

# Chemismus lesních ekosystémů

# 1. Chemické látky a funkce ekosystému

- Na rozdíl od energie, kterou je nutné do ekosystému (např. lesa) neustále dodávat, chemické látky (živiny, ale i toxické látky) **neustále kolují** mezi organismy navzájem a také mezi organismy a prostředím
- Chemické látky takto kolují **v tzv. biogeochemických cyklech**:
  - **atmosférických b. c.** (chemické prvky C, O, H, N)
  - **litosférických b. c.** (chemické prvky P, S, K a další)

## 2. Makroživiny x mikroživiny

- Nejvýznamnějšími **makroživinami** jsou:
  - **C, O, H, N, P, S, K**
  - **zdrojem** atmosféra, litosféra, těla organismů, antropogenní import
  - zásadní význam při přechodu z abiotické do biotické fáze mají **zelené rostliny**
    - kořeny přijímají ionty většiny živin v roztoku z půdy
    - listy přijímají molekuly CO<sub>2</sub> z atmosféry
    - bakteriální fixace vzduš. N (bakterie na kořen. OL 80 kg N<sub>2</sub>/rok)
    - mykorhizní fixace živin (symbióza u většina lesních dřevin)

# Atmosféra

plyn                      objemový podíl

Dusík                      78,084 %

Kyslík                     20,946 %

Argon                      0,934 %

CO<sub>2</sub>                        0,0385 %

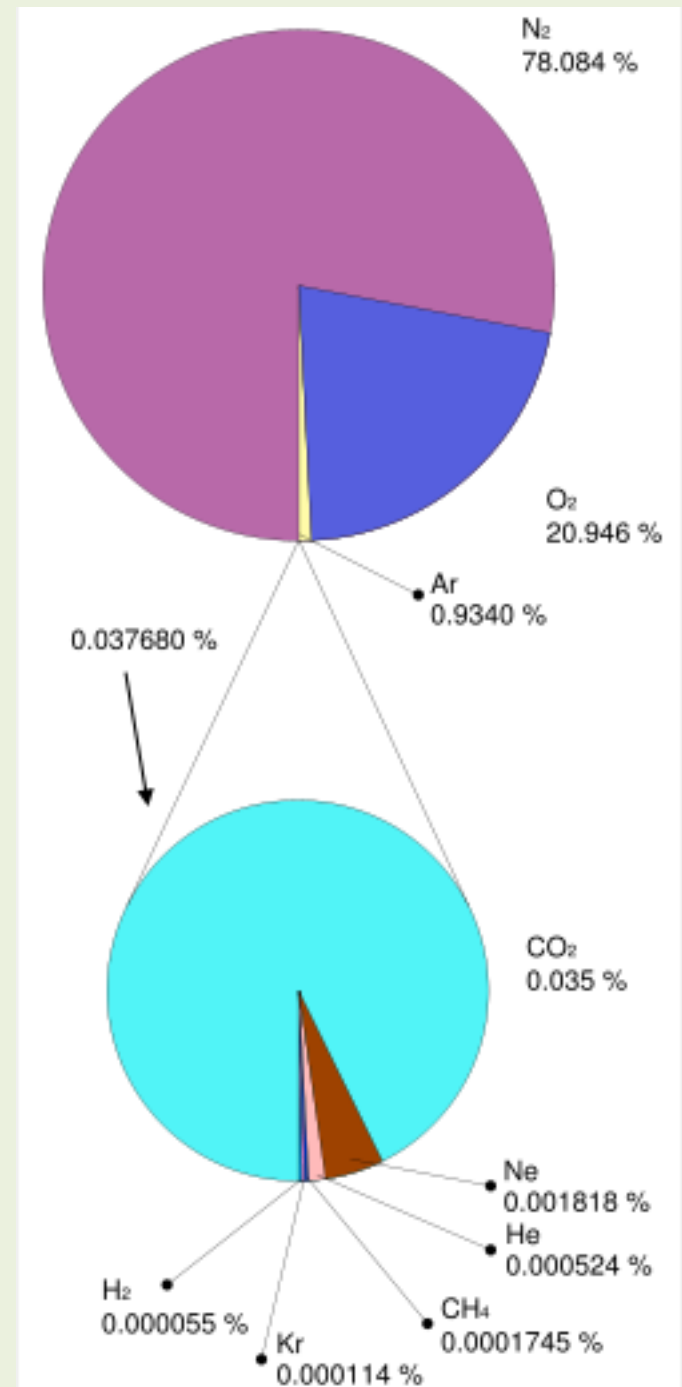
Neon                        0,00182 %

Helium                     0,000524 %

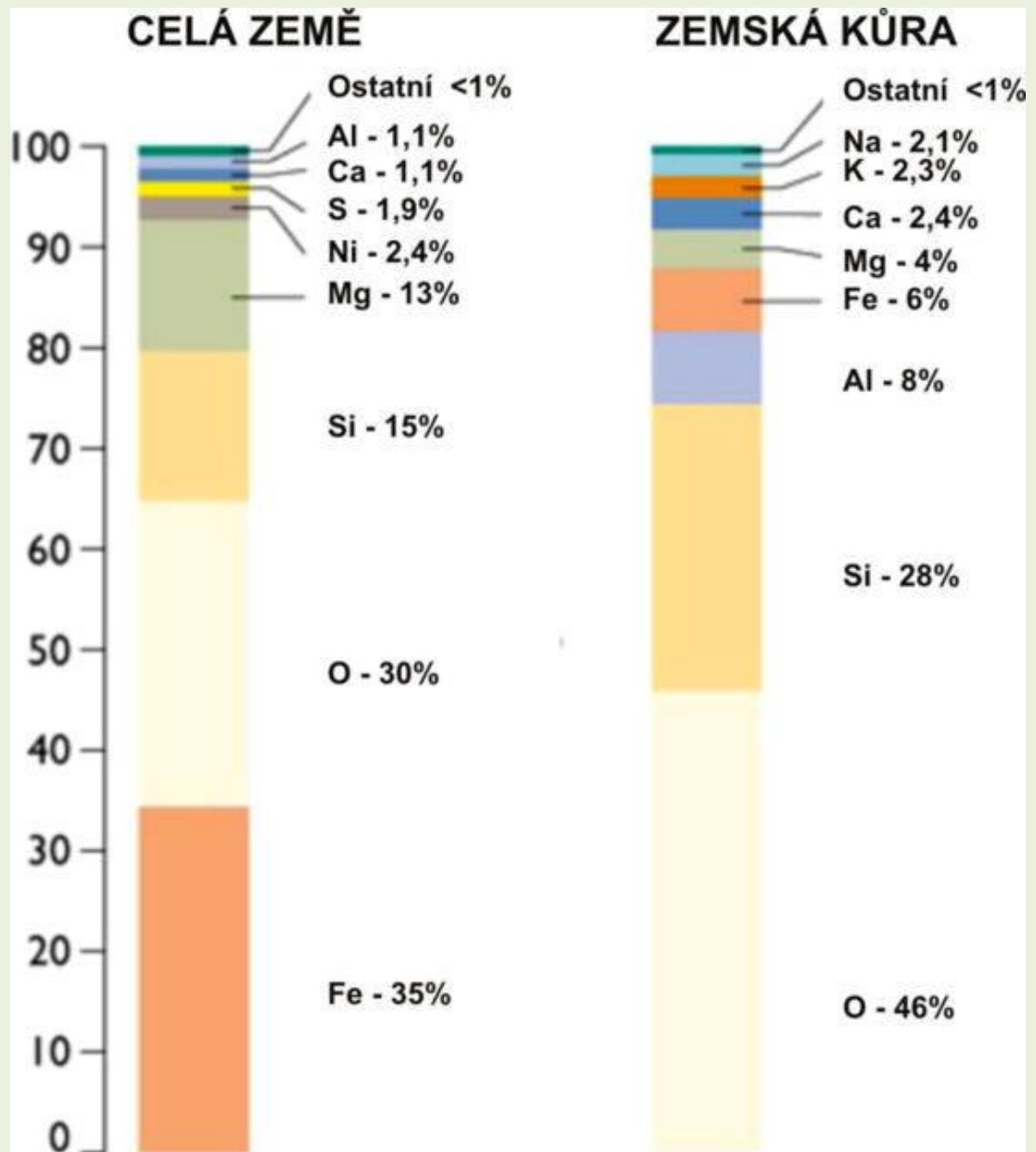
Metan                      0,00017 %

Krypton                    0,00014 %

Vodík                        0,000055 %



# Zemská kůra



- Nejvýznamnějšími **mikroživinami** jsou:
  - Fe, Mg, Mn, Co, Zn, B, Mo

---
- Kde **není dostupná voda**, nemohou být ani živiny rostlinou přijaty a využity
- Kde **není dost živin**, zejména dusíku, nemohou kořeny růst „za vodou“
- Jako živiny rostlin označujeme **celkem 17 chemických prvků**

## 2. 1 Půdní minerály

- Minerální síla půdy je **zásoba živin** vázaných **ve zvětrávající matečné hornině**
- Minerální sílu půdy zvyšuje především obsah těchto nerostů:
  - **uhličitanu vápenatého** -  $\text{CaCO}_3$
  - **živců** -  $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$ ,  $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ ,  $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
  - **slíd** -  $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ ,  $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH,F})_2$
  - **pyroxenů** - Ca, Mg, Fe, Al křemičitany
  - **amfibolů** - Ca, Mg, Al, Fe, Na křemičitany

# Půdy obecně

Prvek	Zastoupení v půdách	Forma prvku	Poznámka
Křemík	35 - 65 %	SiO <sub>2</sub>	není živinou!
Hliník	15 - 35 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Železo	8 - 25 %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Vápník	0,2 - 40 %	CaO	
Hořčík	0,05 - 15 % (20 %)	MgO	
Draslík	0,01 - 4 %	K <sub>2</sub> O	
Sodík	0,01 - 0,5 % (5%)	Na <sub>2</sub> O	
Fosfor	do 0,1 %	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
....			



# Půdy z Královéhradeckého kraje

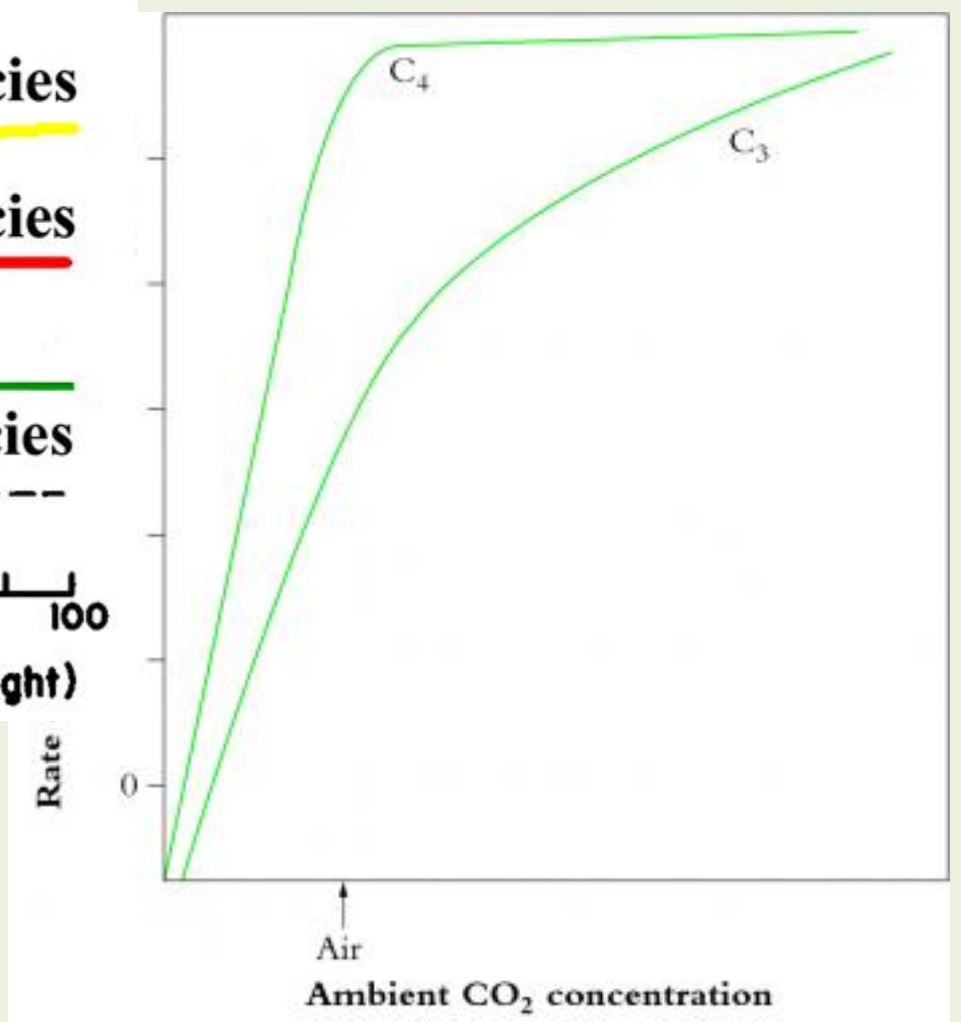
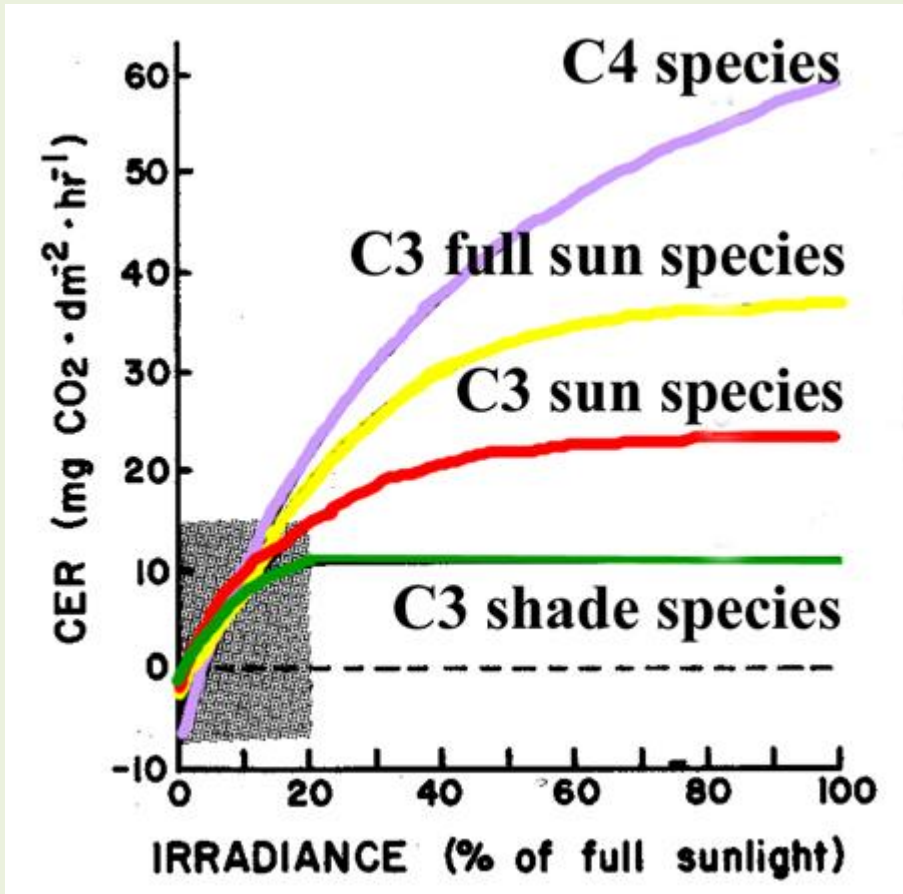
Minerál	Zastoupení v půdě (%)			
	Bohatá půda – Pec p. Sn	Bohatší půda - Vlčice	Středně bohatá půda - Smiřice	Chudá půda – Rokytnice n. J.
Křemen	<b>33</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>64</b>
Živce	<b>57</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>24</b>
Slídy	8	7	22	8
Pyroxeny, amfiboly	1	2	6	2
Ostatní	1	2	3	2

## Úkol č. 1

- *Uvedte tři druhy hornin jejichž zvětráváním vznikají:*
- *Minerálně velmi silné půdy:*
- *Minerálně středně silné půdy:*
- *Minerálně slabé půdy:*
- *Minerálně hubené půdy:*

## 2. 2 Uhlík

- Stromová vegetace podstatně **ovlivňuje globální toky CO<sub>2</sub>** = skleníkového plynu č. 1
- **Listnáče vážou CO<sub>2</sub> lépe** než jehličnany – více zachycují světlo pro FTS v koruně
- Maximální FTS při **cca 28°C**, **nad 42°C** už rostlina uhlík naopak ztrácí
- **CO<sub>2</sub> efektivně vážou mladší porosty** (bez výskytu hniloby), ale velmi těžko se to měří – špatně se odlišuje dýchání kořenů a půdních organismů!
- Dřevěné výrobky = „**konzervy CO<sub>2</sub>**“



## 2. 3 Kyslík

- Pro **nadzemní části** suchozemských rostlin je zdrojem v neomezeném množství **atmosféra**
- **Kořeny** se naopak mohou dostat do stavu nedostatku kyslíku **tzv. anoxybiozy**
  - **přestávají přijímat vodu a živiny**
  - nebo **odumírají (metan, etylén, sirovodík)**
  - naše lesní dřeviny obecně **špatně snášejí vysokou hladinu** podzemní vody

## 2. 4 Dusík

- Dusík na rozdíl od ostatních živin **není obsažen v půdních minerálech a horninách**
- **Ve formě  $\text{NO}_3^-$  nebo  $\text{NH}_4^+$**
- Poměr C:N v opadance je cca **50:1 a více** – chybí N!
- **Mnoho N působí blokování mykorhizy**
- **Z opadanky a kořenů se uvolní až  $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$** 
  - tropické lesy až  $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
  - lesy mírného pásu 30 - 120  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
  - severské lesy pod 50  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$

## 2. 5 Fosfor

- **Součástí molekuly DNA**, ale ví se o něm jinak málo
- Přijímán rostlinami **ve formě  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$**
- Příjem je pro rostlinu **energeticky náročný**
- Z **opadanky** se uvolní  **$0,5-1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$**
- Tato živina je velmi **nedostatková**

### 3. Bilance živin

- Pro dlouhodobé bezproblémové fungování ekosystému z hlediska živin platí **VSTUPY=VÝSTUPY**
- **Vstupy:**
  - zvětralá matečná hornina (v různých lesích se takto uvolní  $7-150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  základních živin mimo N)
  - $\text{CO}_2$  z atmosféry
  - suchý a mokrý spad z atmosféry (požáry, lids. činnost ...)
  - sedimenty z eroze (někde zmizí, jinde se objeví)
  - přímé hnojení (v lesích velmi omezeně)



- **Výstupy:**
  - vypaření do atmosféry (např. CO<sub>2</sub>, terpeny, etylén)
  - požáry rychle odstraní C a N
  - vytěžená a odvezená hmota těl stromů
  - erozní splachy povrchovým odtokem
  - při propustném podloží vnitropůdní eroze
- **Z hlediska bilance živin je nežádoucí využívat veškerou hmotu vytěžených stromů x ekonomický pohled může být z krátkodobého pohledu protichůdný!**

## Úkol č. 2

- *Fyzikální (mechanické) zvětrávání - text*
- *Chemické zvětrávání - text*
- *Biologické zvětrávání - text*

## 4. Rozkladači

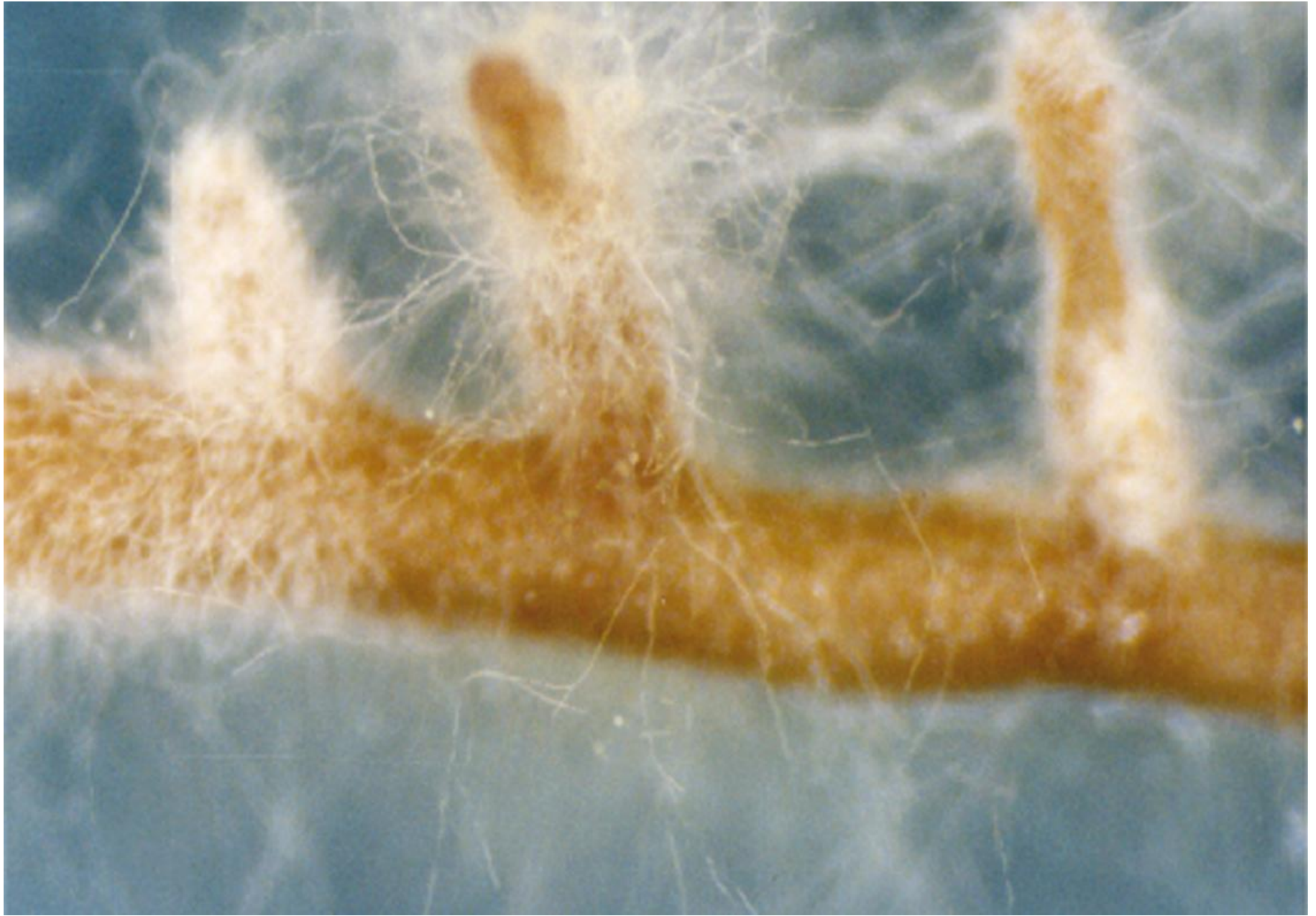
- Rozkládají energeticky bohaté organické molekuly na jednoduché anorganické látky = tzv. **mineralizace**
- **Jejich činnost ovlivňuje mimo jiné:**
  - Množství a kvalita opadanky
    - **Množství opadu = 2 – 45 tun\*ha<sup>-1</sup>** (v tropech nejméně)
    - **Lignin** 5-30 % mrtvé rostlinné hmoty
    - **Celulóza** 15-60 % mrtvé rostlinné hmoty
    - **Hemicelulóza** 10-30 % mrtvé rostlinné hmoty
    - **Bílkoviny** 2-15 % mrtvé rostlinné hmoty
  - Vliv kořenů na mikrobiální procesy (fytoncidní látky)
  - Fyzikální vliv rostlinného pokryvu (teplota půdy apod.)

- Výsledkem činnosti rozkladačů jsou také těžko odbouratelné organické složky – **tzv. humus**
- Tvoří ho **stabilní, složité organické látky tmavé barvy** – např. **humusové kyseliny**
- **Přetrvává v půdě až 20 tisíce let** (těsně po ledových dobách)
- **Má celou řadu funkcí:**
  - tmelení půdní struktury
  - schopnost zadržovat vodu
  - výživu půdních živočichů (zooedafonu)
  - protierozní účinky

- **Dřevo a kůra patří svým chemickým složením k obtížně rozložitelným organickým látkám**
- Proč:
  - makromolekuly mikroorganismy nepozřou (velké)
  - jsou nerozpustné ve vodě (nefungují enzymy)
  - část chemických vazeb neposkytuje rozkladači energii
  - štěpení některých molekul energii dokonce vyžaduje

## 5. Mykorhiza

- Mykorhiza je **důležitým prvkem výživy dřevin**
- Jemné kořínky téměř vždy obsahuje vláknité **podhoubí mykorhizních hub**
- **Obrovská hustota**
  - např. v 1 mm<sup>3</sup> půdy až 4m vláken
  - vlákna tvoří i 10 a více % hmoty kořenů
- M. **zvyšuje** především **příjem P**
- M. **zrychluje rozklad i zvětrávání** (enzymy, kyseliny)
- M. je pro rostlinu **energeticky náročná** (cukry)



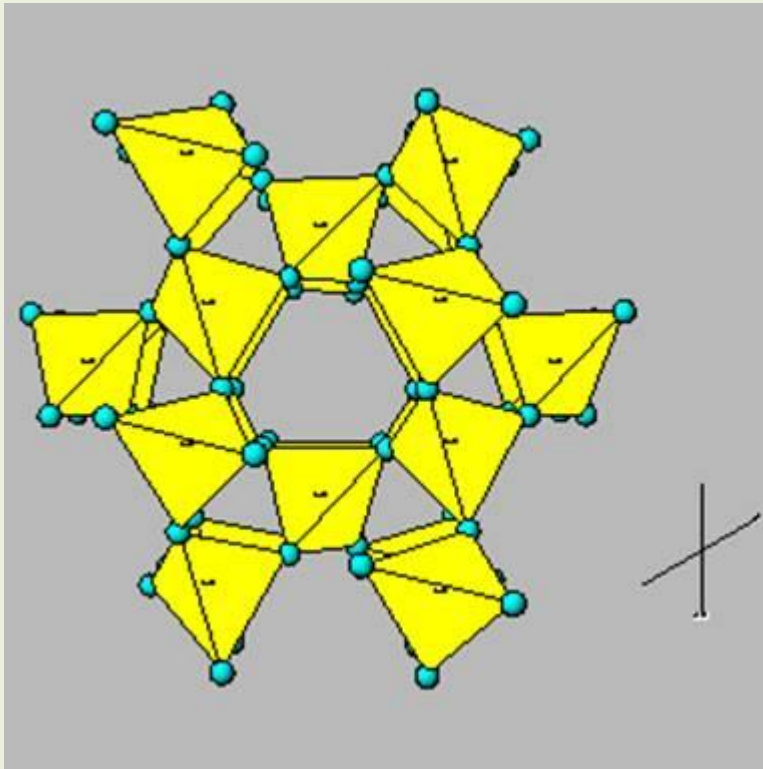
## Úkol č. 3

- *Definice mykorhizy – text*
- *Endomykorhiza – text + 3 obrázky rostlin*
- *Ektomykorhiza – text + 3 obrázky rostlin*

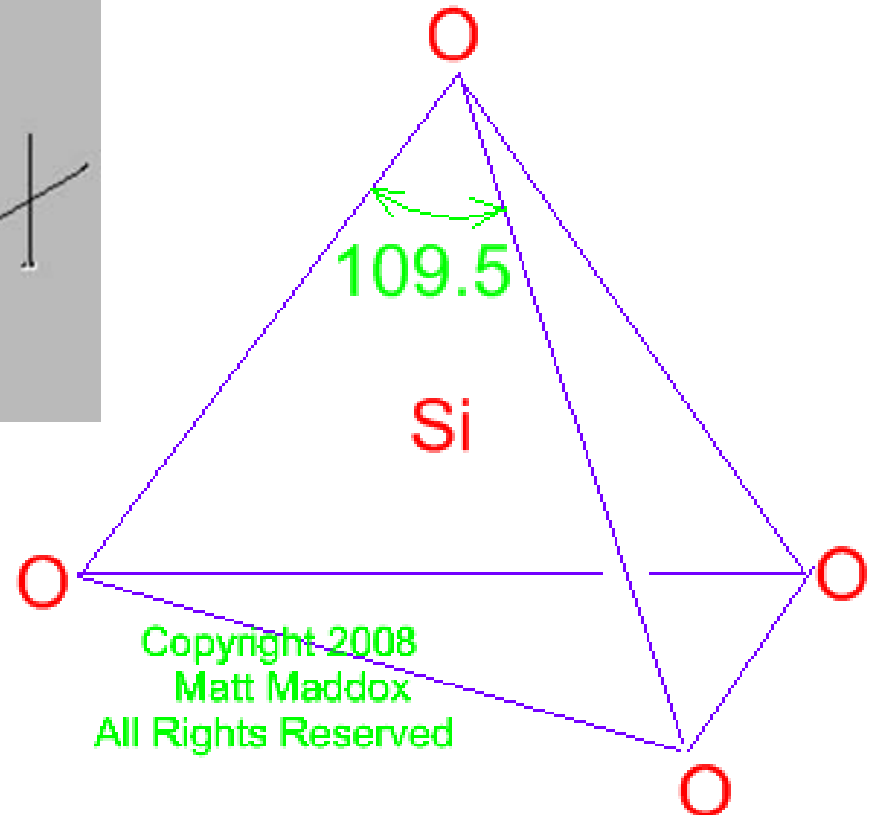


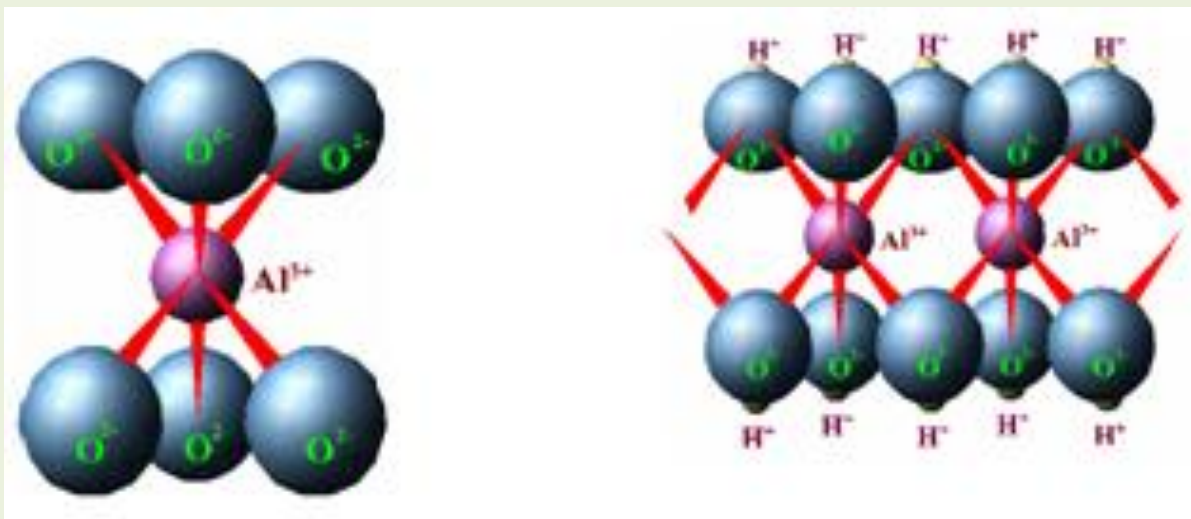
## 6. Půdní jíł

- Jíl je usazená hornina ve které je **přes 50 % tvořeno zrna menšími než 2  $\mu\text{m}$**
- **Stavebními prvky jíłů** jsou částice  $\text{SiO}_4$ ,  $\text{AlO}_6$ ,  $\text{MgO}_6$
- **Uspořádaní do lístkovitých struktur**
- Jílové částice v půdě **vážou** různou měrou **kationty** (od  $\text{Al}_3^+$  k např.  $\text{K}^+$  postupně slabšími vazbami)
- Čím slabší je vazba, **tím je kationt přístupnější** rostlinám, ale **také náchylnější k vyplavení pryč z půdy!**



## Silica - SiO<sub>4</sub> Tetrahedron





# pH půdy a vody

- **Okyselování půdy je přirozené** (např.  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , huminové kyseliny)
- Z hlediska pH půdy a vody jsou **nepříznivé extrémní hodnoty**:
  - **vysoké koncentrace  $\text{H}^+$  a  $\text{OH}^-$**  poškozují protoplazmu
  - **nepřímý vliv na příjem iontů živin**
    - v **příliš kyselém** prostředí se uvolňují do půdního roztoku kationty např.  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  ... v toxických koncentracích (přesto, že v nízkých koncentracích jde o živiny)
    - v **příliš zásaditém** prostředí mohou být živinné ionty naopak pevně vázány – výživa tedy nedostupná (P, Zn, Co ...)

## Úkol č. 4

- *Uvedte limitní hodnoty ročního průměru  $SO_2$  v ovzduší pro poškození lesních dřevin:*
- *A) hodnota podle směrnice UN ECE = ?*
- *B) hodnota z hlediska prokazatelných škod = ?*

Zdroj: Lesnická práce číslo 10 (2002)

*Emise, imise, depoziční toky a poškození lesních porostů, P. Hadaš*

# Zdroje:

- [http://cs.wikipedia.org/wiki/Atmosf%C3%A9ra\\_Zem%C4%9B](http://cs.wikipedia.org/wiki/Atmosf%C3%A9ra_Zem%C4%9B)

- [http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/prednasky/3\\_obrazky/3\\_6\\_slozeni.jpg](http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/prednasky/3_obrazky/3_6_slozeni.jpg)

- [http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://atmosfera-2.navajo.cz/atmosfera-2-2.png&imgrefurl=http://atmosfera-2.navajo.cz/&usq=\\_j6tEuZSPw8izT1eIVZpwd5-W4ol=&h=520&w=250&sz=32&hl=cs&start=0&sig2=f3T6ZVAPSymaU11PyrsxA&zoom=1&tbnid=UcWuaJptVelxIM:&tbnh=108&tbnw=52&ei=08HrTdOxK8WG-wa7xpnXDw&prev=/search%3Fq%3Dslo%25C5%25BEen%25C3%25AD%2Batmosf%25C3%25A9ry%26hl%3Dcs%26sa%3DX%26rls%3Dcom.microsoft:cs%26biw%3D1020%26bih%3D539%26tm%3Disch%26prmd%3Divns&itbs=1&iact=rc&dur=150&page=1&ndsp=18&ved=1t:429,r:0,s:0&tx=24&ty=91](http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://atmosfera-2.navajo.cz/atmosfera-2-2.png&imgrefurl=http://atmosfera-2.navajo.cz/&usq=_j6tEuZSPw8izT1eIVZpwd5-W4ol=&h=520&w=250&sz=32&hl=cs&start=0&sig2=f3T6ZVAPSymaU11PyrsxA&zoom=1&tbnid=UcWuaJptVelxIM:&tbnh=108&tbnw=52&ei=08HrTdOxK8WG-wa7xpnXDw&prev=/search%3Fq%3Dslo%25C5%25BEen%25C3%25AD%2Batmosf%25C3%25A9ry%26hl%3Dcs%26sa%3DX%26rls%3Dcom.microsoft:cs%26biw%3D1020%26bih%3D539%26tm%3Disch%26prmd%3Divns&itbs=1&iact=rc&dur=150&page=1&ndsp=18&ved=1t:429,r:0,s:0&tx=24&ty=91)

- <http://www.bott-gruen.de/bilder/mykosan/Ekto.jpg>

- [http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://astrosymm.com/images/Silica109.png&imgrefurl=http://astrosymm.com/Volcano.htm&usq=\\_ol\\_-Yz3lftuwlF77BnrDEdQTvs=&h=397&w=351&sz=14&hl=cs&start=0&sig2=qzHYuDHaRAnwXomYE38rWg&zoom=1&tbnid=7HVmeFhxbNC\\_rM:&tbnh=115&tbnw=102&ei=\\_7rTbvgC4XT-ga0p9XaDw&prev=/search%3Fq%3Dsilica%2BTetrahedra%26hl%3Dcs%26sa%3DX%26rls%3Dcom.microsoft:cs%26biw%3D1020%26bih%3D539%26tm%3Disch%26prmd%3Divns&itbs=1&iact=rc&dur=360&page=1&ndsp=18&ved=1t:429,r:13,s:0&tx=38&ty=48](http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://astrosymm.com/images/Silica109.png&imgrefurl=http://astrosymm.com/Volcano.htm&usq=_ol_-Yz3lftuwlF77BnrDEdQTvs=&h=397&w=351&sz=14&hl=cs&start=0&sig2=qzHYuDHaRAnwXomYE38rWg&zoom=1&tbnid=7HVmeFhxbNC_rM:&tbnh=115&tbnw=102&ei=_7rTbvgC4XT-ga0p9XaDw&prev=/search%3Fq%3Dsilica%2BTetrahedra%26hl%3Dcs%26sa%3DX%26rls%3Dcom.microsoft:cs%26biw%3D1020%26bih%3D539%26tm%3Disch%26prmd%3Divns&itbs=1&iact=rc&dur=360&page=1&ndsp=18&ved=1t:429,r:13,s:0&tx=38&ty=48)

- [http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://nature.berkeley.edu/classes/espm-121/image002.jpg&imgrefurl=http://nature.berkeley.edu/classes/espm-121/soilmineralogy.html&usq=\\_IJOT7QODcYviPCb0yBgOWuV6aag=&h=384&w=384&sz=19&hl=cs&start=0&sig2=S6dBqMUD4HPgzwtg-nofeA&zoom=1&tbnid=93RIMJlnoZWGtM:&tbnh=123&tbnw=123&ei=ZP\\_rTYb9N4Wf-QaR\\_63RDw&prev=/search%3Fq%3Dsilica%2BTetrahedron%26hl%3Dcs%26sa%3DX%26rls%3Dcom.microsoft:cs%26biw%3D1020%26bih%3D539%26tm%3Disch&itbs=1&iact=hc&vpx=752&vpy=203&dur=5147&hovh=225&hovw=225&tx=141&ty=210&page=1&ndsp=15&ved=1t:429,r:14,s:0&biw=1020&bih=539](http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://nature.berkeley.edu/classes/espm-121/image002.jpg&imgrefurl=http://nature.berkeley.edu/classes/espm-121/soilmineralogy.html&usq=_IJOT7QODcYviPCb0yBgOWuV6aag=&h=384&w=384&sz=19&hl=cs&start=0&sig2=S6dBqMUD4HPgzwtg-nofeA&zoom=1&tbnid=93RIMJlnoZWGtM:&tbnh=123&tbnw=123&ei=ZP_rTYb9N4Wf-QaR_63RDw&prev=/search%3Fq%3Dsilica%2BTetrahedron%26hl%3Dcs%26sa%3DX%26rls%3Dcom.microsoft:cs%26biw%3D1020%26bih%3D539%26tm%3Disch&itbs=1&iact=hc&vpx=752&vpy=203&dur=5147&hovh=225&hovw=225&tx=141&ty=210&page=1&ndsp=15&ved=1t:429,r:14,s:0&biw=1020&bih=539)

- Půdy východních Čech, Bohumil Válek, Východočeské nakladatelství, Havlíčkův Brod, 1964

- Ekologie řízených autotrofních systémů, Miroslav Barták, Česká zemědělská univerzita, Praha, 2002