

Kvalita půdy v EZ (luskovinoobilní směsi)

Bořivoj ŠARAPATKA

Univerzita Palackého Olomouc



Ekologické zemědělství můžeme chápat jako vyvážený agroekosystém trvalého charakteru, jehož cílem je mimo jiné snaha o udržení úrodnosti půdy a rozvoj biodiverzity včetně edafonu. V ekologickém zemědělství je nutné chápat klíčovou roli půdy jako živého systému, která musí být spojnicí k produkci plnohodnotných rostlinných produktů, zdravých zvířat a být přínosem pro zdraví člověka.



Kvalita půdy a biodiverzita

Půda je jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů a srdce terestrických ekosystémů, včetně agroekosystémů. Pochopení a schopnost hodnocení tohoto komplexního systému je velmi důležité pro výživu rostlin, minimalizování negativních vlivů na složky životního prostředí atd.



SOIL DEGRADATION PROCESSES

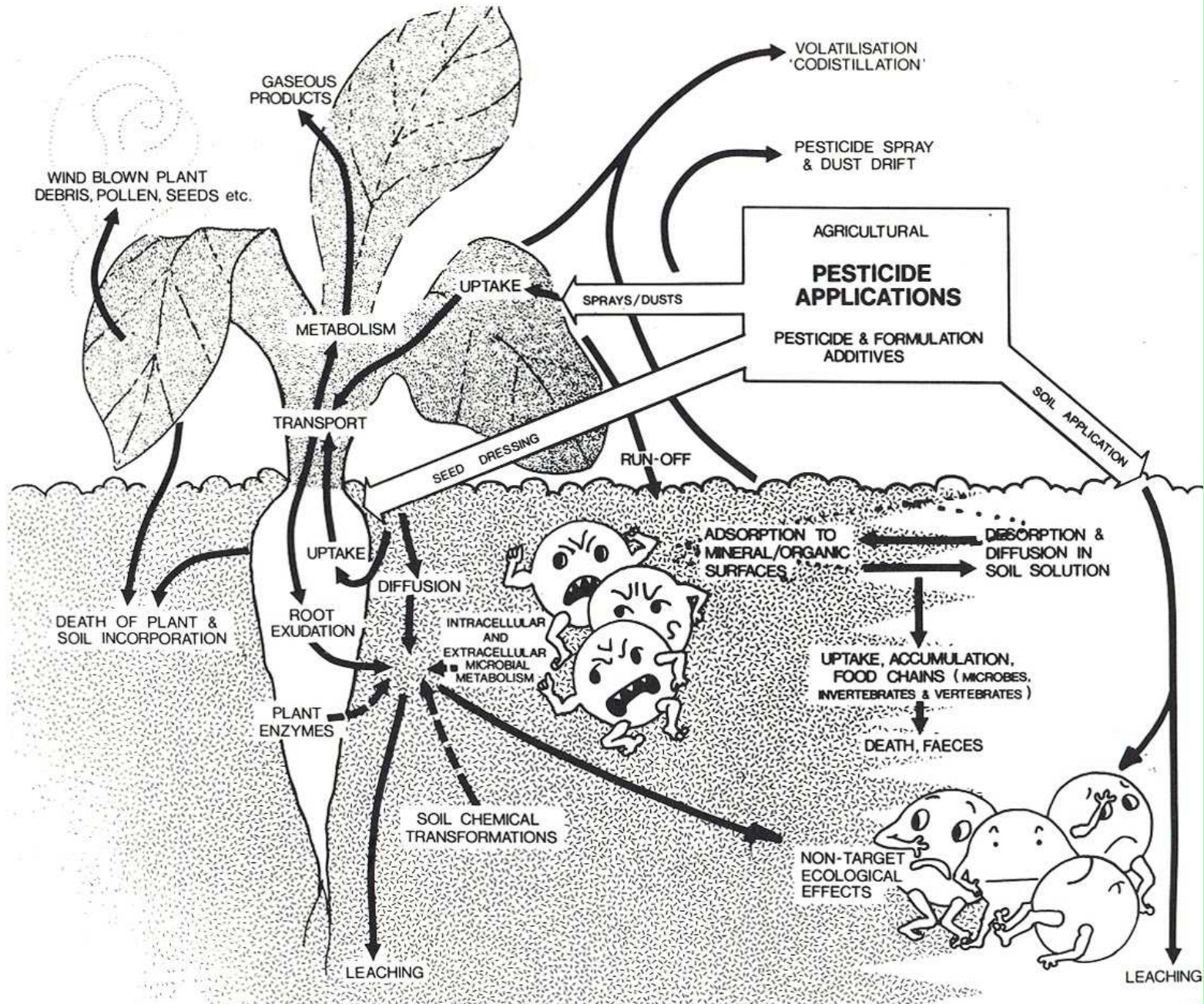
SOIL EROSION
NUTRIENT RUNOFF
WATERLOGGING
DESERTIFICATION
ACIDIFICATION
COMPACTION
CRUSTING
ORGANIC MATTER LOSS
SALINIZATION
NUTRIENT DEPLETION
BY LEACHING
TOXICANT ACCUMULATION

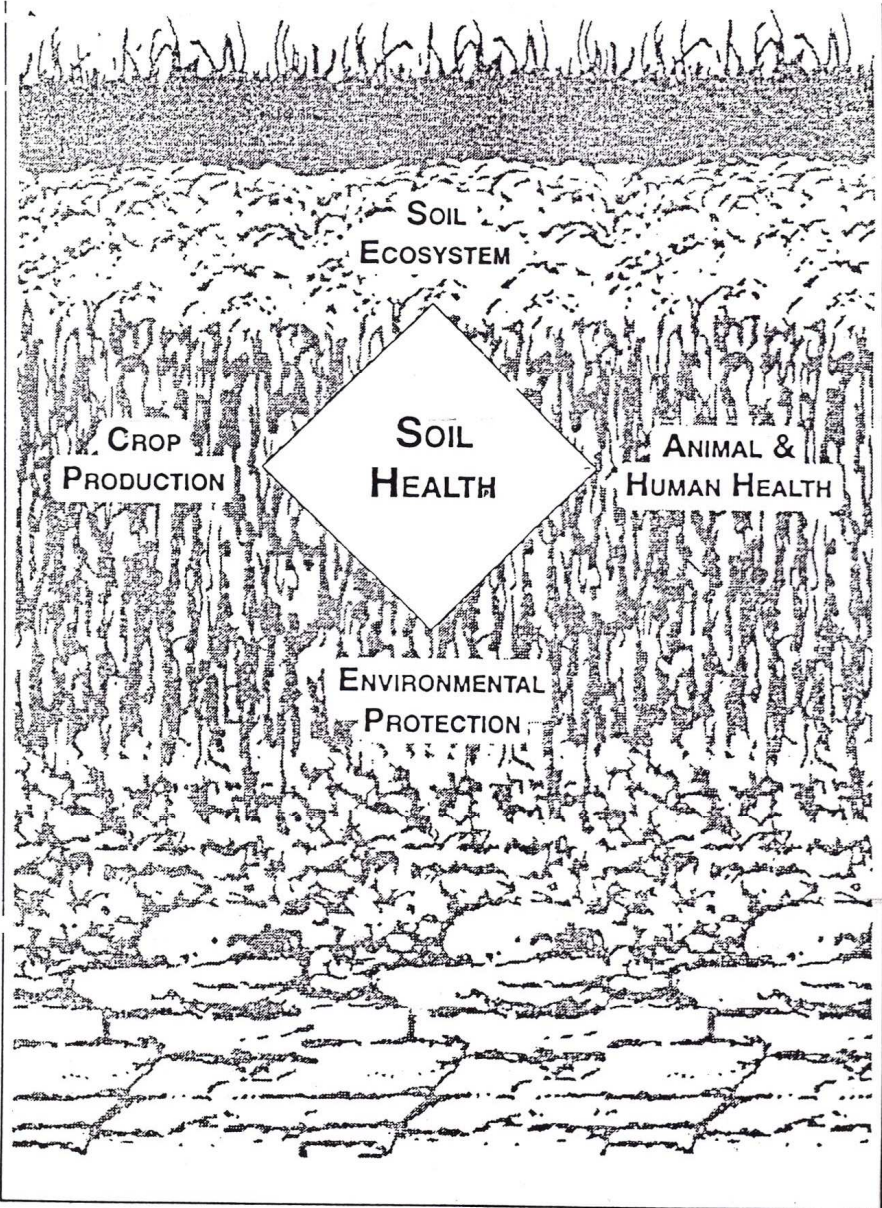


SOIL CONSERVATION PRACTICES

CONSERVATION TILLAGE
CROP ROTATIONS
IMPROVED DRAINAGE
RESIDUE MANAGEMENT
WATER CONSERVATION
TERRACING
CONTOUR FARMING
CHEMICAL FERTILIZERS
ORGANIC FERTILIZERS
IMPROVED NUTRIENT CYCLING
IMPROVED SYSTEMS TO MATCH
SOIL, CLIMATE AND CULTIVARS



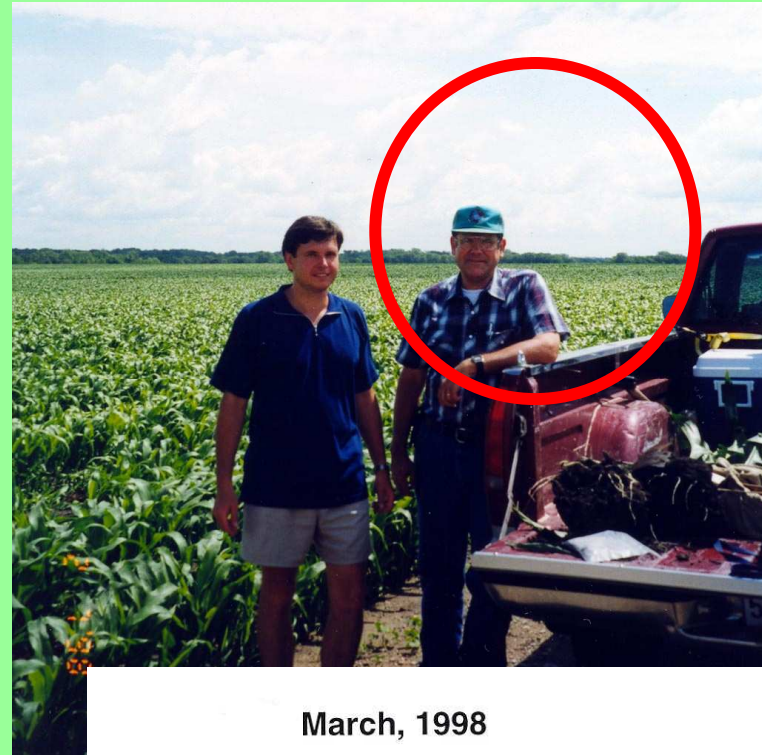




Kvalita půdy

Ochrana kvality půdy, jako ochrana vzduchu a kvality vody, musí být základním cílem národní politiky Životního prostředí (National Research Council, 1993). Kvalita půdy je chápána jako schopnost půdy fungovat v hranicích ekosystému a udržovat jeho produktivitu, zajišťovat kvalitu prostředí a podporovat zdravý vývoj rostlin a živočichů. Při komplexním pohledu nehodnotíme pouze produkční charakteristiky, ale např. podle Soil Science Society of America je nutné hodnotit následující funkce pro popsání kvality půdy:

- udržitelnou biologickou aktivitu, diverzitu a produktivitu,
- ovlivnění a usměrňování pohybu vody,
- filtraci, tlumení, odbourávání, imobilizaci a detoxikaci organických a anorganických látek včetně průmyslových odpadů a imisí,
- koloběhy základních živin a dalších prvků,
- péči o socioekonomické struktury a ochranu archeologických bohatství.



March, 1998

Methods for Assessing Soil Quality

King Václav Novák

Best regards, John W. Doran

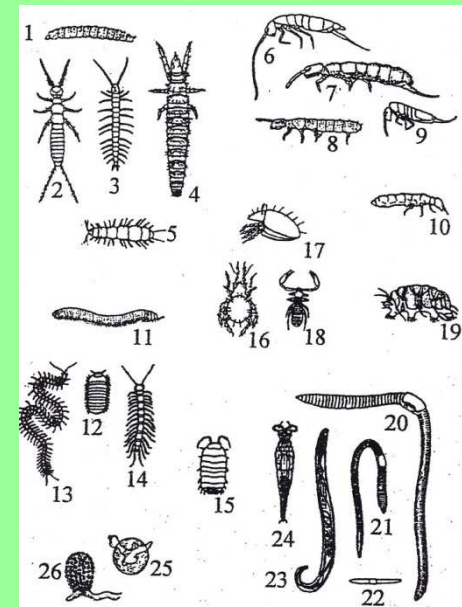
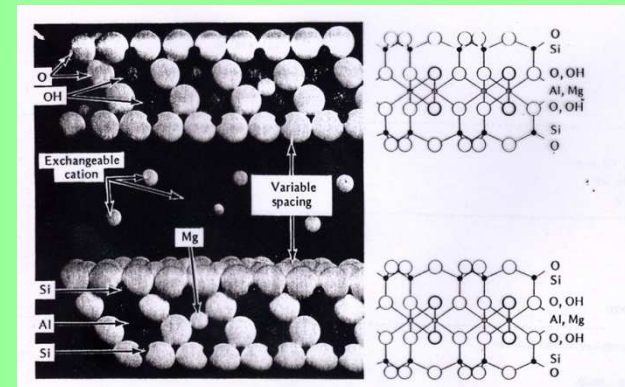
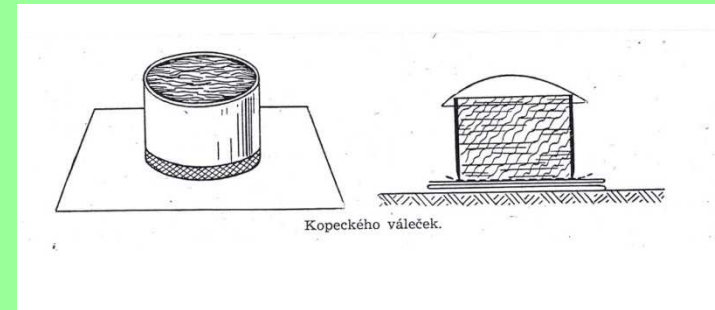
John W. Doran

Table 2-2. Proposed minimum data set of physical, chemical, and biological indicators for screening the condition, quality, and health of soil (after Doran & Parkin, 1994; Larson & Pierce, 1994).

Indicators of soil condition	Relationship to soil condition and function; rationale as a priority measurement	Ecologically relevant values or units; comparisons for evaluation
<u>Physical</u>		
Texture	Retention and transport of water and chemicals; modeling use, soil erosion, and variability estimate	% sand, silt, & clay; less eroded sites or landscape positions
Depth of soil, topsoil, and rooting	Estimate of productivity potential and erosion; normalizes landscape and geographic variability	cm or m; non cultivated sites or varying landscape positions
Infiltration and soil bulk density (SBD)	Potential for leaching, productivity, and erosivity; SBD needed to adjust analyses to volumetric basis	Minutes/2.5 cm of water and g/cm ³ row and/or landscape positions
Water holding capacity (water retention characteristic)	Related to water retention, transport, and erosivity; available H ₂ O: Calculate from SBD, texture, and OM	% (cm ³ /cm ³), cm of available H ₂ O/30 cm; precipitation intensity
<u>Chemical</u>		
Soil organic matter (OM) (total organic C and N)	Defines soil fertility, stability, and erosion extent; use in process models and for site normalization	kg C or N/ha-30 cm; noncultivated or native control
pH	Defines biological and chemical activity thresholds; essential to process modeling	Compared with upper and lower limits for plant and microbial activity
Electrical conductivity	Defines plant and microbial activity thresholds; presently lacking in most process models	dS/m ¹ ; compared with upper and lower limits for plant and microbial activity
Extractable N, P, and K	Plant available nutrients and potential for N loss; productivity and environmental quality indicators	kg/ha-30 cm; seasonal sufficiency levels for crop growth
<u>Biological</u>		
Microbial biomass C and N	Microbial catalytic potential and repository for C and N; modeling: Early warning of management effects on OM	kg N or C/ha-30 cm; relative to total C and N or CO ₂ produced
Potentially mineralizable N (anaerobic incubation)	Soil productivity and N supplying potential; Process modeling; (surrogate indicator of biomass)	kg N/ha-30 cm/d; relative to total C or total N contents
Soil respiration, water content, and temperature	kg C/ha/d; relative microbial biomass activity, C loss vs. inputs and total C pool	Microbial activity measure (in some cases plants) process modeling; estimate of biomass activity

Indikátory kvality půdy zahrnují charakteristiky:

- **fyzikální** – textura, hloubka půdy, infiltrace, vodní kapacita, pórovitost, struktura
- **chemické a fyzikálně chemické** - obsah humusu a jeho kvalita, N tot., KVK, pH, vodivost, obsah živin, kontaminanty v půdě
- **biologické** – C, N mikrobiální biomasy, mineralizovatelný N, respirace, aktivita enzymů, biomasa a abundance jednotlivých skupin živočichů ...



V rámci sledování půdy na ekologicky obhospodařovaných plochách by měl být zajištěn monitoring následujících charakteristik:

Fyzikální vlastnosti – určení zrnitosti – půdního druhu (vstupní informace), rozbor Kopeckého válečkem (měrná a objemová hmotnost, pórovitost, maximální kapilární kapacita, vzdušná kapacita, propustnost půdy pro vodu). Odběr vzorku i stanovení provede odborná organizace.

Chemické vlastnosti – výměnná reakce, obsah a kvalita humusu, obsah přijatelného fosforu a celkového dusíku, nasycenost sorpčního komplexu. Odběr vzorků půdy může podle metodik a poučení provést sám farmář, analýzy provede odborná organizace.

Biologie půdy – respirační testy, nitrifikace, amonizace, vybrané skupiny edafonu – žížaly. Odběry i stanovení provede odborná organizace.

Po prvním monitoringu během konverze by pravidelné sledování mělo probíhat:

– na orné půdě - pšenice ozimá (nebo jiná oz. Obilovina), polovina dubna, minimálně 1x za 5 let na každém pozemku

– na trvalých travních porostech

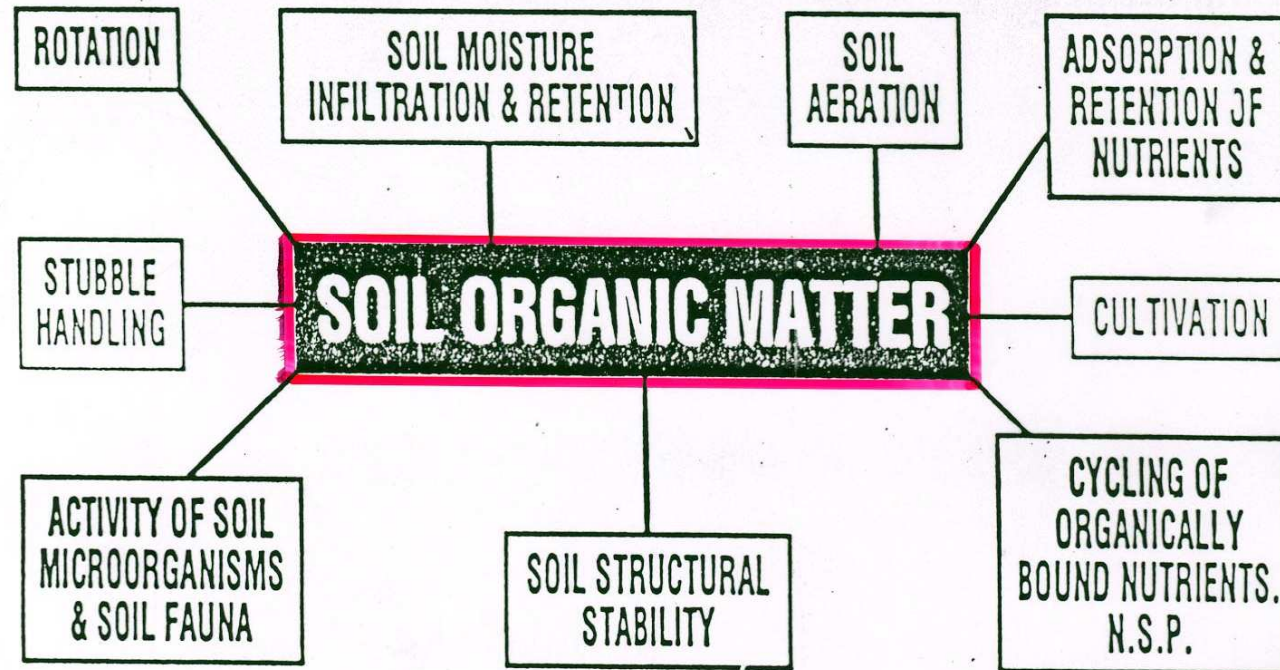
– louky – polovina dubna, pastviny – před pastvou

Termín: obnovené travní porosty – 1x za 5 let, starší porosty (min. 15 let staré) – 1x za 7 let





Figure 2 Central role of organic matter



Ekologické zemědělství a půda

- vyšší obsah a kvalita organické hmoty
- větší biomasa a abundance žížal, větší diverzita edafonu
- vyšší mikrobiální biomasa (30 – 100 %), atd.

Příklad aktivity fosfatáz na výzkumných plochách ve Švédsku (v %)
(společný výzkum se Swedish University of Agricultural Sciences
v Uppsala)

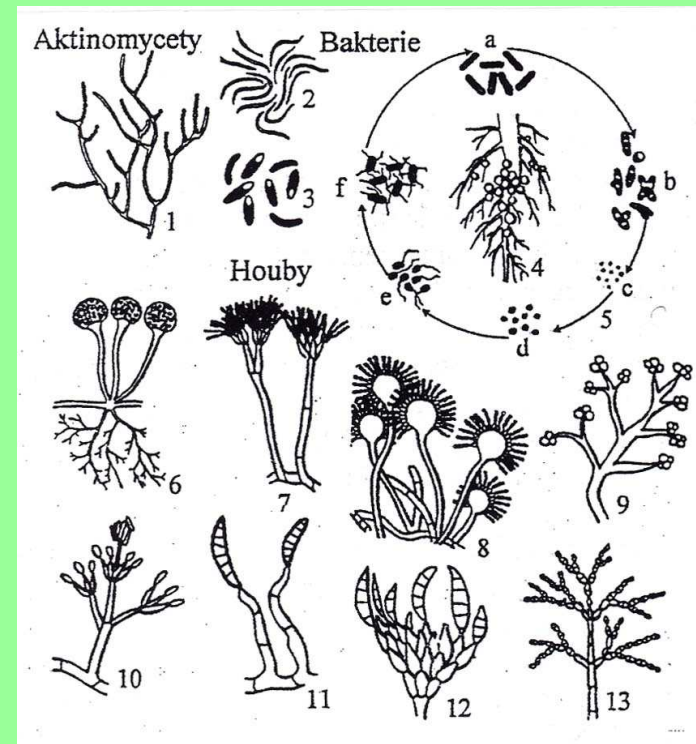
System	Acid phosphatase	Alkaline phosphatase
Conventional without animals	95,3	96,8
Organic with animals	101,8	101,8
Organic without animals, conv. tillage	96,1	95,5
Organic without animals, min. tillage	106,8	105,9

**Změny v kvalitě půdy – velmi pomalé –
déle než než 8 let**

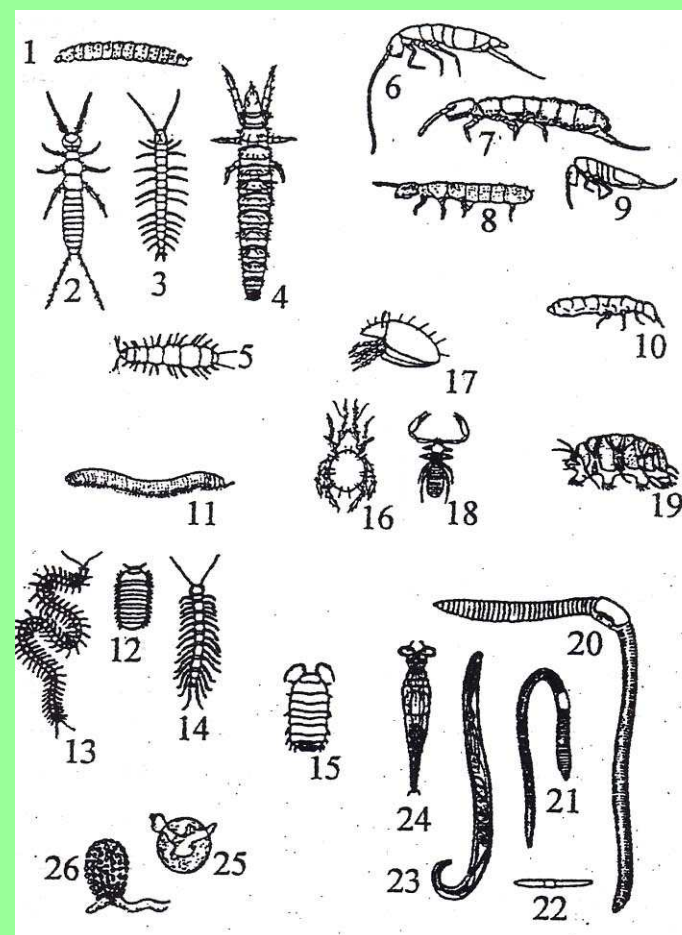


Pozitivní role organismů v půdě spočívá zejména v:

- dekompozici organické hmoty a transformaci anorganických látek,
- fixaci dusíku,
- efektu rhizobakterií
- ochraně kořenů rostlin
- rozkladu toxických látek,

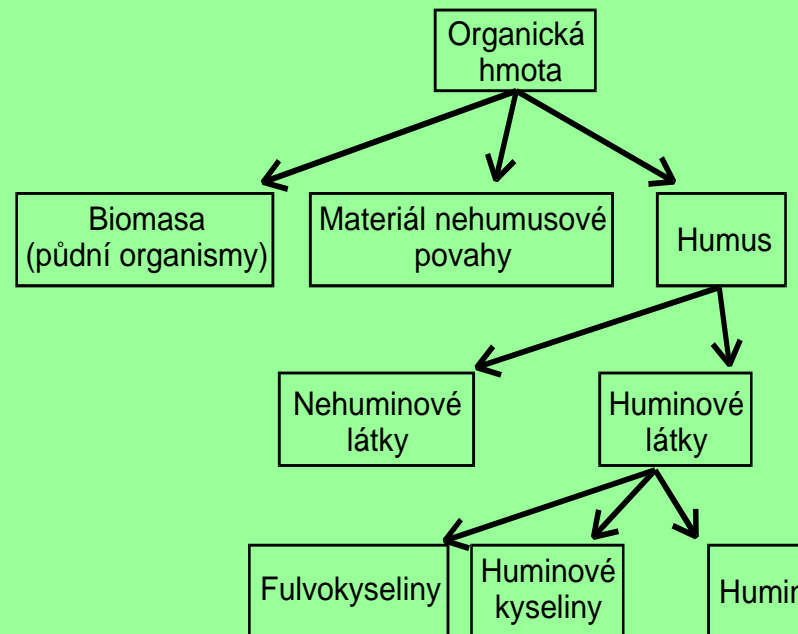


Skupina organismů	Biomasa (kg.ha ⁻¹)
Bakterie a aktinomycety	1 000–10 000
Houby	1 000–10 000
Mezo a mikrofauna	100–2 000
Žížaly	200–4 000
Další mikrofauna	100–1 000
Další mikroorganismy	až–1 000
Celkem	2 400–28 000



Neživá část organické půdní hmoty

Do půdy přichází každoročně velké množství rostlinných zbytků. Může to být opad listů, posklizňové zbytky, zelené hnojení, kompost, hnůj atd. Jedná se o nestálé látky, které slouží jako potrava primárním konzumentům.



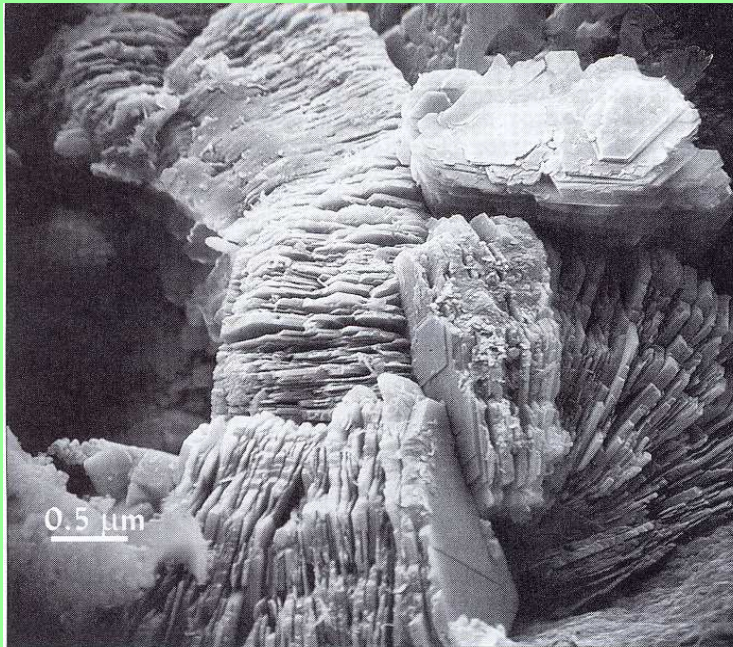
→ Zvyšování molekulové hmotnosti huminových látek, zvýšení obsahu C a N.

Plodina	Hmota zbytků (t.ha⁻¹)	Plodina	Hmoty zbytků (t.ha⁻¹)
Vojtěška	8,20	pšenice ozimá	3,49
Jetel luční	5,23	ječmen jarní	2,48
Jetel plazivý	3,29	oves	2,86
Jílek malokvětý	3,65	žito	3,22
Hořčice	1,42	řepka ozimá	1,48
Svazenka	1,57	brambory	0,91
Bob	3,14	cukrovka	1,08

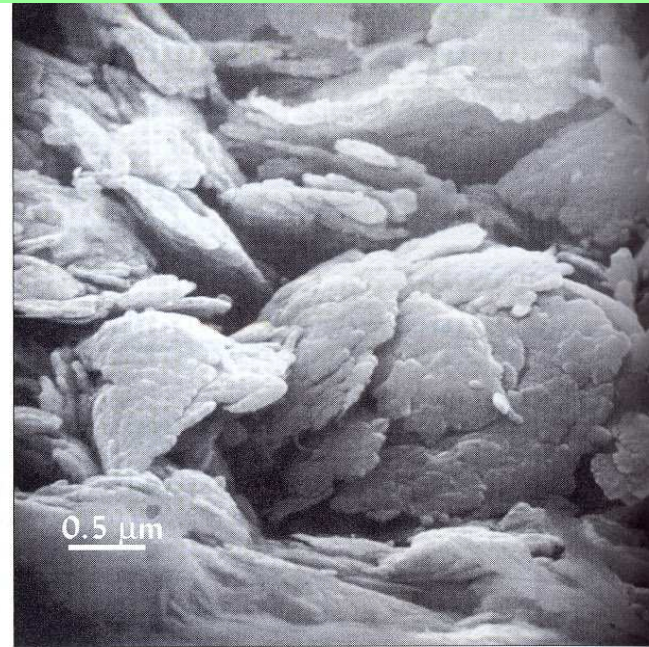
Druh	Doba rozkladu
Kořínky	1–3 týdny
Zelené hnojení	1–4 měsíce
Posklizňové zbytky	3–30 měsíců
Fulvokyseliny	2–40 let
Huminové kyseliny	200–4 000 let



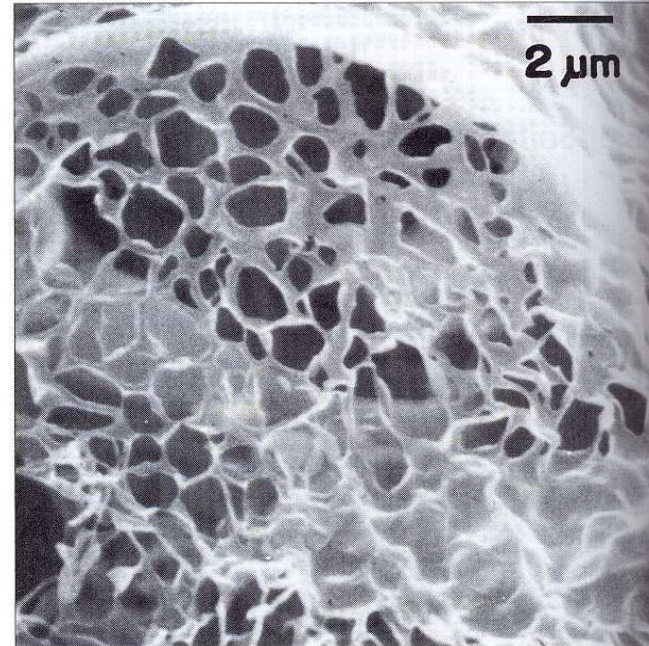
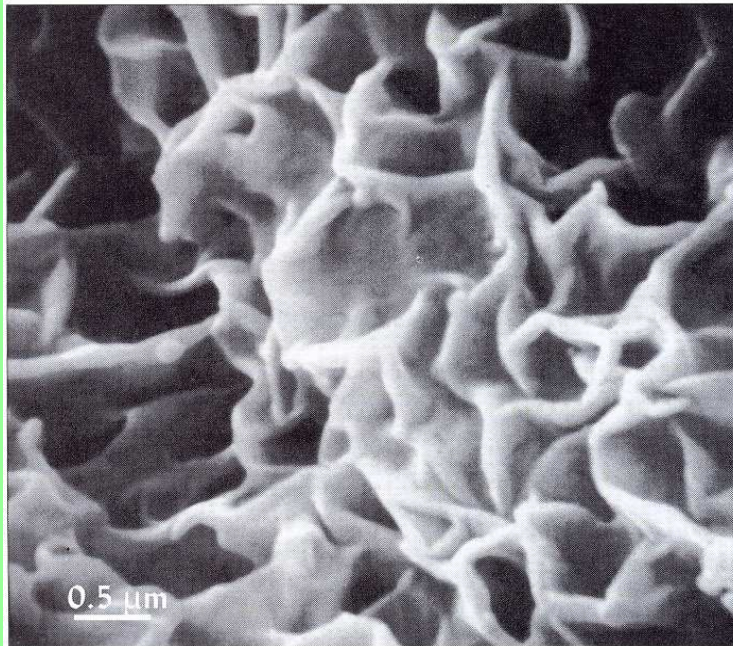
Půdní typ	Humus v ornici (%)	HK : FK
Černozem	1,8–3,5	2,0–3,0
Hnědozem	1,5–2,5	1,0–1,5
Kambizem	2,0–6,0	0,8–1,2
Luvizem	1,1–2,6	0,5–1,0
Rendzina	2,0–5,0	2,0
Černice	2,5–6,0	1,5–2,5
Fluvizem	1,5–4,0	0,5–1,5
Regozem	0,4–1,3	2,0
Podzol	5,0–10,0	0,3

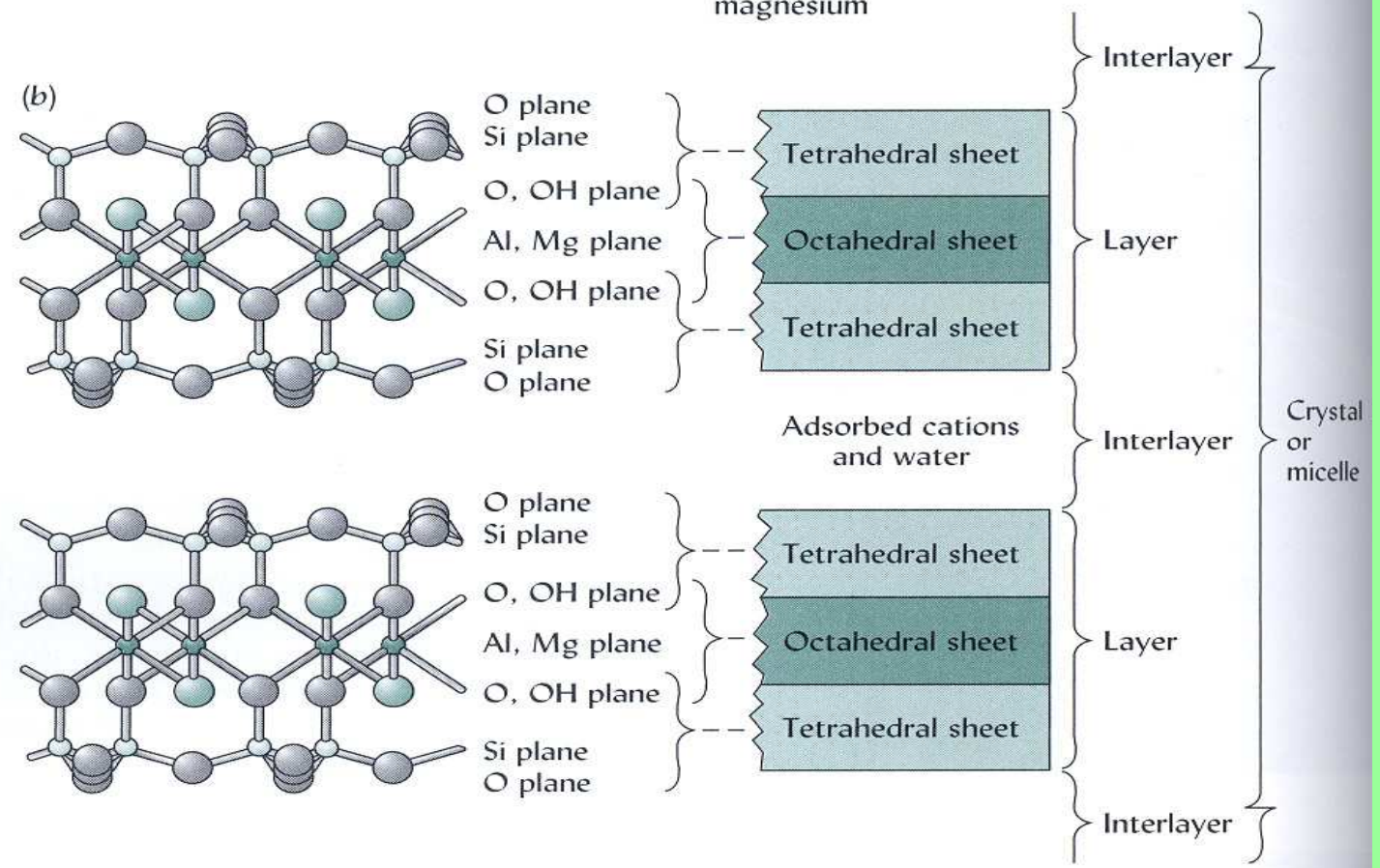
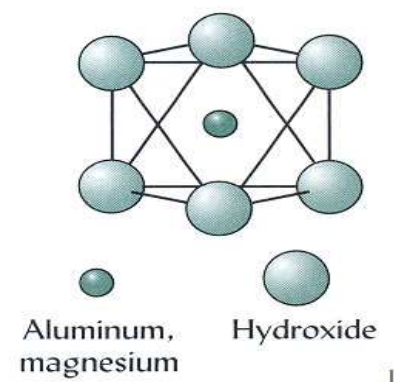
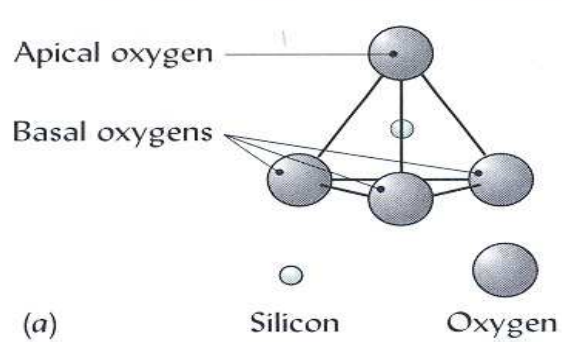


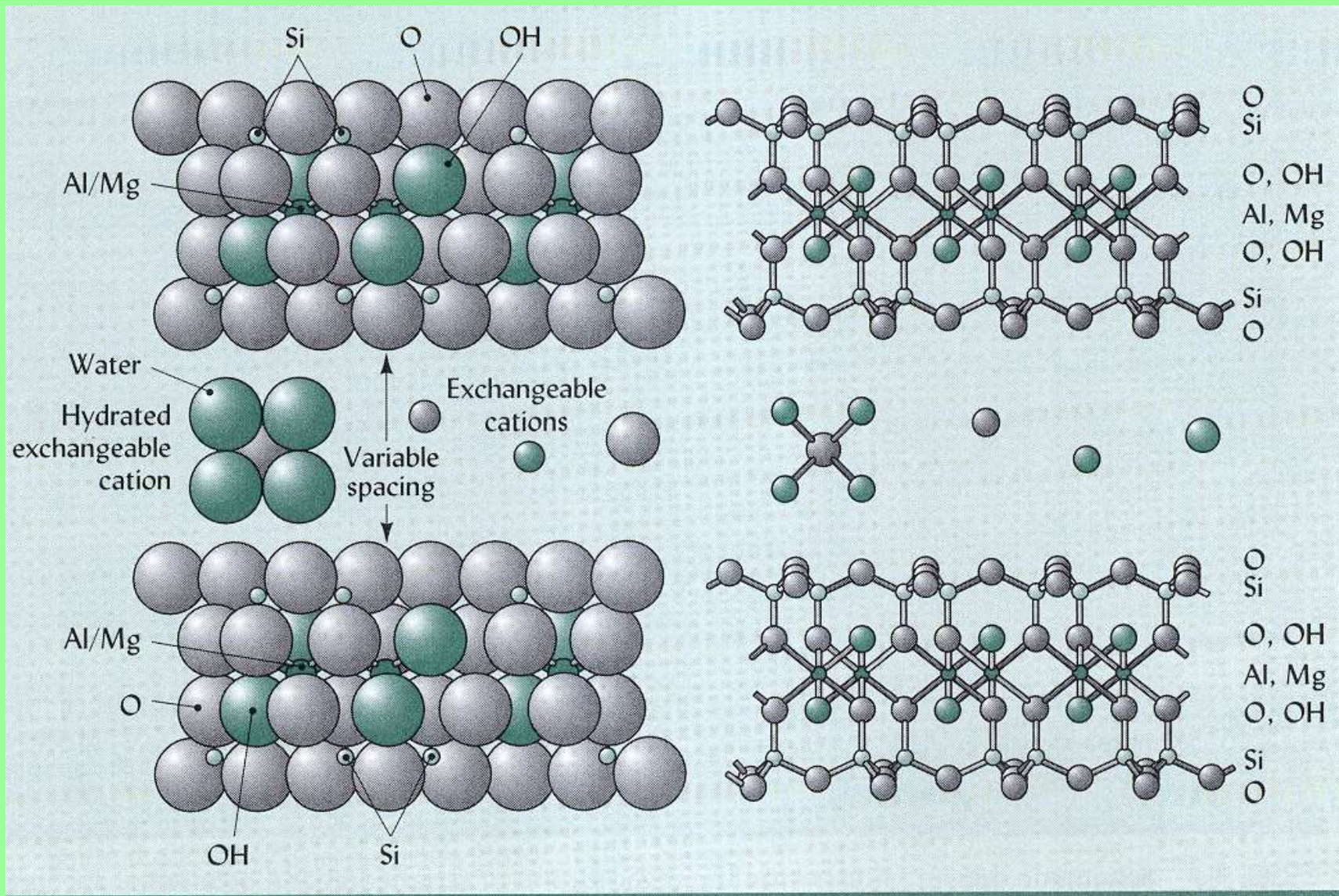
(a)

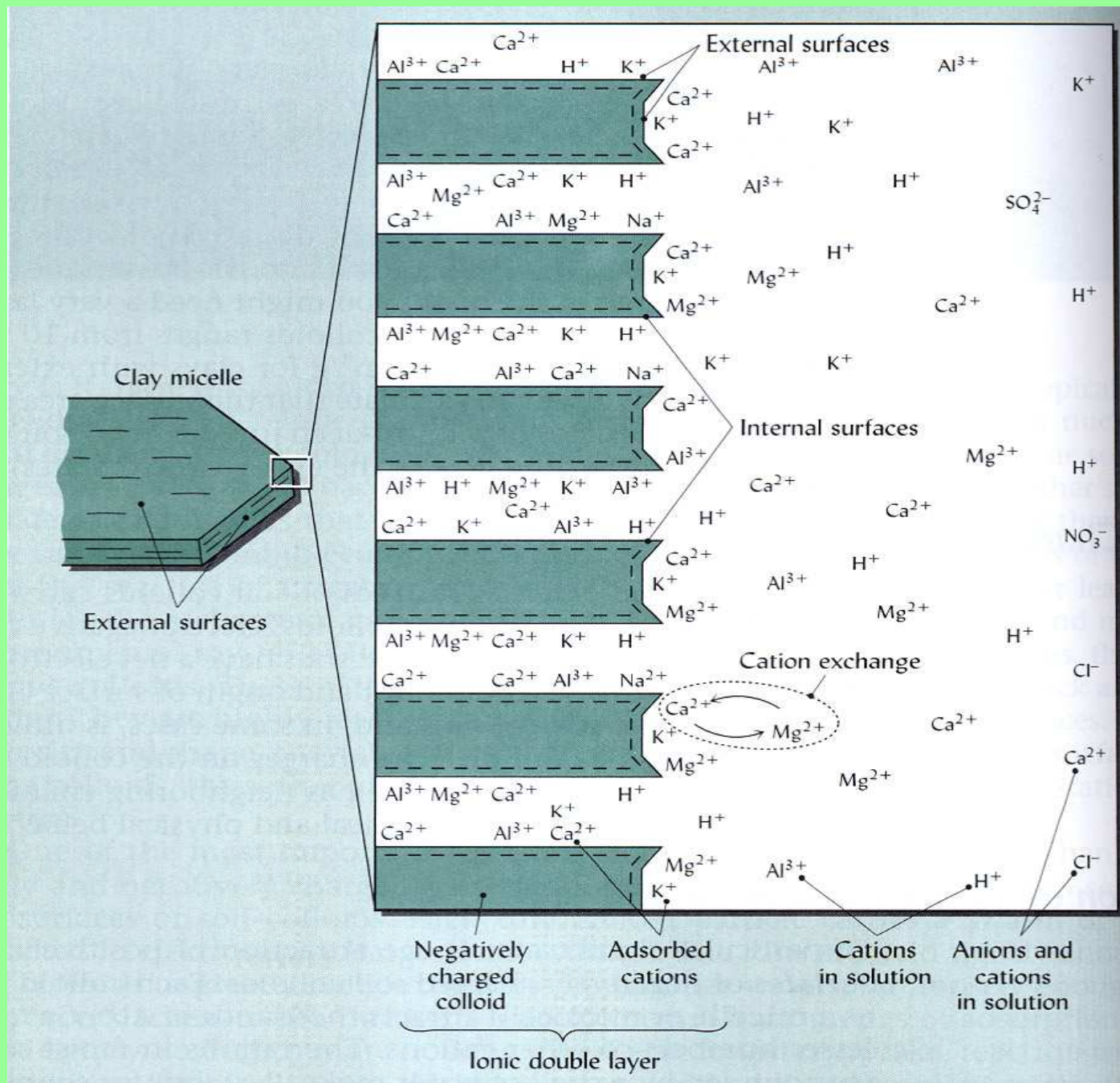


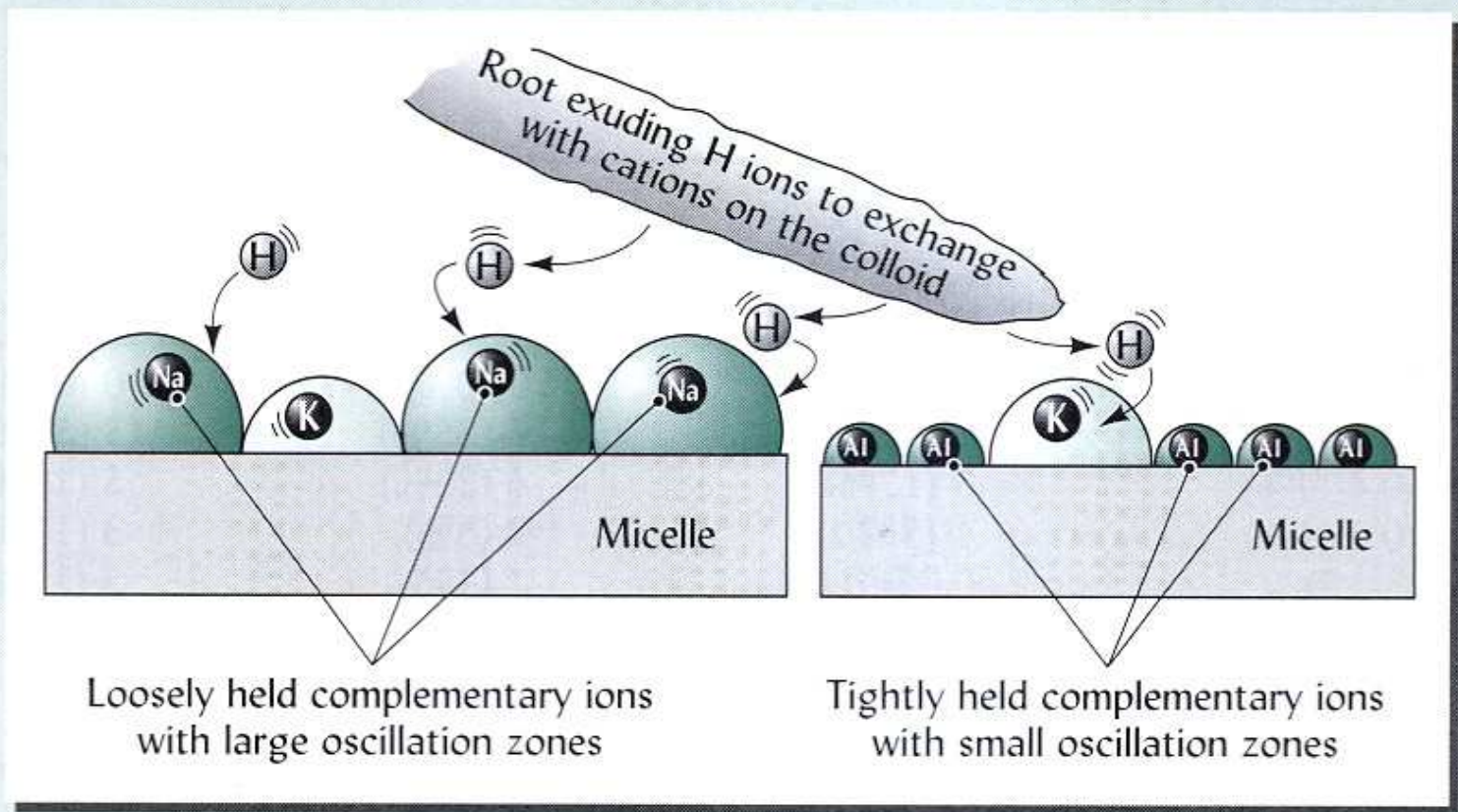
(b)

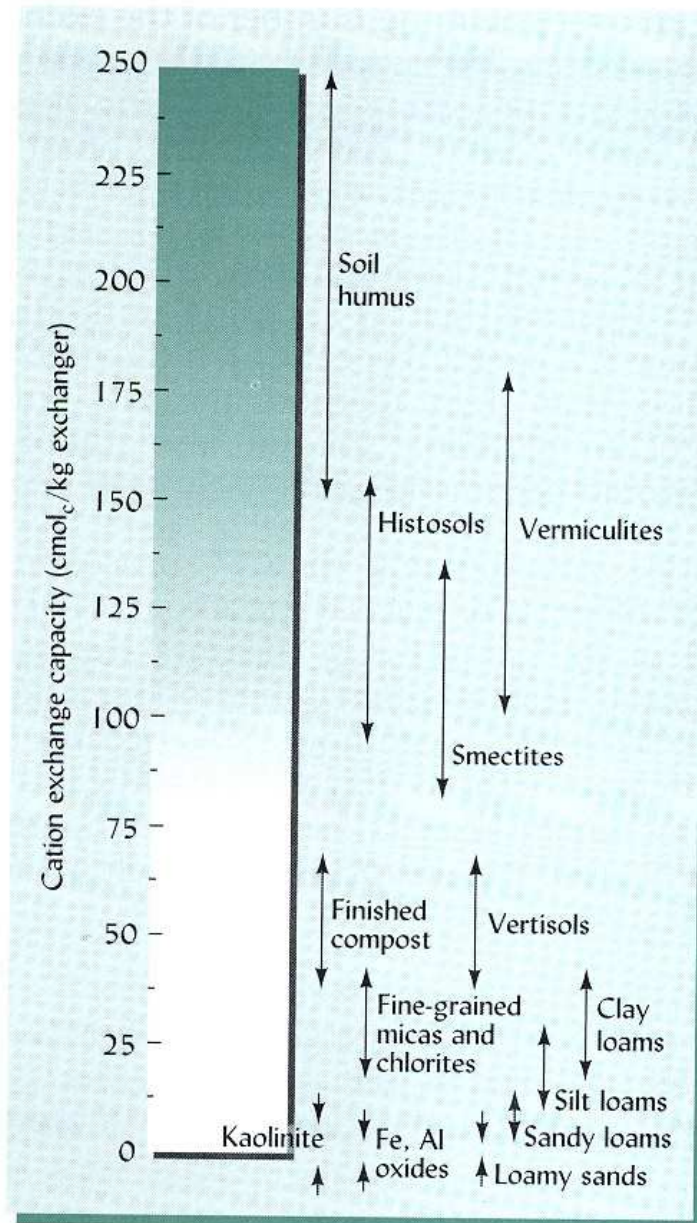












Bilance živin v systému – důležitá pro produkci plodin, kvalitu půdy i pro životní prostředí

Kladné položky:

- uvolňování prvků zvětráváním hornin
- živiny dodané z atmosféry
- živiny z posklizňových zbytků
- živiny z hnojiv, zejm. organických atd.

Záporné položky:

- odčerpávání živin sklizní
- ztráty živin vyplavením
- ztráty do atmosféry atd.



Nejdůležitější funkce organických látek v půdě

1. Organické látky uvolňují při své mineralizaci nepřetržitě do půdy značná kvanta asimilovatelných rostlinných živin
2. Humus se svými složkami aktivně spoluúčastní na stavbě půdního sorpčního komplexu.
3. Huminové látky podstatně ovlivňují agregační schopnost půd, čímž přímo ovlivňují jejich strukturní stav.
4. U extrémních druhů půd (písčitých a jílovitých) se působením humusu značně zlepšují jejich fyzikálně-mechanické vlastnosti:
5. Při rozkladu půdní organické hmoty se do půdního prostředí uvolňuje značné množství CO₂, organických kyselin a jiných látek, které urychlují a zintenzivňují zvětrávání
6. Některé látkové skupiny humusu slouží jako energetický zdroj půdním mikroorganismům.
7. Některé huminové látky mají stimulační vliv na rozvoj kořenového systému rostlin i na růst celé rostliny.

Srovnání uvolňování prvků zvětráváním hornin (kg. ha⁻¹ za rok) (Clayton 1979)

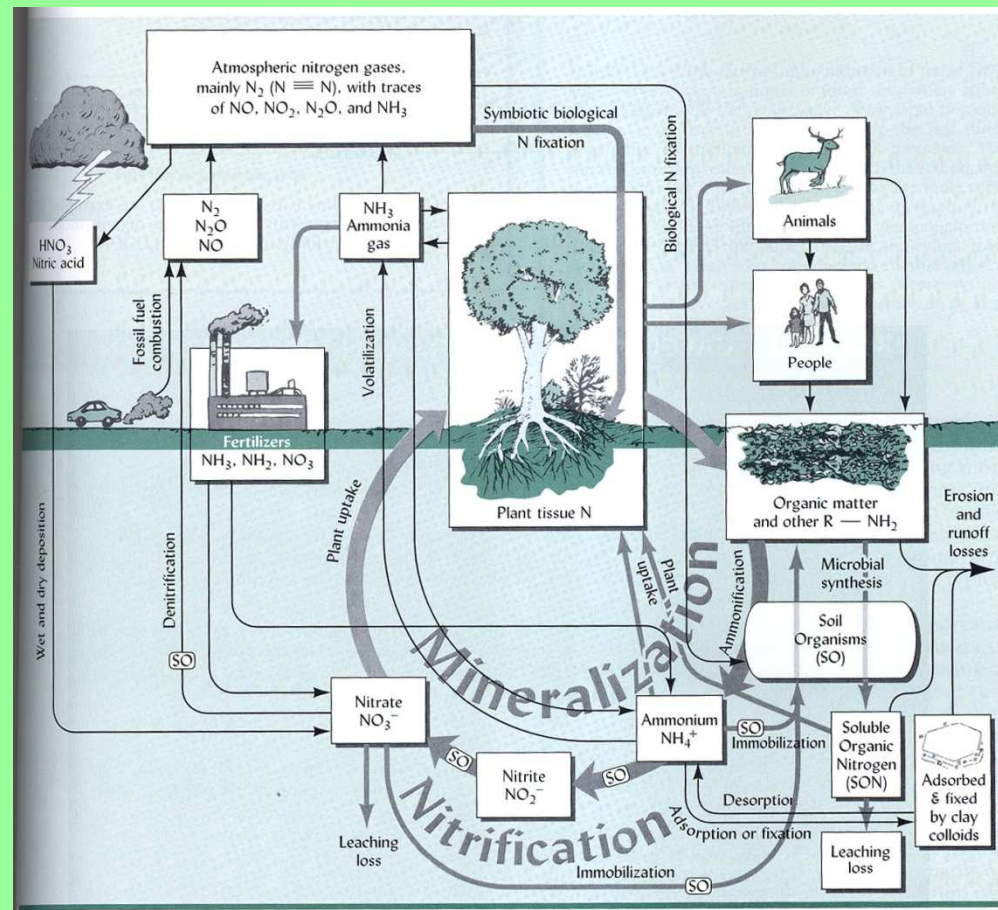
Hornina	sodík	draslík	vápník	hořčík	oxid křemičitý	železo
Dolomit	2	4	86	52	32	0,06
Adamellit	1	8	17	2	21,2	0,03
Tuf/brekcie	28	1,6	47	11,6	213	-
Metabřidlice	9	0,2	8,7	15,7	-	-
Serpentin	stopy	stopy	stopy	34,1	58,8	-
Rula –moréna	5,8	7,1	21,1	3,5	39	-
Naplavený písek	6,7	11,1	24,2	8,4	-	-

Množství uvolněných živin:

(uvolněných ze šterku o velikosti zrna 1 cm – složeného 30 % z plagioklasů, 30 % z draselných živců, 5 % z biotitua 35 % z křemene. Relativní rychlost zvětrávání: biotit : plagioklas : draselný živec 10 : 5 : 1) (Clayton 1979)

<i>Prvek</i>	Minerál	Uvolněno (kg.ha ⁻¹ za rok)
Sodík	Plagioklas, biotit	52
Draslík	Draselný živec	23
Vápník	Plagioklas	26
Hořčík	Biotit	10
Železo	Biotit	11

Živiny dodané z atmosféry. Tato položka je dnes sledována na řadě pracovišť a údaje je možno získat pro jednotlivá území republiky ze sítě Hydrometeorologického ústavu, Zemědělské vodohospodářské správy nebo Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. Pro názornost uvádíme výsledky z dvacetiletého pozorování ACHP Kroměříž ze stanoviště v Holešově, kde na 1 ha za rok v průměru spadne: 7 kg nitrátového N, 13 kg amonného N, 5 kg P, 8 kg K, 31 kg Ca, 15 kg Mg.



Množství živin (kg.ha⁻¹) z posklizňových zbytků jednotlivých plodin

Plodina	N	P	K	Ca
Pšenice	26,4	5,8	16,6	60,2
Žito	73,2	12,6	28,1	57,5
Ječmen	25,7	5,9	8,7	33,2
Oves	30	14,7	22,3	67,1
Obilniny průměr	38,8	9,8	19	67,1
Pohanka	55	5,5	8,5	
Řepka	63,1	15,8	32,9	96,8
Hrách	63,4	7,4	10,2	56,4
Pelushka	65	7,5	10,4	
Lupina	69,7	6,9	15,3	63,1
Lupina modrá	90	7,9	16	
Luskoviny průměr	68,5	7,8	11,1	60,7
Jetel červený 1letý	214,6	36,9	72	205
Vojtěška 4letá	152,6	19,4	32,9	154
Vičenec ligrus	138	14,7	38,2	104
Úročník	117,4	12,2	23,8	106,6
Seradela	72,5	9,1	8	62,7
Jeteloviny průměr	154,9	20,7	41,6	142,5
Komonice	140	13,2	40	

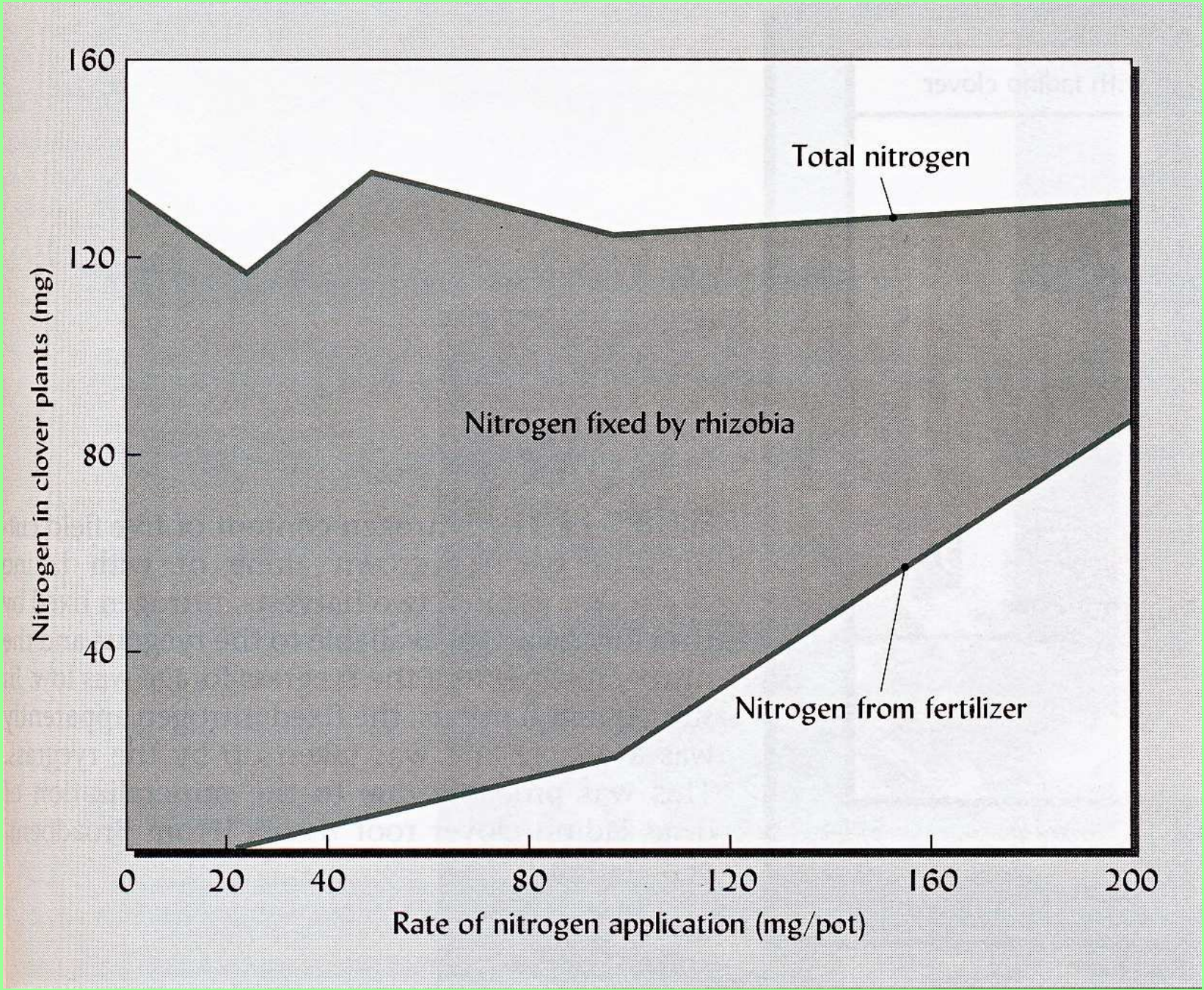


Bacteria

<i>Genus</i>	<i>Species/subgroup</i>	<i>Host legume</i>
<i>Rhizobium</i>	<i>R. leguminosarum</i> bv. <i>viceae</i>	<i>Vicia</i> (vetch), <i>Pisum</i> (peas), <i>Lens</i> (lentils), <i>Lathyrus</i> (sweet pea)
	bv. <i>trifolii</i>	<i>Trifolium</i> spp. (most clovers)
	bv. <i>phaseoli</i>	<i>Phaseolus</i> spp. (dry bean, runner bean, etc.)
	<i>R. Meliloti</i>	<i>Melilotus</i> (sweet clover, etc.), <i>Medicago</i> (alfalfa), <i>Trigonella</i> , (fenugreek)
	<i>R. loti</i>	<i>Lotus</i> (trefoils), <i>Lupinus</i> (lupins), <i>Cicer</i> (chickpea), <i>Anthyllis</i> , <i>Leucaena</i> , and many other tropical trees
<i>Bradyrhizobium</i>	<i>R. Fredii</i>	<i>Glycine</i> spp. (e.g., soybean)
	<i>B. japonicum</i>	<i>Glycine</i> spp. (e.g., soybean)
	<i>B. sp.</i>	<i>Vigna</i> (cowpeas), <i>Arachis</i> (peanut), <i>Cajanus</i> (pigeon pea), <i>Pueraria</i> (kudzu), <i>Crotolaria</i> (crotolaria), and many other tropical legumes

<i>Crop or plant</i>	<i>Associated organism</i>	<i>Typical levels of nitrogen fixation, kg N/ha/yr</i>
<i>Symbiotic</i>		
Legumes (nodulated)		
Ipil Ipil tree (<i>Leucena leucocephala</i>)	Bacteria (<i>Rhizobium</i>)	100–500
Locust tree (<i>Robina</i> spp.)		75–200
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)		150–250
Clover (<i>Trifolium pratense</i> L.)		100–150
Lupine (<i>Lupinus</i>)		50–100
Vetch (<i>Vicia vilbosa</i>)		50–150
Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		30–50
Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i>)	Bacteria (<i>Bradyrhizobium</i>)	50–100
Peanut (<i>Arachis</i>)		40–80
Soybean (<i>Glycine max</i> L.)		50–150
Pigeon pea (<i>Cajanus</i>)		150–280
Kudzu (<i>Pueraria</i>)		100–140
Nonlegumes (nodulated)		
Alders (<i>Alnus</i>)	Actinomycetes (<i>Frankia</i>)	50–150
Species of <i>Gunnera</i>	Cyanobacteria ^a (<i>Nostoc</i>)	10–20
Nonlegumes (nonnodulated)		
Pangola grass (<i>Degetaria decumbens</i>)	Bacteria (<i>Azospirillum</i>)	5–30
Bahia grass (<i>Pasalum notatum</i>)	Bacteria (<i>Azobactor</i>)	5–30
Azolla	Cyanobacteria ^a (<i>Anabena</i>)	150–300
<i>Nonsymbiotic</i>		
	Bacteria (<i>Azobactor</i> , <i>Clostridium</i>)	5–20
	Cyanobacteria ^a (various)	10–50

^a Sometimes referred to as *blue-green algae*.



Živiny jsou do půdy dodávány také v organických hnojivech
(kg živin na t hnojiva):

Hnojivo	N	P	K
Hnůj uzrálý	5,0	1,3	5,0
Kompost	7,4	1,9	9,0



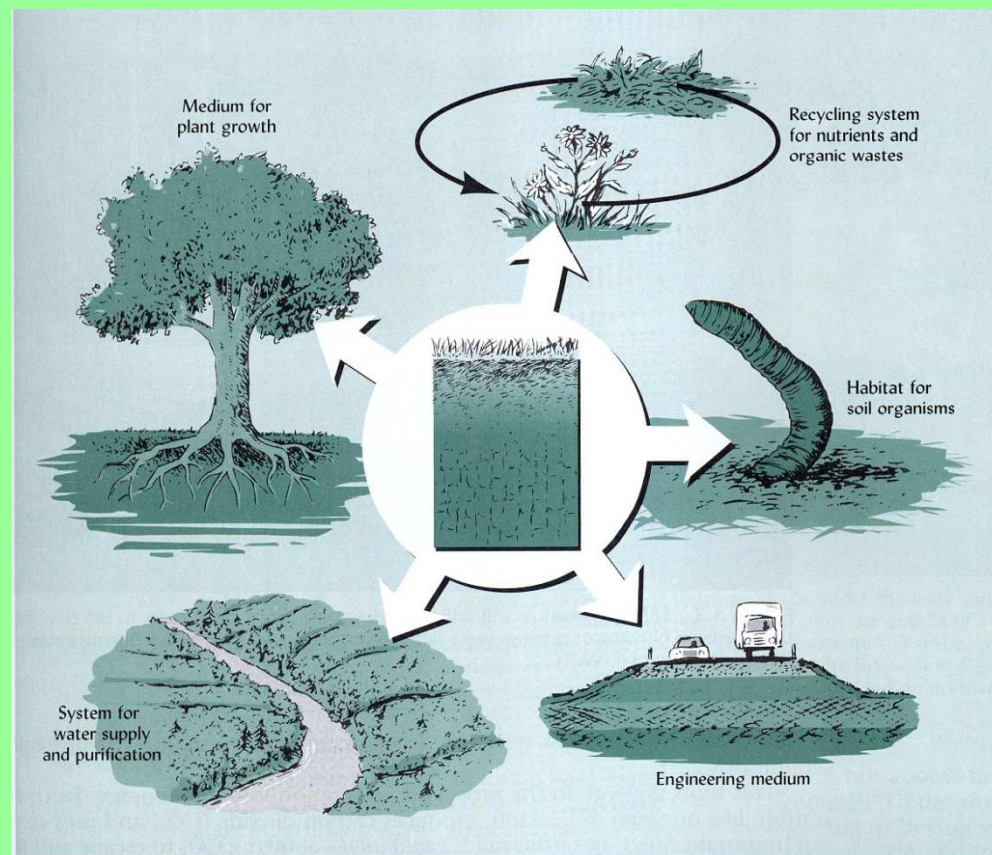
Odčerpávání živin sklizní (v kg na t produktu)

Plodina	N	P	K	Ca	Mg
Pšenice	25	5,2	19,9	4,2	2,4
Žito	24	6,1	21,6	5,6	2,4
Ječmen	24	5,2	19,9	6,4	1,8
Oves	26	6,1	24,1	4,3	2,4
Pohanka	34	7	33,2		
Řepka	50	10,9	49,8	4,8	
Hrách	63	7,4	37,4	22,2	3,6
Pelushka	67	8	37,4	3,6	
Lupina	70	8,8	33,2		
Jetel červený 1letý	25	2,6	12,5	1,8	3,6
Vojtěška 4letá	27	3,1	14,9	2,1	1,8
Úročník	21	3,9	20,8		



Ztráty živin vyplavením pro jednotlivé půdní druhy

Druh půdy	N	P	K	Ca	Mg
Lehká	15-25	0-5	7-17	110-300	17-43
Střední	9-44	0-5	3-8	21-176	9-16
Těžká	5-44	0-5	3-8	72-341	10-54



Bilance živin v kg/ha

Bilance	N	P	K	Ca	Mg
Zvětráváním	-	3	12	48	13
Z atmosféry	20	5	8	31	15
Nesymbiotická fixace	20			60	
Zbytky pšenice	27	6	17	3	
Organické hnojivo 35 t/ha	175 (70)	3	18	142	6
Celkem dodáno	243 (137)	17	55	100	34
Vyplaveno	30	3	5		40
Další ztráty	20				
Celkem ztráty	50				
Zbylo	192 (87)	14	50	42	-6

Údaj v závorce –
N využitelný v 1. roce
po aplikaci

Bilance živin na poli, kde byla pěstována pšenice ozimá a zapraven chlívský hnůj. V tabulce jsou uvedeny živiny, které jsou k dispozici pro následnou plodinu. Tato zásoba živin dostačuje pro cca 3,5 tun obilovin nebo 2 tuny řepky.

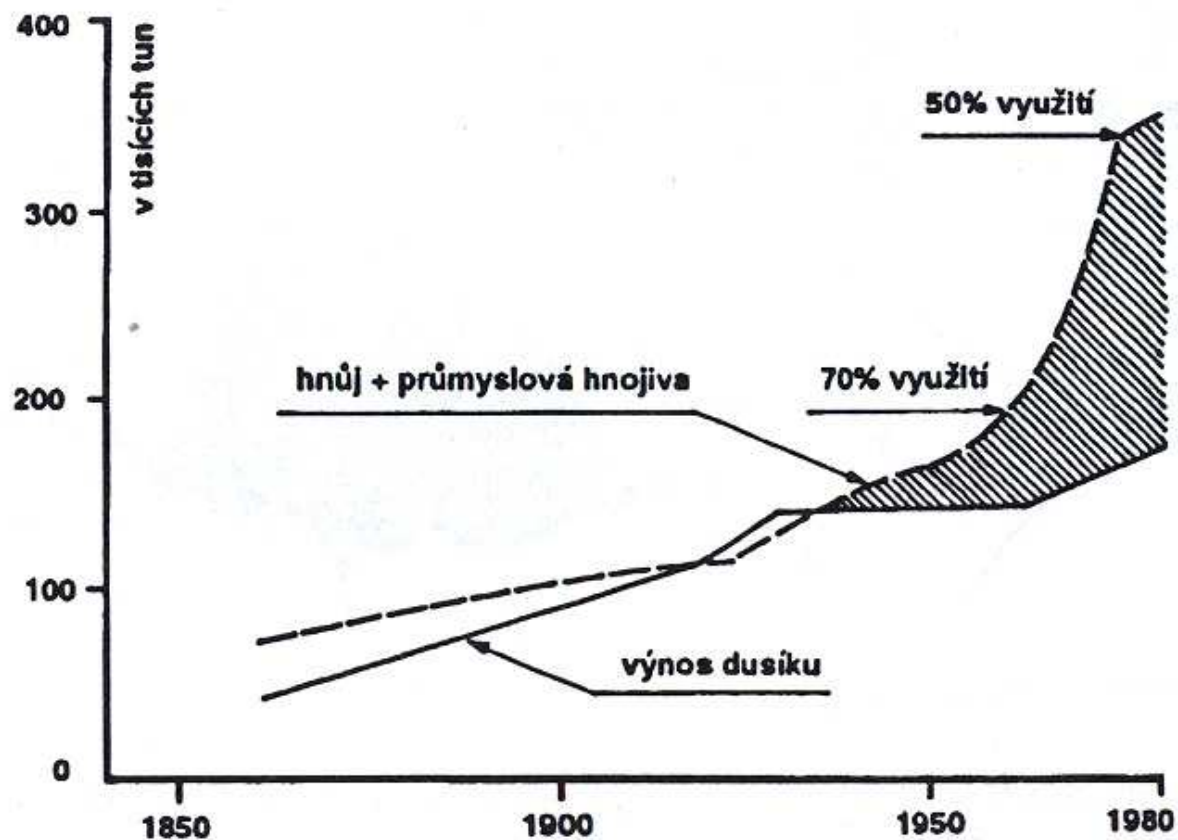
Bilance dusíku pro konkrétní osevní postup s vysokým zastoupením plodin poutajících vzdušný N a při zatížení cca 0,8 – 1 DJ na ha

Hon	Potřeba N	Úhrada N fixací	Úhrada N poskl. zbytky	Úhrada N hnojem
1	150	150		-
2	150	90	100	-
3	100	-	25	50
4	70	30	20	175
5	100	-	15	-
6	100	-	50	-
Celkem	670	270	210	225

Celkem potřeba 670 kg N/ha/6 let úhrada 710 kg N/ha/6let

Osevní postup: jetelotravní směska, jetelotravní směska, pšenice ozimá, oves/luskoviny, brambory, žito

Výsledek tohoto příkladu: vyrovnaná bilance živin v agroekosystému



4. Využití dusíku ve švédském zemědělství v letech 1850 až 1980. Dodaný dusík a výnos dusíku (Andersson, 1982).

