



Vliv velikosti částic vysokoteplotního biocharu na jeho vlastnosti

*Anežka SEDMIHRADSKÁ^{1,3}, Siarhei SKOBLIA², Zdeněk BEŇO², Jaroslav MOŠKO^{1,3},
Radek FAJGAR³, Karel SOUKUP³, Michael POHOŘELÝ^{1,3*}*

¹ Ústav energetiky, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

² Ústav plynných a pevných paliv a ochrany ovzduší, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

³ Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i., Rozvojová 135/1, 165 02 Praha 6

* Email: pohorelm@vscht.cz

Vysoko-teplotní biochar je čím dál používanější pomocná půdní látka, zvláště v místech, kde je potřeba zlepšit fyzikální vlastnosti půdy. Tento ekologicky slibný materiál byl zatím zkoumán hlavně v závislosti na výrobní teplotě nebo vstupního materiálu. Vliv velikosti částic na vlastnosti biocharu byly zatím studovány nedostatečně. Tato práce se snaží rozšířit znalosti právě v této oblasti.

Klíčová slova: biochar, zplyňování, biomasa

1 Úvod

Biochary (pevné zbytky po termochemické přeměně biomasy) můžeme pro zjednodušení rozdělit do tří kategorií podle pyrolýzní teploty dosažené při jejich výrobě. Každá kategorie má své specifické vlastnosti, svoje výhody a nevýhody. Jedná se o nízko-teplotní, středně-teplotní a vysoko-teplotní biochary [1].

Nízko-teplotní biochar je vyráběn při teplotách do 400 °C. Vyznačuje se malou stálostí v půdě, nízkým specifickým povrchem, vysokou kationtovou výměnnou kapacitou (KVK), nižším pH, vyšším výtěžkem a silnou hydrofobitou. Ta je způsobena vysokým podílem nepolárních (alifatických) funkčních skupin. Póry bývají zaneseny primárními dehty, které se za těchto nižších teplot ještě netransformují na terciární a kvarterní dehty. Dehty tvoří tzv. dostupný (rozpustný) uhlík, který podporuje růst mikroorganismů v půdě [2]. Tento typ biocharu či jeho modifikace se využívají hlavně při dekontaminacích půdy, protože jsou schopny polutanty (zejména těžké kovy) imobilizovat [1].

Středně-teplotní biochar býval v minulé dekádě diskutován jako kompromisní varianta. V současné době lze však konstatovat, že tzv. středně-teplotní biochar v sobě nenese žádnou zásadní výhodu nízkoteplotního biocharu (jednoduchá výroba, velká KVK a dostupný (rozpustný) uhlík pro bakterie), ani vysokoteplotního biocharu (dlouhodobá stálost, velký specifický povrch a porozita, tj. velká vodní kapacita) [1].

Vysoko-teplotní biochar je vyráběn při teplotách nad 600 °C. Má dlouhodobou stálost v půdě, velký specifický povrch s otevřenými póry, vyšší pH vodního výluhu a nižší hydrofobitu. Na jeho povrchu se vyskytuje daleko méně funkčních skupin. Tento typ biocharu ovlivňuje zejména fyzikální vlastnosti půdy (zádrž vody, sypká hmotnost, ...), a proto se využívá v lokalitách sužovaných suchem. Jeho chemická stabilita zároveň umožňuje dlouhodobou sekvestraci uhlíku v půdě [1].



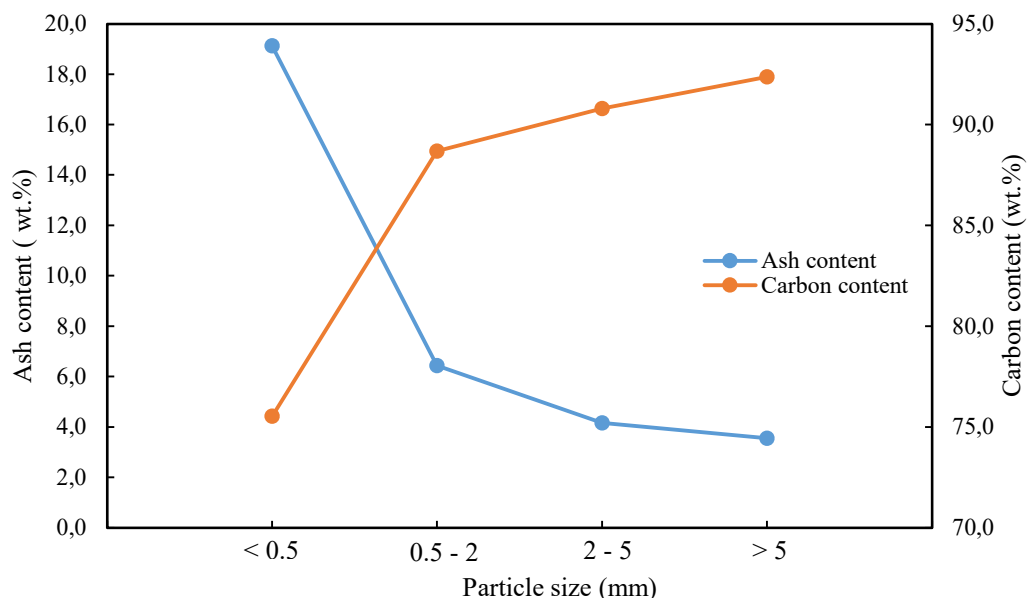
Vlastnosti biocharu se dosud studovaly zejména v závislosti na provozní teplotě generátoru nebo typu použité vstupní biomasy. Zatím pouze několik prací zkoumalo vliv velikosti částic, přestože jde o základní procesní parametr [3–5]. Tato práce si dává za úkol zjistit vlastnosti biocharu v prakticky využitelných velikostních frakcích.

2 Materiál a metody

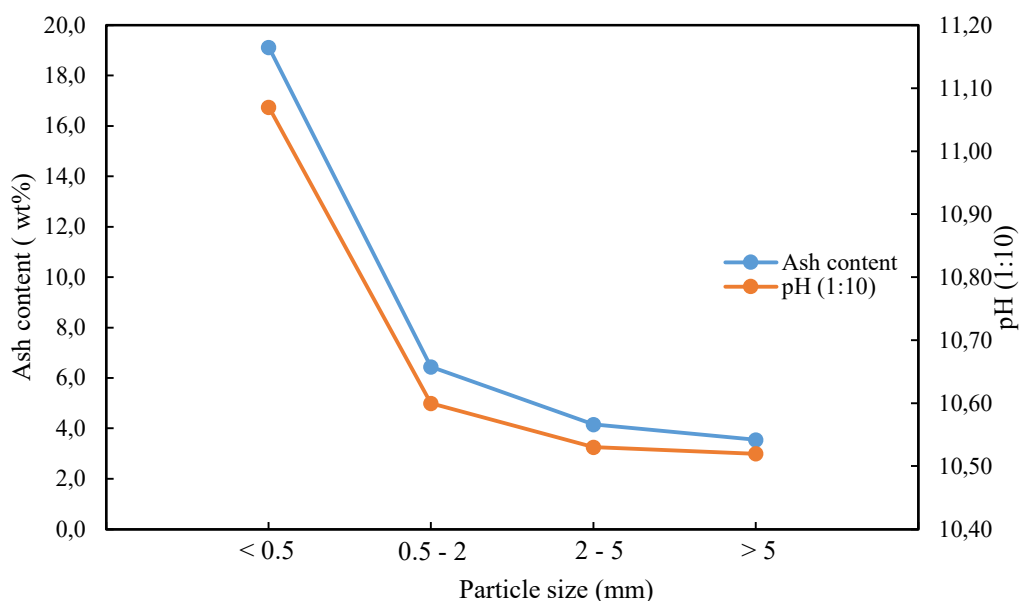
Biochar byl vyroben ve zplyňovacím generátoru na dřevní biomasu. Nejvyšší dosažená teplota byla 750 °C. Odebraný biochar se před analýzami separoval sítí s oky o velikosti 0,5 mm, 2 mm a 5 mm. Metody a experimentální zařízení použité k analýzám jsou popsány v závěrečné práci, viz [6].

3 Výsledky

Po provedení základních analýz bylo zřejmé, že nejodlišnější vlastnosti bude mít frakce částic menších než 0,5 mm. Obsah popela v této frakci (19,1 hm. %) výrazně převyšoval ostatní výsledky (méně než 6,5 hm. %), což zásadně ovlivnilo i její ostatní vlastnosti. Z Obr. 1 je patrné, že vysoký obsah popela měl za důsledek nižší obsah uhlíku, a to ve všech vzorcích. Na Obr. 2 lze vidět, že obsah popela zvyšuje alkalitu vodního výluhu biocharu. I přes vyšší obsah popela a tím pádem i vyšší obsah kovů v nejmenší velikostní frakci byly hodnoty dostatečně nízké, aby byly dodrženy limity pro použití biocharu jako pomocné půdní látky či krmiva.

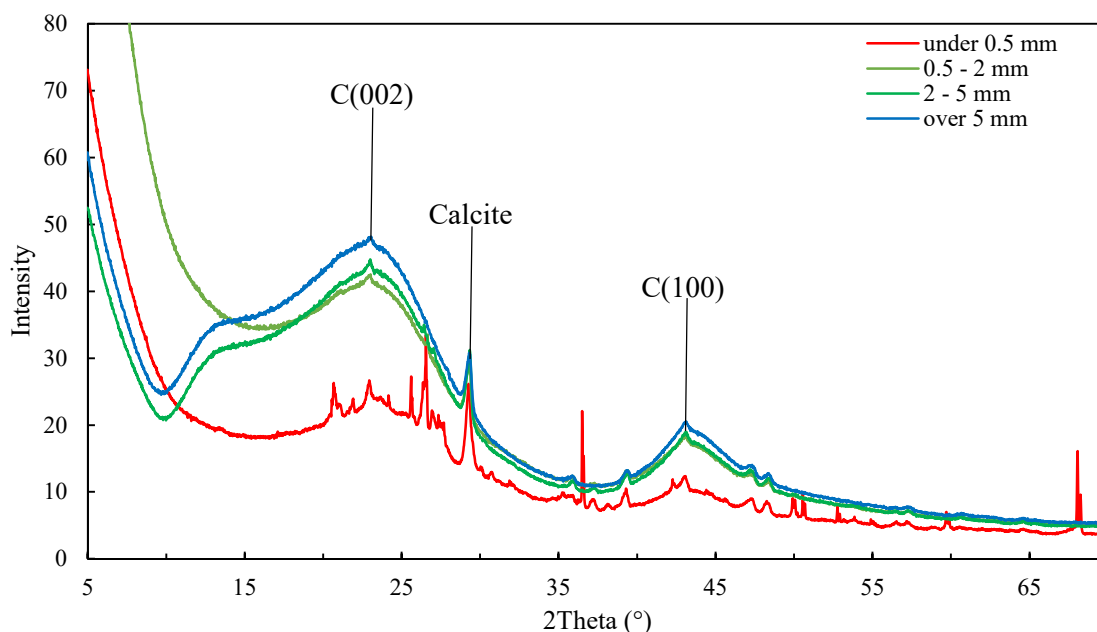


Obr. 1: Obsah popela (hm. %) a uhlíku (hm. %) v různých velikostních frakcích biocharu

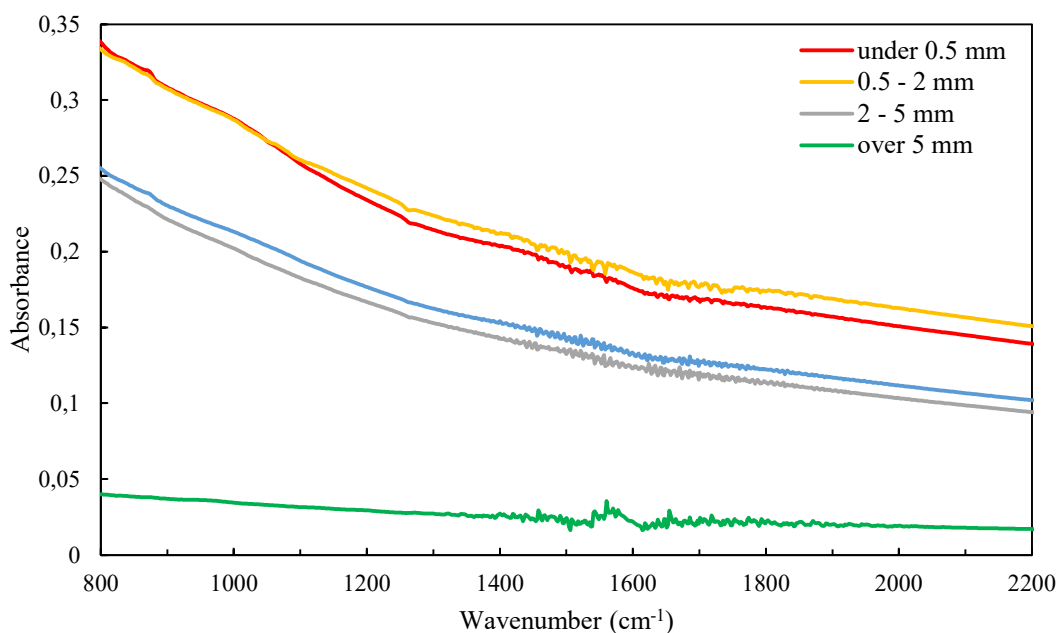


Obr. 2: Obsah popela (hm. %) a pH vodního výluhu v různých velikostních frakcích biocharu

Obsah popela dále ovlivnil i strukturu samotných částic, což lze pozorovat na výsledcích analýz XRD (Obr. 3). Píky C(002) a C(100) spjaté s grafitickou strukturou jsou výrazně méně prominentní a naopak se mnohem více projevují píky částic popela (např. CaCO_3).



Obr. 3: XRD spektra v různých velikostních frakcích biocharu



Obr. 4: FT-IR spektra různých velikostních frakcí biocharu

Vlastnosti, které byly naopak nezávislé na velikosti částic, byly porozita a množství funkčních skupin na povrchu. Porozita částic byla ve všech vzorcích vysoká a pohybovala se od 0,80 do 0,84; viz Tab. 1. Z Obr. 4 je patrné, že na povrchu žádných částic biocharu se nevyskytovaly žádné funkční skupiny. Obě vlastnosti jsou dány provozními parametry výroby biocharu (vysoká teplota, auto-aktivace biocharu), jsou typické pro vysoko-teplotní biochar a jsou potřebné pro zlepšení fyzikálních vlastností půdy a dlouhodobou sekvestrací uhlíku při použití biocharu jako pomocné půdní látky.

Tab. 1: Texturní vlastnosti v různých velikostních frakcích biocharu

Vlastnost	Jednotka	< 0,5 mm	0,5–2 mm	2–5 mm	> 5 mm
Porozita, ε	–	0,83	0,83	0,84	0,80

4 Závěr

Byla zkoumána závislost velikosti částic vysokoteplotního biocharu na jeho vlastnosti pomocí základních i instrumentálních analýz. Velikostní frakce byly vybrány podle reálně používaných velikostí částic v zemědělství. Bylo zjištěno, že nejmenší velikostní frakce má odlišné některé parametry (např. obsah popela), které ovlivňují chemické vlastnosti půd, zároveň si ale zachovává ty parametry, které zlepšují fyzikální vlastnosti půd (porozita).

Poděkování

Práce vznikla díky finanční podpoře projektu Dlouhodobý test aplikace biocharu vyrobeného z odpadní biomasy do zemědělské půdy za účelem řešení problematiky sucha v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech České republiky QK1910056, projektu AV21 – Udržitelná energetika a v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A1_FTOP_2022_001.



Použitá literatura

- [1] POHOŘELÝ, M., A. SEDMIHRADSKÁ, L. TRAKAL a P. JEVIČ. Biochar – production, properties, certification, and utilization | Biochar – výroba, vlastnosti, certifikace, použití. *Waste Forum*. 2019, (3), 197–210.
- [2] FENG, Z, Y SHENG, F CAI, W WANG a L ZHU. Separated pathways for biochar to affect soil N₂O emission under different moisture contents. *Sci Total Environ* [online]. 2018/07/23. 2018, 645, 887–894. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2018.07.224
- [3] HE, Pinjing, Yuhao LIU, Liming SHAO, Hua ZHANG a Fan LÜ. Particle size dependence of the physicochemical properties of biochar. *Chemosphere* [online]. 2018, 212, 385–392 [vid. 2022-03-11]. ISSN 0045-6535. Dostupné z: doi:10.1016/J.CHEMOSPHERE.2018.08.106
- [4] LIU, Zuolin, Brandon DUGAN, Caroline A. MASIELLO, Rebecca T. BARNES, Morgan E. GALLAGHER a Helge GONNERMANN. Impacts of biochar concentration and particle size on hydraulic conductivity and DOC leaching of biochar–sand mixtures. *Journal of Hydrology* [online]. 2016, 533, 461–472. ISSN 00221694. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhydrol.2015.12.007
- [5] EDEH, Ifeoma Gloria a Ondřej MAŠEK. The role of biochar particle size and hydrophobicity in improving soil hydraulic properties. *European Journal of Soil Science* [online]. 2022, 73(1). ISSN 1351-0754. Dostupné z: doi:10.1111/ejss.13138
- [6] SEDMIHRADSKÁ, Anežka. *Functional and Environmental Properties of High-Temperature Biochar*. Prague, 2022. University of Chemistry and Technology.