

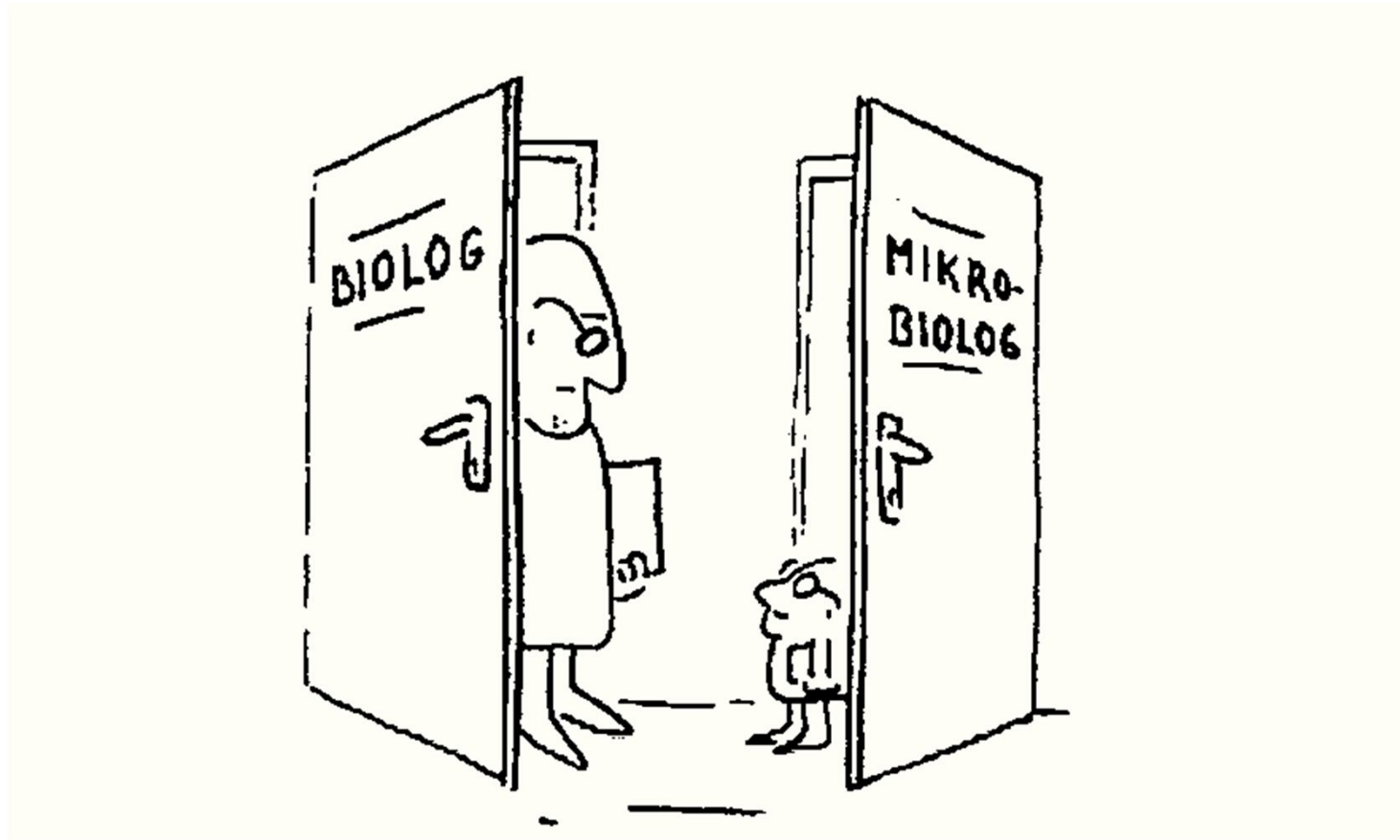
Interakce rostlin, půdních mikroorganismů a modelových forem půdního uhlíku: supramolekulárních struktur, huminových látek a biouhlu

Záhora J., Tůma I., Hynšt J., Elbl J., Plošek L., Kintl A., Urbánková O.
Mendelova univerzita v Brně

Udržitelná energie a krajina
téma: biouhel a ochrana klimatu

mezioborová konference

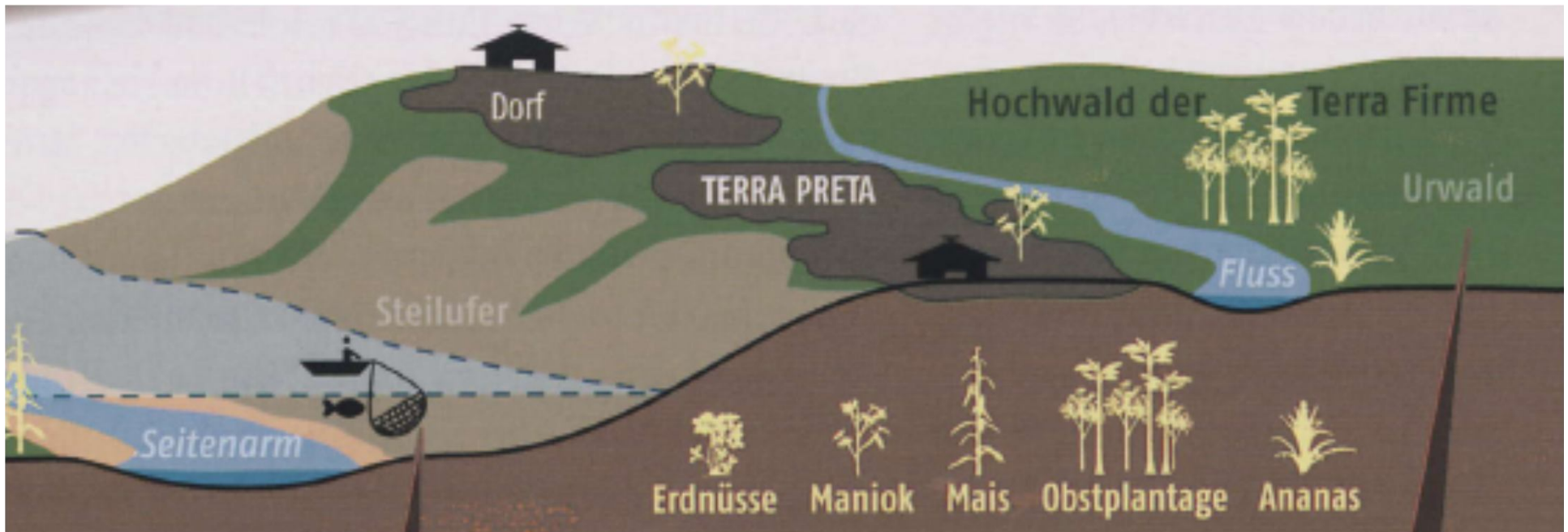
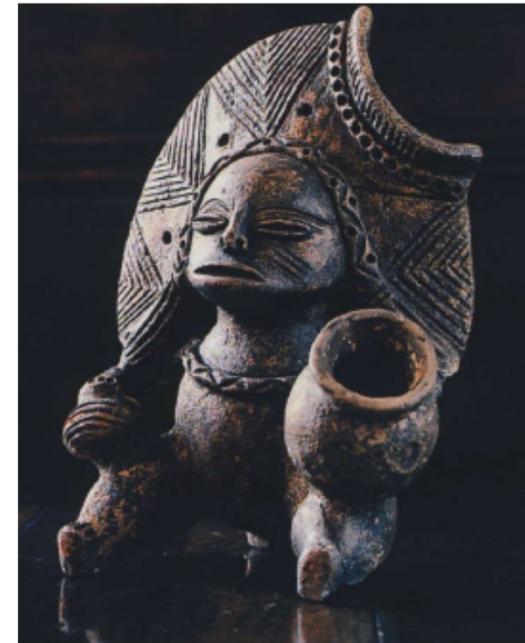
13.-14. února 2013 | Hostětín, Bílé Karpaty



- Není hloupých mikrobů;
- Mikrob má vždy pravdu, je Tvým přítelem a citlivým partnerem;
- Mikroby mohou a udělají cokoliv;
-

The laws of applied microbiology (David Perlman, 1980)









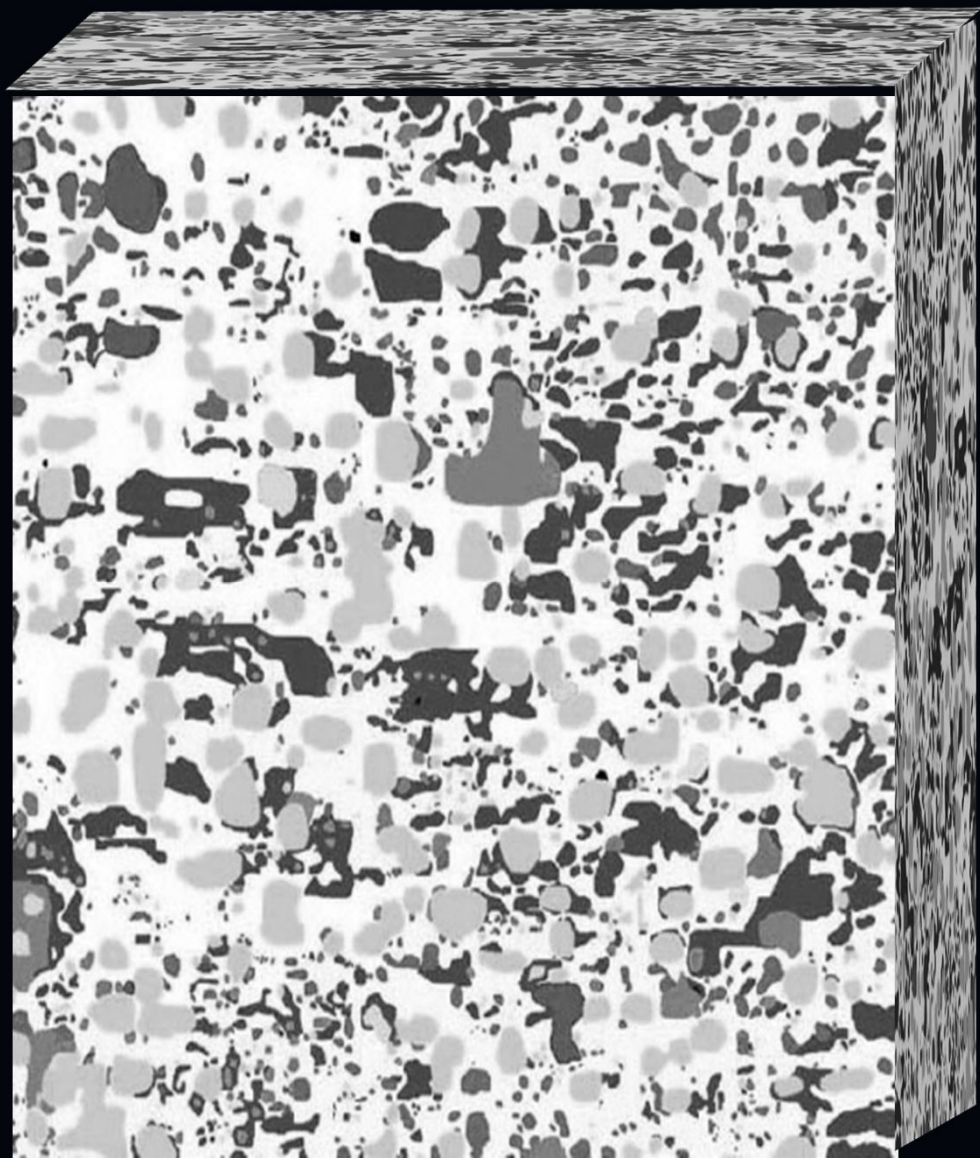
Comparing tropical with temperate Anthrosols. The left half shows a profile of a fertile Terra Preta created by adding charcoal to the naturally-occurring nutrient poor Oxisol. The right half (far right) is a profile picture of a fertile European Plaggen Soil (Plaggic Anthrosol) created by adding peat and manure to the naturally-occurring nutrient poor sandy soils (Arenosols) of The Netherlands

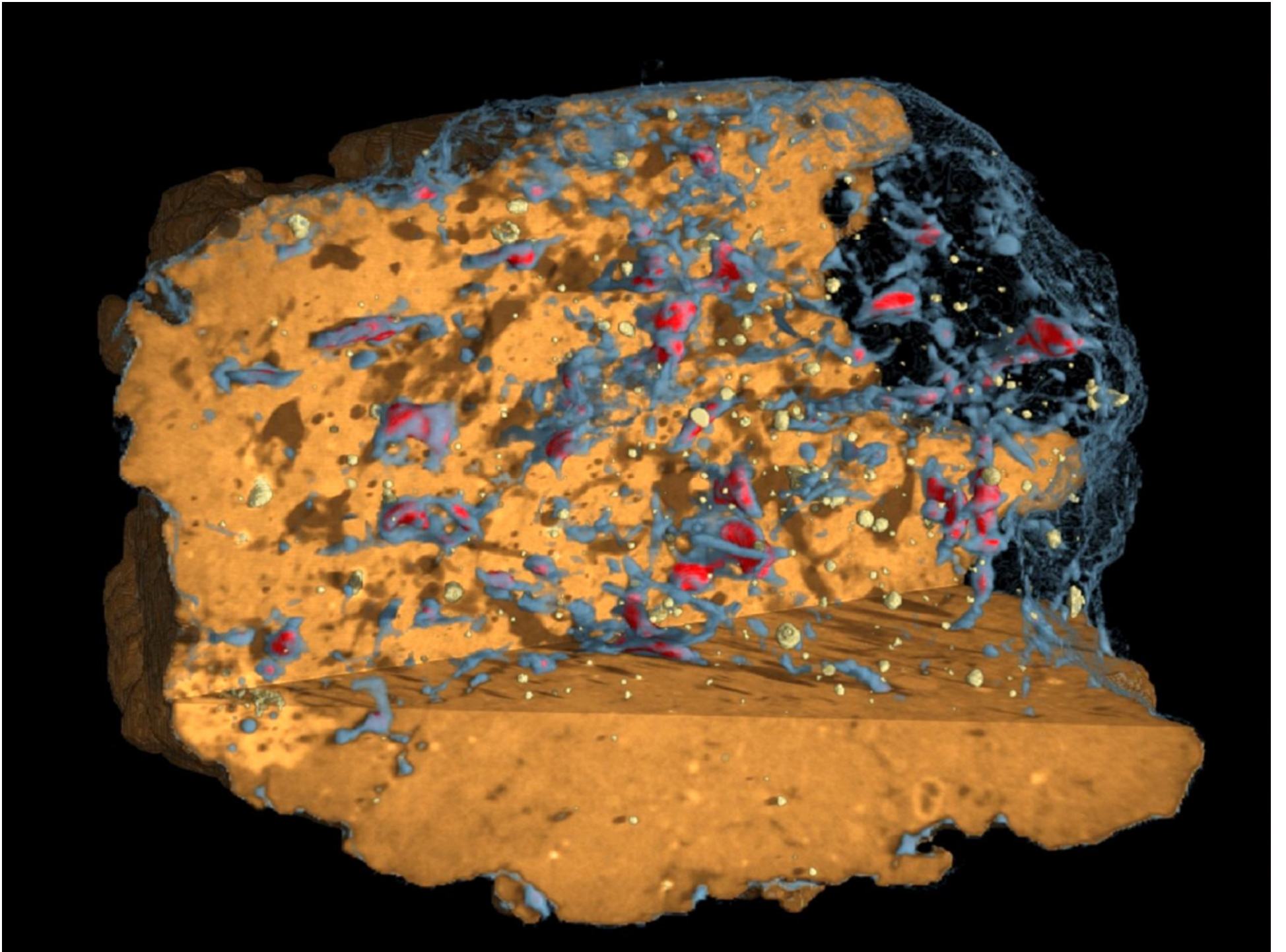




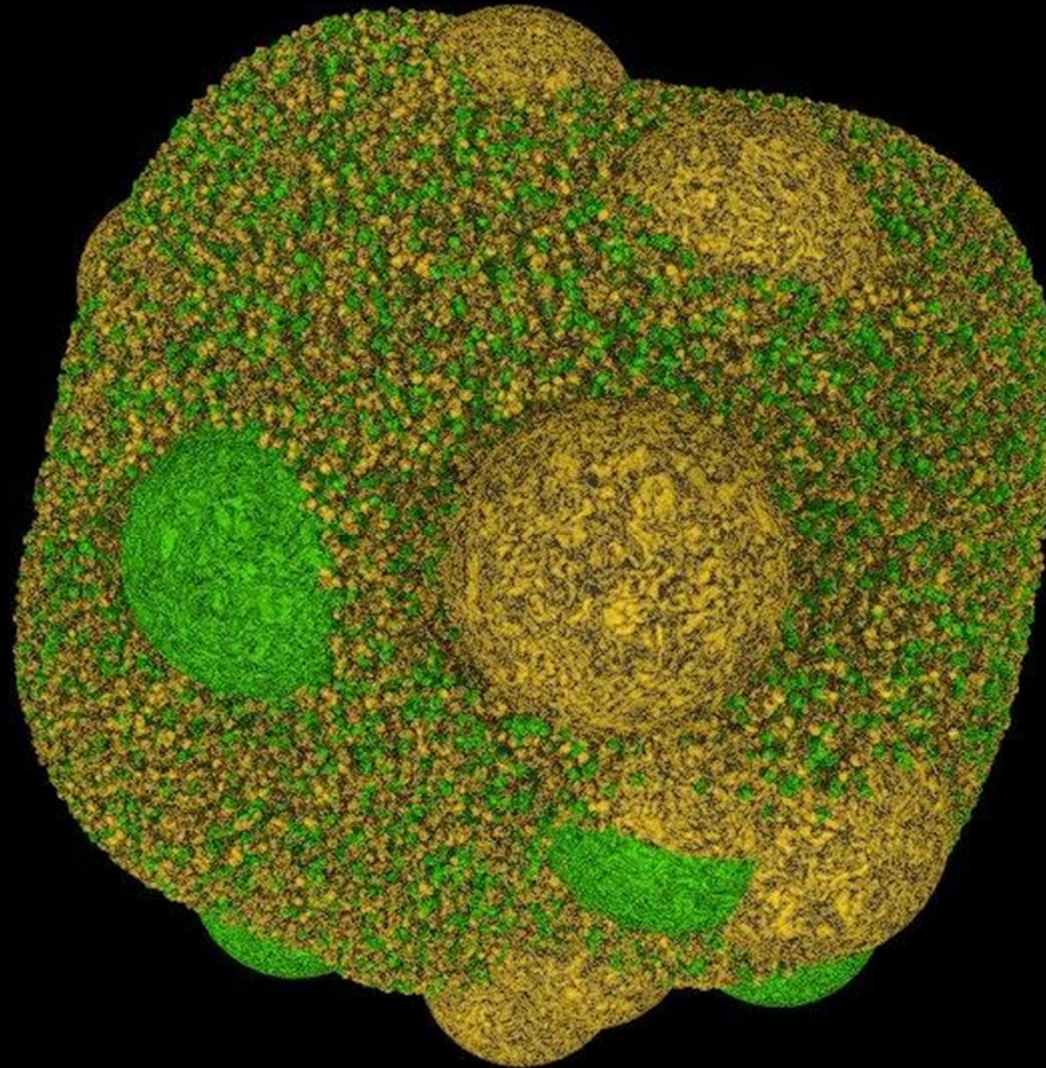
? Úrodnost ?

... půda dřímající ...

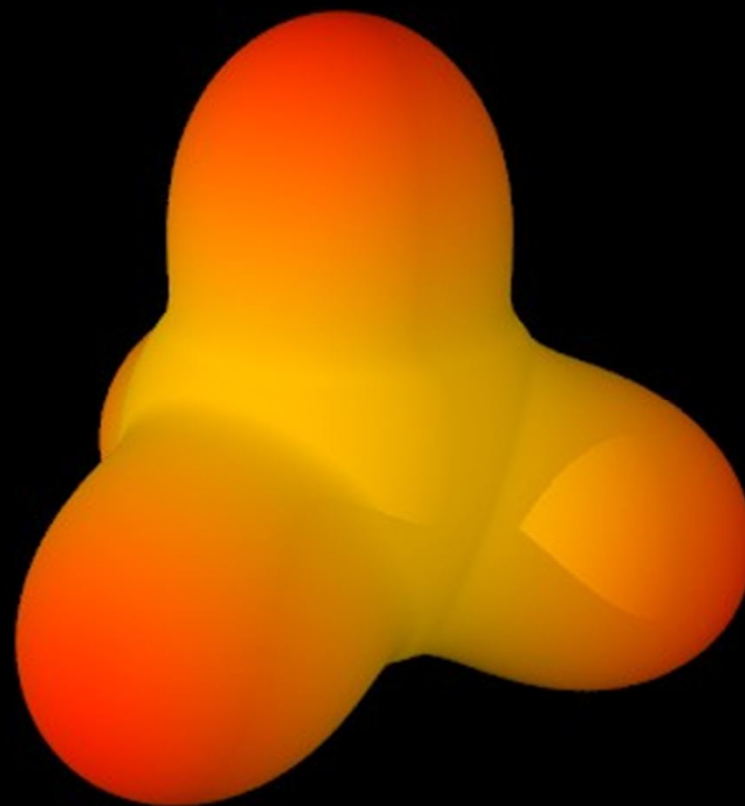
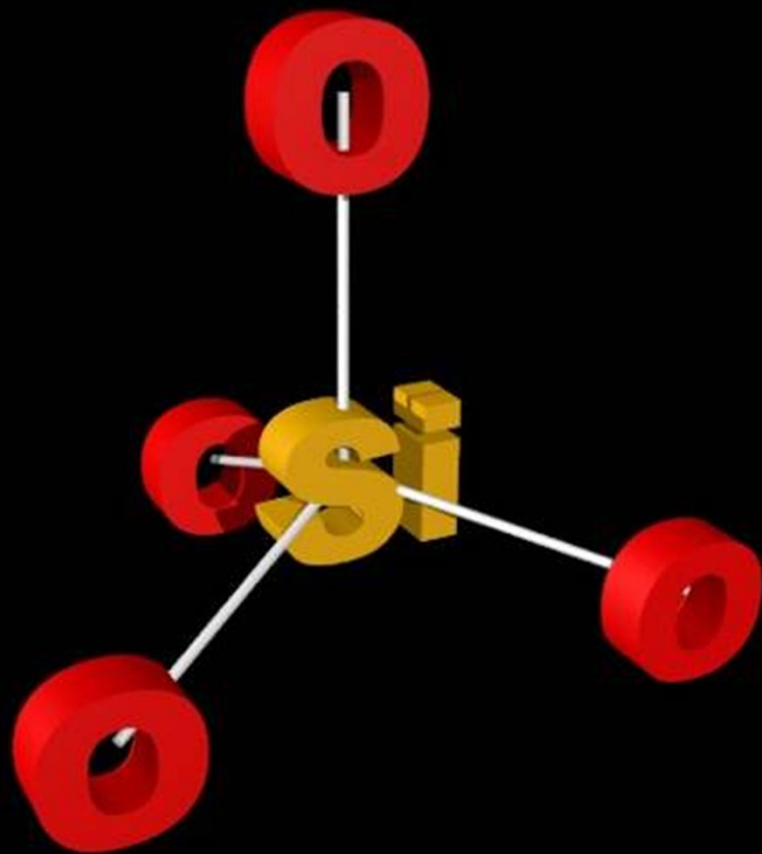




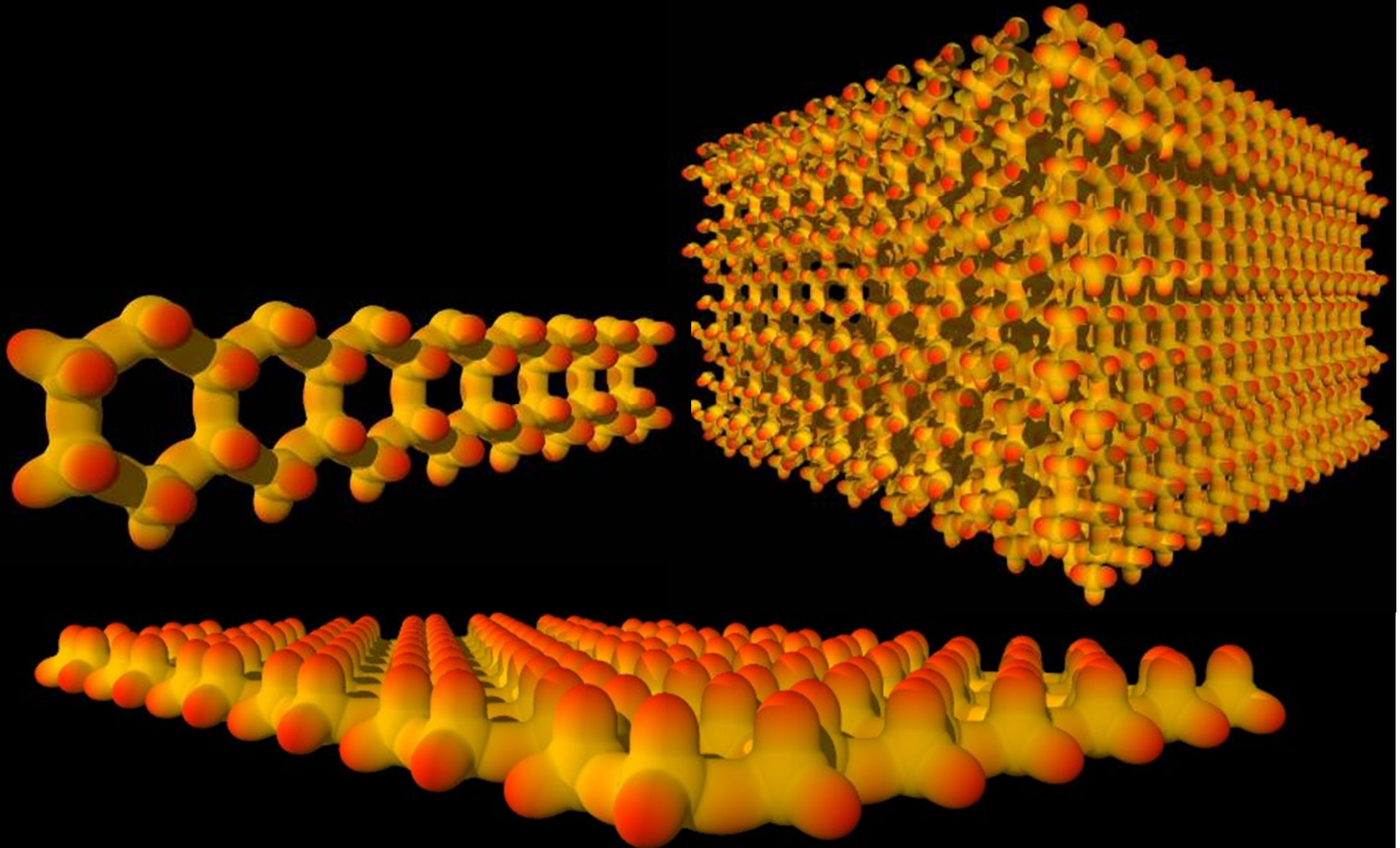
Půdní agregáty složené z částic minerální frakce, původem z matečné horniny, a z organických částic (původem z živých organismů).



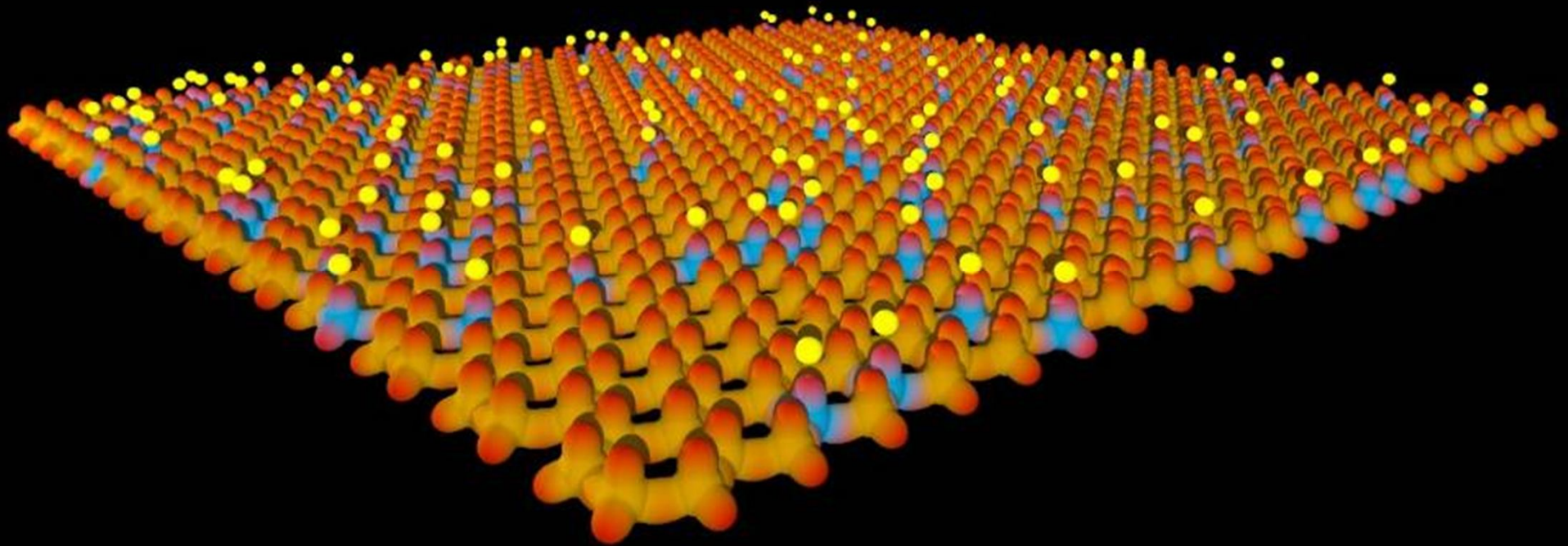
Kyselina křemičitá je základní stavební sloučeninou v
půdních minerálních látkách (vodík je vynechán).



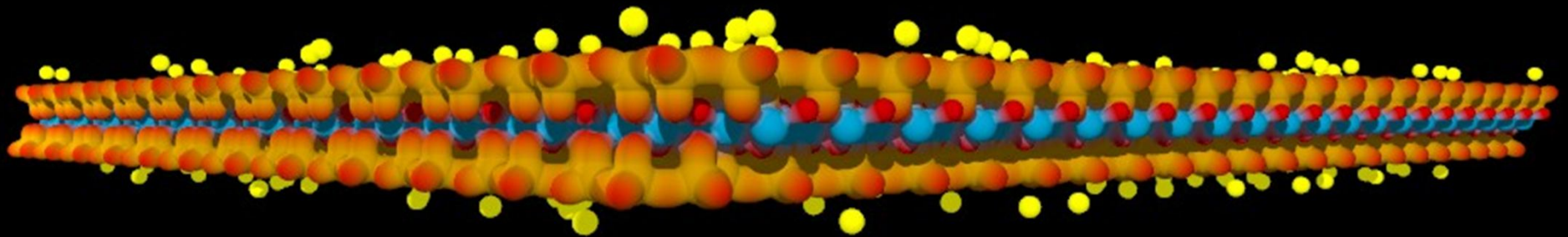
Z těchto stavebních sloučenin mohou být sestavena vlákna (např. azbest), rovinné útvary (např. jílové minerály) a prostorové útvary, kostky (např. křemen).



Jednotlivé atomy křemíku mohou být zaměněny za atomy hliníku. Výsledný negativní náboj (modře) umožňuje vázat pozitivní ionty (žlutě).

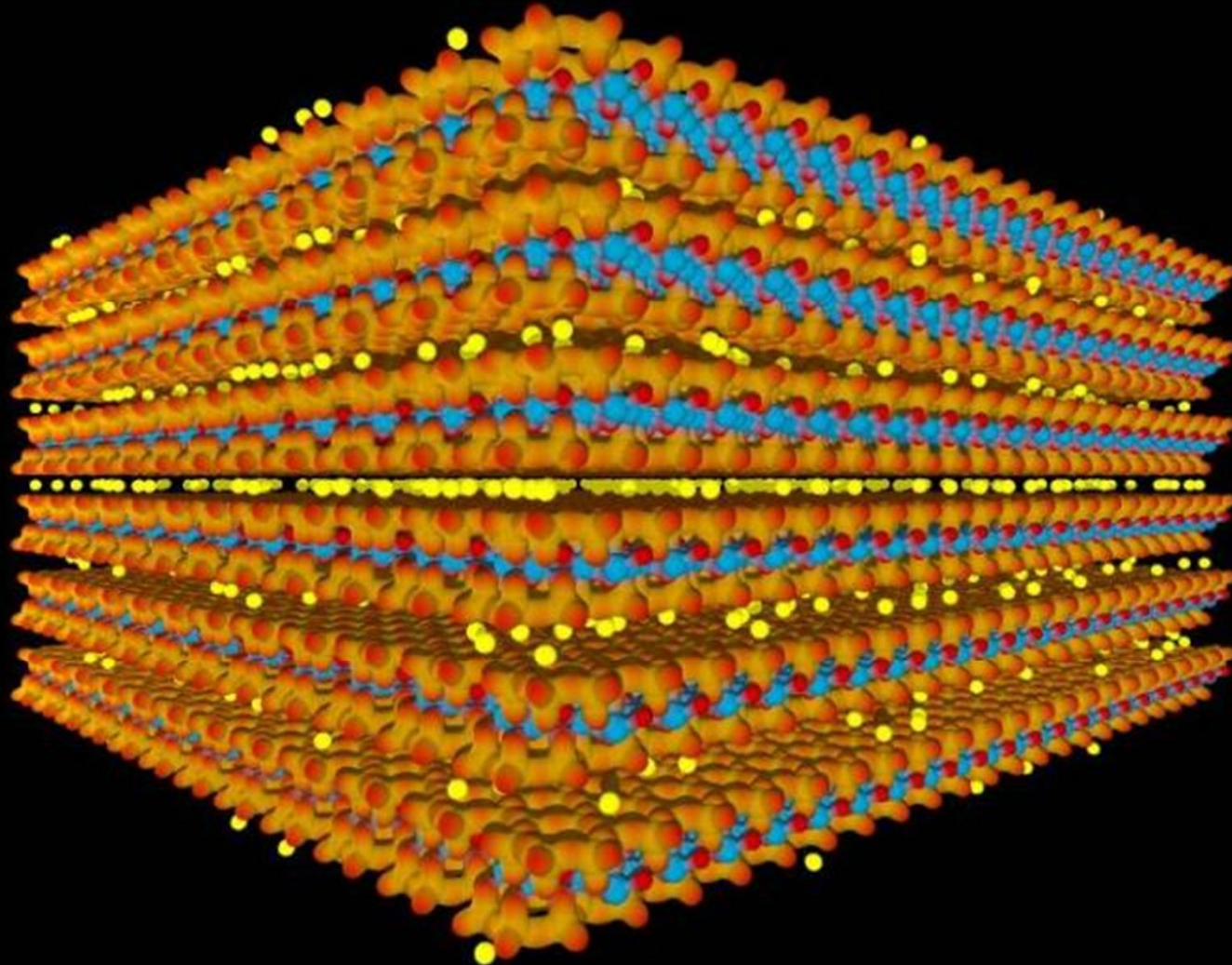


Třívrstevné jílové minerály jsou zvláště významné alumosilikátové struktury sestávající se ze dvou vrstev křemíkových a střední vrstvy hliníkových atomů (modře).

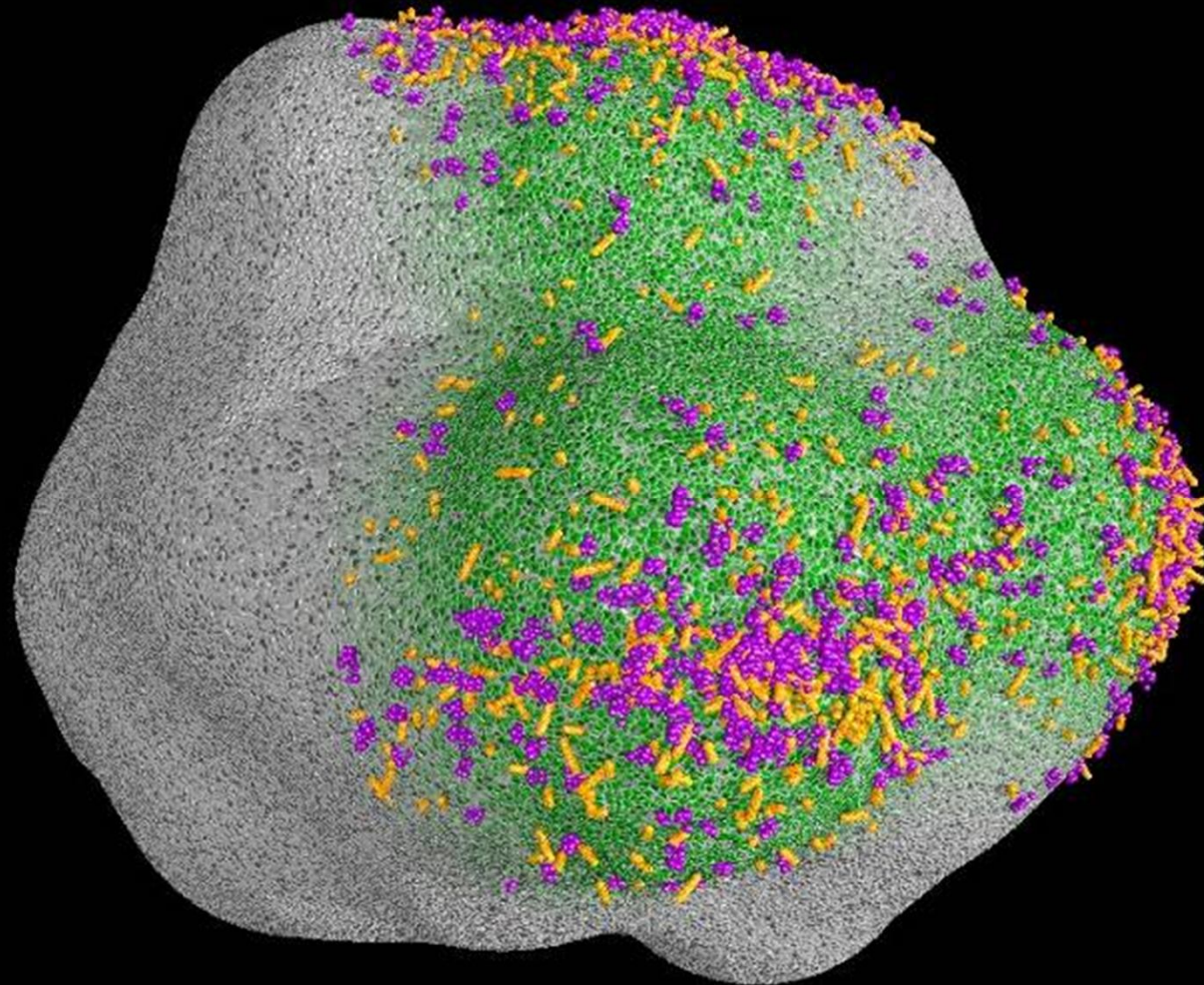


Pozitivní ionty (žlutě) jsou vázány na svrchní a spodní straně vrstev.

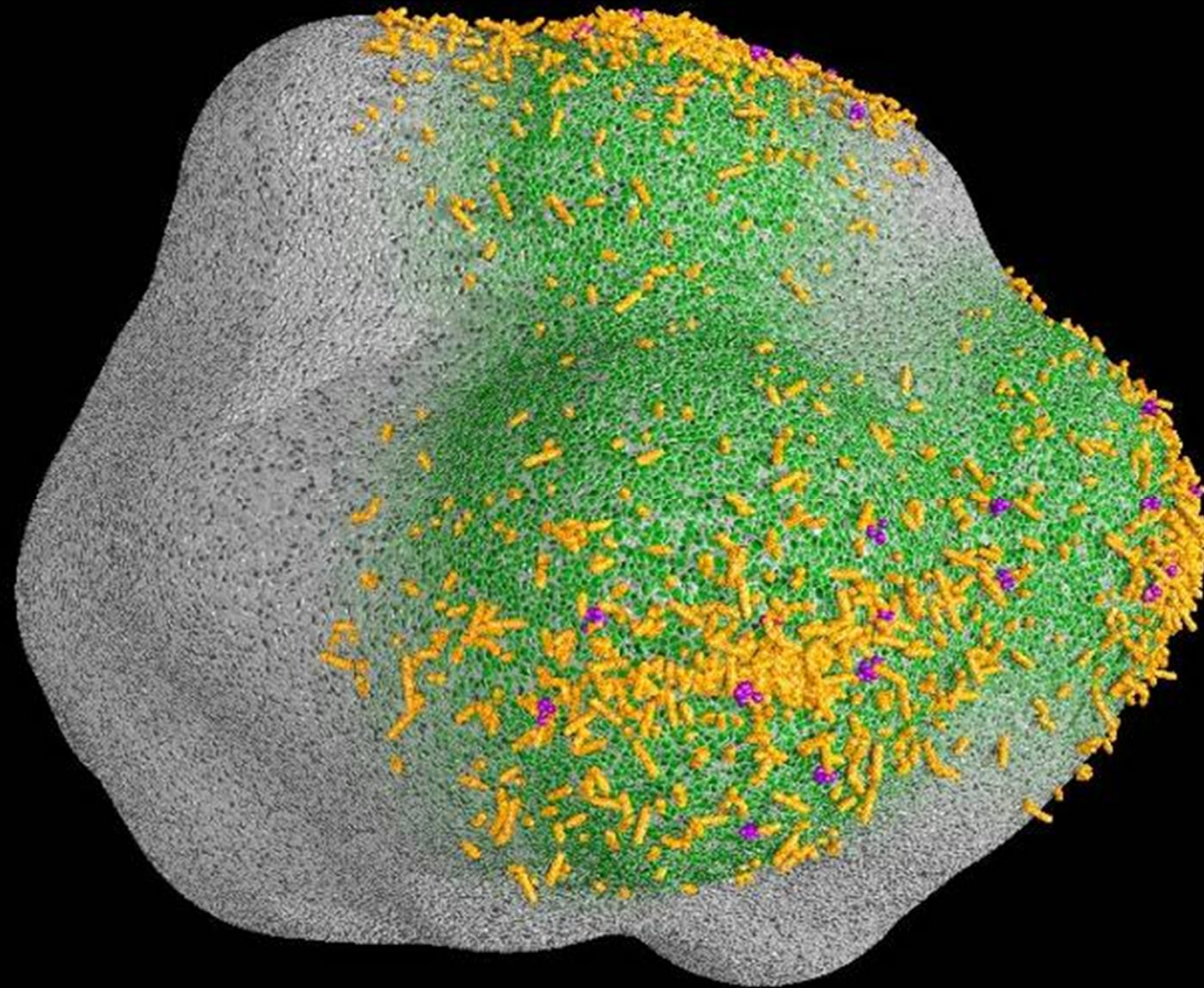
Jílové minerály jsou složeny z takovýchto mnohačetných vrstev. Pozitivními ionty mohou být draslík nebo amonný iont, klíčové živiny pro rostliny.



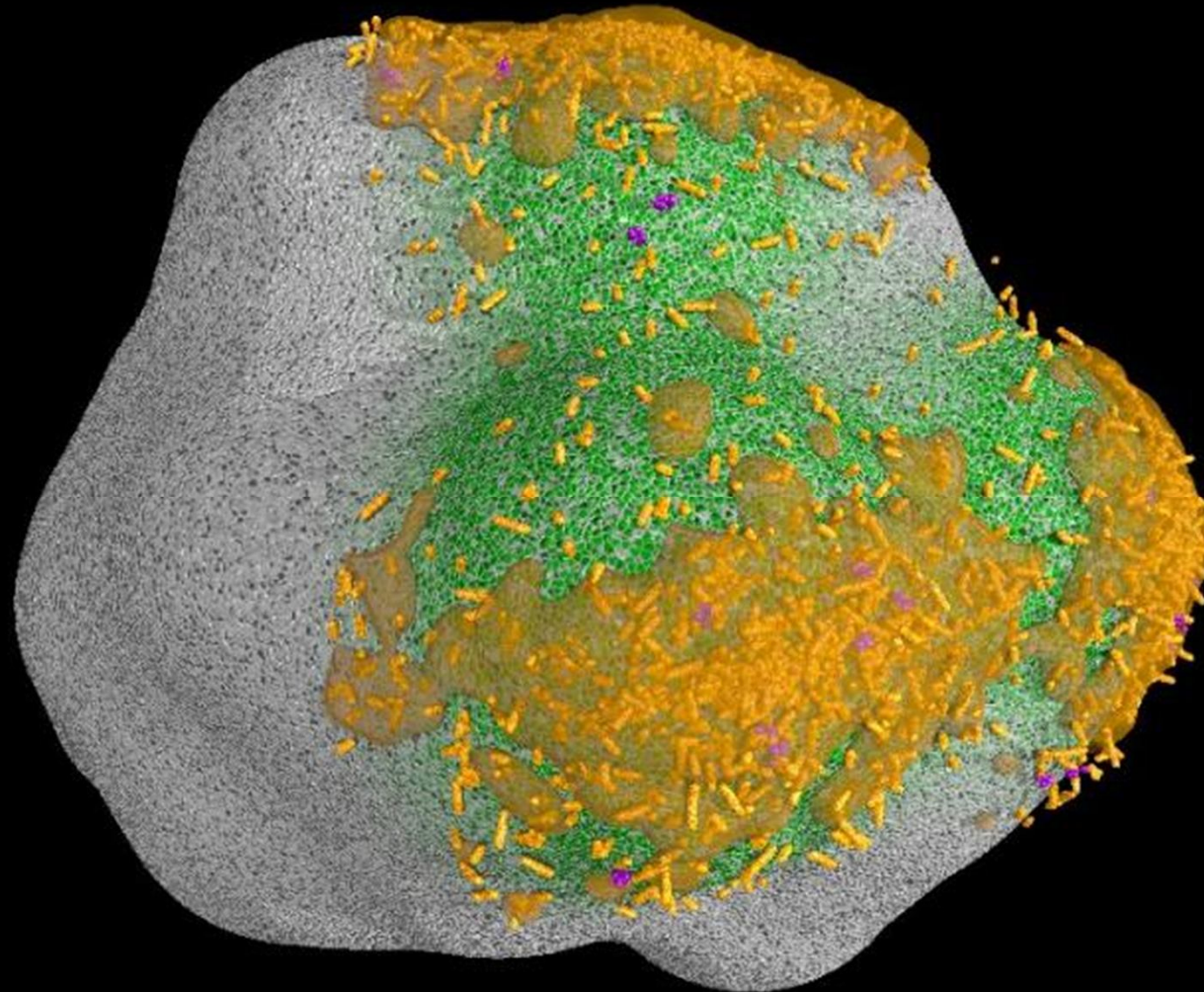
Baktérie se budou rozmnožovat rychleji tam, kde se pro ně nacházejí nějaké **zdroje**.



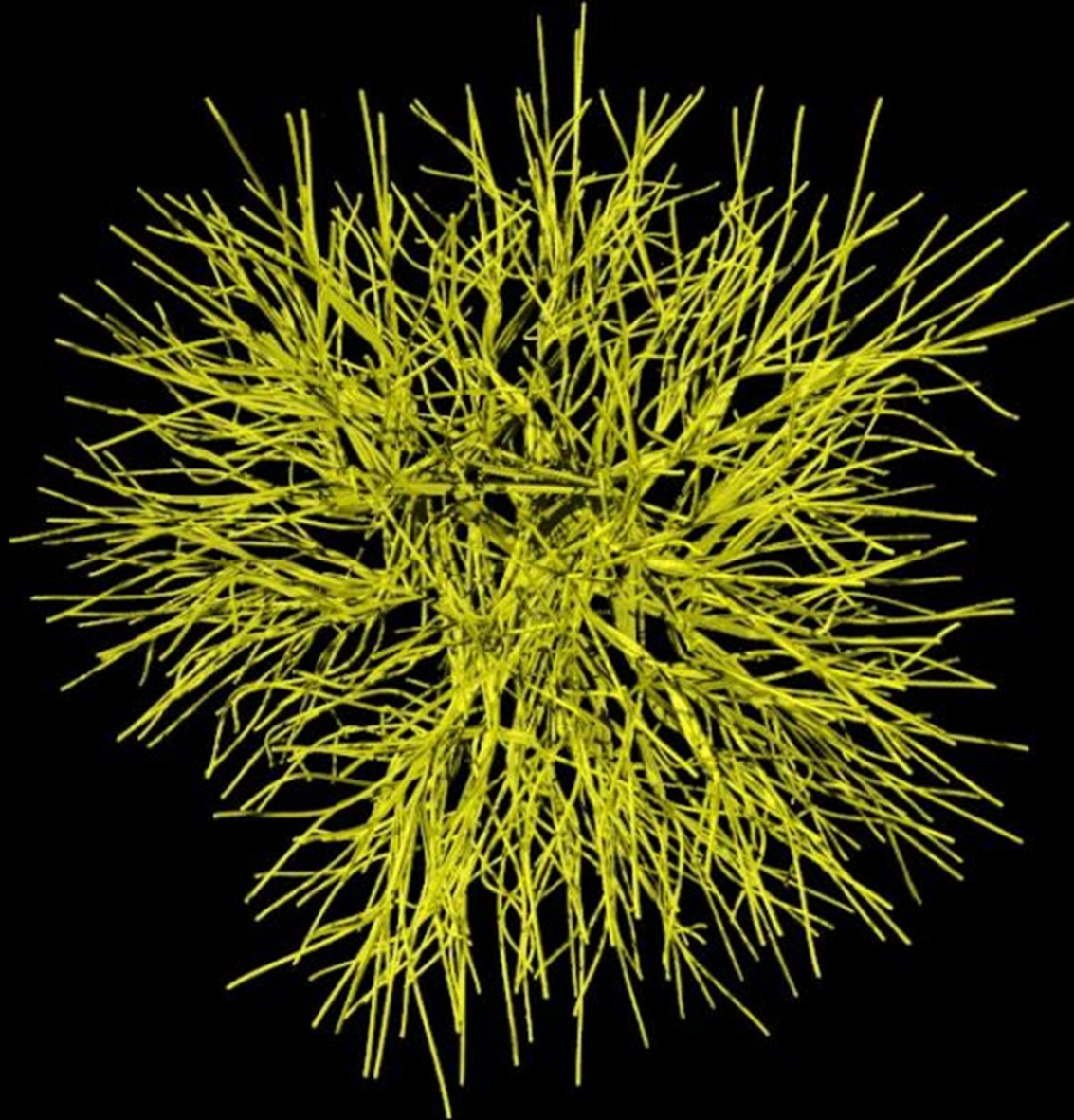
Baktérie kolonizují půdní agregáty na základě vzájemných interakcí. Některé **baktérie** budou vylučovat biologicky aktivní látky jimiž budou omezovat aktivitu a rychlost množení potenciálních konkurentů.



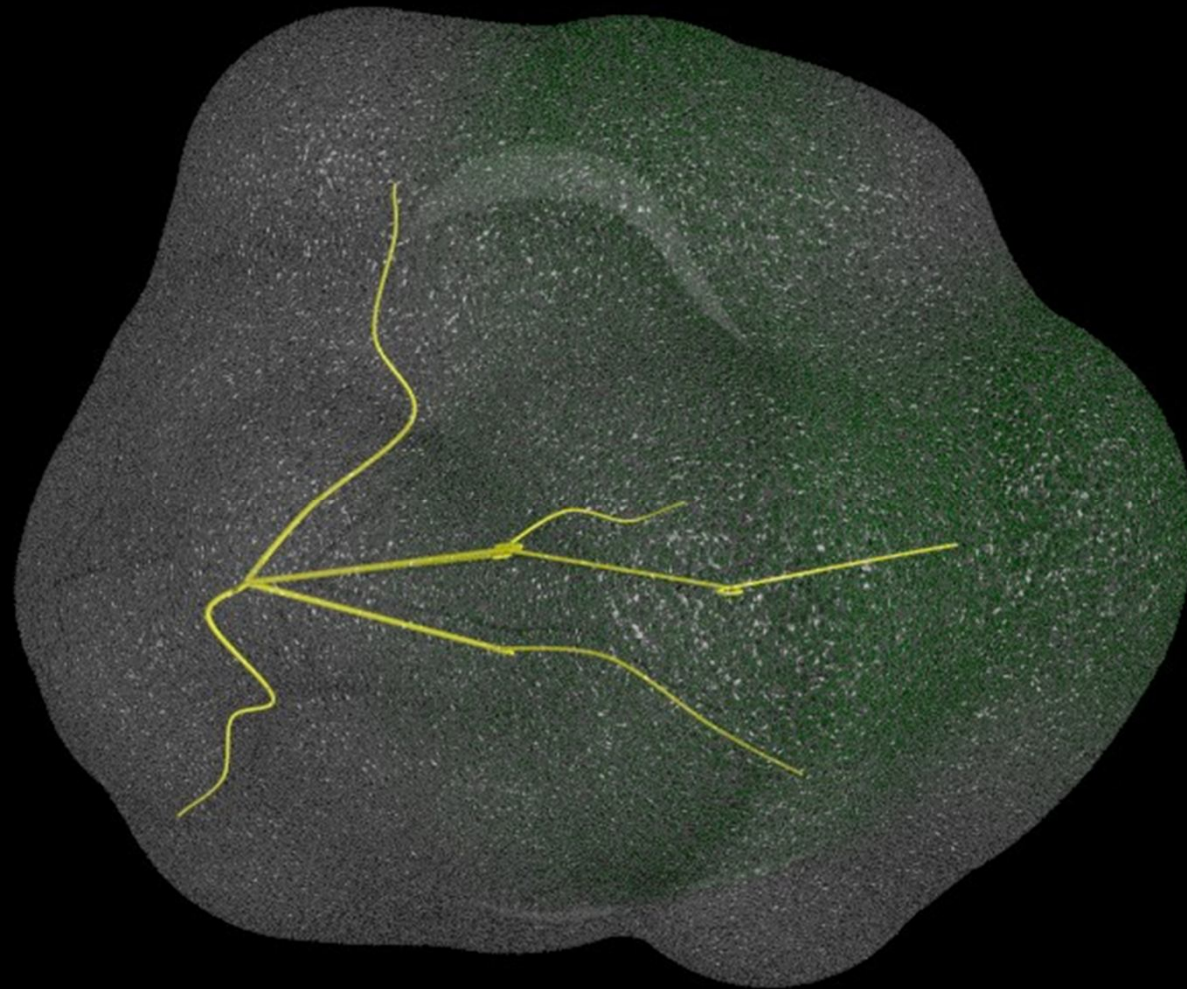
V okamžiku, kdy dosáhnou dostatečné četnosti, mohou některé bakterie produkovat ochranný hlenovitý materiál a formovat **biofilm**.



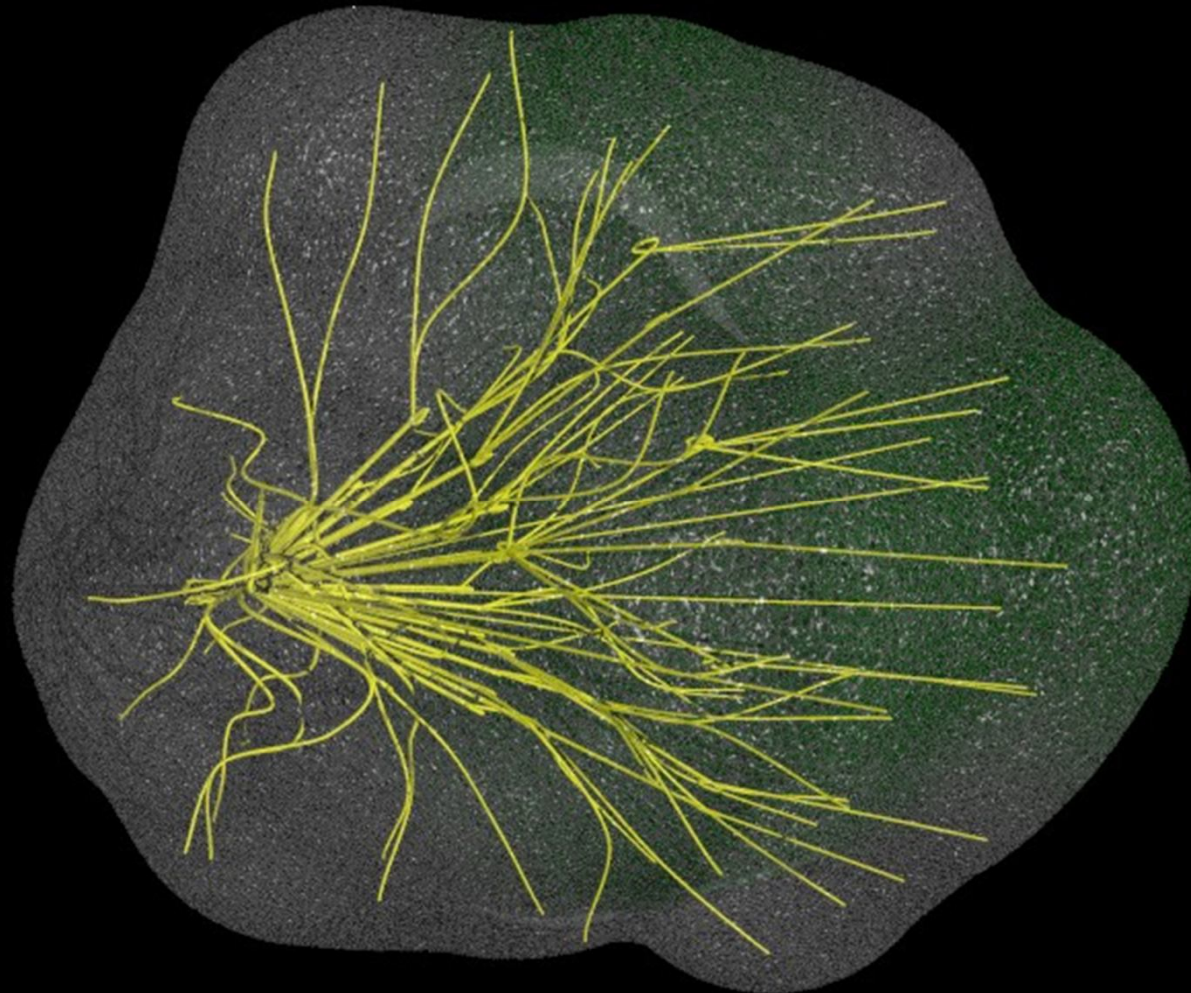
Houby a některé bakterie s podobnou morfologií mají ale úplně jinou životní strategii. Produkují rozsáhlou síť vláken.



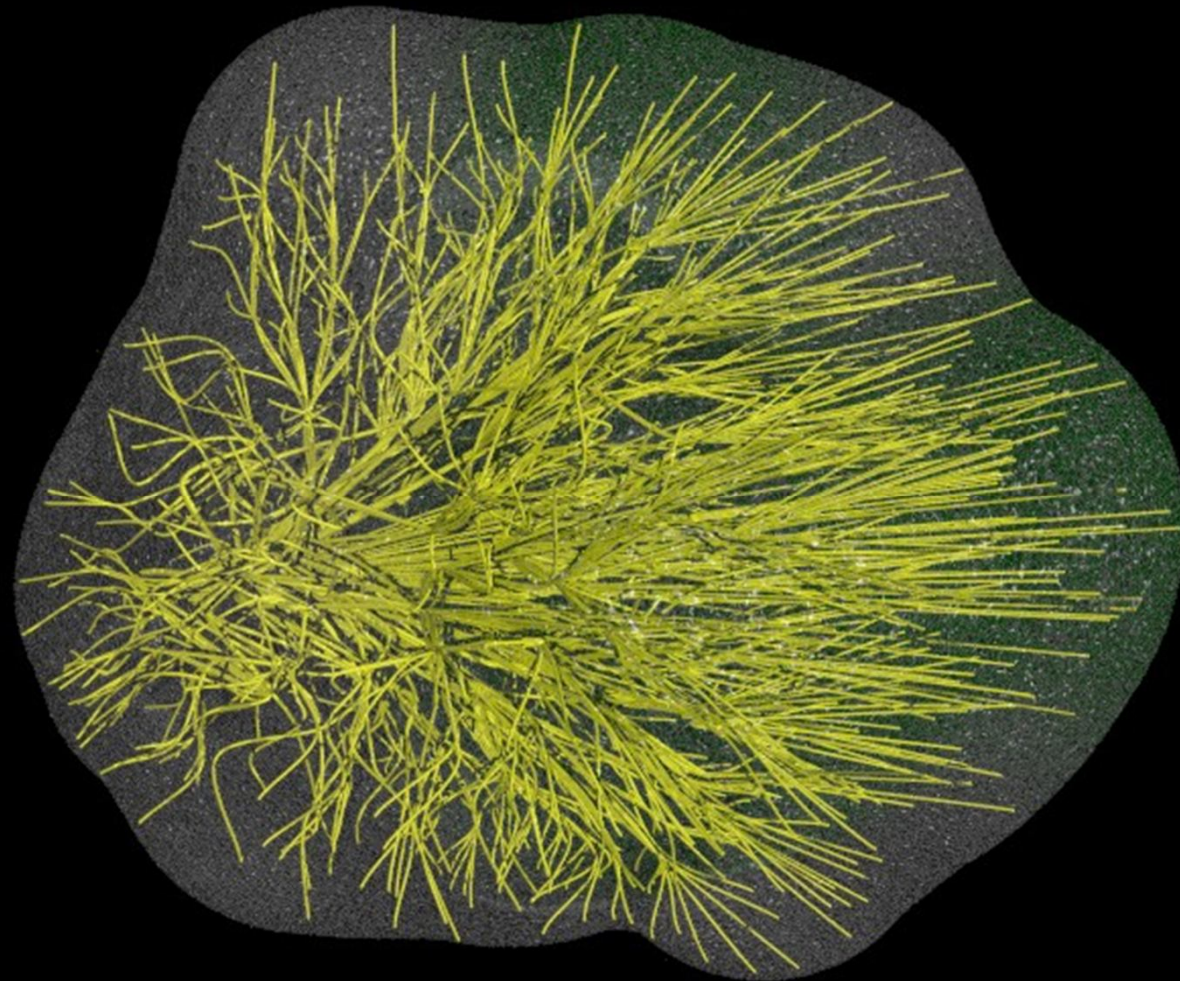
Na rozdíl od bakterií jsou tato vlákna schopna prorůstat do mnoha substrátů.



Vzhledem k tomu, že vlákna mohou transportovat **potřebné látky**, není růst závislý na místní koncentraci **zdrojů**.



Tímto způsobem jsou houby schopné důkladně kolonizovat a využívat danou organickou látku.

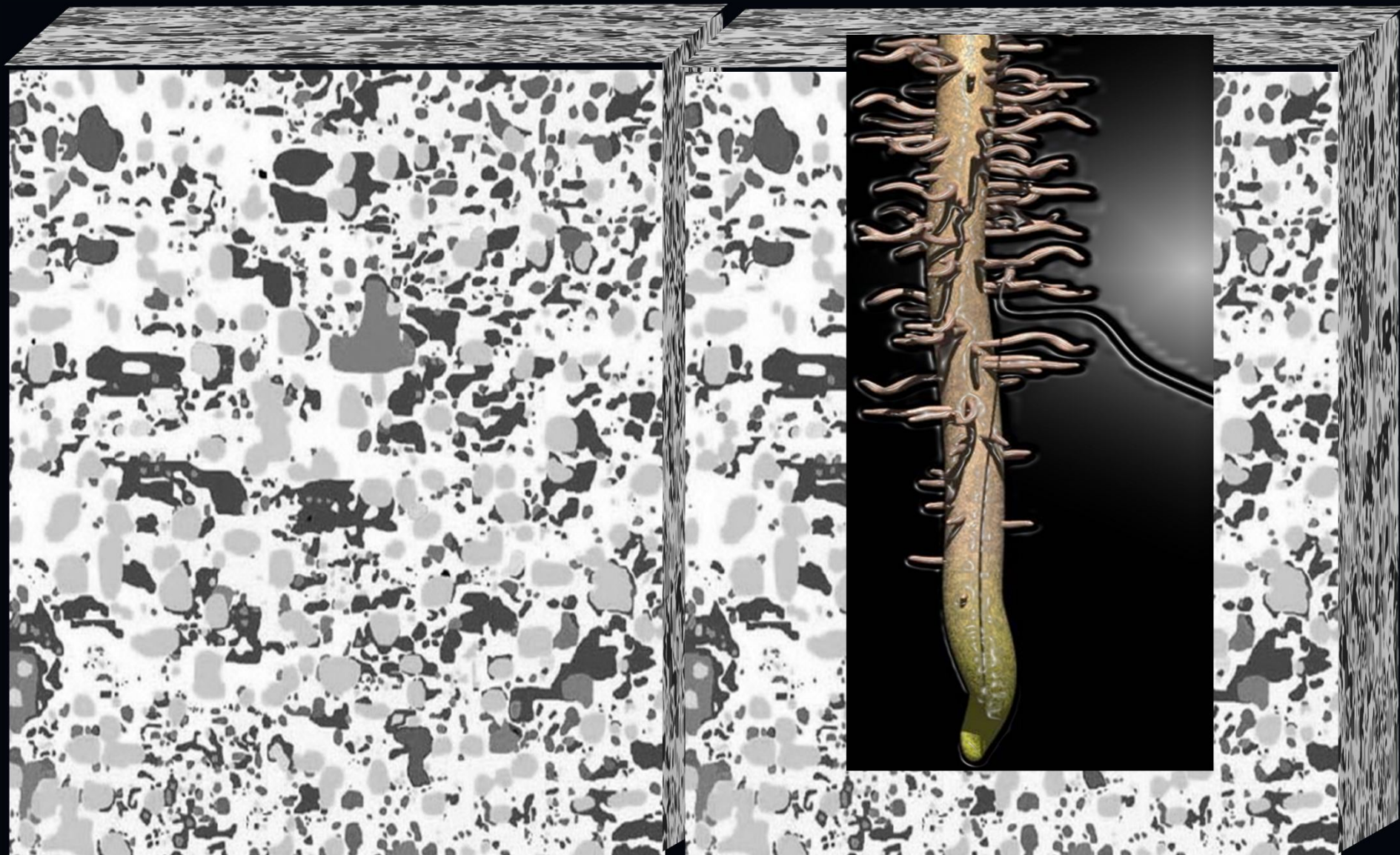


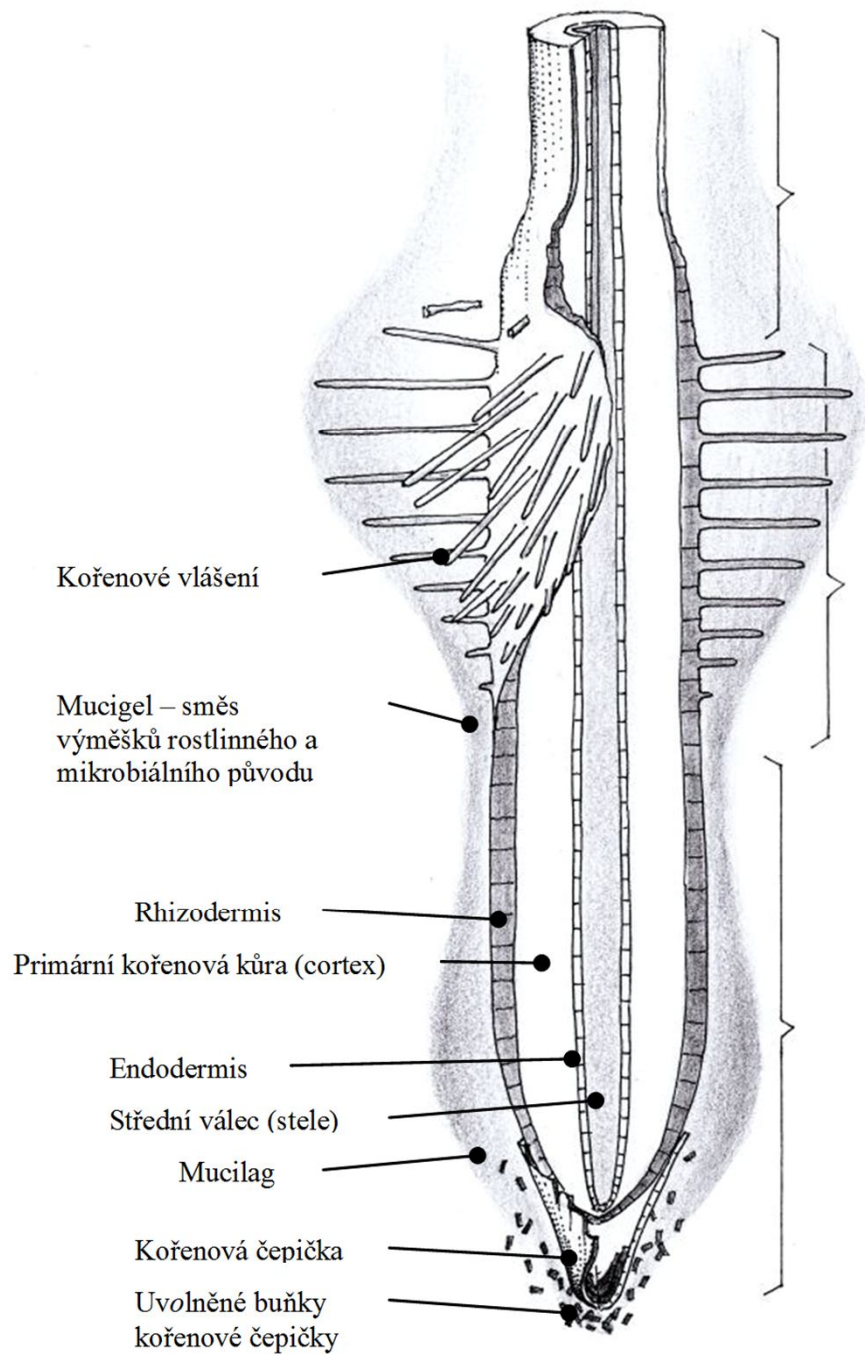
... dřímající ...

Chránící půdní OH

... vyživující ...

... (exploze aktivit

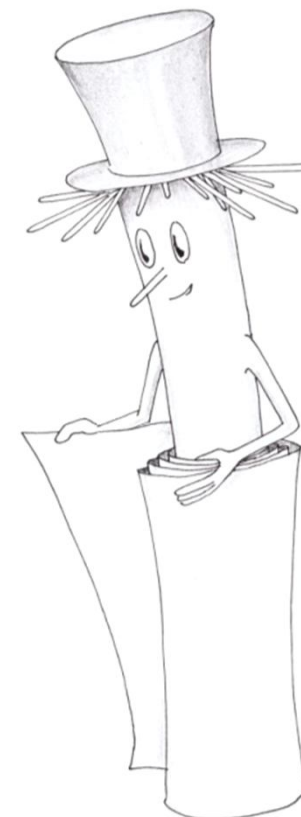
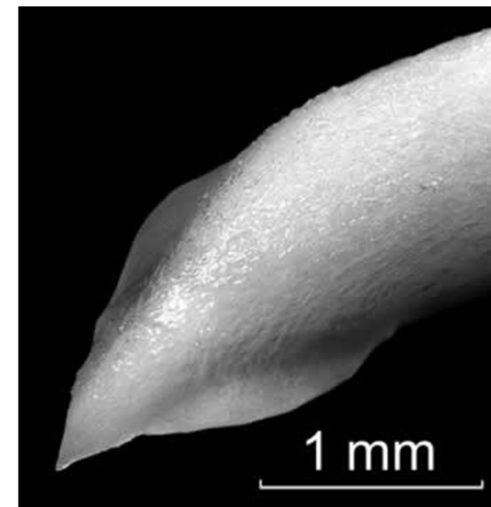




Zóna spontánního rozkladu (autolýzy) povrchových pletiv

Absorpční zóna

Zóna maximální produkce kořenových výměšků (exudátů)

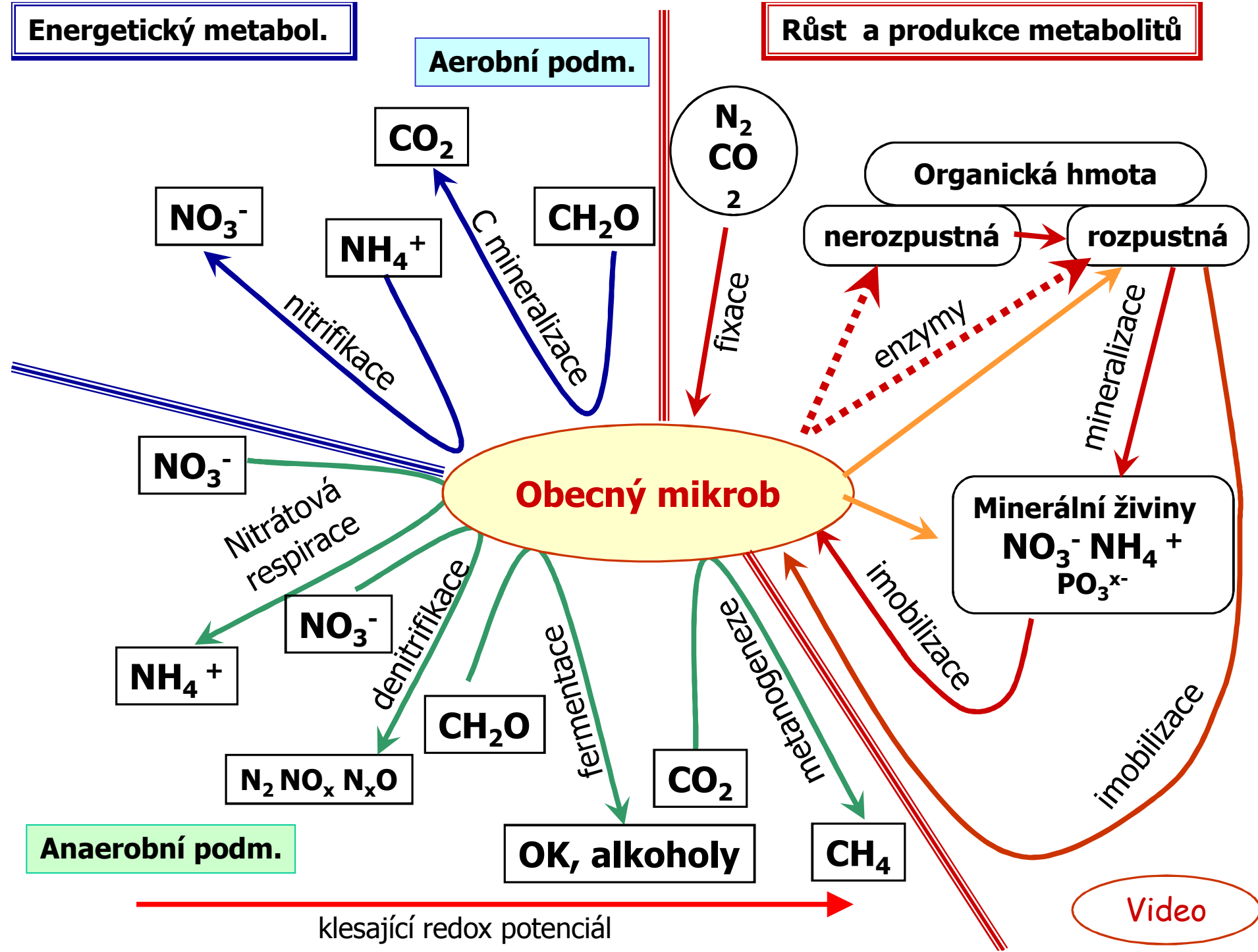


Energetický metabol.

Růst a produkce metabolitů

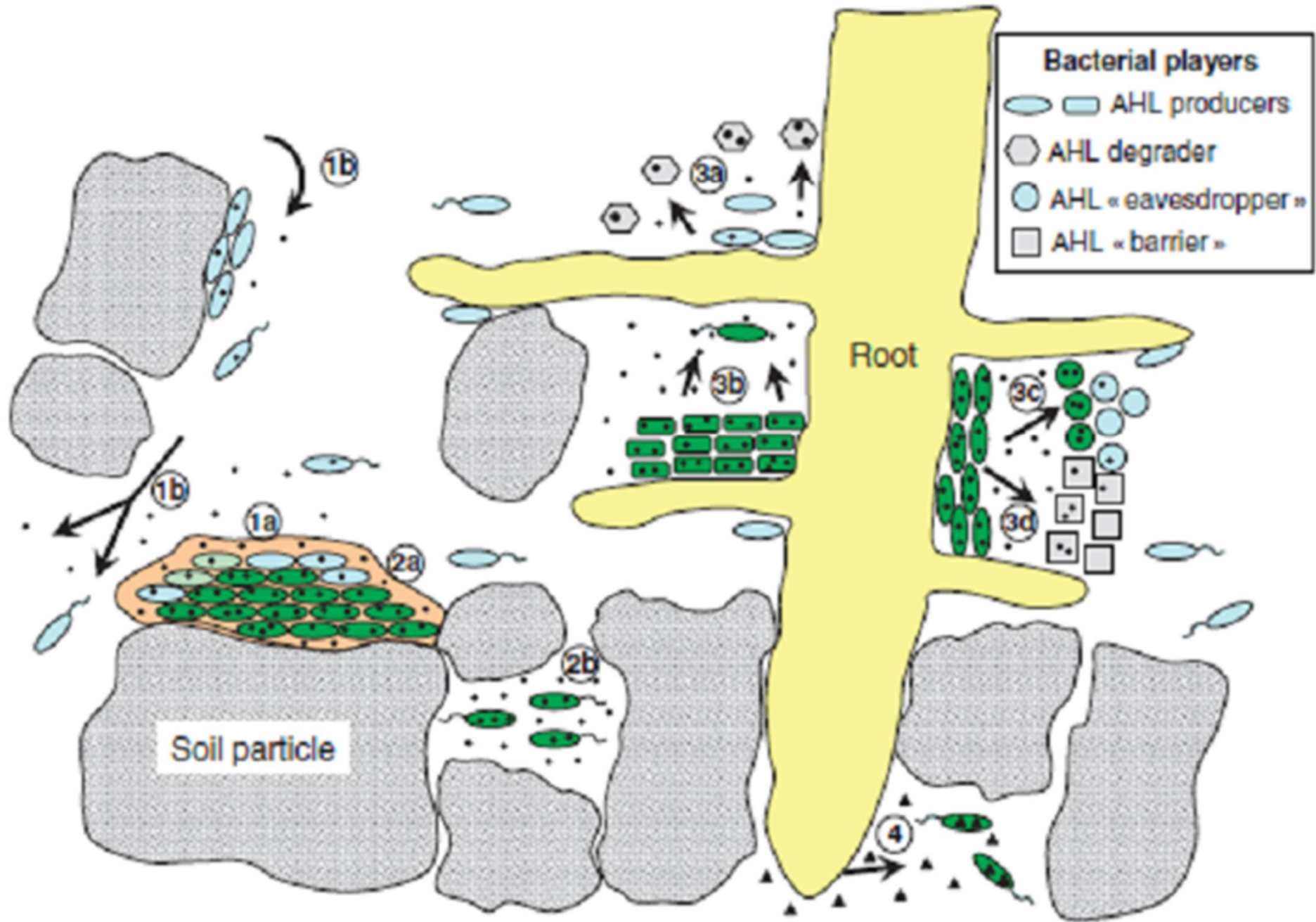
Aerobní podm.

Anaerobní podm.



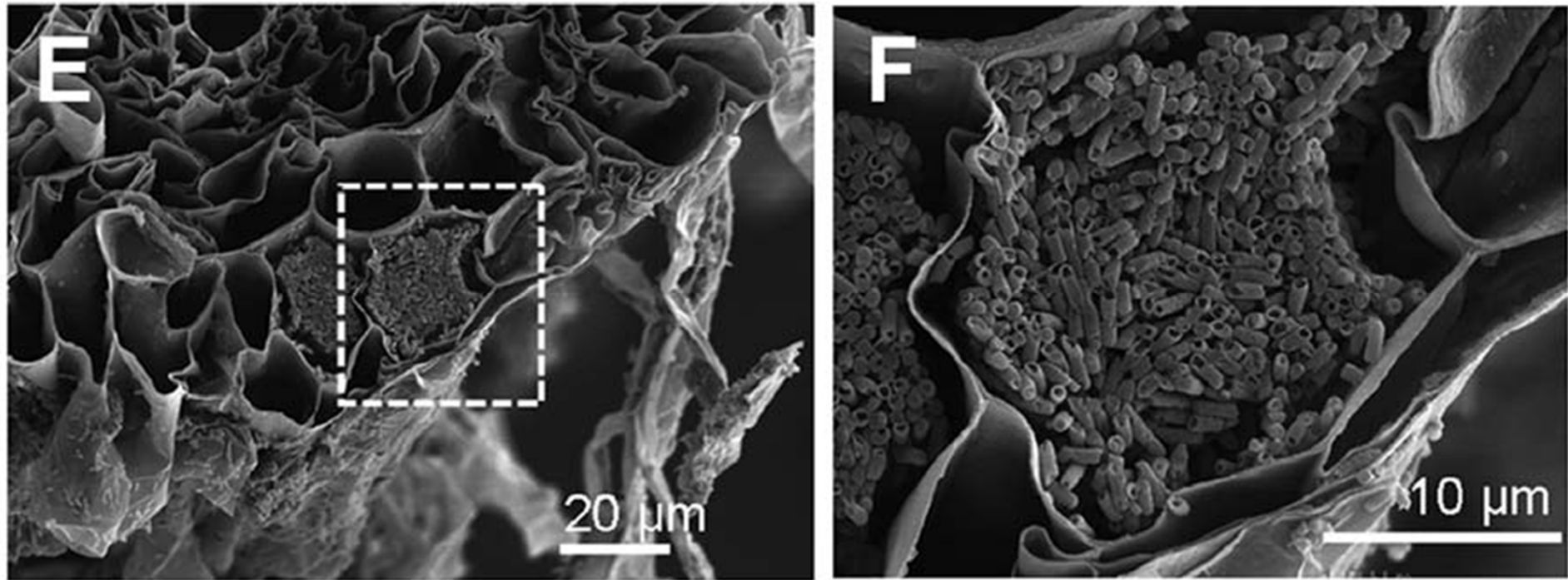
Video

Složitost komunikace zprostředkované přes QS





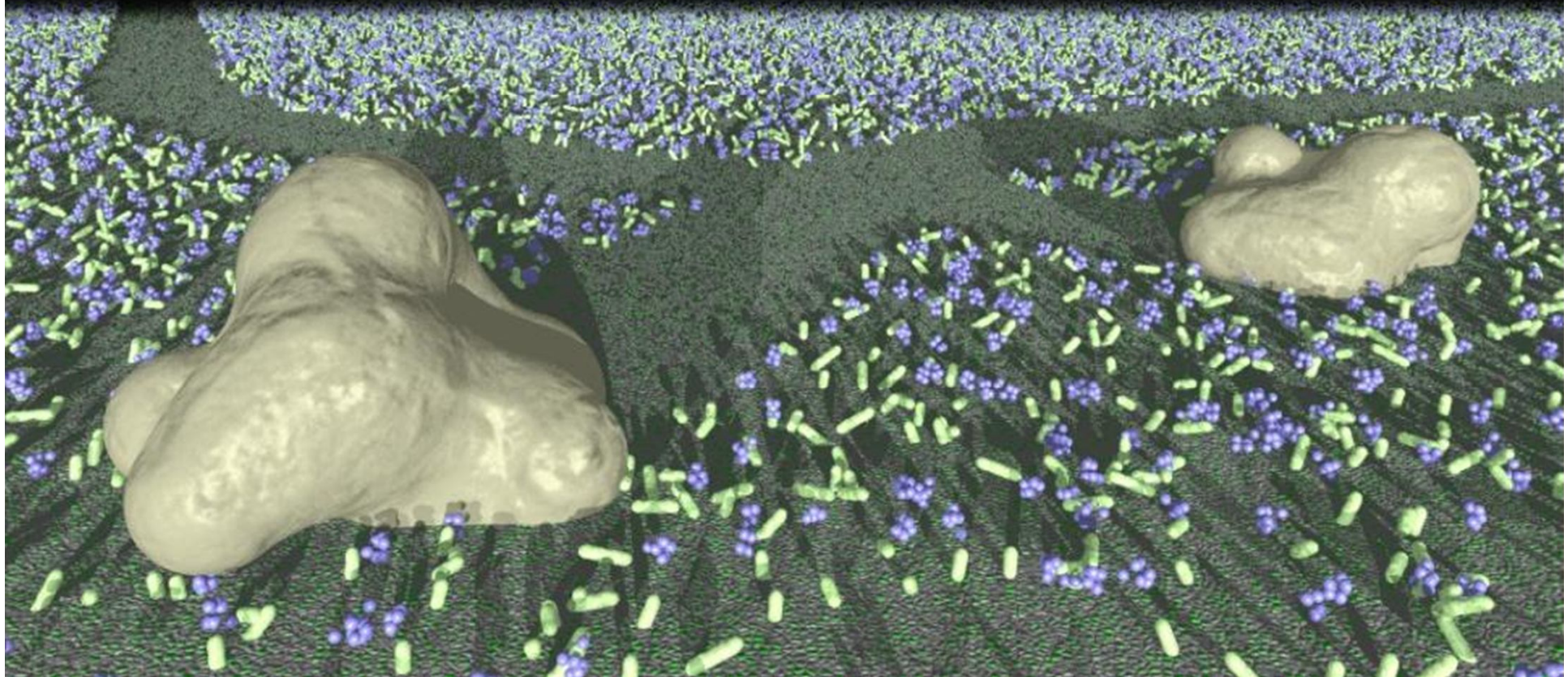
Za žádoucími vlastnostmi zdravých půd se skrývá každodenní dramatický boj na život a na smrt o „každý atom organicky vázaného uhlíku“



Turning the Table: Plants Consume Microbes as a Source of Nutrients

Root transverse sections and electron micrographs of *Arabidopsis* show *Escherichia coli* inside root cells. (F) is a detail image of (E) showing plant cells containing *E. coli*, and both images were taken by SEM.

Prvoci, kteří se živí nebo parazitují na ostatních půdních organismech.





0.5 mm

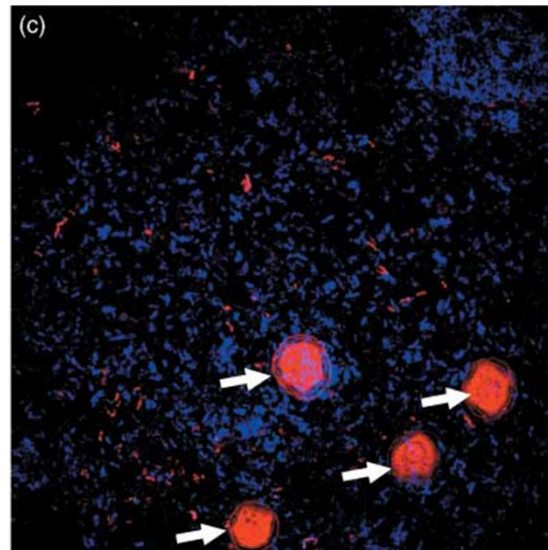
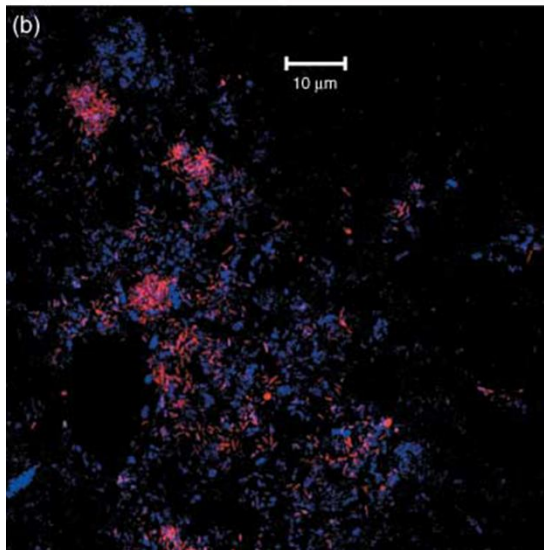
Typická distribuce améb (*Acanthamoeba castellanii*) podél bočních kořenů na agaru.

Protozoa and plant growth: the microbial loop in soil revisited. M. Bonkowski New Phytologist (2004)

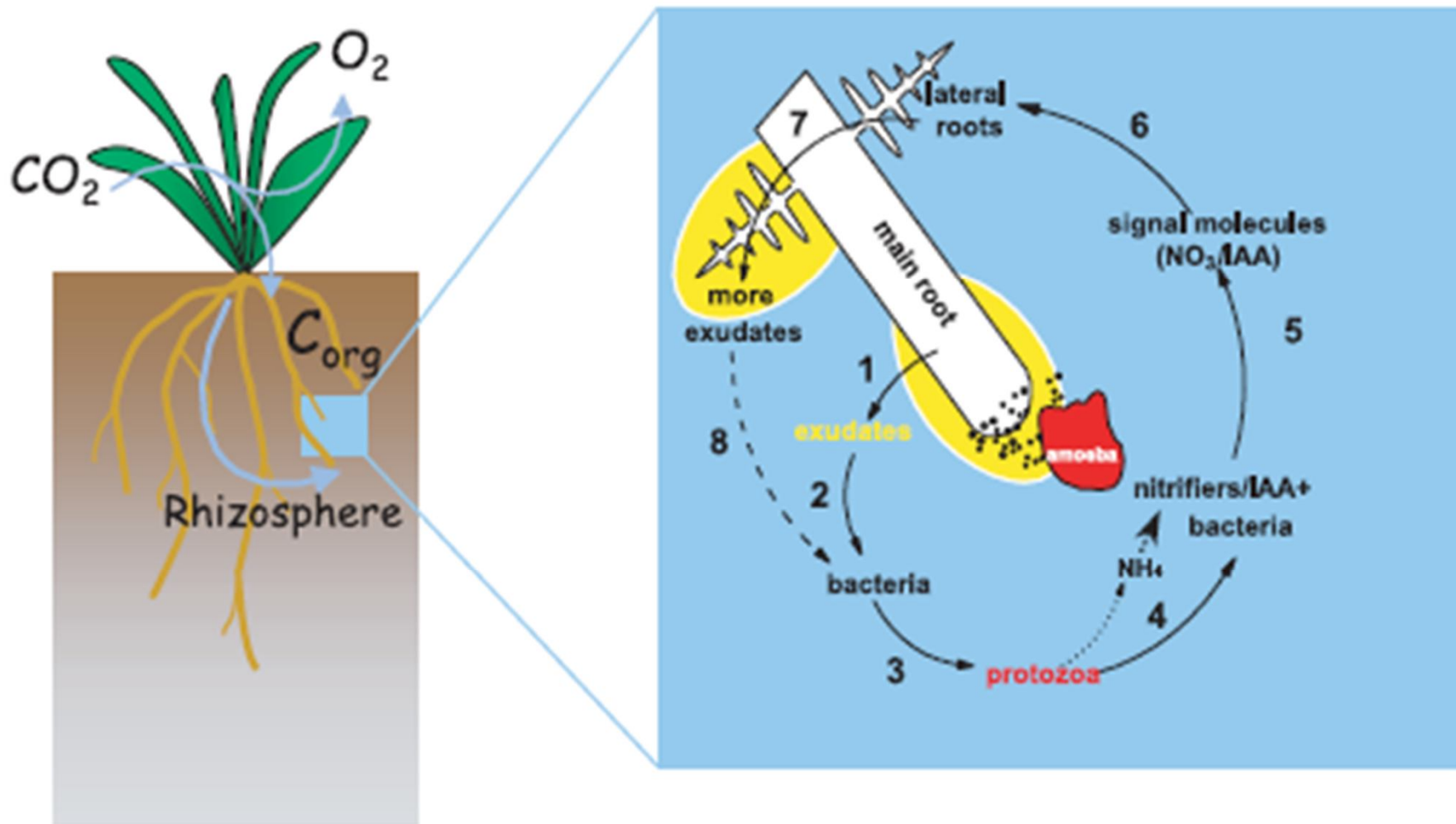


Protozoa and plant growth: the microbial loop in soil revisited. M. Bonkowski. New Phytologist (2004)

Působení prvoků na architekturu kořenů a složení bakteriálních společenství v rhizosféře rýže (Oryza sativa). (a, b) Rozdíly v architektuře kořenů u 16-dnů-staré sazenice rýže rostoucí v Petriho miskách na agaru naočkovaném s půdním bakteriálním společenstvím v nepřítomnosti (vlevo) a v přítomnosti i(vpravo) améb (Acanthamoeba sp.). Délka bílého pruhu je 1 cm (K. Kreuzer & M. Bonkowski, dosud nepublikováno). (b, c) příklad posunů v druhovém složení bakteriálních společenství vyvolaném požitím prvoky.



Fluorescentní hybridizace bakterií in situ (červená: alpha-Proteobacteria, modrá: eubacteria) na agarové ploše u bočních kořenů u stejných rostlin v nepřítomnosti (vlevo) (b,c) a v přítomnosti améb (vpravo). Bílé šipky indikují červeně zbarvené cysty améb. Zřetelný je pokles přítomnosti kolonií alpha-proteobakterií v přítomnosti améb.



Protozoa and plant growth: the microbial loop in soil revisited. M. Bonkowski. New Phytologist (2004)

Ilustrace hormonálních účinků na růst kořenů vyvolané mikrofaunou. Kořenové exsudáty (1) stimulují růst různorodých bakteriálních společenství (2), a následně bakteriálních-predátorů, např. prvoků (3). Prvoky je vylučován amoniak a jejich selektivní žír upřednostňuje nitrifikátory a bakterie produkující indol-3-octovou kyselinu (IAA +) (4). Uvolňování signálních molekul (5), jako je NO_3 a IAA, indukuje boční růst kořenů (6), což vede k uvolnění většího množství exsudátů (7), následný bakteriální růst (8), atd.



Tradiční pohledy na **humínové látky** jsou založeny na empirických poznatcích a na poznatcích získaných z charakteristik uhlíkatých látek extrahovaných z půdy

Huminové látky

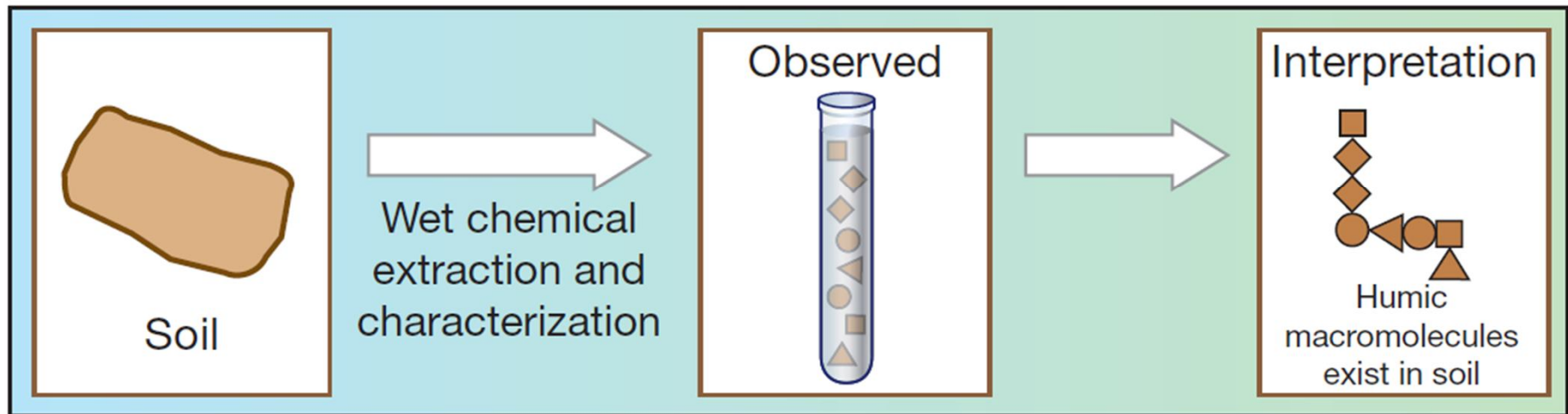
(pigmentové polymery)

Fulvokyseliny		huminové kyseliny		humíny
světležlutá	žlutohnědá	tmavohnědá	šedočerná	černá

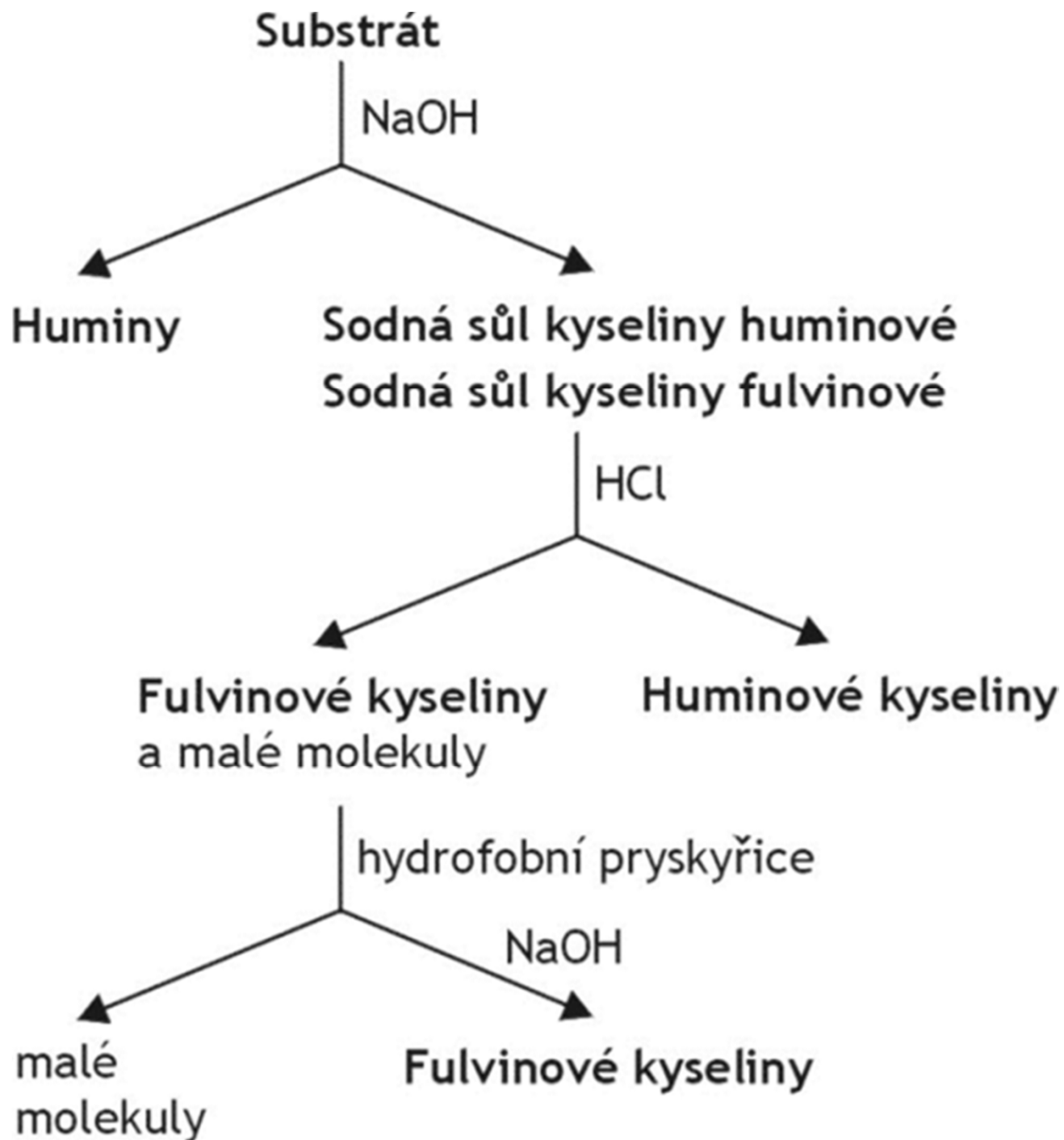
→	růst intenzity zbarvení	→
→	růst stupně polymerizace	→
2 000	růst molekulové hmotnosti	→ 300 000 ?
45 %	růst obsahu uhlíku	→ 62 %
48 %	pokles obsahu kyslíku	→ 30 %
1 400	pokles výměnné acidity	→ 500
→	pokles rozpustnosti	→

Upraveno podle /Stevenson F. J. 1982: *Humus Chemistry*. Wiley, New York/

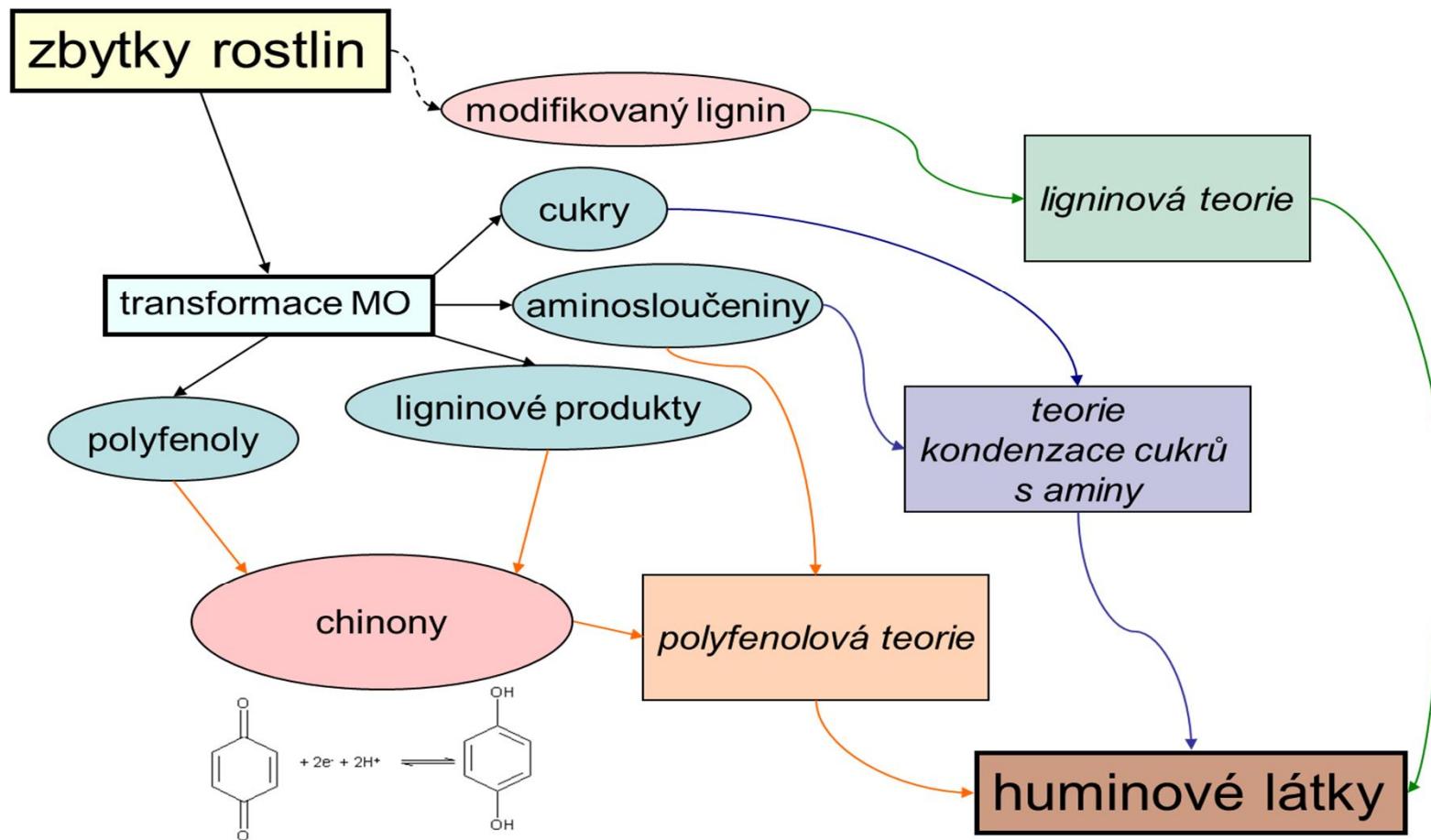
Historical view



Schmidt et al., (2011)



**Extrakce
humusových
látek z půdy**



Tradiční představy o humifikaci (MO – mikroorganismy). Vznik humusových látek transformací meziproduktů ligninu (ligninová teorie) by měl převažovat ve vlhkých půdách, polyfenolová teorie je momentálně nejuznávanější a kondenzace cukrů a aminů hraje významnou roli při střídání teploty vlhkosti (Sedláček, nepublikováno)

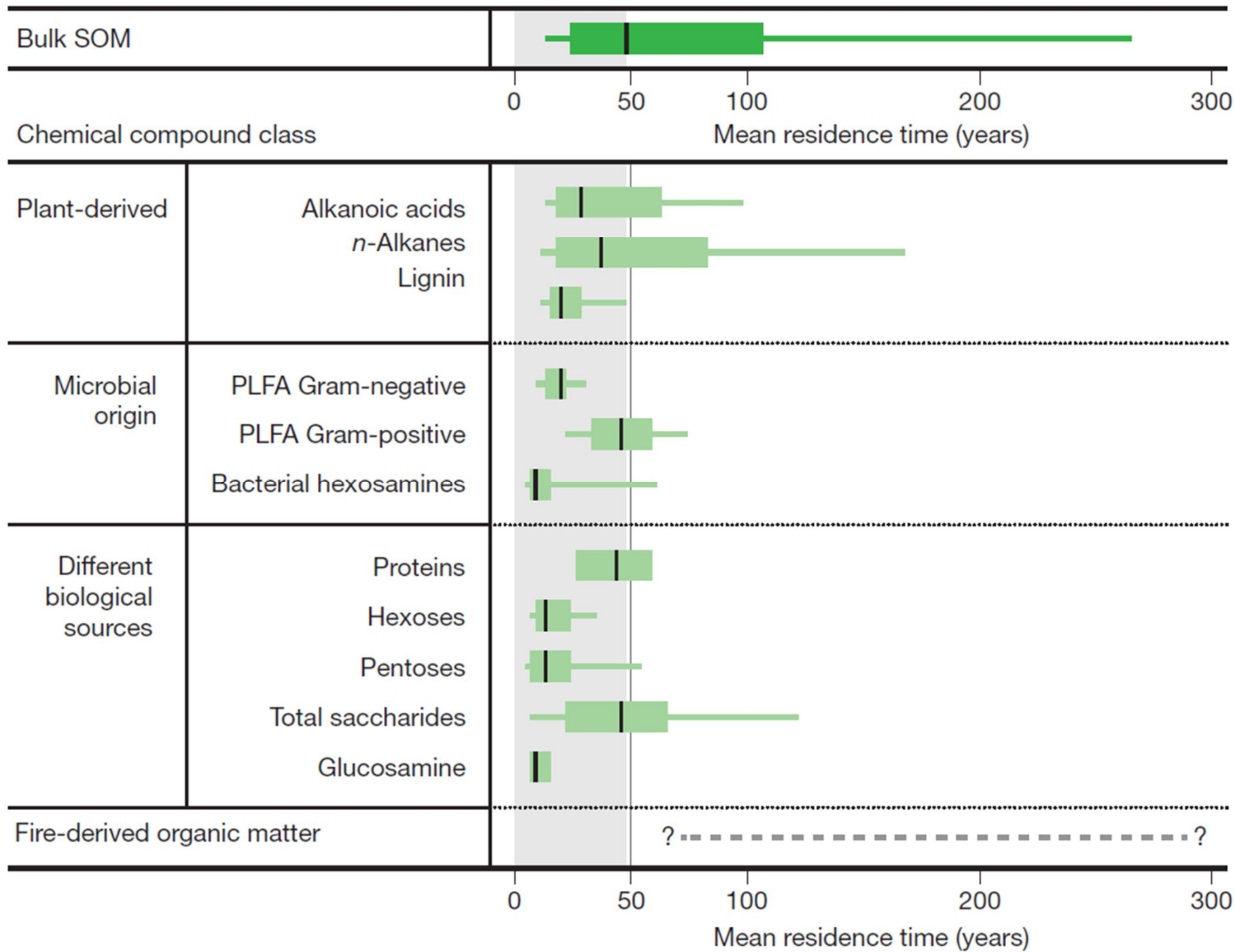
Persistence of soil organic matter as an ecosystem property

Michael W. I. Schmidt^{1*}, Margaret S. Torn^{2,3*}, Samuel Abiven¹, Thorsten Dittmar^{4,5}, Georg Guggenberger⁶, Ivan A. Janssens⁷, Markus Kleber⁸, Ingrid Kögel-Knabner⁹, Johannes Lehmann¹⁰, David A. C. Manning¹¹, Paolo Nannipieri¹², Daniel P. Rasse¹³, Steve Weiner¹⁴ & Susan E. Trumbore¹⁵

NATURE | VOL 478 | 6 OCTOBER 2011

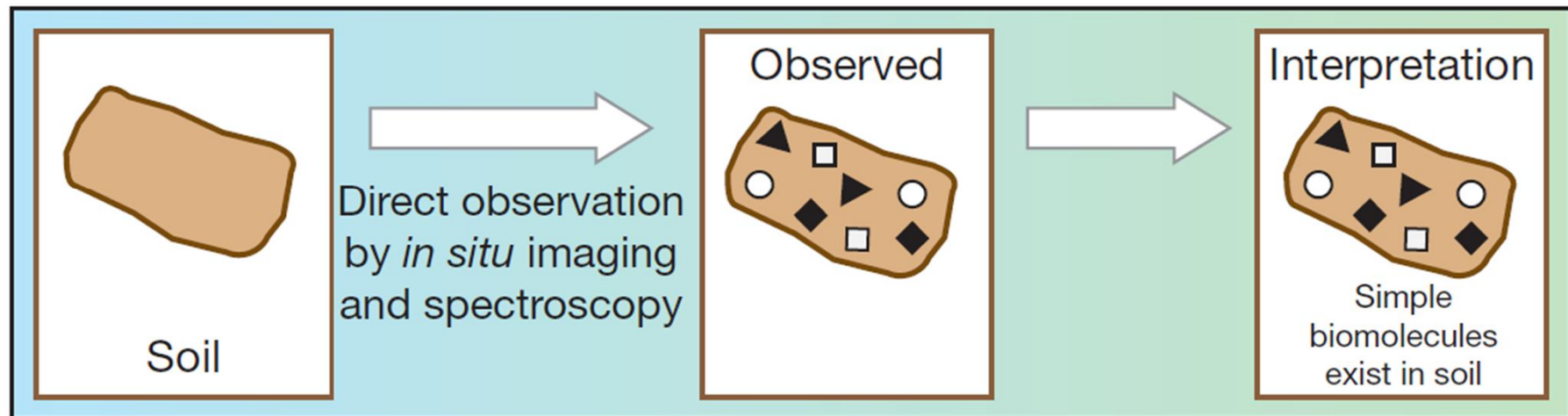
Globally, soil organic matter (SOM) contains more than three times as much carbon as either the atmosphere or terrestrial vegetation. Yet it remains largely unknown why some SOM persists for millennia whereas other SOM decomposes readily—and this limits our ability to predict how soils will respond to climate change. Recent analytical and experimental advances have demonstrated that molecular structure alone does not control SOM stability: in fact, environmental and biological controls predominate. Here we propose ways to include this understanding in a new generation of experiments and soil carbon models, thereby improving predictions of the SOM response to global warming.

Souhrn výsledků z 20 dlouhodobých polních experimentů (více než 23-ti letých) v temperátním klimatu s použitím izotopu ^{13}C s cílem zjistit „dobu zdržení“ jednotlivých složek vstupů uhlíkatých látek, půdní organické hmoty a „biouhlu“.

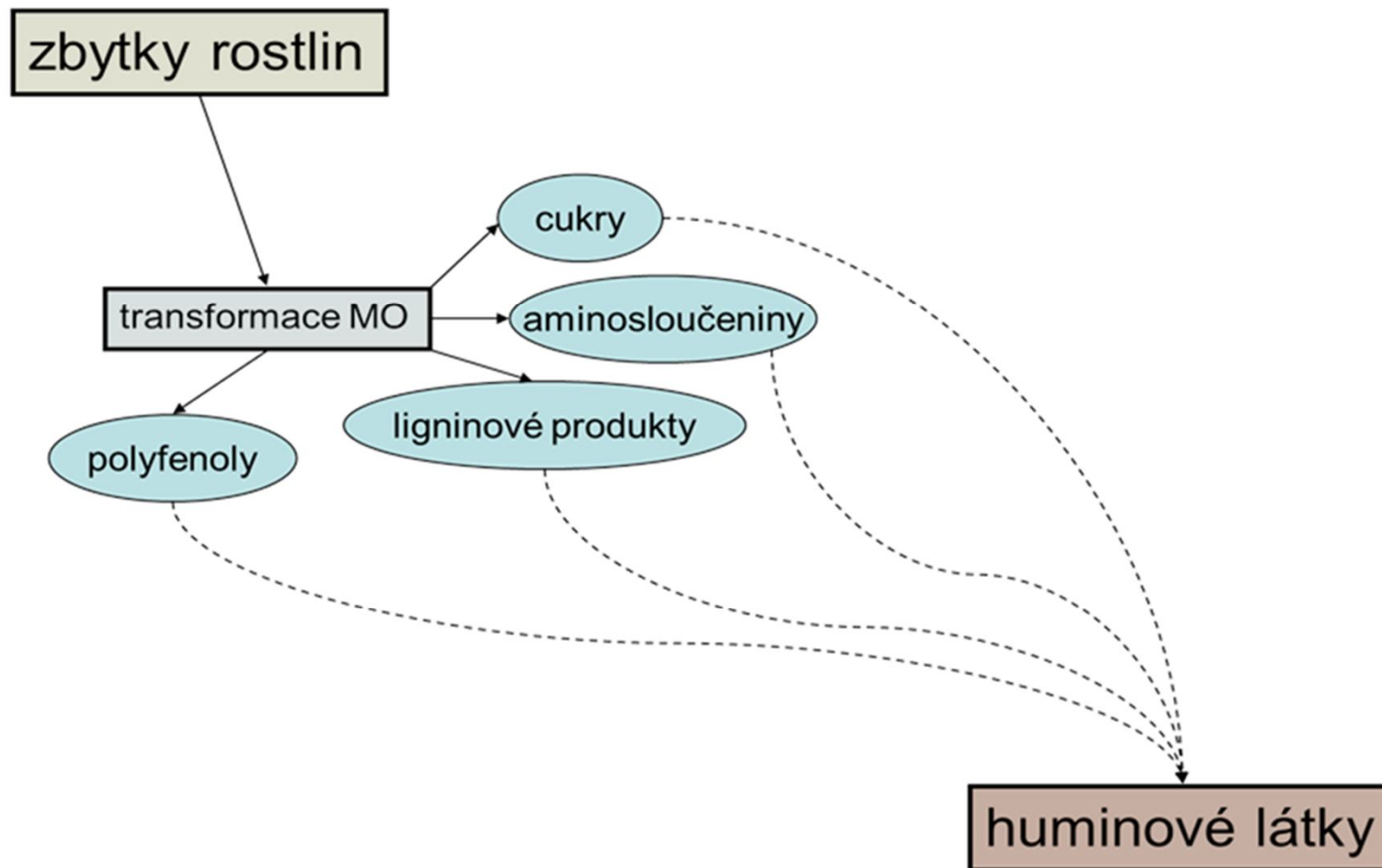


Nové, nedestruktivní a přesné techniky měření a pozorování metodou byly schopny vysvětlit chemii funkčních skupin extrahovaných humusových látek jako relativně jednoduchých biomolekul bez nutnosti zavádět existenci nevysvětlitelných makromolekul.

Emerging understanding

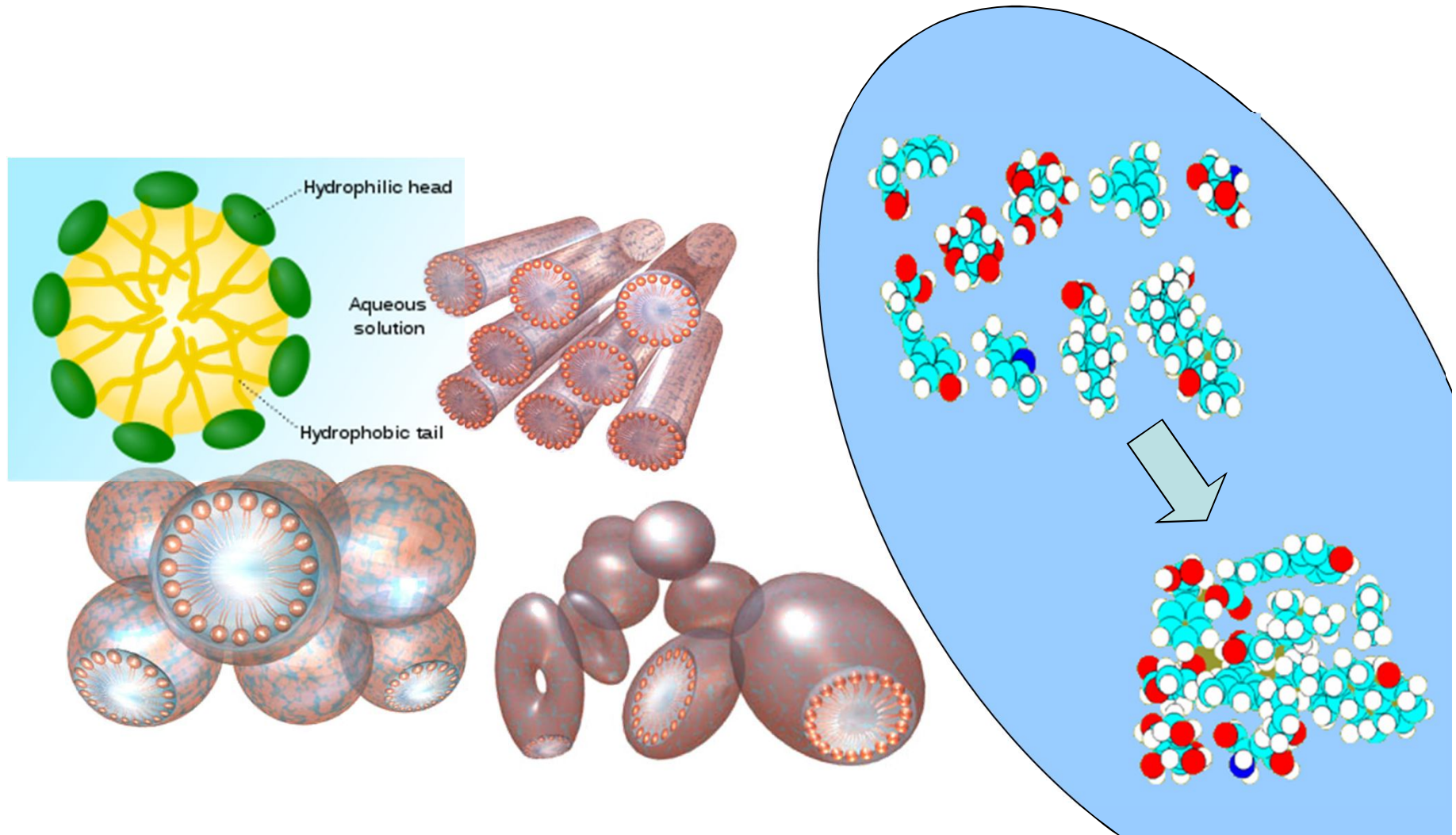


Schmidt et al., (2011)

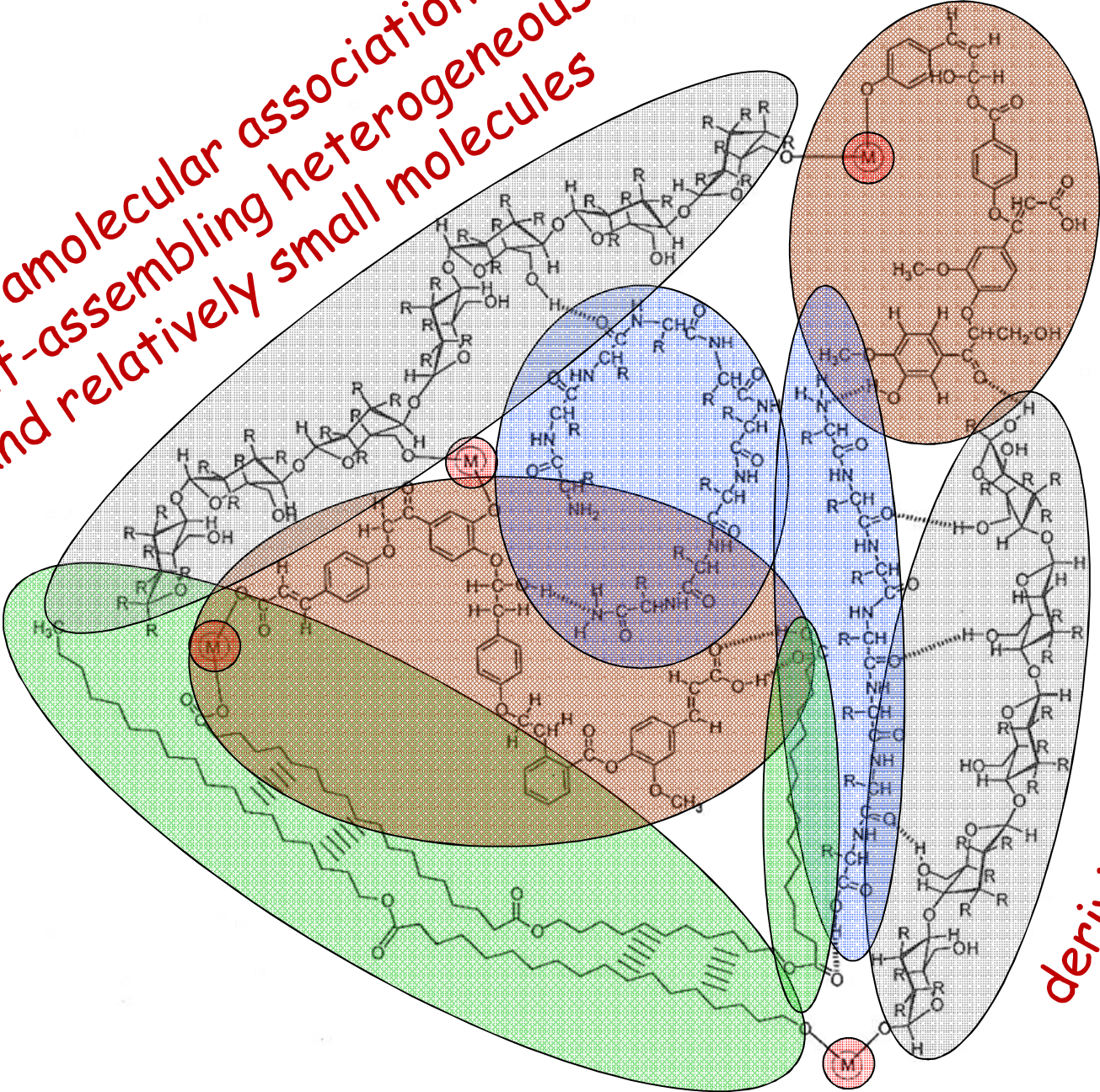


Novější představy o humifikaci. Vznik humusových látek spontánním shlukováním různorodých, relativně malých molekul, uvolňovaných rozkladem odumřelého biologického materiálu, do supramolekulárních útvarů (Piccolo, 2001). Jednotlivé molekuly jsou orientovány hydrofilními částmi k vnější části supramolekuly a hydrofobními dovnitř. Vzájemné vazby nejsou kovalentní nebo iontové, jednotlivé molekuly jsou vázány slabými vazbami van der Waalsových sil a vodíkových můstků (Sedláček, nepublikováno).

A major aspect of the humic supramolecular conformation is that it is stabilized predominantly by weak dispersive forces instead of covalent linkages (Piccolo, 2001).



Supramolecular associations of self-assembling heterogeneous and relatively small molecules



deriving from the degradation and decomposition of dead biological material.

Struktura HL

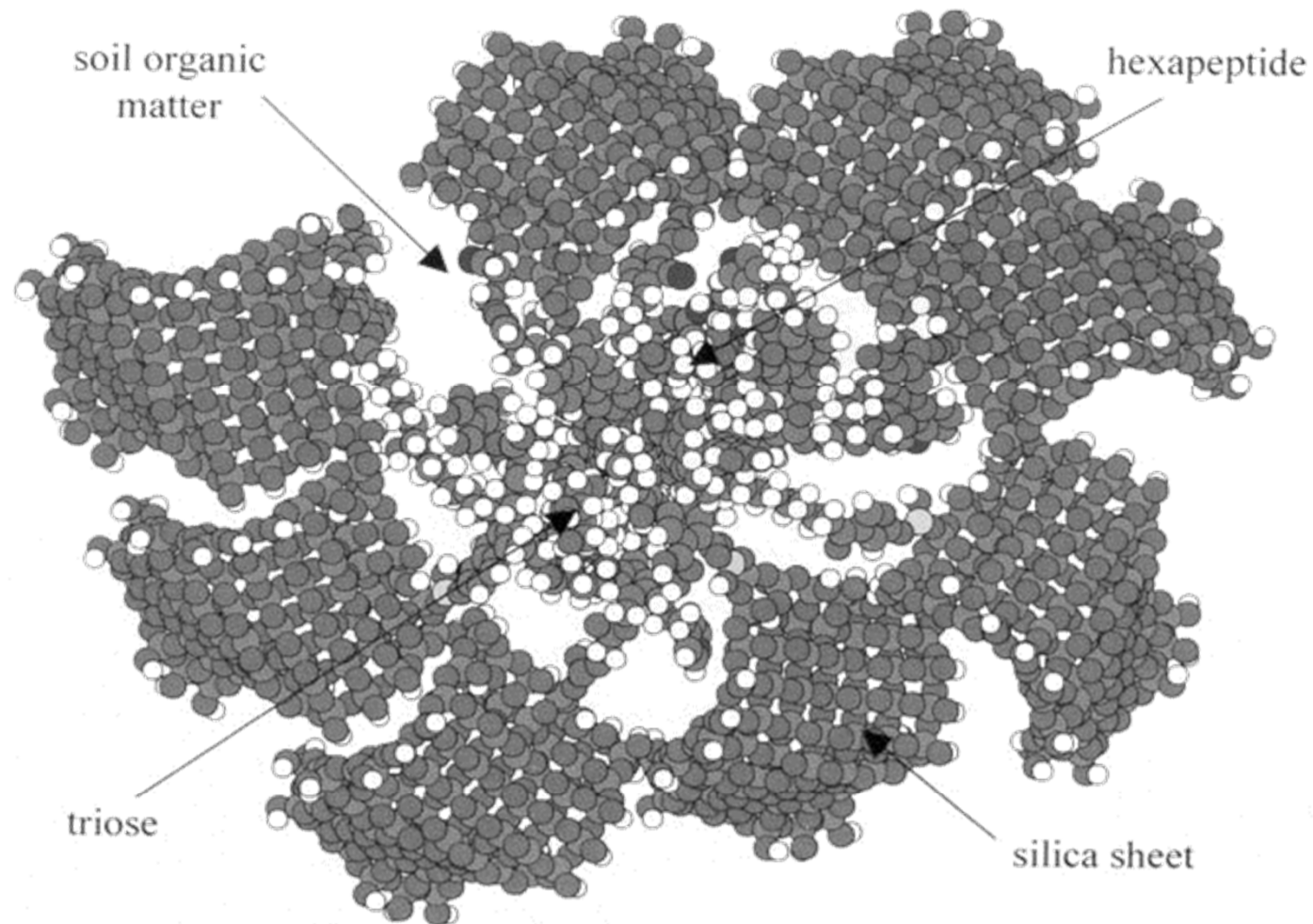


FIGURE 3.8. Soil particle model consisting of HA (in center), containing in its voids a trisaccharide + a heptapeptide, and surrounded by eight silica sheets to which the HA is bonded by Fe^{3+} and Al^{3+} ions. The element colors are carbon (blue); hydrogen (white); nitrogen (dark blue); oxygen (red); silicon (purple); iron (green); and aluminum (light yellow). From Schnitzer (2000), with permission.

a Historical view

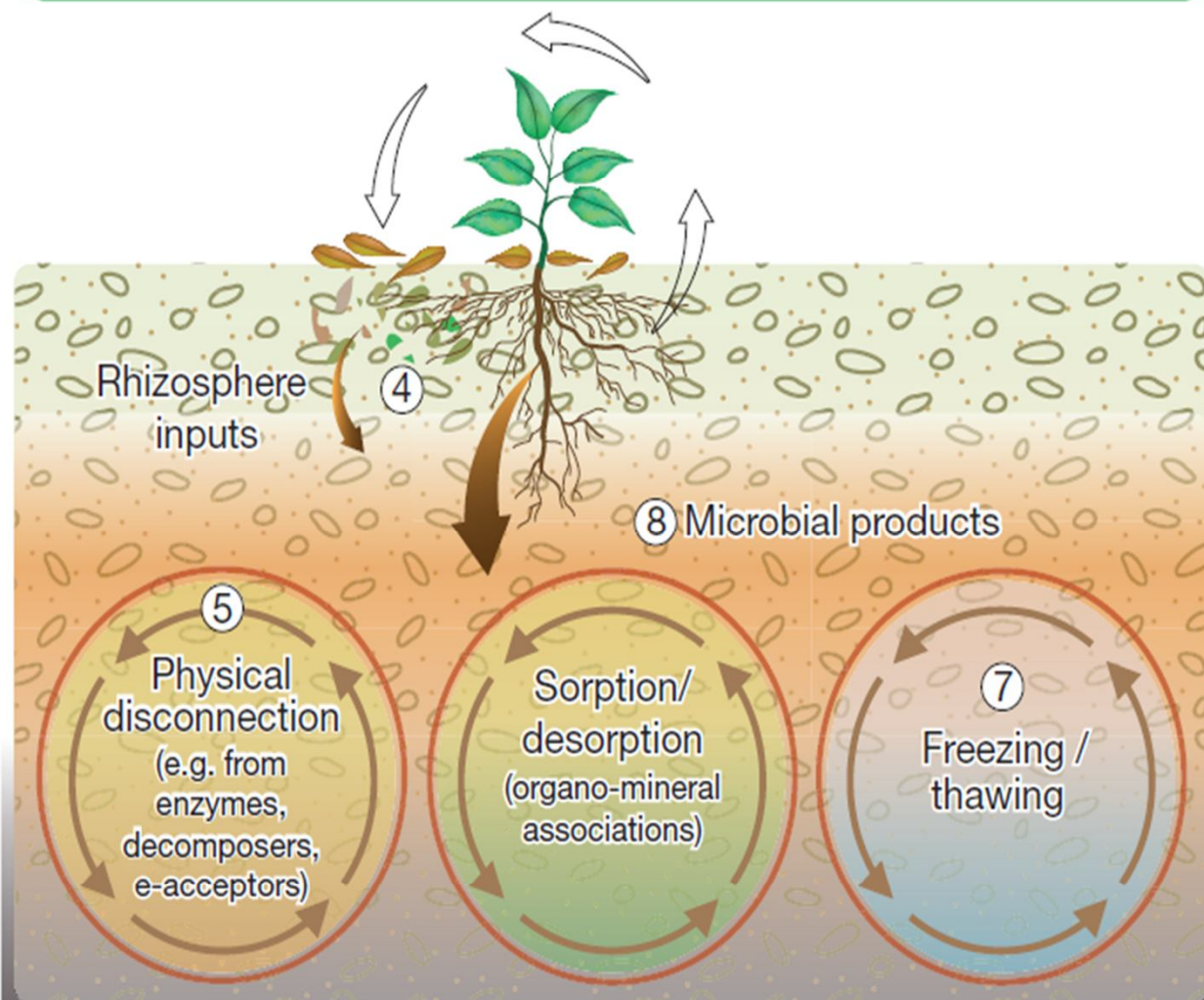
Fresh plant litter (leaves)



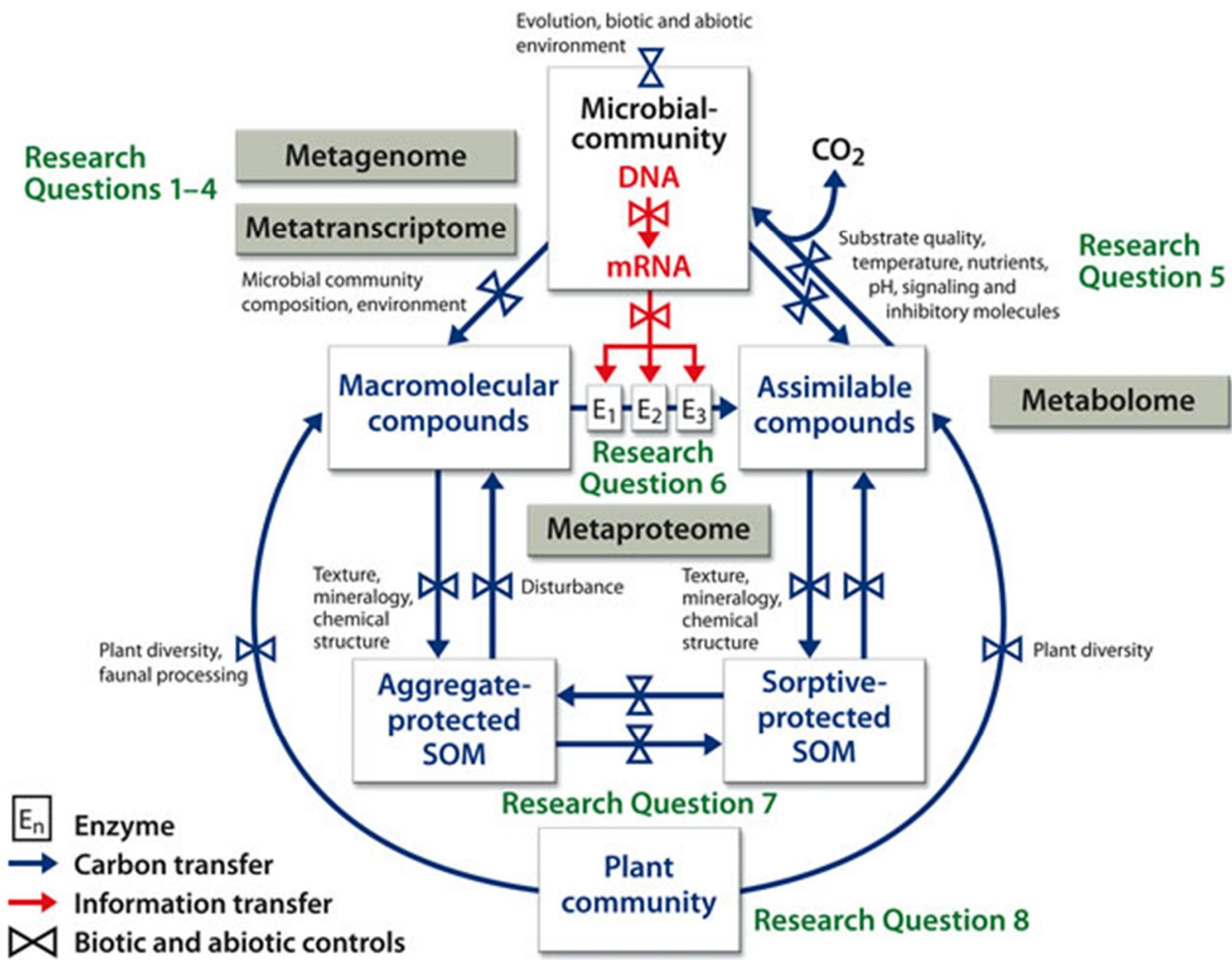
1 Molecular structure determines timescale of persistence

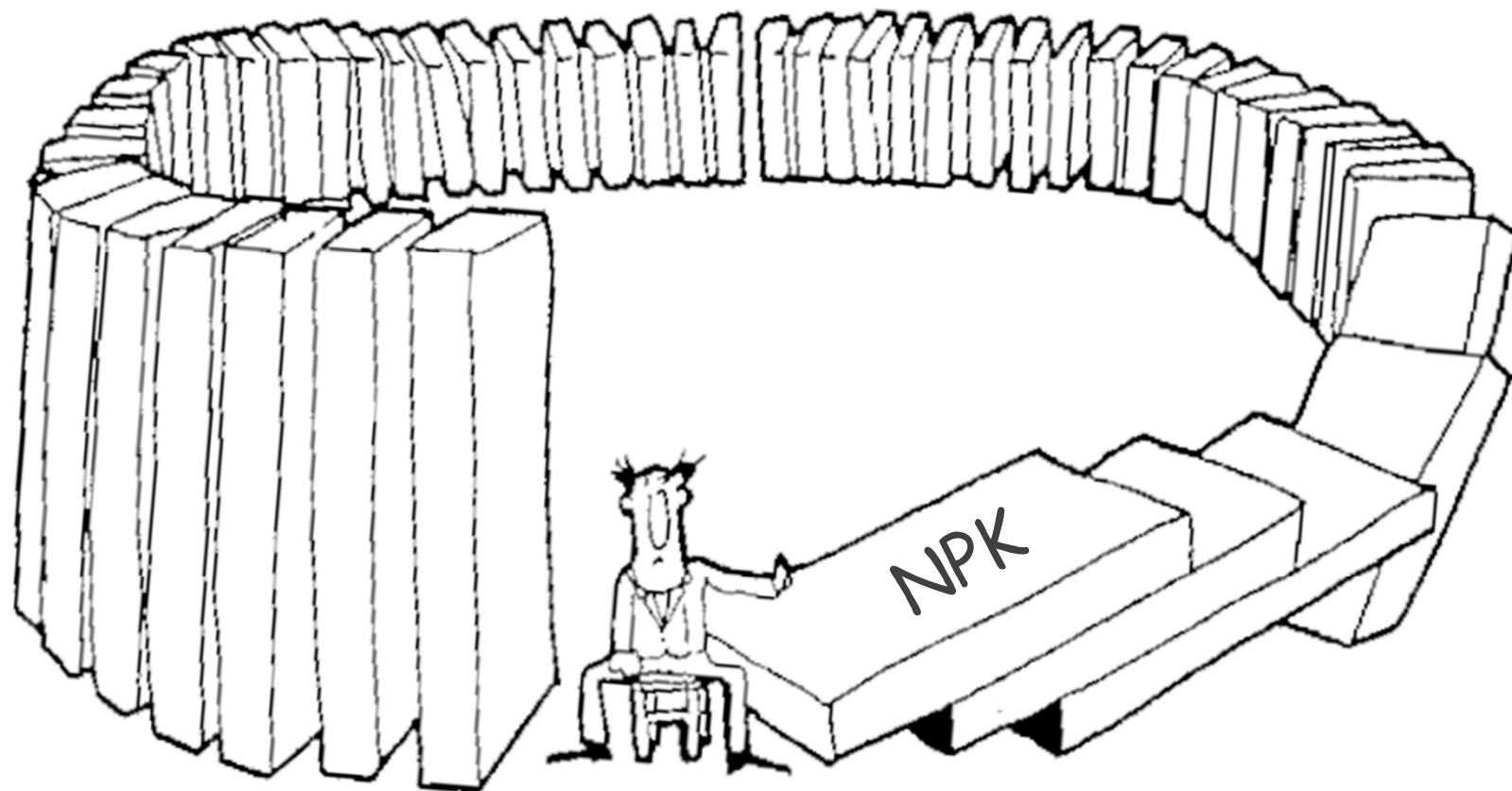
b Emerging understanding

Fresh plant litter (leaves, stems, roots and rhizosphere); fire residues ³



6 Deep soil carbon: age of carbon reflects timescale of process. Rapid destabilization possible with change in environmental conditions





V ekosystému jsou příčiny a následky časově a prostorově odděleny.

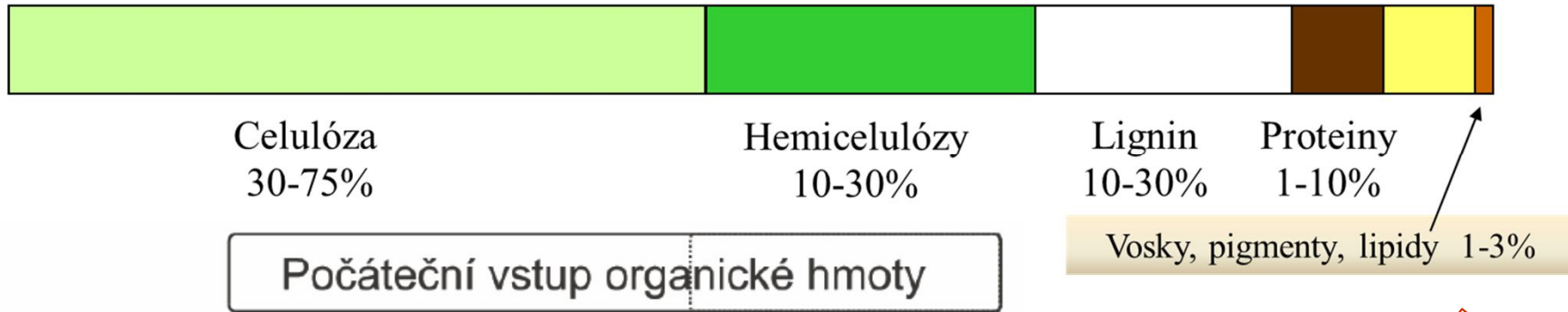
Bylo by slušné přijmout odpovědnost za důsledky aplikace minerálních hnojiv



NPK - jakou informaci tímto půdě dávám????

„Žít a nechat žít“ !

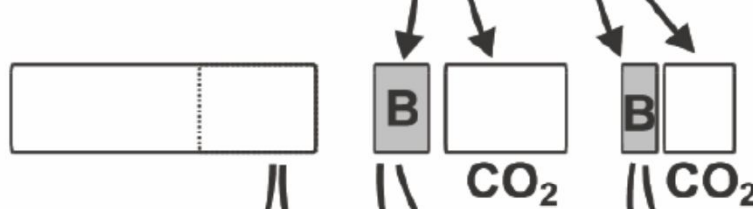
... režim minerální výživy - pohrdá půdním životem



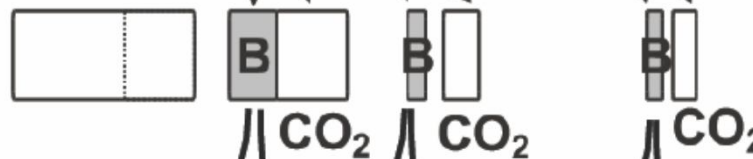
1. Úroveň trofického řetězce



2. Úroveň trofického řetězce

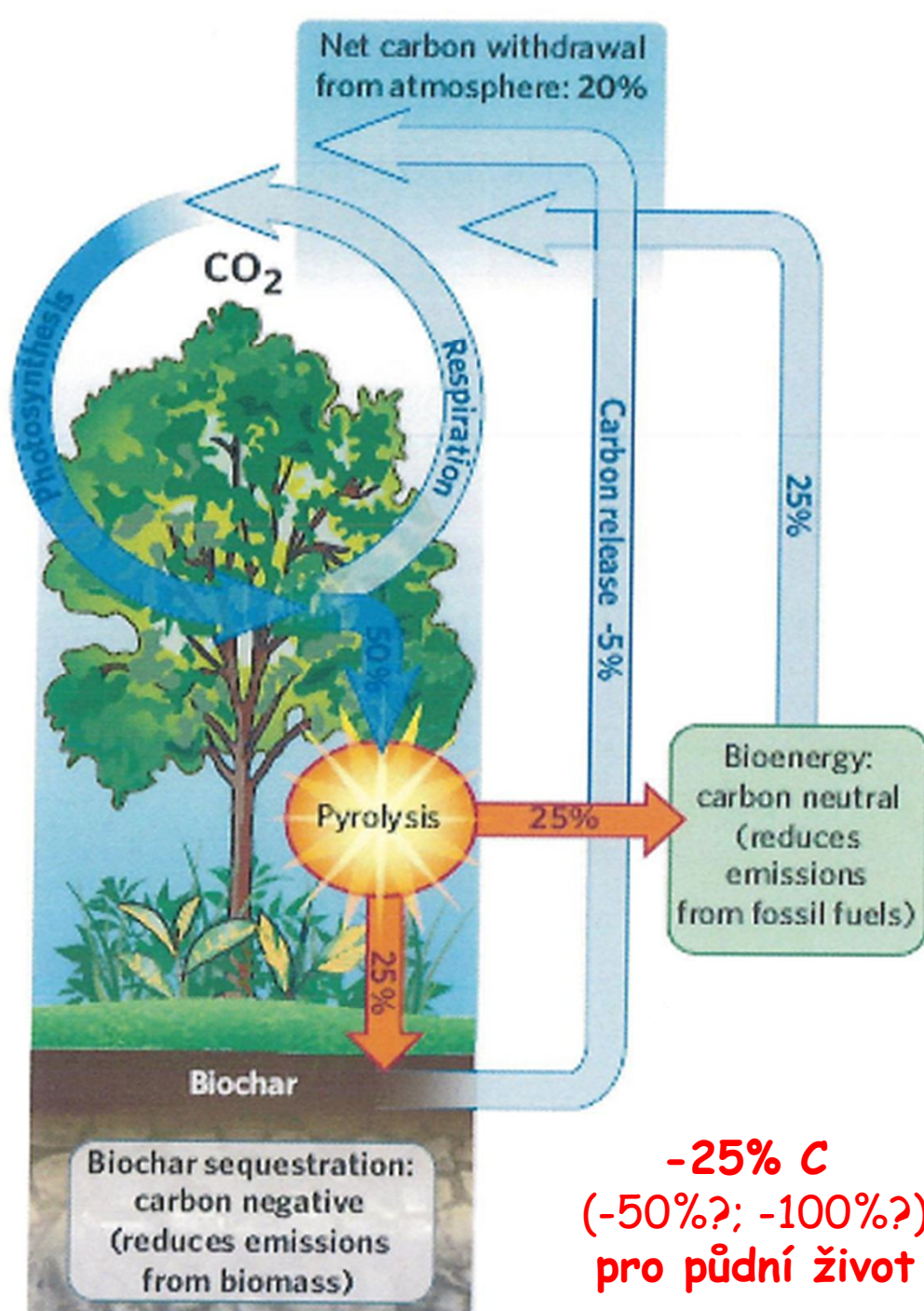


3. Úroveň trofického řetězce

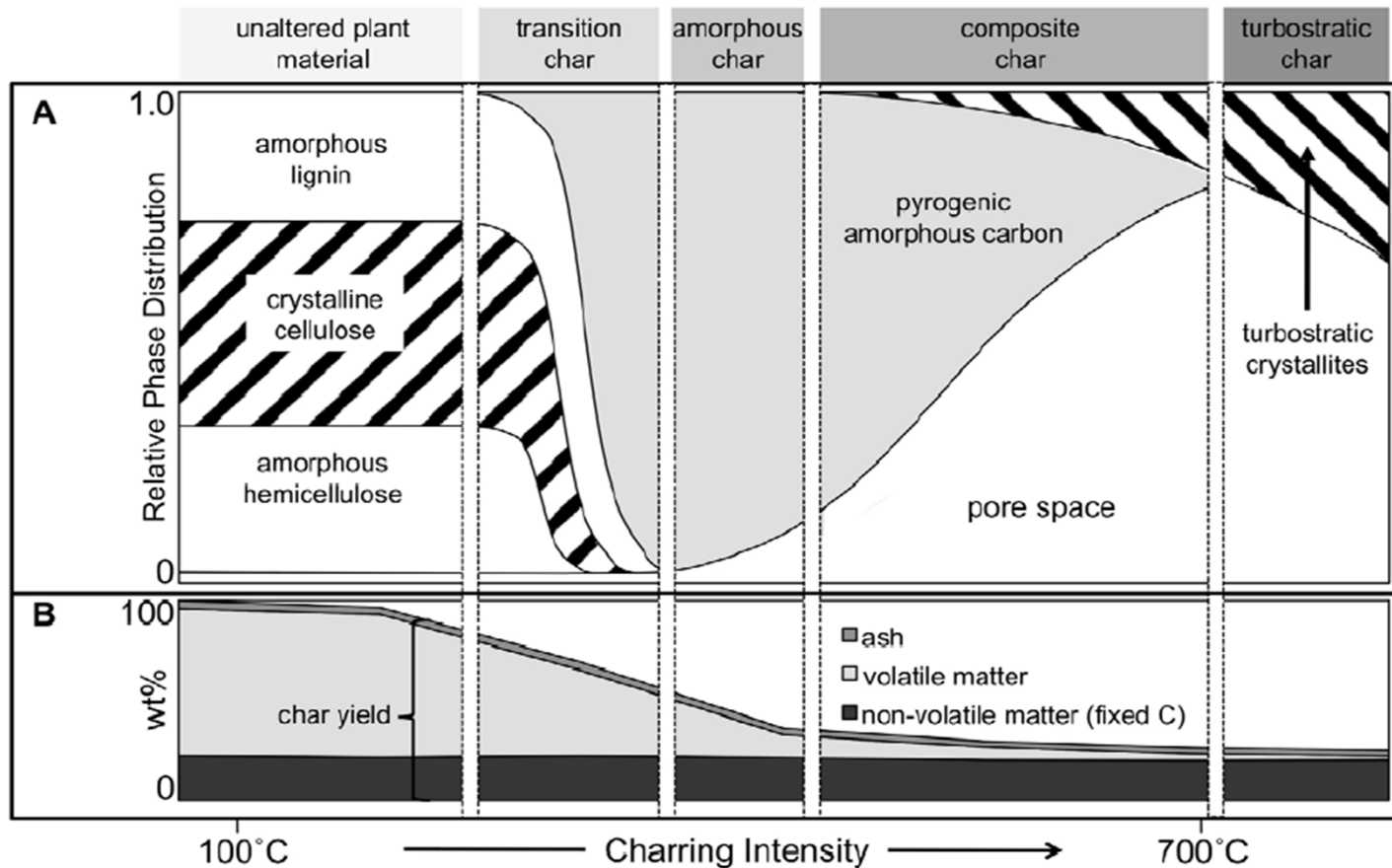


4. Úroveň trofického řetězce

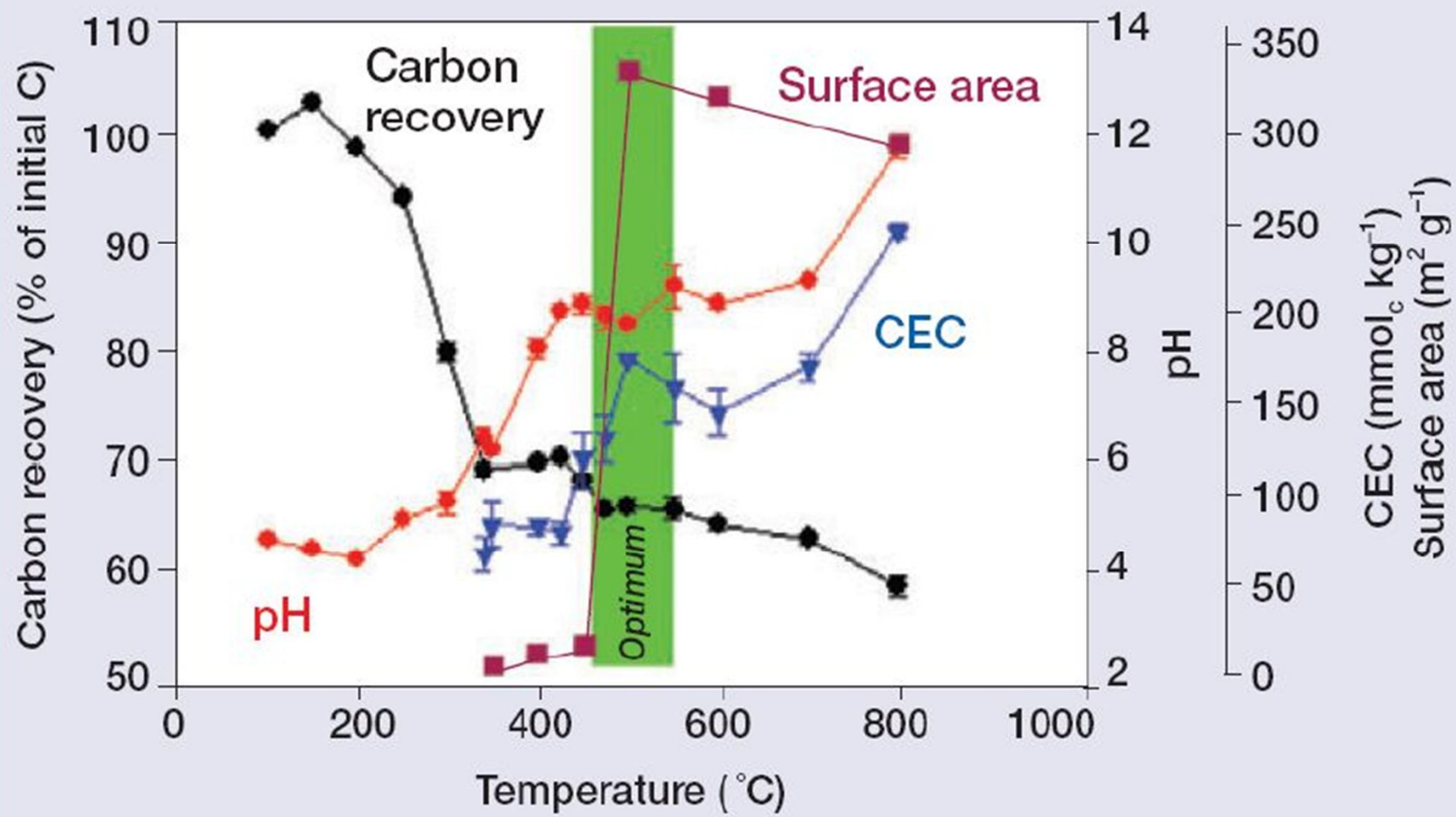
*Vstup inertního uhlíku, uhlí, biouhlu
-zlepšení fyzikálních vlastností půdy*



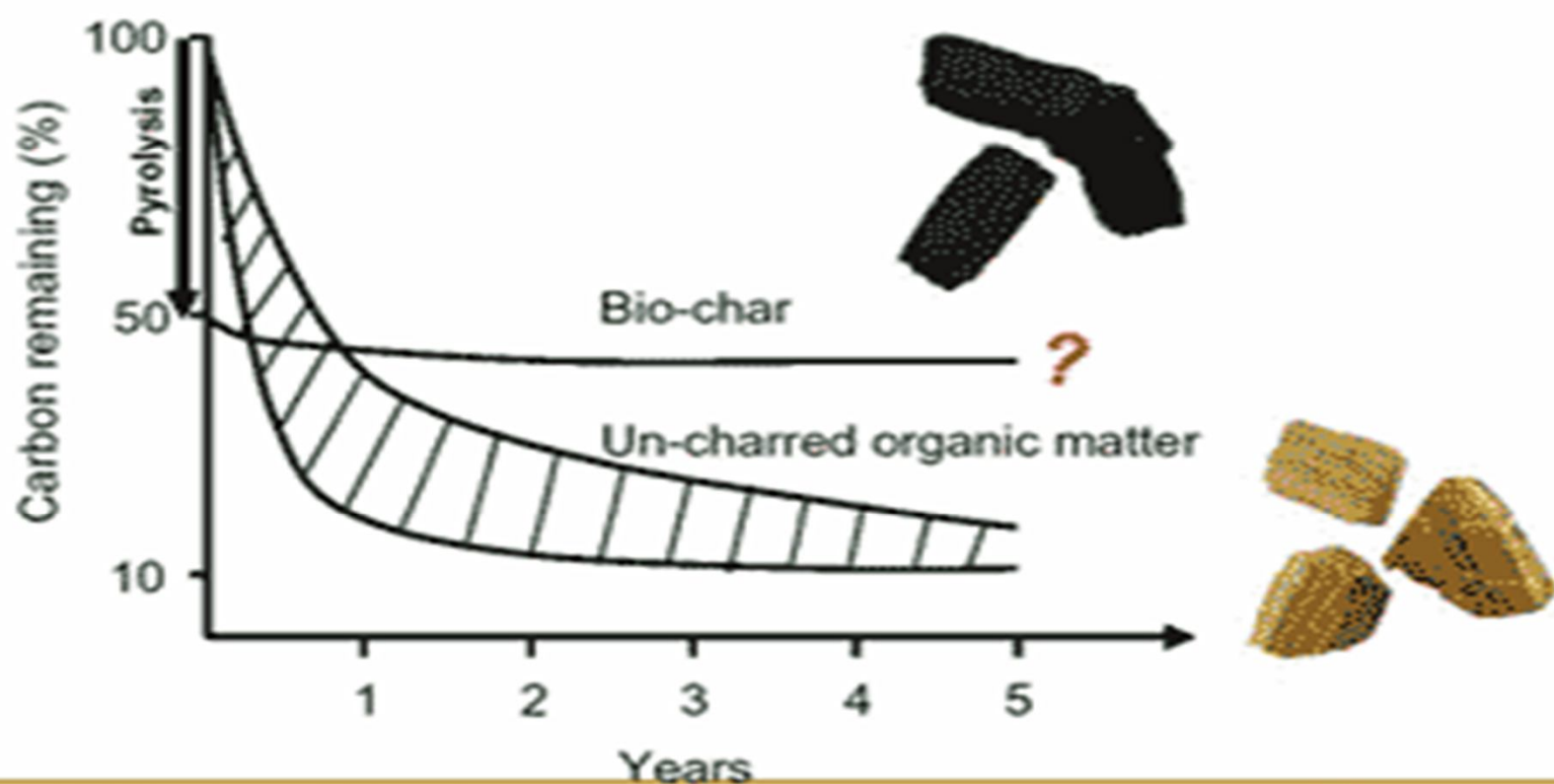
-25% C
(-50%?; -100%)
pro půdní život

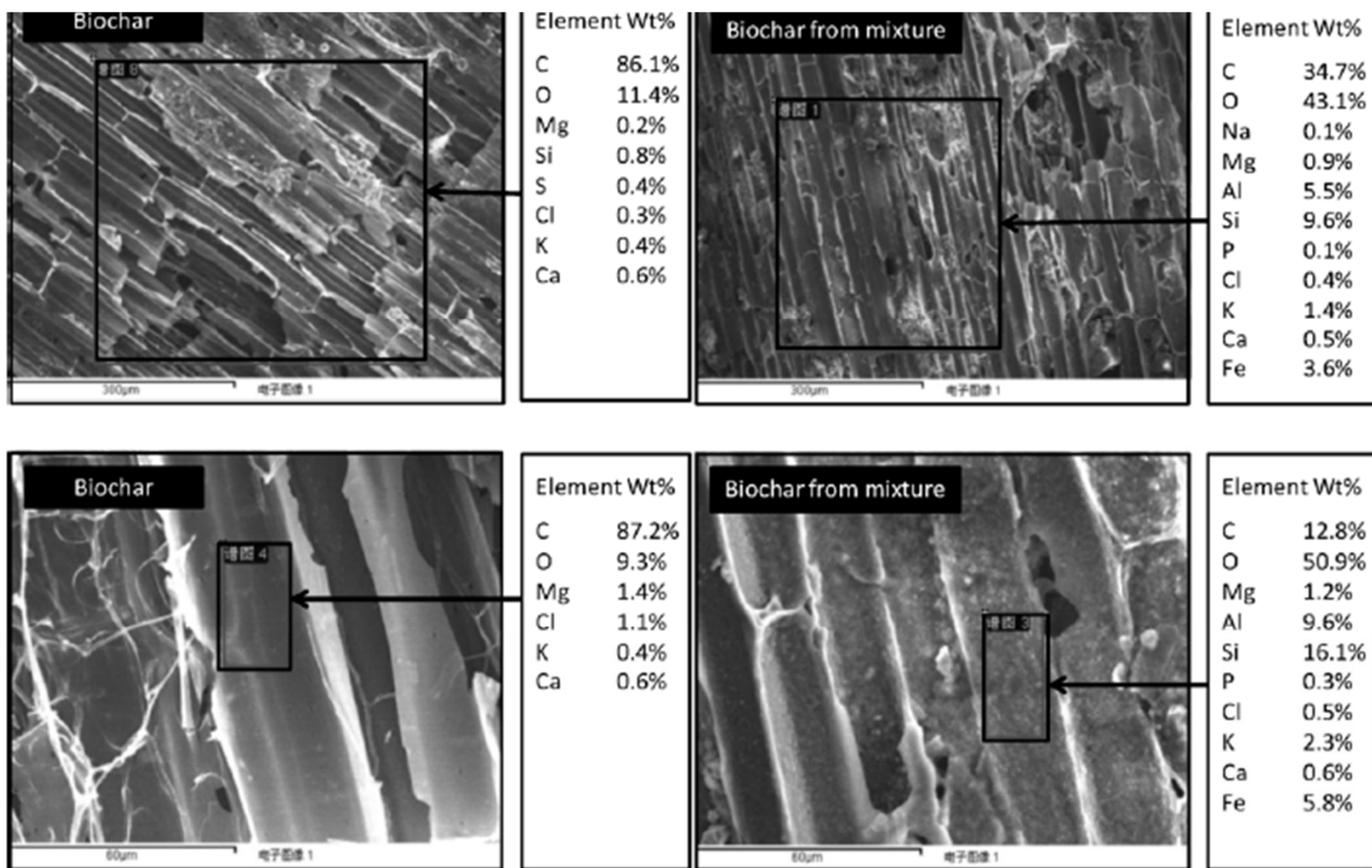


Dynamic molecular structure of plant biomass-derived black carbon (biochar) across a charring gradient and schematic representation of the four proposed char categories and their individual phases. (A) Physical and chemical characteristics of organic phases. Exact temperature ranges for each category are controlled by both charring conditions (i.e., temperature, duration, and atmosphere) and relative contents of plant biomass components (i.e., hemicellulose, cellulose, and lignin). (B) Char composition as inferred from gravimetric analysis. Yields, VM, fixed-C, and ash contents are averaged across wood and grass chars. Relative contributions above 700°C are estimates.



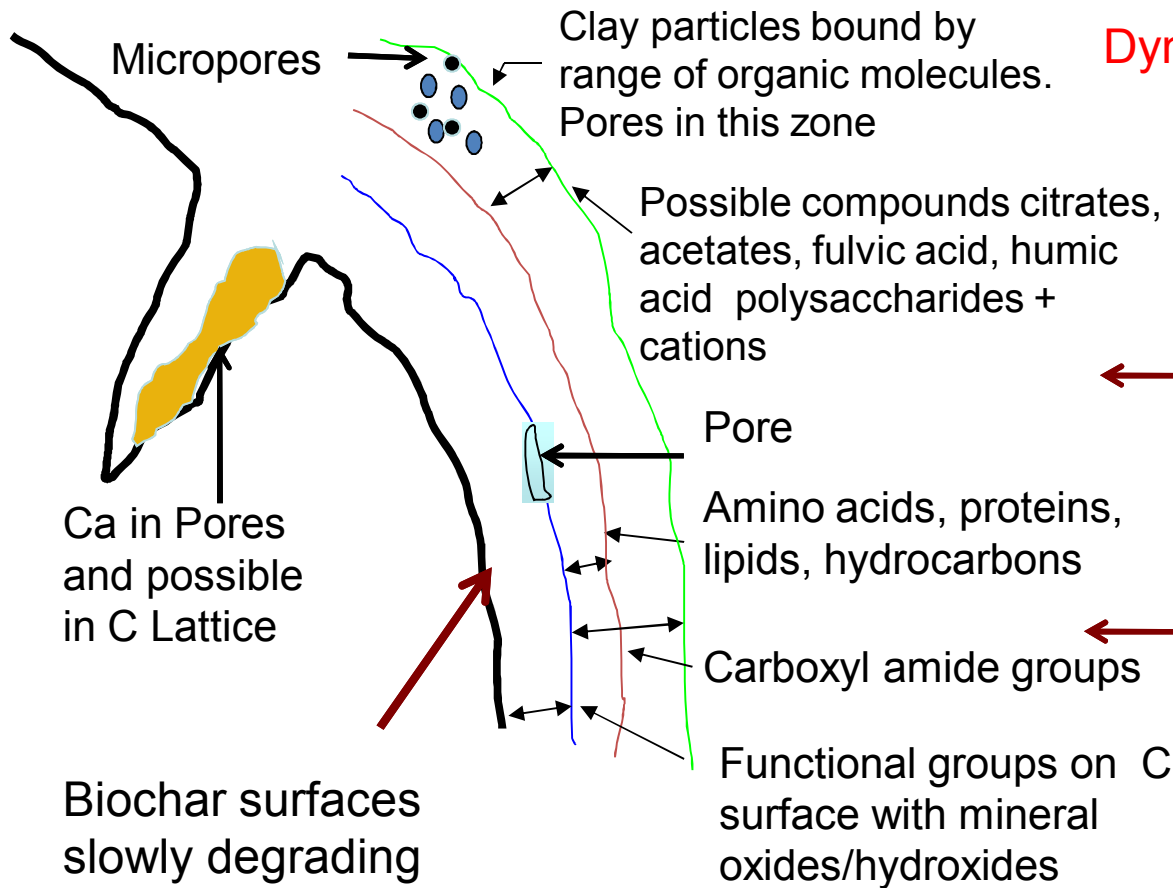
The essential stability of bio-char





Scanning electron micrographs (SEM) image and associated energy dispersive X-ray (EDX) quantification of biochar and biochar separated from mixture.

POSSIBLE PHASES, ZONES AND PORES ON SURFACE OF BIOCHARS



Dynamic and Catalytic Surfaces

Movement Cations and Anions, Gases, Organic Molecules, Micro-organisms and Water as a function of growing cycle, temperature, proximity to root hairs and rain events

These layers are probably changing structure and composition to provide the nutrients for microbial and plant growth. They have a high porosity and a high concentration of functional groups and radicals. CEC is probably high and degradation low.

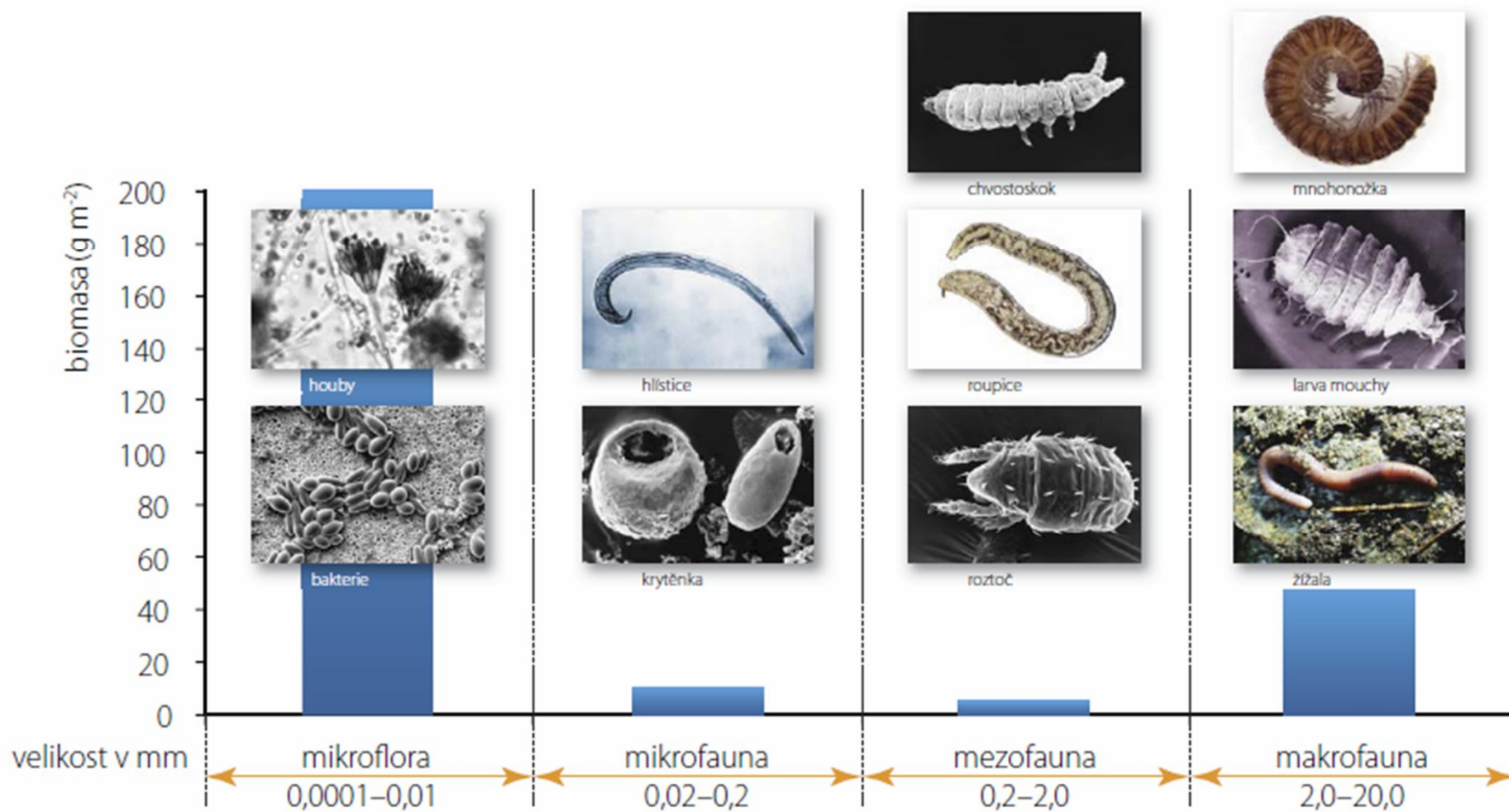
Free Energy of Surfaces are Constantly Changing

Biochar surfaces slowly degrading via biotic and abiotic processes releasing organics and minerals





Biomasa jednotlivých velikostních skupin



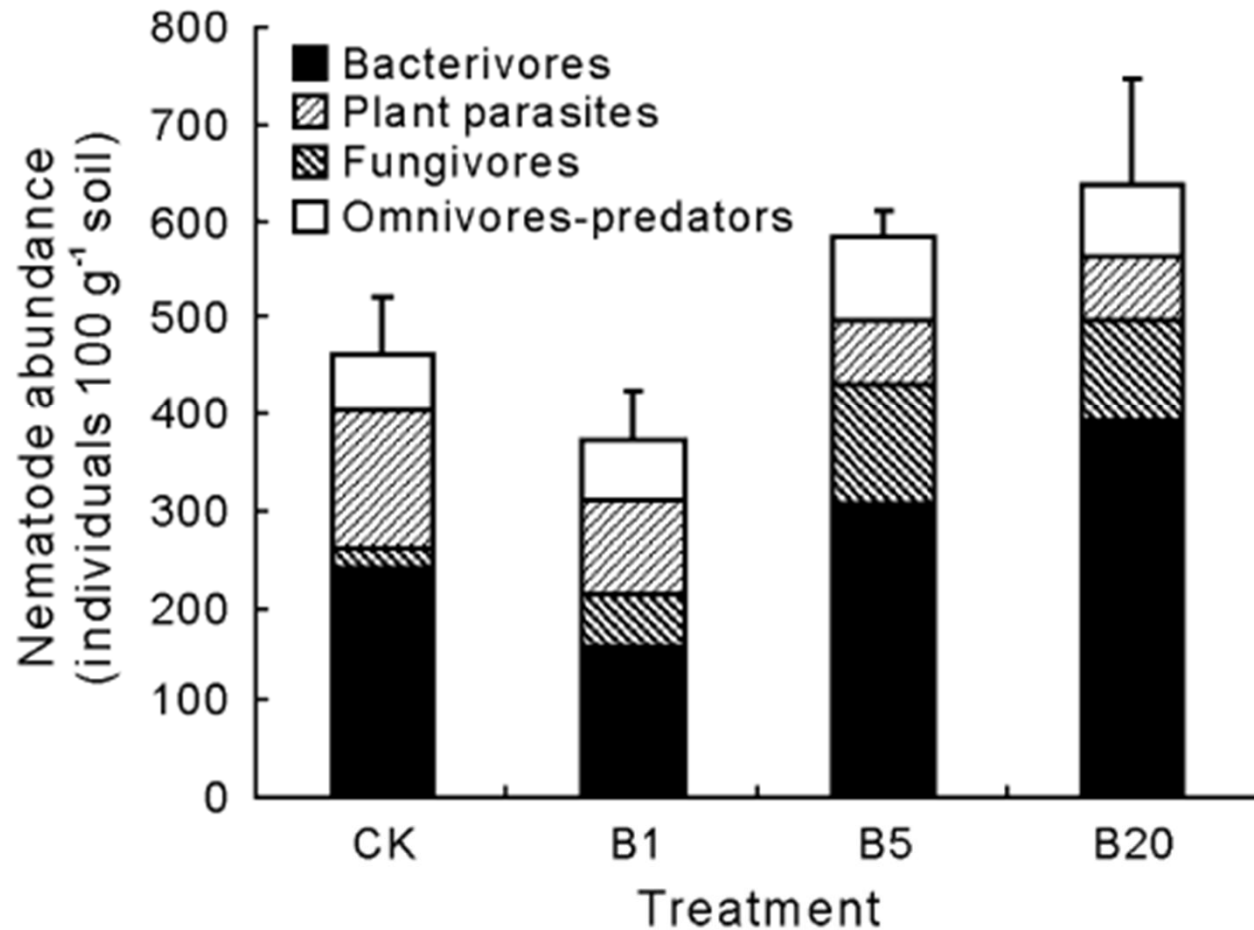


Fig. 2 Responses of the total nematode and trophic group abundance to biochar addition. Error bars represent the standard error of the mean ($n = 3$). CK, B1, B5 and B20 represent no addition of biochar, and the addition of biochar at 2400, 12000 and 48000 kg ha⁻¹, respectively.

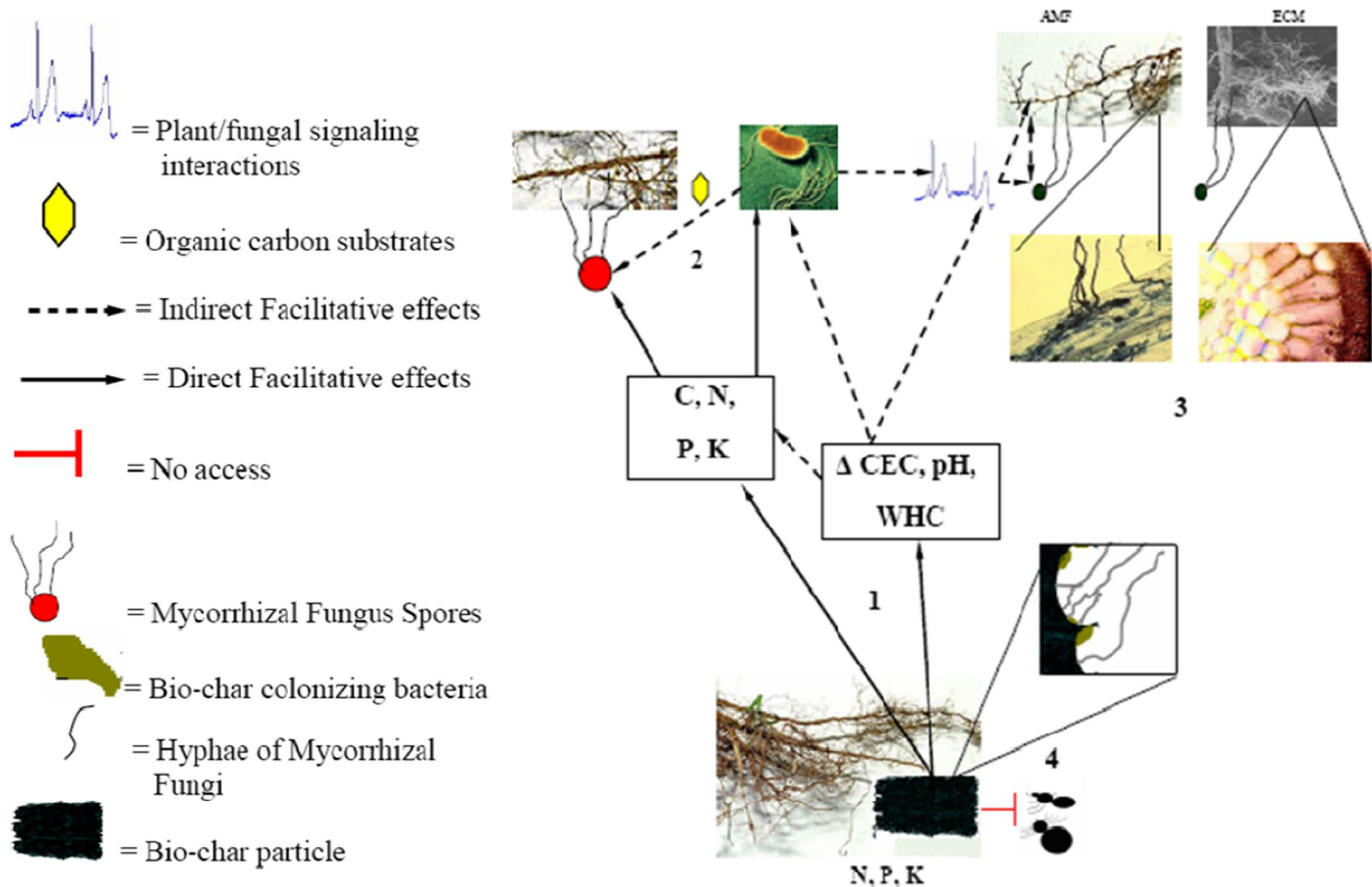
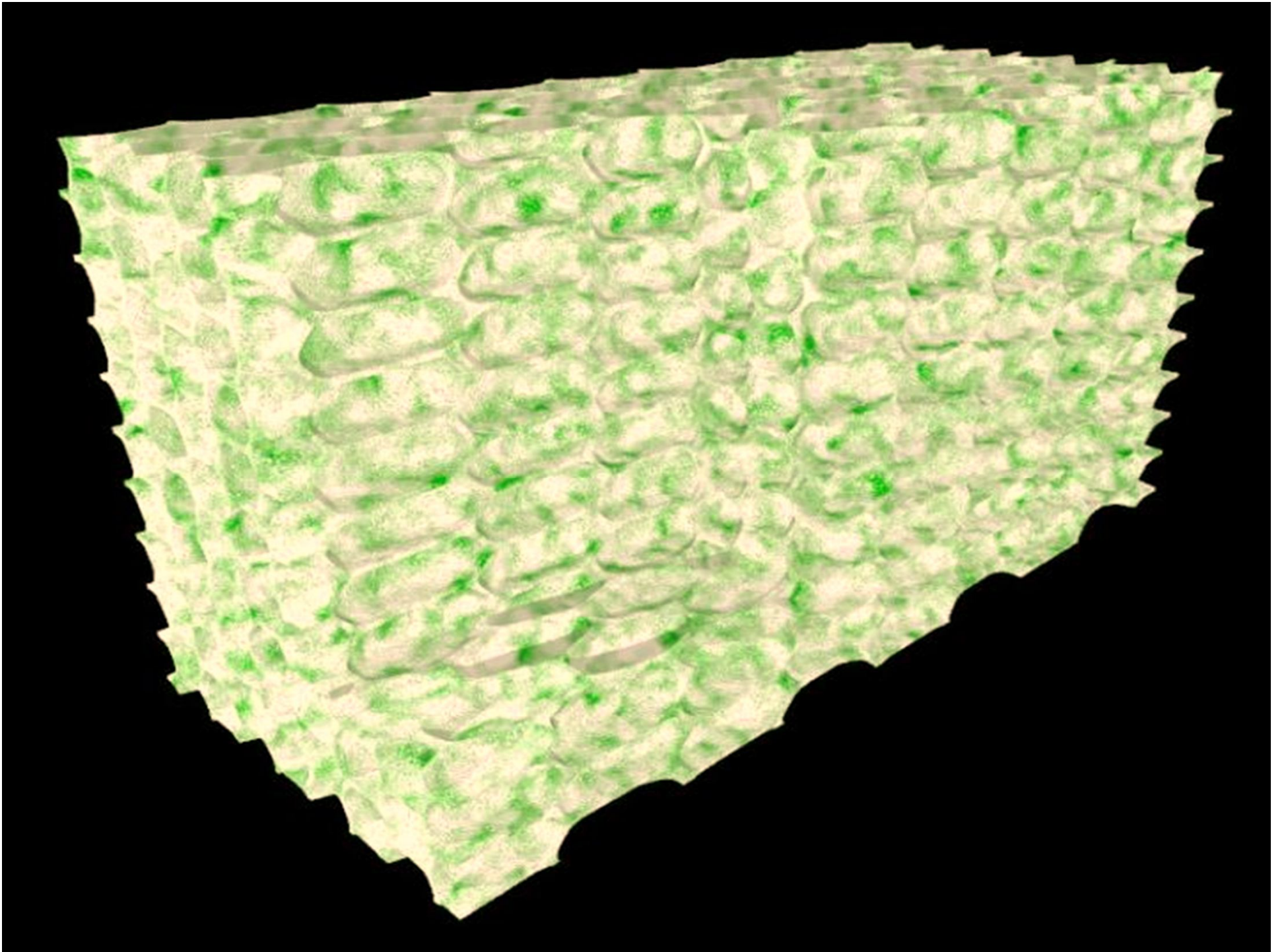
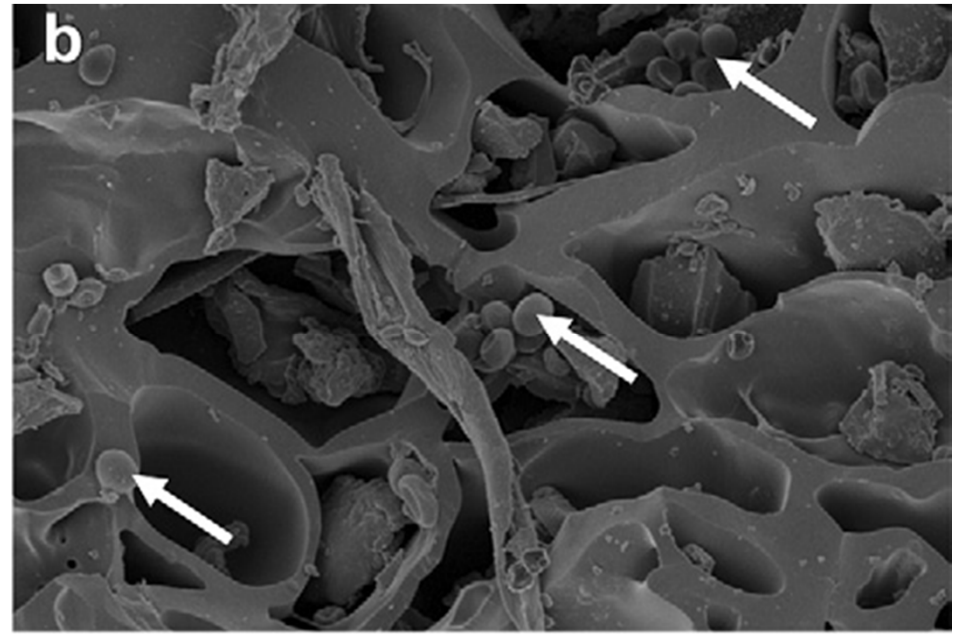
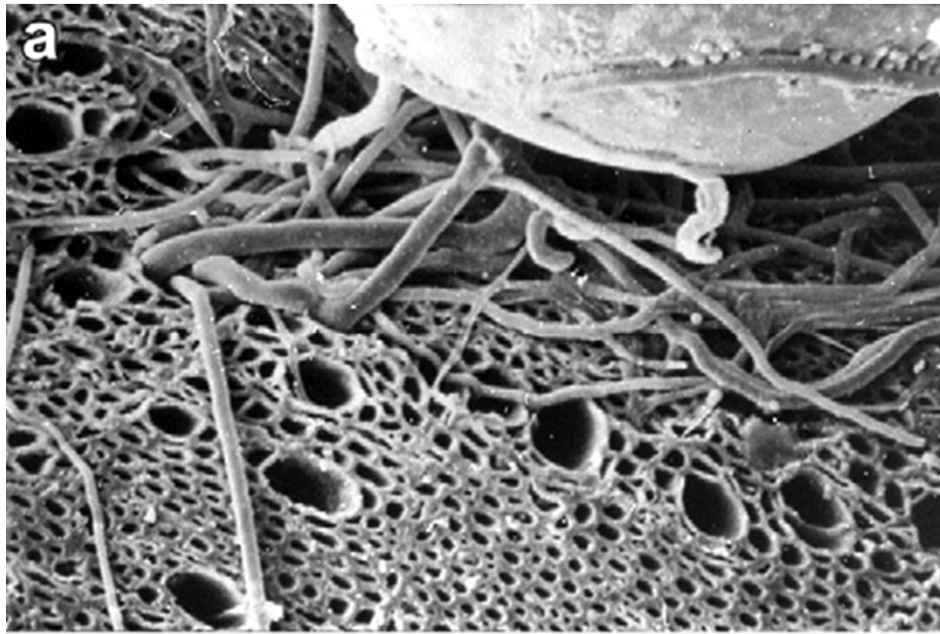


Figure 1. Schematic representation of bio-char and its direct and indirect effects on mycorrhizal fungi abundance/functioning, emphasizing the hierarchical nature of effects. The numbers included in figure body correspond to mechanisms discussed in text: (1) effects on soil physio-chemical properties; (2) effects through influences on other soil microbes; (3) interactions with plant-fungus signaling; and (4) provision of refugia from fungal grazers. Solid arrows indicate direct facilitative effects; dashed arrows indicate indirect facilitative effects.





Visual observation of spatial association and colonization of biochar by microorganisms.

(a) fresh biochar showing fungal hyphae (Lehmann and Joseph, 2009;);

(b) fresh corn biochar showing microorganisms in pores (arrows) (Jin, 2010).

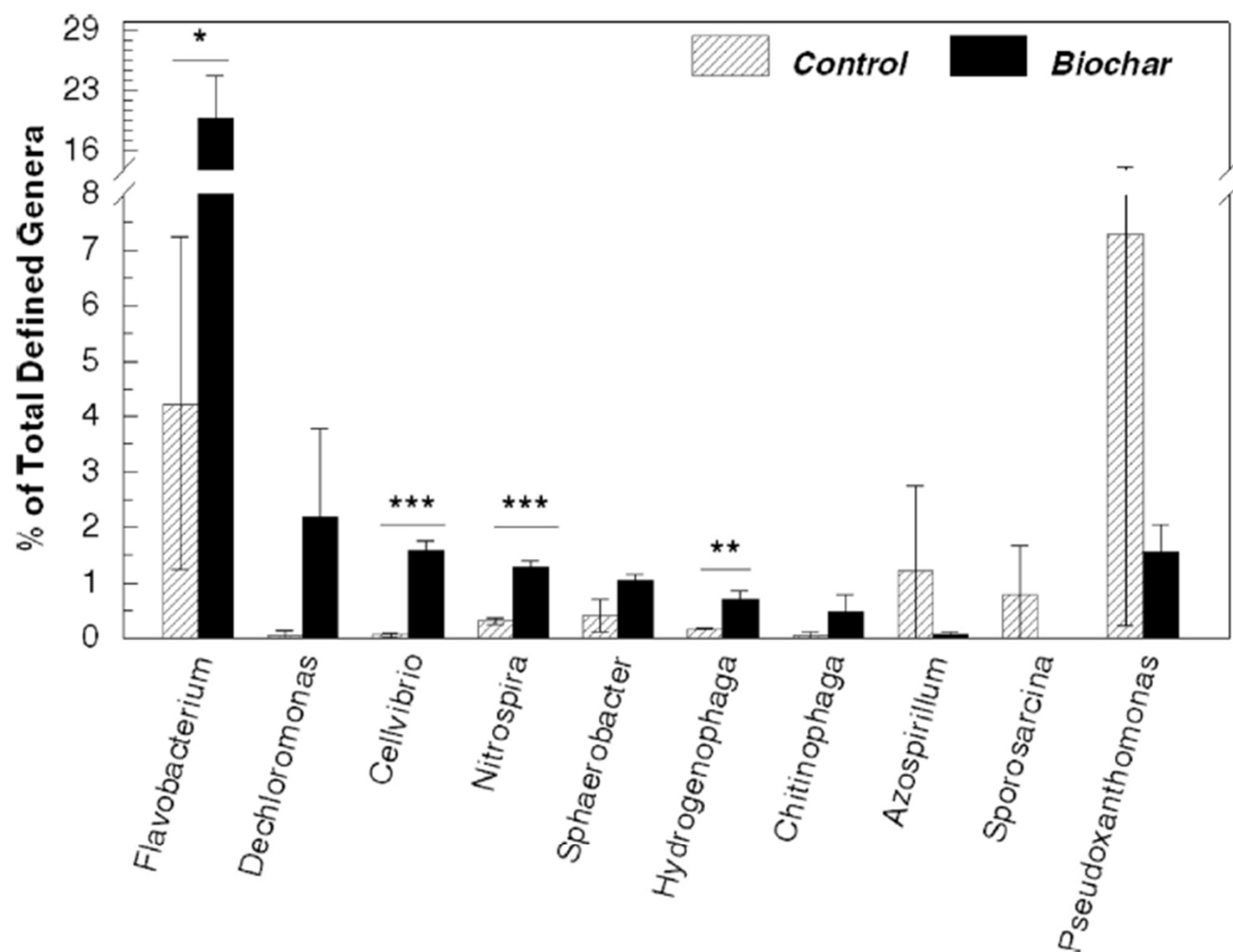
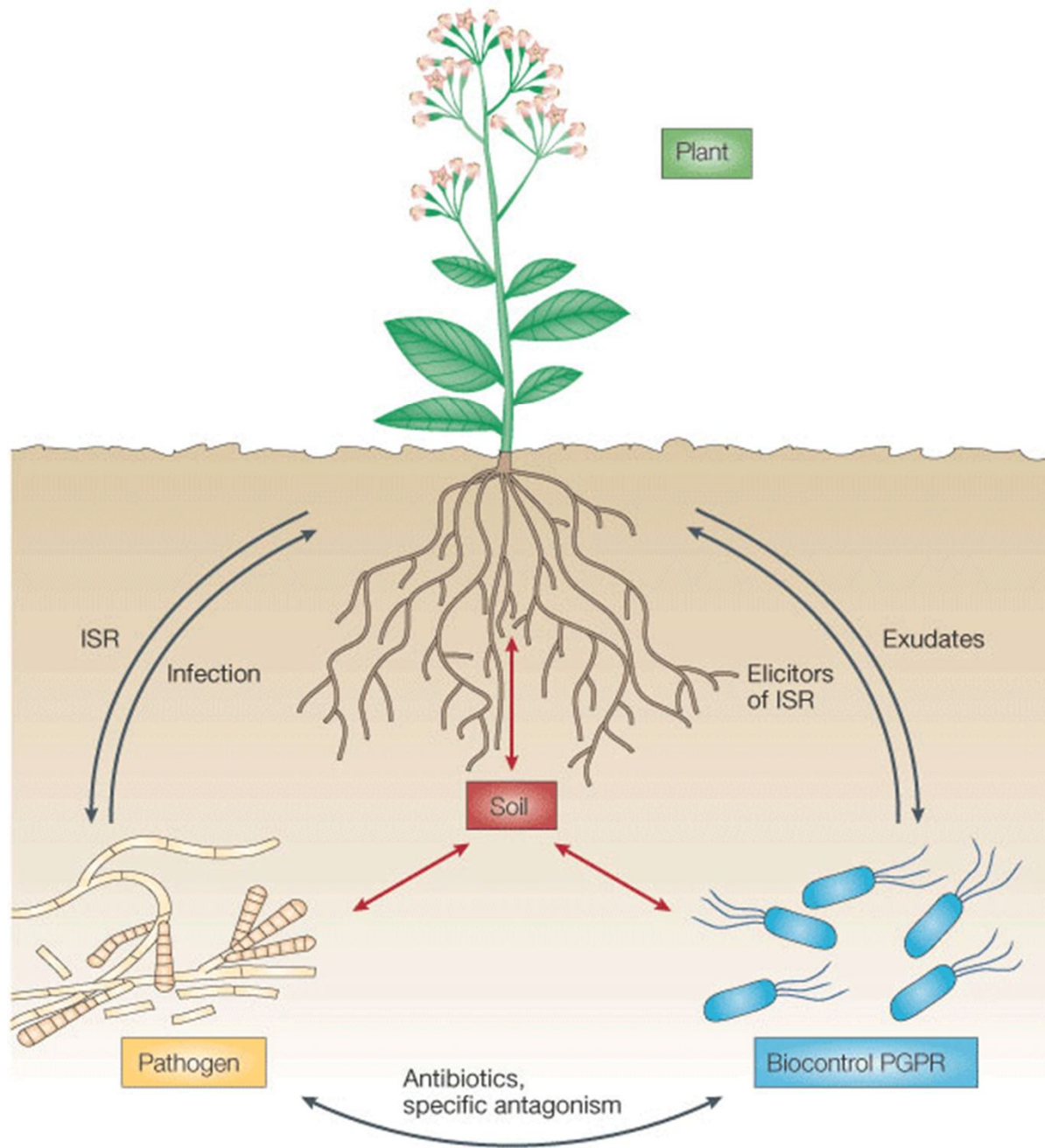


FIG. 4. Relative abundance of root-associated bacterial genera in the control and biochar-amended soils identified using the pyrosequencing of bar-coded 16S rRNA gene amplicons. Asterisks indicate significant differences in the relative abundance of groups in the biochar versus control samples using the Mann-Whitney test at a confidence level of 94.2% (*), 95% (**), and 99% (***)



These elements interact with one another through biotic and abiotic signals, many of which are still unknown. ISR, induced systemic resistance.

Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads

Dieter Haas & Geneviève Défago

Nature Reviews Microbiology 3, 307-319 (April 2005)

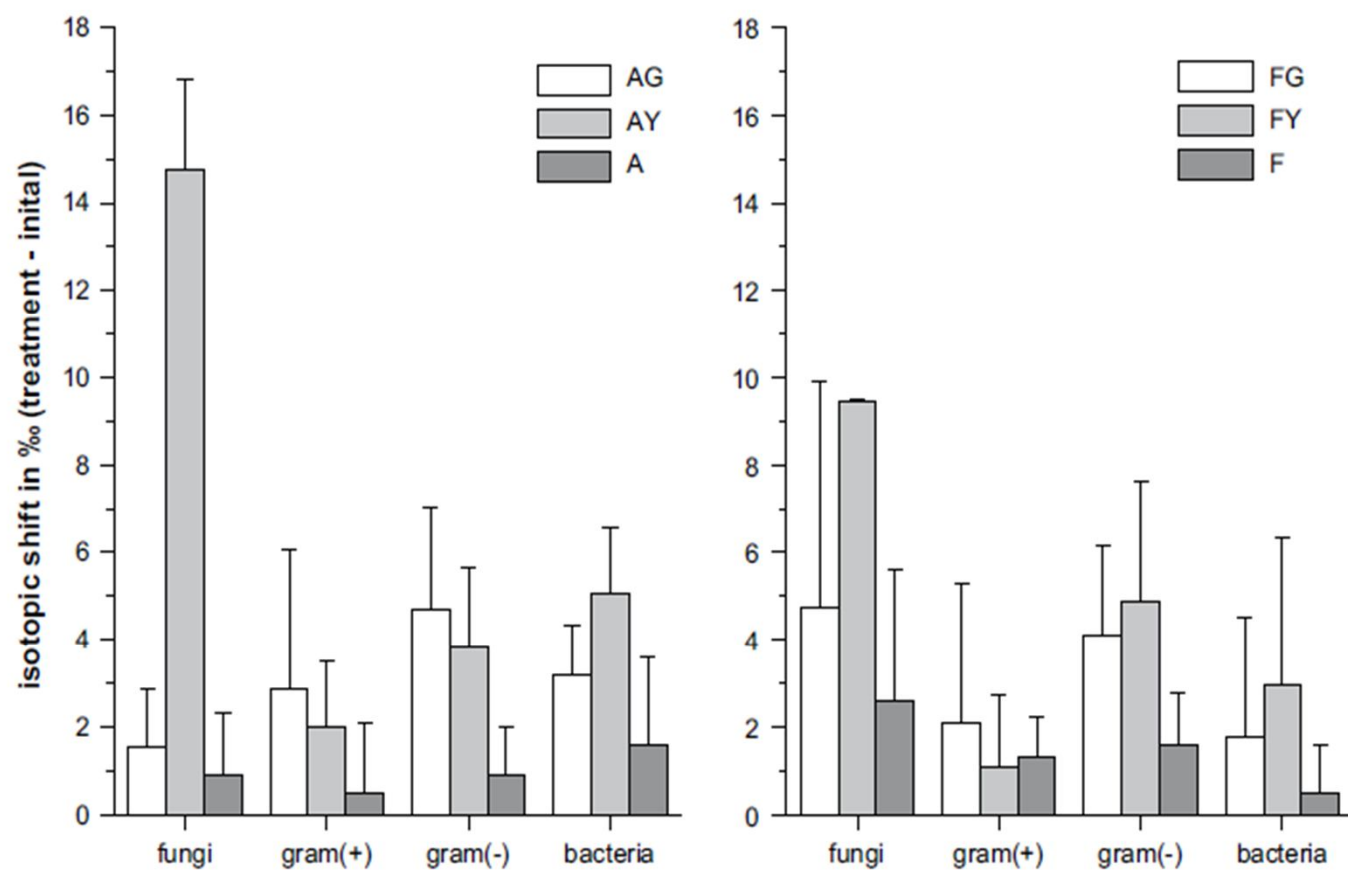


Fig. 7. Isotopic shift of PLFA biomarkers (treatment after incubation – initial values) for certain microbial groups, i.e. fungi, Gram-negative bacteria, Gram-positive bacteria and bacteria in general. Error bars reflect the standard deviation in isotopic shift within a group of microorganisms.

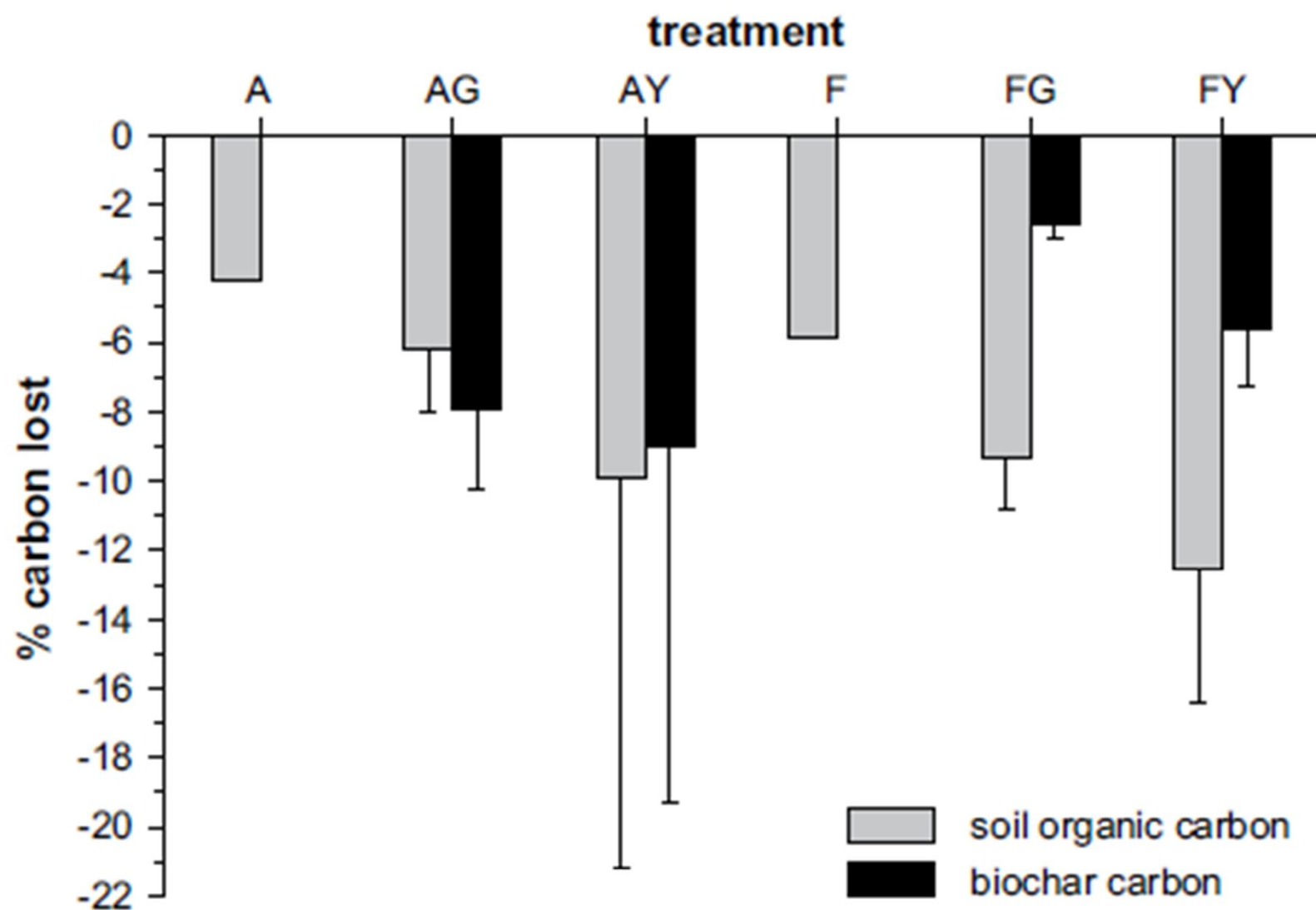


Fig. 4. Losses of biochar carbon and soil organic carbon after 4 months of incubation given relative to the respective initial amounts in the treatments. Error bars reflect the uncertainties in the proportion of biochar carbon in the respiration gas used for calculation and were determined according to error propagation laws.

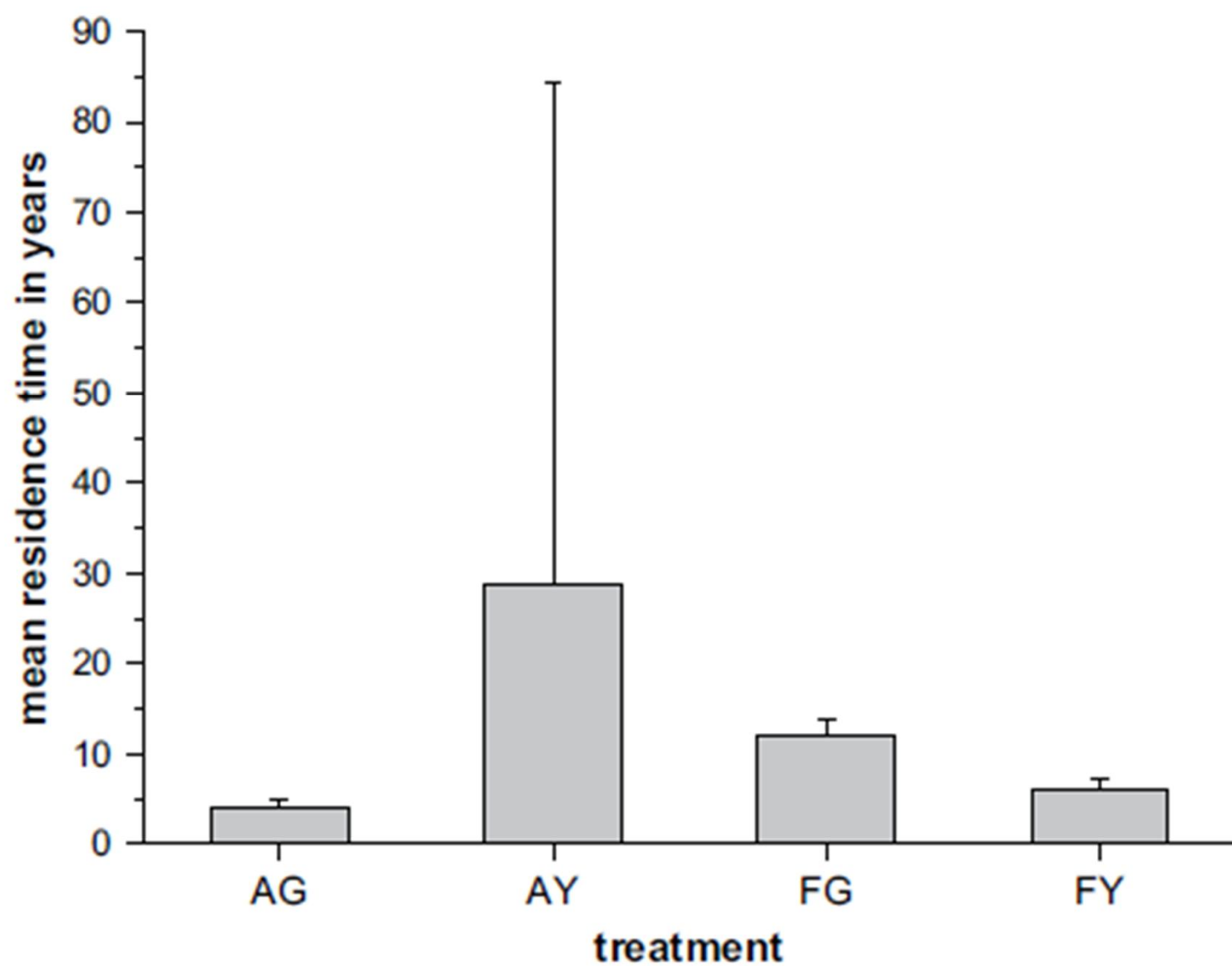


Fig. 5. Calculated mean residence times for the biochars in the different treatments. Error bars reflect the uncertainty caused by the variability of the proportion of biochar carbon in the respiration gas. They were determined according to error propagation laws.



Water drop penetration test (WDPT) on the burned plot indicating a waterrepellent soil (the water drop in the picture has a diameter of approximately 1 cm).



- Síť ochrany půdy v regionu Podunají -

Hlavními cílem projektu je **PŮDU VYUŽÍVAT A CHRÁNIT**, tvořit povědomí o zodpovědném zacházení s půdou a dlouhodobě přetrvávajícím růstu její kvality. **NAJÍT A VYTVOŘIT PŘÍKLADY PRO SPRÁVNÉ ZACHÁZENÍ S PŮDOU**. Nalézt a popsat stávající ukázkové příklady, vyvinout ve vybraných modelových obcích nová opatření dobré praxe.

ZŘÍZENÍ DLOUHODOBĚ UDRŽITELNÉ SÍTĚ OCHRANY PŮDY NA ÚZEMÍ PROJEKTU.

Školení zainteresovaných subjektů. Získání 27 členů pro evropsky Svaz ochrany půdy. Vytvoření koordinačního centra pro evropský Svaz ochrany půdy, jehož aktivity budou trvat po skončení projektu.

Partneři projektu :



Universität für Bodenkultur Wien



Obec Nová Lhota



EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION
AUSTRIA-CZECH REPUBLIC 2007-2013
Gemeinsam mehr erreichen. Společně dosáhneme více.



EUROPEAN UNION
European Regional
Development Fund

MANIFEST

(ELSA) Evropské aliance půdy

Preambule

Půda, stejně jako voda a vzduch, tvoří hlavní předpoklad pro život na naší planetě. Vlastnosti a funkce různých druhů půdy jsou vzhledem k jejich výskytu a charakteristice velmi rozdílné. V důsledku stále rostoucí výstavby budov a dopravních komunikací, rozšiřujícího se průmyslu a trvalého vyčerpávání přírodních půdních zdrojů, je půda ohrožena jak lokálně, tak v celosvětovém měřítku, zejména kvůli množství a rozsahu působení vlivů s ničivým dosahem. Důsledky zabírání, spotřebovávání a znehodnocování půdy, jakožto i skutečnost, že některé změny jsou již nevratné spolu s pomalou schopností regenerace půdy, jsou srovnatelné s důsledky klimatických změn a ztráty rozmanitosti druhů. Z výše řečeného tedy vyplývá silná souvislost mezi změnami půdy a změnami klimatu.

Bližší informace k projektu:

www.soilart.eu a www.sondar.eu

Odpovědná osoba: Mgr. Antonín Okénka

Obec Nová Lhota, okres Hodonín 69674

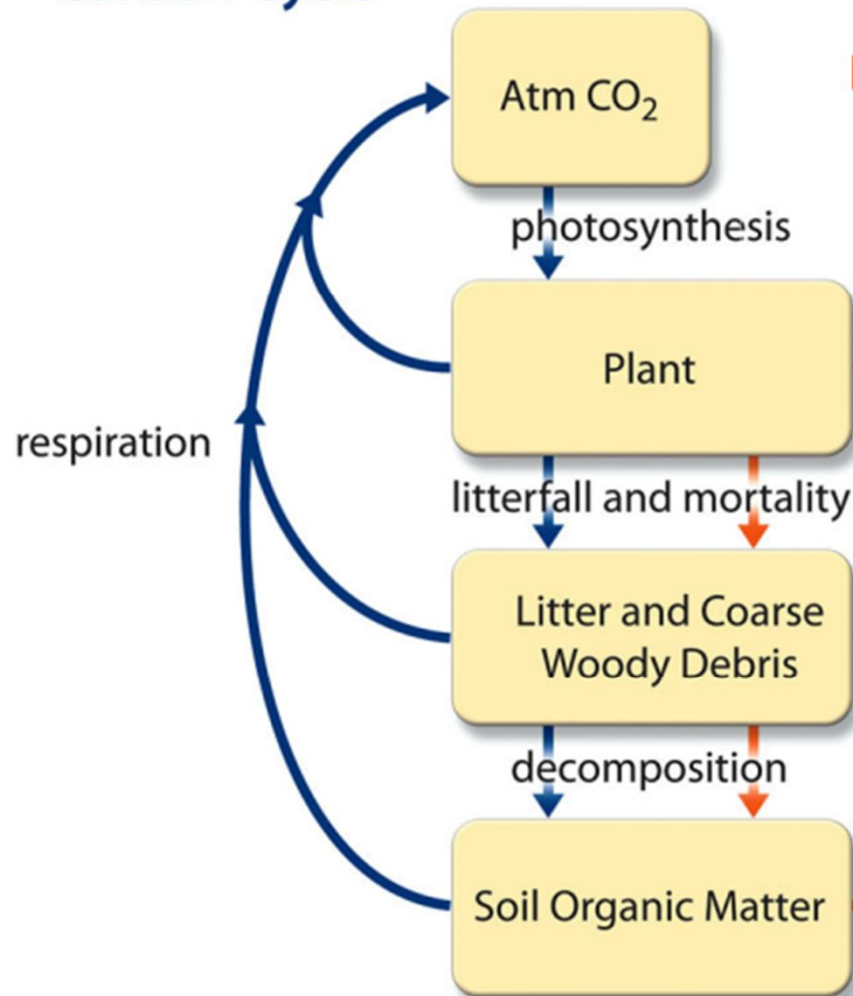
starosta.novalhota@seznam.cz

[tel: +420 724 168 208](tel:+420724168208)



Biouhel

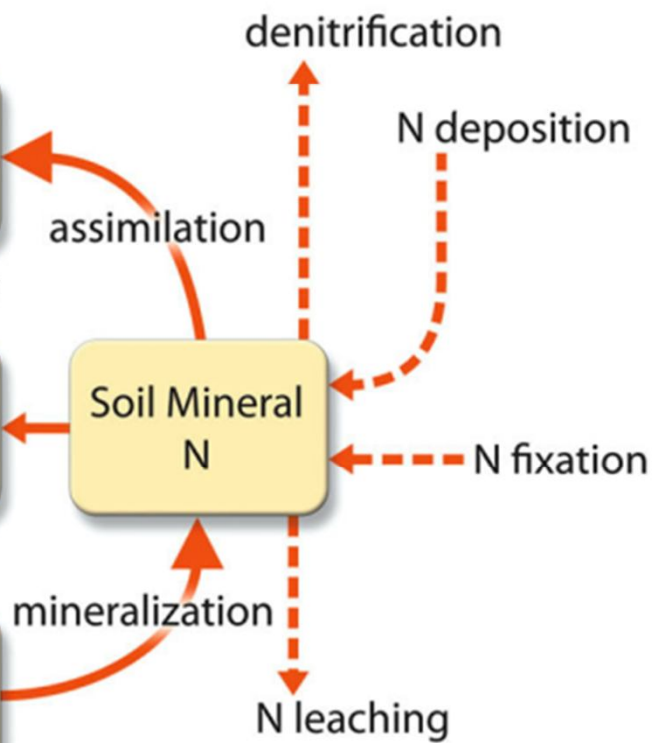
Carbon Cycle

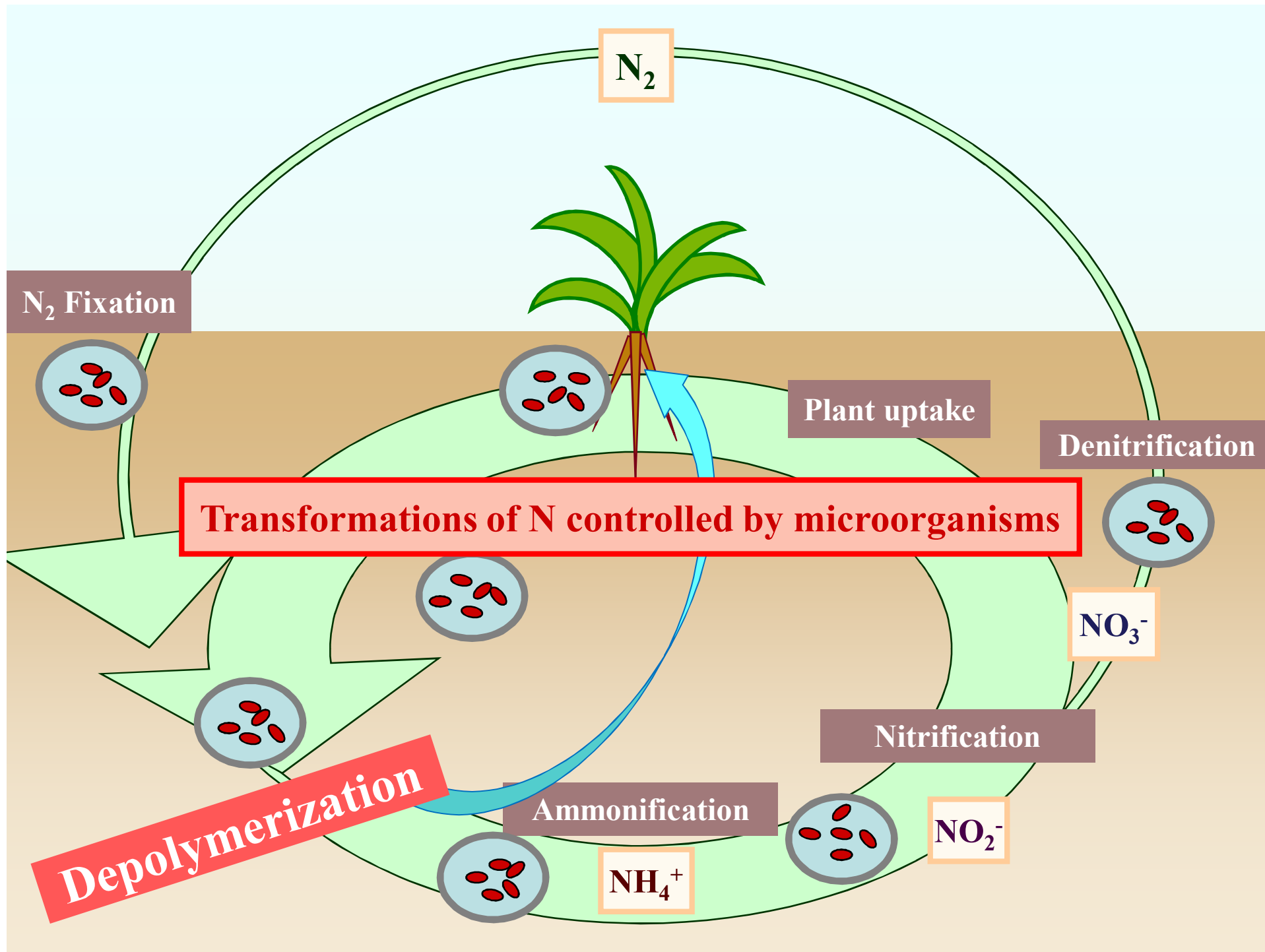


Nitrogen Cycle

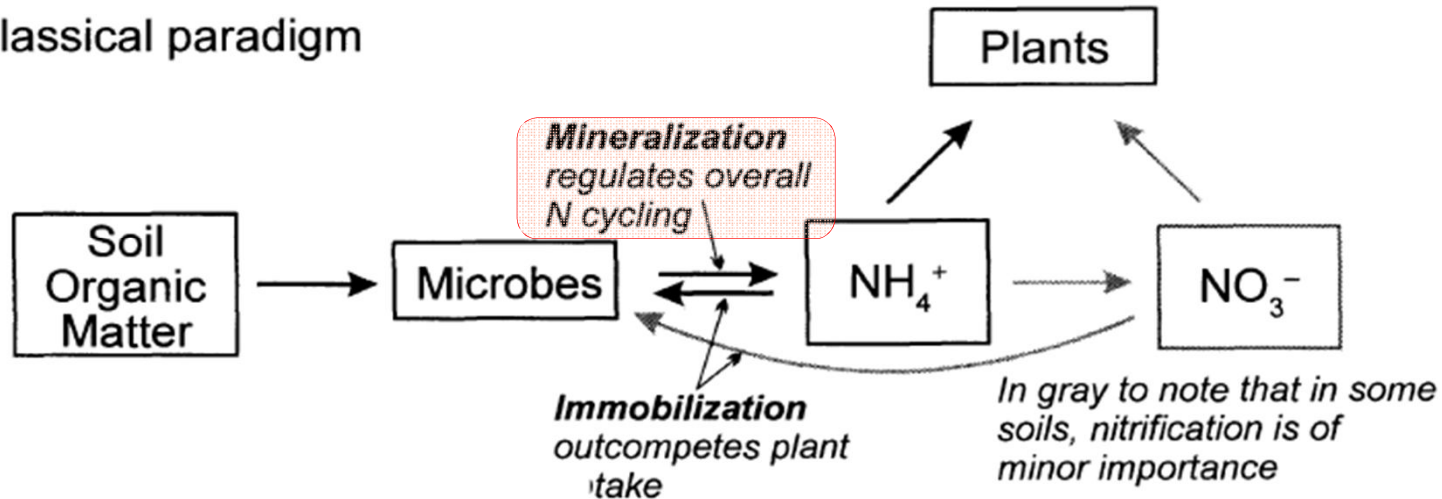
Internal
(fast)

External
(slow)





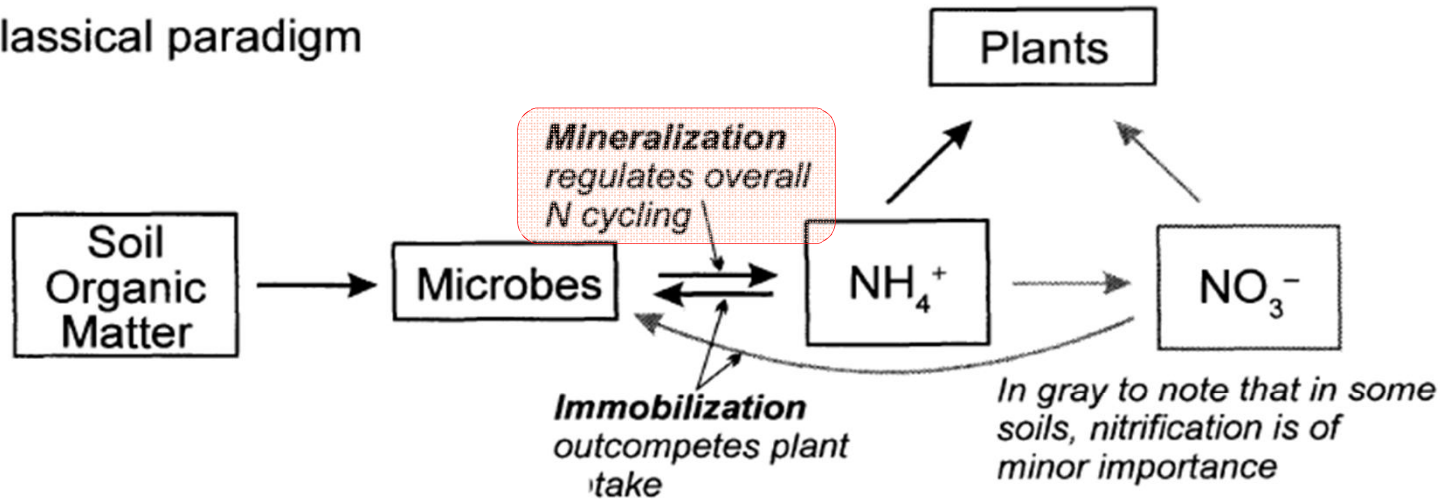
A) Classical paradigm



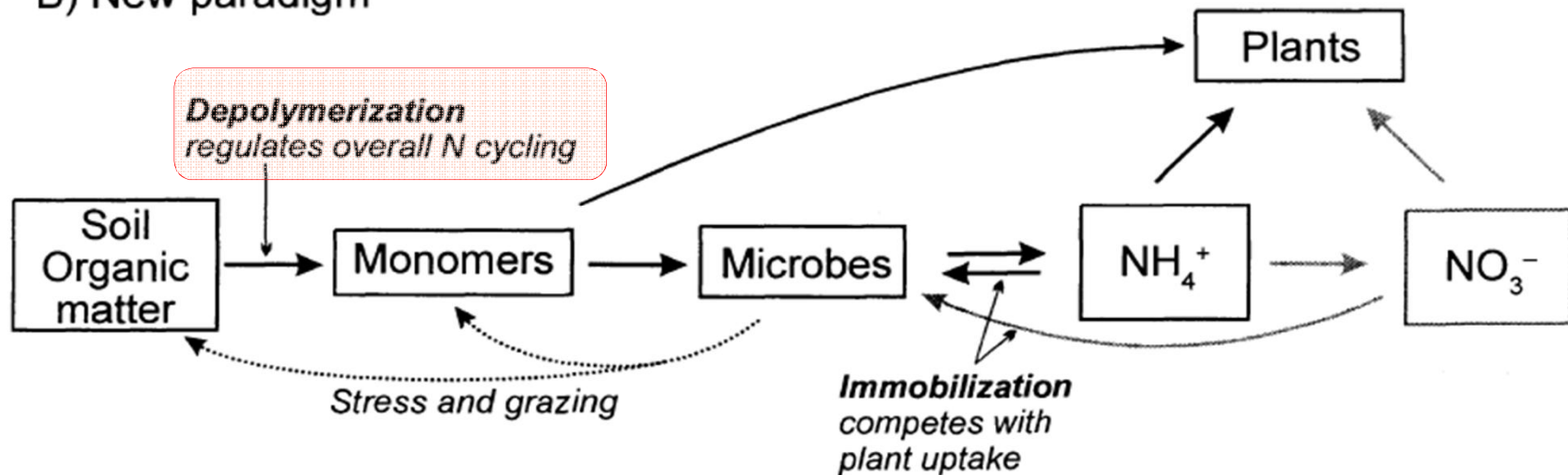
N cycling as seen as being driven by the microbial mineralization

Microbial immobilization of ammonium and nitrate in relation to ammonification and nitrification – outcompetes plant uptake

A) Classical paradigm

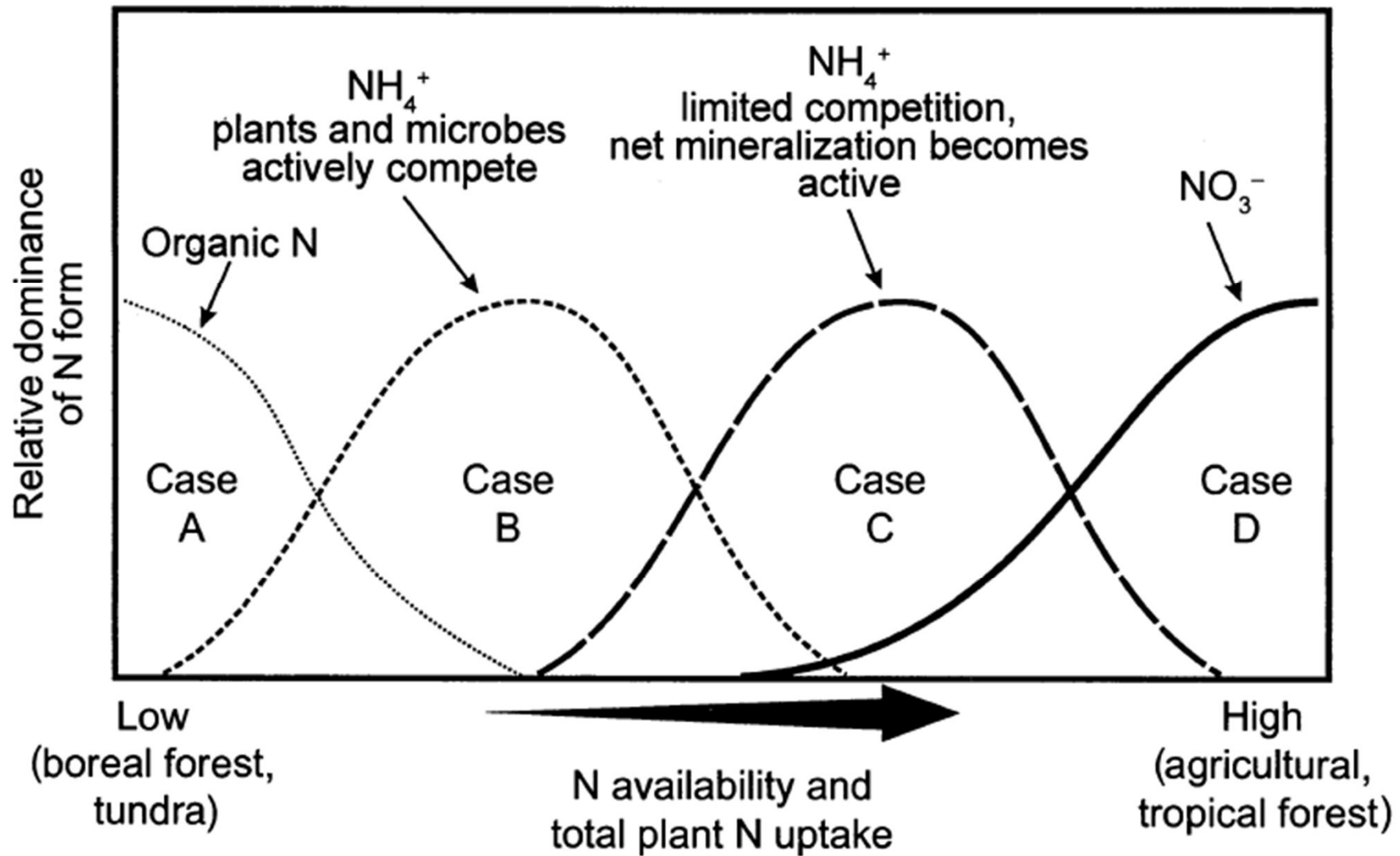


B) New paradigm



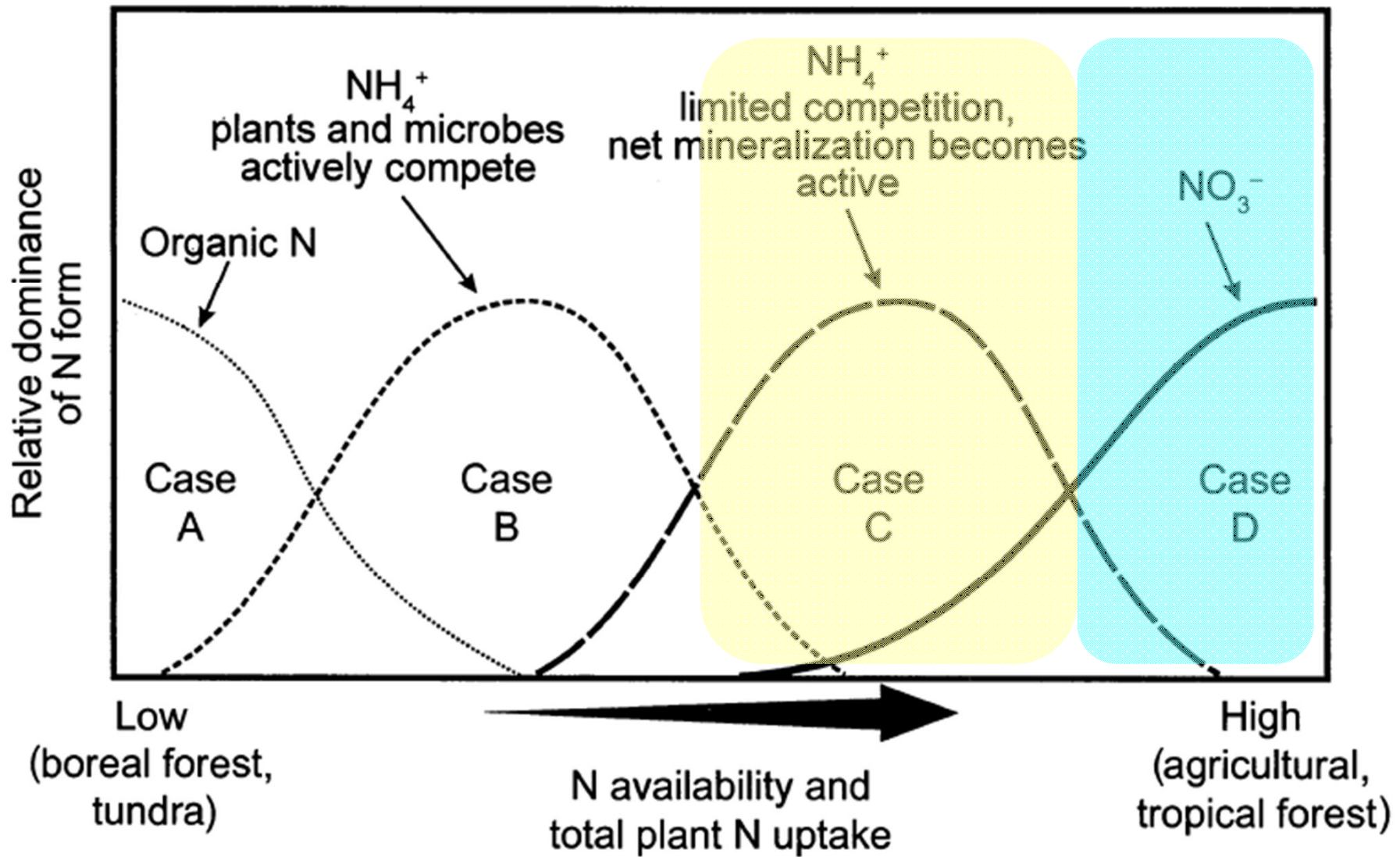
The changing paradigm of the soil N cycle.

N cycling is now seen as being driven by the depolymerization of N-containing polymers by microbial extracellular enzymes.



(Schimel et Bennett, 2004)

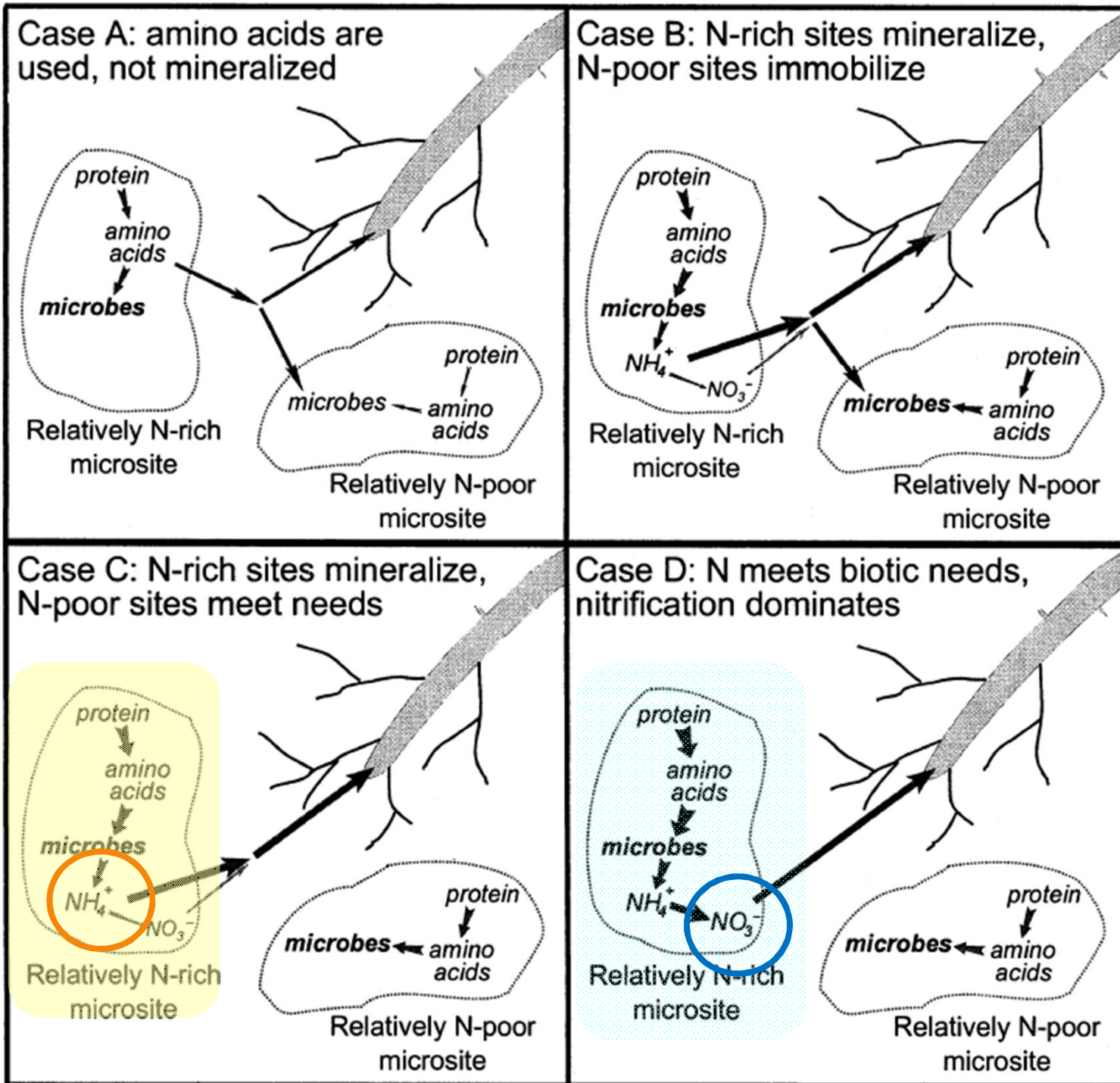
The shifting dominance of N forms along a gradient of N availability and the soil processes that regulate N availability to plants under different N-availability regimes. Total N availability and plant uptake both increase along the hypothetical gradient.



(Schimel et Bennett, 2004)

If we were able to capture an excess of NH_4^+ and NO_3^- ions from soil solution, then we will be able to assess at what stage is the current N-load of the alpine ecosystem.

The diagrams specify that the polymers are protein, but only as a representative organic N-containing polymer.



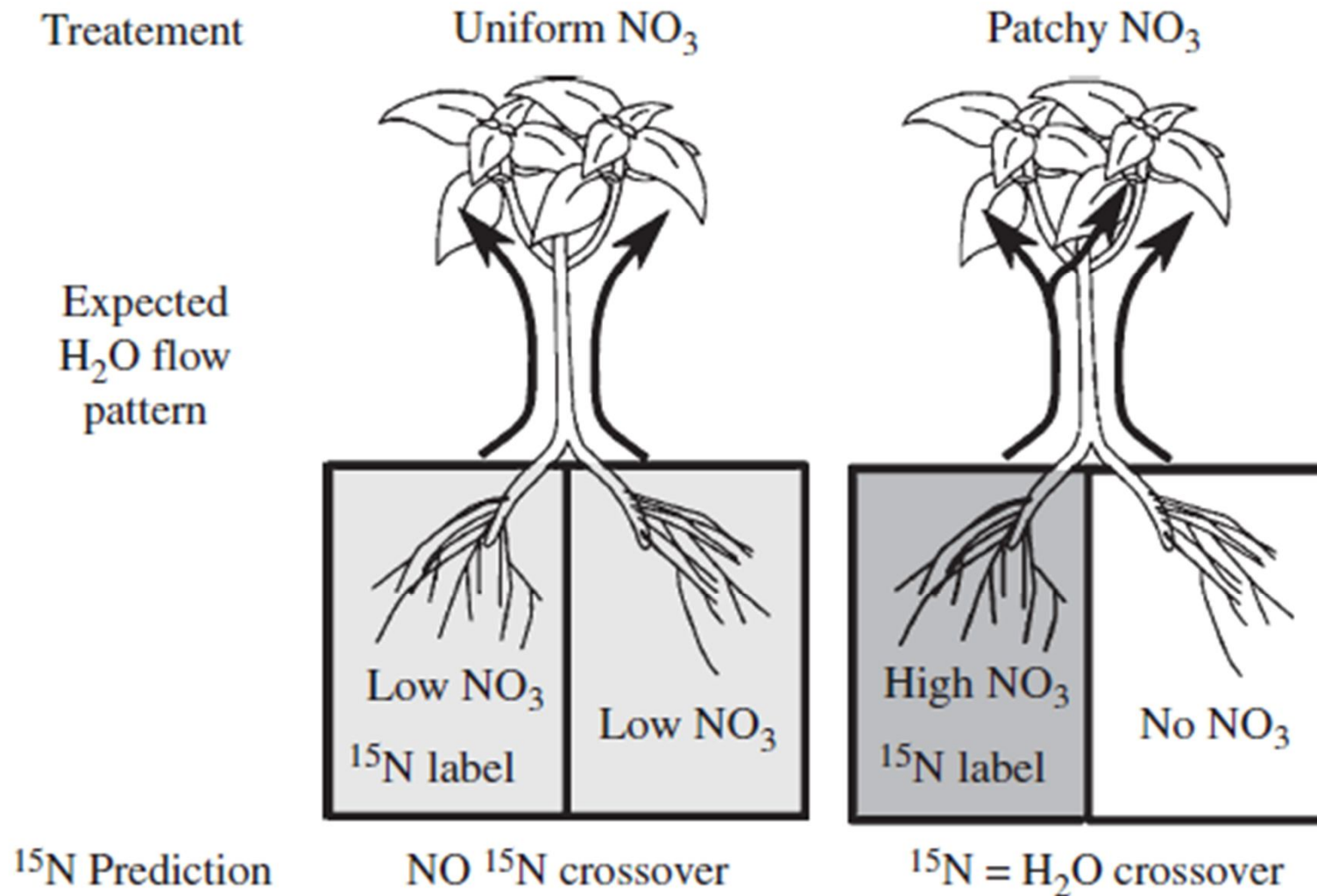


Diagram of qualitative predictions for how water and nutrient movement will be affected if roots in a nutrient patch have lower resistance than roots in the background nutrient environment

(Thorn et Orians, 2011).

Nitrates, where are you coming from and where are you going?

Nitrate is a critical signaling molecule in regulating plant growth, little is known about plant nitrate signaling at molecular level and even less about the role of nitrate signaling for interactions between key players in soils.

