



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova  
Evropa investuje do venkovských oblastí  
Program rozvoje venkova



PROGRAM ROZVOJE VENKOVA

Vzdělávací akce s názvem

## **Organická hmota a její význam pro stabilizaci půdního prostředí pro předcházení erozi půdy**

Reg.č. 16/002/01110/120/000124

Realizovaná v rámci Programu rozvoje venkova ČR na období 2014–2020

Kdy: Dne 17. 2. 2017, od 9:00 do 16:00 hod.

Kde: Zemědělské družstvo Nové Město na Moravě, Petrovická 857, Nové Město na Moravě 592 31 (K.Ú. Nové Město na Moravě)



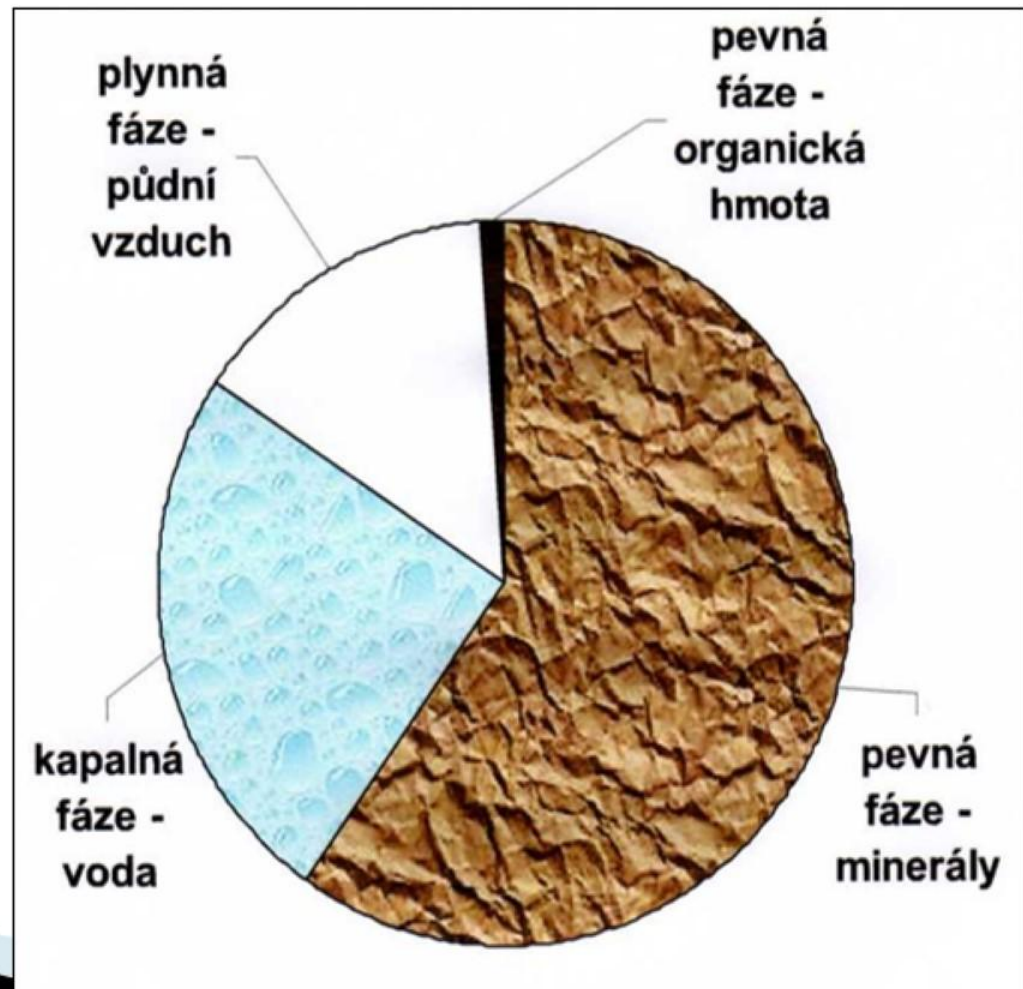
# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

- Zásobárna energie a živiny
- Vliv na vodní režim a zadržování vody
- Vliv na tepelný režim půdy
- Zlepšení FV půdy (struktura, vodostálost, utužení)
- Vliv na CHV a BV půdy
- Vliv na půdotvorné procesy
- Hygienická funkce

# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

- menší podíl než minerální (4 - 6 %)
- půdní vlastnosti a úrodnost půdy !!!



# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

## Neživá část

- nerozložené, částečně rozložené OL (rozdobená část)
- produkty mikrobiálního rozkladu
- humus
- volný uhlík
- rozpuštěný uhlík

**Živá část** → mikroorganismy, fauna, kořeny

# PŮDNÍ ORGANICKÉ LÁTKY

**Půdní organická hmota** → je největší světový terestrický zdroj uhlíku

**Primární organická hmota** → součást půdní organické hmoty. Představuje nerozložené nebo jenom částečně transformované OL, tj. ***humusotvorný materiál*** → zdroj energie pro MO, KVK a stupeň rozkladu těchto látek jsou zanedbatelné.

**Celkový humus** → ***primární organická hmota + humus vlastní***

# Třídění a klasifikace POH

**Celkový humus** → **povrchový** (ektohumus) a **vlastní** (endohumus)

- **nadložní humus (povrchový, pokrývný humus)** - **OL** uložené na povrchu půdy, má více dílčích horizontů (vrstev), tvořeny jsou organickou hmotou, minimální minerální podíl
- **vlastní humus (pravý, půdní humus)** - komplex specifických, tmavě zbarvených OL, vysoká Mr, jsou produktem bio-chemických procesů přeměny POH (humifikace → HL, HK, FK, huminy)

# Třídění a klasifikace POH

Podle fyzikálního stavu, morfologických znaků a C/N:

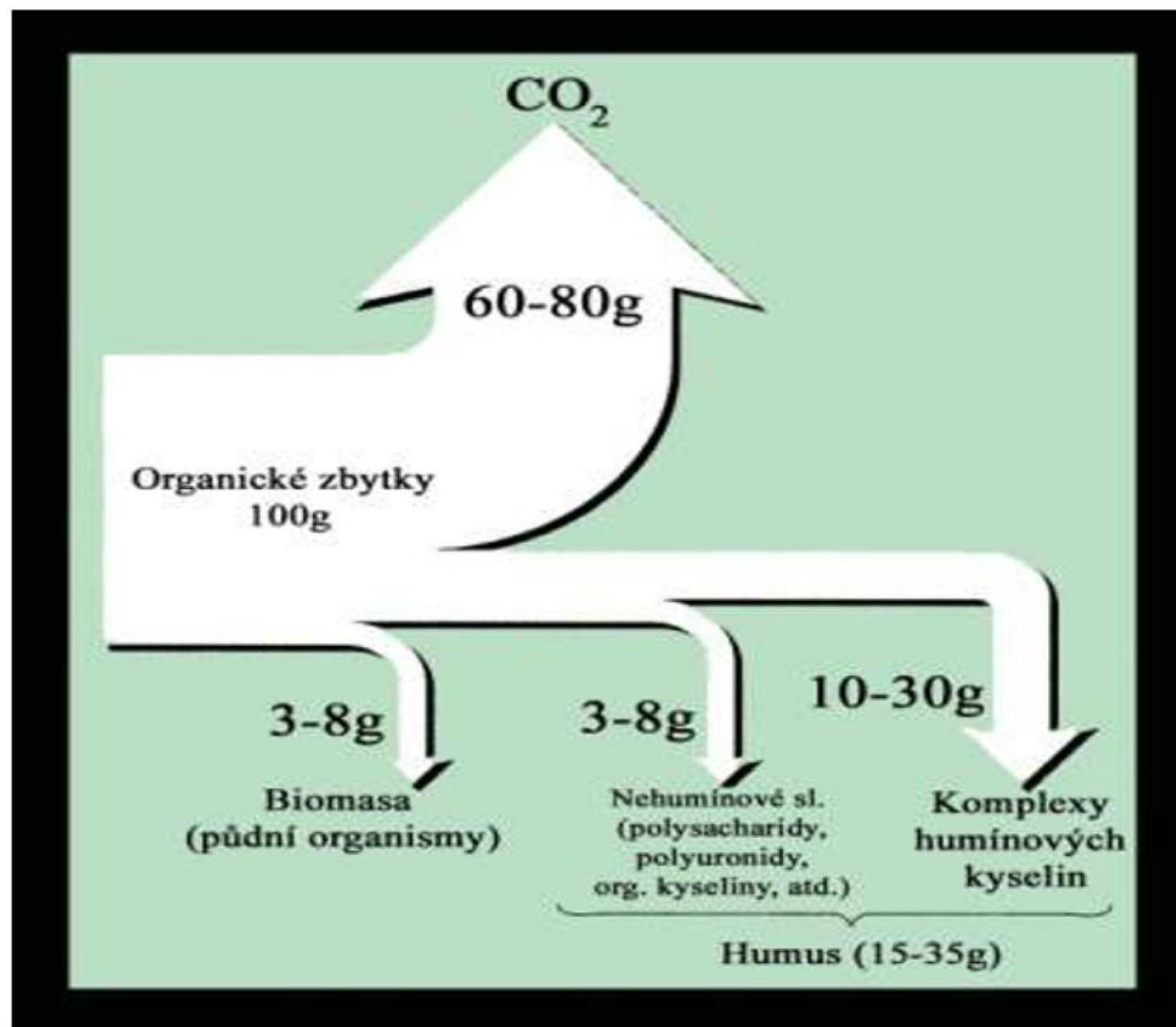
- *MUL*
- *MODER*
- *MOR*



# Hlavní složky POH

Složka organické hmoty	Definice
<b>Organické zbytky</b>	Nerозložené části rostlinných a živočišných tkání a produkty jejich částečného rozkladu
<b>Půdní biomasa</b>	Organická hmota tvořená živými mikrobiálními tkáněmi
<b>Humus</b>	Všechny organické látky v půdě, kromě nerozložených rostlinných a živočišných tkání, produktů jejich částečného rozkladu a půdní biomasy
<b>Půdní organická hmota</b>	Soubor všech neživých látek nacházejících se na povrchu půdy nebo v ní
<b>Huminové látky</b>	Řada vysokomolekulárních hnědě nebo černě zbarvených látek, které vznikly sekundárními syntetickými reakcemi
<b>Nehuminové látky</b>	Látky patřící do známých biochemických tříd, jako aminokyseliny, uhlovodíky, tuky, vosky, pryskyřice a organické kyseliny
<b>Humín</b>	Frakce humusu (půdní organické hmoty) nerozpustná v alkalickém roztoku
<b>Huminové kyseliny</b>	Tmavě zbarvený organický materiál nerozpustný ve zředěných kyselinách
<b>Fulvokyseliny</b>	Světleji zbarvené OL, který zůstává v roztoku po vysrážení HK po okyselení
<b>Hymatomelanové kyseliny</b>	Část HK rozpustná v alkoholu

# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA



# Třídění a klasifikace POH

**Třídění HL podle strukturně chemických hledisek není možné vzhledem k jejich heterogenitě !!!**

**Proto se i přes všechny známé nedostatky provádí tzv. frakcionace !!!**

# Třídění a klasifikace POH

**FRAKCIONACE HL PODLE ACIDOBAZICKÉ  
ROZPUSTNOSTI:**

- *Specifické HL*
- *Nespecifické HL*
- *Meziprodukty rozkladu*

# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

**Soubor OL nahromaděných v půdě a na půdě, pocházejících z odumřelých zbytků rostlin, živočichů, MO v různém stupni přeměn a v různém stupni smíšení s minerálním podílem !!!**

# Množství uhlíku v různých rezervoárech

Rezervoár	Množství C (*10 <sup>14</sup> kg)
<i>Zemský povrch:</i>	
Atmosferický CO <sub>2</sub>	7
Biomasa	4.8
Sladkovodní sedimenty	2.5
Mořské sedimenty	5 - 8
Půdní organická hmota	30 - 50
<i>Do hloubky 16 km:</i>	
<b>Mořský organický detritus</b>	30
Uhlí a ropa	100
Uhlík mořských hlubin	345
Sedimenty	200,000

# STANOVENÍ MNOŽSTVÍ ORGANICKÉ HMOTY V PŮDĚ

- Humus obsahuje kolem 58% C
- ZP → 1,5 – 7 %, průměrně OP → 2 – 3 %
- Zásoba humusu → 50-800 t/ha, nejčastěji 100-200 t/ha

$$\text{Humus (\%)} = \text{Corg} * 1.724$$

**Welteho koeficient: 1,724 (=1/0,58)**

# UHLÍK V PŮDĚ

- 1. Volný uhlík**
- 2. Stabilní uhlík**
- 3. Labilní uhlík**



# UHLÍK V PŮDĚ

## Volný uhlík:

- není vázán na minerály nebo asociován s agregáty
- není známo jak a kde se hromadí
- metody stanovení ???
- nehydrolyzuje, nerozpouští se, nereaguje s minerálním podílem půdy, není poután
- uplatňuje se v globálním cyklu C
- Nerozložené HL → **kerogen, humusové uhlí**

# UHLÍK V PŮDĚ

## Black carbon

- spalováním vzniknutý prachový uhlík (pyrogenní)
  - grafitická struktura
  - aromatické vlastnosti
- (Almendros et al., 2003, Stevenson, 1982)



# UHLÍK V PŮDĚ

## Stabilní uhlík

→ uhlík HL, HK, FK, huminy

HK a FK přímo ovlivňují:

- půdní chemismus
- vysoce odolní vůči mineralizaci a biodegradaci
- proto se označují jako stabilní uhlík
- časová perioda rozkladu → stovky až tisíce let

# UHLÍK V PŮDĚ

## Labilní formy uhlíku

→ aktivní = lehce metabolizovatelný = nechráněný uhlík

- snadno rozložitelný MO
- úbytek celkového obsahu humusu v půdě
- kratší časová perioda rozkladu → desítky let

# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

Frakce POH:

- *Rozpuštěná organická hmota (DOM < 45 μm)*
- *Rozdrobená organická hmota (53 - 2000 μm)*
- *Humus*
- *Inertní organická hmota*

# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

## ***Humus:***

- 1. Nespecifické HL*** (primární látky)
- 2. Specifické HL*** (sekundární látky)
- 3. Meziprodukty rozkladu***

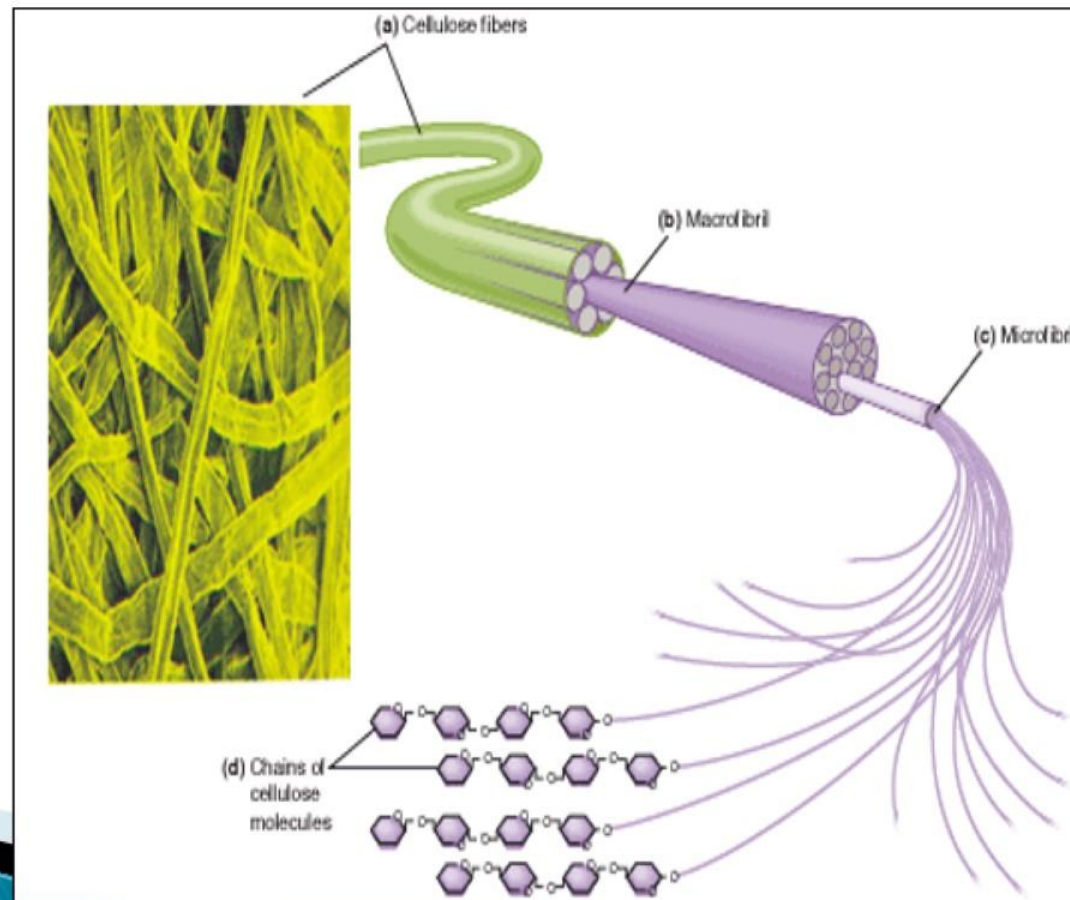
# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

## Nespecifické humusové látky:

- Jednoduché cukry, org. kyseliny → rozpustné ve vodě, lehce rozložitelné MO
- Pryskyřice, tuky, vosky a třísloviny → rozpustné v OL, těžko rozložitelné, zejména v anaerobních podmínkách
- Celulóza, hemicelulóza → zdroj energie MO, rozkládá se v silných kyselinách a louhu, MO enzym celuláza
- Lignin → velmi odolný rozkladu, ko-metabolický rozklad
- Dusíkaté OL → 1/3 - 1/2 jsou bílkoviny, NK s 15-19 % N
- Popeloviny → minerální látky

# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

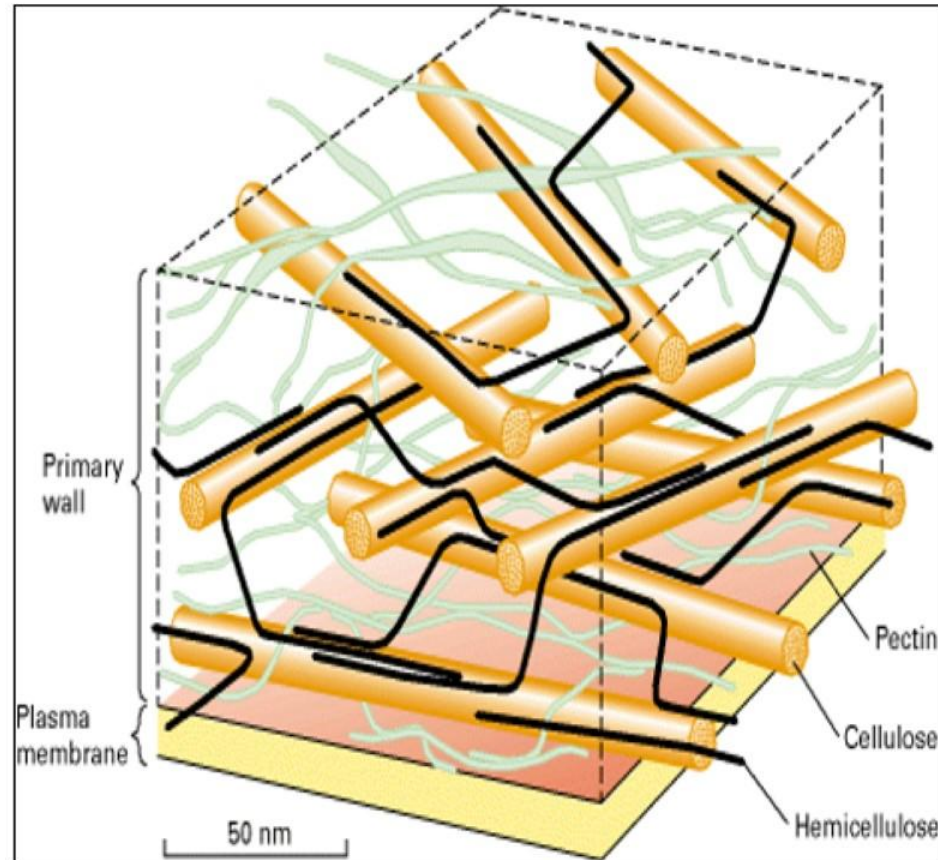
**Celulóza** - polysacharid z beta-glukózy, glukózové jednotky spojeny do nerozvětvených řetězců (500 jednotek D-glukózy) tzv. **mikro fibrily**, nerozpouští se ve vodě, obsahuje xyloglukany, lignin a pektiny, nejrozšířenější biopolymer, ročně až  $1,5 \cdot 10^9$  tuny.





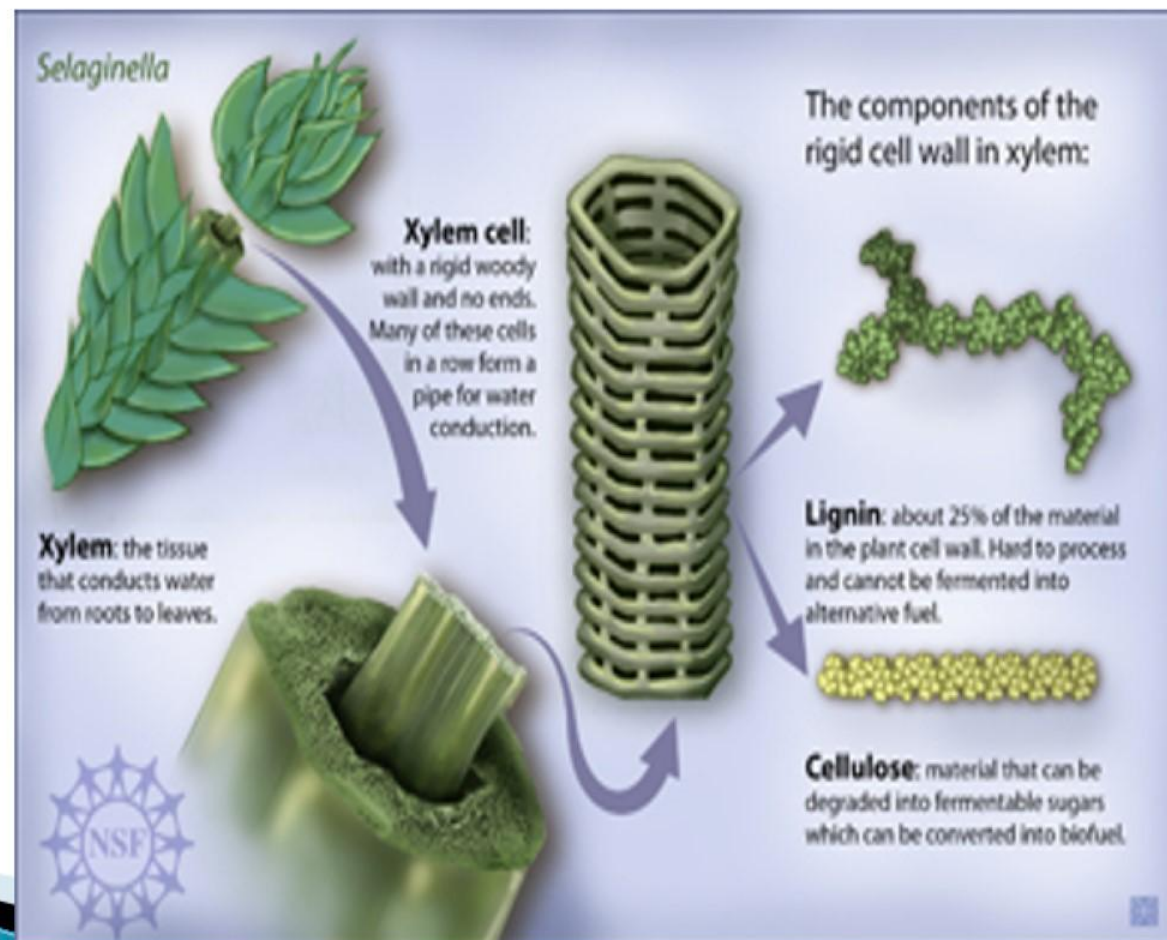
# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

**Hemicelulóza** - polysacharid, nižší *Mr*, řetězce z glukózy, monosacharidů (manóza, galaktóza, arabinóza, xylóza), kys. uronová a další methylderiváty.



# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

**Lignin** - druhý nejrozšířenější biopolymer, tvoří 25 % biomasy (xylémové cévy a tracheidy, obiloviny a otruby cca 8 % ligninu, stavební složka dřeva, 26 – 35 % hmotnosti dřeva)



# HODNOCENÍ OBSAHU POH

<b>Hodnocení</b>	<b>Corg (%)</b>	<b>Humus (%)</b>
velmi nízký	< 0,6	< 1
nízký	0,6 - 1,2	1 - 2
střední	1,2 - 1,7	2 - 3
vysoký	1,7 - 2,9	3 - 5
velmi vysoký	> 2,9	> 5

# MNOŽSTVÍ ORGANICKÉ HMOTY V PŮDĚ

**1 ha**

**10.000 m<sup>2</sup>**

hloubka ornice

~ 0,2 m

2.000 m<sup>3</sup>

objemová hmotnost

~ 1,5 Mg.m<sup>-3</sup>

3.000 Mg

organický uhlík

~ 2 %

**60 Mg = 60 t**

humus

~ 58 % C (1,724)

**~ 100 t**

# Procesy vzniku POH

## 1. Mineralizace

### Rozklad OL na výchozí anorganické složky

- především obligátně aerobní mikroorganismy ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$  ....)
- uvolňuje se energie a živiny
- 50-80 % OL (koeficient mineralizace 0,5-0,8)
- intenzivní u lehkých půd
- **zásoby humusu se netvoří !!!**

## 2. Humifikace

### Tvorba složitějších a stabilnějších látek aromatické povahy

- střídání aerobních a anaerobních podmínek
- optimální vlhkost, teplota, pH, přítomnost vícemocných kationtů  $\text{Ca}^{2+}$

#### Stadia humifikace:

- **počáteční** – převládá rozklad
  - biologický proces (MO)
- **závěrečné** – převládá syntéza
  - převládají fyzikálně-chemické a chemické reakce

# Procesy vzniku POH

## Humifikace

**H1** → biochemická modifikace a transformace OL

**H2** → syntéza a polykondenzace molekul odštěpených z rostlinných prekurzorů (mj. kyseliny ferulové, syringové, kávové, protokatechové, z pyrogalolu a konyferylu, alkoholu, katecholu)

**H1** - postupná oxidace a degradace OL

**H2** - tvorba (syntéza) nových makromolekul, které jsou samy po čase oxidativně degradovány

V půdě probíhají **oba procesy souběžně!**

# Procesy vzniku POH

## 3. ULMIFIKACE (RAŠELINĚNÍ)

- nadbytečná vlhkost, nedostatek  $O_2$ , omezená přeměna a rozklad, hromadí se energeticky bohaté látky

Rašelina: > 50 % OL, vlhké prostředí bez  $O_2$

## 4. KARBONIZACE

= **koncentrování C v karbonizované formě**

- hlavně u větších úlomků rostlinných těl (kořenů)
- vzniká tzv. **humusové uhlí**



# DEHUMIFIKACE

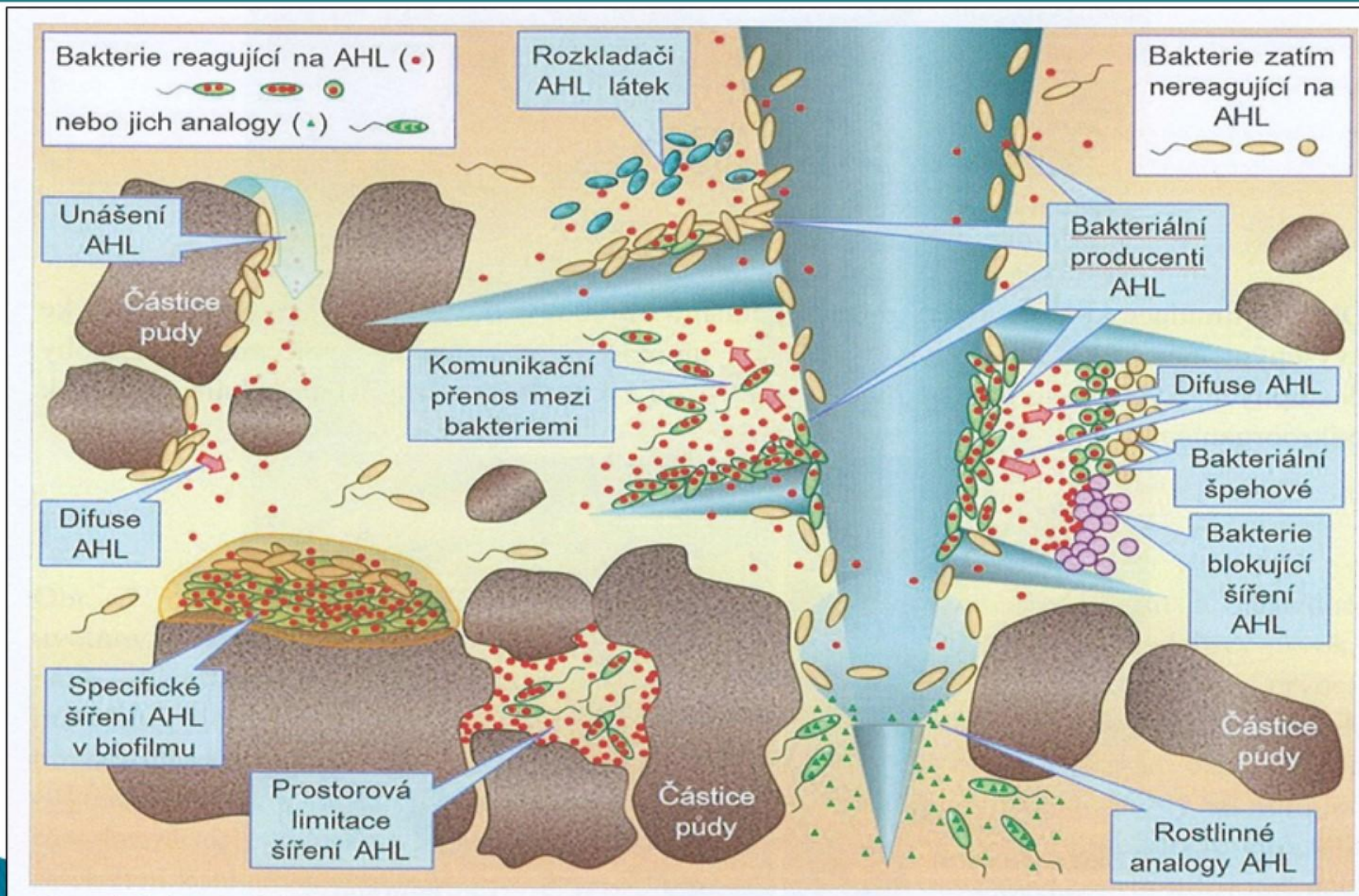
- Úbytek POH → mineralizace
- Rychlost mineralizace → T, W, pH, MO
- Ochrana půdy → udržovat a obnovovat POH (základ AT opatření již od prvopočátků ZV)
- Přeměna POH a koloběh živin → dynamický proces, periodické doplňování v závislosti na podmínkách stanoviště a způsobu hospodaření

# ÚNAVA PŮDY

- Jednostranné odčerpání živin a zatížení půdy produkty metabolismu rostlin a edafonu nebo produkty rozkladu posklizňových zbytků a namnožením specifických patogenních organismů.
- Opakované pěstování plodin a nedodržování OP (únavy kukuřiční, lnová, jetelová...)
- Příčiny - narušení biologické rovnováhy, přemnožení a nahromadění MO, škůdců v půdě, hromadění toxických látek, nedostatek živin

(Rostliny vylučováním kořenových výměšků a vytvářením specifických životních podmínek v okolí svých kořenů omezují nebo podporují MO a vytváří charakteristické složení půdní mikroflóry, což je předpoklad tzv. „*organismové*“ teorie únavy půdy.)

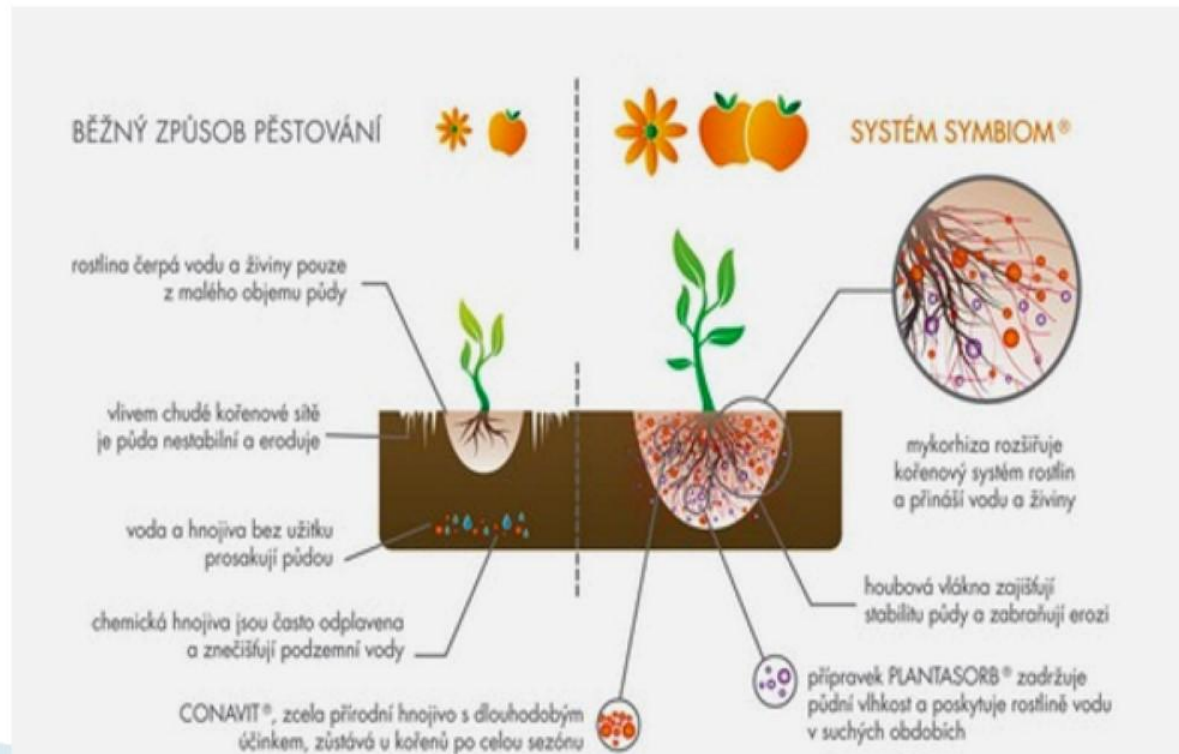
# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA



# MIKROFYTOEDAFÓN

**Mykorhiza** – z evolučního i funkčního hlediska nejdůležitější proces!

**Mykorhizní houby** - symbióza s kořeny 70 % rostlin

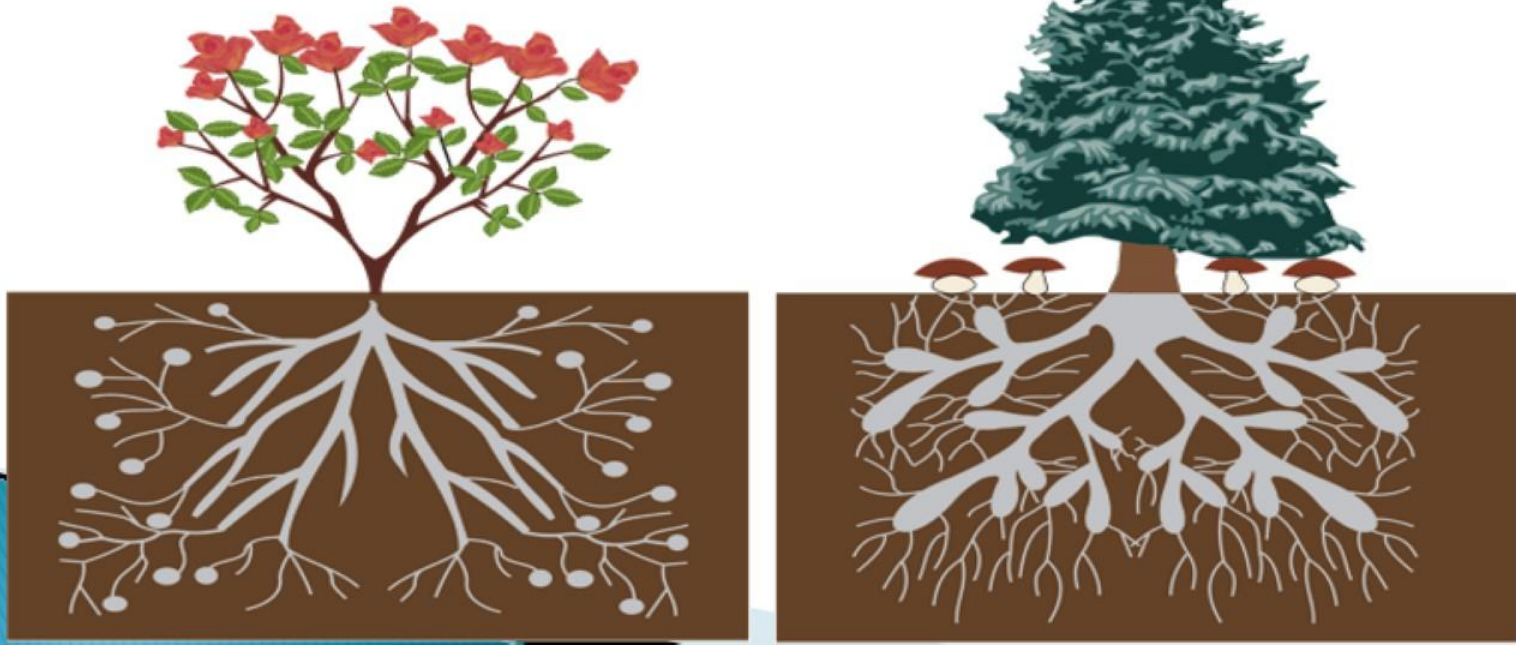


# MIKROFYTOEDAFÓN

**Symbiotická houba → mykobiont**

Mykorhiza – fyziologické procesy (VoR, rezistenci vůči stresu, výměnu látek a informací )

*Common mycorrhizal networks = wood wide web*



# ZTRÁTY PŮDNÍ ORGANICKÉ HMOTY

- Kompenzace opětovným dodáním OL
- Musíme si však uvědomit, že neplatí hmotnostní rovnítka mezi ztracenou a dodanou organickou hmotou!!!
- Vytrálý humus černozemí se vytvářel po staletí a nelze ho nahradit zcela jednorázovou aplikací doplnit!!!
- Vždy dochází k rychlejší mineralizaci dodaných OL a migraci mobilních složek OH.
- Pouze zlomek hmotnosti dodané organické hmoty (10 %) může působit v půdě v dlouhodobějším časovém horizontu!!!

# PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

Jak zvýšit množství a kvalitu POH, snížit dehumifikaci!!

Za hlavní cesty zvyšování Corg v zemědělských půdách lze považovat tyto dvě:

1. změny zemědělských technologií (zpracování půdy, systémy hospodaření, OP, hnojení...)
2. změna (konverze) jednoho typu využití krajiny na jiný (např. orná půda na TTP nebo lesy)

# HUMUSOVÉ LÁTKY

Tři základní zdroje:

- Půda
- Voda
- Organické horniny



# HUMUSOVÉ LÁTKY

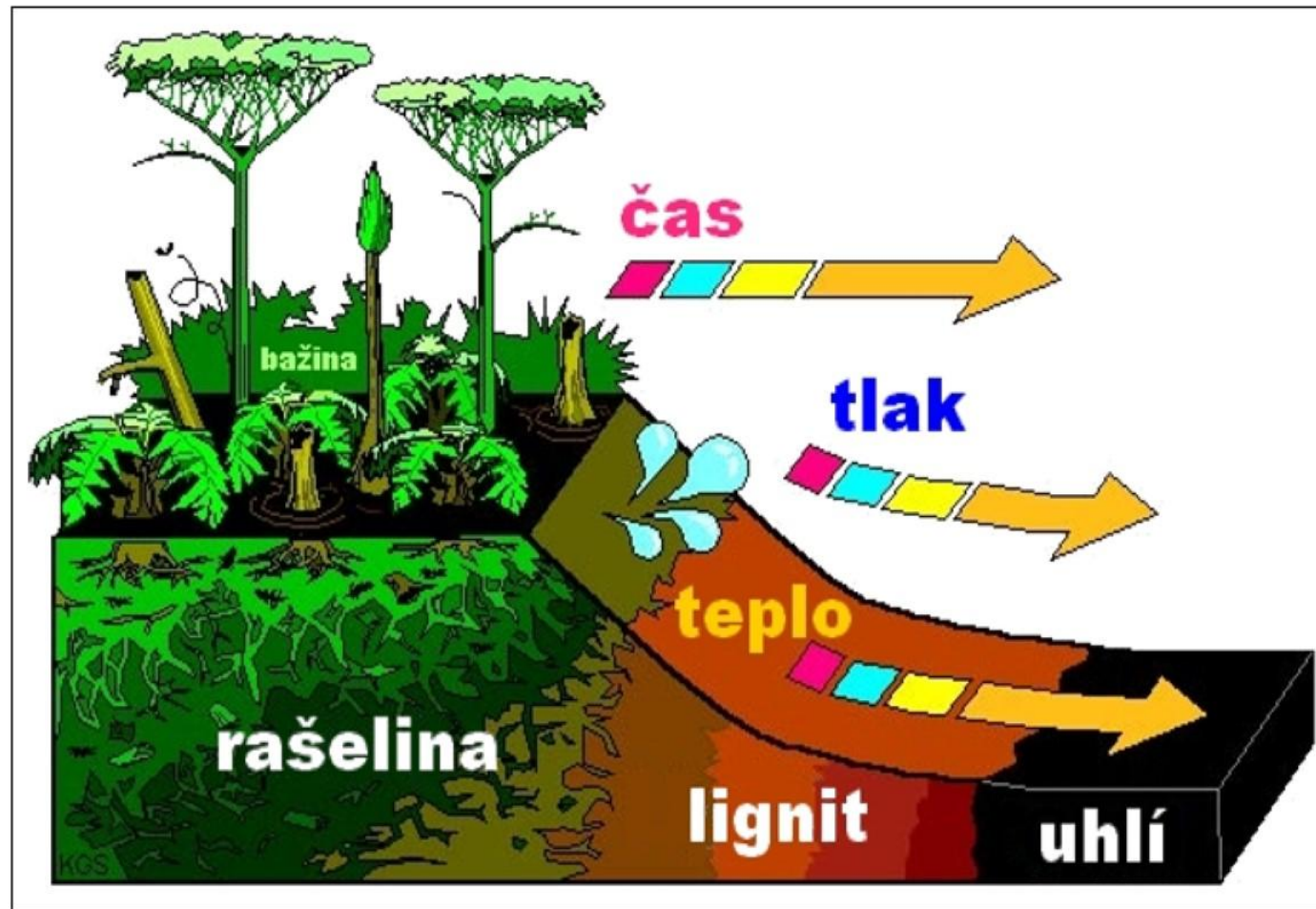


Schéma vzniku přírodních humusových látek ([www.geology.upol.cz](http://www.geology.upol.cz))

# HUMUSOVÉ LÁTKY

- Největší rezervoár uhlíku na Zemi
- Přímo ovlivňují úrodnost a vlastnosti půdy
- Environmentální funkce v ekosystémech
- Účinné látky při řešení environmentálních problémů (remediace)
- Využití v zemědělství, medicíně a průmyslu
- Nanomateriály a biopolymery jejichž strukturu lze modifikovat a technologicky využít

# HUMUSOVÉ LÁTKY

- Frakční složení a poměr HK/FK
- Stupeň humifikace
- Poměr C/N
- Barevný index (Q4/6)
- Elementární složení a obsah popele u HK
- Obsah funkčních skupin (COO<sup>-</sup>, AR-OH)
- Poměr O/R
- Index aromaticity ( $I_{ar}$ ,  $\alpha$ )
- Index hydrofobnosti (HI)
- Fluorescenční index (RFI)

# HUMUSOVÉ LÁTKY



Alginit (zdroj: nozasro.cz)



Těžba rašeliny  
(<http://scotchinfo.com/blog>)



Půdní HL (Enev, 2011)



Sapropel (zdroj: [www.ecodelo.org](http://www.ecodelo.org))



Lignit (zdroj: [www.geologie.vsb.cz](http://www.geologie.vsb.cz))

# Literatura

- BALDOCK, J. A. & SKJEMSTAD, J. O. (2000): Role of soil matrix and minerals in protecting natural organic material against biological attack. *Organic Geochemistry* 31: 697–710.
- BOLIN, B. (1983): The carbon cycle. In: B. Bolin and R.B. Cook (Eds.). The major biochemical cycles and their interactions. J. Wiley and Sons. Chichester. UK. 41-45.
- DOUCHAFOUR, P. (1970): *Precis de pedologie*.
- ENEV, V. (2011) *Vliv aplikace kompostu na vlastnosti půdních huminových látek*. Diplomová práce, VUT , Brno, 72s.
- GOBAT, J. M., ARGNO, M. & MATTHEY, W. (2004). The living soil. Fundamental of Soil Sci and Soil Biology, science Publisher In., Enfield (NH), USA: 603s.
- KOGEL-KNABEL, I. (2002): The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. *Soil. Biology and Biochemistry* 34 (2): 139-162.
- KONONOVÁ, M. M., BĚLČIKOVÁ, N. P. (1963): Uskorenyj metod opredelenija sostava gumusa mineralny
- KVĚCH, O., 1995: Osevní postupy. Státní zemědělské nakladatelství, 1. vydání, Praha
- NĚMEČEK, J. a kol., (2011): *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. ČZU. Praha, 2. upravené vydání, 93 s., ISBN 978-80-213-2155-7.
- ORLOV, D. S. (1985). *Chimijapočv (Soil Chemistry)*. Moskva, MGU. 376s.
- PRAX, A., POKORNÝ, E. (1996): Klasifikace a ochrana půdy. Skripta, Mendelu, 1996.
- POSPÍŠILOVÁ A VLČEK (2015): Chemické, biologické a fyzikální ukazatele kvality půdy. Mendelu. Brno.86s.
- SOTÁKOVÁ, S. (1982): Půdoznalectvo. VŠP, Nitra. 403s.
- STEVENSON, F. J. (1982). Humus Chemistry - genesis, composition, reactions. New York: J. Wiley - Inter science Publication. 445s.
- SZOBATHOVA, N. (2010). Chemické a fyzikálně - chemické vlastnosti humusových látek jako ukazatel antropogenního vlivu v ekosystémech. Vědecká monografie. SPU Nitra. 96s. ISBN 978-80-552-0329-4.
- ŠÁLY, R. (1978): Půda základ lesní produkce. Bratislava, Příroda. 235s.
- WELTE, E. (1963): Der Ab-, Auf- und Umbau der Humusstoffe im Boden und seine Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit. *Bodenkultur* 14, 1963, č. 2: 97-111.
- ZÁHORA, J. a kol. (2015): Půda místo pro život. Mendelu. Brno. 108s.
- ZAUJEC, A. a kol. (2009): Pedologie a základy geologie. 399s.
- TOBIAŠOVÁ, E. (21009): Biologie půdy. SPU, Nitra. 125s.

# Literatura

<http://www.lipidprofiles.com/typo3temp/pics/b45e10b374.jpg>  
<http://www.lipidprofiles.com/typo3temp/pics/b45e10b374.jpg>  
<http://bioweb.genezis.eu/bunka/cytomorfologia/membrana.jpg><http://cs.wiki.org>  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext)<http://www.abcbodbuilding.com/>  
<http://infs.gov./news/>  
[http://af.czu.cz/u/prednasky\\_boruvka.pdf](http://af.czu.cz/u/prednasky_boruvka.pdf)  
[http://af.czu.cz/u/prednasky\\_penizek.pdf](http://af.czu.cz/u/prednasky_penizek.pdf)  
<http://is.muni.cz/>  
<http://www.google.cz>  
[www.wiki.org.cz](http://www.wiki.org.cz)  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Graphite>  
[www.geology.upol.cz](http://www.geology.upol.cz)  
[www.biomasa.wiki.org.cz](http://www.biomasa.wiki.org.cz)  
<http://fsv.cvut.cz/sanda.dostal.prednasky.pdf>