد افزایش داد. در هر دو تیمار با و بدون باکتری، بین سطوح بیوچار از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در هر دو تیمار، بیشترین میزان کربن زیست‌توده میکروبی مربوط به تیمار بدون کلرید سدیم و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج بود. هر چند با تیمار بدون نمک و ۰/۵ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین در دو تیمار با و بدون باکتری، کمترین میزان کربن زیست‌توده میکروبی مربوط به تیمار چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک و بدون کاربرد ماده آلی بود. هر چند با برخی تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. کربن زیست‌توده میکروبی یک واحد مستقیم برای بیان تعداد ریزجانداران به‌ویژه باکتری‌ها بوده و نمایانگر کربن تثبیت شده در سلول‌های میکروبی می‌باشد (Vance et al., 1987). آبیاری با آب شور موجب افزایش کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی شده و در برابر آن، سرعت معدنی شدن کربن و نیتروژن، کاهش پیدا می‌کند (Sarig et al., 1994). کاهش میزان کربن زیست توده میکروبی را از ۳۹۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در سطح شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر تا ۲۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک در شوری بیش از ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر را شاه و شاه (۲۰۱۱) مشاهده کردند. شاخص‌های تنفس و زیست توده میکروبی تحت تاثیر در دسترس بودن کربن آلی در خاک هستند و هر عاملی که باعث افزایش میزان کربن آلی خاک شود، این دو فاکتور را نیز افزایش می‌دهند (ناهیدان و نوربخش، ۱۳۸۸).

جدول ۳. اثر کلرید سدیم (شوری)، منابع ماده آلی و باکتری سودوموناس فلورسنس بر کربن زیست توده میکروبی خاک پس از برداشت ($mg\ C.kg^{-1}$)

کلرید سدیم (گرم بر کیلوگرم خاک)	ماده آلی (درصد)					
	شاهد (بدون ماده آلی)	پوسته برنج		بیوچار پوسته برنج		میانگین
		۰/۵	۱	۰/۵	۱	
		(بدون باکتری)				
۰	۱۸/۷۳ c*	۲۰/۲۴ b	۲۱/۰۵ b	۲۲/۷۶ a	۲۳/۰۰ a	۲۱/۱۶ A
۲	۱۵/۹۹ efg	۱۶/۲۶ ef	۱۶/۹۴ de	۱۷/۷۸ cd	۱۷/۸۹ cd	۱۶/۹۷ B
۴	۱۳/۸۹ i	۱۴/۰۱ hi	۱۴/۸۶ ghi	۱۵/۱۹ fgh	۱۵/۳۳ fg	۱۴/۶۶ C
میانگین	۱۶/۲۰ C	۱۶/۸۴ C	۱۷/۶۲ B	۱۸/۵۸ A	۱۸/۷۴ A	۱۷/۵۹ B**
		(با باکتری)				
۰	۲۱/۶۸ ef*	۲۳/۰۱ cd	۲ / ۹۰bc	۲ /۷۲ab	۲۵/۰۳ a	۲۳/۶۷ A
۲	۲۰/۱۳ h	۲۰/۶۷ fgh	۲۱/۳۵ efg	۲۱/۷۶ ef	۲۲/۰۶ de	۲۱/۱۹ B
۴	۱۶/۰۳ j	۱۶/۱۰ j	۱۸/۵۳ i	۱۹/۷۱ h	۲۰/۳۱ gh	۱۸/۱۴ C
میانگین	۱۹/۲۸ D	۱۹/۹۳ C	۲۱/۲۶ B	۲۲/۰۶ A	۲۲/۴۷ A	۲۱/۰۰ A**

* در هر قسمت جدول (با و بدون باکتری) اعدادی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف مشترک کوچک یا بزرگ هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

** اثر کاربرد باکتری محرک رشد را نشان می‌دهد. اعداد با حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌داری می‌باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال شوری سبب کاهش معنی دار تنفس میکروبی و کربن زیست توده میکروبی در مقایسه با تیمار شاهد گردید. کاربرد منابع مواد آلی سببب افزایش تنفس و کربن زیست توده میکروبی شد. بطوریکه با کاربرد یک درصد وزنی بیوچار پوسته برنج بیشترین مقدار این دو ویژگی مشاهده شد. همچنین تلقیح با باکتری *سودوموناس فلورسنس* بطور قابل توجهی میزان تنفس میکروبی و کربن زیست توده میکروبی را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. بر اساس یافته‌های این پژوهش مشخص شد که کاربرد همزمان بیوچار و باکتری باعث افزایش بیشترین مقدار تنفس و کربن زیست توده میکروبی در خاک پس از برداشت شد. بطور کلی افزودن مواد آلی و تلقیح با *سودوموناس فلورسنس*، باعث کاهش اثرات سوء شوری بر میزان تنفس میکروبی و کربن زیست توده میکروبی در خاک شد.

منابع

جعفری، ص.، چرم، م.، عنایتی ضمیر، ن. و معتمدی، ح. ۱۳۹۱. بررسی تأثیرات باسیلوس سابتیلیس وکورینه باکتریوم گلوتامیکوم بر برخی شاخص‌های میکروبی خاک در سطوح مختلف شوری. مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی)، ۲(۳۵)، ۲۳۰-۲۵۵.

لکزیان، ا. و یزدان پناه، ن.۱۳۸۶. مطالعه سرعت تجزیه بقایای گیاهی گندم، یونجه و گوجه فرنگی در شرایط آزمایشگاهی. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲۱، ۹-۳.

ناهیدان، ص. و نوربخش، ف. ۱۳۸۸. تأثیر تاریخچه مدیریت کربن آلی بر برخی ازخصوصیات بیولوژیکی خاک. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران.

Baath, E. 1989. Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations (a review). Water, Air, and Soil Pollution, 47(3-4), 335-379.

Basilio, M., Rodriguez, H., Moreno, M., Hernandez, J. P., and Bashan, Y. 2004. Mitigation of salt stress in wheat seedlings by a gfp-taggged Azosprillum Lipoferum Biology and Fertility of Soils.40(3), 188-193.

Herrick J.E. 2000. Soil quality: an indicator of sustainable land management. Applied Soil Ecology, 15:75-83.

Isermeyer, H. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 56(1-3), 26-38.

Jenkinson, D.and Powlson, D. S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil—V: a method for measuring soil biomass. Soil Biology and Biochemistry, 8(3), 209-213.

Krull, E. S., Baldock, J. A., Skjemstad, J. O.and Smernik, R. J. 2009. Characteristics of biochar: organo-chemical properties. Biochar for Environmental Management: Science and Technology, 53.

Lehmann, J.and Joseph, S. 2009. Biochar for environmental management: science and technology. Earthscan, London & Sterling, VA.

Pathak, H. and Rao, D. L. N. 1998. Carbon and nitrogen mineralization from added organic matter in saline and alkali soils. Soil Biology and Biochemistry, 30(6), 695-702.

Pietikäinen, J., Kiikkilä, O., and Fritze, H. 2000. Charcoal as a habitat for microbes and its effect on the microbial community of the underlying humus. Oikos, 89(2), 231-242.

Potters,G., Pasternak, T. P., Guisez, Y., Palme. K. J., and Jansen, M.A.K. 2007.Stress induced morphogenic responses: growing out of trouble? Trends in Plant Sci. 12: 98-105.

Raiesi F. 2007. The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping system may favor microbial indicators of soil quality in central Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment, 121:309-318. 20.

Rietz, D. N.and Haynes, R. J. 2003. Effects of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. Soil Biology and Biochemistry, 35(6), 845-854.

Sarig, S.and Steinberger, Y. 1994. Microbial biomass response to seasonal fluctuation in soil salinity under the canopy of desert halophytes. Soil Biology and Biochemistry, 26(10), 1405-1408.

Shah, S. A.and Shah, Z. 2011. Changes in soil microbial characteristics with elevated salinity. Sarhad Journal of Agriculture (Pakistan).

Sohi, S., Lopez-Capel, E., Krull, E.and Bol, R. 2009. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. CSIRO Land and Water Science Report, 5(09), 17-31

Tejada M., Gonzalez J.L., Garcia-Martinez A.M. and Parrado J. 2008. Effect of different green manures on soil biological properties and maize yield. Bioresource Technology, 99:1758-1767.

Tripathy, P. P.and Ayyappan, S. 2005. Evaluation of *Azotobacter* and *Azospirillum* as biofertilizers in aquaculture. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 21(8), 1339-1343.

Vance, E. D., Brookes, P. C.and Jenkinson, D. S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology and Biochemistry, 19(6), 703-707.

Zahran, H. H. 1997. Diversity, adaptation and activity of the bacterial flora in saline environments. Biology and Fertility of Soils, 25(3), 211-223.

Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers

Influence of biochar, PGPR and salinity stress on some microbial indicators in spinach post-harvest soil

Bolhasani*[1], z, Ronaghi[2], A.M., Ghasemi Fasaei, R.[3] Zarei, M. [3]

[1] M. Sc Graduate Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran
[2] Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran
[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

Abstract

In order to study the effect of PGPR and organic matter sources on some soil microbial indicators under salinity stress after harvesting spinach, a factorial experiment in a completely randomized design with three replications was carried out. Treatments consisted of factorial arrangement of organic substances (0.0, 0.5 and 1.0% rice husk and 0.5 and 1.0% rice husk biochar, w/w) and salinity levels (0.0, 2.0 and 4.0 g NaCl kg^{-1} soil and bacteria in two levels (control and inoculation with *pseudomonas florescence).* Results showed that increasing salinity levels significantly decreased microbial respiration and microbial carbon biomass in post-harvest soil. However, addition of organic substances and inoculation with pseudomonas florescence significantly increased microbial respiration and microbial carbon biomass carbon in post-harvest soil. In conclusion, addition of organic substances and inoculation with pseudomonas florescence mitigated detrimental effects of salinity on microbial respiration and microbial carbon biomass in post-harvest soil.

Keywords: Rhizobacteria, Pseudomonas florescence, Microbial respiration and Microbial carbon biomass

* Corresponding author, Email: z.bolhasani93@yahoo.com