

# Výroba nových sorbentů pomocí tepelné degradace odpadní biomasy

Lenka Konopová\*, Radim Kratochvíl\*\*

\*Gymnázium, Ústí nad Labem, Jateční 22, příspěvková organizace

\*\*Střední zahradnická škola Rajhrad, příspěvková organizace

## Abstrakt:

Práce se zabývá dvěma způsoby přípravy biocharu, středněteplotní pyrolýzou a vysokoteplotní pyrolýzou s aktivací vodní parou. Popisujeme rozdíly koncentrací plynu v závislosti na procesu a zároveň strukturu vzniklých pórů. Pyrolyzovaný biochar obsahuje velmi málo pórů, zatím co struktura aktivovaného biocharu má pórovitost větší.

## 1 Úvod

Tato práce se zabývá srovnáváním dvou způsobů výroby biocharu. Při tomto projektu jsme využily fyzikální aktivaci s tím, že jeden vzorek podléhal pouze pyrolýze a druhý byl následně aktivován vodní parou.

Biochar jsou tepelně upravené organické materiály čili materiály, které obsahují uhlík. Mohou obsahovat i atomy jiných prvků, např. vodíku, dusíku, síry, fosforu nebo kyslíku. Při výrobě biocharu se zpracovávají organické odpadní látky např. dřevo, ropa, plast, nejčastěji se však využívají materiály s malým obsahem vody a velkou tvrdostí např. odřezky kokosové kůry u nás lze takto využít různé pecky nebo ořechové skořápky.

K přípravě biocharu se využívá proces pyrolýzy. Pyrolýza je způsob rozkladu materiálu za nepřístupu vzduchu při vysokých teplotách. Materiál se částečně rozkládá a vzniká porézní struktura. Na pyrolýzu může navazovat proces aktivace vzniklého uhlí [1].

Aktivace vede ke zvětšení specifického povrchu materiálu. Je možné je provést aktivaci dvěma typy, fyzikální a chemickou.

Fyzikální aktivace je úprava při zahřátí materiálu na vyšší teploty (nad 800 °C) pomocí vhnění různých plynných látek (vodní pára, oxid uhličitý aj.) do procesu. Druhá, chemická, metoda využívá lázeň zásad (hydroxid sodný aj.), nebo kyselin (kyselina sírová, kyselina chlorovodíková, chlorid zinečnatý aj.), po kterém se však musí promýt destilovanou vodou a následně usušit.

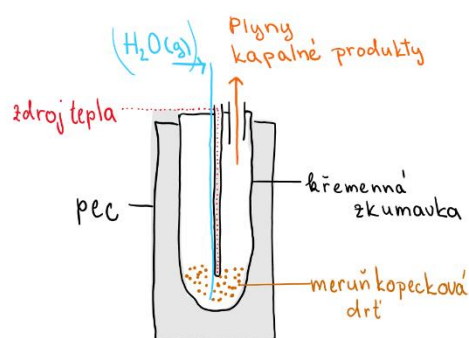
Na konci těchto procesů vzniká materiál s velkým povrchem, nám známé aktivní uhlí. Větší povrch u materiálů je vhodný pro sorpci ostatních prvků. Tuto schopnost můžeme využít nejen v lékařství, ale i např. v vodohospodářství k zachycování různých nežádoucích prvků, např. těžkých kovů [2].

Cílem naší práce je porovnat vlastnosti dvou materiálů. Jeden připravený pyrolýzou a druhý aktivovaný vodní parou a jejich možné využití.

## 2 Analýza vzorků

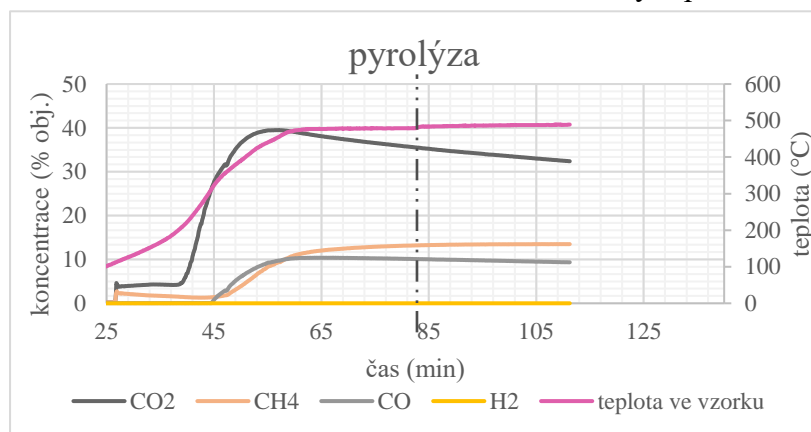
K naší práci jsme zvolili meruňkové pecky, neboť jsou v našich krajinách, na rozdíl od koksových skořápek běžným odpadním materiálem.

Meruňkové pecky se umyjí a nechají vysušit a následně jsou rozemlety ve střížném mlýnu na drť s velikostí kousků pod 3 mm. Množství suché meruňkopeckové drti vložíme do křemenné zkumavky, kterou umístíme do elektricky ohřívané pece (Obrázek 1). Jeden ze vzorků byl zpracován pyrolýzou do teploty 500 °C (bez přístupu vzduchu), druhý byl zpracován také pyrolýzou do teploty 900 °C s následným zplyňováním, čímž rozumíme vhnání aktivačního média, v našem případě vodní páry. Zplyněním vzniknul aktivovaný biochar podobný aktivnímu uhlí.

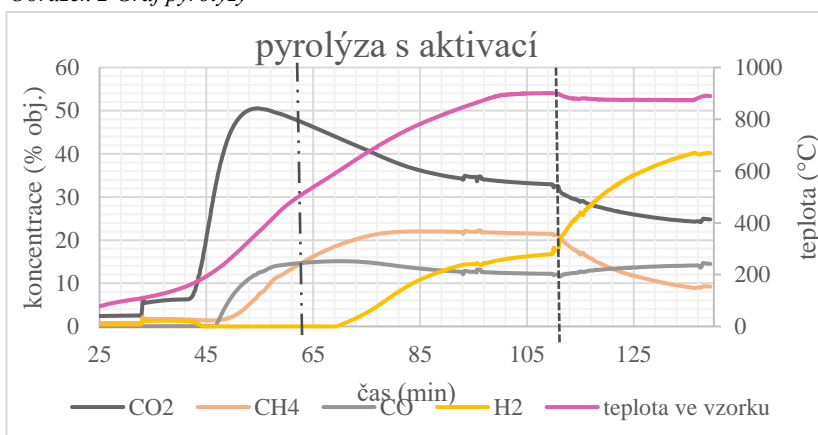


Obrázek 1 Popis aparatury

Z grafu analýzy (Obrázek 2), která probíhala v době pyrolýzy do 500 °C je zřejmé, že největší nárůst probíhá v koncentraci oxidu uhličitého od přibližně 200 °C, při 400 °C dosáhne svého maxima a poté mírně klesá. Metan stoupá od cca 350 °C stejně jako oxid uhelnatý, který má svůj vrchol při přibližně 450 °C. Vodík se v teplotách do 500 °C netvořil. V grafu analýzy pyrolýzy do 900 °C s následnou aktivací (Obrázek 3) jsou vidět značné změny. Hranice 500 °C je v obou grafech vyznačena čerchovanou čarou. Koncentrace vodíku se z dosavadní nuly zvedá, koncentrace metanu za hranicí 500 °C vzroste na rozdíl od koncentrace oxidu uhelnatého, která stagnuje a klesá, koncentrace oxidu uhličitého nadále od 400 °C klesá. Další významné změny přicházejí se zplyněním – přidáním vodní páry, to je v grafu naznačeno čárkovanou čarou. Za ni koncentrace vodíku i oxidu uhelnatého vzroste, na rozdíl od koncentrace oxidu uhličitého nebo methanu, který rapidně klesá.

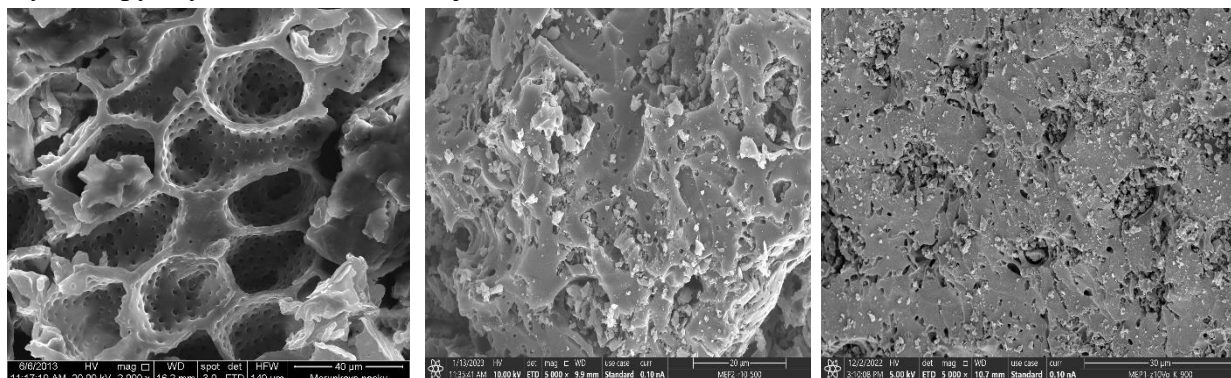


Obrázek 2 Graf pyrolýzy



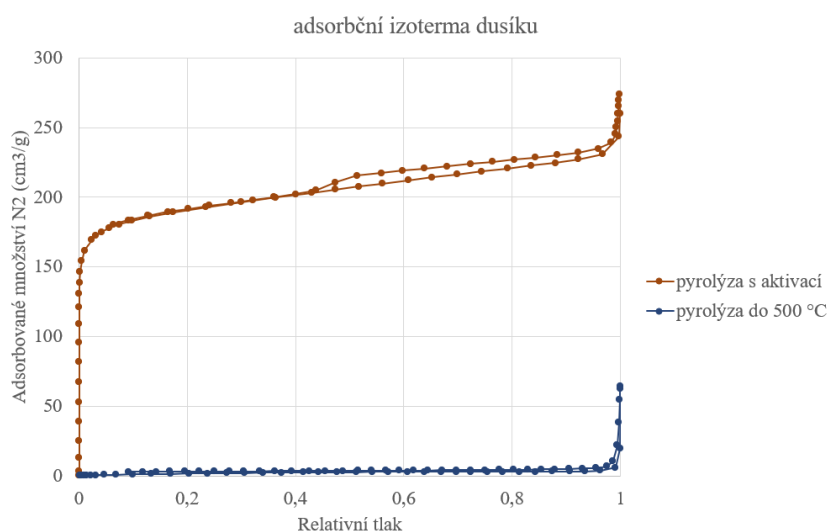
Obrázek 3 Graf pyrolýzy s aktivací

Výtěžek pyrolyzovaného biocharu je 27,7 % a aktivovaného biocharu 20,2 %.



Obrázek 4 Obrázky ze skenovacího elektronového mikroskopu a) meruňkové pecky b) m. pecky po pyrolýze c) m. pecky po pyrolýze a aktivaci vodní parou

Struktura jednotlivých materiálů je vidět na obrázcích z elektronového mikroskopu (Obrázek 4). Meruňkové pecky mají pravidelnou strukturu. Struktura meruňkových pecek, které prošly procesem pyrolýzy do teploty 500 °C mají hrubší strukturu a menší pórovitost, na rozdíl od materiálu, který prošel pyrolýzou do teplot 900 °C s aktivací, ten má dobře vyvinutou pórovitou strukturu.



K určení objemu pórů materiálů se využívá adsorbční izoterma dusíku [3]. Pyrolyzované a aktivované meruňkové pecky jsou porovnány na Obrázku 5. Pyrolyzované meruňkové pecky jsou téměř neporézní (izoterma se pohybuje v blízkosti osy x), zatímco aktivovaný biochar je s převahou mikropórů (do 2 nm) a menším množstvím mezopórů (2–50 nm).

Obrázek 5 Adsorbční izoterma dusíku

### 3 Závěr

V práci porovnáváme vlastnosti biocharu připraveného dvěma způsoby. Neaktivovaný biochar vznikl pyrolýzou do 500 °C, aktivovaný biochar pyrolýzou a následnou aktivací vodní parou při 900 °C. Aktivovaný biochar se vyznačuje větším objemem pórů a lépe vyvinutou porézní strukturou. Pyrolyzovaný biochar je téměř neporézní materiál.

## Poděkování

Děkujeme za odborné vedení práce Ing. Olze Bičákové, Ph.D. a Ing. Mgr. Martině Švábové, Ph.D.

## Reference

- [1] POHOŘELÝ, Michael, Anežka SEDMIHRADKSÁ, Lukáš TRKAL a Petr JEVÍČ. Biochar – výroba, vlastnosti, certifikace, použití. Waste forum. 2019, 2019(3), 14.
- [2] Biochar jako půdní aditivum? [online]. Praha: Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů [cit. 2023-06-20]. Dostupné z: <https://katedry.czu.cz/storage/214/4e7a5692-biochar-jako-pudni-aditivum.pdf>
- [3] THOMMES, Matthias, Katsumi KANEKO, Alexander V. NEIMARK, James P. OLIVIER, Francisco RODRIGUEZ-REINOSO, Jean ROUQUEROL a Kenneth S.W. SING. Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). Pure Appl. Chem. 2015, 2015, 19.