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

بررسی ویژگی‌های بیوچارهای تولید شده از زیست‌توده‌های مختلف

یاسر عظیم‌زاده*[۱]، نصرت‌اله نجفی[۲]، بهناز امیرلو[۳]، الناز عبدالملکی[۳]

۱، ۲ و ۳- دانشجوی دکتری، دانشیار و دانشجویان کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

بیوچار یک ماده جامد کربنی پایدار است که از گرماکافت زیست‌توده‌های آلی تولید می‌شود و باعث ترسیب کربن و بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. در این پژوهش، یک سری بیوچار از لجن فاضلاب، کود مرغی، تفاله چغندر قند، کاه و کلش گندم و زایدات چوب سیب در طی فرآیند گرماکافت آهسته در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس تولید و برخی از ویژگی‌های مهم آنها نظیر درصد خاکستر، pH، EC، N، P، K، Ca، Mg، Na، Fe، Mn، Cu و Zn تعیین شد. نتایج نشان داد که با تبدیل هر یک از زیست‌توده‌ها به بیوچار، pH و درصد عناصر غذایی آن به استثنای نیتروژن افزایش یافت. بیشترین میزان خاکستر، pH و غلظت عناصر غذایی در بیوچارهای کود مرغی و لجن فاضلاب مشاهده شد. با توجه به افزایش pH و غلظت عناصر غذایی در بیوچارهای تولید شده، می‌توان آنها را به‌عنوان کود و اصلاحگر به‌ویژه در خاک‌های اسیدی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بیوچار، ترسیب کربن، کربونیزه شدن، گرماکافت، مواد آلی

مقدمه

بیوچار[۱] ماده جامد سیاه‌رنگ کربنی است که از حرارت دادن زیست‌توده در شرایط اکسیژن کم و یا بدون اکسیژن در دمای دمای ۷۰۰-۴۰۰ درجه سلسیوس و طی فرآیندی به‌نام گرماکافت[۲] تولید می‌شود (Joseph and Lehmann, 2009). بیوچار به‌علت سطح ویژه و ظرفیت تبادل کاتیونی نسبتاً بالا، می‌تواند عناصر غذایی را در خاک نگهداری و از آبشویی و هدررفت آنها جلوگیری کرده (Liang et al., 2006) و تحرک آلاینده‌ها را در خاک کاهش دهد (Sheng et al., 2005; Yu et al., 2009; Lu et al., 2012). علاوه‌بر آن، بیوچار بسته به نوع ماده اولیه، می‌تواند مانند یک کود کندرها، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم کند و کارایی مصرف عناصر غذایی و کودها را افزایش دهد (Chan and Xu, 2009). بیوچار می‌تواند با افزایش پایداری خاکدانه‌های خاک، ظرفیت نگهداری رطوبت خاک را افزایش دهد (Karhu et al., 2011) و با افزایش تخلخل و تهویه خاک، مانع از تشکیل و انتشار گازهای گلخانه‌ای ازجمله متان، اکسید نیتروژن و دی‌اکسید کربن شود (Spokas et al., 2009; Van Zwieten et al., 2009; Zhang et al., 2012). با توجه به اینکه برخی از مواد آلی حاوی بذور علف‌های هرز و یا برخی از میکروب‌های بیماری‌زا می‌باشند، بعد از تبدیل ماده آلی به بیوچار، این بذور و میکروب‌ها از بین می‌روند (Sohi et al., 2010; Libra et al., 2011). با این حال، اثر بیوچار در خاک به ویژگی‌های آن بستگی داشته و نوع زیست‌توده اولیه[۳] نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در ویژگی‌های بیوچار دارد. با توجه به کشت زیاد گندم و جو در منطقه آذربایجان و فراوانی باغ‌های میوه در این منطقه، هر سال حجم انبوهی از زایدات کاه و کلش گندم و چوب حاصل از هرس درختان در این منطقه تولید می‌شود. زایدات چوب حاصل از هرس درختان معمولاً کاربرد خاصی نداشته و کشاورزان به‌ناچار این زایدات را از باغ خارج کرده و آتش می‌زنند. کاه و کلش گندم نیز در صورتی که به‌عنوان خوراک دام به قیمت مناسبی فروخته نشود در مزارع آتش زده می‌شود و با این کار علاوه‌بر رهاسازی گاز CO_2 و تشدید پدیده گرمایش جهانی، به زیست‌بوم خاک صدمات جدی وارد می‌سازد؛ در حالی که می‌توان با تبدیل این زایدات به بیوچار و افزودن آن به خاک، علاوه‌بر بهبود ویژگی‌های خاک، میزان رهاسازی گاز CO_2 به

---

[1] Biochar
[2] Pyrolysis
[3] Feedstock

اتمسفر را کاهش داد. هدف از این تحقیق تبدیل زیست‌توده‌های مختلف شامل زایدات چوب حاصل از هرس درختان سیب، کاه و کلش گندم، تفاله چغندر قند، لجن فاضلاب و کود مرغی به بیوچار و بررسی ترکیب عنصری آنها بود.

مواد و روش‌ها

زیست‌توده‌های اولیه مورد استفاده شامل لجن فاضلاب شهری از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر میانه، کود مرغی از مرغداری ایستگاه تحقیقات کشاورزی خلعت‌پوشان دانشگاه تبریز، تفاله چغندر قند از کارخانه قند شهرستان میاندوآب، استان آذربایجان غربی، کاه و کلش گندم و چوب سیب به‌ترتیب از یک مزرعه گندم و یک باغ سیب واقع در شهرستان میاندوآب، استان آذربایجان غربی تهیه شدند. برای تولید بیوچار، مقدار مشخصی از زیست‌توده در داخل محفظه فلزی دربسته در داخل کوره الکتریکی در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت گرماکافت شد. سپس برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مهم نظیر عملکرد (Kang et al., 2012)، درصد خاکستر (Fang et al., 2015)، pH، EC، N، P، K، Na، Ca، Mg، Fe، Mn، Cu و Zn در زیست‌توده‌ها و بیوچارهای حاصل از آن تعیین شد. برای تعیین pH و EC از نسبت ۱:۲۰ (آب مقطر):(جرم خشک زیست‌توده یا بیوچار) استفاده شد و pH و EC به‌ترتیب با استفاده از pHسنج HANNA مدلpH209 و ECسنج RS232 مدل 8301 اندازه‌گیری شد (Fang et al., 2015). برای تجزیه عنصری، ابتدا نمونه زیست‌توده یا بیوچار در داخل کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر شد. سپس با استفاده از محلول ۲ مولار HCl هضم (Fang et al., 2015) و از کاغذ صافی عبور داده شد و غلظت Na و K عصاره‌ها با دستگاه فلیم‌فتومتر مدل CORNING 410، P با استفاده از روش اسید آسکوربیک و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل SU6100 ساخت شرکت Philler Scientific آمریکا (Murphy and Riley, 1962) و غلظت عناصر Ca، Mg، Fe، Mn، Cu و Zn با استفاده از دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی مدل AA-6300 Shimadzu, اندازه‌گیری شد. غلظت نیتروژن زیست‌توده و بیوچار با روش کجلدال (Jones Jr, 2001) تعیین شد.

تیمارهای آزمایش شامل نوع زیست‌توده اولیه (چوب سیب، کاه و کلش گندم، تفاله چغندر قند، لجن فاضلاب و کود مرغی) و نوع ماده آلی (زیست‌توده و بیوچار) هر یک در سه تکرار بود. برای تحلیل آماری داده‌ها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های مورد بررسی برای اثر متقابل نوع ماده آلی و نوع زیست‌توده

نتایج مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های مورد بررسی برای اثر متقابل نوع ماده آلی و نوع زیست‌توده در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین عملکرد به‌دست آمده مربوط به بیوچار کود مرغی و برابر ۶۵/۶ درصد بود. عملکرد بیوچار کود مرغی و لجن فاضلاب بیشتر از بیوچارهای لیگنوسلولزی (چوب، کاه و کلش و تفاله چغندر) بود که احتمالاً به غلظت زیاد عناصر معدنی و موادی نظیر ذرات شن و خاک در کود مرغی و لجن فاضلاب مربوط می‌باشد. داس و همکاران (۲۰۰۸) عملکرد بیوچار کود مرغی تولید شده در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس را برابر ۴۲/۶ درصد گزارش کردند (Das et al., 2008).

درصد خاکستر و pH همه زیست‌توده‌ها بعد از تبدیل به بیوچار به‌طور معنادار افزایش یافت. Song و Guo (۲۰۱۲) عملکرد بیوچار تولید شده از کود مرغی در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس را برابر ۴۷/۶ درصد به‌دست آوردند و گزارش کردند که بعد از تبدیل کود مرغی به بیوچار در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس، درصد خاکستر آن از ۲۸/۵۳ به ۶۰/۵۸ درصد افزایش یافت (Song and Guo, 2012). افزایش pH بیوچارها در مقایسه با زیست‌توده‌ها به‌علت افزایش درصد خاکستر و غلظت عناصر معدنی به‌ویژه عناصر قلیایی و قلیایی خاکی ازجمله Na، K، Ca و Mg می‌باشد. بر همین اساس معمولاً pH بیوچارهای علفی بیشتر از بیوچارهای چوبی می‌باشد (Wang et al., 2013) که به غلظت زیاد عناصر قلیایی در بیوچارهای علفی نسبت به بیوچارهای چوبی مربوط می‌شود (Singh et al., 2010). Wang و همکاران (۲۰۱۳)، تغییرات گسترده‌ای را برای درصد خاکستر بیوچارهای تولید شده از زیست‌توده‌های مختلف گزارش کردند (۱/۱ تا ۴۶/۸٪). آنان درصد خاکستر به‌دست آمده از

زیست‌توده‌های علفی (کلش گندم، ذرت و برنج) را به‌طور میانگین برابر با ۳۰/۹ به‌دست آوردند در حالی که درصد خاکستر بیوچارهای تولید شده از چوب (بامبو و نارون) را ۲/۲۴ درصد به‌دست آوردند (Wang et al., 2013). ترتیب درصد خاکستر زیست‌توده‌ها و بیوچارها به‌صورت کود مرغی>لجن فاضلاب>کاه و کلش گندم>تفاله چغندر>چوب بود. Song و Guo (۲۰۱۲) بیان کردند که کود مرغی معمولاً دارای محتوای خاکستر زیاد بوده و دارای عملکرد بالایی می‌باشد. آنان یک ارتباط بین درصد خاکستر و pH بیوچار قائل شدند و بیان کردند که بیوچارهای با خاکستر زیاد معمولاً دارای pH بالاتری می‌باشند (Song and Guo, 2012). Gaskin و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که pH بیوچارهای تولید شده از کود مرغی، پوست بادام زمینی و چوب کاج در دمای ۴۰۰ درجه به ترتیب برابر با ۱۰/۱، ۱۰/۵ و ۷/۶ بود (Gaskin et al., 2008).

قابلیت هدایت الکتریکی لجن فاضلاب و کاه و کلش گندم بعد از تبدیل شدن به بیوچار کاهش ولی EC کود مرغی افزایش یافت. کم بودن شوری بیوچار لجن فاضلاب و کاه و کلش گندم نسبت به زیست‌توده آن‌ها برای افزودن آنها به خاک یک مزیت محسوب می‌شود. ترتیب EC زیست‌توده‌ها و بیوچارها به‌صورت کود مرغی>کاه و کلش گندم>لجن فاضلاب>تفاله چغندر>چوب بود. با توجه به اینکه بیوچارهای با درصد خاکستر زیاد دارای EC بیشتری بودند، احتمالاً درصد خاکستر نقش تعیین‌کننده در میزان EC زیست‌توده‌ها و بیوچارها دارد.

جدول ۱. مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های مورد بررسی برای اثر متقابل نوع ماده آلی و نوع زیست‌توده

نوع ماده آلی	نوع زیست‌توده	عملکرد (٪)	خاکستر (٪)	pH	EC (dS/m)	غلظت عناصر (g/kg)								
						N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
زیست-توده	لجن فاضلاب	-	۳۳/۶^{d}	۶/۶۵^{d}	۱/۷۲^{d}	۴۲/۶۶^{a}	۲۲/۸۳^{d}	۲/۴۳^{de}	۱۶/۵۲^{f}	۱/۱۱^{gh}	۲/۷۹^{e}	۲/۸۰^{b}	۰/۱۴^{cd}	۰/۱۳^{f}	۰/۳۹^{e}
	کود مرغی	-	۴۹/۸^{c}	۹/۲۷^{c}	۴/۲۱^{b}	۳۲/۴۸^{b}	۳۲/۴۷^{c}	۱۶/۳۶^{b}	۴۲/۴۱^{c}	۱۰/۲۸^{b}	۵/۵۲^{b}	۱/۲۸^{d}	۰/۹۷^{b}	۰/۵۵^{b}	۰/۲۵^{f}
	تفاله چغندر قند	-	۴/۵^{h}	۵/۶۲^{e}	۰/۲۵^{g}	۵/۳۴^{d}	۰/۵۳^{f}	۱/۰۷^{g}	۴۴/۰۲^{c}	۱/۴۷^{fg}	۰/۶۳^{g}	۰/۲۱^{f}	۰/۰۲^{e}	۰/۰۷^{h}	۰/۲۷^{c}
	کاه و کلش گندم	-	۸/۴^{g}	۵/۸۸^{e}	۳/۱۹^{c}	۴/۵۷^{de}	۱/۲۷^{f}	۲/۲۴^{f}	۱۷/۹۷^{f}	۲/۲۰^{ef}	۰/۶۹^{g}	۰/۶۱^{e}	۰/۰۳^{e}	۰/۰۷^{h}	۰/۳۳^{f}
	چوب سیب	-	۱/۲^{i}	۶/۵۶^{d}	۰/۱۱^{h}	۳/۵۲^{def}	۰/۱۵^{f}	۰/۵۸^{h}	۱/۶۴^{h}	۰/۴۶^{h}	۰/۳۳^{g}	۰/۳۳^{f}	۰/۰۰۴^{e}	۰/۰۸^{gh}	۰/۱۳^{g}
بیوچار	لجن فاضلاب	۴۰/۲^{b}	۵۳/۱^{b}	۱۰/۱۴^{b}	۰/۶۹^{f}	۴۲/۶۳^{a}	۴۲/۷۰^{b}	۵/۱۴^{c}	۲۴/۰۹^{e}	۲/۵۳^{de}	۴/۲۳^{c}	۴/۵۰^{a}	۰/۱۸^{c}	۰/۲۳^{d}	۰/۴۹^{c}
	کود مرغی	۶۵/۶^{a}	۶۰/۲^{a}	۱۱/۳۵^{a}	۵/۵۹^{a}	۱۲/۷۸^{c}	۷۰/۱۲^{a}	۲۵/۶۴^{a}	۷۰/۴۸^{b}	۱۹/۰۰^{a}	۱۰/۳۲^{a}	۲/۹۷^{b}	۱/۲۶^{a}	۱/۱۲^{a}	۰/۴۵^{d}
	تفاله چغندر قند	۲۷/۳^{c}	۱۲/۴^{f}	۹/۹۵^{b}	۰/۲۵^{g}	۲/۵۲^{ef}	۱/۷۶^{f}	۲/۵۸^{d}	۹۵/۷۴^{a}	۳/۳۱^{d}	۲/۵۲^{e}	۰/۷۴^{e}	۰/۰۹^{d}	۰/۰۸^{g}	۱/۲۱^{a}
	کاه و کلش گندم	۲۱/۶^{d}	۳۱/۰^{e}	۱۰/۲۲^{b}	۱/۴۷^{e}	۵/۳۳^{d}	۴/۴۲^{e}	۵/۲۵^{c}	۳۴/۸۳^{d}	۸/۷۹^{c}	۳/۵۵^{d}	۱/۴۶^{cd}	۰/۹۶^{d}	۰/۲۲^{e}	۱/۰۴^{b}
	چوب سیب	۲۶/۲^{c}	۷/۶^{g}	۹/۵۲^{c}	۰/۱۸^{gh}	۱/۵۴^{f}	۰/۴۰^{f}	۱/۹۰^{e}	۵/۷۴^{g}	۱/۵۷^{fg}	۱/۲۷^{f}	۱/۵۶^{c}	۰/۰۲^{e}	۰/۵۱^{c}	۰/۳۸^{e}

بعد از تبدیل شدن زیست‌توده‌ها به بیوچار، به‌غیر از نیتروژن، غلظت همه عناصر مورد بررسی در تمام بیوچارها افزایش یافت که به‌علت کاهش جرم زیست‌توده و غلیظ شدن عناصر در بیوچار می‌باشد. نیتروژن در دمای بالا معمولاً به‌صورت گازهای اکسید نیتروژن و یا ترکیبات با وزن مولکولی کم از زیست‌توده خارج می‌شود. Song و Guo (۲۰۱۲) بیان کردند که با رسیدن دمای گرماکافت به ۴۰۰ درجه سلسیوس، بیش از ۵۶٪ نیتروژن کود مرغی به‌صورت گازهای N_2O، NO و NO_2 از دسترس خارج و یا به‌صورت ترکیبات آلی با وزن مولکولی کم وارد روغن زیستی می‌شود و به‌همین علت پیشنهاد کردند که بیوچار کودهای دامی و مرغی باید در دماهای کمتری تولید شوند (Song and Guo, 2012). غلظت نیتروژن در بیوچارهای کود مرغی و لجن فاضلاب بیشتر از بیوچار علفی و آن هم بیشتر از بیوچار چوبی بود. Wang و همکاران (۲۰۱۳) غلظت نیتروژن را در بیوچارهای علفی (۰/۵۱-۰/۰۱٪) بیشتر از بیوچارهای چوبی (۲/۶۴-۰/۱۹٪) به‌دست آوردند و بیان کردند که غلظت نیتروژن کمتر در بیوچارهای چوبی ممکن است منجر به نسبت C:N بالای این بیوچارها شود (Wang et al., 2013).

بالا بودن نسبت C:N در بیوچار ممکن است منجر به غیرمتحرک شدن نیتروژن در خاک شود (Sullivan and Miller, 2001). Yargicoglu و همکاران (۲۰۱۴)، غلظت نیتروژن، pH و EC بیوچار تولید شده از چوب کاج در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس را به‌ترتیب برابر با ۰/۴٪، ۸/۴۷ و ۰/۰۴ دسی‌زیمنس بر متر گزارش کردند (Yargicoglu et al., 2015). Gokila و Baskar (۲۰۱۵)، درصد خاکستر، pH، EC، نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در بیوچار تولید شده از چوب کهور[4] در دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس را به‌ترتیب برابر با ۱/۴ درصد، ۸/۱، ۱/۴۵ دسی‌زیمنس بر متر، ۱/۸۲ گرم بر کیلوگرم، ۲/۰۲ و ۲۵/۳ گرم بر کیلوگرم گزارش کردند. آنان بیان کردند که افزودن ۵ تن بر هکتار از این بیوچار به همراه مقداری کود NPK می‌تواند منجر به افزایش حاصلخیزی خاک و تولید محصول شود (Gokila and Baskar, 2015).

با توجه به اینکه بعد از تبدیل زیست‌توده‌های مورد مطالعه به بیوچار، غلظت عناصر غذایی در آن‌ها افزایش یافت، تبدیل آنها به بیوچار قبل از افزودن آنها به خاک برای اهداف ترسیب کربن، بهبود ویژگی‌های فیزیکی و افزایش حاصلخیزی خاک توصیه می‌شود. با تبدیل لجن فاضلاب و کود مرغی به بیوچار میکروب‌های خطرناک آن‌ها از بین رفته و ممکن است به علت افزایش pH، فراهمی فلزات سنگین در آن‌ها کاهش یابد. علاوه‌بر آن، بیوچار به‌علت پایداری بسیار زیاد (چند صد تا چندهزار سال) (Joseph and Lehmann, 2009) اثر باقی‌مانده بسیار زیادی در خاک خواهد داشت.

منابع

Chan K.Y. and Xu Z. 2009. Biochar: nutrient properties and their enhancement. Biochar for environmental management: science and technology, 1: 67-84.

Das K., Garcia-Perez M., Bibens B. and Melear N. 2008. Slow pyrolysis of poultry litter and pine woody biomass: Impact of chars and bio-oils on microbial growth. Journal of Environmental Science and Health, Part A, 43(7): 714-724.

Fang J., Gao B., Chen J. and Zimmerman A.R. 2015. Hydrochars derived from plant biomass under various conditions: Characterization and potential applications and impacts. Chemical Engineering Journal, 267: 253-259.

Gaskin J., Steiner C., Harris K., Das K. and Bibens B. 2008. Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. Transactions of the Asabe, 51(6): 2061-2069.

Gokila B. and Baskar K. 2015. Characterization of *Prosofis juliflora* L. biochar and its influence of soil fertility on maize in alfisols. International Journal of Plant and Animal Environmental Science, 5(1): 123-127.

Jones Jr, J.B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis, CRC press.

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

Kang, S., Li X., Fan J. and Chang J. 2012. Characterization of hydrochars produced by hydrothermal carbonization of lignin, cellulose, D-xylose, and wood meal. Industrial & engineering chemistry research, 51(26): 9023-9031.

Karhu K., Mattila T., Bergström I. and Regina K. 2011. Biochar addition to agricultural soil increased CH_4 uptake and water holding capacity–results from a short-term pilot field study. Agriculture, Ecosystems & Environment, 140(1): 309-313.

Liang B., Lehmann J., Solomon D., Kinyangi J., Grossman J., O'neill B., Skjemstad J., Thies J., Luizao F. and Petersen J. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of America Journal, 70(5): 1719-1730.

Libra J.A., Ro K.S., Kammann C., Funke A., Berge N.D., Neubauer Y., Titirici M.M., Fühner C., Bens O. and Kern J. 2011. Hydrothermal carbonization of biomass residuals: a comparative review of the chemistry, processes and applications of wet and dry pyrolysis. Biofuels, 2(1): 71-106.

Lu H., Zhang W., Yang Y., Huang X., Wang S. and Qiu R. 2012. Relative distribution of Pb^{2+} sorption mechanisms by sludge-derived biochar. Water research, 46(3): 854-862.

Murphy J. and Riley J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica chimica acta, 27: 31-36.

Sheng G ,. Yang Y., Huang M. and Yang K. 2005. Influence of pH on pesticide sorption by soil containing wheat residue-derived char. Environmental Pollution, 134(3): 457-463.

Singh B., Singh B.P. and Cowie A.L. 2010. Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. Soil Research, 48(7): 516-525.

[4] Prosopis

Sohi S., Krull E., Lopez-Capel E. and Bol R. 2010. A review of biochar and its use and function in soil. Advances in agronomy, 105: 47-82.

Song W. and Guo M. 2012. Quality variations of poultry litter biochar generated at different pyrolysis temperatures. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 94: 138-145.

Spokas K., Koskinen W., Baker J. and Reicosky D. 2009. Impacts of woodchip biochar additions on greenhouse gas production and sorption/degradation of two herbicides in a Minnesota soil. Chemosphere, 77(4): 574-581.

Sullivan D.M. and Miller R.O. 2001. Compost quality attributes, measurements, and variability, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Van Zwieten L., Singh B., Joseph S., Kimber S., Cowie A. and Chan K.Y. 2009. Biochar and emissions of non-CO_2 greenhouse gases from soil. Biochar for environmental management: science and technology, 1: 227-250.

Wang, Y., Hu Y., Zhao X., Wang S. and Xing G. 2013. Comparisons of biochar properties from wood material and crop residues at different temperatures and residence times. Energy & fuels, 27(10): 5890-5899.

Yargicoglu E.N., Sadasivam B.Y., Reddy K.R. and Spokas K. 2015. Physical and chemical characterization of waste wood derived biochars. Waste management, 36: 256-268.

Yu X.Y., Ying G.G. and Kookana R.S. 2009. Reduced plant uptake of pesticides with biochar additions to soil. Chemosphere, 76(5): 665-671.

Zhang A., Bian R., Pan G., Cui L., Hussain Q., Li L., Zheng J., Zheng J., Zhang X. and Han X. 2012. Effects of biochar amendment on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a Chinese rice paddy: a field study of 2 consecutive rice growing cycles. Field Crops Research, 27(1): 153-160.

Investigating the Properties of the Biochars Produced From Different Organic Materials

Y. Azimzadeh*[1], N. Najafi[2], B.Amirloo[3] and E. Abdolmaleki[3]

PH.D Student, Associate Professor and M.Sc. Students of Soil Science, Department of Soil Science, College of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran Respectively

Abstract

Biochar is a solid stable carbonic material that produced from pyrolysis of organic matter and caused to carbon sequestration and soil physicochemical properties improvement. In this study a series of biochars were produced from sewage sludge, poultry manure, beet pulp, wheat straw, and apple wood waste by slow pyrolysis at 500 ºC and some of their properties including pH, EC and concentrations of ash, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu and Zn were analyzed. Results showed that pH and nutrient concentrations (except N) of all biomasses were increased by converting to biochar. The highest content of ash, pH and nutrient concentrations were obtained in sewage sludge and poultry manure biochars. Due to high amounts of pH and nutrients in the produced biochars, these biochars can be used as fertilizer and soil conditioner especially in acidic soils.

Keywords: Biochar, Carbonization, Carbon sequestration, Organic matter, Pyrolysis