

A bioszén kémiai tulajdonságairól

A bioszén kémiai tulajdonságai általában összefüggnek a bioszén aromás jellegével és a felszíni funkcionalitással. Az aromás jelleg a faszénben található azon szén frakció, amely részt vesz az aromás kötésekben. Lignocellulóz (alifás szén) tartalmú alapanyag esetén, amely cukor polimereket (alifás szenek) és lignint (aromás gyűrűk) tartalmaz, az aromáság relatív kicsi. A pirolízis reakció előrehaladásával, eltűnik az oxigén és a hidrogén, a maradék szén pedig új aromás C-C kötések hoz létre. A hőmérséklet növekedésével fokozatosan rendeződik az aromás szerkezet, összekapcsolt aromás gyűrűk kialakulásával. A bioszén aromás kondenzációs foka határozza meg a bioszén nehezen bonthatóságát a környezetben; a sűrű aromás struktúrában található szenek ellenállóbbak az oxidációval szemben, ugyanakkor kevés mikroorganizmus termel olyan enzimeket, amelyek képesek lebontani hasonló kötések. A bioszén és a környezet közötti kémiai kölcsönhatások nagy része a bioszén felületi kémiájával függ össze (Brewer et al, 2012).

A pirolízis hőmérséklet függvényében (700 C° - 450 C°), ugyanolyan alapanyagból, például a baromfitrágyából gyártott bioszén N tartalma változhat (Lima and Marshall, 2005; Chan et al., 2007). A pirolízis hőmérséklet növekedésével, nő az aromás szénhidrogének aránya a bioszénben, a N tartalom pedig 300 C°-on a legnagyobb (Baldock and Smernik, 2002). Ezzel szemben, alacsony hőmérsékleten (<500 C°), nő a felvehető tápanyagok (K, Cl (Yu et al., 2005), Si, Mg, P és S (Schnitzer et al., 2007)) akkumulációja. Tehát, az alacsony pirolízis hőmérséklet elősegíti a tápanyagok megkötését a bioszénben (Chan and Xu, 2009). A pirolízis körülmények különböző permutációja különbözőképpen befolyásolja a különböző alapanyagból készült bioszenek tulajdonságait. Ezért a bioszenek talajra alkalmazása előtt meg kell vizsgálni a bioszén kémiai és fizikai tulajdonságait.

A bioszén vizsgálatai kimutatták, hogy növényi alapanyagból készült bioszenek (kölesszalma, mogyoróhéj) széntartalma kisebb, mint a faalapú bioszeneké, nitrogén tartalma és pH-ja azonban nagyobb a fa alapanyagú bioszenekhez képest (Novak et al., 2009; Granatstein et al., 2009).

A bioszenek pH-ja függ az alapanyagtól és a pirolízis hőmérséklettől. Tehát a bioszén pH-jának változását a hemicellulóz, valamint a cellulóz pirolízis alatti kémiai krakkolása befolyásolja. 300 - 600°C között szerves savak és fenolok keletkeznek és olyan alkáli sok képződnek, amelyek növelik a bioszén pH-ját (Abe et al., 1998; Shinogi and Kanri, 2003).

Talajra alkalmazva, a növényi bioszenek nagy pH-ja nagyobb meszező hatást eredményez, tonnánként, ezáltal 0.5-1.0 egységgel növelheti a talaj pH-ját, a talajtípus függvényében.

Baromfitrágyából készült bioszenek pH-ja 8.5-10.3 között változik, ami a Ca és a Mg koncentrációnak tulajdonítható (Chan et al., 2008; Gaskin et al., 2008).

Az EBC 2012 (European Biochar Certificate) előírásai szabályozzák a bioszén összetételében szereplő szennyezőanyagok határértékét, valamint ajánlást fogalmaz meg a bioszént alkotó további anyagokra, tápanyagokra vonatkozóan is.

Az EBC, 2012 szerint a bioszén PAH tartalma (az EPA által meghatározott 16 prioritási szennyezőanyag összege) maximum 12 mg/kg lehet „alap” minőségű bioszén esetén és 4 mg/kg „prémium” minőség esetén. A koncentrációk száraz tömegre vonatkoznak. A bioszén

PCB tartalma nem lépheti túl a 0,2 mg/kg-ot, a dioxin és furán tartalom pedig a 20 mg/kg-t. Az EBC 2012 bioszénre vonatkozó határértékei a német és svájci talajvédelmi határértékeket veszi alapul.

Az EBC 2012 feltételei szerint a bioszenek száraz tömegre vonatkoztatott nehézfém tartalma az alap- és a prémium minőségű bioszénre külön-külön szabályozva van. Az „alap” minőségű bioszén határértékei a német talajvédelmi határérték előírásai szerint, a prémium minőségű határértékei pedig a Svájcban érvényes vegyi anyagok kockázatsökkentésre vonatkozó előírásait veszi figyelembe. Alap minőségű bioszén határértékei: Pb < 150 g/t; Cd < 1,5 g/t; Cu < 100 g/t; Ni < 50 g/t; Hg < 1 g/t; Zn < 400 g/t; Cr < 90 g/t

Prémium minőségű bioszén határértékei: Pb < 120 g/t; Cd < 1 g/t; Cu < 100 g/t; Ni < 30 g/t; Hg < 1 g/t; Zn < 400 g/t; Cr < 80 g/t

Az EBC 2012 további javaslatokat tesz a bioszén szénttartalmára, a H/C és az O/C arányra vonatkozóan, annak érdekében, hogy a bioszén megkülönböztethető legyen más karbonizációs termékektől. Az EBC 2012 előírása szerint a bioszén széntartalma nagyobb, mint a bioszén száraz tömegének 50%. Ha a pirolizált szerves anyag széntartalma 50%-nál kisebb, a keletkezett terméket bioszén ásványi anyagnak (*Bio-Carbon- Minerals* (BCM)) és nem bioszénnek tekintjük. Az EBC 2012 előírja, hogy a bioszénben a H/C (szerves szén) aránya <0,7, míg az O/C (szerves szén) aránya <0,4 legyen. Ha a vizsgált pirolizált anyag H/C aránya túllépi ezt az értéket, akkor az anyagot nem tekinthetjük bioszénnek. Ebben az esetben, pirolitikus faszénről van szó vagy a pirolízis során hiányosságok történtek (Schimmelpfennig and Glaser, 2012)

Az EBC 2012 előírásai szerint a bioszén korom tartalma (stabil vagy kötött széntartalma) nagyobb, mint az összes szerves széntartalom 10%-a. Ha a korom tartalom kisebb, mint 10%, a gyártott faszén nem tekinthető bioszénnek az EBC 2012 szerint, mivel ez esetben nincs stabilitása a környezetben. A bioszén korom tartalmának mérésére, jelenleg a leggyorsabb módszer a Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (FTIR) (Bornemann et al., 2008)

Hivatkozások

Abe, I., I. Satoshi, I. Yoshimi, K. Hiroshi, and K. Yoshiya. 1998. Relationship between production method and adsorption property of charcoal. *Tanso*. 185:277-284

Baldock, J.A., and R.J. Smernik. 2002. Chemical composition and bioavailability of thermally altered *Pinus resinosa* (Red Pine) wood. *Org. Geochem.* 33: 1093-1109.

Bornemann, L., Welp, G., Brodowski, S., Rodionov, A., Amelung, W., 2008. Rapid assessment of black carbon in soil organic matter using mid-infrared spectroscopy. *Org. Geochem.* 39, 1537–1544.

Brewer, Catherine Elizabeth, 2012. Biochar characterization and engineering, *Graduate Theses and Dissertations*. Paper 12284

Chan, K. Y., Zwieten, L. V., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S., 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Australian J. Soil Res.* 45, 629-634

Chan, K.Y., Xu, Z.H., 2009. Biochar – nutrient properties and their enhancement. In: Lehman, J., Joseph, S. (Eds.), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan, London, UK, pp. 67–84.

EBC, 2012. European Biochar Certificate – Guidelines for a Sustainable Production of Biochar. European Biochar Foundation, Arbaz, Switzerland, <http://www.european-biochar.org/biochar/media/doc/ebc-guidelines.pdf>, Version 4.8 of 13th December 2013 (accessed on 25.11.14).

Gaskin, J.W., C. Steiner, K. Harris, K.C. Das, and B. Bibens. 2008. Effect of low temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. *Trans ASABE*. 52:2061-2069.

Granatstein, D., C. Kruger, H.P. Collins, M. Garcia-Perez, and J. Yoder. 2009. Use of biochar from the pyrolysis of waste organic material as a soil amendment. Center for Sustaining Agric. Nat. Res. Washington State University, Wenatchee, WA. WSDA Interagency Agreement. C0800248. (<http://www.ecy.wa.gov/pubs/0907062.pdf>).

Lima, I.M., and W.E. Marshall. 2005. Granular activated carbons from broiler manure: Physical, chemical and adsorptive properties. *Biores. Technol.* 96:699-706

Novak JM, Lima I, Xing B, Gaskin JW, Steiner C, Das KC, Ahmedna M, Rehrh D, Watts DW, Busscher W J, Schomberg H. 2009. Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. *Annals of Environmental Science* 3, 195-206.

Schimmelpfennig S, B. Glaser, 2012 One step forward toward characterization: some important material properties to distinguish biochars, *J Environ Qual.* 41(4):1001-1013. doi: 10.2134/jeq2011.0146.

Shinogi, Y., and Y. Kanri. 2003. Pyrolysis of plant, animal and human waste: physical and chemical characterization of the pyrolytic products. *Bioresour. Technol.* 90:241-247.

Yuan, J.-H.; Xu, R.-K.; Wang, N.; Li, J.-Y., 2011 Amendment of acid soils with crop residues and biochars. *Pedosphere* 21, (3), 302-308.