



národní  
úložiště  
šedé  
literatury

## **Vliv velikosti částic vysokoteplotního biocharu na jeho vlastnosti**

Sedmíhradská, Anežka  
2022

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-519840>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 24.05.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://www.nusl.cz) .



## Vliv velikosti částic vysokoteplotního biocharu na jeho vlastnosti

*Anežka SEDMIHRADSKÁ<sup>1,3</sup>, Sjarhei SKOBLIA<sup>2</sup>, Zdeněk BEŇO<sup>2</sup>, Jaroslav MOŠKO<sup>1,3</sup>,  
Radek FAJGAR<sup>3</sup>, Karel SOUKUP<sup>3</sup>, Michael POHOŘELÝ<sup>1,3\*</sup>*

<sup>1</sup> Ústav energetiky, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

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

<sup>3</sup> 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

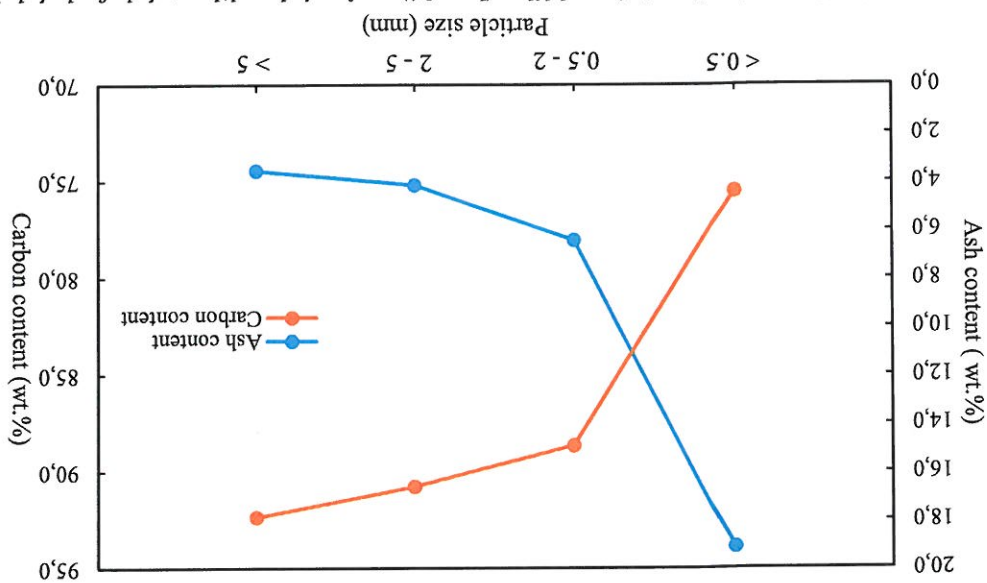
Biochary (pevné zbytky po termochemické přeměně biomasy) můžeme pro zjednodušení rozdělit do tří kategorií podle pyrolýzní teploty dosažené při jejich výrobě. Každá kategorie má své specifické vlastnosti, svoje výhody a nevýhody. Jedná se o nízko-teplotní, středně-teplotní a vysoko-teplotní biochary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

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



Po provedení základních analýz bylo zřejmé, že nejdůležitější vlastností 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 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 nejméně velikostní frakci byly hodnoty dostatečně nízké, aby byly dodrženy limity pro použití biocharu jako pomocné půdní látky či krmiva.

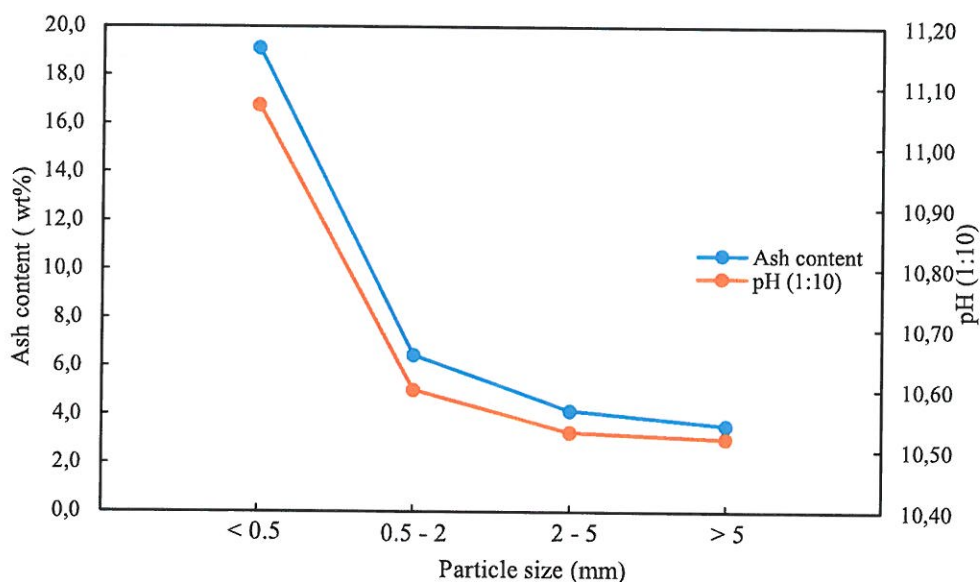
### 3 Výsledky

Biochar byl vyroben ve zplyňovacím generátoru na dřevní biomasu. Nejvyšší dosažená teplota byla 750 °C. Odebraný biochar se před analýzami separoval síty 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].

### 2 Materiál a metody

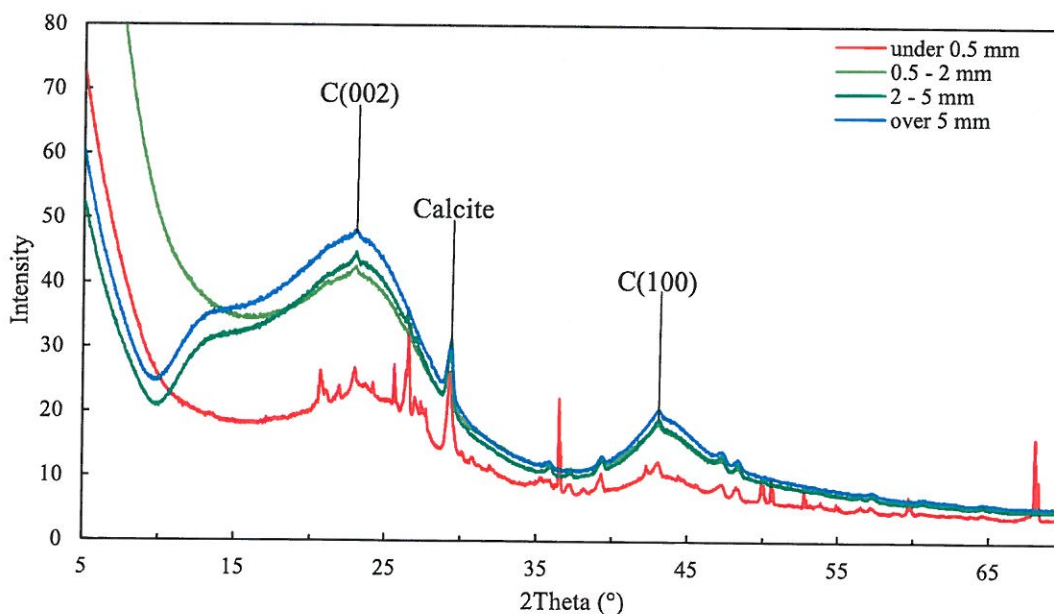
Vlastnosti biocharu se dosud studovaly zejména v závislosti na provozní teplotě generátoru nebo typu použité vstupní biomasy. Zatím pouze několik prací zkoumalo vliv velikosti částic, přestože jde o základní procesní parameter [3–5]. Tato práce si dává za úkol zjistit vlastnosti biocharu v prakticky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





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.  $\text{CaCO}_3$ ).



Obr. 3: XRD spektra v různých velikostních frakcích biocharu

Práce vznikla díky finanční podpoře projektu Dlouhodobý test aplikace biocharu v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech České republiky QK1910056, projektu AV21 – Udržitelná energetika a v rámci projektu Specifického vysokokoškovského výzkumu – projekt č. AI\_FTOP\_2022\_001.

## Poděkování

Byla zkoumána závislost velikosti částic vysokoteplotního biocharu na jeho vlastnosti pomocí základních i instrumentálních analyz. Velikostní frakce byly vybrány podle reálné používaných velikosti 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).

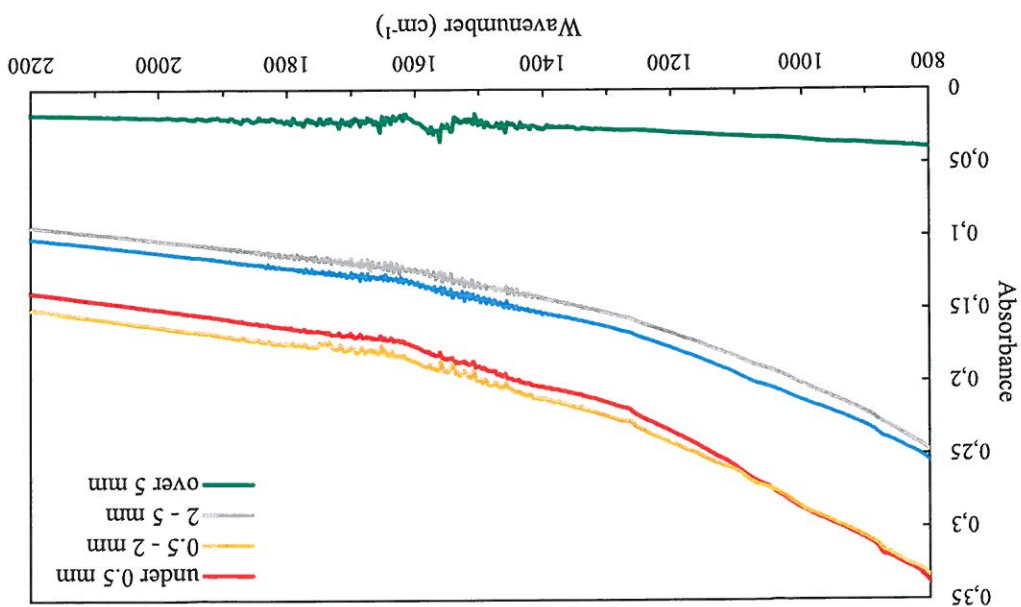
## 4 Závěr

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

Tab. 1: Texturní vlastnosti v různých velikostních frakcích 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 žadných 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 sekvestraci uhlíku při použití biocharu jako pomocné půdní látky.

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



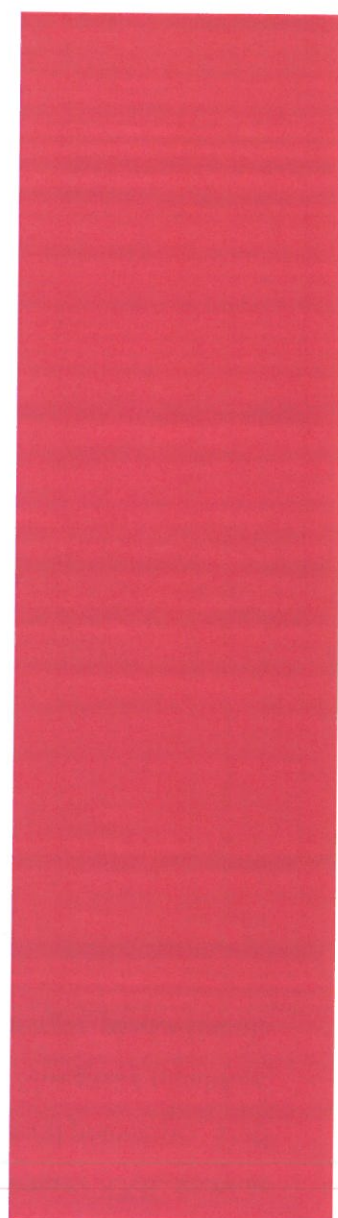
# ENERGIE z BIOMASY XXII

**Sborník příspěvků  
z konference**

**6. – 8.9. 2022**

Lednice, Česká republika

Vysoké učení technické  
Fakulta strojního inženýrství  
Energetický ústav  
Odbor energetického inženýrství



Předkládaná publikace je sborníkem příspěvků z konference Energie z biomasy XXII, která se konala 6. až 8. září 2022 v Lednici. Autoři článků jsou převážně mladi vědeckí pracovníci, kteří působí na výzkumných a akademických pracovištích v České republice a Slovenské republice. Zabývají se zejména problematikou biomasy jako obnovitelného zdroje energie, především ale technickou a ekologickou stránkou jejího využití.

Editori: Martin Lisý, Veronika Kusníková

Vysoké učení technické v Brně, prosinec 2022

*Články nebyly pozmeněny ani neprošly jazykovou úpravou.*

ISBN: 978-80-214-6129-1