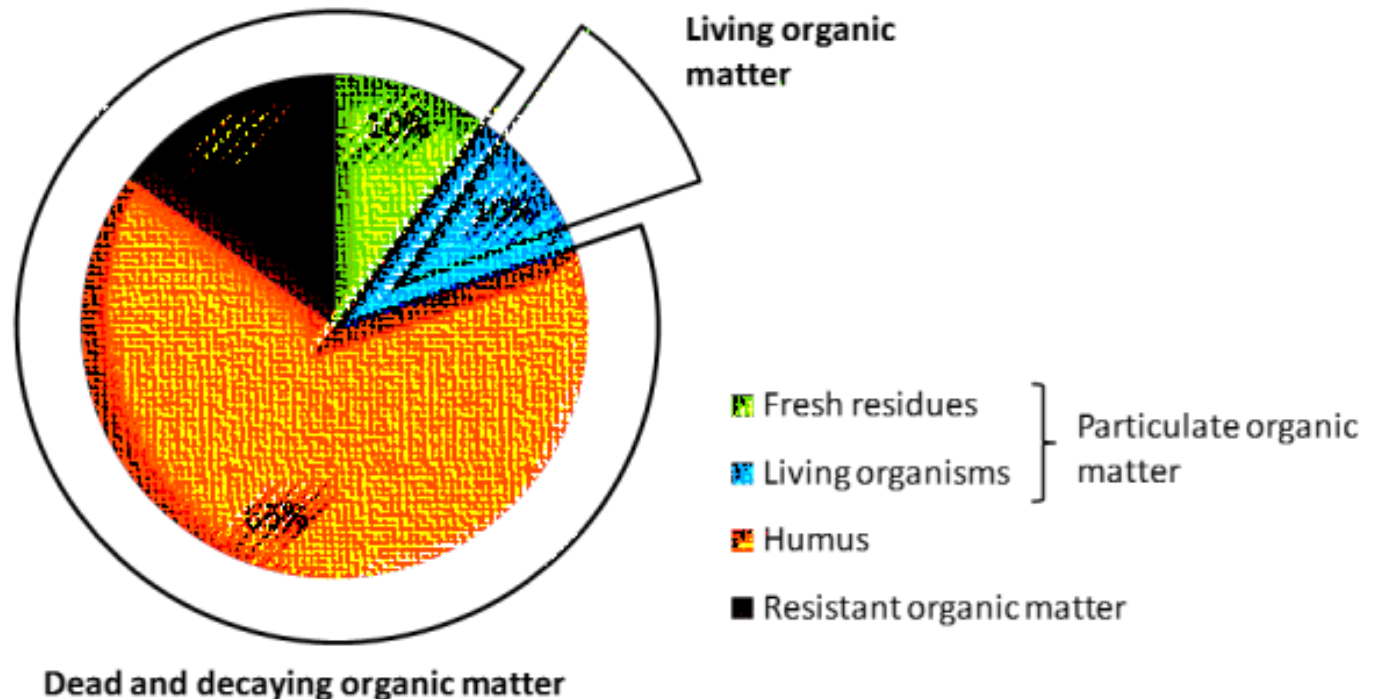


# Pedologie


pro posluchače Mendelu v Brně, obor arboristika  
akademický rok 2019/2020

## Přednáška 5: *Organická složka půdy I.*

- neživá organická hmota v půdě
- uhlík jako základní složka organické hmoty
- vznik a rozklad organické hmoty; humus
- humifikační procesy v půdě
- organické a humózní půdní horizonty
- humusové formy



# Proč téma půdní biologie?

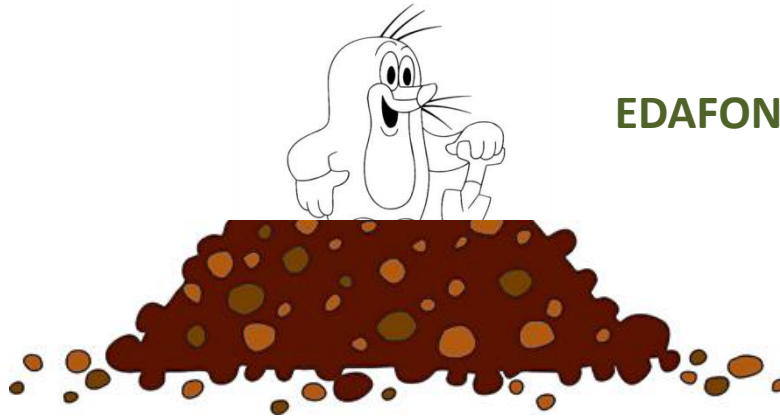
- 
- Půda není součást neživé přírody
  - Půda bez živé složky se stává substrátem
  - Půda jako výchozí materiál pro růst rostlin

Neboli...

- Půda jako otevřený systém
- Půda jako životní prostředí i jako součást životního prostředí
- Půda jako zdroj živin a vody

# Ústřední motto

**HUMUS**



**EDAFON, BIOLOGIE PŮDY**



**HUMUS**

**ale trochu jinak...**

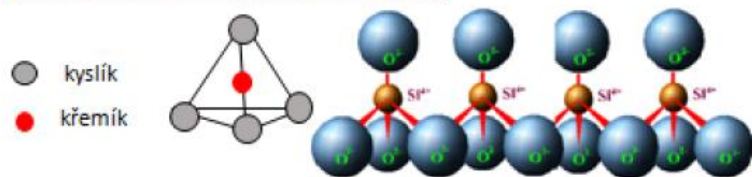
**... a jeho význam pro suchozemský  
ekosystém**

**... a v ještě také v arboristickém  
kontextu**

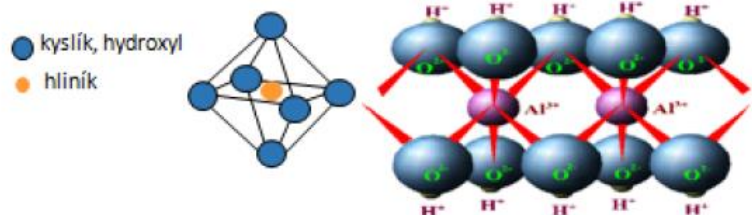
# Půda jako zdroj živin

## A) Jílové minerály

**Tetraedry – Si<sup>4+</sup> obklopen 4 O<sup>2-</sup>**



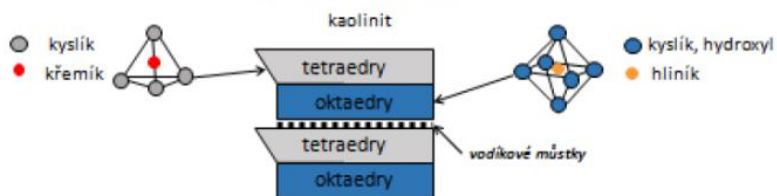
**Oktaedry – Al<sup>3+</sup> (Mg<sup>2+</sup>) obklopen 6 O<sup>2-</sup> (na O<sup>2-</sup> vázán H<sup>+</sup>)**



vazba  
tetraedrové a  
oktaedrové vrstvy  
přes společné O  
nebo H můstky

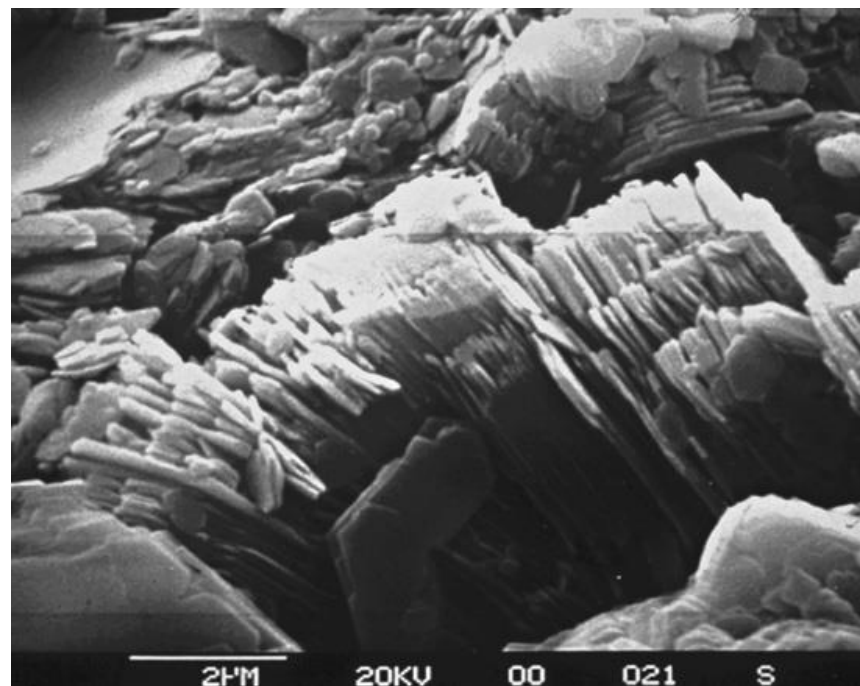
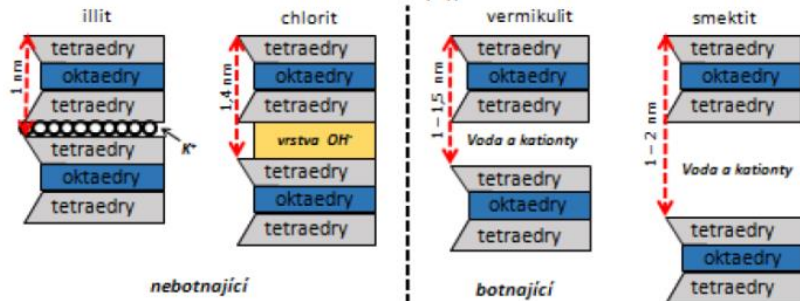


**Jílové minerály typu 1:1**



*nebotnající*

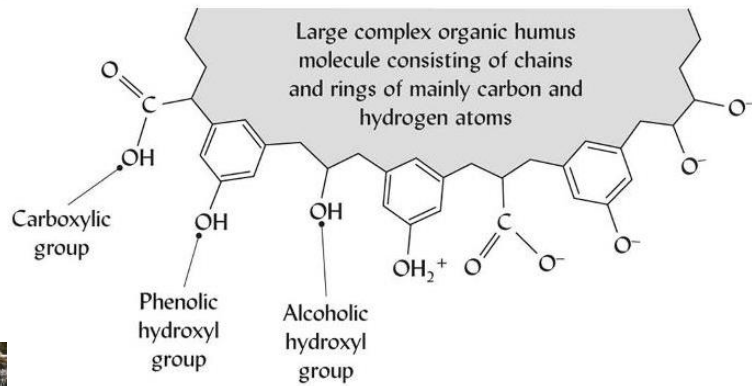
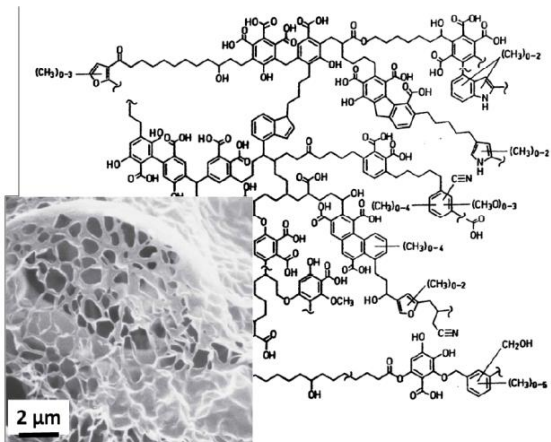
**Jílové minerály typu 2:1**





# Půda jako zdroj živin

## B) Humus



# Uhlík jako základní stavební složka organické hmoty

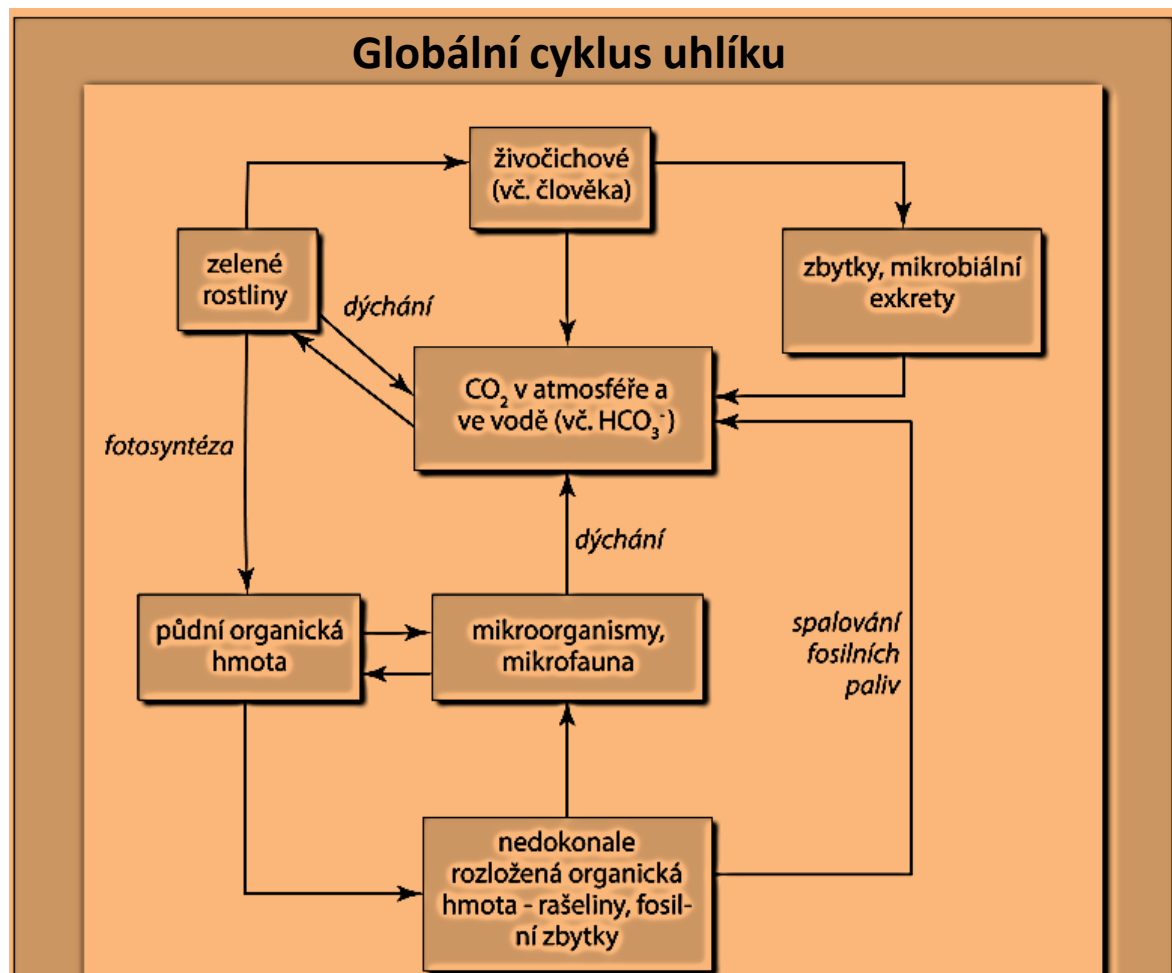
Uhlík je základní stavební složkou

organické hmoty

živá

odumřelá

přeměněná na  
polymerizované  
organické substance



## Typ suchozemského ekosystému

## Organický uhlík [t · ha<sup>-1</sup>]

Vysokohorské a arktické lesy

0,1–0,4

Zemědělské systémy

1–2

Travní porosty

2–4

Jehličnaté lesy

1,5–3

Listnaté lesy

1,5–4

Tropické lesy (Kolumbie)

4–5

Tropické lesy (západní Afrika)

10

# Uhlík jako základní stavební složka organické hmoty

- Přibližně 50–94 % uhlíku z opadu a 11–74 % uhlíku z jemných kořenů je prodýcháno ve a uvolněno ve formě  $\text{CO}_2$ ;  
zbytek je přeměněn na humus.

## **z hlediska fyzikálních vlastností**

zlepšuje vlastnosti extrémně zrnitých půd (těžkých jílovitých i lehkých písčitých), kde působí jako provzdušňující nebo naopak tmelící a retenční složka;

ovlivňuje pohyb (zadržování) vody (organická hmota je schopná vázat 7–10× větší množství vody, než sama váží;

ovlivňuje technologické vlastnosti půdy (z hlediska možností práce s půdou);

vytváří vazby se seskvioxydly a tvoří cheláty (sloučeniny s kovy);

# Uhlík jako základní stavební složka organické hmoty

- Přibližně 50–94 % uhlíku z opadu a 11–74 % uhlíku z jemných kořenů je prodýcháno ve a uvolněno ve formě CO<sub>2</sub>;  
zbytek je přeměněn na humus.

## **z hlediska fyzikálních vlastností**

zlepšuje vlastnosti extrémně zrnitých půd (těžkých jílovitých i lehkých písčitých), kde působí jako provzdušňující nebo naopak tmelící a retenční složka;

ovlivňuje pohyb (zadržování) vody (organická hmota je schopná vázat 7–10× větší množství vody, než sama váží;

ovlivňuje technologické vlastnosti půdy (z hlediska možností práce s půdou);

vytváří vazby se seskvioxydly a tvoří cheláty (sloučeniny s kovy);

## **z hlediska chemických vlastností**

pufruje vstupy látek měnících půdní chemické vlastnosti, je více nasycena bazickými kationty (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>), tvoří soli (humáty, fulváty, humatomeláty) a udržuje stabilní hodnotu pH;

má silné sorpční vlastnosti;

působí detoxikačně;



# Uhlík jako základní stavební složka organické hmoty

- Přibližně 50–94 % uhlíku z opadu a 11–74 % uhlíku z jemných kořenů je prodýcháno ve a uvolněno ve formě  $\text{CO}_2$ ;  
zbytek je přeměněn na humus.

## **z hlediska fyzikálních vlastností**

zlepšuje vlastnosti extrémně zrnitých půd (těžkých jílovitých i lehkých písčitých), kde působí jako provzdušňující nebo naopak tmelící a retenční složka;

ovlivňuje pohyb (zadržování) vody (organická hmota je schopná vázat 7–10× větší množství vody, než sama váží;

ovlivňuje technologické vlastnosti půdy (z hlediska možností práce s půdou);

vytváří vazby se seskvioxidy a tvoří cheláty (sloučeniny s kovy);

## **z hlediska chemických vlastností**

pufruje vstupy látek měnících půdní chemické vlastnosti, je více nasycena bazickými kationty ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), tvoří soli (humáty, fulváty, hymatomeláty) a udržuje stabilní hodnotu pH;

má silné sorpční vlastnosti;

působí detoxikačně;

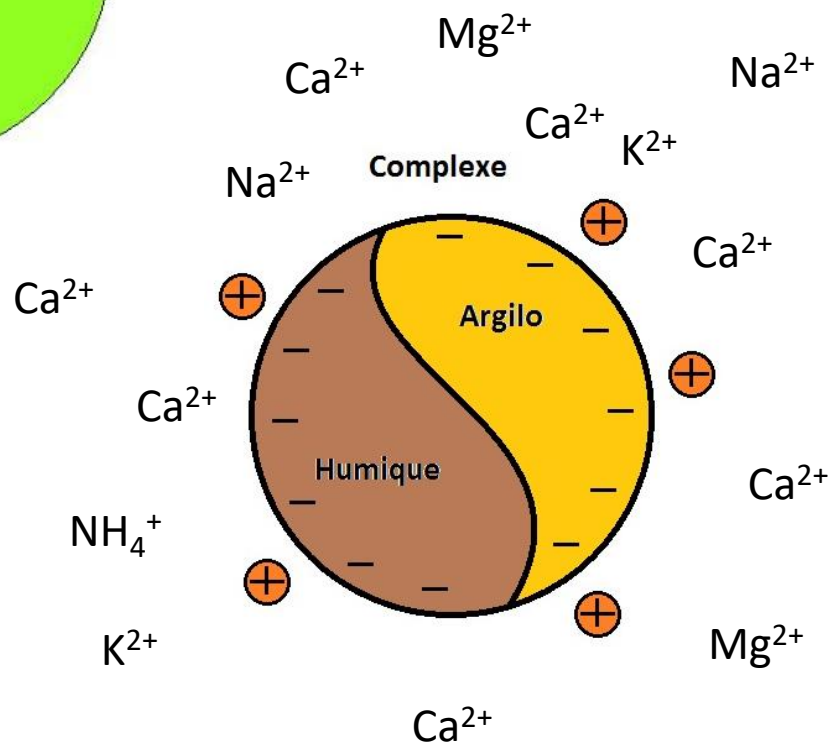
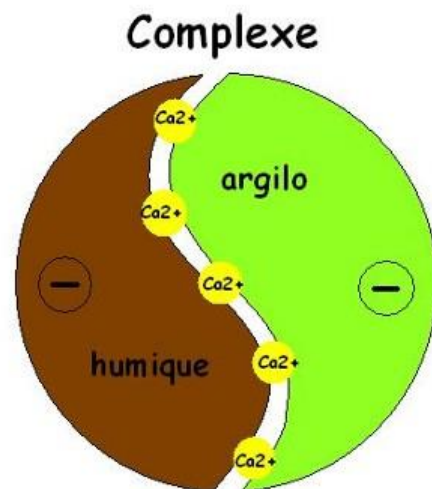
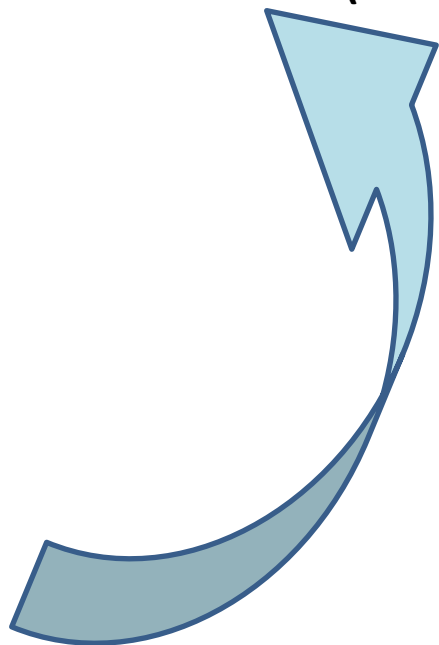
## **z hlediska biologických vlastností**

představuje substrát obývatelný většinou půdních organismů, pro které je navíc zdrojem energie;

některé organické kyseliny pozitivně ovlivňují metabolismus rostlin, vyvolávají prodlužovací růst kořenů, zvyšují odolnost proti suchu, stimulují syntézu chlorofylu a klíčení semen.

# Půda jako zdroj živin

H J S K (humuso-jílový sorpční komplex)



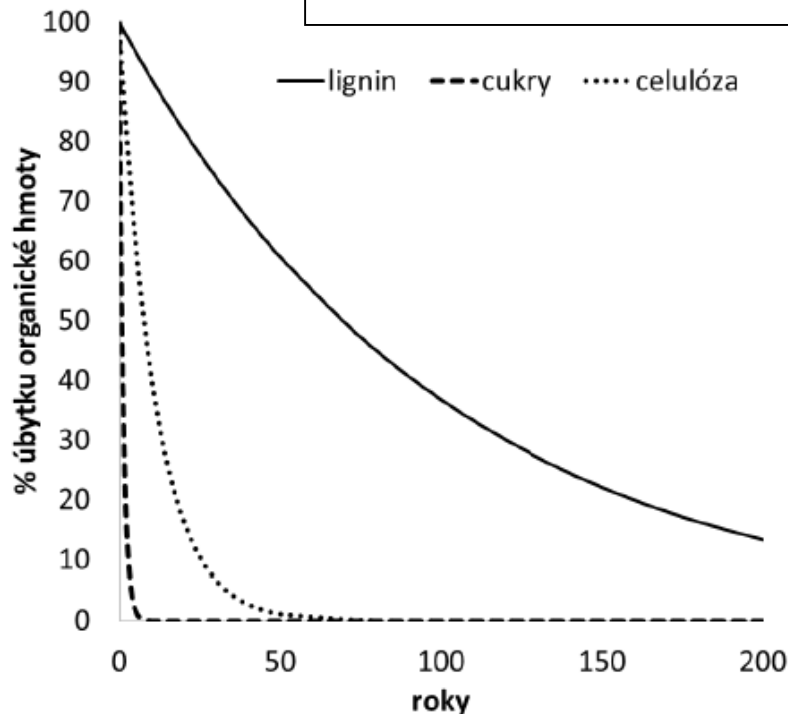
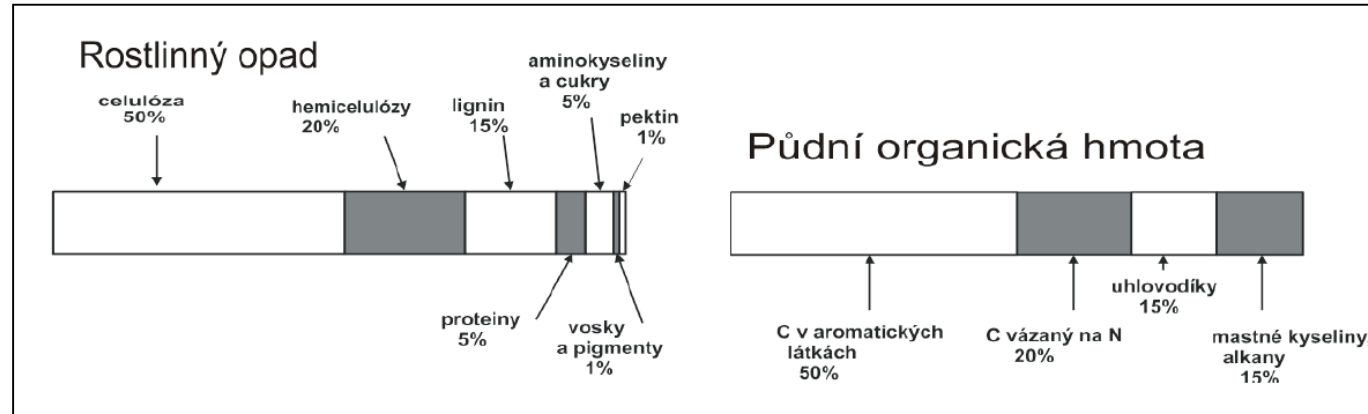
# Hlavní procesy přeměny organické hmoty v půdě:

- DEKOMPOZICE**

= rozklad organické hmoty

**DEKOMPOZICE VERSUS PRIMÁRNÍ PRODUKCE = AKUMULACE**

- (1) v řádu dní: cukry a bílkoviny;
- (2) v řádu měsíců až let: celulóza, hemicelulózy;
- (3) nejpomaleji: lignin, fenolické látky



rychlost dekompozice v závislosti na

- teplotních podmínkách stanoviště
- vlhkostních podmínkách stanoviště
- vegetaci

# Hlavní procesy přeměny organické hmoty v půdě:

- DEKOMPOZICE
- **MINERALIZACE**

= rozklad organické hmoty na jednoduché anorganické látky  
( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_3$  atd.)

- cca 50 % rozkládaného materiálu
- rozklad opadu (**primární mineralizace**) i humusových látek (**sekundární mineralizace**)

## Osud produktů mineralizace:

1. emise do atmosféry ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ )
2. adsorpce rostlinami (anionty, kationty, voda)
3. adsorpce mikroorganismy ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ )
4. adsorpce na půdní sorpční komplex ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )
5. vyplavení ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )



# Hlavní procesy přeměny organické hmoty v půdě:

- DEKOMPOZICE
- MINERALIZACE
- **HUMIFIKACE**

= za přísunu vzdušného kyslíku dochází k novotvorbě komplexních molekul, které

- jsou tmavě zbarvené
- mají složitou vnitřní strukturu

= enzymatický a biochemický proces

Produktem humifikace je **humus**



**EKTOHUMUS**

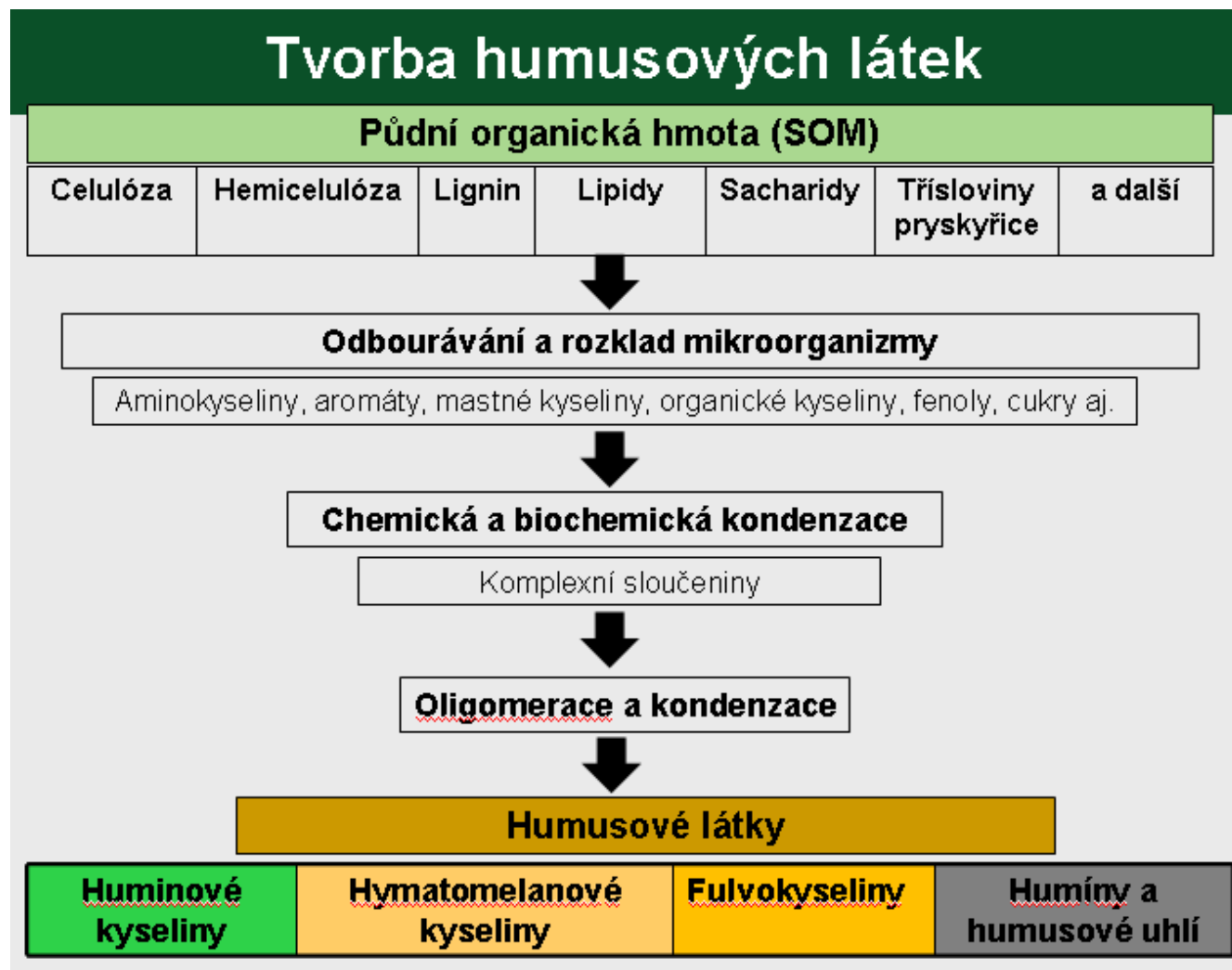
**ENDOHUMUS**

*i v arboristických výsadbách je vhodné usilovat o nastolení tohoto stavu.*



# Hlavní procesy přeměny organické hmoty v půdě:

- DEKOMPOZICE
- MINERALIZACE
- **HUMIFIKACE**



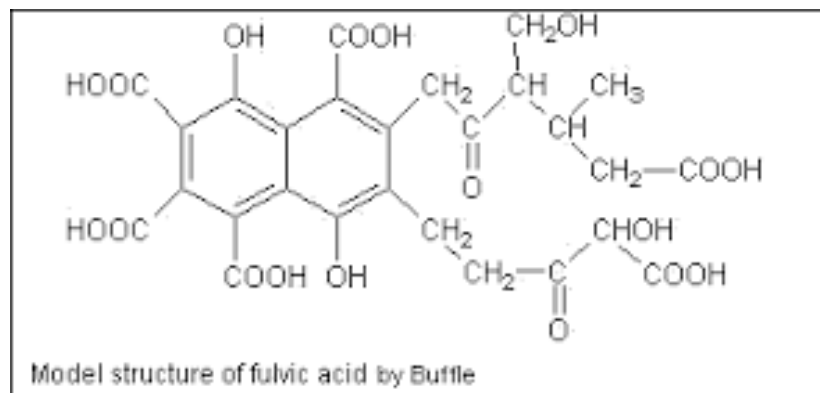
# Hlavní procesy přeměny organické hmoty v půdě:

- DEKOMPOZICE
- MINERALIZACE
- **HUMIFIKACE**

## Humusové látky:

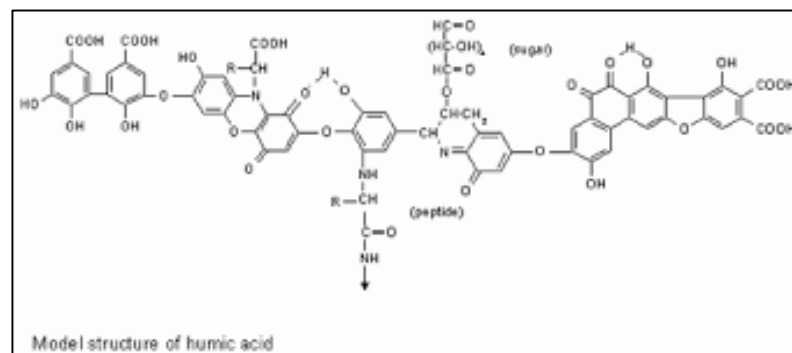
### Fulvokyseliny (FK)

- nízkomolekulární, nejkyselější
- váže nejméně živin
- nestabilní, rozpustné i ve vodě
- v půdách s kyselou matečnou horninou i opadem (SM, BO, MD atd.), v chladném klimatu



### Huminové kyseliny (HK)

- vysokomolekulární, méně kyselé
- váže více živin
- stabilnější, nerozpustné ve vodě (pouze v alkáliích), podporují tvorbu půdní struktury
- v úrodnějších, méně kyselých půdách



### Humíny

- vysokomolekulární, velká jádra, krátké řetězce
- vázané na HJSK
- nejstabilnější, neextrahovatelné ani alkáliemi
- typické pro černozemní půdy

# Hlavní procesy přeměny organické hmoty v půdě:

- DEKOMPOZICE
- MINERALIZACE
- **HUMIFIKACE**

## Poměr HK : FK

(koncentrace humusových látek se udávají v %)

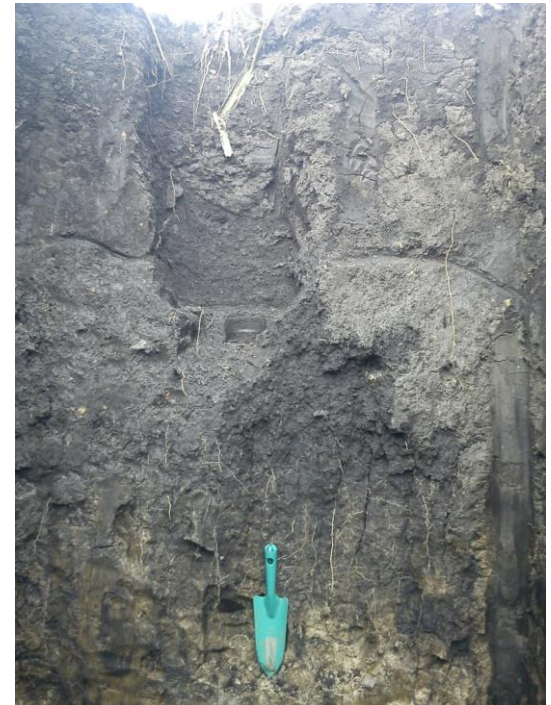
### *Podzolované půdy, kyselé půdy*

HK : FK = 0,4-0,5



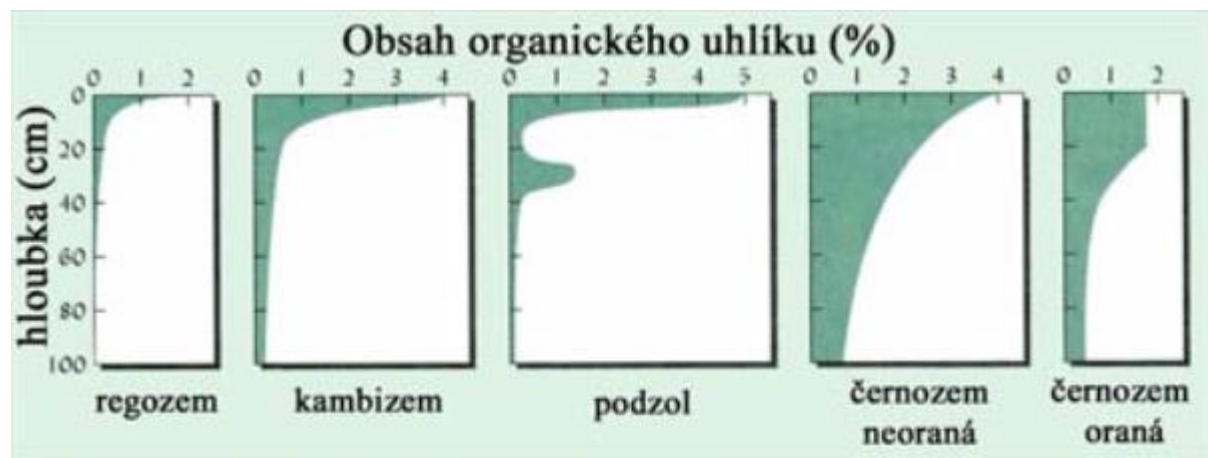
### *Půdy černozemního typu*

HK : FK = 2-3





# Organická hmota v půdních jednotkách



Půdní jednotka	Humus (%)	HK : FK
Černozem	2,6	2,4
Hnědozem	1,8	1,1
Luvizem	1,7	0,9
Pseudoglej	2,2	0,7
Kambizem eutrofní	2,5	0,7
Kryptopodzol	5,4	0,6

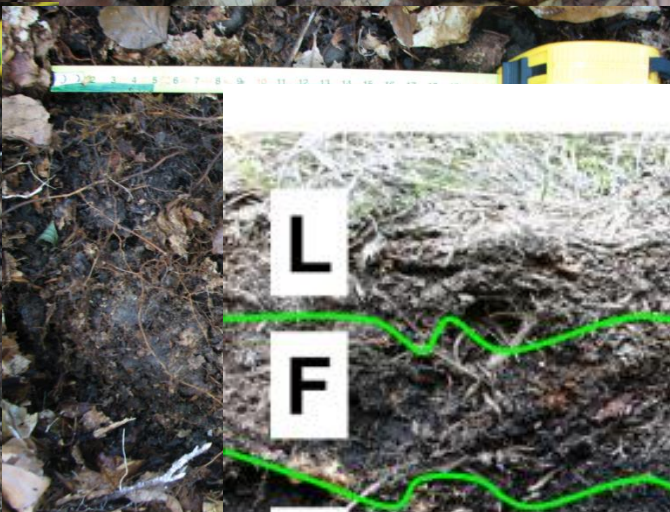
# Půdní organické horizonty, humusové formy

**humusová forma** = specifická sekvence organických horizontů

- a) anhydrogenní (vodou neovlivněná stanoviště)
- b) hydrogenní (vodou ovlivněná stanoviště)









# ANHYDROGENNÍ HUMUSOVÉ FORMY A SUBFORMY

## MOR



## MODER



## MULL





# HYDROGENNÍ HUMUSOVÉ FORMY A SUBFORMY

## HYDROMOR



## HYDROMODER



## HYDROMULL





## ZRAŠELINĚLÉ HUMUSOVÉ FORMY



# EKOSYSTÉMOVÝ ASPEKT HUMUSU A HUMUSOVÝCH FOREM

## a) výživa rostlin (nositel živin):

N, P a další živiny

## b) prostředí pro růst rostlin a dalších půdních organizmů

## c) zavlažování rostlin (nositel vody)

retenční kapacita až 1500 %

7 cm humusu zadrží cca 80 mm srážek

## d) uhlíkový sink (nositel uhlíku)

orná půda: 7,9 kg/m<sup>2</sup>;

lesy mírného pásu: 9,9 kg/m<sup>2</sup>;

stepi a křoviny mírného pásu: 10,5 kg/m<sup>2</sup>;

boreální lesy: 10,5 kg/m<sup>2</sup>;

tropické lesy: 11,6 kg/m<sup>2</sup>;

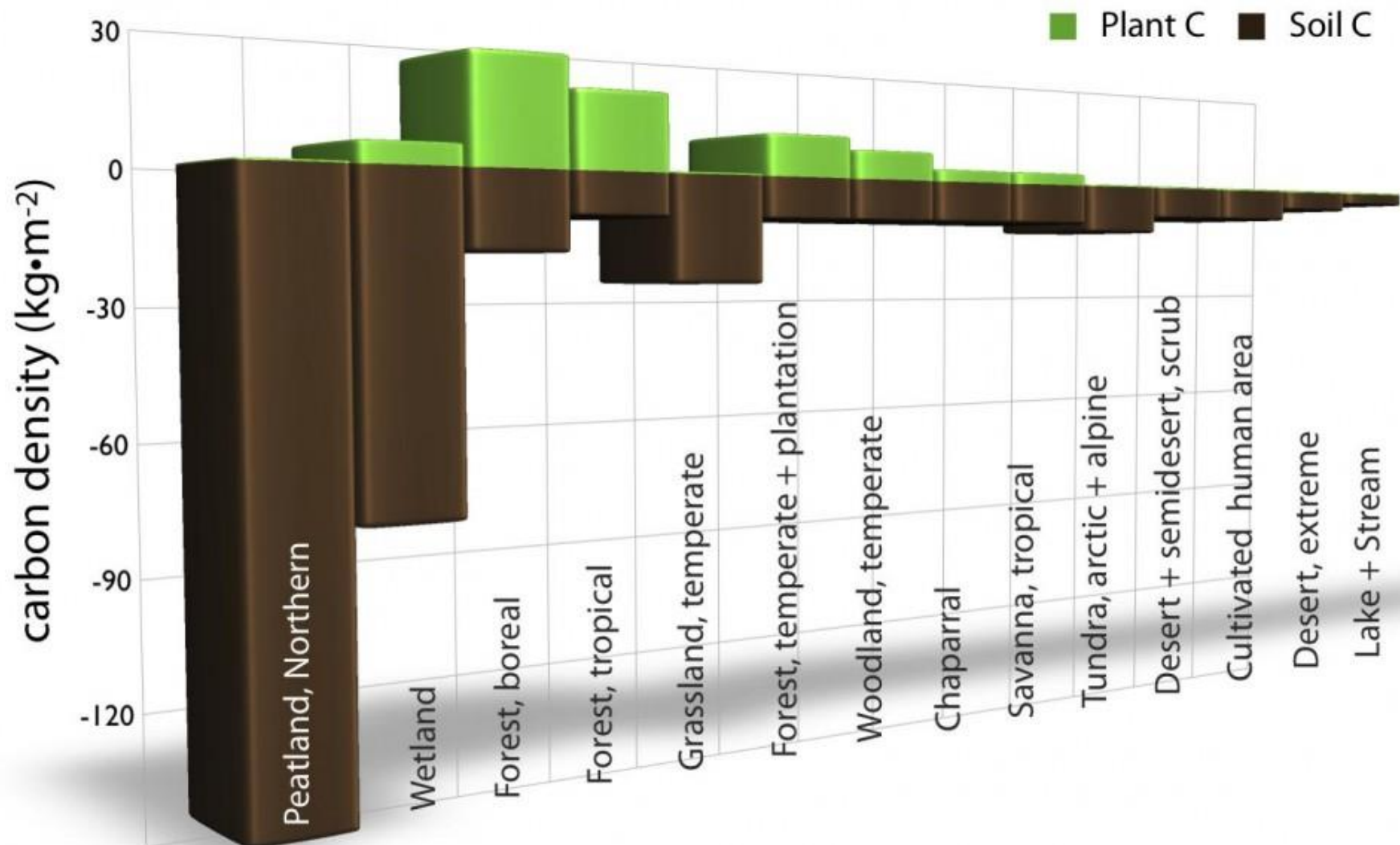
tundra: 21,8 kg/m<sup>2</sup>;

mokřady: 72,3 kg/m<sup>2</sup>;





# GLOBALNÍ ASPEKT ORGANICKÉ HMOTY V PŮDĚ



(after Amthor et al. 1998)