



## **Aplikace biocharu:**

*možnost jak snižovat svojí uhlíkovou stopu*

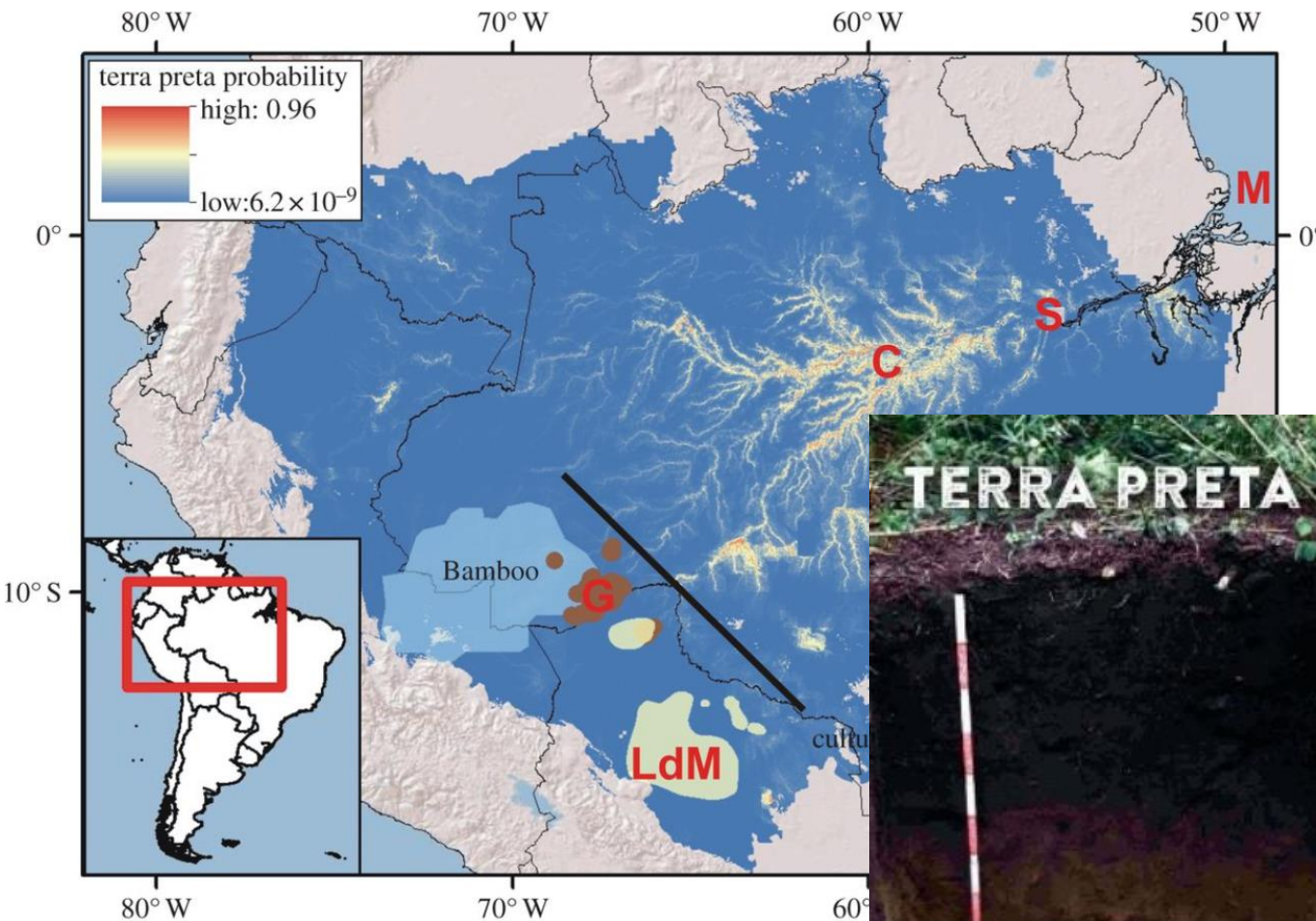




# Co je to BIOCHAR?



## Amazonian dark earth (ADE)

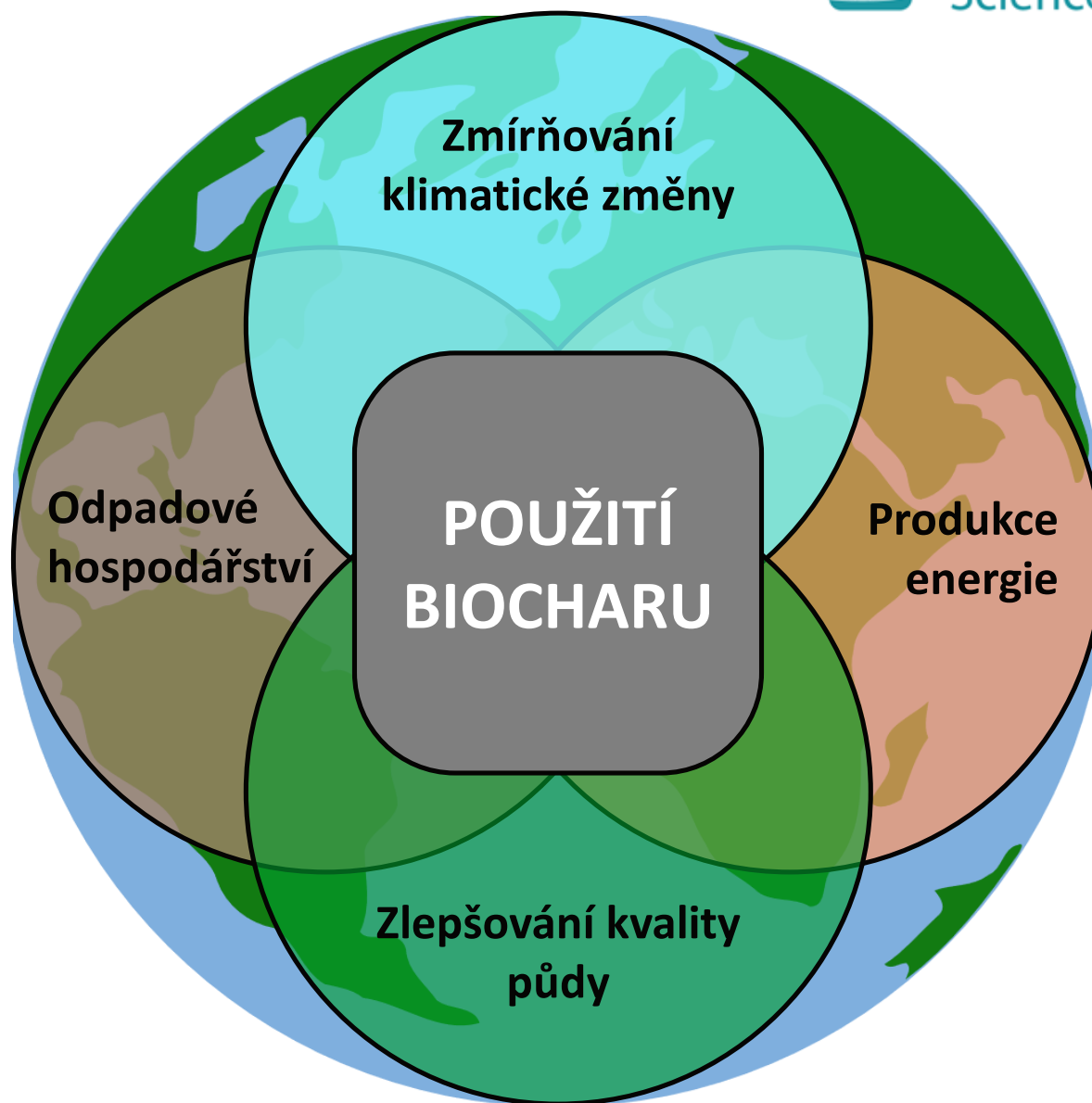




# Definice biocharu

- Pevný materiál získaný tepelným rozkladem biomasy v prostředí s omezeným přístupem kyslíku (pyrolýza).
- Díky svým jedinečným vlastnostem by mohl být **biochar** vhodným opatřením pro současné globální výzvy, jako jsou negativní dopady **sucha** a projevy **eroze půdy**.





**Sociální, environmentální a ekonomický benefit**



# Pyrolýza

## *Karbonizace (pomalá pyrolýza)*

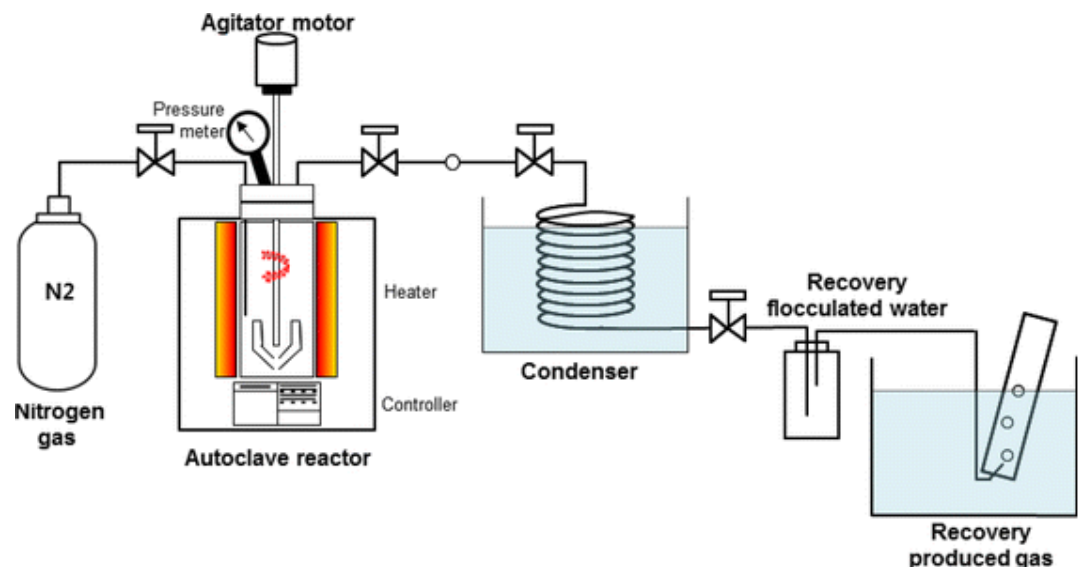
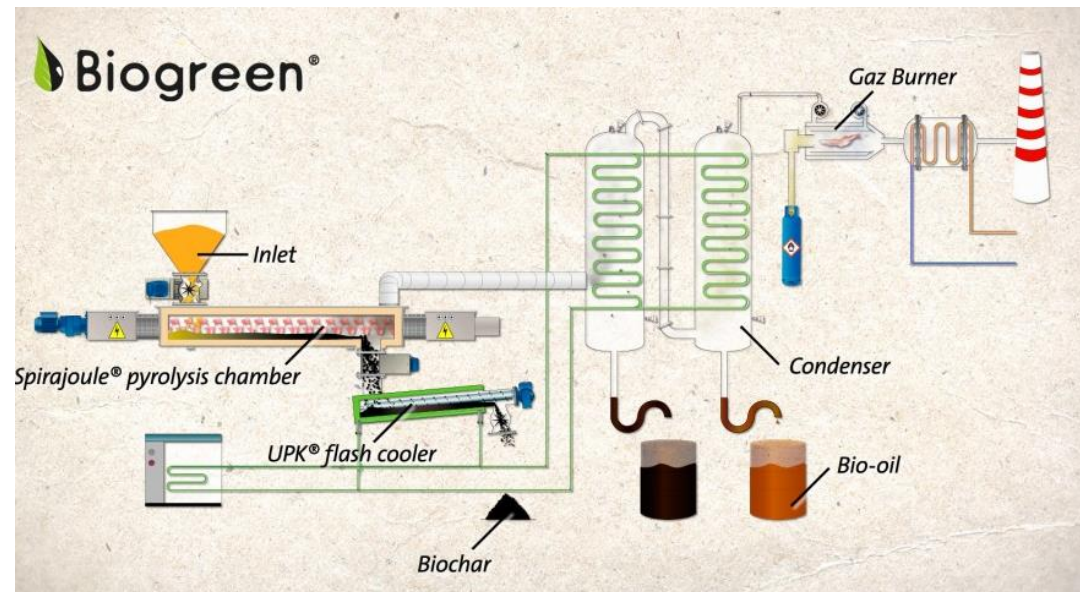
- nejčastěji používaná technologie
- doba zdržení cca 2 hodiny
- výtěžek biocharu (až 35%)

## *Hydrotermální karbonizace*

- pyrolýza biomasy při teplotě 180–300 °C ve vodě po dobu 30 minut až 16 hodin pod tlakem
- výtěžek až 70% hydrocharu

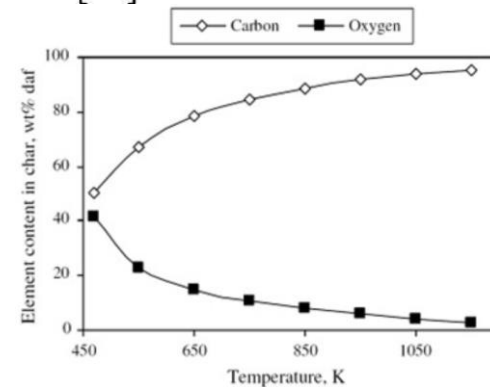
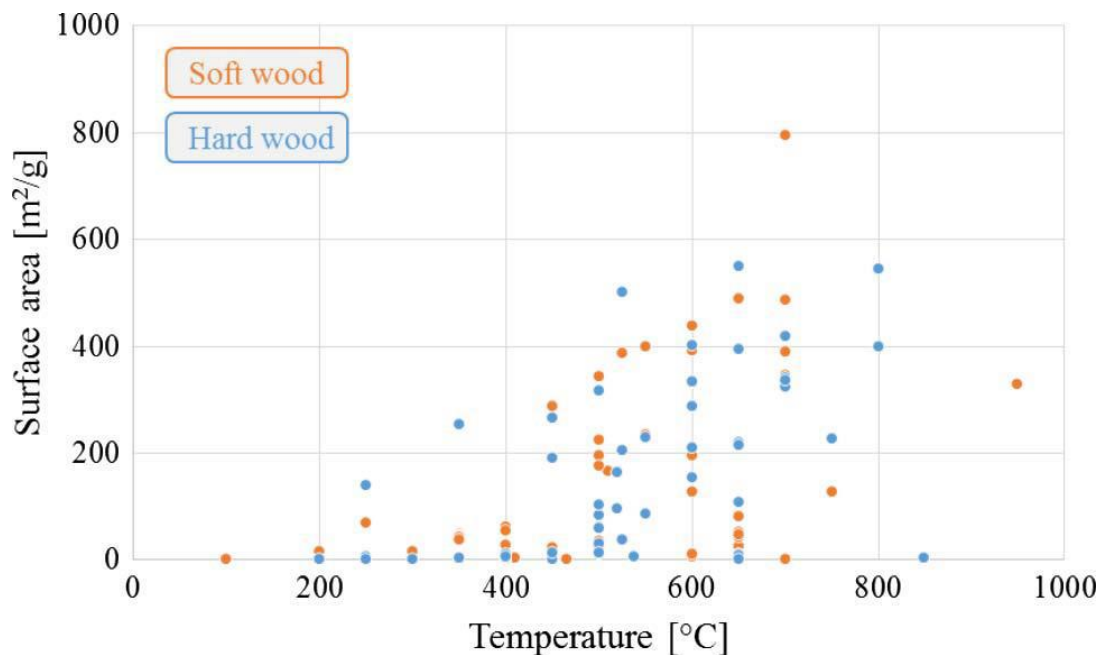
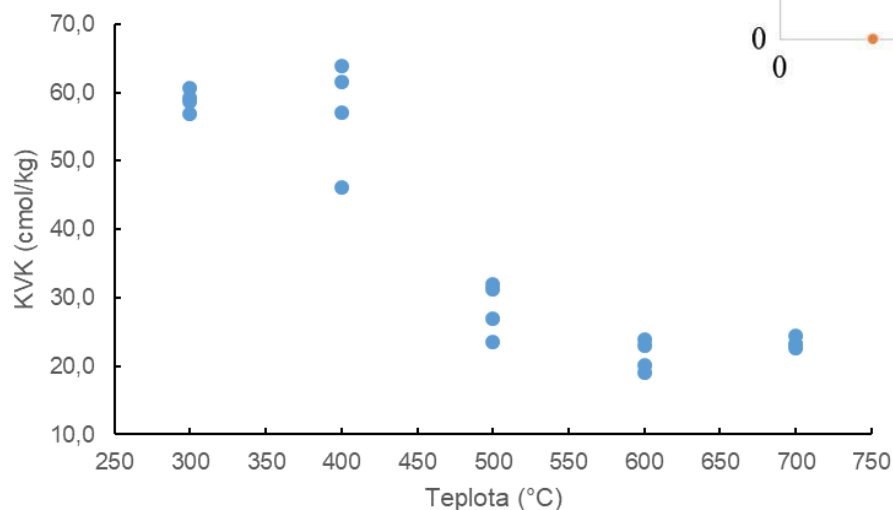
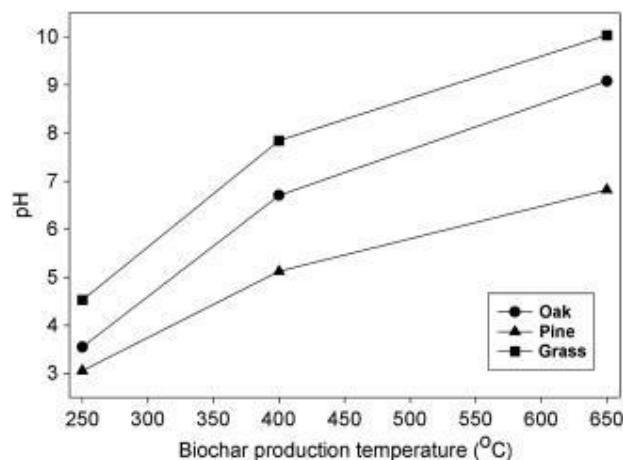
## *Rychlá pyrolýza; zplyňování*

- Krátká doba zdržení (maximálně několik minut)
- Výtěžek biocharu do 10%; vysoká produkce plynu





## Vlastnosti biocharu a jejich závislost na teplotě pyrolýzy



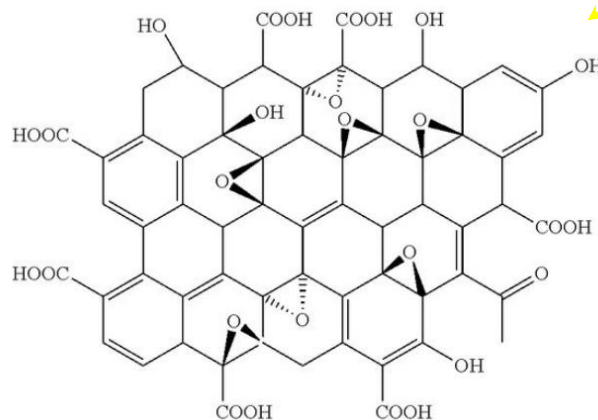
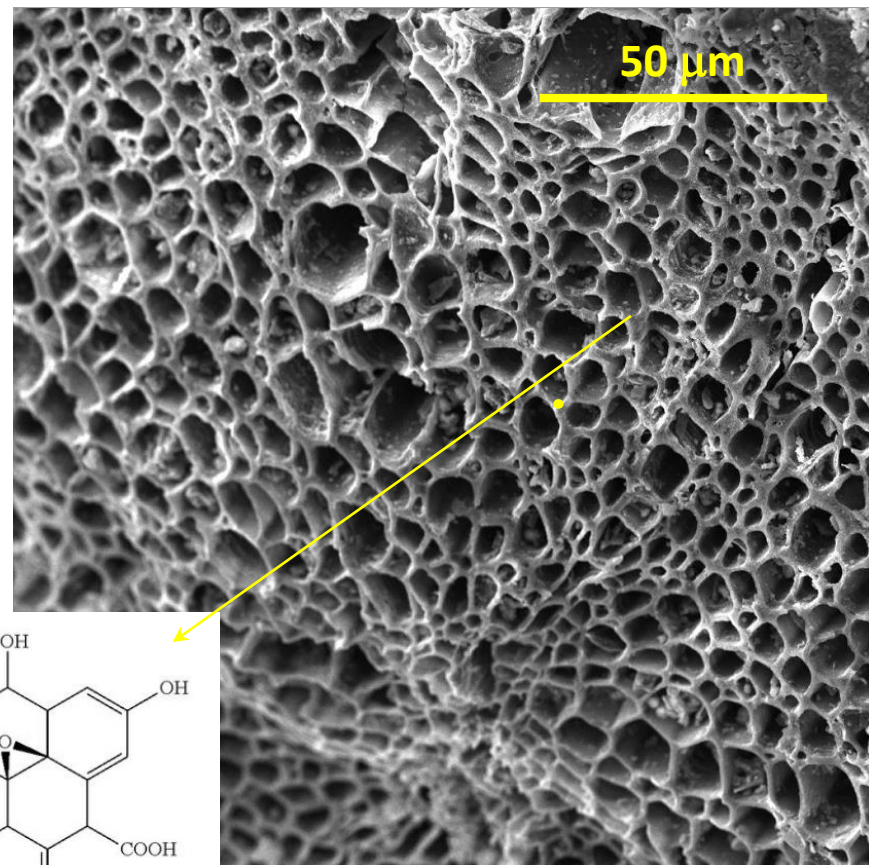


## „Pyrolýza po domácku“



## Biochar pod mikroskopem...

- Porézní materiál
- Vysoký specifický povrch (cca  $X00 \text{ m}^2/\text{g}$ )
- Přítomnost funkčních skupin
- Zásadité pH (7 – 12)
- Vysoké hodnoty KVK ( $10 - 40 \text{ cmol kg}^{-1}$ )



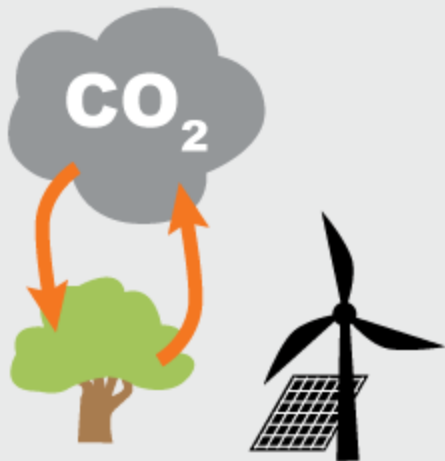


# Pozitivní účinky aplikace biocharu



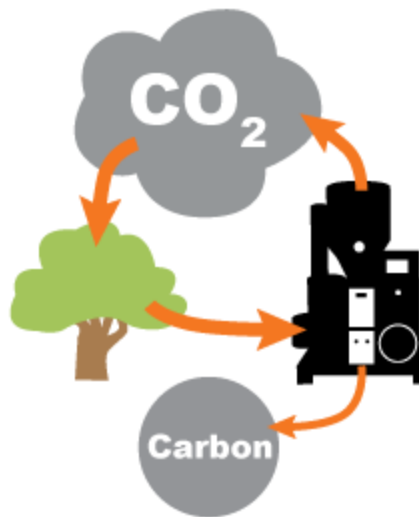
## Zpracování bioodpadu za snížených emisí $\text{CO}_2$

CARBON NEUTRAL



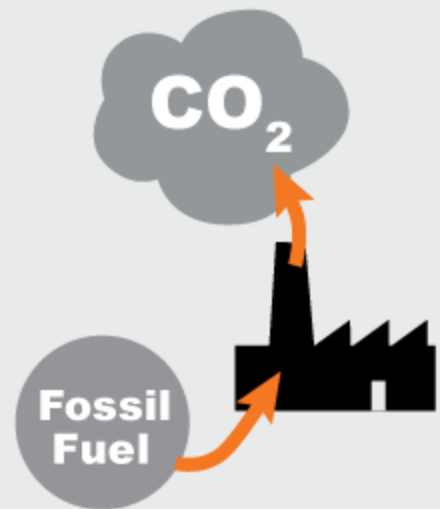
Water, Wind, Solar

CARBON NEGATIVE



Biomass with  
Biochar Sequestration

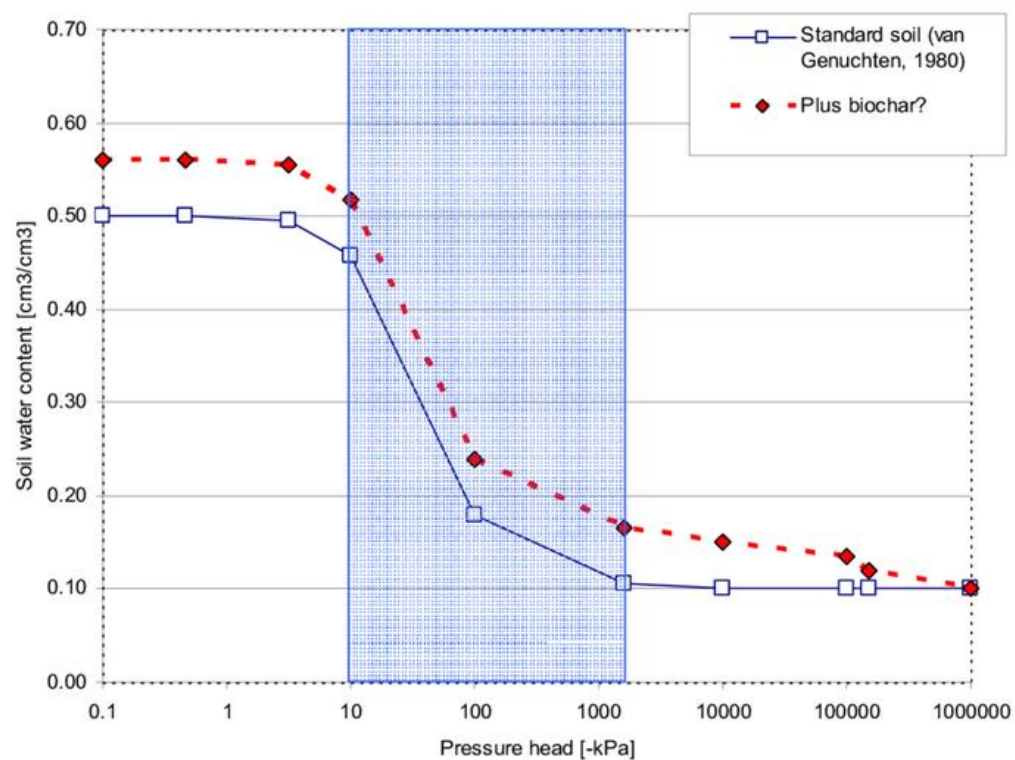
CARBON POSITIVE



Coal, Gas & Oil



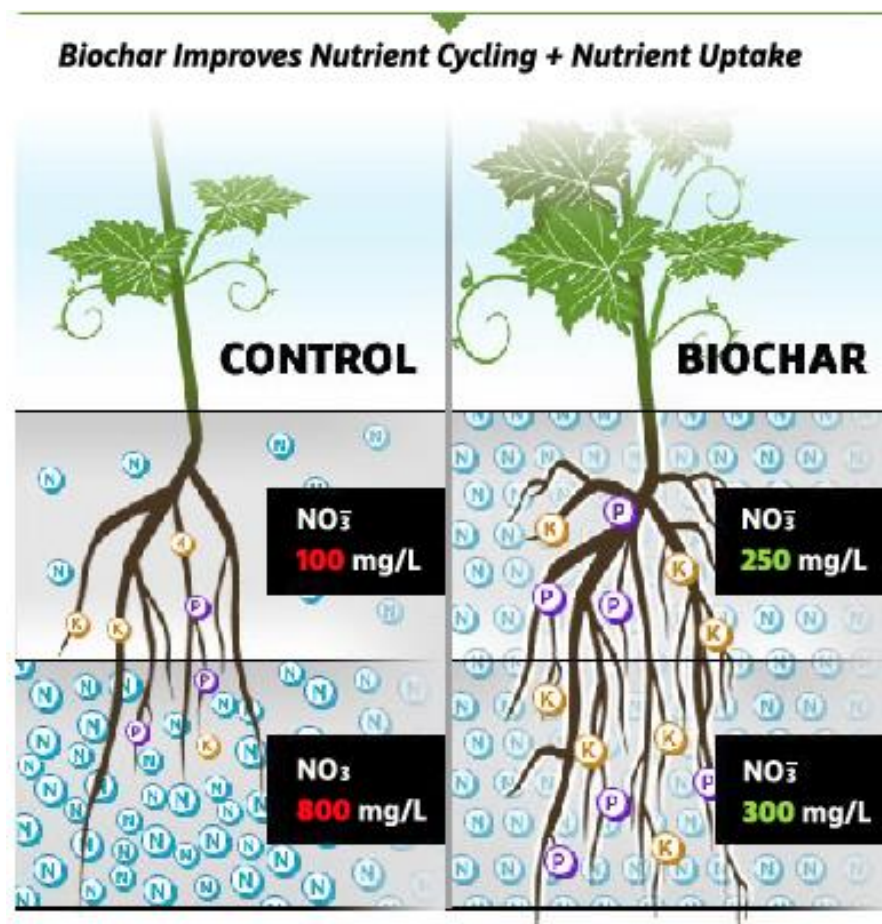
## Zvyšování retenční schopnosti půdy



 PLANT AVAILABLE WATER

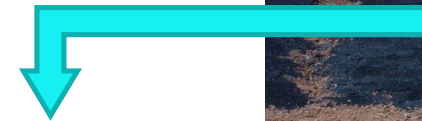


## Menší aplikace hnojiv díky lepší retenci a distribuci živin

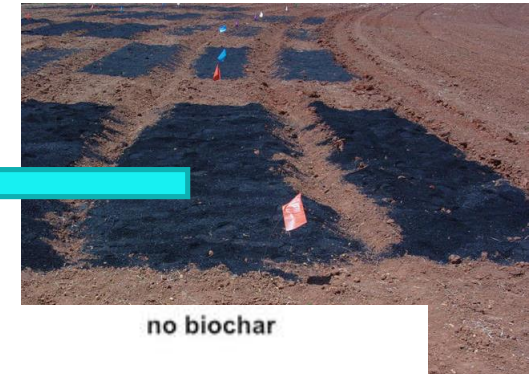




## Zvýšení produkce pěstovaných plodin



with biochar



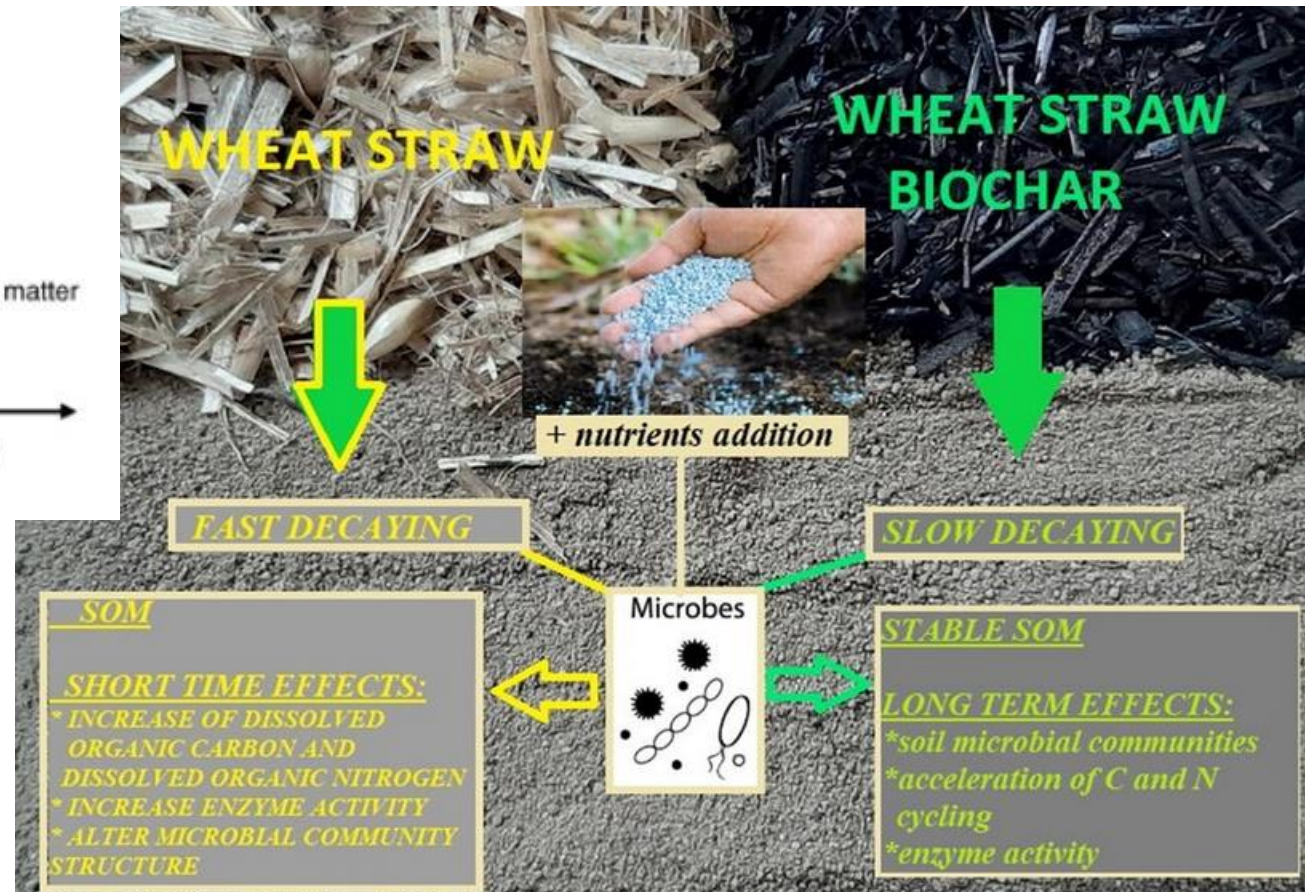
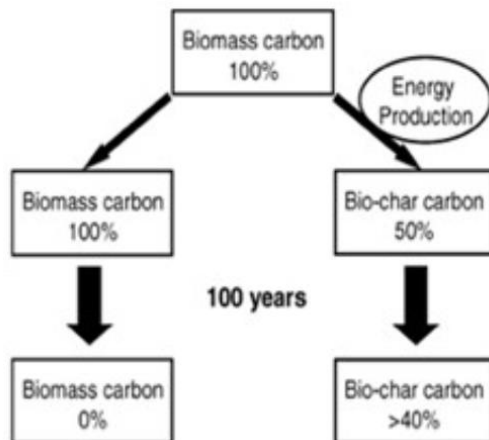
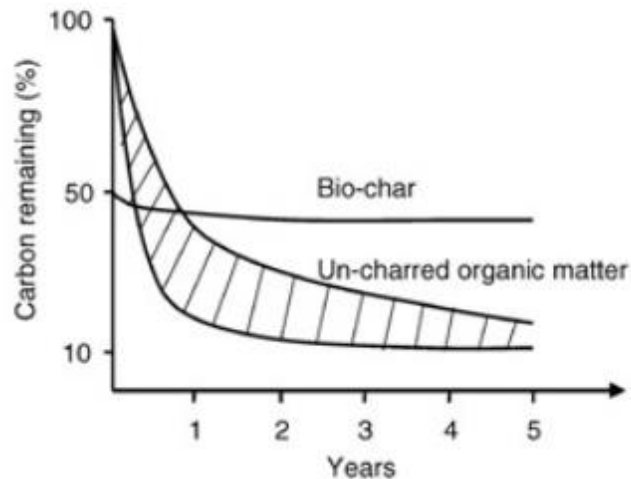
no biochar



Corn Field Trial, Virginia Tech University

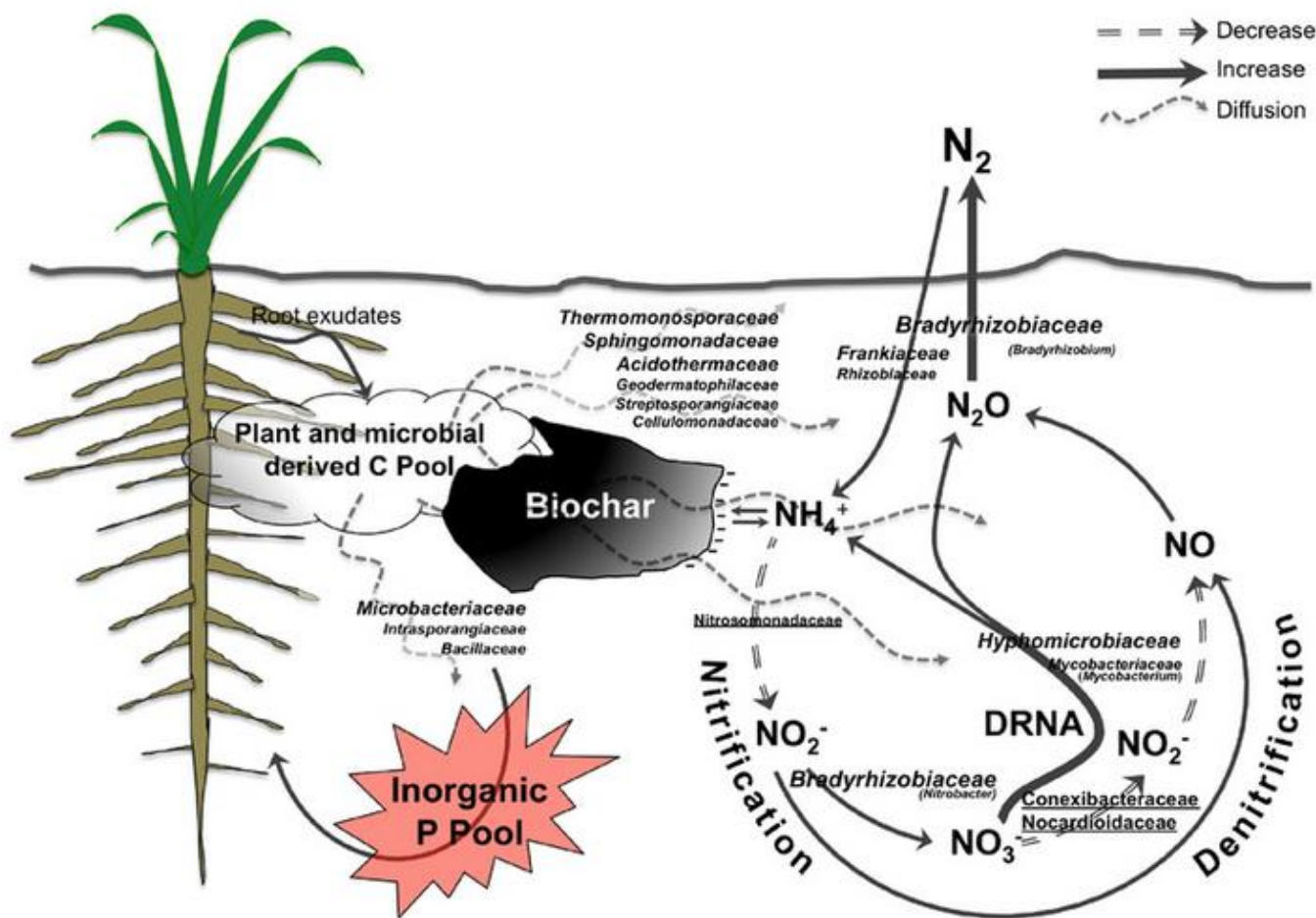


## Vyšší stabilita v půdě



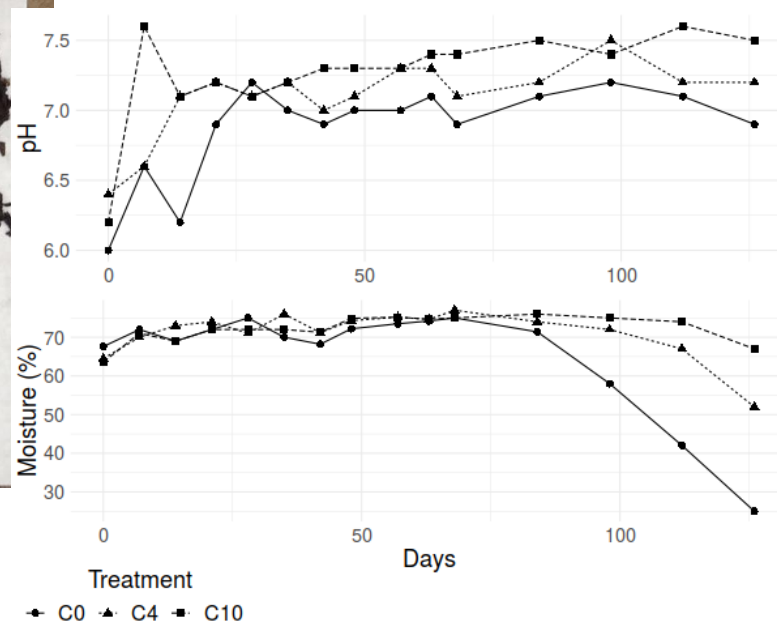
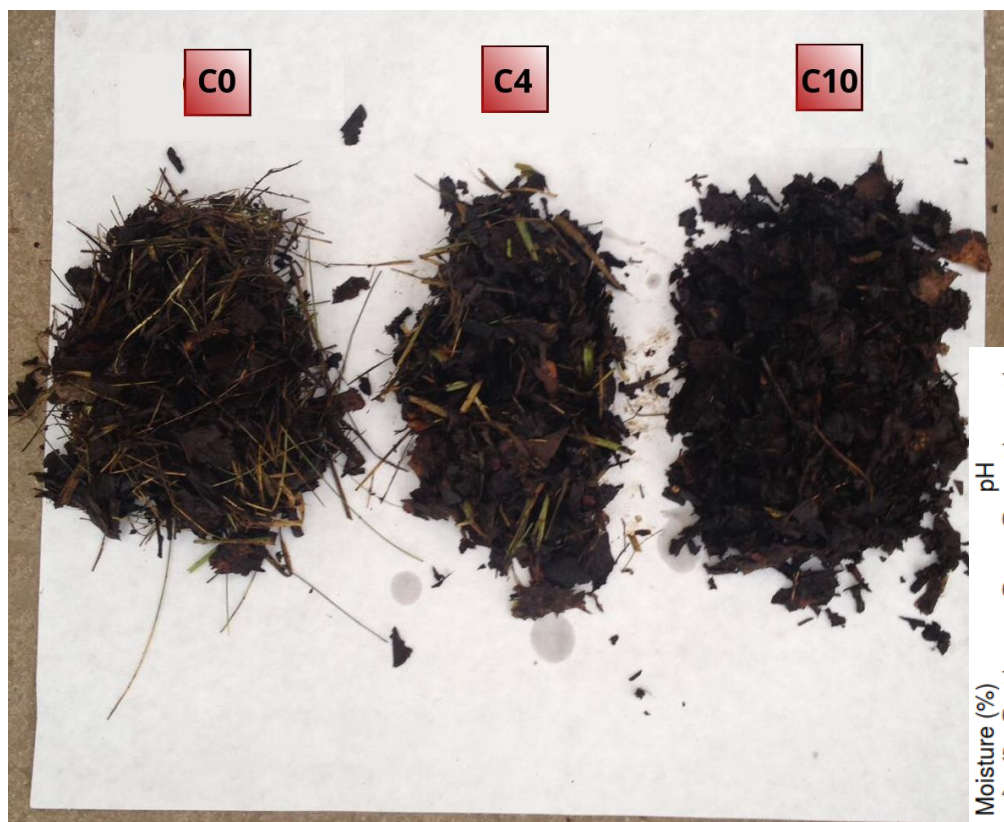


## Zvyšuje půdní diverzitu (mikrobiální aktivitu)



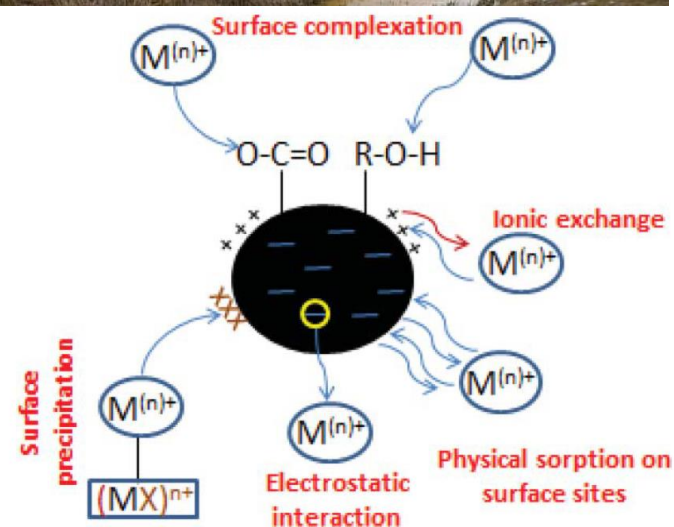


## Urychluje kompostovací proces





# Významná sorpce kontaminantů na povrch biocharu





# Oblasti využití biocharu v rámci ČZU

## Průmysl

- Výroba tepla a energie
- Biochar jako biosorbent
- Biochar v urbánních oblastech

## Zemědělství

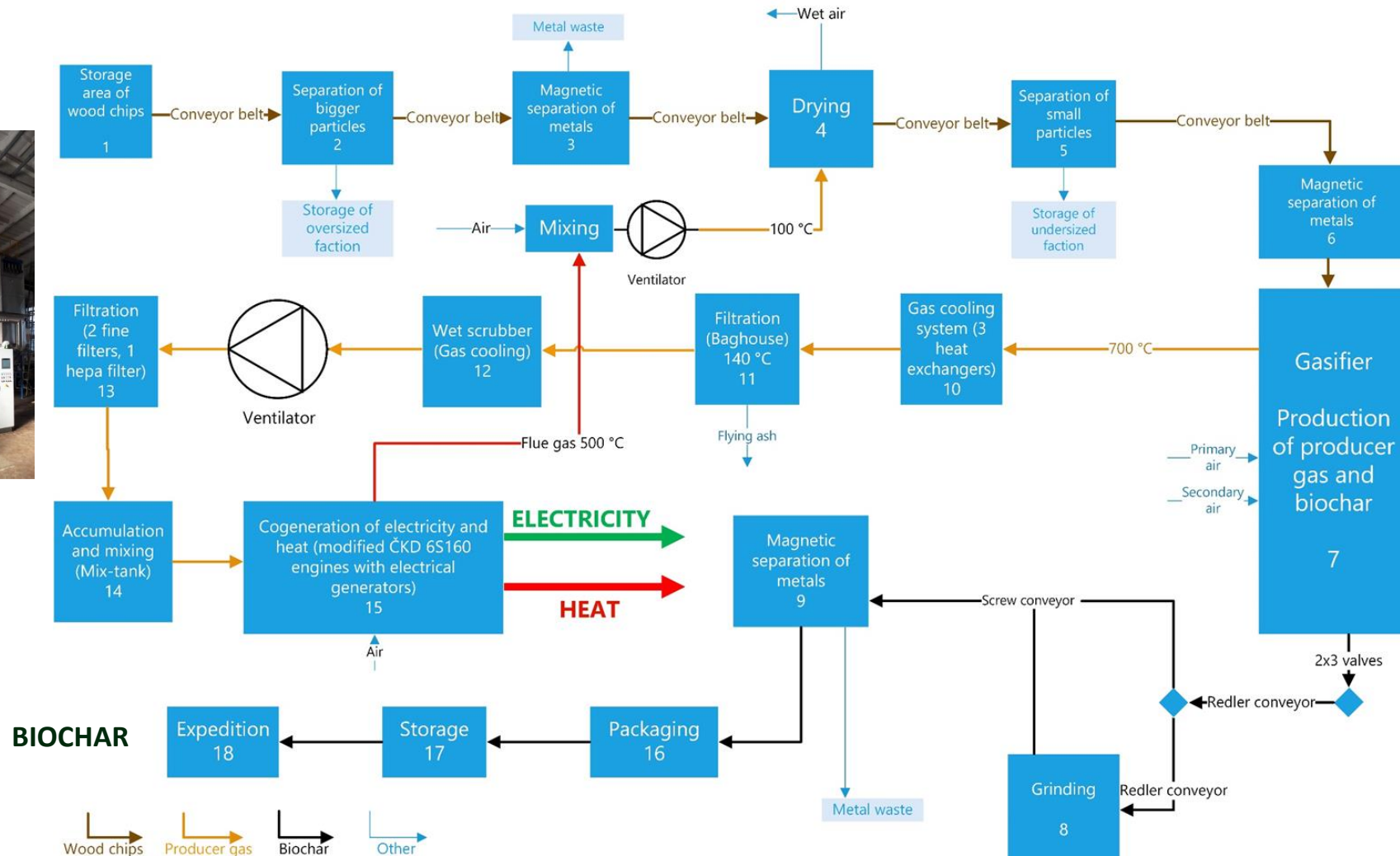
- Zemědělská půda
- Vinice
- Zahradnictví (kompost)
- Lesnictví
- Chov hospodářských zvířat



# Biochar v průmyslu



# Výroba tepla a energie z bioodpadu (i jiného odpadu)





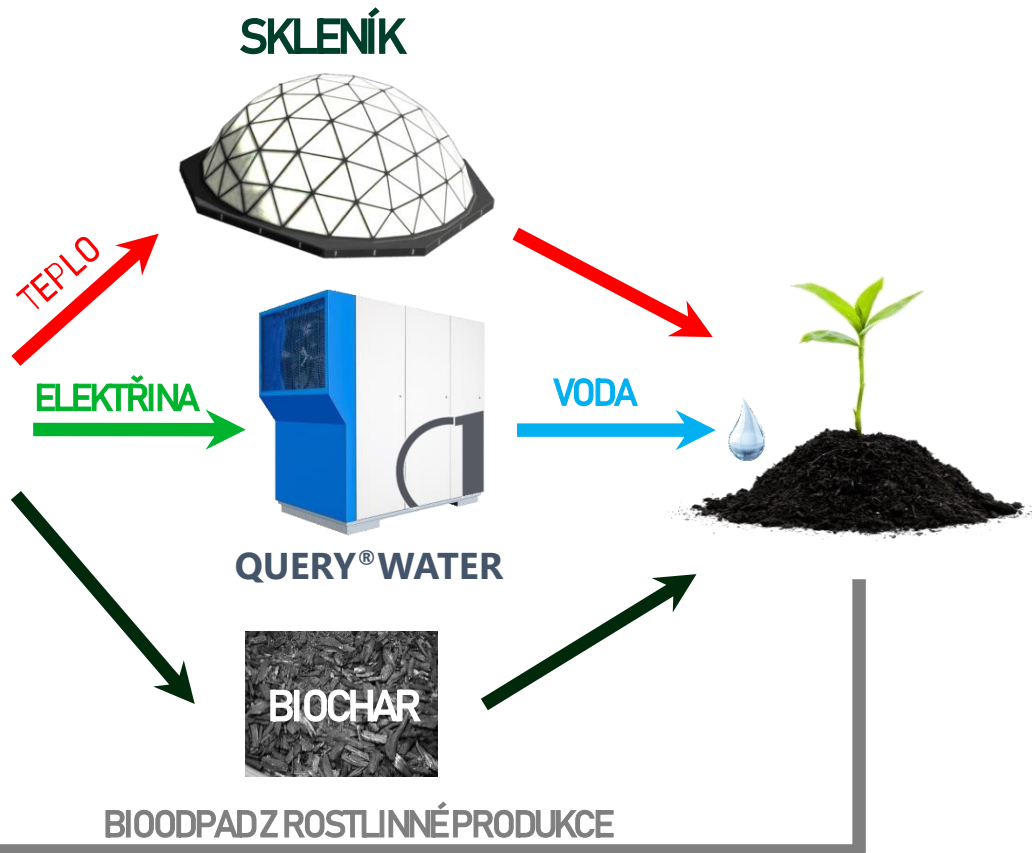
# Výroba tepla a energie z bioodpadu (i jiného odpadu)

## QUERY®WATER

- Patentovaná technologie pro výrobu čisté pitné vody přímo ze vzduchu
- Jednotky kondenzují vodu absorbováním okolního vzduchu do rosného bodu (vhodné také pro oblasti s nízkou vlhkostí)



DŘEVNÍ ŠTĚPKA

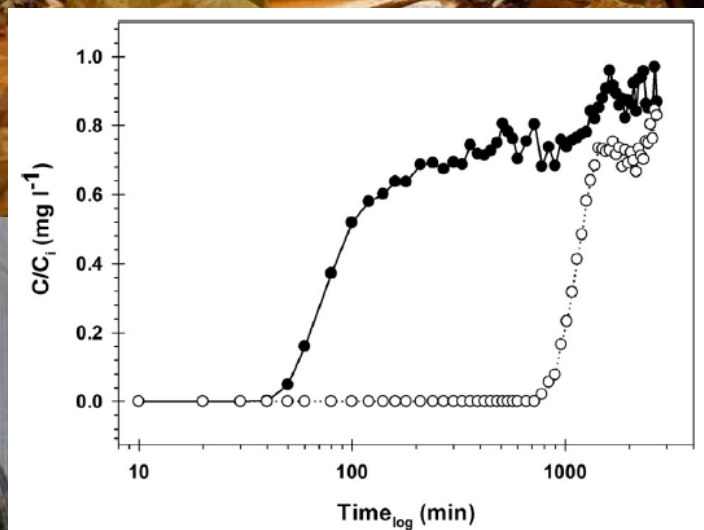
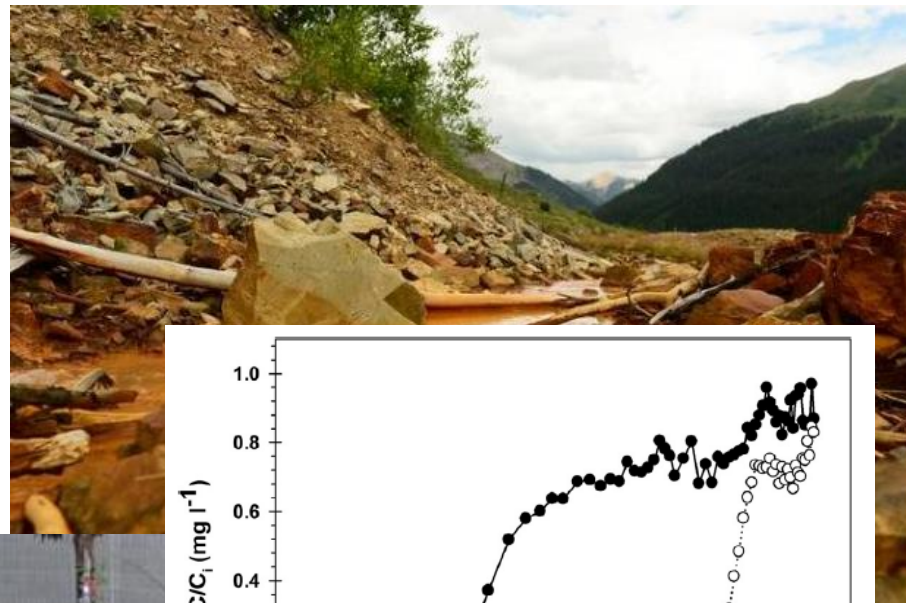




## Biochar jako biosorbent

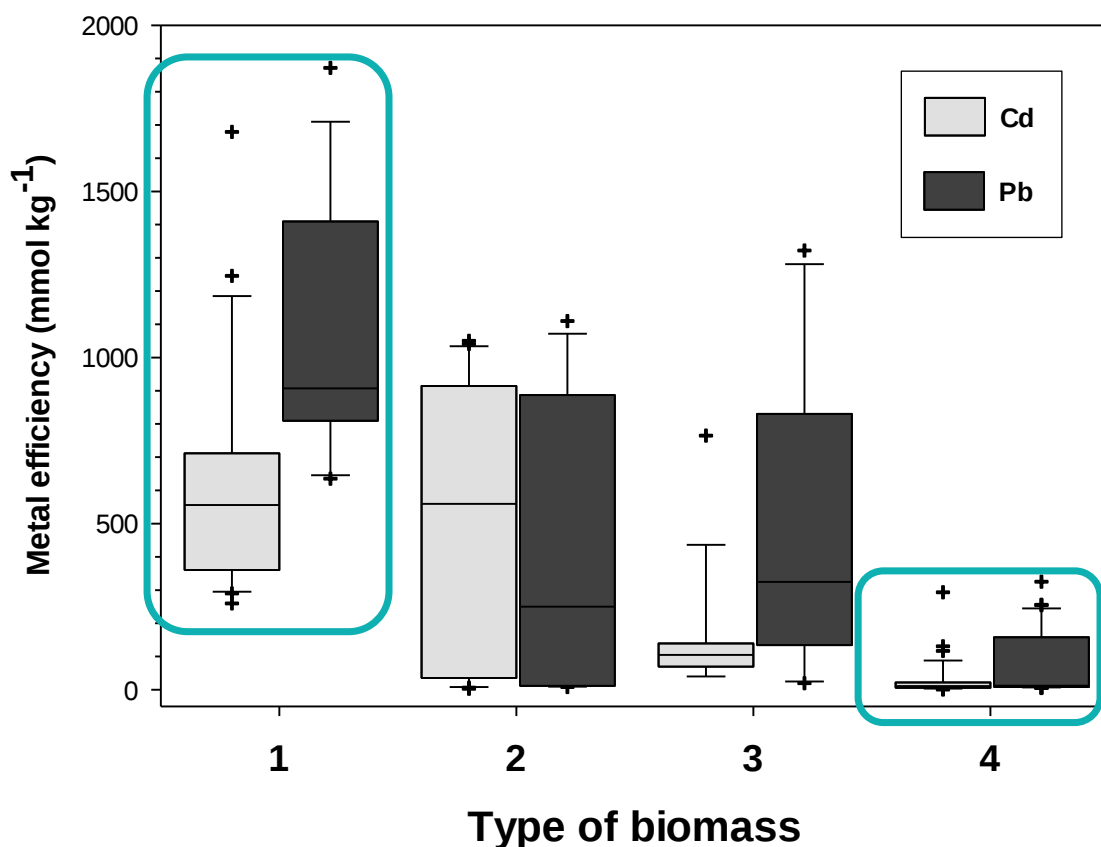
- Ideální řešení pro úpravu kyselých důlních vod (z těžebních oblastí) díky jejich alkalickému pH
- Vysoká sorpční účinnost
- Některé modifikace biocharu ještě zvyšují výslednou účinnost

***Vhodné pro sorpci kovů!!!***





## Biochar jako biosorbent na odstraňování kovů/metaloidů

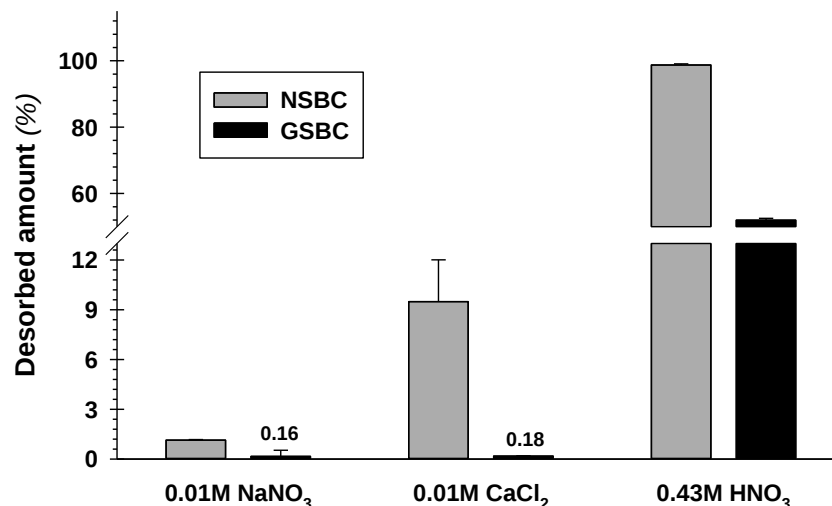
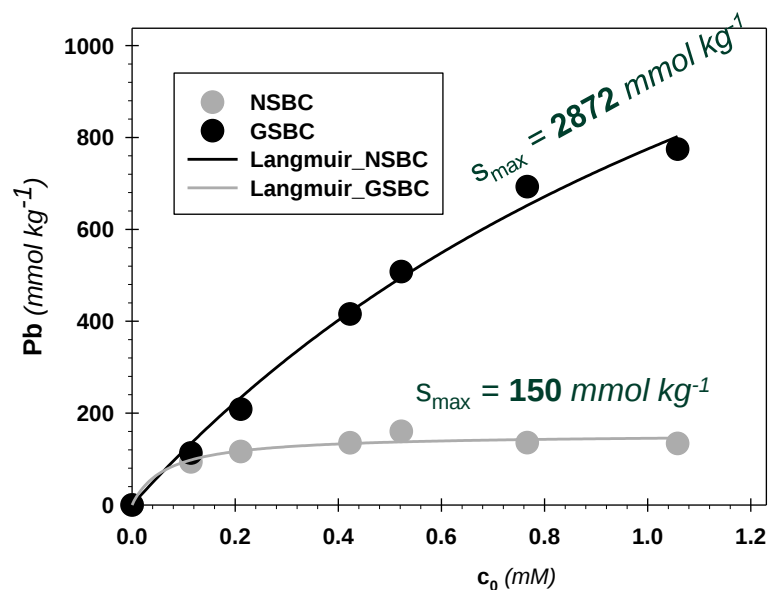


### Agroodpad:

1. **Prvkově bohatá biomasa** (*hroznový odpad, rostliny, zelený odpad, pomerančové kůry atd.*)
2. **Chlévská mrva**
3. **Slámová biomasa** (*pšenice, rákos a další vysoké trávy, cukrová třtina atd.*)
4. **Biomasa s vysokým obsahem ligninu** (*dřevní štěpka, slupky od ořechů, pecky, atd.*)



## Biochar jako biosorbent na odstraňování kovů/metaloidů



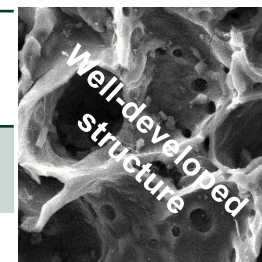
### (1) Element-rich-biomass



#### Grape stalks biochar **GSBC**

| BET<br>( $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ ) | pH<br>(-) | CEC<br>( $\text{mmol kg}^{-1}$ ) |
|---------------------------------------|-----------|----------------------------------|
| 72.0                                  | 10.0      | 402                              |

### (4) High-lignin-biomass



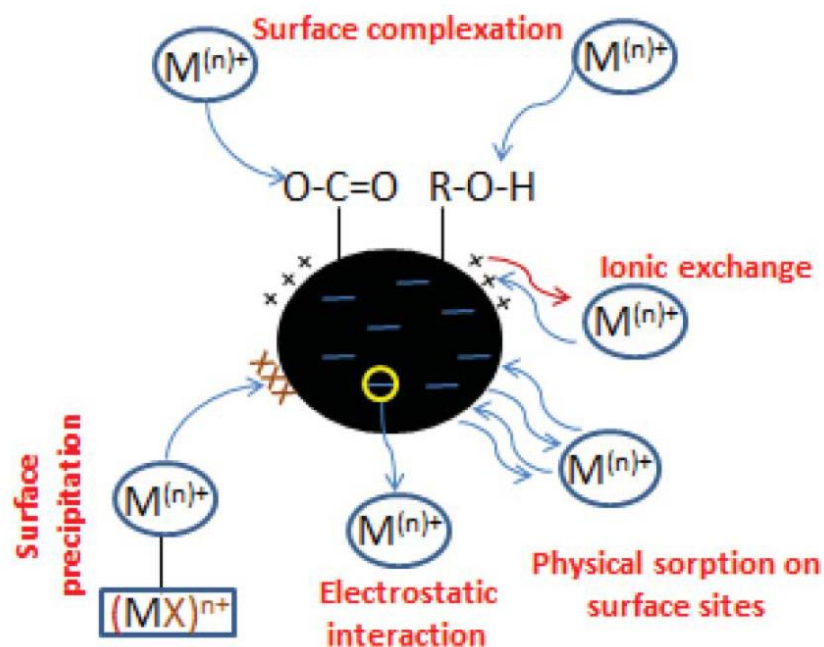
#### Nut shells biochar **NSBC**

| BET<br>( $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ ) | pH<br>(-) | CEC<br>( $\text{mmol kg}^{-1}$ ) |
|---------------------------------------|-----------|----------------------------------|
| 465                                   | 8.63      | 84.4                             |



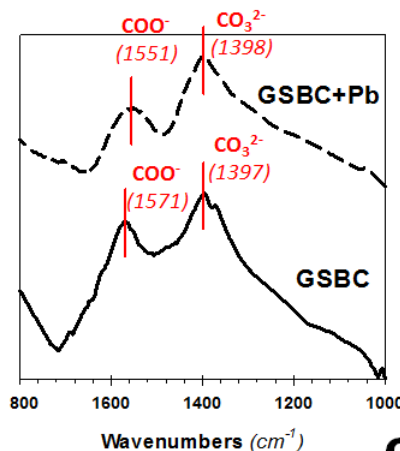


# Biochar jako biosorbent na odstraňování kovů/metaloidů



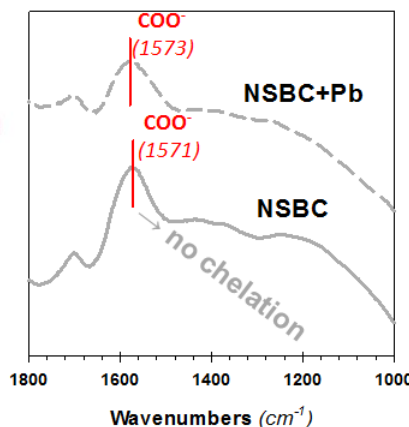
Inyang et al. (2016); Trakal et al. (2014b).

## FTIR

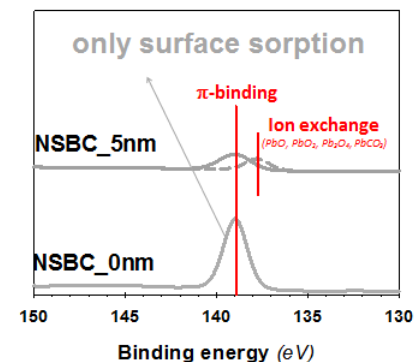
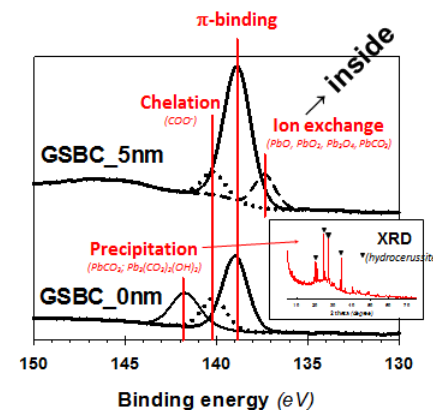


GSBC

NSBC

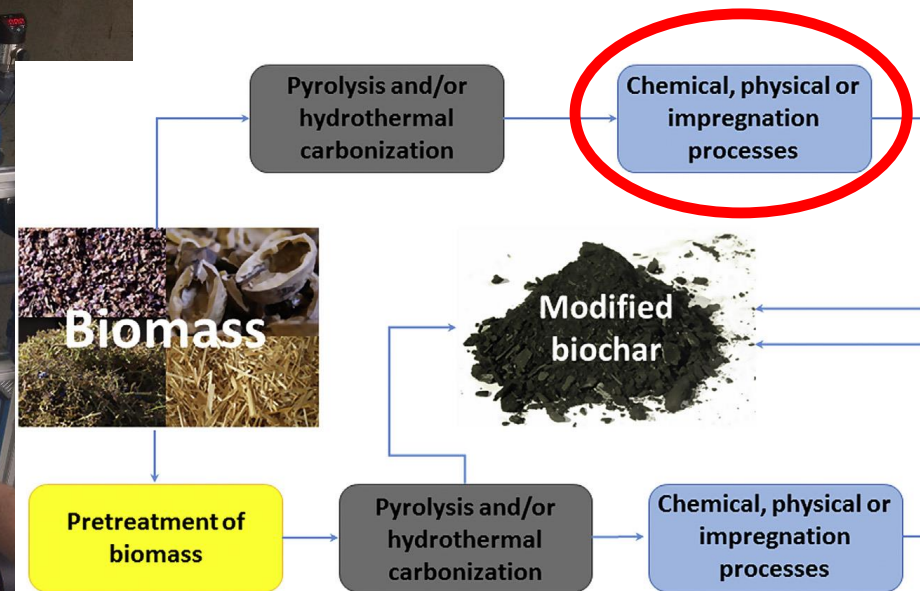
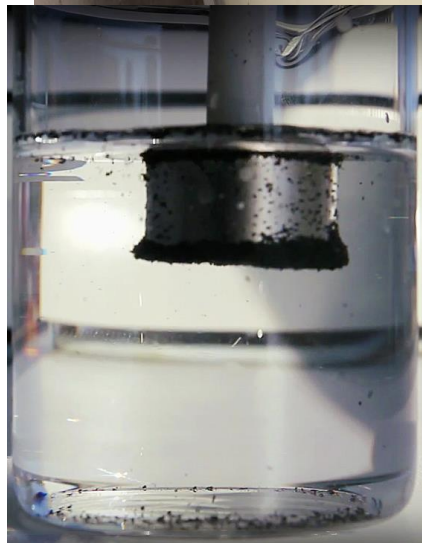


## XPS

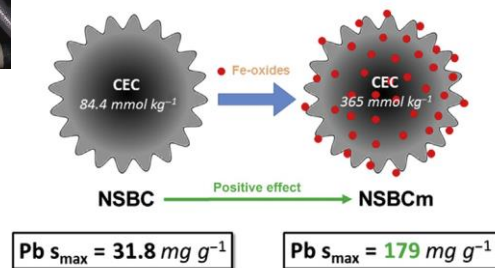




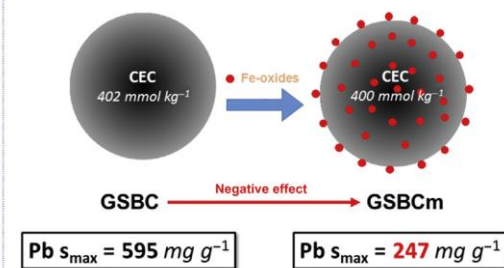
# Biochar jako biosorbent na odstraňování kovů/metaloidů



Biochar with well-developed structure



Biochar with poorly developed structure





## Biochar v urbánních oblastech

### Zelené střechy a veřejná zeleň

- Chladicí účinek měst
- Zadržování dešťové vody
- Nižší požadavek na péči o tyto oblasti
- Výroba biologického odpadu

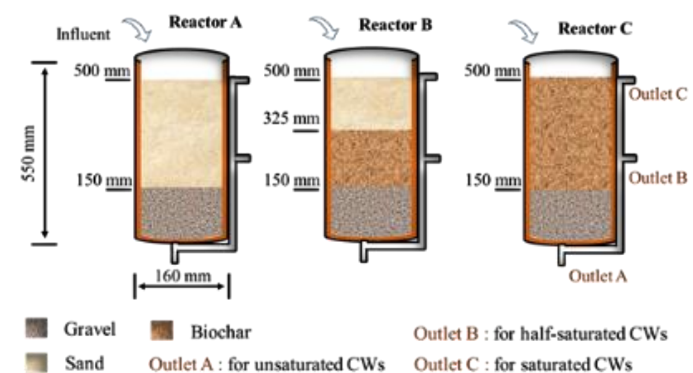
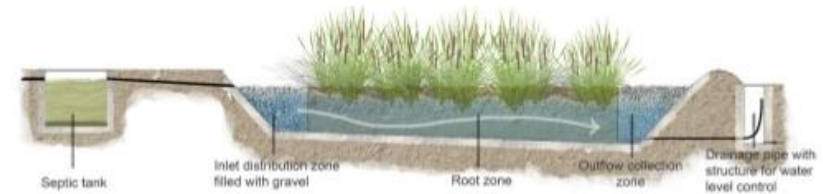




## Biochar v urbánních oblastech

### Mořadní systémy

- Ekologické čištění odpadních vod
- Využití biologického odpadu pocházejícího z mokřadů  
Výroba stabilního organického materiálu
- Snížení emisí CO<sub>2</sub>
- Využití biocharu jako filtru





# Biochar v urbánních oblastech – čištění šedých vod



## Běžné kontaminanty šedých vod:

| Substance     | Function                            | Structure                                     |
|---------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Methylparaben | Preservative, antifungal agent      | <chem>COOC(=O)c1ccc(O)cc1</chem>              |
| Triclosan     | antibacterial and antifungal agent  | <chem>Oc1cc(Cl)cc(oc2cc(Cl)cc(Cl)c2)c1</chem> |
| Benzotriazole | Corrosion inhibitor                 | <chem>c1ccc2c(c1)c3ccccc3nn2</chem>           |
| Diclofenac    | nonsteroidal anti-inflammatory drug | <chem>O=C(O)c1ccc(cc1)Nc2cc(Cl)ccc2Cl</chem>  |



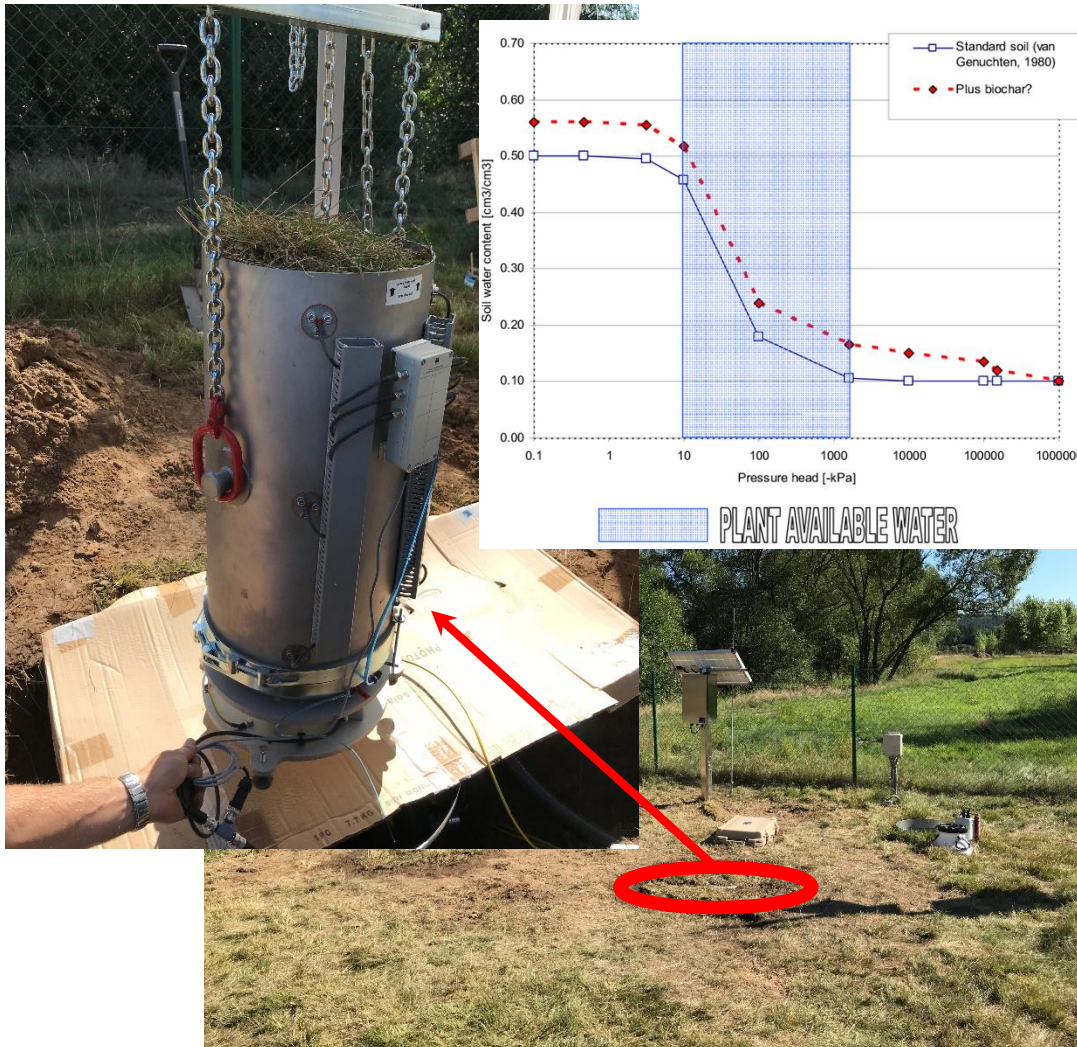
Czech University of Life Sciences Prague

Faculty of Environmental  
Sciences

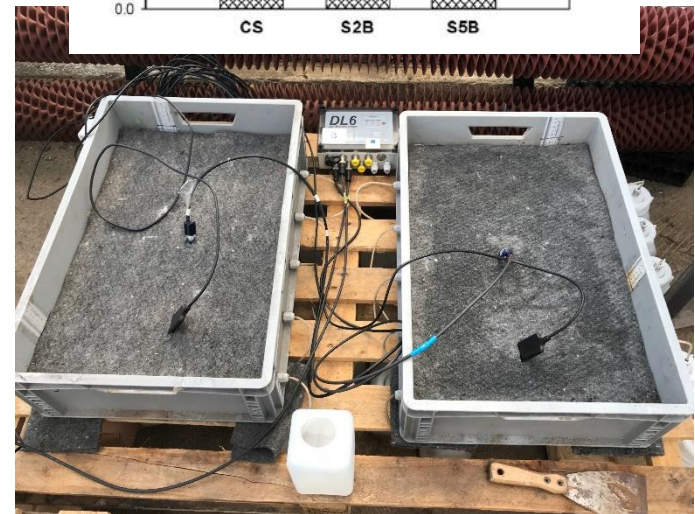
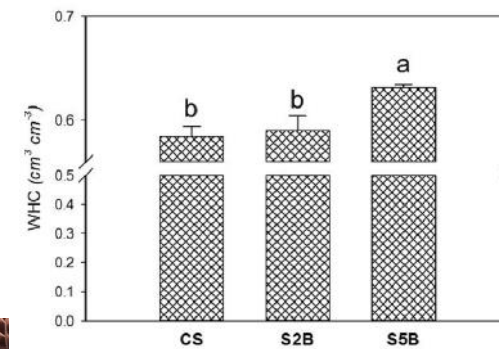
# Biochar v zemědělství



## Biochar v půdě – experimentální měření



Water holding capacity values at saturation





## Biochar v půdě – experimentální měření

### Experimenty s půdou:

- Retenční křivky a  $K_s$ ; izotopy  $^2\text{H}$  a  $^{18}\text{O}$
- Odběry půdní vody a analýzy nutrientů (+ kontaminantů)
- Měření půdní respirace (mikrobiální aktivita –  $\text{CO}_2$  +  $\text{N}_2\text{O}$ )

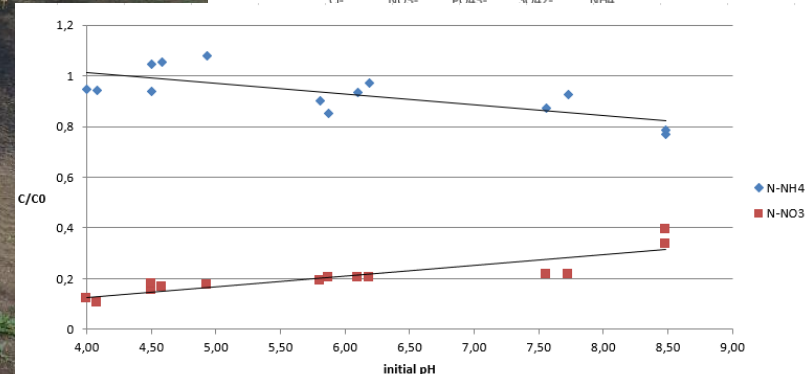
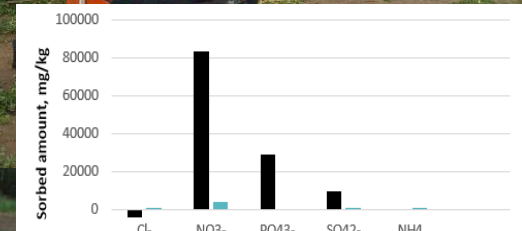
### Experimenty s rostlinami:

- Sledování fyziologických parametrů
- Prvkové analýzy rostlin
- Stresové analýzy rostlin (proteiny, aminokyseliny)



## Biochar v půdě – polní aplikace

- Sorpce živin pomocí biocharu
- Vhodné také pro  $\text{NO}_3^-$
- Vhodné půdní aditivum = snížení dávky aplikovaných hnojiv
- Namáčení biocharu (zabránění „primárního odsávání vody z půdy“ a prašnosti během aplikace)





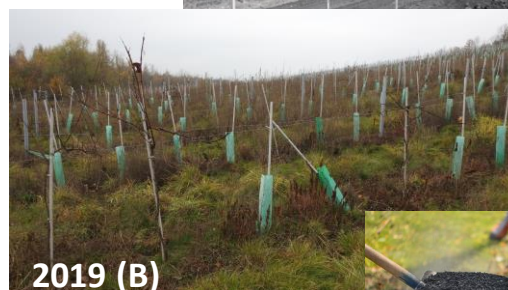
## Biochar pro vinice

### Vinice Čepirohy (30ha)

- Hnědouhelná výsypka
- Rarita v rámci pěstování révy vinné
- Nestabilita (sesuvy lokálního charakteru)
- Trvale zatravněné kvůli vodní erozi
- Epizody sucha od roku 2015 – aplikace biocharu v roce 2020 (cca 2ha)



1983



2019 (B)



2019 (A)



2020

Hrabák brown coal  
quarry



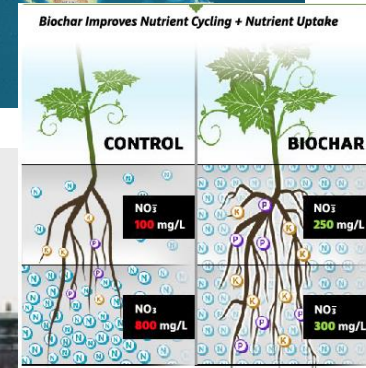
(B)

(A)

2019



# Biochar pro vinice



## Příklad z Kalifornie

### Vinice Quivira

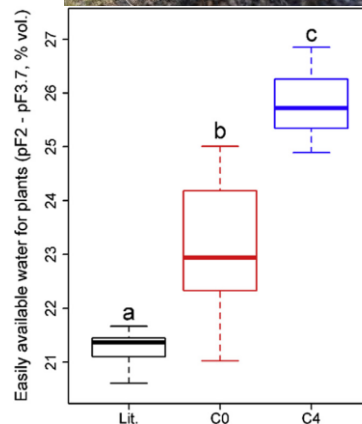
- „Spálení“ hromady větví
- Míchání biocharu s kompostem
- Aplikace do řádků



# Biochar v zahradnictví pro kompostování

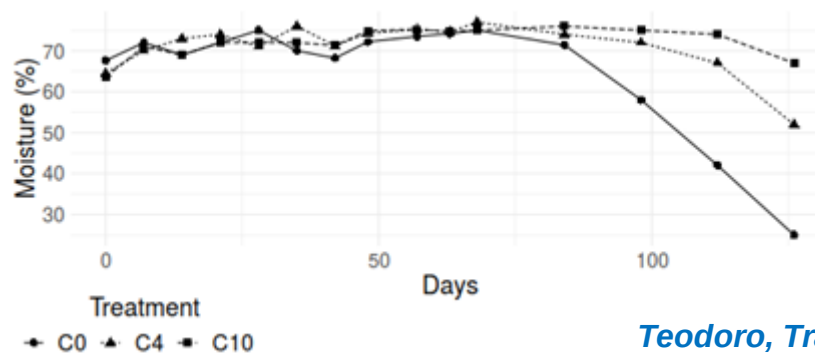
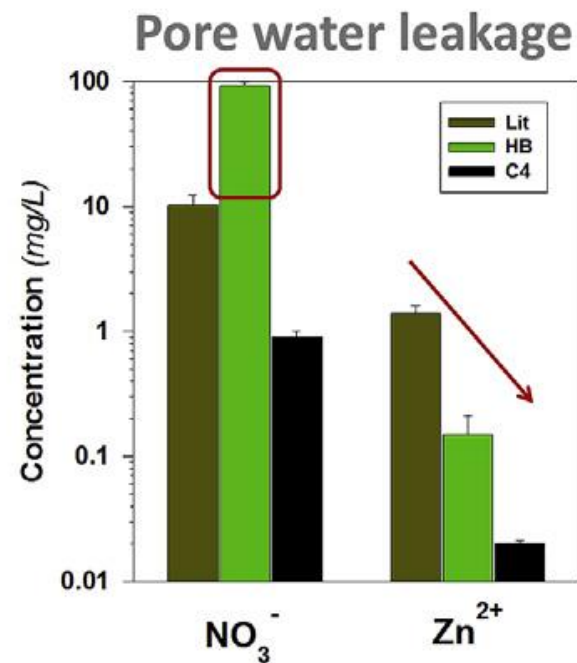
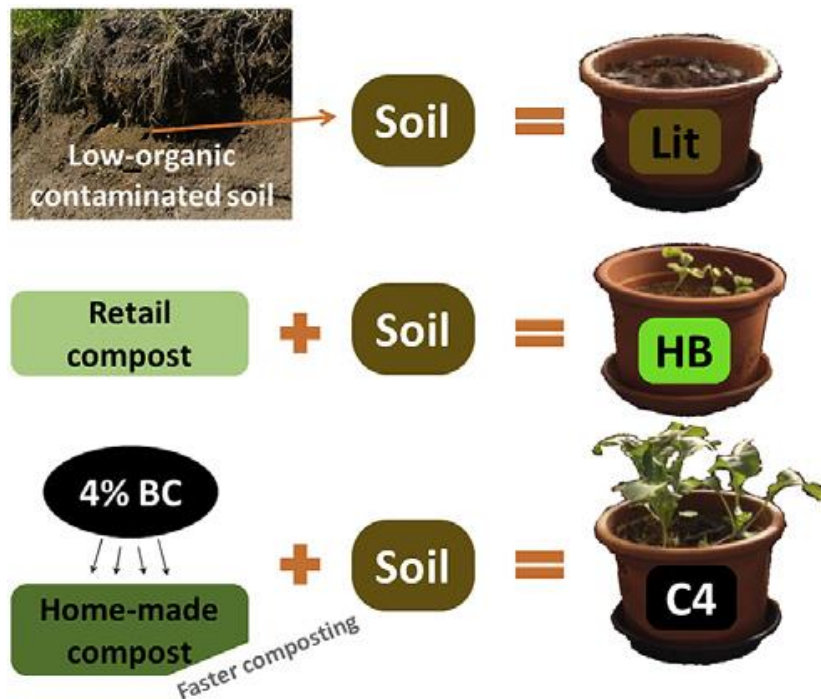
## Botanická zahrada Praha

- Velmi vysoká spotřeba kompostu
- Problémy s prostorem pro vytváření vlastního kompostu
- Aplikace biocharu za účelem urychlení procesu kompostování
- Výsledný kompost s biocharem má:
  - Vyšší obsah nutrientů/živin
  - Lepší retenční kapacitu





## Biochar v zahradnictví pro kompostování

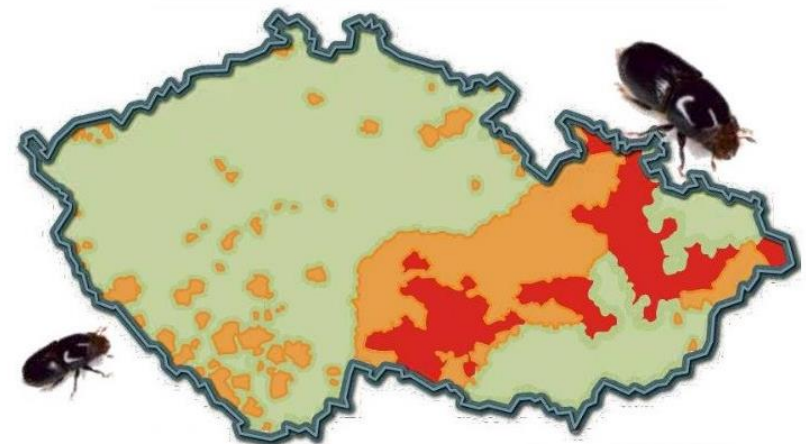
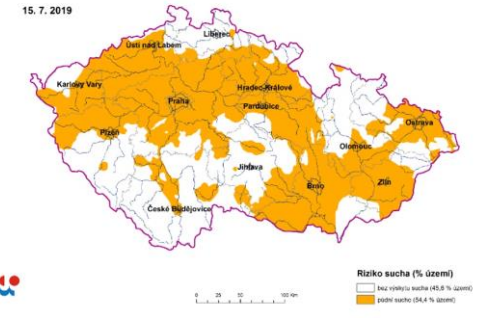
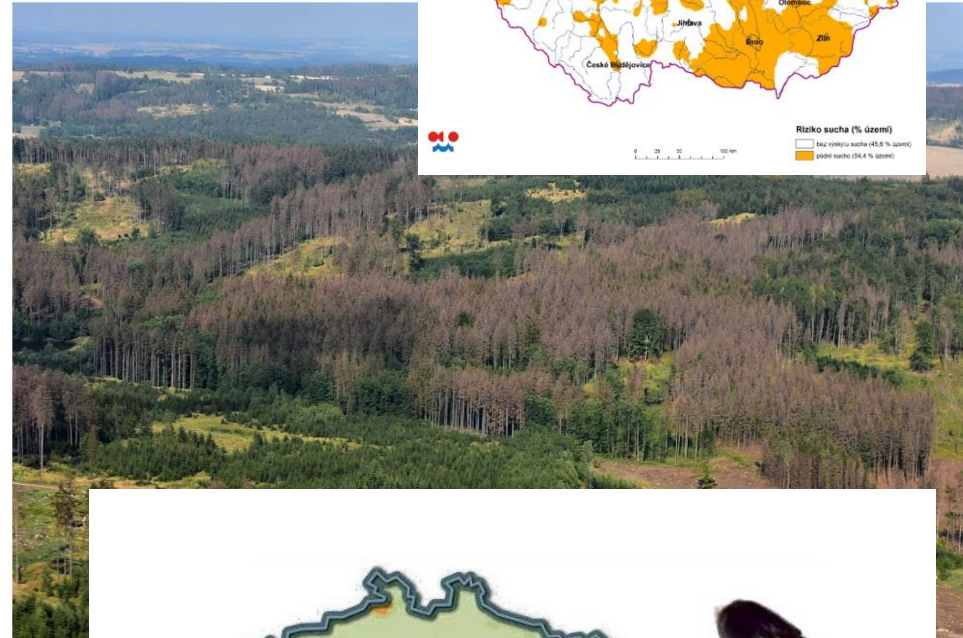




## Biochar v lesnictví

### Kůrovcová kalamita na území ČR

- 53 mil. m<sup>3</sup> smrkového dřeva je z 80% mrtvé – vhodné pouze ke spálení
- 138 mil. m<sup>3</sup> smrkového dřeva v rámci přechodné zóny, kde je kůrovec aktivní
- Jednou z příčin kůrovcové kalamity je sucho (55% území ČR bylo toto léto zasaženo)





# Biochar v lesnictví

## Aplikace biocharu:

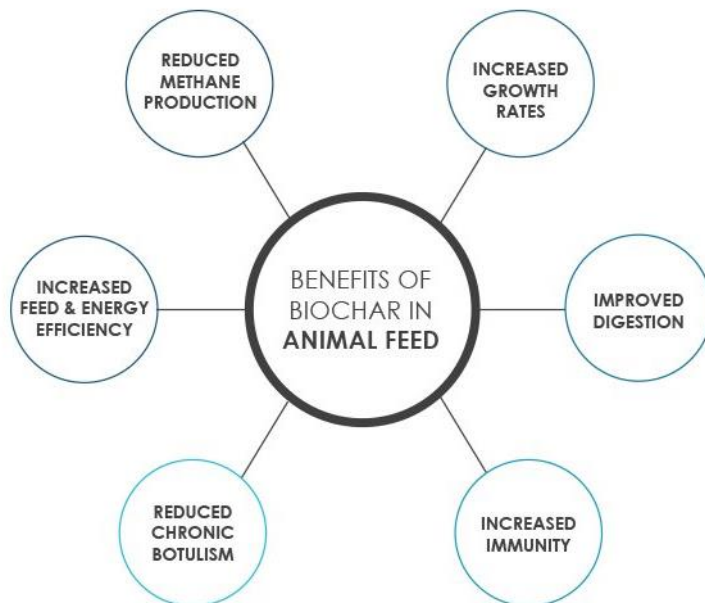
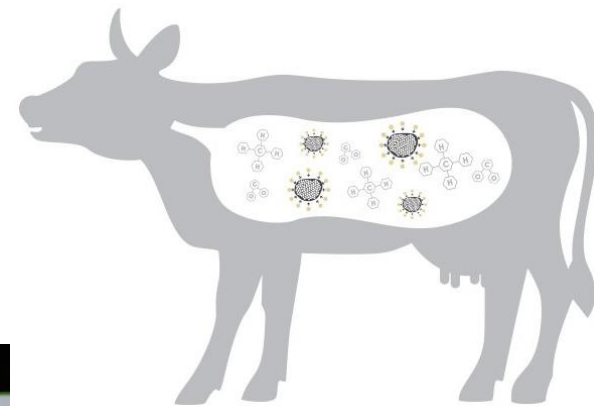
- Napadené dřevo bude smysluplně zpracováno
- Zvyšování zádrže vody a živin v půdě
- Semenáčky by měly lépe růst; dojde ke snížení úmrtnosti
- Zalesňování by tak mohlo efektivnější a levnější





## Biochar v rámci chovu hospodářských zvířat

- Biochar vysoké kvality - certifikován jako krmný materiál (ÚKZUZ)
- Biochar zlepšuje trávení zvířat
- Přidání biocharu do krmiva pro hospodářská zvířata tedy:





## Take-home-message





## Běžící/ukončené projekty na téma BIOCHAR

- ❖ **LTE119008 INTER – EUREKA (MŠMT)** AgriClima – Vývoj inovativních klimatických (monitorovacích a varovných) systémů pro efektivní management živin a vody v půdě v rámci spolupráce s EU-CELAC (2019 – 2022; 6 mil Kč)
- ❖ **QK1910056 NAZV (MZe)** Dlouhodobý test aplikace biocharu vyrobeného z odpadní biomasy do zemědělské půdy za účelem řešení problematiky sucha v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech České republiky (2019 – 2023; 15,2 mil Kč)
- ❖ **CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_026/0008403 OP VVV (MŠMT)** SWAMP – Zodpovědný management vody v intravilánu obce ve vztahu k okolní krajině (2018 – 2022; 88 mil Kč)
- ❖ **CZ.07.1.02/0.0/0.0/16\_040/0000368 OP PPR (MŠMT)** Výstupy vědy a výzkumu pro environmentální praxi; koncept – Výroba stabilního zahradního substrátu z bioodpadu "KompoChar" (2017 – 2020; 18,5 mil. Kč)
- ❖ **TJ01000015 (TAČR Zéta)** Aplikace modifikovaných odpadních biomateriálů pro čištění důlních vod (2018 – 2019; 2,5 mil Kč)
- ❖ **14-02183P (GAČR post-doc)**, Simulace transportu kovů v inovativně remediovaných půdách s použitím hydropedologického a komplexního hydrogeochemického modelování (2014 – 2016; 3 mil. Kč)
- ❖ **LD13068 COST CZ (MŠMT)** Vývoj a aplikace hydrogeochemických modelů v půdách kontaminovaných kovy a ošetřených aplikací Biocharu (2013 – 2016; 1,7 mil. Kč)



V4 Biochar Platform



## Platforma – BIOCHAR

- Propojit všechny dílčí výzkumy biocharu ve dvou základních sekcích - **biochar pro zemědělství** a **biochar pro průmysl**
- součinnost subjektů zainteresovaných ve všech krocích využití biocharu od výroby a charakterizace po jeho aplikaci a vyhodnocení účinnosti
- propojuje tuzemské odborníky s mezinárodní scénou s důrazem na země Visegrádské čtyřky a poskytuje informační servis svým členům



## Konference/workshop – BIOCHAR

- 17. 1. 2020 (Singapore) The 5th Asia Pacific Biochar Conference 2020 <http://www.apbc2020.com/>
- 15. – 19. 6. 2020 BIOCHAR Workshop na ČZU (prof. Dinesh Mohan (Jawaharlal Nehru University); Ondřej Mašek (The University of Edinburgh, UK Biochar Research Centre); Ajit Sarmah (University of Auckland))
- 22. – 25. 10. 2020 (Hongkong) 4th E2S2-CREATE Biochar Workshop <http://biochar.chbe.nus.edu.sg/>



# Děkuji za pozornost!!!

**doc. Mgr. Lukáš TRAKAL, Ph.D.**

*Katedra geoenvironmentálních věd, Fakulta životního prostředí*

*Česká zemědělská univerzita v Praze*

[trakal@fzp.czu.cz](mailto:trakal@fzp.czu.cz)