

Chemie životního prostředí II – Znečištění složek prostředí Pedosféra

(04)

Půdotvorné procesy - humifikace

Ivan Holoubek

RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

holoubek@recetox.muni.cz; <http://recetox.muni.cz>

Složky půdního systému

Abiotické:

- ↪ **tuhá fáze** – zbytky matečné horniny z větší části chemicky a fyzikálně přeměněné procesem zvětrávání; nejdůležitější anorganickou složkou jsou jílové minerály – výměna iontů, adsorpce; 35 – 45 % objemu půdy;
- ↪ **kapalná fáze (půdní roztok)** – transport živin vegetaci, transport polutantů; 15 – 35 % objemu půdy;
- ↪ **plynná fáze (půdní plyn)** – v podstatě stejné složení jako vzduch obohacený o CO₂, HCs a další produkty rostlinného a živočišného metabolismu, 15 – 35 % objemu půdy;
- ↪ **humus** – půdní organická hmota - neživá biomasa v různém stupni rozkladu; 5 – 15 %

Složky půdního systému

Biotické:

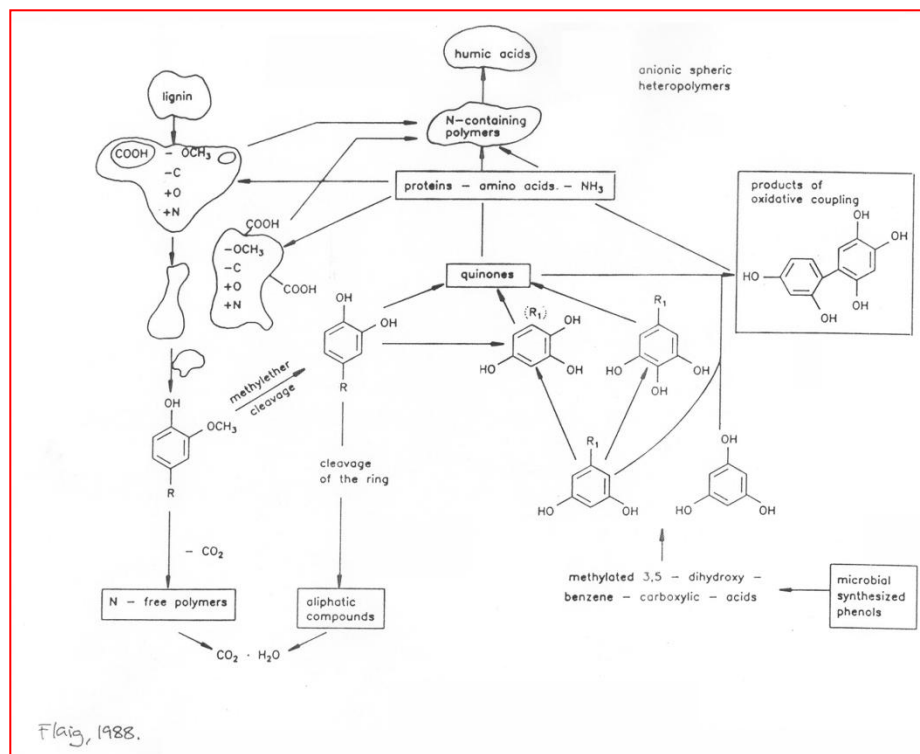
- ↪ **edafon** – společenstvo všech mikroorganismů, rostlin a živočichů žijících v půdě
 - fytoedafon – bakterie, plísně, houby, sinice, řasy,
 - zoodafon – všechny formy živočichů od prvoků až po obratlovce
- ↪ **kořenový systém rostlin**

Suma živých organismů - < 0,1 %

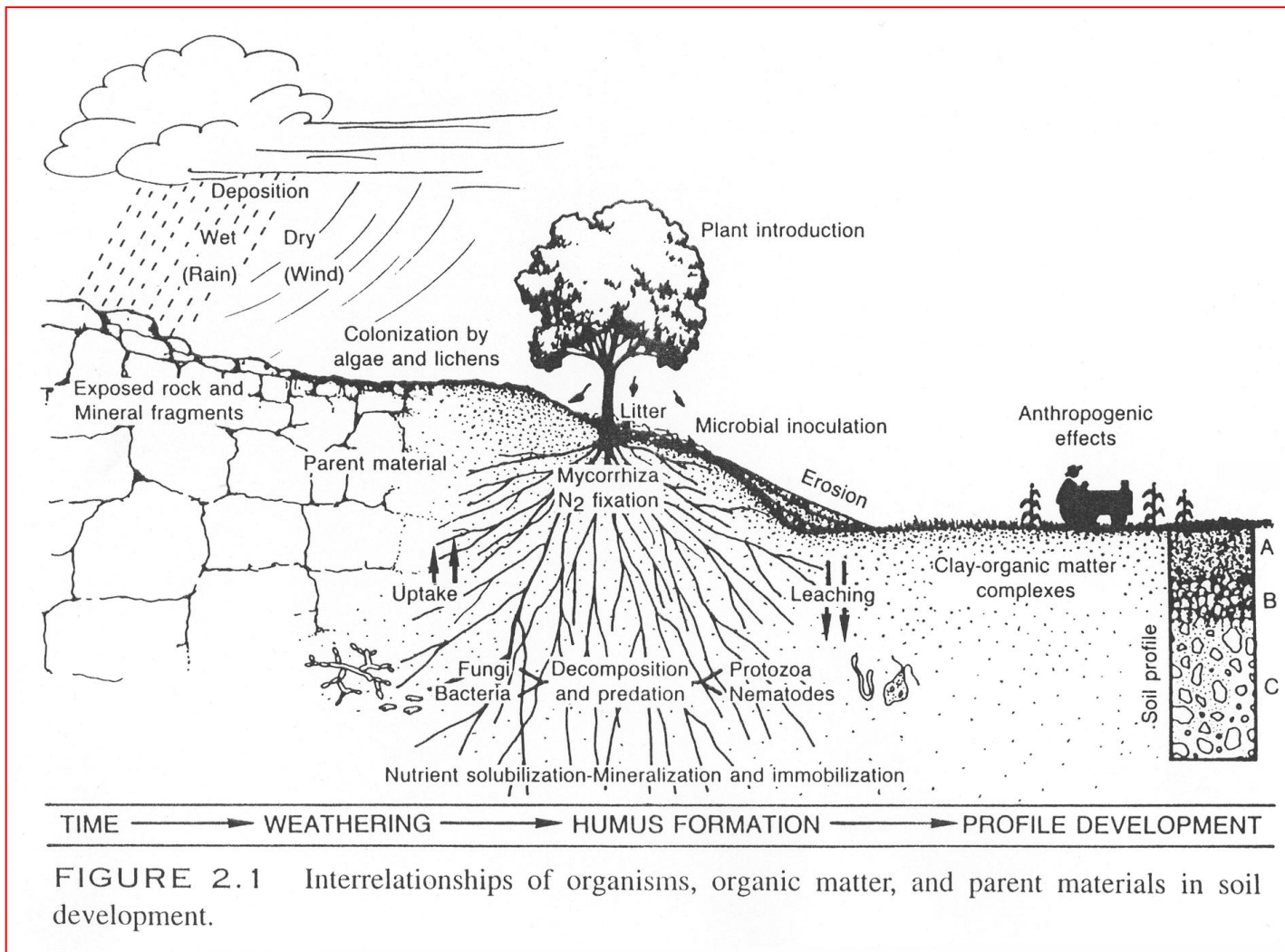
Bio-organo-minerální komplex

Půdotvorné procesy

Humifikace – mikrobiální a chemické procesy, při kterých se mění organické zbytky v humus – probíhá ve větší či menší míře ve všech půdách a je tím nejvlastnějším půdotvorným pochodem, který podmiňuje vznik půdy;



Vztahy mezi organismy, půdní organickou hmotou a minerály



Diagenese a humifikace

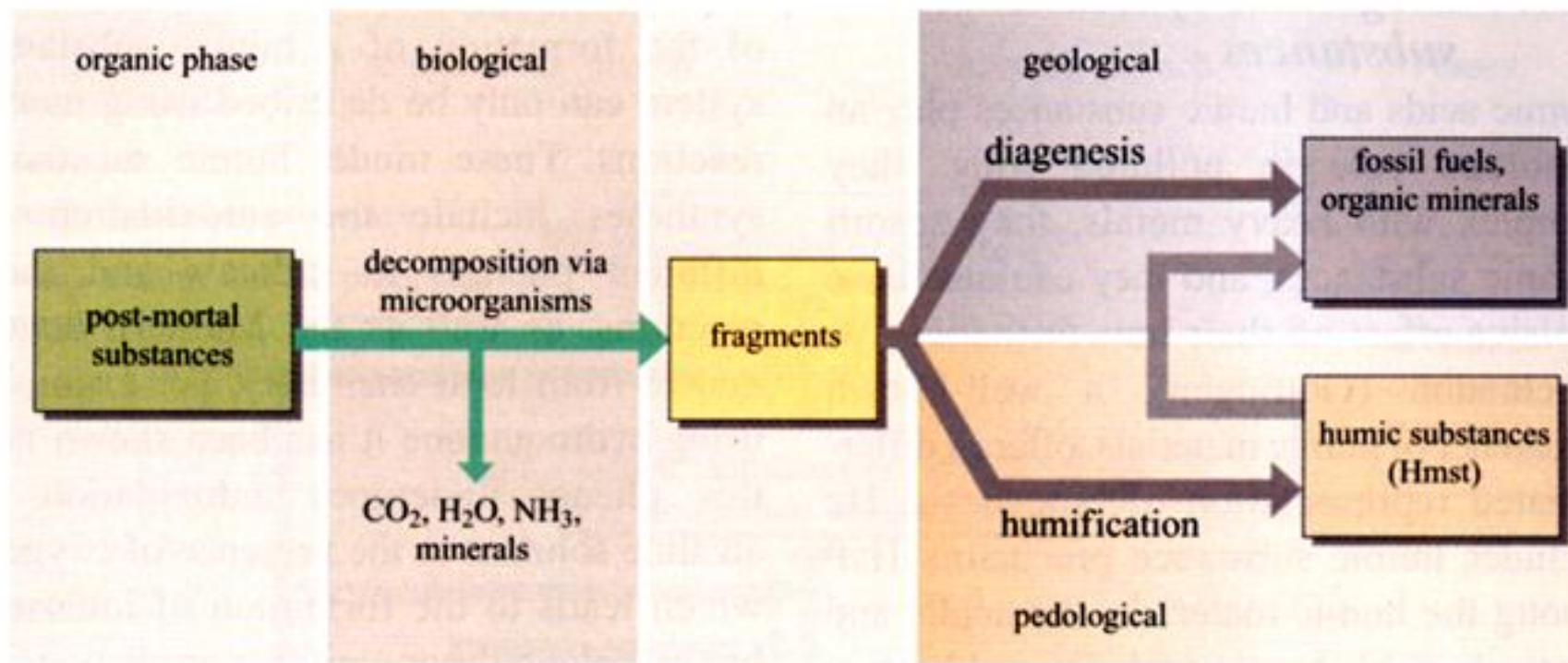
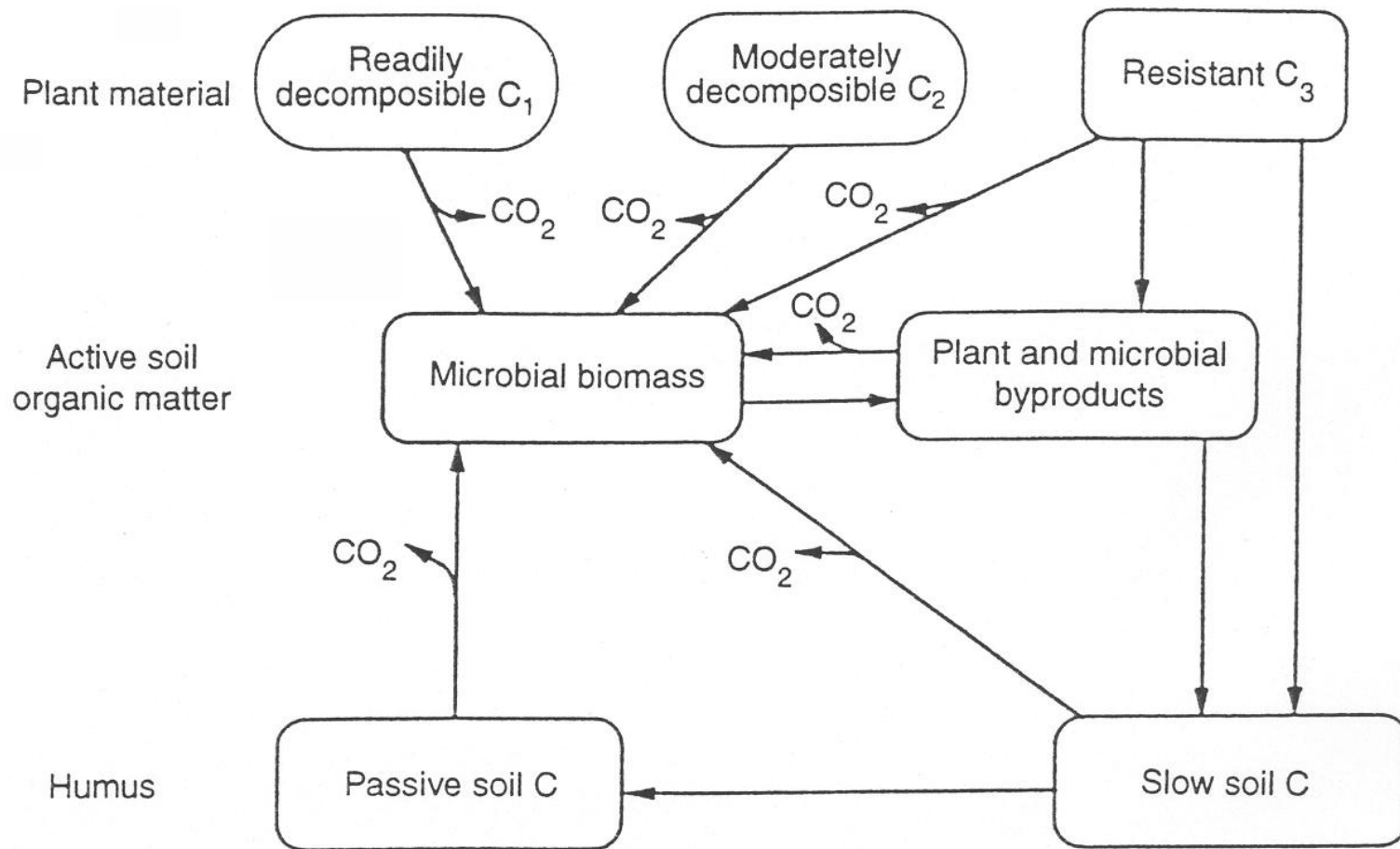


Figure 4.2.12 Diagenesis and humification

Humus

- ↪ ovlivňuje dynamiku teplotních a vlhkostních poměrů v půdě, dynamiku vodního a vzdušného režimu,
- ↪ jako teplotní izolátor zmenšuje teplotní výkyvy – denní i sezónní,
- ↪ zachycuje srážky, rozhoduje o průsaku, výparu, jímavosti, odtoku vody,
- ↪ ovlivňuje tvorbu půdní struktury,
- ↪ brání škodlivým účinkům vodní a větrné eroze,
- ↪ ovlivňuje dynamiku kyselosti půd, koloběh živin (C, N, P), tvorbu CO₂,
- ↪ ovlivňuje biologickou aktivitu půdy – zdroj potravy a energie pro půdní organismy,
- ↪ komplexace živin a polutantů.

Význam živých organismů pro produkci půdní organické hmoty



The role of living organisms in the production of soil organic matter.

Půdní organická hmota

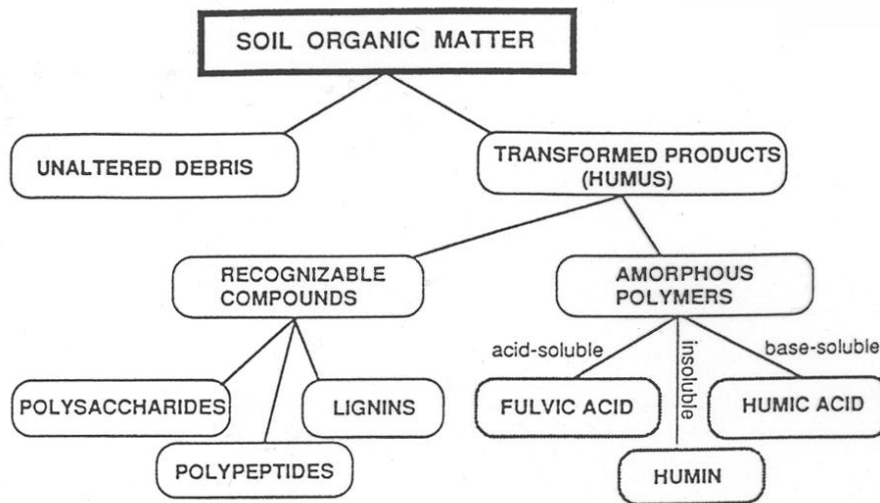


Figure 2.21. A classification scheme for soil organic matter. (After M.H.B. Hayes and R. S. Swift. 1978. The chemistry of soil organic colloids. In D. J. Greenland & M.H.B. Hayes (eds.), *The Chemistry of Soil Constituents*. New York: Wiley.)

Table 2.5. Some Fundamental Properties of Humic Substances

	Fulvic Acid	Humic Acid	Humin ^a
Molecular wt.	1000–5000	10,000–100,000	> 100,000
% C	42–47	51–62	>62
% O	45–50	31–36	<30
% N	2.0–4.1	3.6–5.5	>5
Acid content (moles/kg) ^b	14	5	<5

^aValues for humin are uncertain because of difficulty in separating this fraction from the mineral particles for elemental analysis.

^bThe acid content is equivalent to the potential cation exchange capacity once the acidity is neutralized by alkali.

Püda a humus

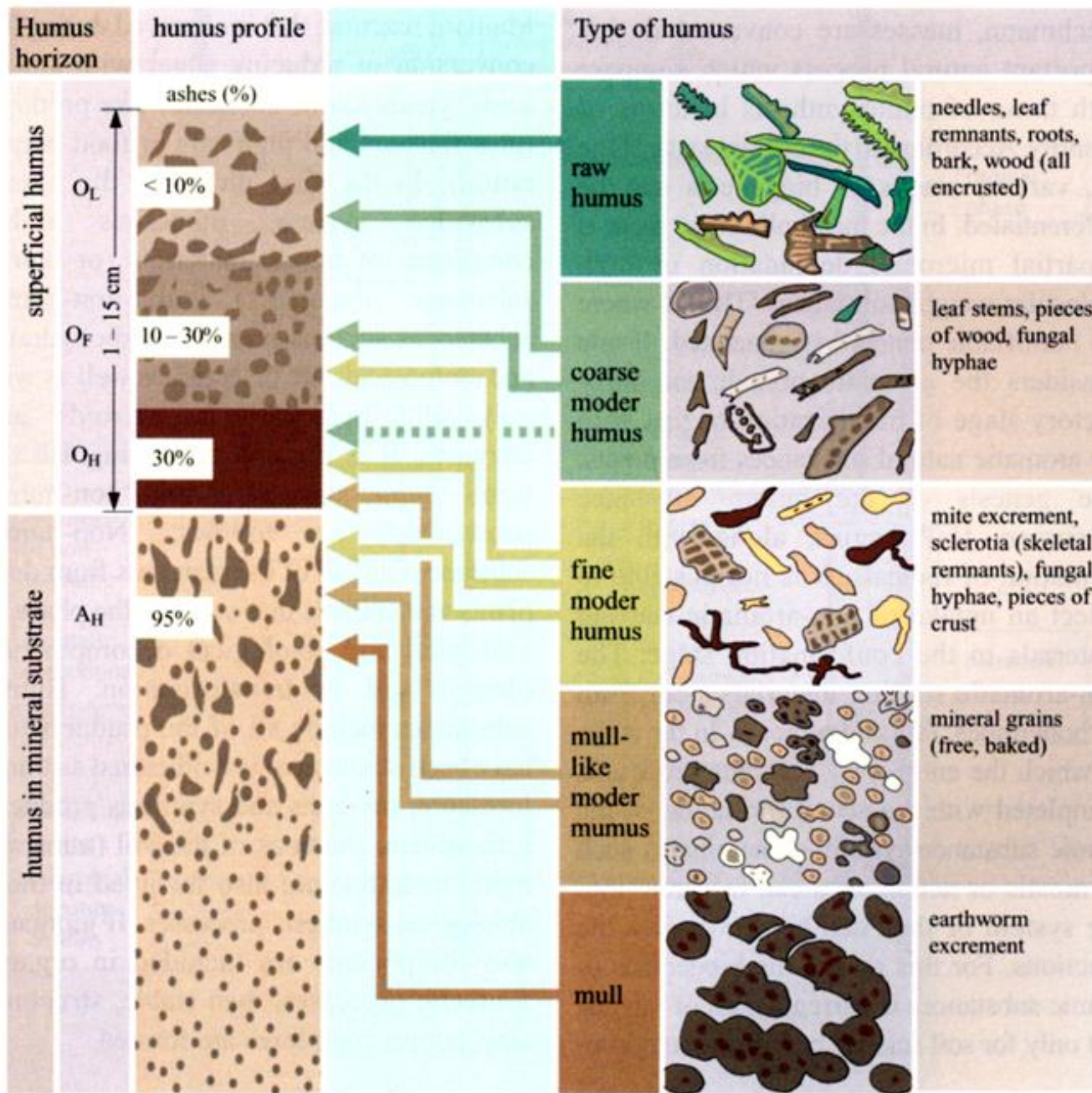


Figure 4.2.13 Soil and humus

Biogeneze huminových látek

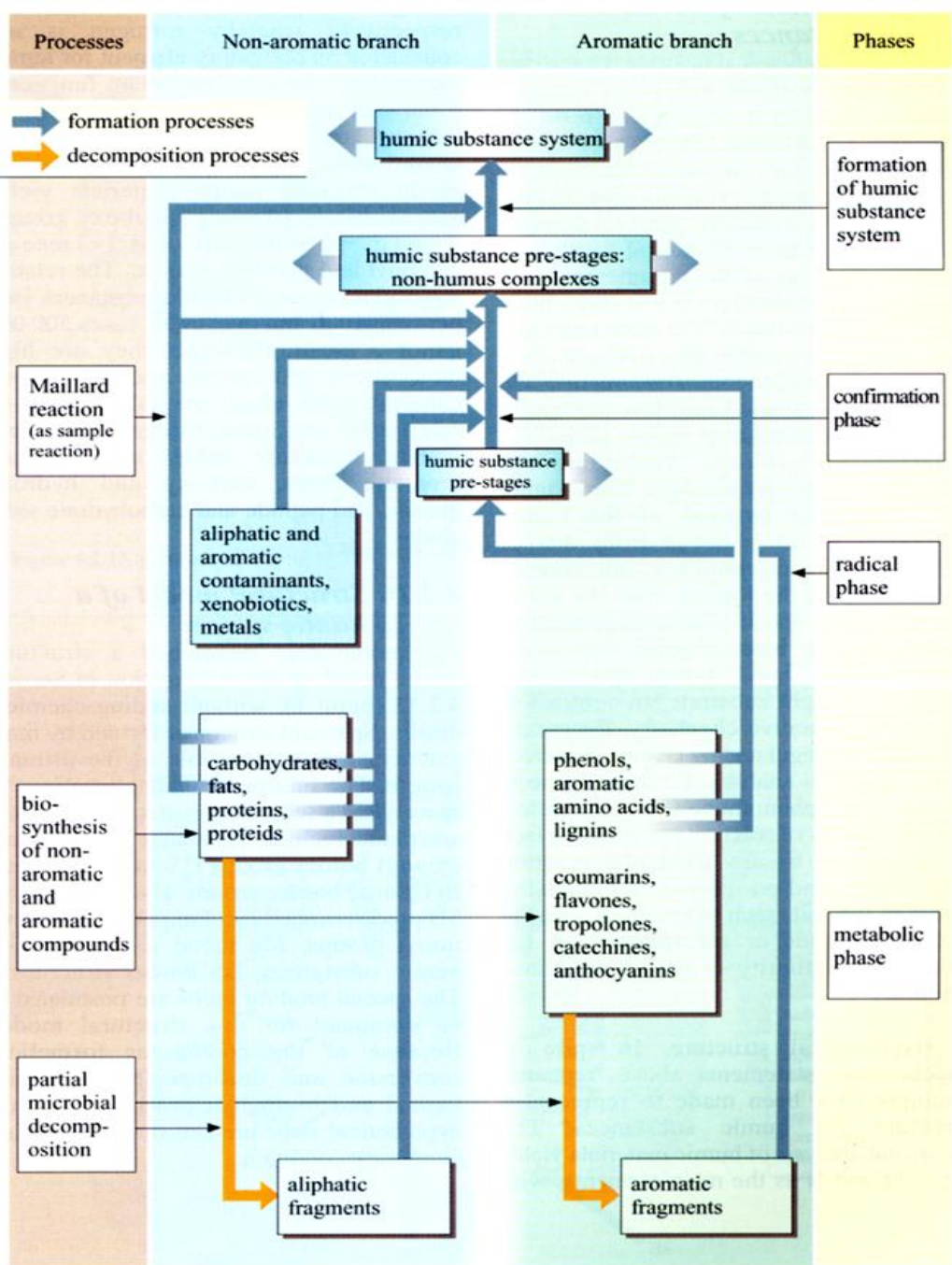
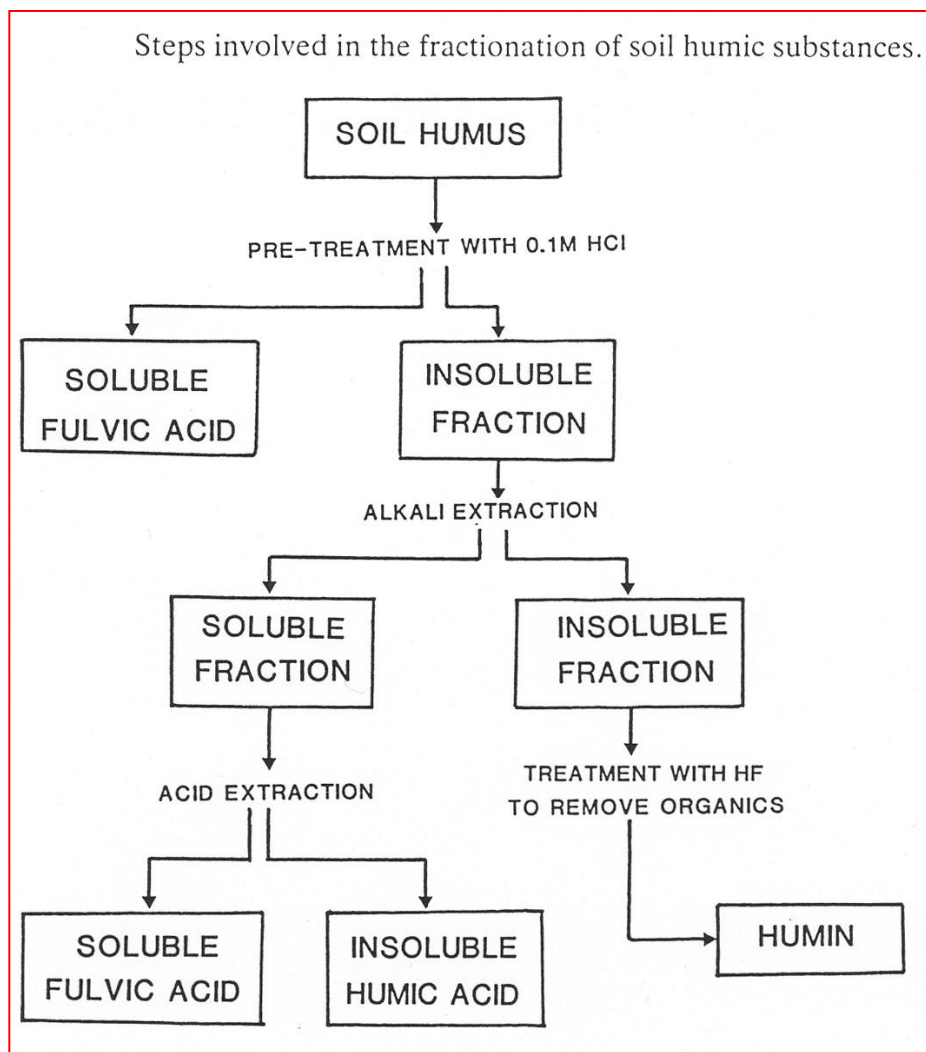
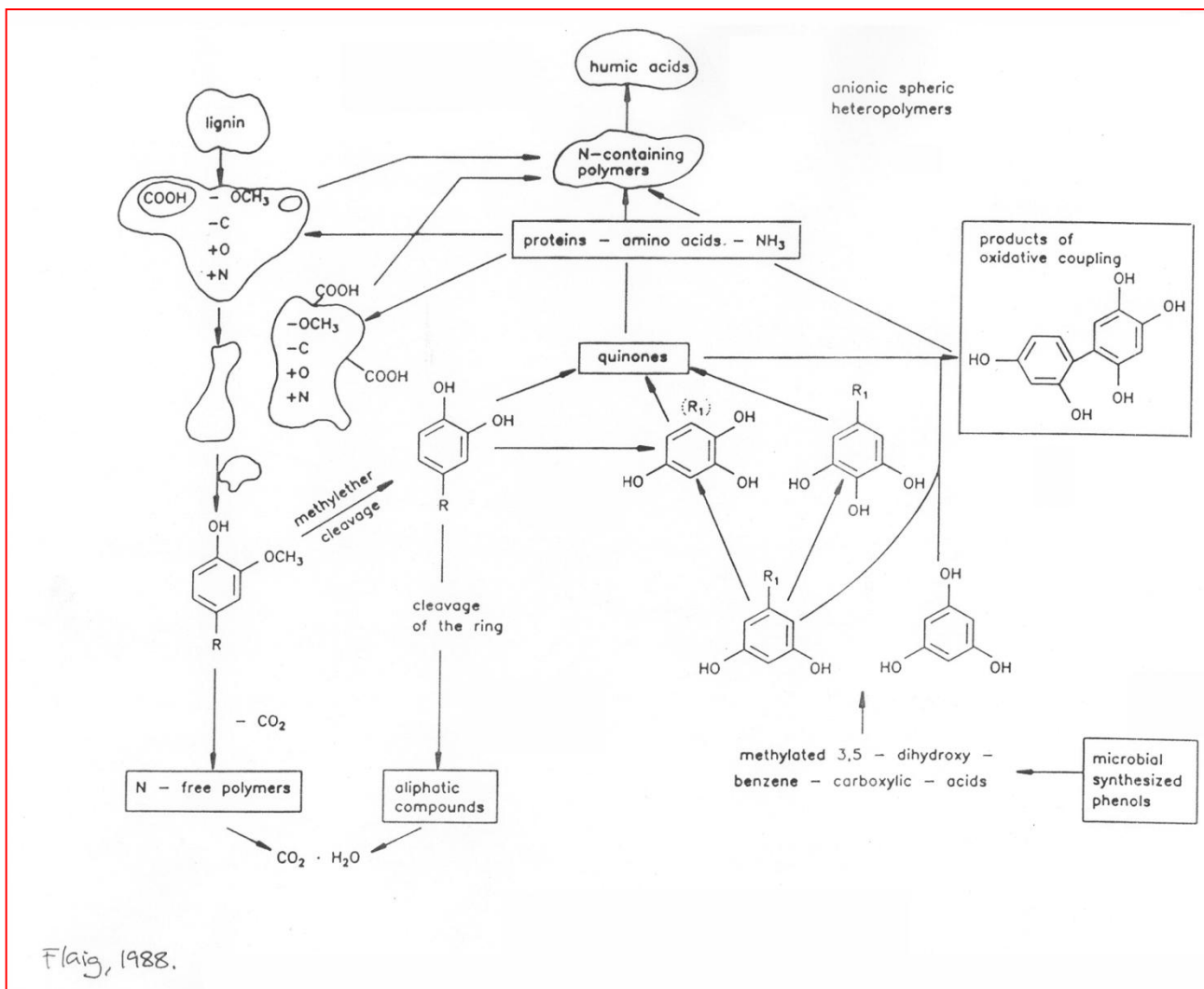


Figure 4.2.14 Biogenesis of humic substances

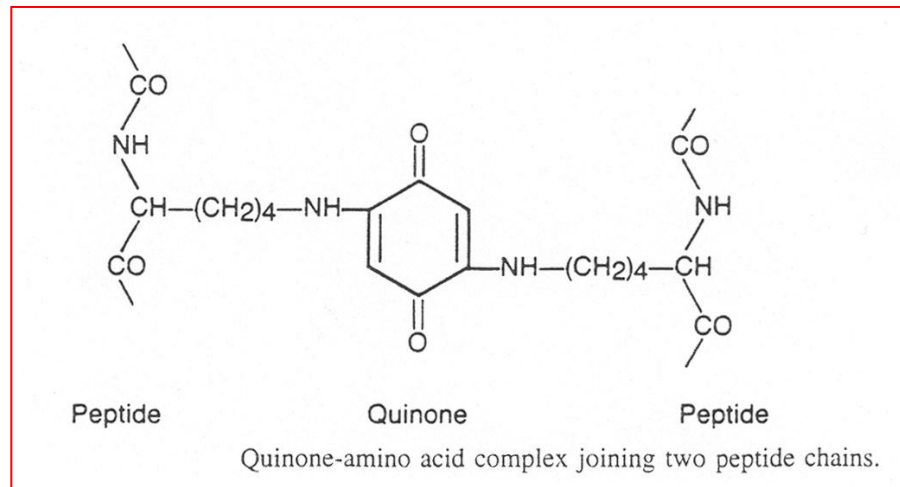
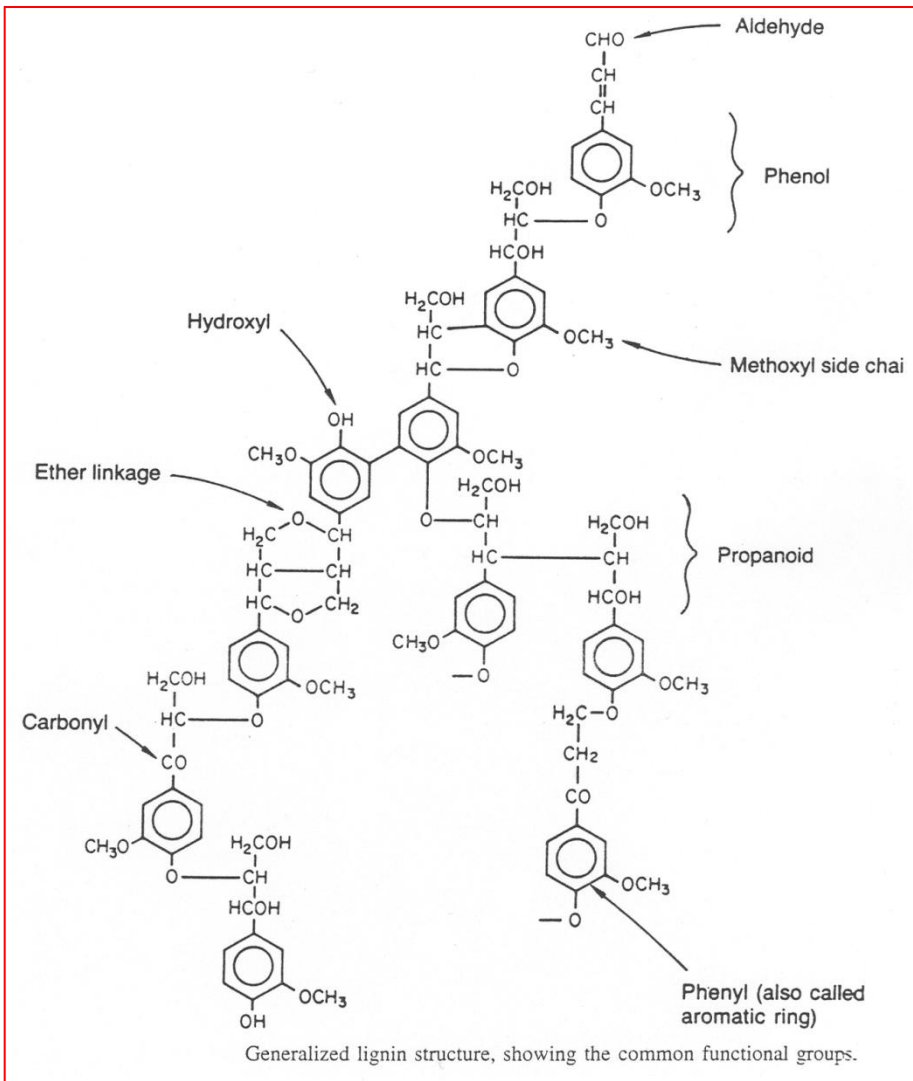
Kroky frakcionace půdních huminových látek



Humifikace



Prekurzory vzniku huminových látek



Rozklad půdní organické hmoty aerobními a anaerobními procesy

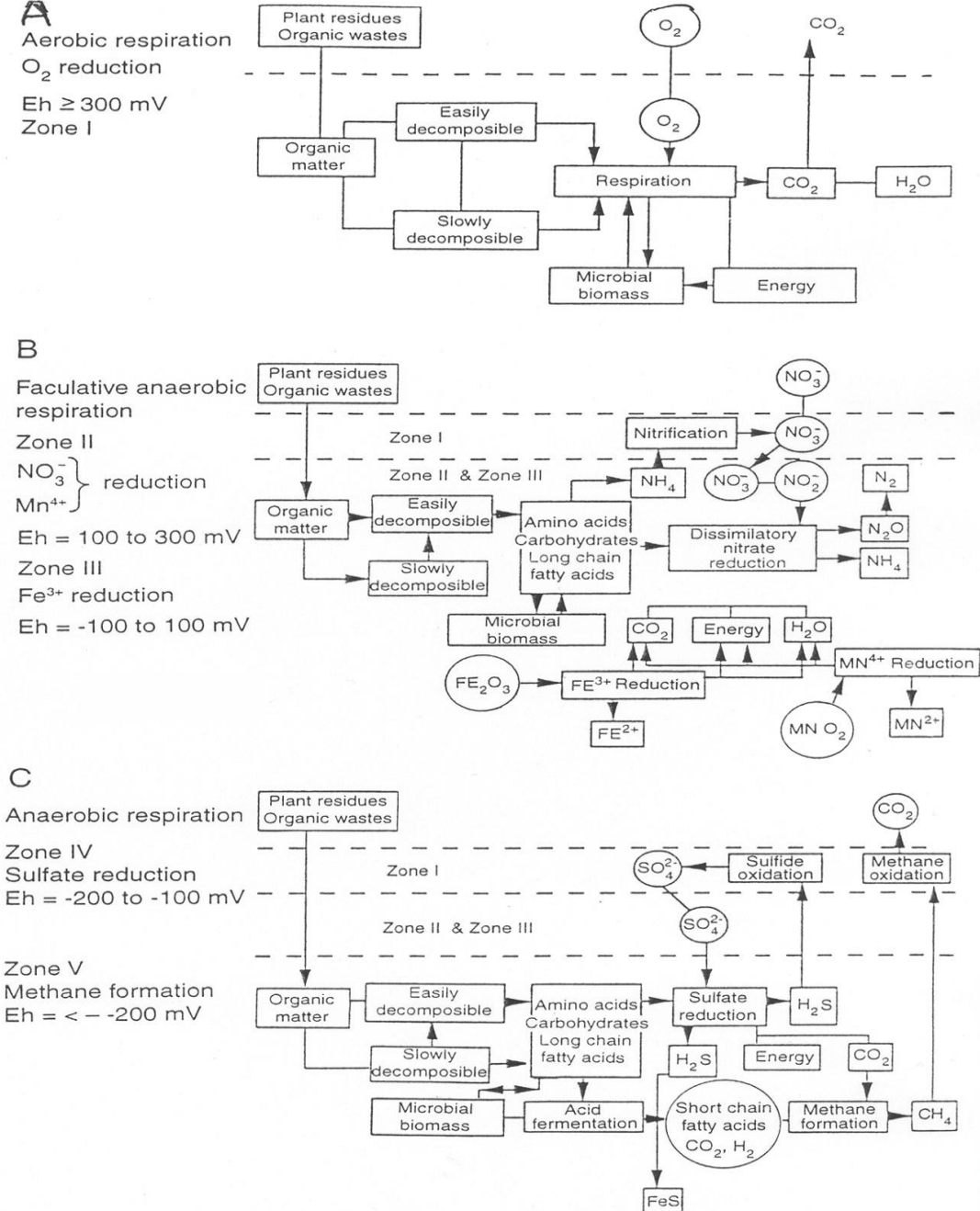


FIGURE 7.8 (A) Pathways of organic matter decomposition during aerobic respiration. (B) Pathways of organic matter decomposition during facultative anaerobic respiration. (C) Pathways of organic matter decomposition during anaerobic respiration. (From Reddy *et al.*, 1986.)

Potenciální struktura huminových kyselin

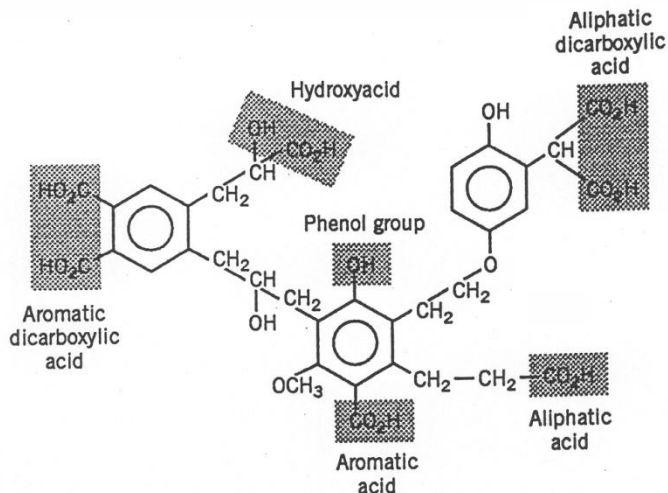


Figure 3.12. Exemplification of different possible $-\text{OH}$ and $-\text{COOH}$ groups in a hypothetical humic acid polymer. (From Thurman, 1985.)

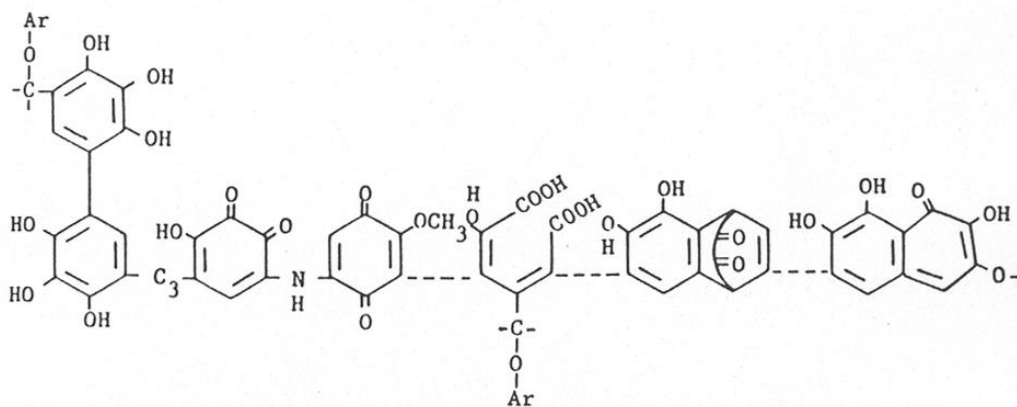


FIGURE 3. Hypothetical structure of humic acid according to Flaig (1960b).

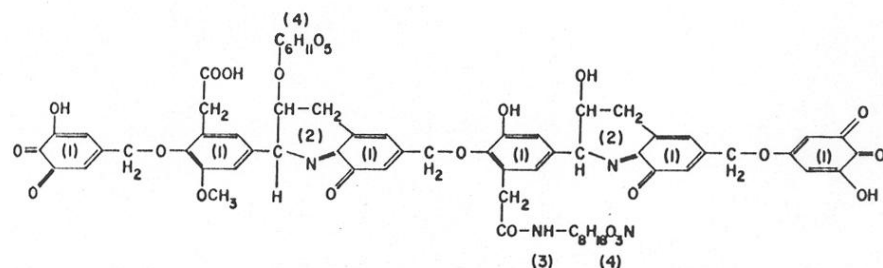


FIGURE 2. Dragunov's structure of humic acid as recorded by Kononova (1966): (1) Aromatic ring of the di- and trihydroxybenzene type, part of which has the double linkage of a quinone group. (2) Nitrogen in cyclic forms. (3) Nitrogen in peripheral chains. (4) Carbohydrate residue.

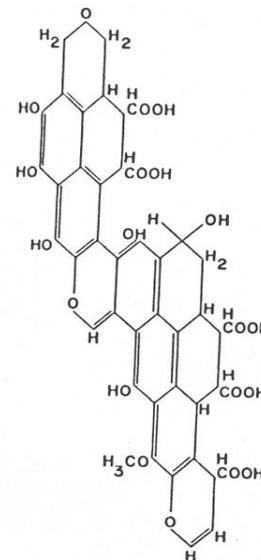


FIGURE 1. Structure of humic acid according to Fuchs.

Potenciální struktura huminových kyselin

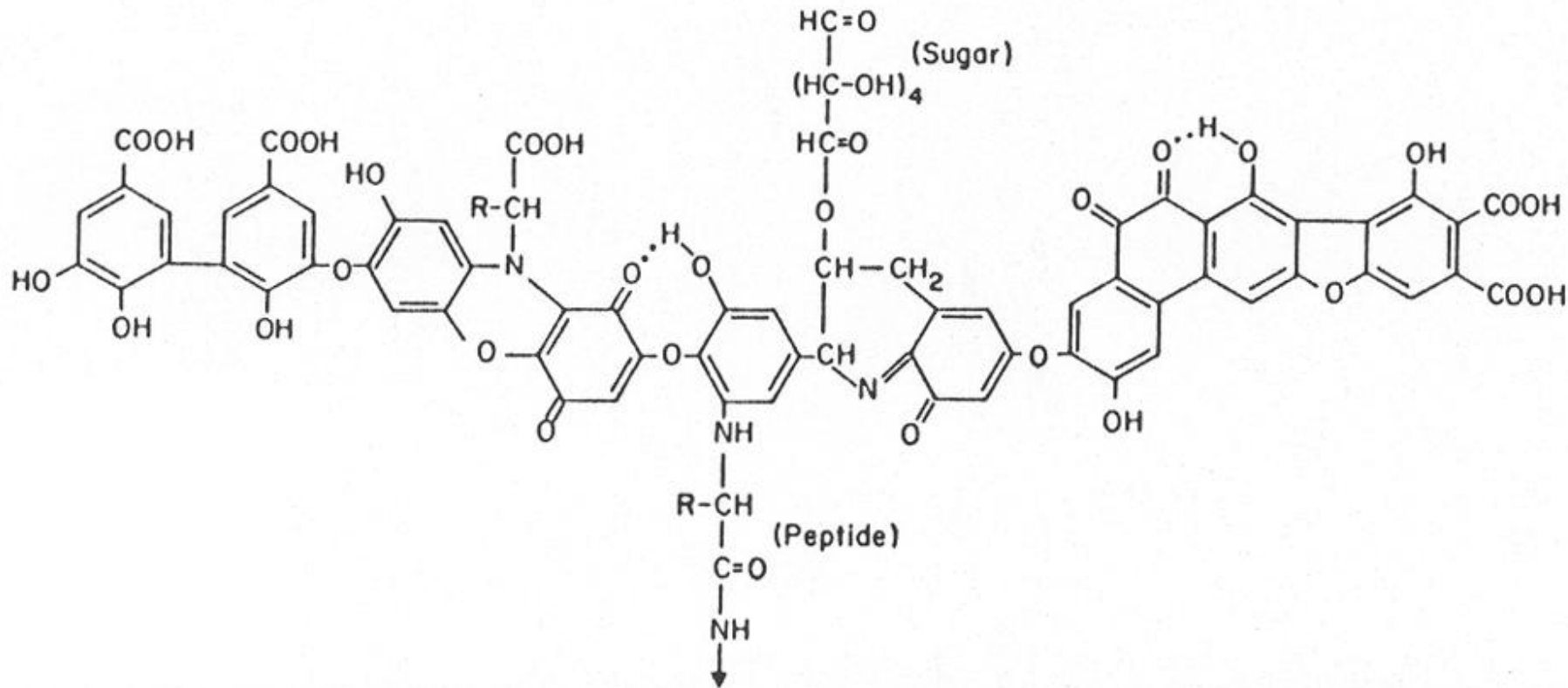


FIGURE 4. Hypothetical structure of humic acid showing free and bound phenolic OH groups, quinone structures, oxygen as bridge units, and carboxyls variously placed on the aromatic ring. From Stevenson (1982).

Potenciální struktura fulvo kyselin

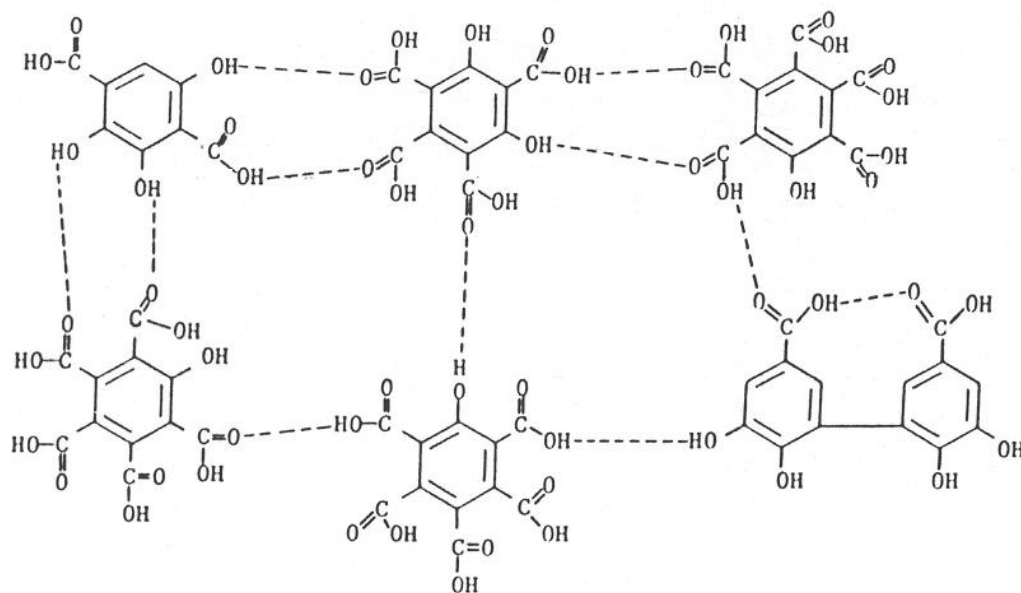


FIGURE 5. Type structure of fulvic acid as proposed by Schnitzer and Khan (1972). Used by permission of Marcel Dekker, Inc.

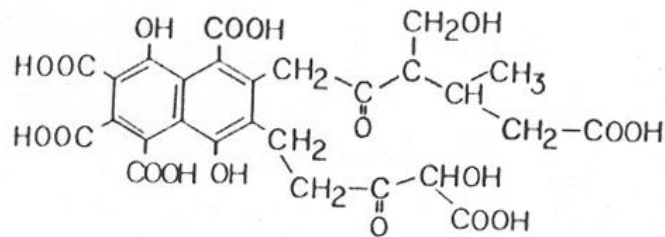


FIGURE 6. Type structure of fulvic acid as proposed by Buffle (1977).

Humus

Struktura

- ↪ aromatické a cyklické struktury,
- ↪ boční řetězce,
- ↪ funkční skupiny: - COOH, - OH, C=O, -OCH₃,
- ↪ identifikace - po frakcionaci, hydrolýze, oxidaci, redukci – typické produkty – aldehydy, ketony, alkoholy, karboxylové kyseliny, aminokyseliny,
- ↪ frakce – huminové, fulvo, hymatomelanové kyseliny, humin,
- ↪ huminové kyseliny – slabě disociované, vícesytné organické kyseliny; $K = 10^{-4} - 10^{-5}$,
- ↪ v roztoku se chovají jako micelární koloidy, koloidní částice mají záporný náboj, isoelektrický bod – v kyselé oblasti,
- ↪ v silně alkalické oblasti – tvoří pravé roztoky.

Strukturní podobnost huminových kyselin

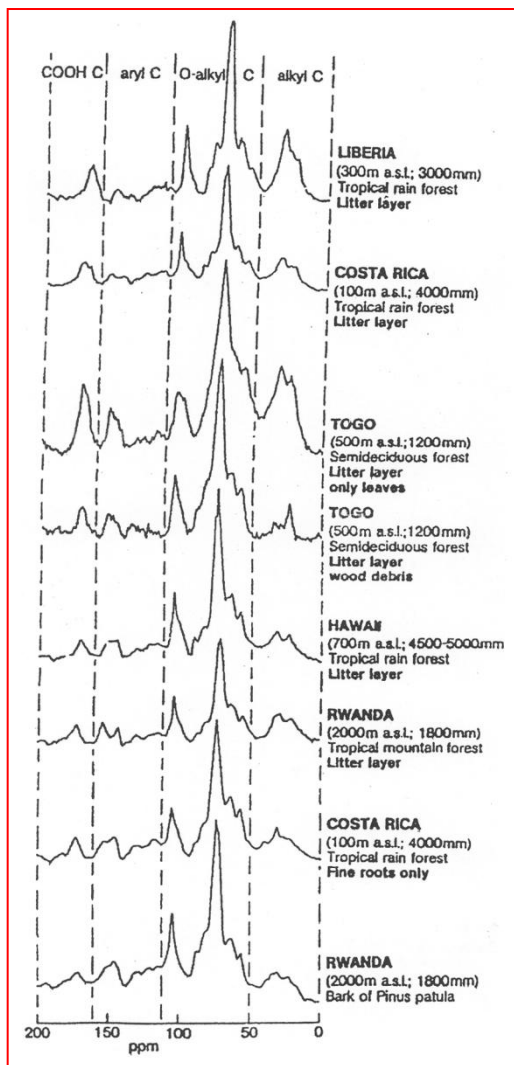
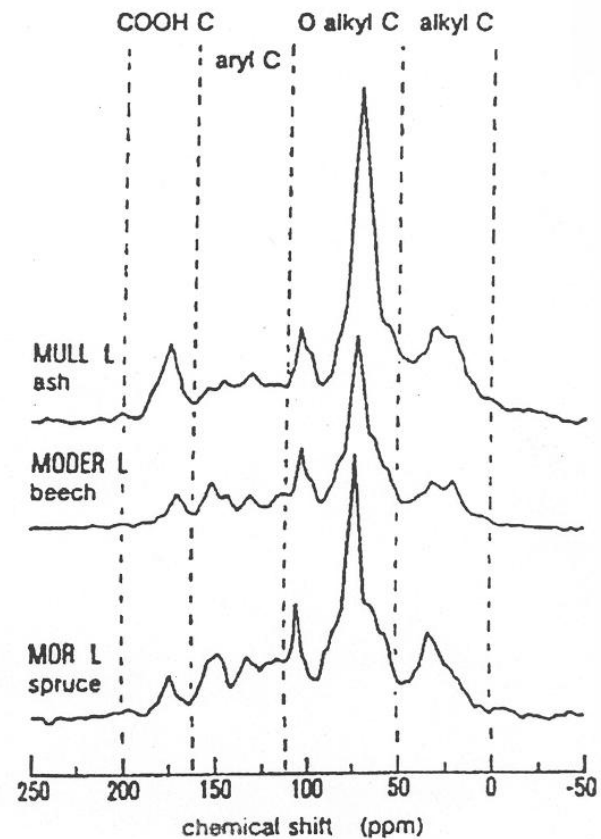
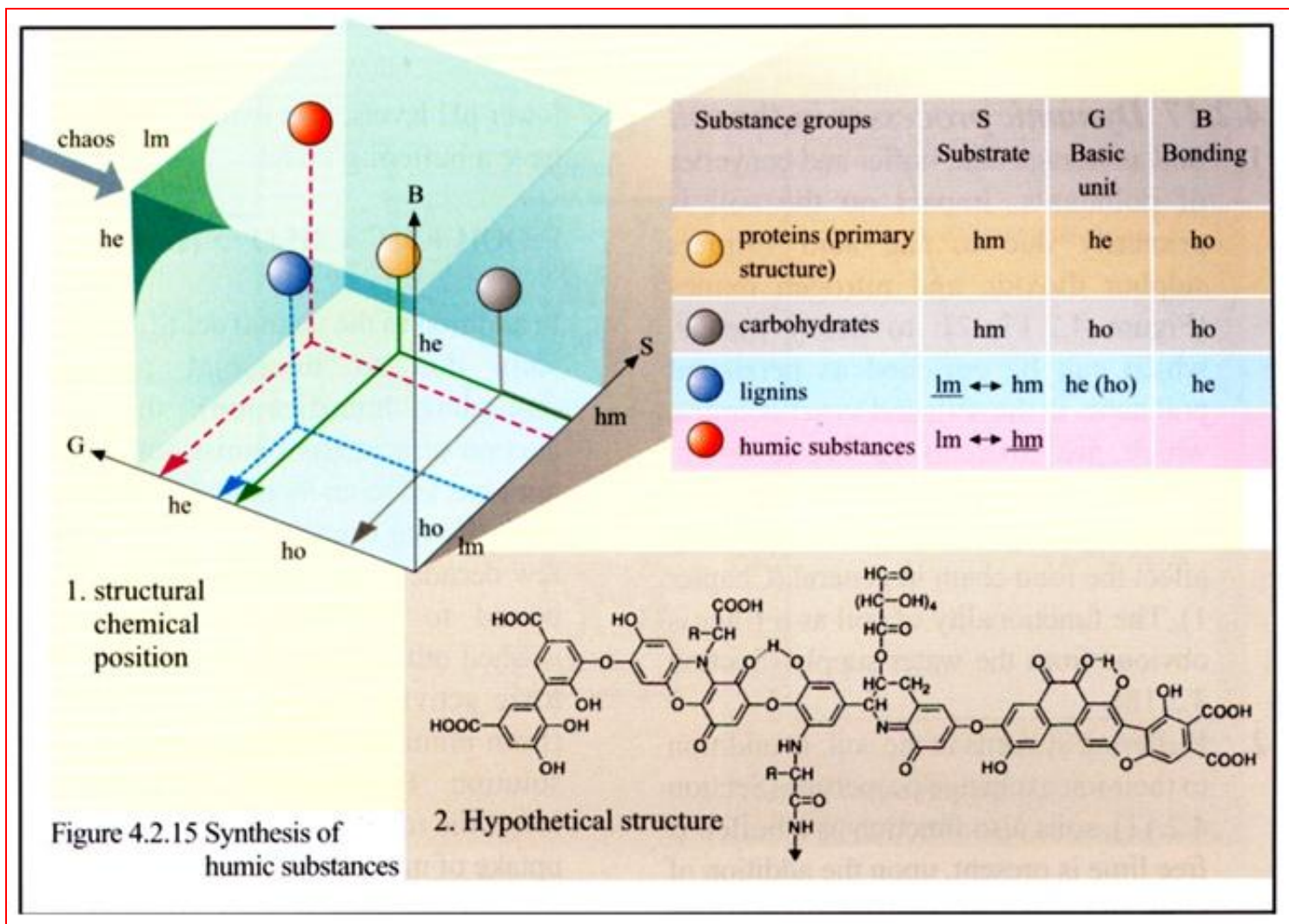


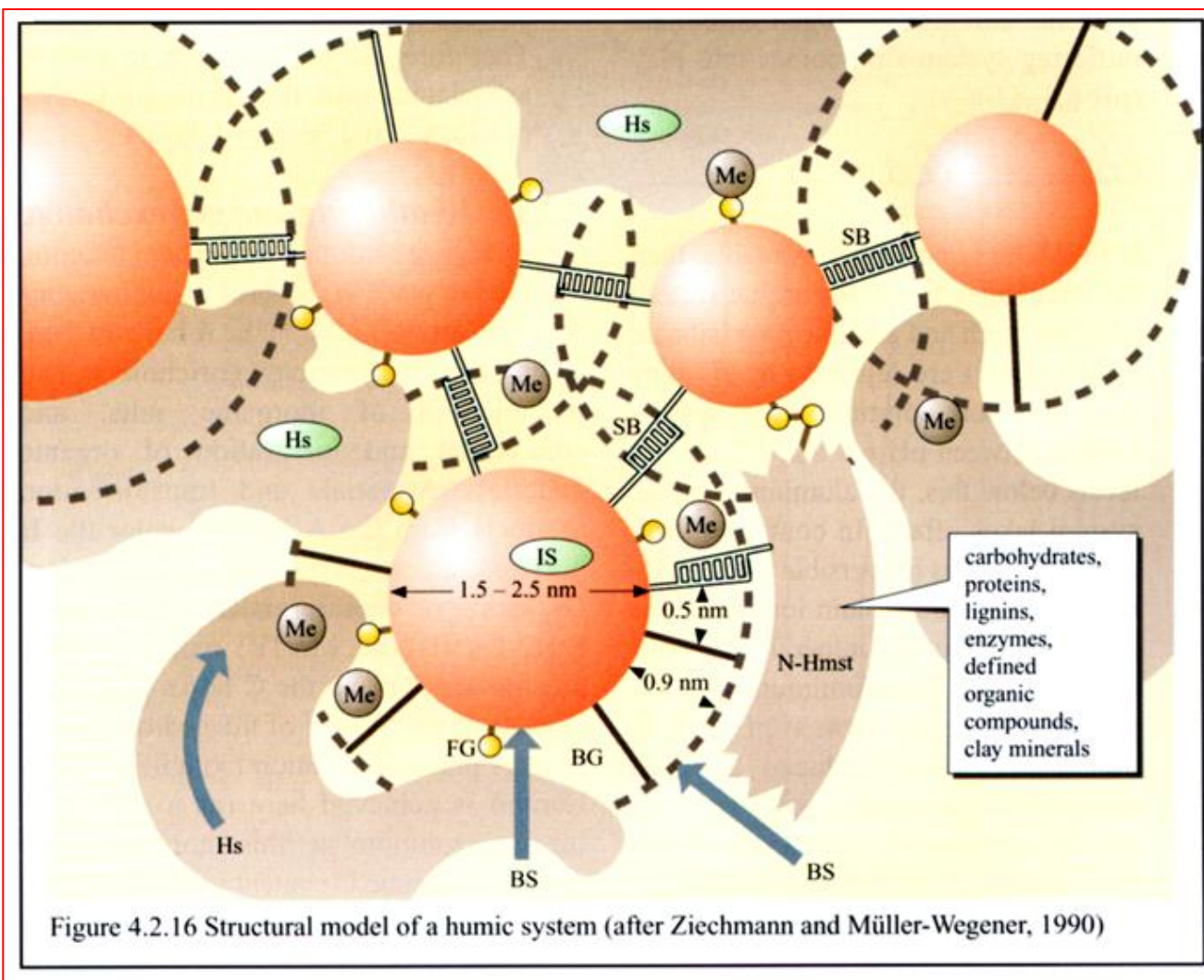
Fig. 1. CPMAS ^{13}C NMR spectra of some litter layers of temperate forests, ash (*Fraxinus excelsior*), beech (*Fagus sylvatica*), and spruce (*Picea abies*).



Potenciální struktura huminových kyselin



Strukturní model huminových kyselin



Strukturní interakce huminových látek a jílových minerálů

komplexace živin a polutantů

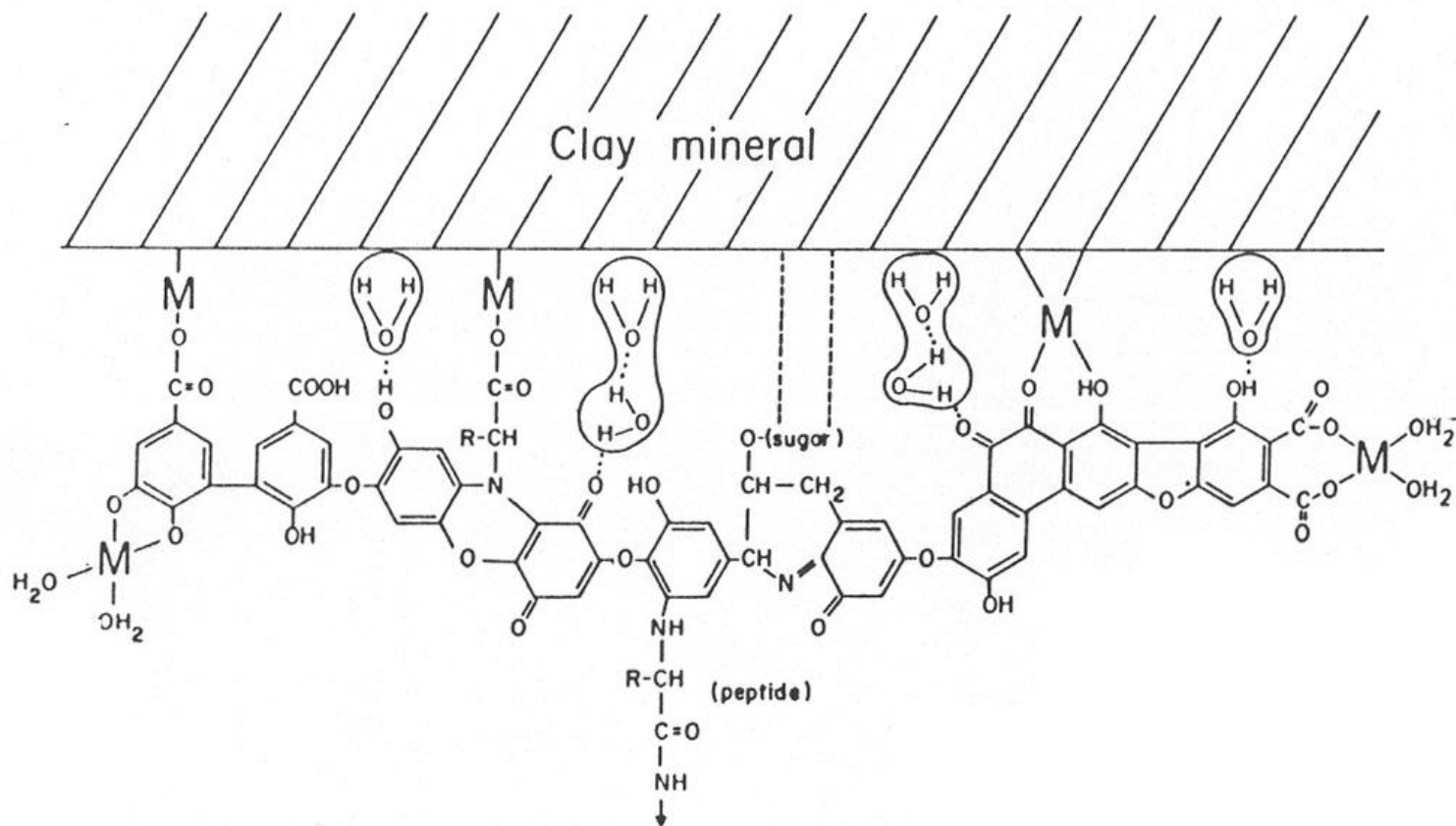


FIGURE 9. Schematic diagram of a clay-humate complex in soil. From Stevenson and Arda-kani (1972).



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky**