

Využití biouhlu při kompostování

s využitím publikace *IBI Compost and biochar*

(http://www.biochar-international.org/sites/default/files/Compost_and_biochar_IBI_2015.pdf)

Kompostování i výroba biouhlu jsou způsoby využití a recyklování organického odpadu. Studie poskytuje informace o využití biouhlu v kompostování a poukazuje na pozitivní efekty, zejména schopnost biouhlu urychlit proces kompostování a snížit ztrátu živin.

V podstatě každý biologicky rozložitelný odpad i například kaly z čištění odpadních vod lze kompostovat. Hlavními výhodami správného kompostování je snížení množství odpadu, eliminace většiny toxických látek, patogenů a škůdců (potenciálně obsažené v původním odpadu) a celkově transformace organické hmoty a živin do organické hmoty s pomalu se uvolňujícími hnojivými látkami.



Biouhel je pevný materiál získaný z termochemické konverze biomasy za nepřítomnosti kyslíku. Má řádově větší stabilitu než původní biomasa. Biouhel může být použit samostatně jako pomocná půdní látka nebo jako kompozita dalších produktů s různým potenciálním využitím a jako prostředek pro zlepšení půdních vlastností. V případě správné aplikace biouhlu do půdy může kromě jiného zlepšit efektivitu využití hnojiv, sanovat a chránit půdu proti specifickým znečištěním a také se stát způsobem omezování skleníkových plynů.

Kompost a biouhel: Soupeří o zdroje?

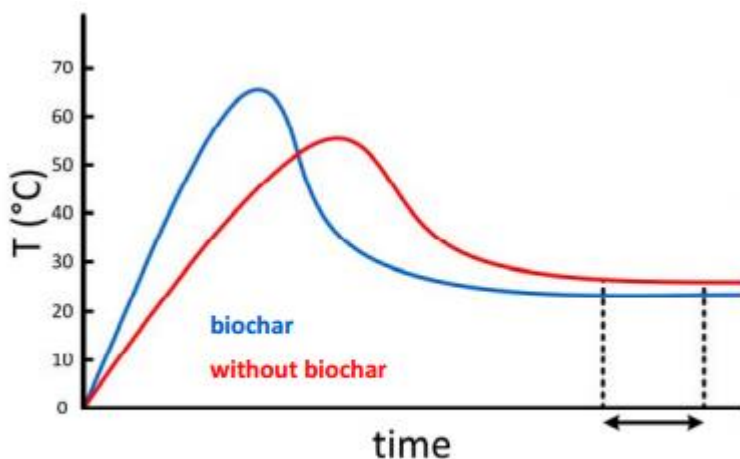
I přes to, že biouhel i kompost využívají jako surovinu organický odpad, nemusí si navzájem konkurovat. Naopak mohou představovat zajímavou synergii. Mnoho materiálů, vhodných pro kompostování, například potravinový odpad nebo mokré hnůj, nejsou jednoduše využitelné pro produkci biouhlu (z důvodu potřeby velkého množství tepla na vysušení před karbonizací). Ideální materiál pro kompostování má mezi 60% a 70% vlhkosti, vysoký obsah živin a nízký obsah ligninu. Ideální materiál pro karbonizaci na biouhel má do 20% vlhkosti a vysoký obsah ligninu (například posklizňové zbytky nebo dřevní biomasa).

Prospěšnost biouhlu během kompostovacího procesu

Z nedávných zjištění vychází, že výhody přidání biouhlu ke kompostu můžou spočívat v kratším čase kompostování, snížení hodnot emisí GHG (zejména metanu a oxidu dusného), snížení ztrát amoniaku, zlepšení struktury a snížení zápachu. Biouhel na sebe během kompostování naváže živiny.

Bylo otestováno široké spektrum aplikačních dávek biouhlu do kompostu. Více, než 30% biouhlu se nedoporučuje, protože by se mohl zpomalovat rozklad. V nižších dávkách působí biouhel jako akcelerační kompostovacího procesu. Zvyšuje homogenitu, zlepšuje strukturu a stimuluje mikrobiální aktivitu v kompostovaném materiálu. Zvýšená aktivita se projevuje mimo jiné vyšší

teplotou a kratší dobou kompostování, což jsou žádané efekty.



Biochar increases the temperature in a compost process, accelerating the time needed for material decomposition^{4, 6, 7}

Významným efektem přidání biouhlu do kompostovaného materiálu je omezení ztrát živin a emisí GHG. Například přidáním 3% biouhlu do kompostovaného mixu prasečí kejdy, dřevní štěpky a pilin došlo k měřenému poklesu emisí oxidu dusného o 26%. Další studie prokázala, že přidáním biouhlu do kompostovaného drůbežího hnoje se výrazně snížily emise metanu.

Nicméně v závěru jiné studie se tvrdí, že biouhel nemá vliv na celkové emise GHG, protože byly kompenzovány zvýšenou mikrobiální aktivitou v kompostovaném mixu.

Pórovitost biouhlu může snížit objemovou hmotnost kompostu a zvýšit provzdušnění kompostovaného materiálu. Pro materiály s vysokým obsahem dusíku, jako například zvířecí hnůj, snižuje přidavek biouhlu celkové ztráty dusíku během procesu a také emise čpavku. Přidáním 20% biouhlu do drůbežího hnoje se snížila koncentrace čpavku v emisích až o 64% a úbytek dusíku v kompostovaném materiálu až o 52%, a to bez negativního dopadu na proces kompostování.

Běžným problémem během kompostování hnoje je formování velkých hrudek, což často zpomaluje a zastavuje rozkladné procesy. Přidáním 3% biouhlu do drůbežího hnoje kompostovaného se slámou, byla tvorba hrudek v podstatě eliminována a struktura výsledného kompostu se výrazně zlepšila.

Biouhel a kompost: výhledy pro budoucí komerční využití

Přestože závěry výzkumů prezentují měřitelný přínos biouhlu při kompostování, studií je zatím málo. Některé tradiční způsoby měření kvality (stability) kompostu (například poměr C:N) nejsou pro kompost s biouhlem zcela relevantní. Biouhel má rozdílné vlastnosti proti kompostovanému materiálu. Má vysoký poměr C:N, který se nemění během procesu kompostování - na rozdíl od kompostovaného organického materiálu. Biouhel v kompostu může ovlivnit i běžné testy kvality kompostu. Například ve vodě rozpustný uhlík se může adsorbovat do biouhlu. Bylo by tedy vhodné přizpůsobit testování kvality kompostů přítomnosti biouhlu a umožnit tak rozvoj komerčního používání biouhlu jako přísady do kompostování.

Kompostování s biouhlem se začíná objevovat v komerční praxi. Masivní rozšíření ale vyžaduje další studie a vypracování metodik pro praxi.

Každopádně je velmi pravděpodobné, že biouhel má značný potenciál pro výrobu kvalitních kompostů, které nebudou pouze stabilizovanou organickou hmotou s určitou zásobou živin. Budou obsahovat cennou funkční látku, která bude kvalitu půdy pozitivně ovlivňovat nejméně po desetiletí.

Odkazy

1. International Biochar Initiative (IBI) (2014a). Standardized Product Definition and Product Testing Guidelines for Biochar That Is Used in Soil; accessed at http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI_Biochar_Standards_V2%200_final_2014.pdf
2. Gajalakshmi, S.; Abbasi, S. A. (2008). Solid Waste Management by Composting: State of the Art. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 38:311-400.
3. Jindo, K., Suto, K., Matsumoto, K., Garcia, C., Sonoki, T. and Sanchez-Monedero, M.A. (2012). Chemical and biochemical characterization of biochar-blended composts prepared from poultry manure. *Bioresource Technology*. 110:396-404.
4. Dias, B.O., Silva, C.A., Higashikawa, F.S., Roig, A. and Sánchez-Monedero, M.A. (2010). Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure: Effect on organic matter degradation and humification. *Bioresource Technology*. 47:1239-1246.
5. Fischer, D. and Glaser, B. (2012). Synergism between compost and biochar for sustainable soil amelioration, management and organic waste, in S. Kumer (ed.), *Management of Organic Wastes*, In Tech, pp 167 – 198.
6. Khan, N., Clark, I., Sánchez-Monedero, M.A., Shea, S., Meier, S. and Bolan, N. (2013). Maturity indices in co-composting with biochar. 2nd International Conference on Solid Waste 2013: Innovation in Technology and Management, Hong Kong.
7. Zhang, Lu, and Sun Xiangyang (2014). Changes in physical, chemical, and microbiological properties during the two-stage co-composting of green waste with spent mushroom compost and biochar. *Bioresource Technology*. 171:274 – 284.
8. Wang, C., Lu, H., Dong, D., Deng, H., Strong, P.J., Wang, H. and Wu, W. (2013). Insight into the Effects of Biochar on Manure Composting: Evidence Supporting the Relationship between N₂O Emissions and Denitrifying Community. *Environmental Science & Technology*. 47:7341-7349.
9. Sonoki, T., Furukawa, T., Jindo, K., Suto, K., Aoyama, M. and Sánchez-Monedero, M.A. (2012). Influence of biochar addition on methane metabolism during thermophilic phase in composting. *Journal of Basic Microbiology*. 52:1-5.
10. Lopez-Cano, I., Roig, A., Cayuela, M.L., Albuquerque, J.A., Sanchez-Monedero, M.A. (2015). Biochar impact on olive mill waste composting. *Proceedings of the III International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture*. Murcia, Spain.
11. Steiner, C., Das, K.C., Melear, N. and Lakely, D. (2010) Reducing Nitrogen Loss During Poultry Litter Composting Using Biochar. *Journal of Environmental Quality*. 39:1236-1242.
12. Steiner, C., Melear, N., Harris, K. and Das, K.C. (2011). Biochar as bulking agent for poultry litter composting. *Carbon Management*. 2:227-230.
13. Sanchez-Garcia, M., Albuquerque, J.A., Sanchez-Monedero, M.A., Roig, A., Cayuela, M.L. (2015). Biochar impact on poultry manure composting. *Proceedings of the III International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture*. Murcia, Spain.
14. International Biochar Initiative (IBI) (2014b). 2013 State of the Biochar Industry; accessed at http://www.biochar-international.org/sites/default/files/State_of_the_Biochar_Industry_2013.pdf

Kompostování s biouhlem⁴

Josef Maroušek

Stručný úvod do problematiky:

Kompostování je tradiční metoda nakládání s odpadní, převážně s rostlinnou, organickou hmotou (za přístupu vzduchu). Biouhel je vysoce porézní prach na bázi uhlíku vznikající tepelným rozkladem (za nepřístupu vzduchu) odpadní rostlinné hmoty.

Rešerše:

Téměř zapomenutá aplikace biouhlu v zemědělství (Lehmann a Joseph, 2012) se v posledních dekádách dostala do popředí vědeckého zájmu (téměř 19 000 publikací v databázích Web of Science, Scopus a Google Scholar, většina po roce 2 000). Pozornost přitahuje z více důvodů, tyto můžeme rozdělit na několik hlavních směrů (bez nároku na úplnost):

- a) sekvestrace uhlíku (Steiner, 2008; Spokas a kol., 2012; Lehmann a kol., 2006)
- b) snížení dávek hnojiv a agrochemie (Sinclair a kol., 2008; Chan a Xu, 2009)
- c) vyšší rezistence vůči erozi (Basso a kol., 2013; Ahmad a kol., 2014)
- d) kvantitativní a kvalitativní zvýšení organické hmoty (Cross a kol., 2011)
- e) zvýšení biologické aktivity půd (Dias a kol., 2010; Keith a kol., 2011)
- f) zvýšení pH (Novak a kol., 2009; Atkinson a kol., 2010; Luo a kol., 2011)
- g) zvýšení sorpce a ionto – výměnné kapacity (Zhang a kol., 2010; Mukherjee et al., 2011)
- h) chemickofyzikální změny - ztmavnutí, zvýšení porozity, snížení hustoty atd. (Sohi a kol., 2010; Jeffery a kol., 2011; Mohan a kol., 2014)
- i) snížení emisí amoniaku (Taghizadeh-Toosi a kol., 2012; Singh a kol., 2010)
- j) zvýšení agrochemické hodnoty statkových hnojiv (Lashani a kol., 2013)

Výše uvedené vlastnosti byly opakovaně potvrzeny též množstvím projektů, z nichž mezi nejprestižnější v rámci EU (dříve FP7, nyní Horizon 2020) patří(ly): REFERTIL, FERTIPLUS, EUROCHAR, INTERREG IVb, eBRN a další. Záštitu a evidenci hlavních projektů týkajících se biouhlu v rámci rozpočtu EU provádí European Biochar Research Network (<http://cost.european-biochar.org>).

K aplikaci biouhlu do kompostu lze dohledat přes 4 400 vědeckých publikací v renomovaných databázích, přibližně 500 000 článků volně po Internetu pouze v anglickém jazyce. Pozitivní interakce biouhlu během kompostování (Liu a kol., 2012; Schulz a Glaser, 2012; Beesley

a kol., 2010) jsou odvoditelné z jeho fyzikálně chemických vlastností, které jsou zmíněny v literatuře odkazované výše. Biouhel tak ze své podstaty výrazně urychluje přeměnu organické hmoty na kompost s vyšší agrochemickou hodnotou (díky vysoké mikroporozitě lépe stabilizovaná vlhkost, zvýšená koncentrace dusíku díky zvýšení podílu uhlíku při zachování stejného C/N, z chemické podstaty biouhlu lépe stabilizované pH_{CaCl} i pH_{KCl} , díky zvýšené biologické aktivitě rychlejší dosažení vyšších stupňů humifikace, z chemické podstaty lepší výsledky konduktometrie dle Sandhofa, z fyzikální podstaty snížená hustota, zvýšená sypkost, potažmo celkový vodní a vzdušný management (kapilární, semikapilární a nekapilární pórovitost, nasákivost, 30-minutová vlhkost, maximální kapilární vlhkost, retenční vodní kapacita, provzdušněnost) tělesa kompostu (Jindo a kol., 2012; Liu a kol., 2012; Clough a kol. 2013). Zvýšení biologické aktivity bylo potvrzeno zvýšením podílu fumigačně extrahované půdní biomasy, zvýšeným podílem dusíku a fosforu – fixujících bakterií, zvýšenou aktivitou dehydrogenáz, ureáz i celuláz (Enders a kol., 2012; Fisher a Glaser, 2012; Beesley a Diskinson, 2011). Aplikace biouhlu do kompostu zvýšila též metabolický koeficient, délku hyf půdních hub, krátkodobou nitrifikační aktivitu. Z chemické podstaty biouhlu jeho aplikace v kompostu též prokazatelně zvyšuje kationto – výměnnou kapacitu (Schmidt a kol. 2014). V případě aplikace biouhlu do kompostu bylo též prokázáno snížení mobility těžkých kovů (Karami a kol., 2011; Hartley a kol., 2009; Borchard a kol., 2012).

Závěr:

Aplikace biouhlu je zaběhlá a osvědčená praxe, která byla s nástupem průmyslové revoluce upozaděna výrobou minerálních hnojiv poskytujících kratší dobu návratnosti. S ohledem na kompostování lze brát za dostatečně prokázané, že tyto postupy jsou environmentálně příznivé z mnoha aspektů – stručně: zlepšují strukturu kompostu, urychlují rozklad lignocelulózy, zlepšují hospodaření s vodou, snižují ztráty živin, zvyšují kvalitu i kvantitu organické hmoty, půdní reakci atd. Aplikace biouhlu mimo jiné v souvislostech představuje významné ukládání vzdušného uhlíku do půdy (sekvestrace).

Pokud je biouhel vyráběn z nerizikových odpadů, bez neúměrných nároků na ostatní vstupy (energie, voda, reaktanty, či katalyzátory) a jeho distribuce není spjata s nadměrnou logistikou, či emisemi, nelze proti takovému postupu nic namítat a je vhodné ho označit jako nejlepší dostupnou technologii pro kompostářenskou praxi (BAT), přičemž jeho podíl v kompostu není třeba z agrotechnického hlediska jakkoli omezovat.

Reference:

- Ahmad, M., Rajapaksha, A. U., Lim, J. E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., ... & Ok, Y. S. (2014). Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: a review. *Chemosphere*, 99, 19-33.
- Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., & Hipps, N. A. (2010). Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant and soil*, 337(1-2), 1-18.
- Basso, A. S., Miguez, F. E., Laird, D. A., Horton, R., & Westgate, M. (2013). Assessing potential of biochar for increasing water-holding capacity of sandy soils. *GCB Bioenergy*, 5(2), 132-143.
- Beesley, L., Moreno-Jiménez, E., & Gomez-Eyles, J. L. (2010). Effects of biochar and greenwaste compost amendments on mobility, bioavailability and toxicity of inorganic and organic contaminants in a multi-element polluted soil. *Environmental pollution*, 158(6), 2282-2287.
- Beesley, L., & Dickinson, N. (2011). Carbon and trace element fluxes in the pore water of an urban soil following greenwaste compost, woody and biochar amendments, inoculated with the earthworm *Lumbricus terrestris*. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(1), 188-196.
- Borchard, N., Prost, K., Kautz, T., Moeller, A., & Siemens, J. (2012). Sorption of copper (II) and sulphate to different biochars before and after composting with farmyard manure. *European Journal of Soil Science*, 63(3), 399-409.
- Chan, K. Y., & Xu, Z. (2009). Biochar: nutrient properties and their enhancement. *Biochar for environmental management: science and technology*, 67-84.
- Clough, T. J., Condon, L. M., Kamman, C., & Müller, C. (2013). A review of biochar and soil nitrogen dynamics. *Agronomy*, 3(2), 275-293.
- Cross, A., & Sohi, S. P. (2011). The priming potential of biochar products in relation to labile carbon contents and soil organic matter status. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(10), 2127-2134.
- Dias, B. O., Silva, C. A., Higashikawa, F. S., Roig, A., & Sánchez-Monedero, M. A. (2010). Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure: Effect on organic matter degradation and humification. *Bioresource technology*, 101(4), 1239-1246.
- Enders, A., Hanley, K., Whitman, T., Joseph, S., & Lehmann, J. (2012). Characterization of biochars to evaluate recalcitrance and agronomic performance. *Bioresource Technology*, 114, 644-653.
- Fischer, D., & Glaser, B. (2012). Synergisms between compost and biochar for sustainable soil amelioration (pp. 167-198). INTECH Open Access Publisher.
- Hartley, W., Dickinson, N. M., Riby, P., & Lepp, N. W. (2009). Arsenic mobility in brownfield soils amended with green waste compost or biochar and planted with *Miscanthus*. *Environmental Pollution*, 157(10), 2654-2662.
- Jeffery, S., Verheijen, F. G. A., Van Der Velde, M., & Bastos, A. C. (2011). A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, ecosystems & environment*, 144(1), 175-187.
- Jindo, K., Sánchez-Monedero, M. A., Hernández, T., García, C., Furukawa, T., Matsumoto, K., ... & Bastida, F. (2012). Biochar influences the microbial community structure during manure composting with agricultural wastes. *Science of the total environment*, 416, 476-481.
- Karami, N., Clemente, R., Moreno-Jiménez, E., Lepp, N. W., & Beesley, L. (2011). Efficiency of green waste compost and biochar soil amendments for reducing lead and copper mobility and uptake to ryegrass. *Journal of hazardous materials*, 191(1), 41-48.
- Keith, A., Singh, B., & Singh, B. P. (2011). Interactive priming of biochar and labile organic matter mineralization in a smectite-rich soil. *Environmental science & technology*, 45(22), 9611-9618.
- Lashari, M. S., Liu, Y., Li, L., Pan, W., Fu, J., Pan, G., ... & Yu, X. (2013). Effects of amendment of biochar-manure compost in conjunction with pyroligneous solution on soil quality and wheat yield of a salt-stressed cropland from Central China Great Plain. *Field Crops Research*, 144, 113-118.
- Lehmann, J., Gaunt, J., & Rondon, M. (2006). Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems—a review. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 11(2), 395-419.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (Eds.). (2012). *Biochar for environmental management: science and technology*. Routledge.
- Lehmann, J., Rillig, M. C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W. C., & Crowley, D. (2011). Biochar effects on soil biota—a review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(9), 1812-1836.
- Liu, J., Schulz, H., Brandl, S., Miehtke, H., Huwe, B., & Glaser, B. (2012). Short-term effect of biochar and compost on soil fertility

- and water status of a Dystric Cambisol in NE Germany under field conditions. *Zeits Pflanzenernahr Bodenkunde-Journ Plant Nutrit Soil Science*, 175(5), 698.
- Luo, Y., Durenkamp, M., De Nobili, M., Lin, Q., & Brookes, P. C. (2011). Short term soil priming effects and the mineralisation of biochar following its incorporation to soils of different pH. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(11), 2304-2314.
- Mohan, D., Sarswat, A., Ok, Y. S., & Pittman, C. U. (2014). Organic and inorganic contaminants removal from water with biochar, a renewable, low cost and sustainable adsorbent—a critical review. *Bioresource technology*, 160, 191-202.
- Mukherjee, A., Zimmerman, A. R., & Harris, W. (2011). Surface chemistry variations among a series of laboratory-produced biochars. *Geoderma*, 163(3), 247-255.
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Laird, D. L., Ahmedna, M., Watts, D. W., & Niandou, M. A. (2009). Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. *Soil science*, 174(2), 105-112.
- Schmidt, H. P., Kammann, C., Niggli, C., Evangelou, M. W., Mackie, K. A., & Abiven, S. (2014). Biochar and biochar-compost as soil amendments to a vineyard soil: influences on plant growth, nutrient uptake, plant health and grape quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 191, 117-123.
- Schulz, H., & Glaser, B. (2012). Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment. *Zeits Pflanzenernahr Bodenkunde-Journ Plant Nutrit Soil Science*, 175(3), 410.
- Sinclair, K., Slavich, P., Van Zwieten, L., & Downie, A. (2008, September). Productivity and nutrient availability on a Ferrosol: biochar, lime and fertiliser. In *Proceedings of the Australian Society of Agronomy Conference*, Adelaide.
- Singh, B. P., Hatton, B. J., Singh, B., Cowie, A. L., & Kathuria, A. (2010). Influence of biochars on nitrous oxide emission and nitrogen leaching from two contrasting soils. *Journal of environmental quality*, 39(4), 1224-1235.
- Sohi, S. P., Krull, E., Lopez-Capel, E., & Bol, R. (2010). A review of biochar and its use and function in soil. *Advances in agronomy*, 105, 47-82.
- Spokas, K. A., Cantrell, K. B., Novak, J. M., Archer, D. W., Ippolito, J. A., Collins, H. P., ... & Nichols, K. A. (2012). Biochar: a synthesis of its agronomic impact beyond carbon sequestration. *Journal of Environmental Quality*, 41(4), 973-989.
- Steiner, C. (2008). *Biochar Carbon Sequestration*. University of Georgia, Biorefining and Carbon Cycling Program, Athens, GA.
- Taghizadeh-Toosi, A., Clough, T. J., Sherlock, R. R., & Condon, L. M. (2012). Biochar adsorbed ammonia is bioavailable. *Plant and soil*, 350(1-2), 57-69.
- Zhang, H., Lin, K., Wang, H., & Gan, J. (2010). Effect of *Pinus radiata* derived biochars on soil sorption and desorption of phenanthrene. *Environmental Pollution*, 158(9), 2821-2825.