

Edafon = půdní organismy



Edafon – půdní organismy

Edafon

- společenstvo všech organismů v půdě
- představuje 1-10 % organické hmoty v půdě (suché hmotnosti)
- tvoří jej
 - fytoedafon: řasy, cyanobakterie, bakterie, aktinomyceci, houby
= půdní mikroflora (3/4 celkové suché hmotnosti edafonu)
 - zooedafon: půdní fauna včetně heterotrofních provoků - Protozoa (1/4 celkové suché hmotnosti edafonu)

Půdní organismy (edafon) jsou klasifikovány podle

- taxonomie
- trofické pozice
- výskytu – preferované půdní vrstvy
- velikosti těla / ekologické funkce

Edafon – půdní organismy

Půdní organismy (edafon) jsou klasifikovány podle

- **taxonomie**
- trofické pozice
- výskytu – preferované půdní vrstvy
- velikosti těla / ekologické funkce

Základní trofické skupiny:

- saprofágové či saprotrofové / detri(ti)vorové / dekompozitoři, reducenti
 - zahrnují mikrobivory (fungivory + bakteriovory)
 - zahrnují nekrofágy (mrchožrouty - carrion feeders, scavengers)
- fytofágové / herbivorové (žerou kořínky nebo řasy)
- zoofágové / karnivorové / predátoři - dravci

Rozkládači či **dekompozitoři** často synonymně s termínem **reducenti** (avšak rozkladné procesy jsou z pohledu chemických reakcí většinou oxidativní, nikoliv redukční), **destruenti**.

Reducenti sensu stricto: organismy mineralizující organickou látku (fungi, bacteria), nemusí se vůbec nacházet v půdě.

Edafon – půdní organismy

Classification of soil biota (the edaphon) according to

- taxonomie
- trofická pozice
- výskyt – preferovaná půdní vrstva
- velikost těla / ekologická funkce

Skupiny podle preferované půdní vrstvy:

- Euedafon: - stále žijící v půdě, geobionti (Pelikán)
- žijící ve větší hloubce (Schaefer)
- Hemiedafon: - vyskytuje se občas v půdě (Pelikán)
- v nejsvrchnější vrstvě mineralní půdy a v opadové vrstvě (Schaefer)
- Protoedafon: - v půdě žijí jen určitá vývojová stádia, geofilové (Pelikán)
- Pseudoedafon: - vyskytuje se v půdě občasně: úkryt, hibernace, získávání potravy (Pelikán)
- Tychoedafon: - náhodný výskyt v půdě (Pelikán); v anglické literatuře často „tourists“
- Epigeon (epigaion, epigeic animals): - žije na půdním povrchu (přímo, oproti hypergeonu, který žije na vegetaci, někdy synonymně k atmobios)

Edafon – půdní organismy

Klasifikace podle velikosti těla – rozdělení na mikro-, meso- a makrofaunu (a někdy ještě megafaunu) – dva alternativní přístupy založené buďto na délce nebo průměru těla

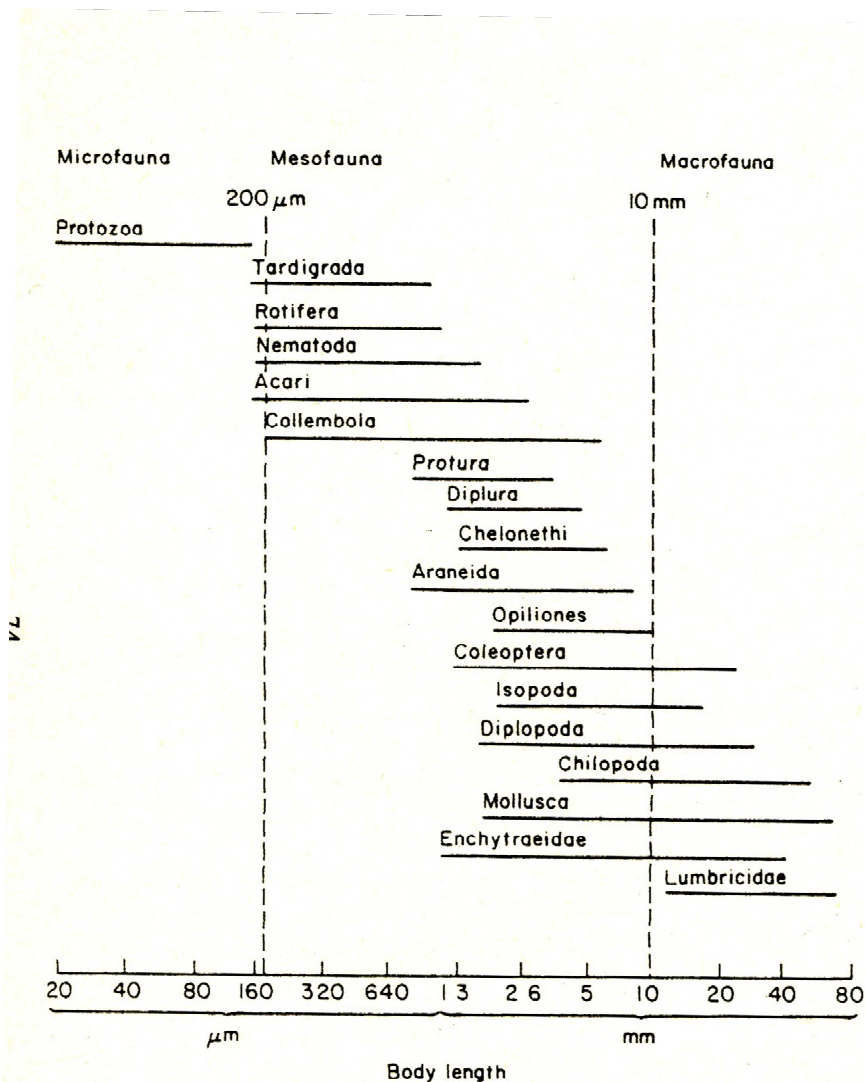


FIG. 3.2. Size classification of the temperate soil fauna by body length (after Wallwork 1970).

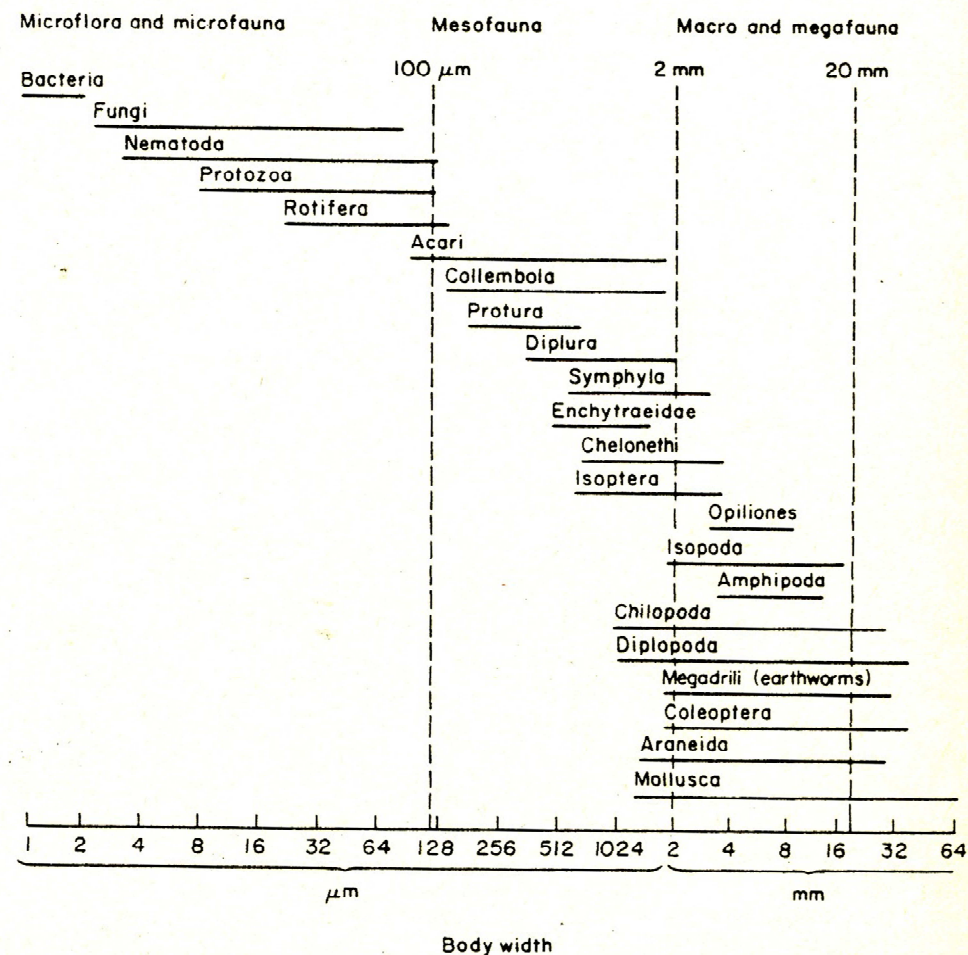
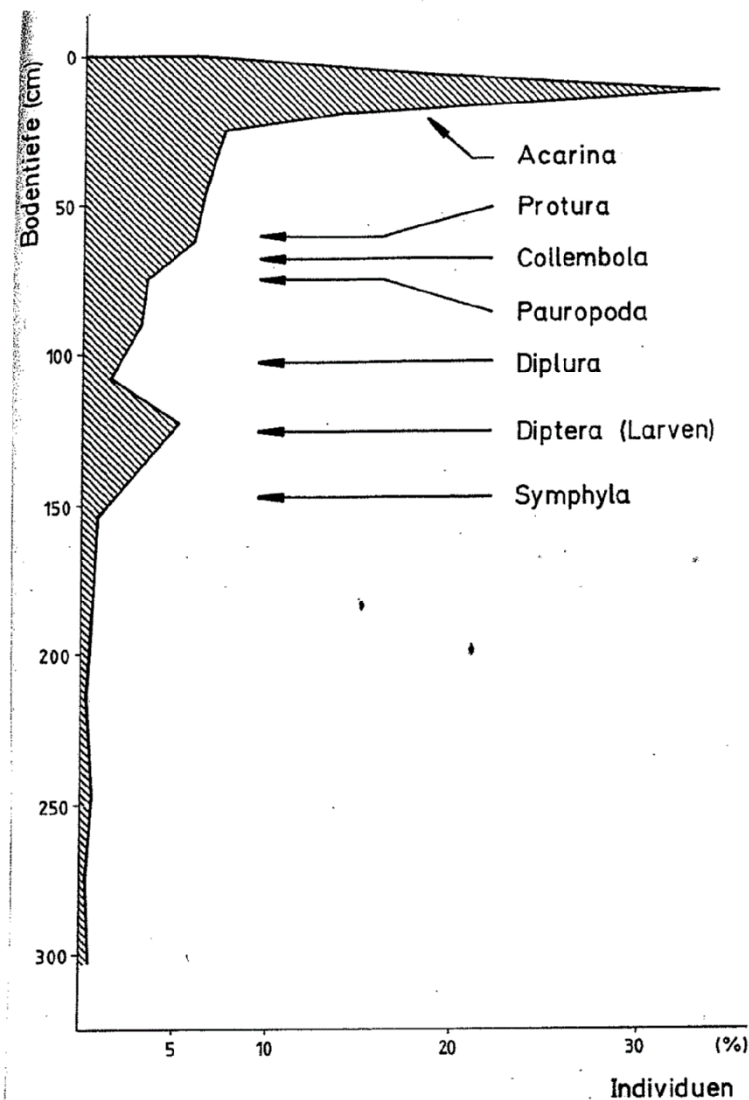


FIG. 3.3. Size classification of organisms in decomposer food webs by body width.

Edafon – půdní organismy

Vertikální rozmístění (distribuce) půdních živočichů



Vertikální rozmístění půdních členovců v orné půdě (podle hloubky v půdě v cm); šipky ukazují průměrnou hloubku výskytu jednotlivých taxonů (podle Price a Benhama, 1977, z Werner Topp, 1981: Biologie der Bodenorganismen).

Edafon – půdní organismy



Profil nejsvrchnější části půdy bukového lesa s opadovou vrstvou (L – litter, förna), fermentační vrstvou nadložního humusu (F – fermentation layer) a vrstvou amorfního humusu (H) – zde již promíchanou s minerální půdou (takže by spíše měla být označena jako A_h) – podle ZACHARIAE. a – průřezy listy s trusem chvostoskoků; b – rozmělněná potrava a trus larev dvoukřídlých; c – trus a chodbičky epigeické žížaly (*Dendrobaena* sp.); d – trus larev tiplic (žraly v F) dole vlevo; e – trus velkých mnohonožek uprostřed; f – trus žížaly *Dendrobaena* z trusu členovců a drtě bukových listů.

Edafon – půdní organismy

Vertikální distribuce půdních živočichů sensu lato v bukovém lese s humusovou formou mul.

	% carbon	Carbon/nitrogen ratio	Microbial biomass	Testacea	Amoebina	Flagellata	Turbellaria	Rotatoria	Nematoda	Enchytraeidae	Lumbricidae	Tardigrada	Harpacticoida	Cryptostigmata	Other Acarina	Chilopoda	Other macrofauna	Symphyla	Diptera	Protura	Collembola	Dipterous larvae	
Litter L+O _f	56	40-25	3								x			32	29	26	x	o	x	9	27	17	
Soil depth (cm)																							
0 - 3	7	14	33	x	60	64	50	58	26	40	x	38	74	36	40	53	x	x	x	25	39	45	
3 - 6			15	x	40	36	28	21	25	28	x	24	19	20	11	21	o	o	o	16	20	17	
6 - 9	5	13	14				18	15	18	19	x	24	5	9	14		o		o	30	9	12	
9 - 12	4	13	35				5	7	16	14	x	16	3	3	6		o		o	20	4	12	
< 12	<3	<13						15			x						o		o			9	

Fig. 6.1. Vertical distribution of the soil and litter biota in a beech forest on limestone with a mull soil (Göttinger Wald). The rectangles indicate the compartments analysed. Numbers are % of the total population. Most values refer to the annual mean of population density for 1980, 1981 or 1982; the microbial biomass refers to the 28th week of 1981. % carbon: % organic C of soil dry wt. x: high value. o: low value. Based on mostly unpublished data from R.G. Jörgensen (soil parameters), K.H. Domsch and M. Vanselow (microflora), R. Meisterfeld (Protozoa), A. Mellin (Enchytraeidae), U. Heitkamp (Nematoda), V. Büttner (other semiaquatic groups), H.-D. Bauske (Cryptostigmata, other Acarina), T. Poser (Chilopoda), Wolters (1983, 1985 and pers. comm., 1986) (Protura, Collembola) and Hövemeyer (1984, 1985 and pers. comm., 1986) (Diptera).

Edafon – půdní organismy

Horizontální rozmístění půdních živočichů

Příklad: *Isotomurus palustris*
(Collembola) – každá tečka
představuje jednoho jedince;
Trogophloeus pusillus (Coleoptera:
Staphylinidae) – každé x představuje
jednoho jedince; vše na pozadí
čtverců s plochou 1 m².

Obě rozmístění jsou na sobě
nezávislé.

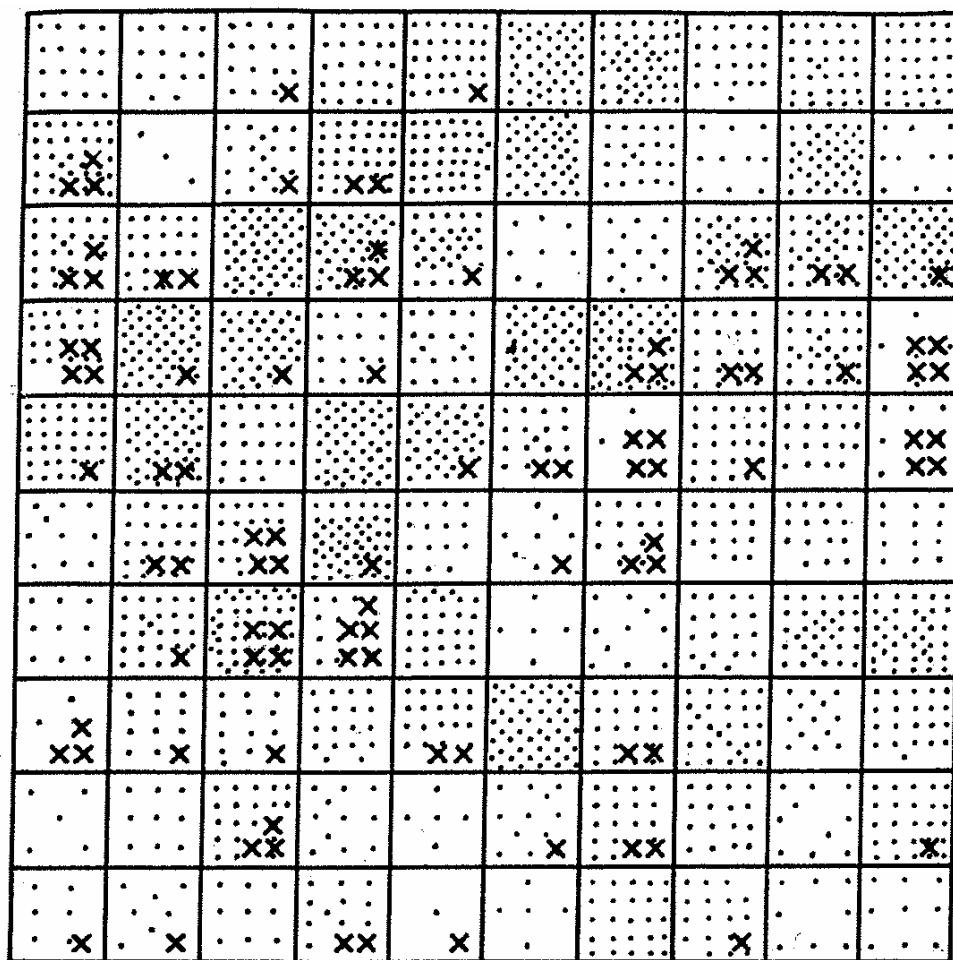


Abb. 65: Verteilungsmuster des Collembolen *Isotomurus palustris* (jedes Tier ist durch einen Punkt wiedergegeben) und des Kurzflüglers *Trogophloeus pusillus* (jedes Tier ist durch ein x wiedergegeben) auf 1 m². Die Verteilungen sind geklumpt und unabhängig voneinander (ver. nach TOPP 1971).

Edafon – půdní organismy

Zastoupení půdní fauny v půdách podél gradientu půdní reakce (střední Evropa)

surový humus (mor)	moder	mullový moder	mull
nízké pH ←			neutrální pH →
pH 3,5 – 5,0 CEC 80 – 120 (me %) saturace bázemi 20-40 % C : N > 20			pH 5,0 – 7,0 CEC 20 – 40 (me %) saturace bázemi 40-100 % C : N > 15
Acari (400 000), Collembola (80 000) Enchytraeidae (50 000)	Acari Collembola, Insect larvae	Myriapoda, Isopoda	Lumbricidae (200), Isopoda (50)
Insecta, larvae (80) Myriapoda (250)	Myriapoda	Insecta, larvae, Lubricidae	Myriapoda (1000), Insecta, larvae (50)
Lumbricidae (20)	Lumbricidae, Isopoda	Acari, Collembola	Acari (200 000) Collembola (100 000), Enchytraeidae (20 000)
Isopoda (20)			
přibývá hub ←			přibývá bakterií →
klesá	tvorba jílovohumusových komplexů		stoupá
CEC = cation exchange capacity / kationtová výměnná kapacita			

Edafon – půdní organismy

**Vybraní členovci v opadové vrstvě
tří sukcesních stádií v prostředí
vnitrozemských písečných dun
ve střední Evropě**

Sloupec 1: druhy

Sloupec 2: trofické nároky

(s – saprofágní,
p – fytofágní,
z – zoofágní)

Sloupec 3: surový písek (a mechy,
traviny)

Sloupec 4: slabě vyvinutý podzol; vřes

Sloupec 5: slabě vyvinutý podzol, smíšený
listnatý les s převahou dubu

Výskyt: + - vzácně / ++ - často

Tabelle 2: Auswahl einiger Arthropoden im Bereich der Streuschicht von drei Sukzessionsstufen einer Binnendünenlandschaft (s = saprophag, P = phytophag, z = zoophag; + = vereinzelt, ++ = häufig)

Arten	Ernäh- rung	Roher	Schwacher Podsol	
		Sand (u. Moose, Gräser)	Heide- fläche	Eichen- mischwald
<u>Lumbricidae</u>				
<i>Dendrobaena octaedra</i>	s			++
<i>Lumbricus rubellus</i>	s			++
<u>Isopoda</u>				
<i>Philoscia muscorum</i>	s			+
<i>Porcellium conspersum</i>	s			+
<u>Chilopoda</u>				
<i>Lithobius calcaratus</i>	z		++	
<i>Lithobius erythrocephalus</i>	z			++
<i>Geophilus truncorum</i>	z			++
<u>Collembola</u>				
<i>Entomobrya multifasciata</i>	s	++	+	
<i>Lepidocyrtus lignorum</i>	s	+	++	+
<i>Orchesella multifasciata</i>	s		++	
<i>Hypogastrura denticulata</i>	s			++
<i>Tomocerus longicornis</i>	s			++
<u>Coleoptera</u>				
<i>Cicindela hybrida</i>	z	++		
<i>Calathus erratus</i>	z	++	++	
<i>Carabus hortensis</i>	z			++
<i>Ousipalia caesula</i>	z (s)	++		
<i>Oxypoda togata</i>	z	++	+	
<i>Lathrimaeum atrocephalum</i>	s (z)			++
<i>Byrrhus arietinus</i>	p	++		
<i>Philopodon plagiatus</i>	p	++		
<i>Strophosomus melanogrammus</i>	p			++
<i>Geotrupes stercorosus</i>	s			++
<u>Dermaptera</u>				
<i>Chelidurella acanthopygia</i>	p			++
<u>Mecoptera</u>				
<i>Boreus hyemalis</i>	s	++		
<u>Trichoptera</u>				
<i>Enicocyla pusilla</i>	s			++
<u>Lepidoptera</u>				
<i>Incurvaria spec.</i>	s (p)			++

Edafon – půdní organismy

Soupis skupin bezobratlých charakteristických pro listnaté lesy mírného pásma. Údaje se vztahují na půdy s mullovými a/nebo moderovými (morovými) půdami. Parasiti bezobratlých nejsou uvedeni.

Synopsis of invertebrate animal groups characteristic of temperate deciduous forests. Data apply to mull and/or moder (mor) soils. Parasites of invertebrates are not included

Animal group	Size class ^a	Preferred stratum ^b	Number of species ^c	Density biomass ^c	Nutritional type ^d	Some recent references ^e
Protozoa						
Flagellata	mi	s l a	-	-/-	sa (fluids)	
Rhizopoda	mi	s l a	+	+/+	mi	Meisterfeld (1980); Lousier (1982)
Ciliata	mi	s l a	-	-/-	mi	
Turbellaria	mi	s a	-	-/-	zo	
Rotatoria	mi	s a	-	-/-	mi sa zo	
Nematoda	mi	s v a	+	+/+	ph mi sa zo	Phillipson et al. (1977); Popovici (1984)
Mollusca						
Gastropoda	ma	l v(s)	+	+/+	ph sa (zo)	Corsmann (1981); Phillipson (1983); Phillipson and Abel (1983)
Annelida						
Enchytraeidae	me	s(l)	+	-/-	sa mi	Phillipson et al. (1979)
Lumbricidae	ma	s(l)	-	+/+	sa mi	Phillipson et al. (1978); Satchell (1983); Zicsi (1983)
Tardigrada	mi	s a	-	+/+	mi zo	Hallas and Yeates (1972)
Arachnida						
Araneida	ma	l v	+	-/-	zo	Albert (1982); Suppich (1986)
Pseudoscorpionida	ma	l(v)	-	-/-	zo	Goddard (1976)
Opilionida	ma	l v	-	-/-	zo	Bachmann and Schaefer (1983); Schaefer (1986)
Acari						
Mesostigmata	me	s l	+	-/-	zo sa mi	Luxton (1982); Athias-Binche (1983)
Prostigmata	me	s l v	-	-/-	zo mi sa ph	Luxton (1981g)
Astigmata	me	s l	-	-/-	mi	Luxton (1981f)
Cryptostigmata	me	s l	-	+/-	sa mi	Luxton (1972, 1975, 1981a-e)
Crustacea						
Harpacticoida	mi	s a	-	-/-	mi (sa)	
Isopoda	ma	l	-	+/-	sa mi	
Myriapoda						
Chilopoda	ma	l s	-	-/-	zo	Albert (1980)
Diplopoda	ma	l	-	+/+	sa mi	Sprengel (1986)
Paupoda	me	s	-	-/-	sa mi	
Symphyla	me	s	-	-/-	mi ph	
Hexapoda (Insecta)						
Diplura	me	s	-	-/-	mi sa zo	
Protura	me	s	-	-/-	mi sa	
Collembola	me	s l v	-	-/-	mi sa	Wolters (1983, 1985)
Blattariae	ma	l v	-	-/-	sa pa	
Dermaptera	ma	l v	-	-/-	pa	
Ensifera	ma	v l	-	-/-	zo ph	
Psocoptera	me	v	-	-/-	mi	
Thysanoptera	me	v	-	-/-	ph zo	
Hemiptera	ma, me	v	+	+/+	ph zo	
Planipennia	ma	v	-	-/-	zo	Nielsen (1977)
Coleoptera	ma	l v	+	-/-	zo ph	Friebe (1983); Schaefer (1983a)
Hymenoptera	ma, me	v l	+	-/-	zo ph	Ulrich (1987)
Lepidoptera	ma	v	+	+/+	ph	Winter (1985)
Trichoptera	ma	l	-	-/-	sa	
Diptera	me, ma	s	+	+/+	sa mi ph zo	Hövmeyer (1984, 1985)

^ami = microfauna, me = mesofauna, ma = macrofauna, meg = megafauna.

^bs = soil, l = litter, v = vegetation, a = semiaquatic.

^c+ = high, - = low.

^dsa = saprophagous, mi = microphytophagous, ph = phytophagous, zo = zoophagous, pa = pantophagous.

^eAdditional reference for most of the groups Ellenberg et al. (1986).

Edafon – půdní organismy

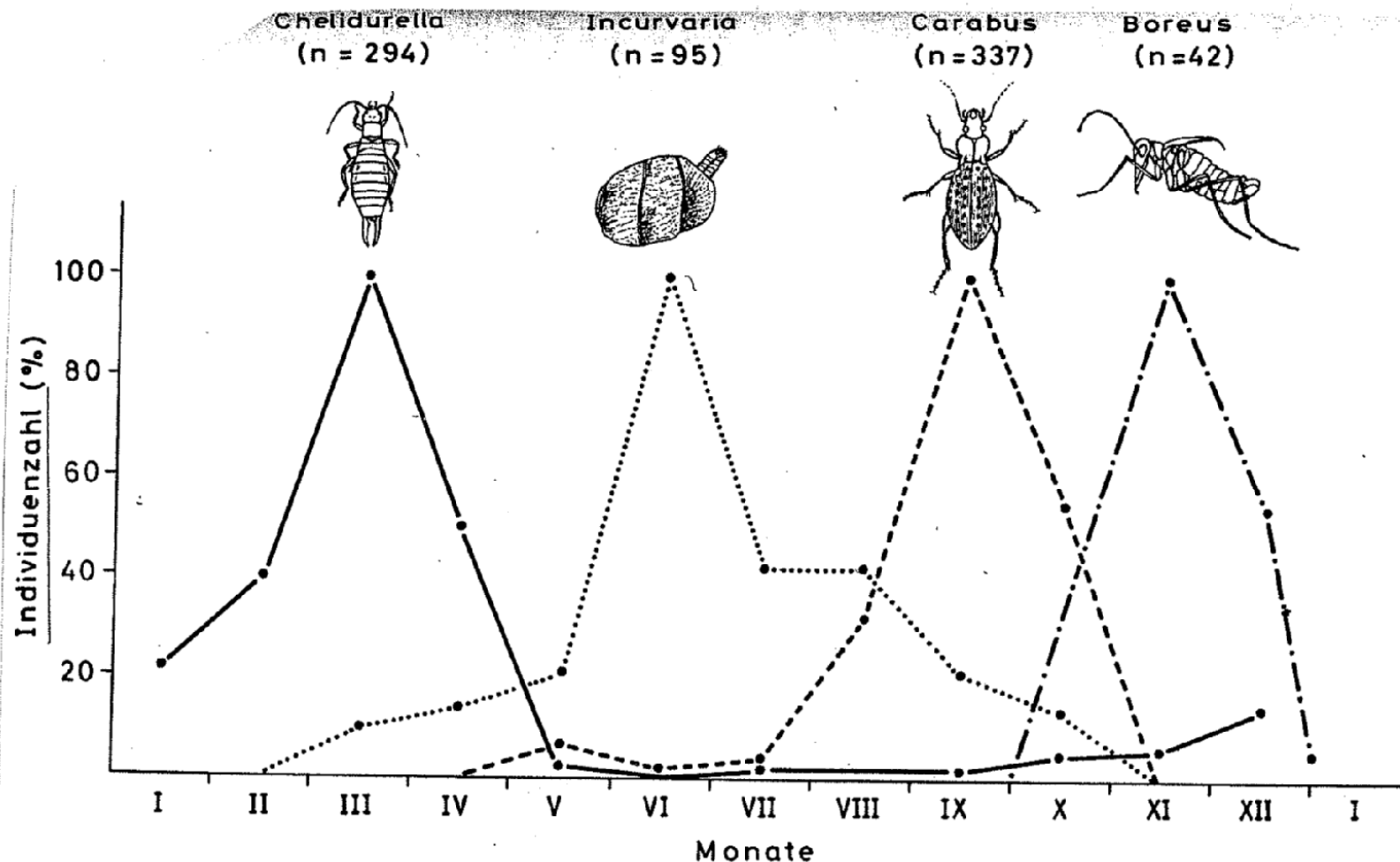


Abb. 39: Jahreszeitlich bedingte Aktivität verschiedener Insekten innerhalb der Streuschicht desselben Lebensraumes (Modalwert = 100%, n = Anzahl der gefundenen Individuen). Der Waldohrwurm *Chelidurella acanthopygia*, Miniersackmotten aus der Gattung *Incurvaria*, der Gartenlaufkäfer *Carabus hortensis* und der Schneefloh *Boreus hyemalis*.

Sezonálně podmíněná aktivita různých zástupců hmyzu v opadové vrstvě stejného stanoviště (n = počet jedinců, nejvyšší hodnota u každého taxonu = 100 %).

Boreus hyemalis – sněžnice matná (Mecoptera)

Edafon – půdní organismy

Sezonalita bioty v půdě a opadu v bučině na vápenci (Göttinger Wald, severní Německo)

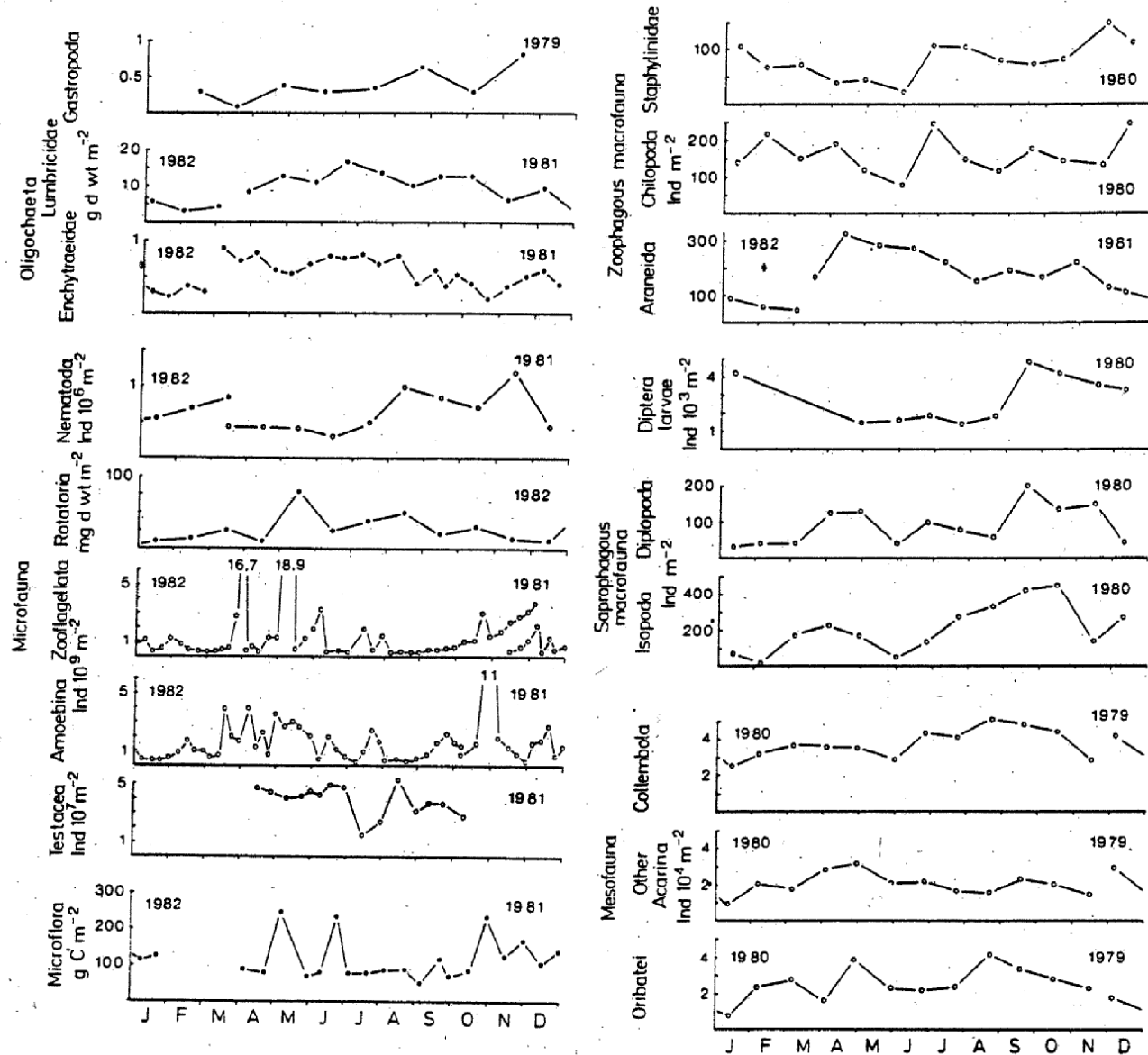


Fig. 6.5. Seasonality of soil and litter biota in a beech-wood on limestone (Göttinger Wald). Based on mostly unpublished data from K. H. Domsch and M. Vanselow (microflora), R. Meisterfeld (Protozoa), U. Heitkamp (Nematoda), A. Mellin (Enchytraeidae), V. Büttner (Rotatoria), M. Schaefer and H.G. Joger (Lumbricidae), Corsmann (1981) (Gastropoda), H.-D. Baaske (Acarina), Wolters (1983) (Collembola), T. Sprengel (Diplopoda), Hövemeyer (1984) (Diptera), T. Poser (Chilopoda), G. Stippich (Araneida), M. Schaefer (1983a) (Staphylinidae).

Edafon – půdní organismy

Mikroflora: Fotoautotrofní mikroorganismy v půdě

Patří k pionýrům při **osídlování surových půd** (skal, písčinych dun, sopečného substrátu):

- řasy (vlhká, stinná stanoviště)
- sinice (osluněná stanoviště)
- lišejníky (světlá stanoviště s nižšími srážkami)



Podílejí se na **zvětrávání mateřské horniny, tvorbě půdy**:

V křemičitých horninách se řasy (např. rodu *Pleurococcus*) a lišejníky (např. *geographicum*) usídlují v jemných puklinách, nashromážděná voda se podílí na **fyzikálním zvětrávání** mrazem.

Zvýšením koncentrace CO₂ či vylučováním organických kyselin řasami dochází k **chemickému zvětrávání** horniny (např. lišejníkové řasy rodu *Gloeocapsa* – na vápenci vytváří „krátery“).



Některé sinice váží atmosferický dusík, např. rod *Nostoc* symbioticky u některých jätrovek; volně žijící druhy fixují v rýžových polích ročně 30-50 kg N / ha.

Slouží v živém stavu za potravu fytofágům, v odumřelém stavu saprofágům.

V nejsvrchnější vrstvě půdy žijí i **rosivky (Diatomaceae)** – mohou přejít na heterotrofní obživu, schopny lokomoce.

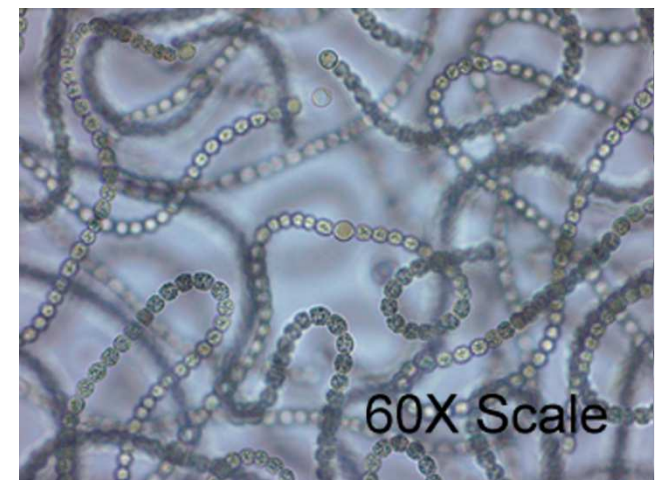
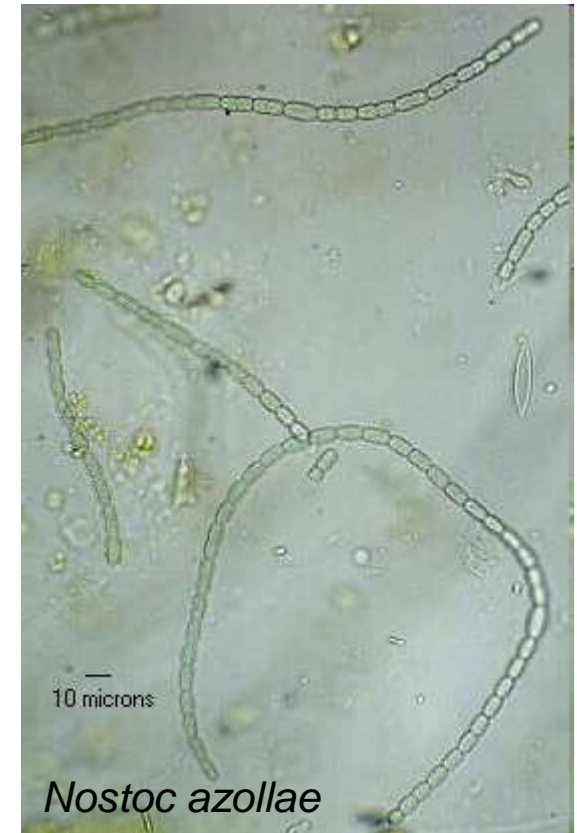


Edafon – půdní organismy

Mikroflora: Fotoautotrofní mikroorganismy v půdě



Nostoc punctiforme (toto je vodní druh)



Edafon – půdní organismy

Mikroflora: Chemoautotrofní mikroorganismy v půdě

Oxidují např. sloučeniny železa a síry

Při spotřebě organické části železohumátů se mohou podílet na vzniku ortsteinu.

Edafon – půdní organismy

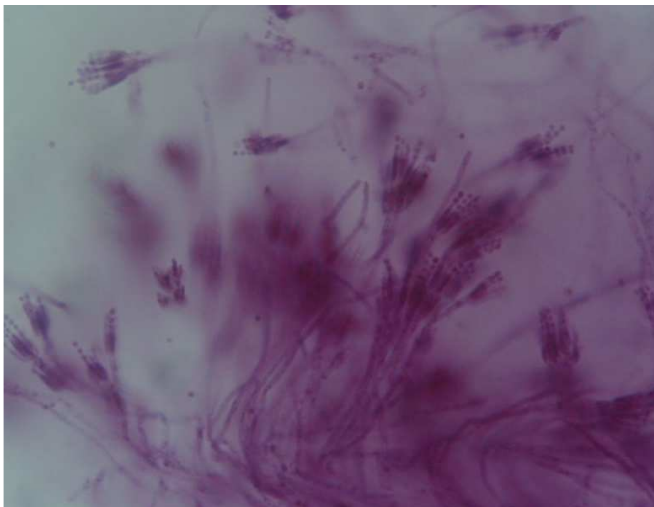
Mikroflora: Heterotrofní mikroorganismy v půdě

- houby (basidiomycety, kvasinky, plísně)
- aktinomycety
- bakterie



Houby:

- tvoří antibiotika, mnoho zástupců rodu *Penicillium* (*P. chrysogenum* tvoří penicilin)
- plísně např. rod *Mucor*
- hyfy basidiomycet
- rozklad dřeva (do značné míry nad zemí, tedy ne v půdě jako takové)
 - celulózy – „červená hniloba“, např. *Fomes marginatus*, *Stereum* spp.
 - ligninu – „bílá hniloba“, např. *Fomes fomentarius*, *Trametes versicolor*



Edafon – půdní organismy



Červená hniloba (dřevo: smrk)

U hnědé hniloby je rozkládána celulóza, zůstává hnědý lignin, typický je rozpad do kvádrů či polyedrů.

U bílé hniloby je rozkládán lignin, zůstává bílá celulóza, typická je vláknitá struktura.

U „červené hniloby“ se vlastně jedná o hnilobu bílou (rozklad ligninu), k zabarvení dochází vlivem látek vylučovaných houbou, která tuto hnilobu způsobuje (např. václavky – *Armillaria* spp.)

Edafon – půdní organismy

Mikroflora: Heterotrofní mikroorganismy v půdě

Aktinomycety:

- pseudohyfy
- tvoří antibiotika (potlačují jiné mikroorganismy – konkurenty), např. rod *Streptomyces* (antibiotika: Acinomycin, Streptomycin, Erythromycin, Neomycin, Novobiocin,...)
- rod *Frankia* – symbioticky v kořenových hlízách rostlin, vázání atmosferického dusíku! (např. u *Alnus*, *Hyppophae*, *Casuarina equisetifolia*, *Ceanothus*, *Myrica*, *Dryas*, *Elaeagnus*, *Shepherdia*)



Edafon – půdní organismy

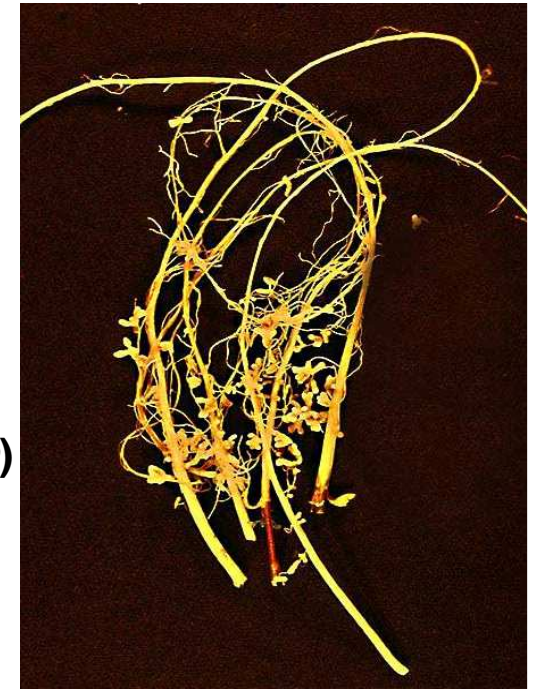
Mikroflora: Heterotrofní mikroorganismy v půdě

Bakterie (a jejich podíl na koloběhu dusíku):

- některé jsou schopny vázat atmosferický molekulární dusík
 - volně žijící / symbiotické
 - aerobní / anaerobní
- ostatní přijímají vázaný dusík
 - se spórami: anaerobní / aerobní (*Bacillus*, *Clostridium*)
 - bez spór: tyčinky či koky

Přísun N do půdy činností bakterií:

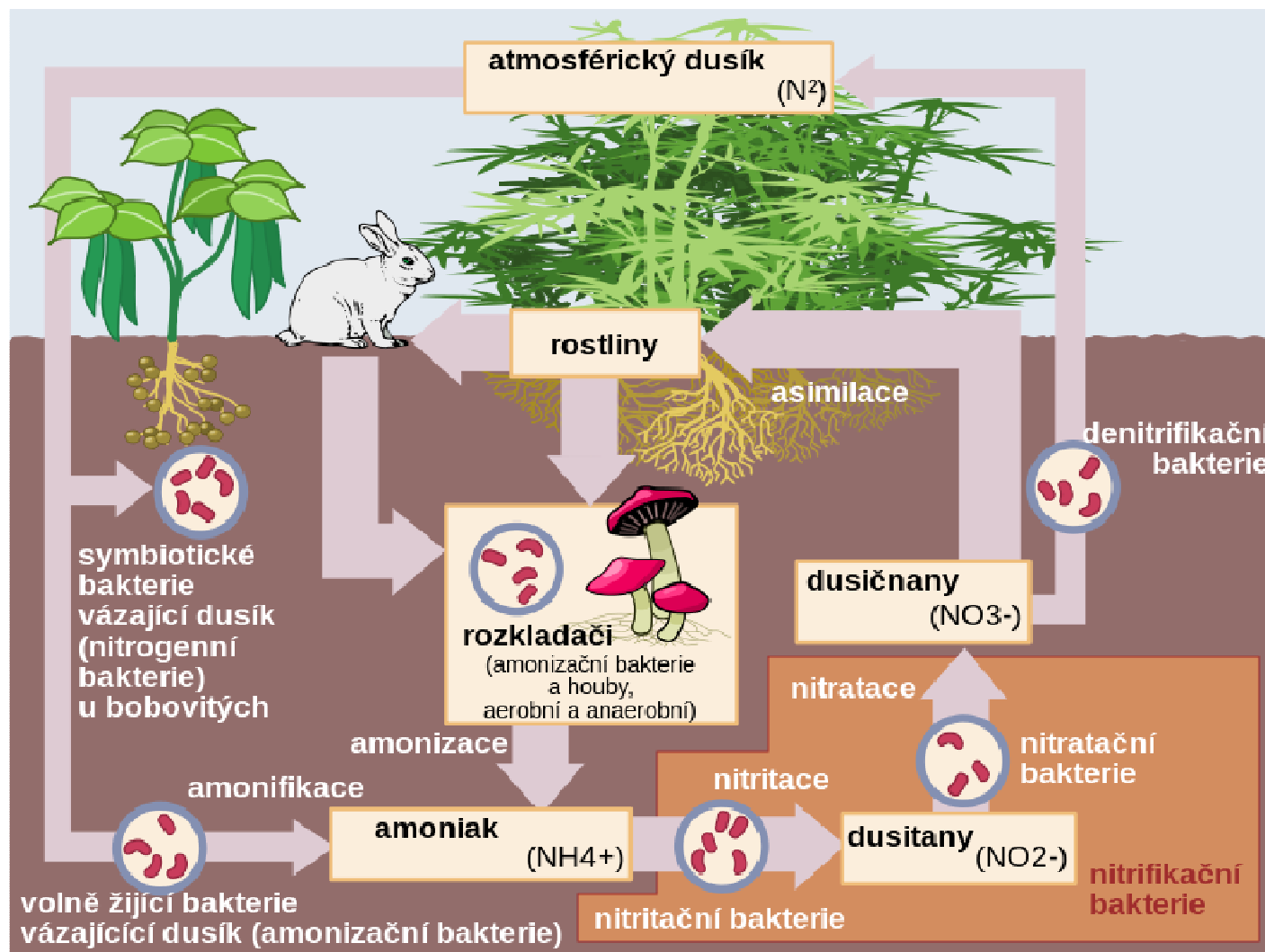
- symbiotické bakterie (*Rhizobium*; striktně aerobní) u bobovitých: 100-300 kg N / (ha x a); (prvotně se 95 % dostává jako NH_4^+ do cytoplasmy hostitelské (rostlinné) buňky)
- volně žijící: 1-3 kg N / (ha x a),
 - *Azotobacter* spp. (striktně aerobní; obzvláště efektivní fixace N), např. *A. chroococcum*
 - *A. paspali* roste na povrchu kořínků trávy *Paspalum notatum*, *A. lipoferum* v rhizosféře *Digitaria decumbens*.
 - *Clostridium*
 - *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus polymyxa* (fakultativně anaerobní)
 - *Xanthobacter autotrophicus*, *Alcanigenes latus* (autotrofní druhy!)
 - a další



Edafon – půdní organismy

Mikroflora: Bakterie a jejich podíl na koloběhu dusíku: nitrifikace / denitrifikace

Koloběh dusíku v terestrickém ekosystému



Zdroj: Wikimedia Commons, autor Johann Dréo, český překlad Michal Maňas

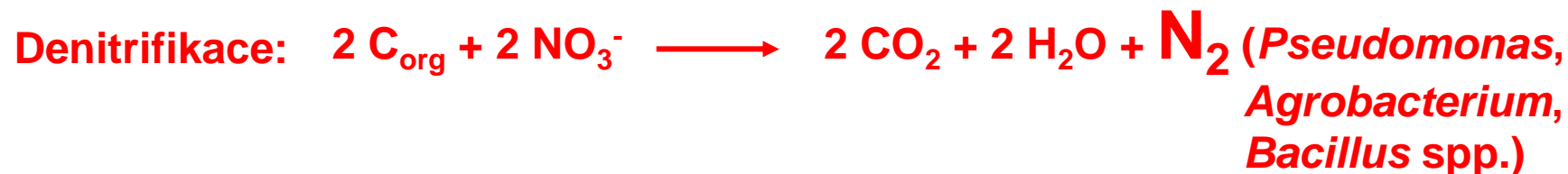
Edafon – půdní organismy

Mikroflora: Bakterie a jejich podíl na koloběhu dusíku: nitrifikace / denitrifikace

- Při rozkladu organické hmoty vzniká amonium.
- V dobře provzdušněných půdách dochází k nitrifikaci amonia:



- rostliny přijímají N jako amonium i jako dusičnan (nitrat).
- v anaerobních podmínkách dochází k denitrifikaci (uvolnění molekulárního dusíku do atmosféry), zúčastněné bakterie přitom využívají NO_3^- jako zdroj kyslíku, dýchají tedy NO_3^- místo O_2 :



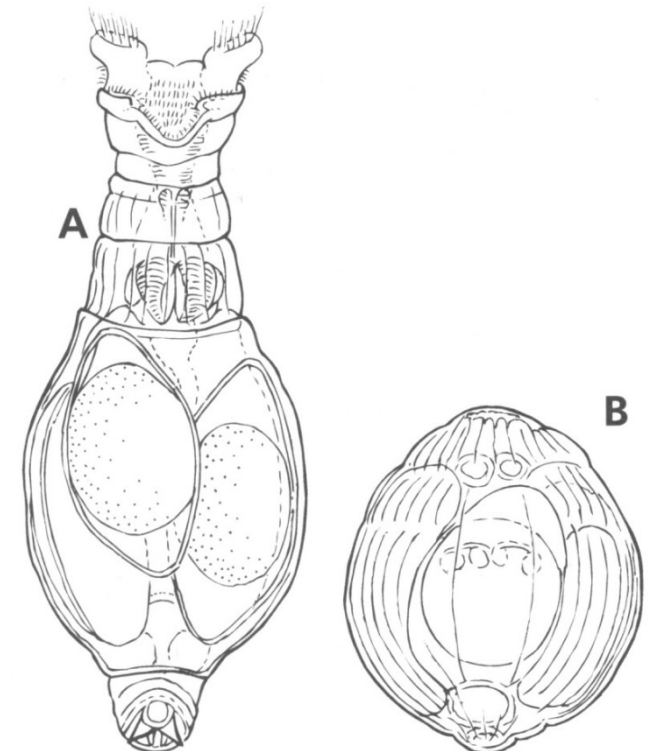
Edafon – půdní organismy

Mikrofauna

Rotifera - vířníci

Bdelloidea – pijavenky (převážně)

- v půdě, také na meších či lišejnících
- mnohé sladkovodní druhy
- výrazná **schopnost anabiózy** (životní prostředí!)
- pouze parthenogenetické samice
- cylindrické, teleskopicky stažitelné tělo („pijavkovitý“ pohyb - jméno!)



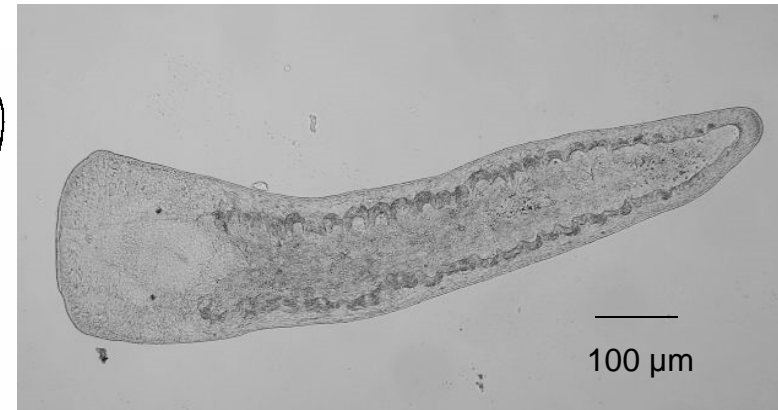
Macrotrachela quadricornifera
(Bdelloidea): A - samice s vajíčky
a rozvinutým vířivým orgánem;
B - jedinec v anabióze

Edafon – půdní organismy

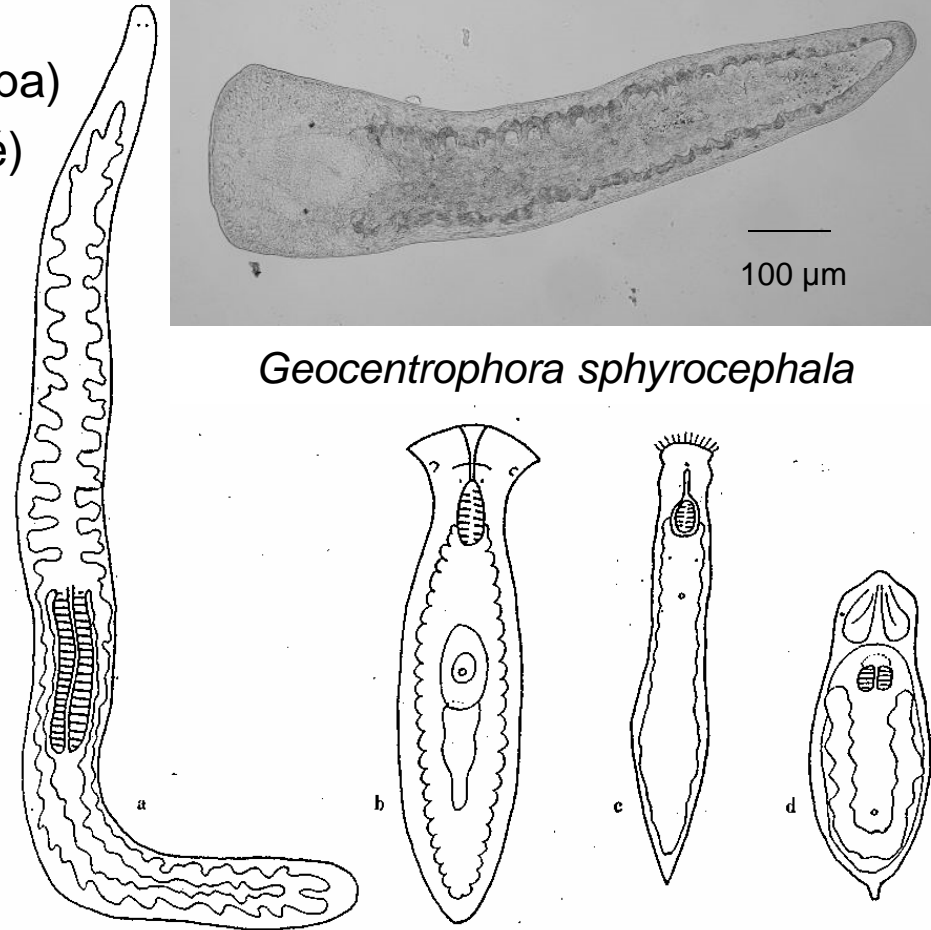
Mikrofauna

„Mikroturbelárie“, volně žijící ploštěnci: např. Lecitoepteliata

- v půdě, vázané na půdní vodu
- nejčastěji v hlubších vrstvách listového opadu vlhkých půd listnatých lesů (Evropa)
- mnohé sladkovodní druhy (zpravidla jiné)
- ve vlhkých, avšak nikoliv trvale zamokřených půdách
- při zátopě či suchu encystace



Geocentrophora sphyrocephala



Drobné ploštěnky ve středoevropských půdách:

- *Rhynchodemus humicola* (2,8-3,6 mm)
- *Geocentrophora sphyrocephala* (0,6-3 mm)
- *Carcharodopharynx arcanus* (0,8-1,3 mm)
- *Bockia deses* (1 mm)

Edafon – půdní organismy

Mikrofauna

„Mikroturbelárie“, volně žijící ploštěnci: např. Lecitoepteliata



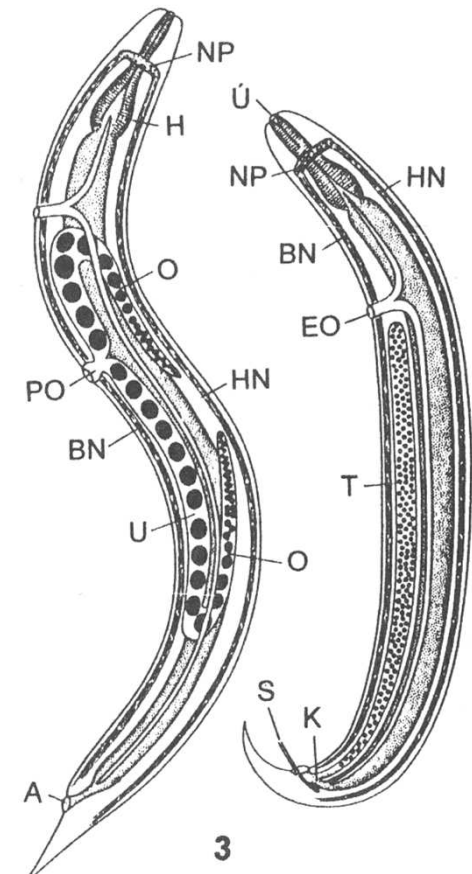
Geocentrophora sp.

Edafon – půdní organismy

Mikrofauna

Nematoda – hlístice

- z živočichů dosahují největší populační hustoty (až 20 milionů jedinců / m² lesní či luční půdy)
- volně v půdě, také ekto- a endoparasiti rostlin a živočichů

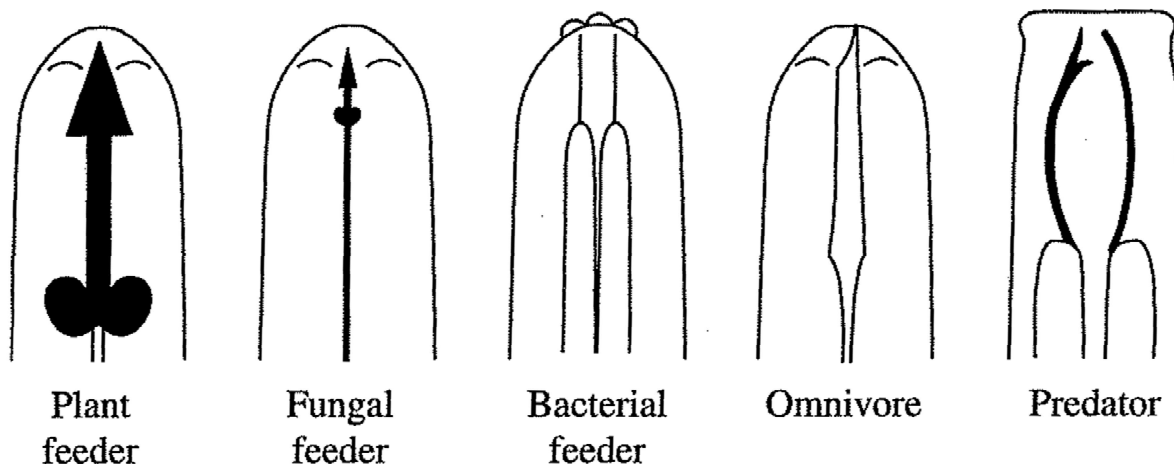


Schema stavby těla samice (vlevo) a samce (vpravo) hlístice:

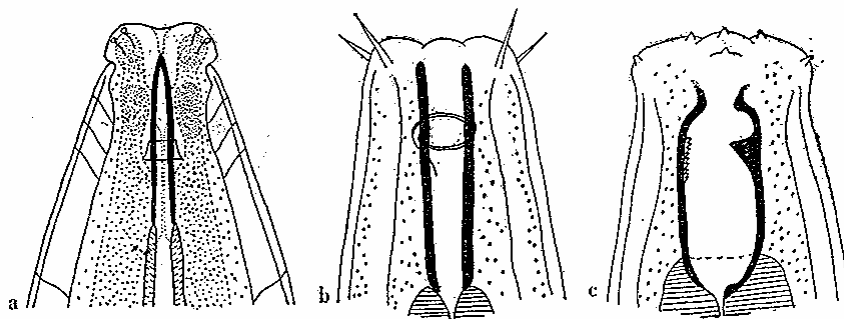
A - anus; BN - břišní nervový provazec; EO - exkreční otvor;
H - hltnan; HN - hřbetní nervový provazec; K - kloaka;
NP - nervový prstenec; O - ovarium; PO - pohlavní otvor;
S - spikuly; T - testes; U - uterus; Ú - ústa

Edafon – půdní organismy

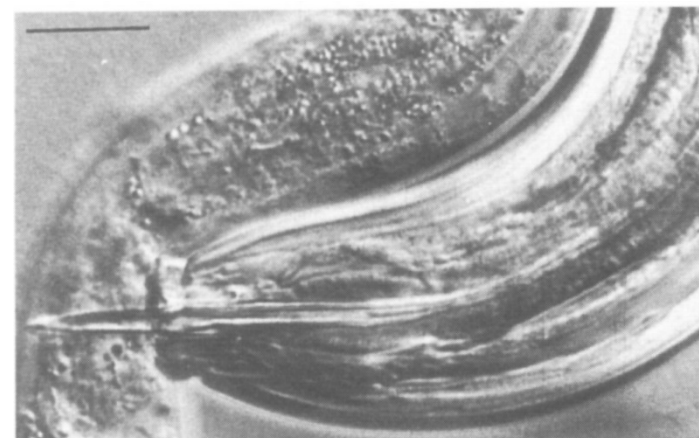
Nematoda – hlístice



Schematic diagram of mouthparts of nematode feeding groups most commonly found in soil. (Redrawn from Bardgett and Griffith 1997.)



a – *Dorylaimus stagnalis* s vysouvacím bodcem (tekutá potrava); b – *Rhabditis* sp. s hladkou výstélkou ústní dutiny (celé mikroorganismy); c – *Monochamus muscorum* s velkým hřbetním zubem a ventrální deskou (loví mikrofaunu)



Dravá hlístice z řádu Dorylaimida (*Labronema* sp.) napadá jinou hlístici (měřítko 20 μ m)

Edafon – půdní organismy

Mikrofauna

Nematoda – hlístice: Rhabditida

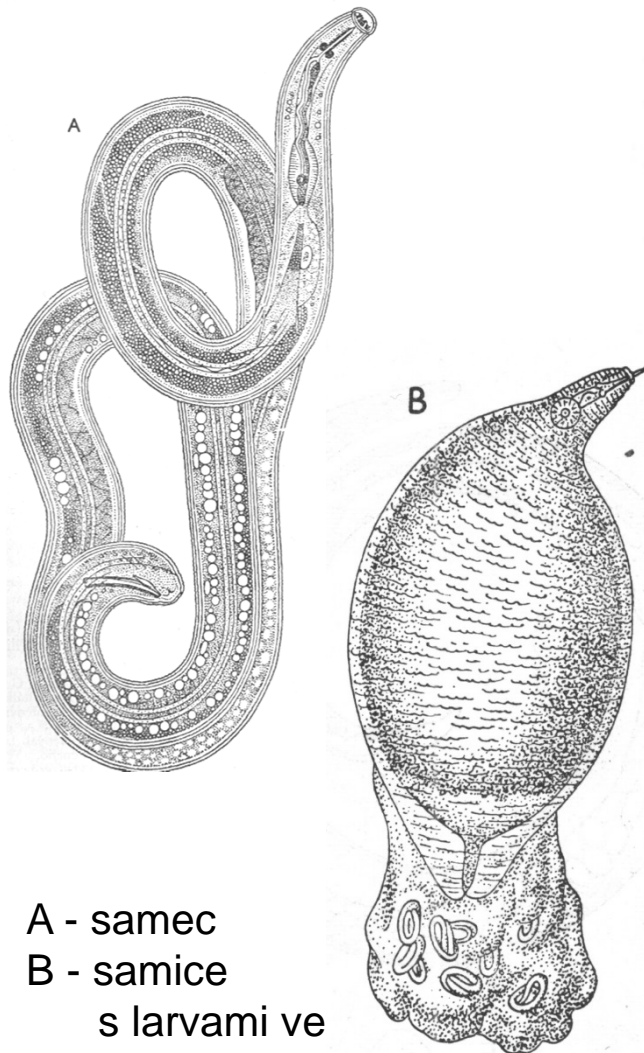


Hlístice rodu *Phasmarhabditis* požírají žížalu

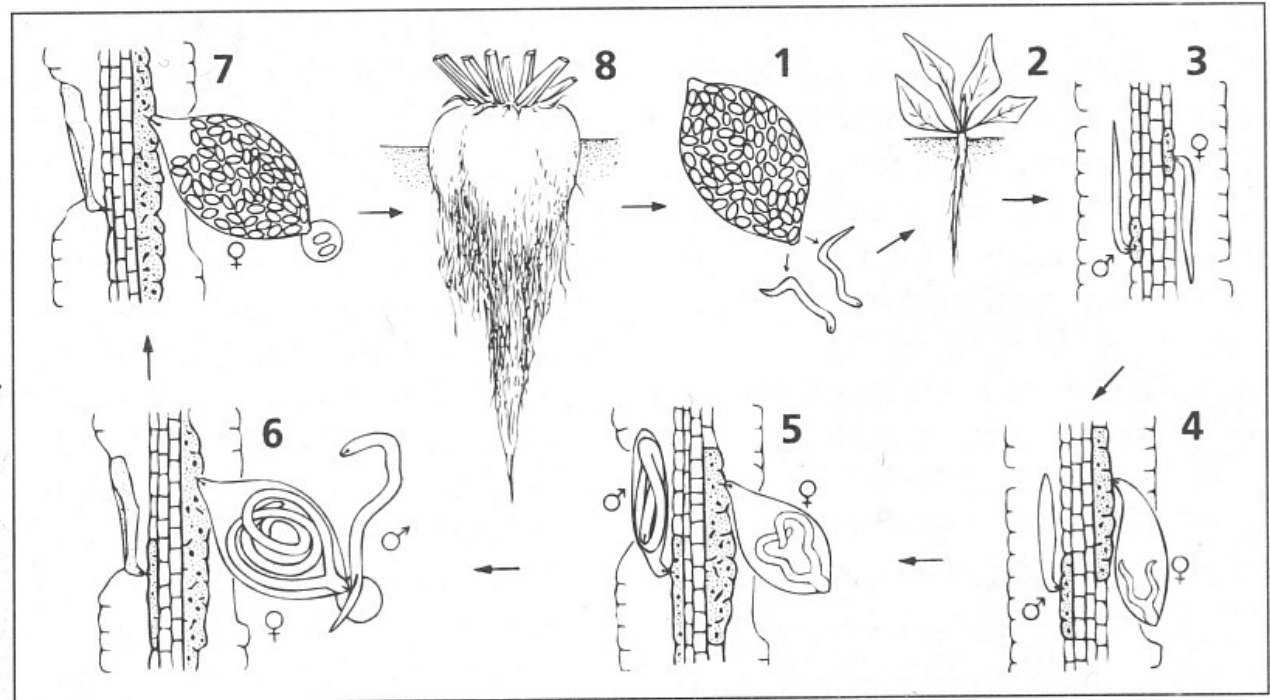
Edafon – půdní organismy

Mikrofauna

Nematoda – hlístice: Tylenchida - háďátka



A - samec
B - samice
s larvami ve
vyloučeném hlenu



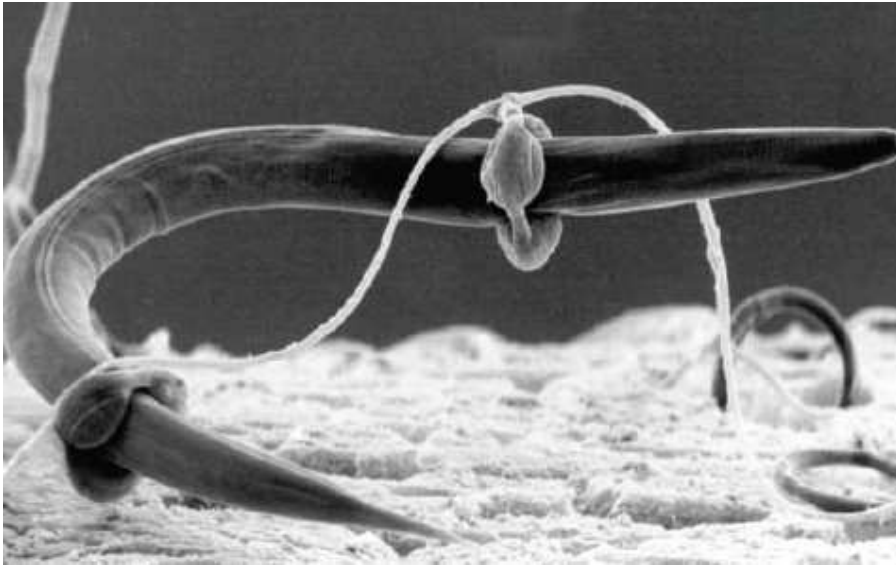
Heterodera schachtii - háďátko řepné: parazituje na merlíkovitých a brukvovitých rostlinách.

Životní cyklus: 1) 2. juv. stádia opouštějí cystu, 2) napadají kořinky mladé rostliny, 3) obě pohlaví sají na kořincích, 4-5) samice i samec dozrávají, 6) samec se uvolňuje, oplodňuje samici, 7) samice produkuje vajíčka, umírá, 8) chřadnoucí řepa vytváří nadměrné množství kořinků.

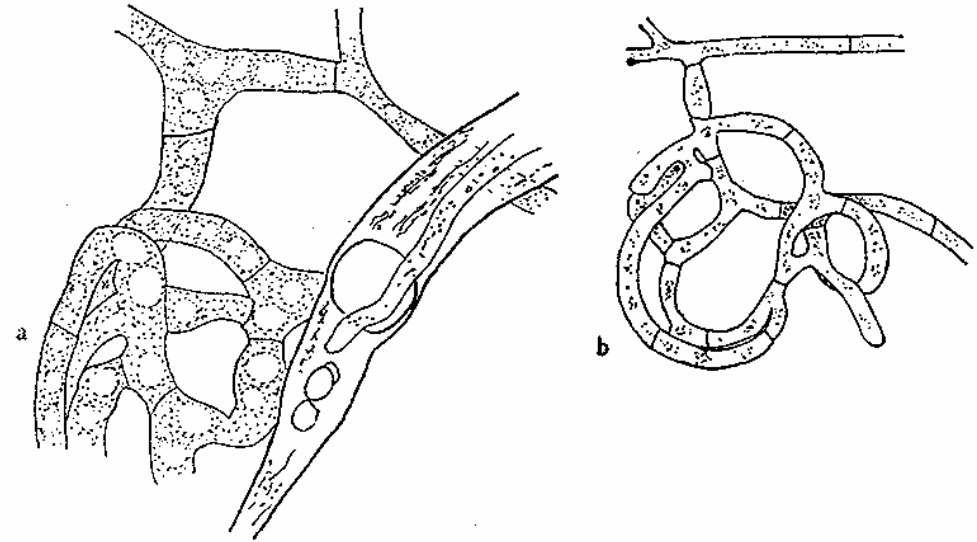
Edafon – půdní organismy

Mikrofauna

Nematoda - hlístice



Dravá půdní houba *Drechlerella anchonia* ulovila hlístici

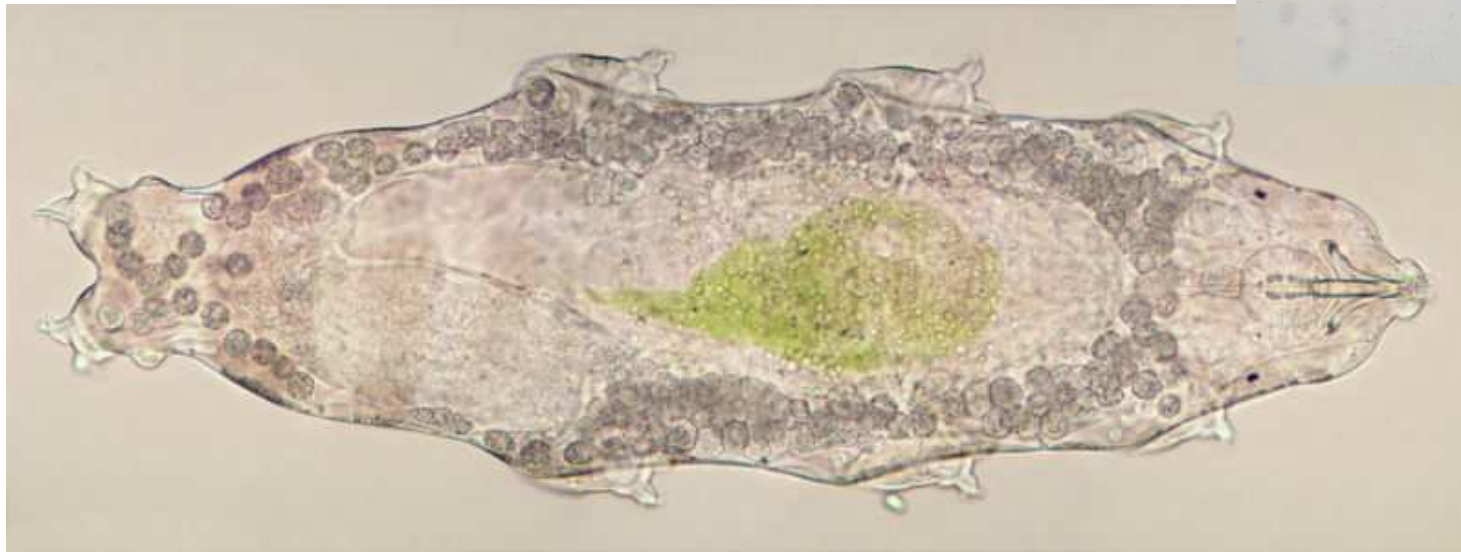


Půdní houba *Arthrobothris robusta*, která loví hlístice: a – chycená hlístice, hýfa pronikla do jejího těla; b – houba vytváří trojrozměrnou síť, která slouží lovu hlístic

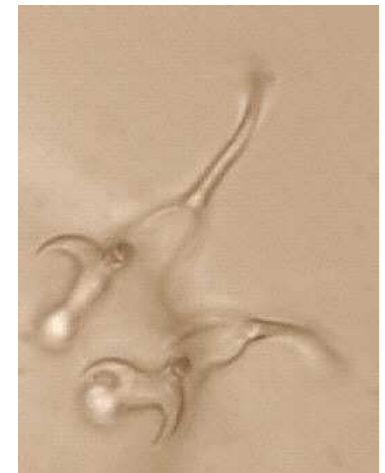
Edafon – půdní organismy

Mikrofauna

Tardigrada - želvušky



Macrobotus hufelandi



Koncové drápky na končetinách (*M. tardigradi*)



příklad vajíčka



Milnesium tardigradi

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Copepoda: Harpacticoida - plazivky

Půdní druhy např. ve vlhkém opadu listnatých lesů, další druhy v podzemní vodě.



Edafon – půdní organismy

Mesofauna

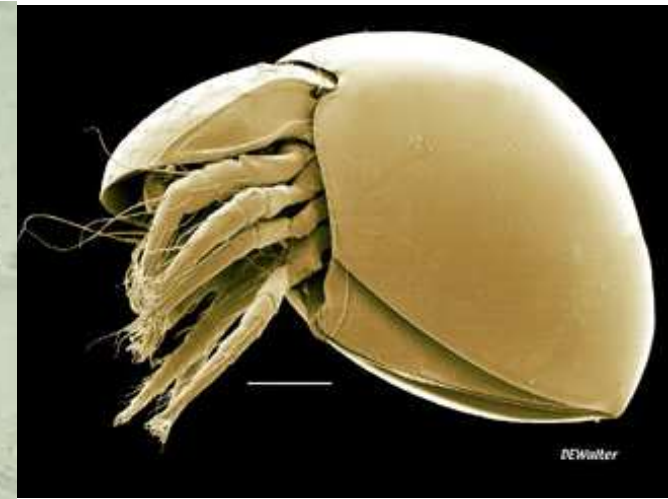
Acari - roztoči

cca 35 000 druhů popsáno
(odhad: 100 000 recentních druhů)

Prostigmata = Trombidio-
formes – sametkovci
predátoři, paraziti

Mesostigmata = Gamasida
– čmelíkovci
predátoři, paraziti

Cryptostigmata = Oribatida
– pancířníci
saprofágové



Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Acari - roztoči

Prostigmata = Trombidioformes – sametkovci

predátoři, paraziti



Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Acari - roztoči

Mesostigmata = Gamasida – čmelíkovci

zoofágové (predátoři), fyto(sapro)fágové, paraziti

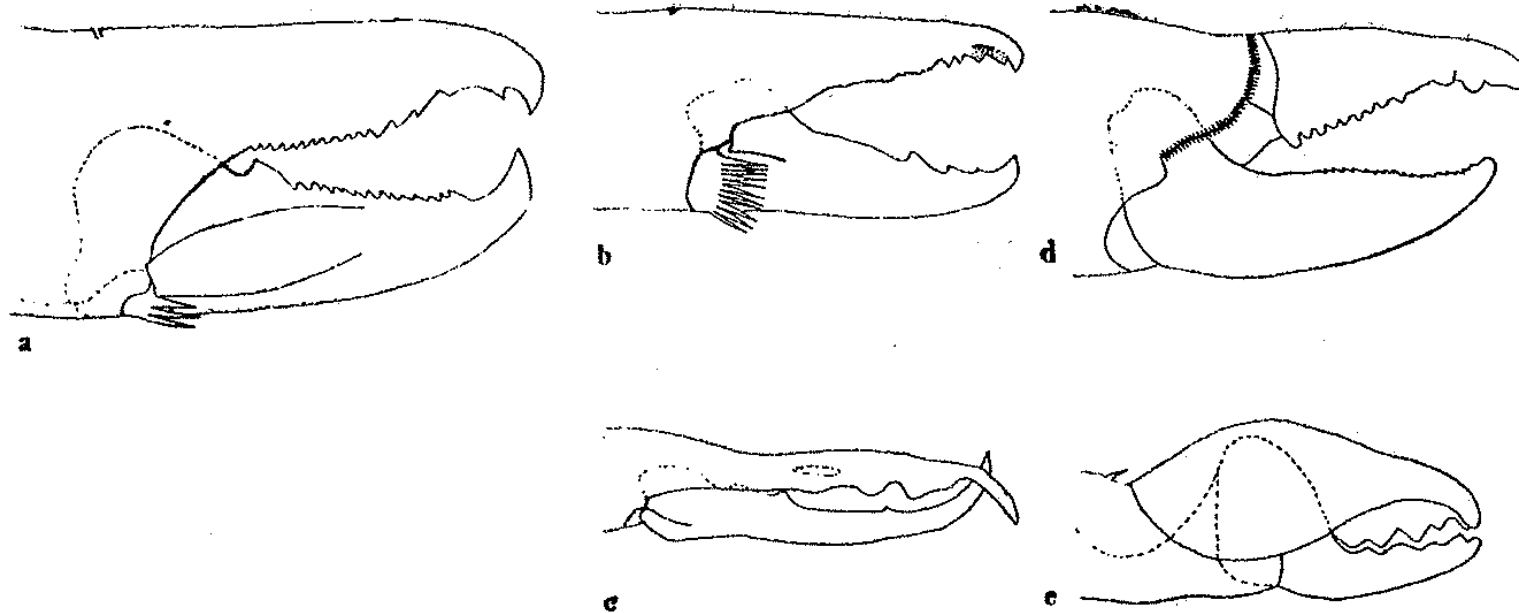


Edafon – půdní organismy



Mesofauna

Acari - roztoči



Typy chelicer u mesostigmátních roztočů: a-c zoofágové, d-e fyto(sapro)fágové;

a – *Dendorlaelaps hexaspinosus* – loví větší larvy hmyzu, řezací zoubky

b – *Parasitus creapelini* – loví roztoče a larvy hmyzu, trhací zuby

c – *Vergaia verva* – pinzetovité chelicery s ostrými apikálními háky k zachycení chvostoskoků

d – *Liroaspis togatus* – silné chelicery s rašplovitými zoubky k žvýkání odumřelých rostlinných pletiv

e – *Pseudouropoda ovalis* – louskáčkovité chelicery k drcení rostlinných spór

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Acari - roztoči

Cryptostigmata = Oribatida – pancířníci

fyto(sapro)fágové



Euedafičtí zástupci pancířníků:

Quadropia monstruosa (vlevo), zastupce čeledi Brachychthoniidae (uprostřed), *Scutobelbella* sp. (vpravo)



Hermanniella granulata



Nothrus truncatus

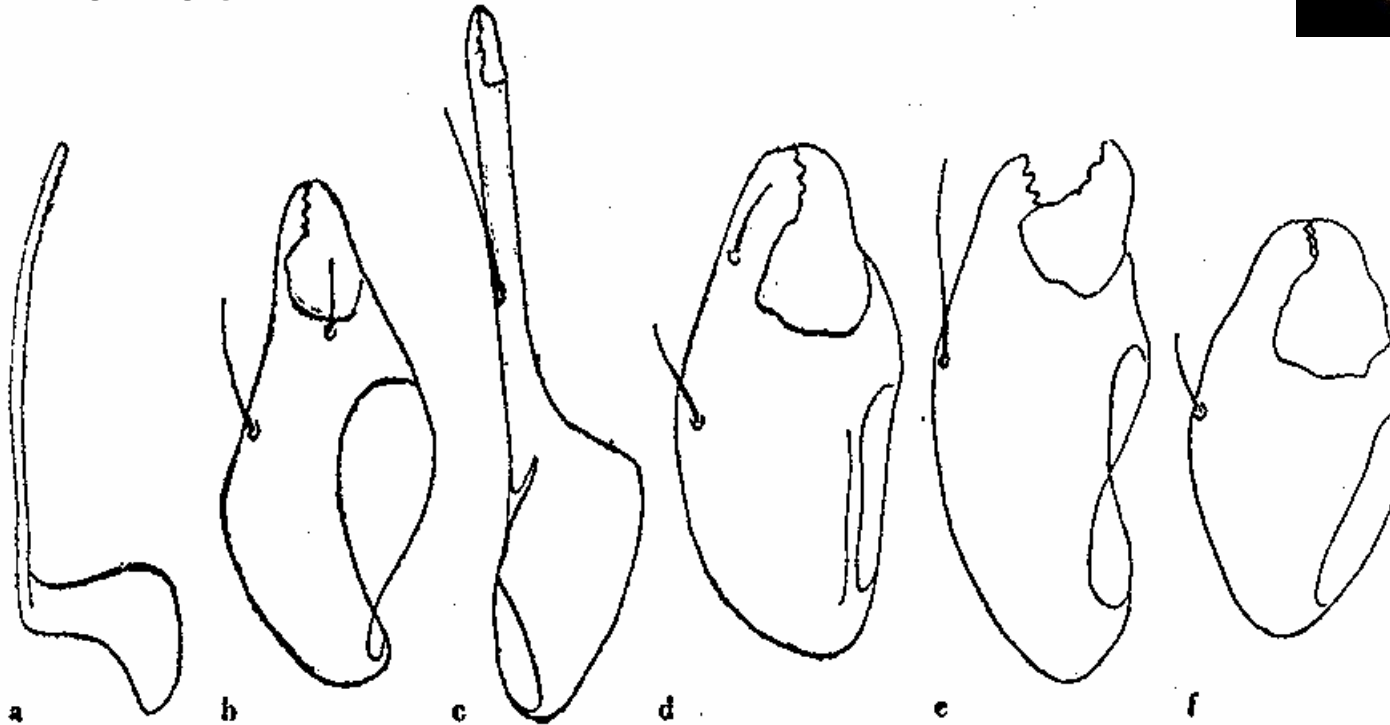


Gymnodamaeus bicostatus

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

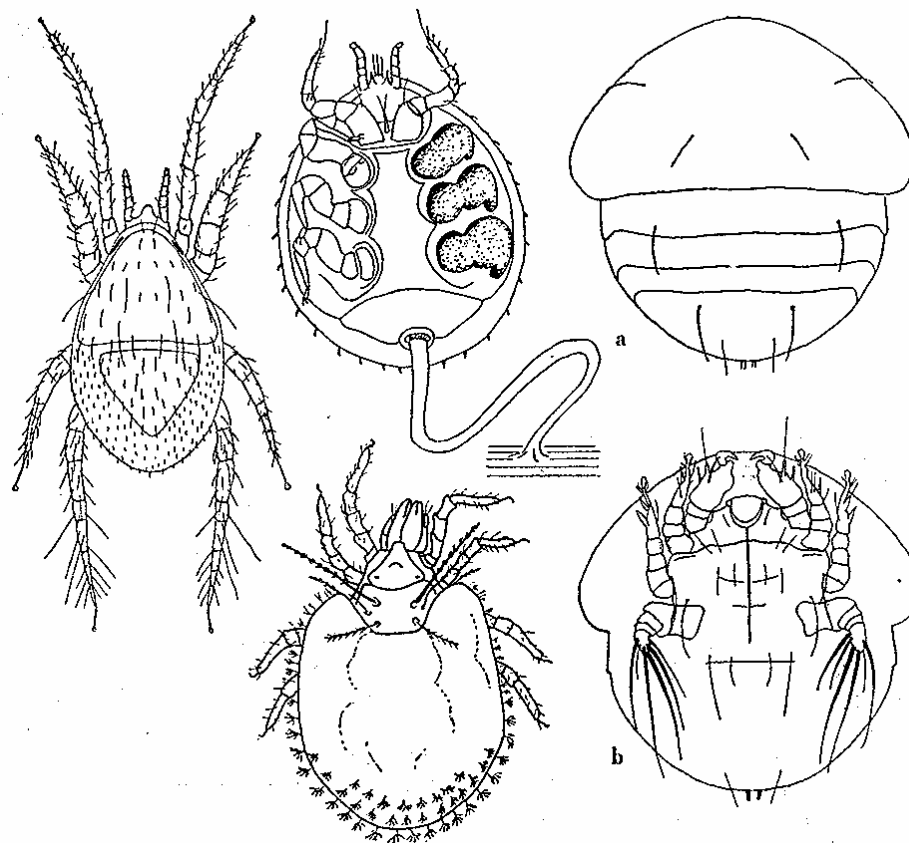
Acari - roztoči



Tvar chelicer u různých trofických skupin pancířníků (Oribatida):

- a) mikrofytofágní, b) mikrofytofágní, c) nesespecializované,
- d) nesespecializované, e) makrofytofágní, f) makrofytofágní

Edafon – půdní organismy



Vlevo: Deutonymfa roztoče savenky broučí (*Parasitus coleoptratorum*, Mesostigmata), která se přichycuje na chrobáky (délka cca 1 mm).

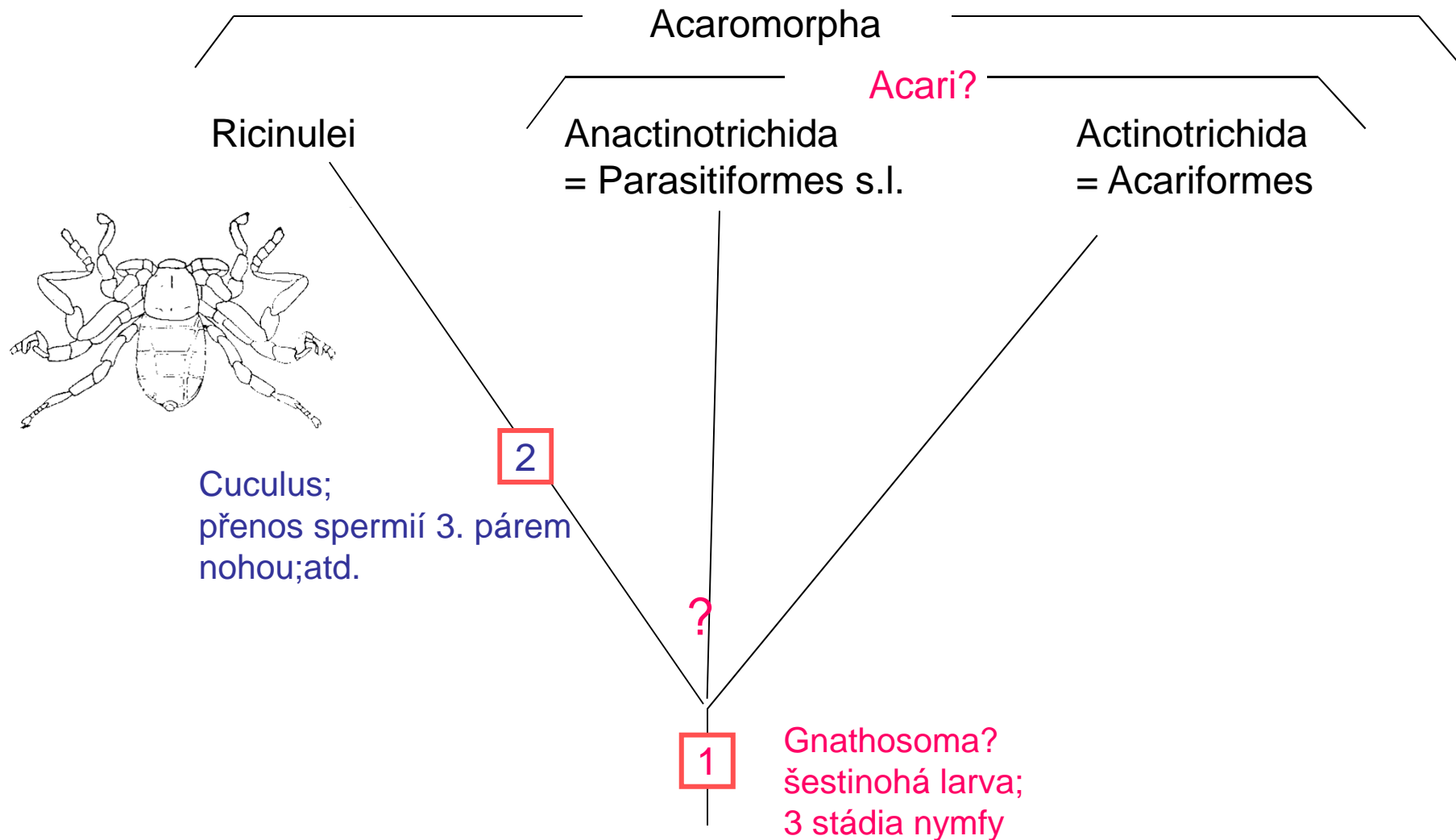
Uprostřed nahoře: Deutonymfa roztoče *Cilliba* sp. (Mesostigmata: Uropodina), která se přichycuje na brouky pomocí elastické stopky (délka cca 0,7 mm, nohy na pravo odstraněny, aby byly vidět nožní jamky).

Uprostřed dole: *Nanorchestes arboriger* (Prostigmata) žije v listovém opadu a půdě (délka cca 0,2 mm)

Vpravo: *Scutacarus femoris* (Prostigmata), parazit čmeláků; samice z dorsálního (a) a ventrálního (b) pohledu (délka 0,25)

Edafon – půdní organismy

Gnathosoma (pohyblivá přední část těla nesoucí chelicery, ústní pysky, resp. chobotek, a pedipalpy) je často chápáno jako autapomorfie roztočů (Acari), avšak v současnosti bývá takto často interpretována i přední část těla taxonu Ricinulei; přičemž se Acari jeví jako parafyletičtí.

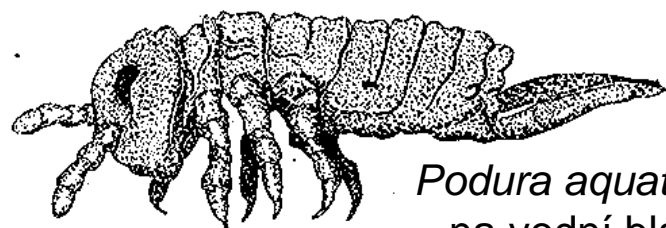


Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Collembola – chvostoskoci

Poduromorfní Collembola:



Podura aquatica (1,2 mm)
– na vodní blance

a



Hypogastrura viatica
(1,6 mm) – hemiedafický

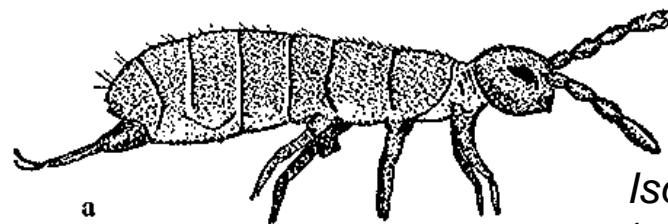
b



Willemia anophthalma
(0,6 mm, slepý) - euedafický

c

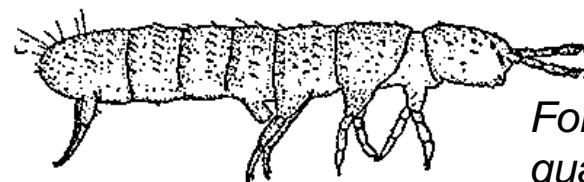
Isotomidní Collembola:



Isotoma viridis
(4,0 mm)

→ hemiedafický

a



Folsomia quadrioculata
(1,9 mm) – přechod
k euedafickému typu

b



Isotomodes productus
(0,7 mm)
– euedafický

c

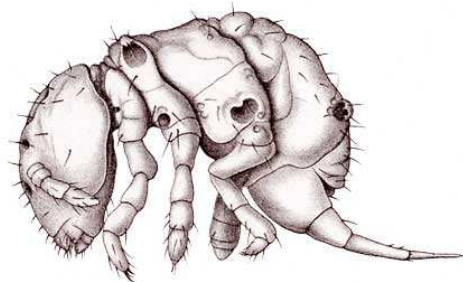
Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Collembola – chvostoskoci



Protaphorura firmata – euedafický (2,5 mm, slepý, nepigmentovaný) a *Proisotoma minuta* (1,3 mm)



Neelus minimus (Sminthuridae) – euedafický (0,35 mm)



Isotomurus palustris – epigeický

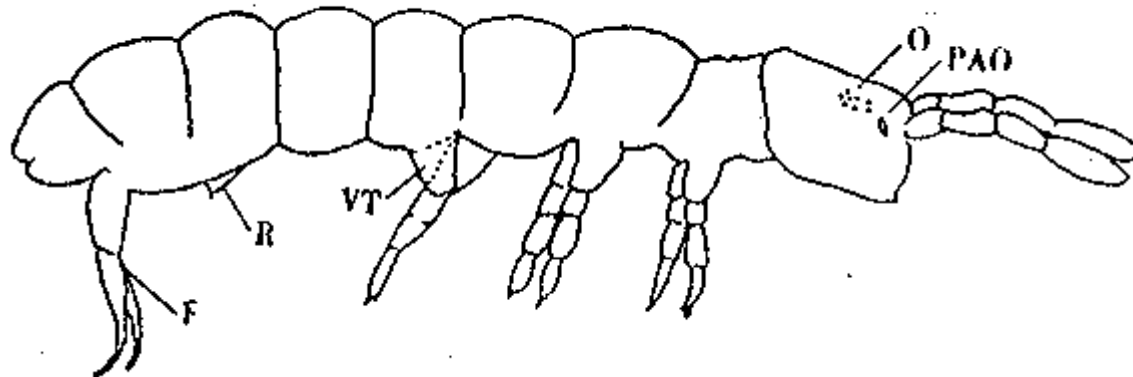


Isotoma viridis – hemiedafický (4 mm)

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Collembola – chvostokoci



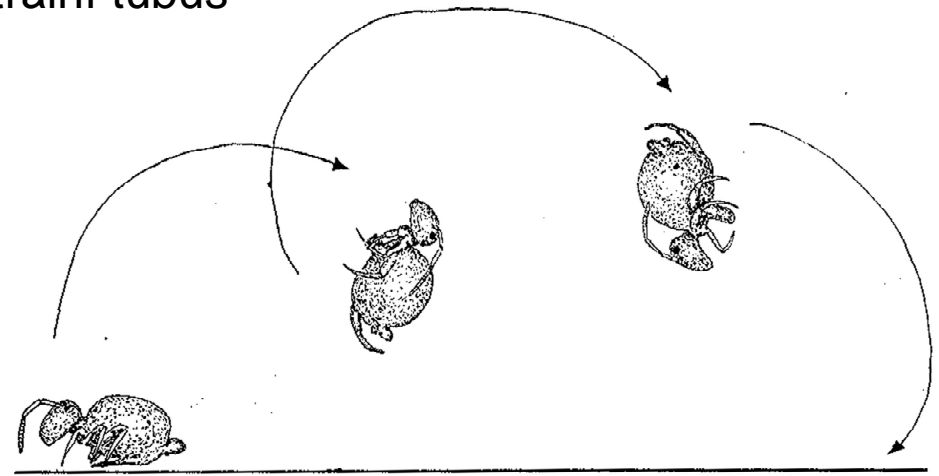
Morfologie chvostokoka (Collembola: Isotomidae):

PAO – postantenální orgán, O – jednotlivé oči,

F – furca, R – retinaculum, VT – ventrální tubus



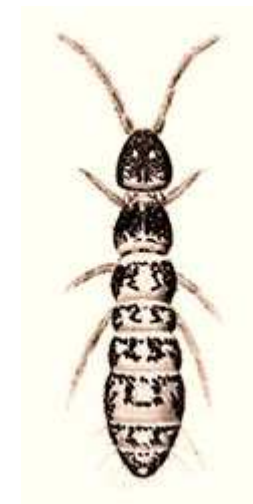
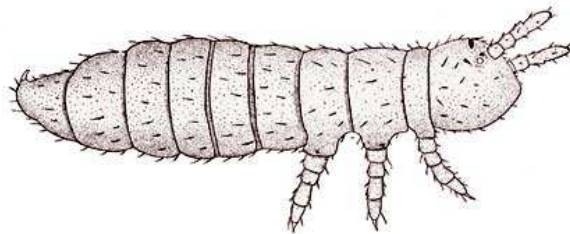
Sminthurus sp. (Sminthuridae)



Edafon – půdní organismy

Mesofauna

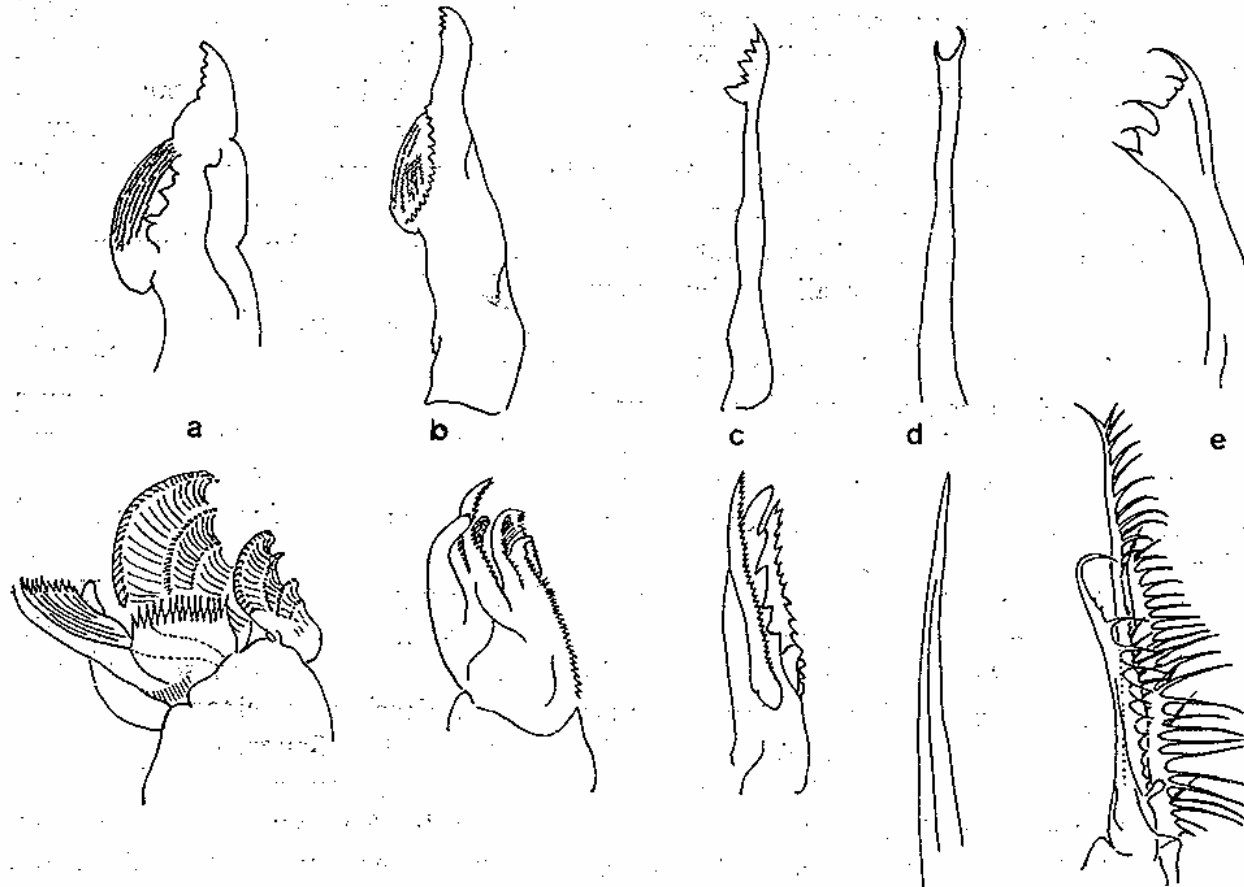
Collembola – chvostoskoci



Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Collembola – chvostoskoci

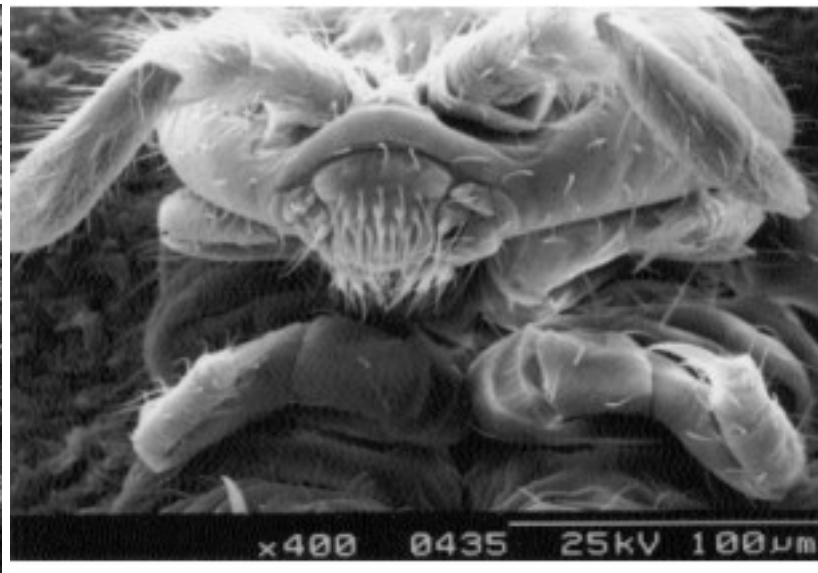


Ústní orgány chvostoskoků: horní řada mandibulae, spodní řada maxillae;
a) žvýkácí, tvrdá potrava; b) žvýkácí, měkká potrava; c) sací - řezací;
d) sací - bodné; e) sací – stírací (kartáček)

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

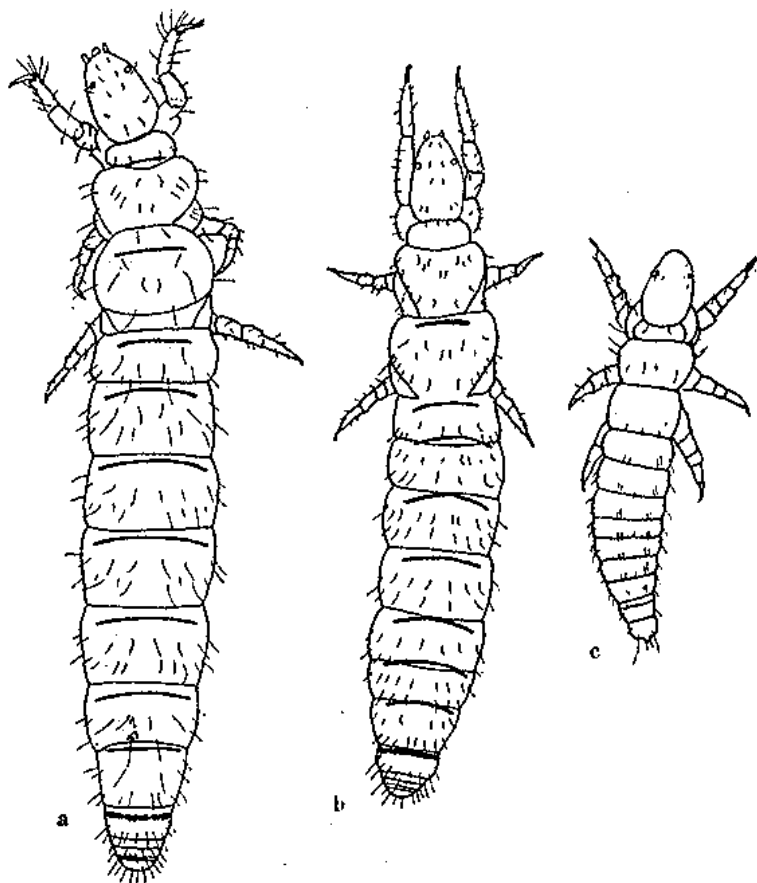
Collembola – chvostoskoci



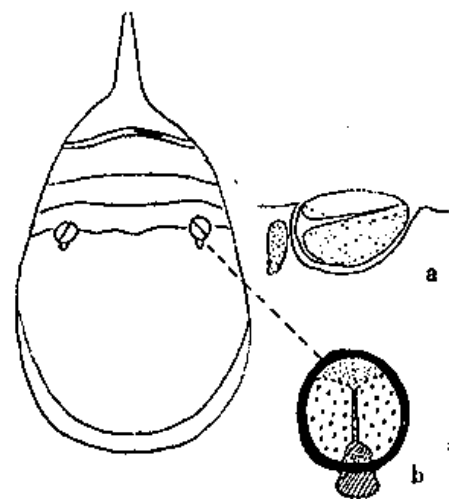
Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Protura – hmyzenky



Vývojová stádia druhu *Acerella danica*:
a) imago (samice, 1,1 mm), b) praeimago (0,8 mm), c) praelarva (0,4 mm).

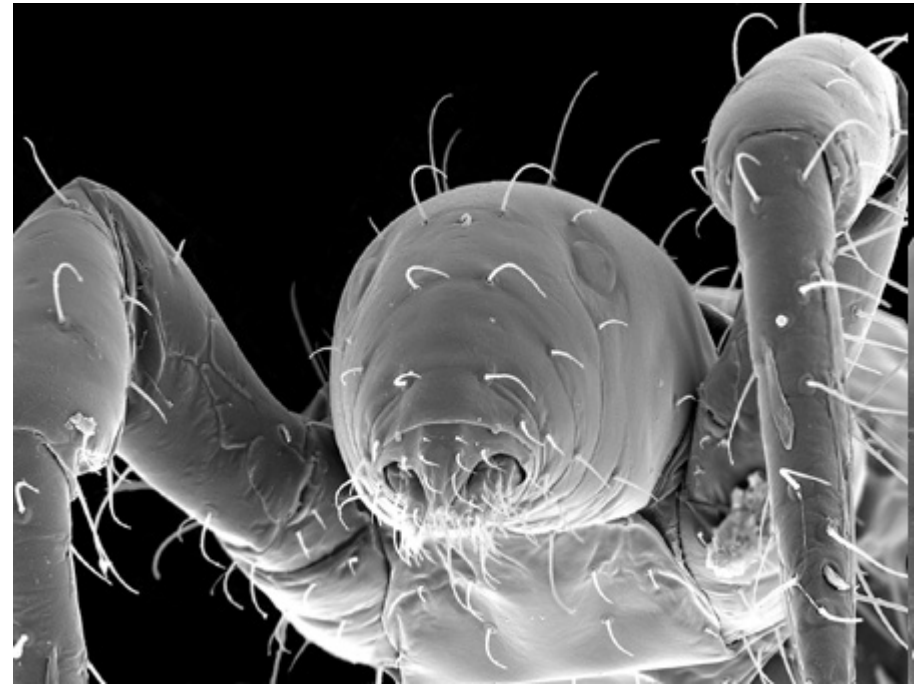


Hlava u *Acerentomon* sp.
s párem pseudoculů;
a) řez napříč pseudoculem
b) dorsální pohled na pseudoculus

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Protura – hmyzenky



Hlava u *Acerentomon* sp.

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Diplura – vidličnatky



Zdroj: Michel Vuijlsteke, Wikimedia Commons

Campodea staphylinus

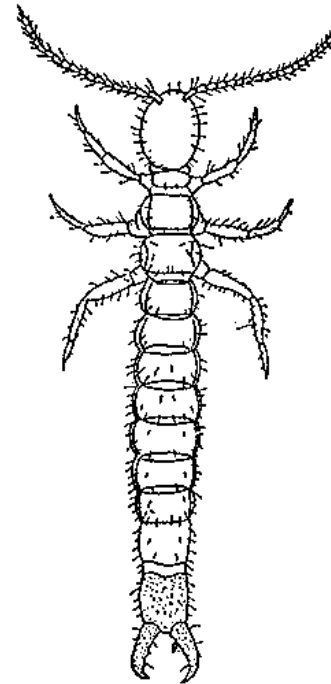
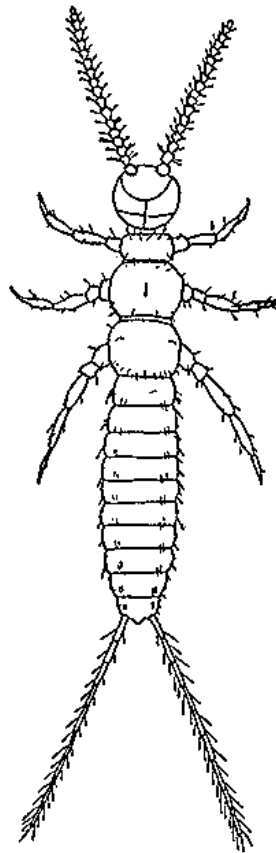


Foto: Marshal Hedin

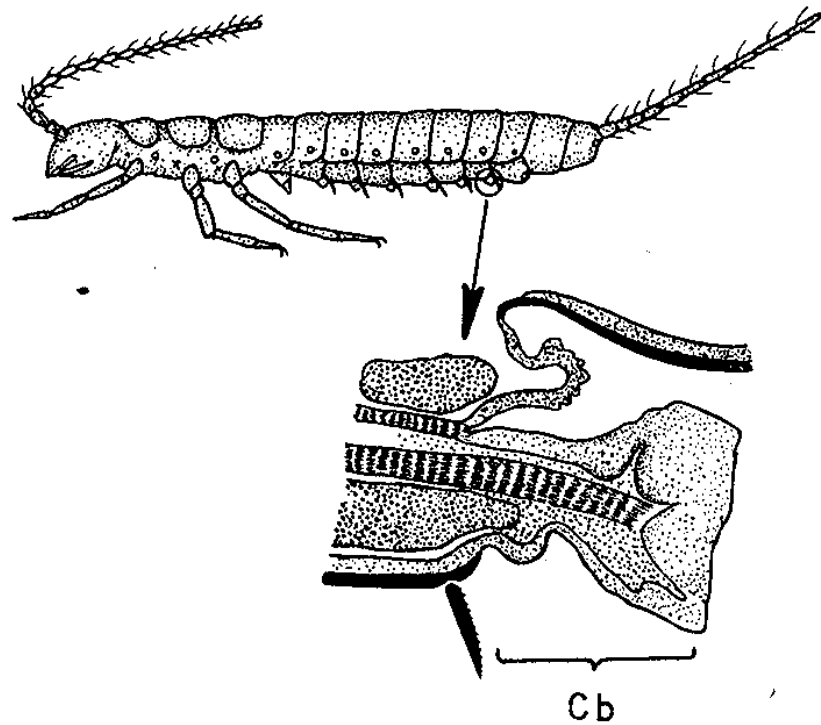
Campodeina - štětinky

Japygina - škvorovky

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Diplura – vidličnatky



Vychlípené kyčelní váčky (Cb) slouží přijímání vody z povrchu



Edafon – půdní organismy

Meso - makrofauna

Archeognatha – chvostnatky

- tělo většinou 10-15 mm dlouhé (max. 23 mm)
- aktivní hlavně v noci
- ve stř. Evropě hojně pouze v teplých oblastech, ve vysokých horách a na mořském pobřeží
- pouze volná vazba na půdní prostředí: většinou v kamenných sutích, v teplejších oblastech i v lesích na kůře stromů
- fyto- (řasy, lišejníky) a saprofágní (odumřelá fytomasa), vzácně zoofágové
- mohou mít význam při rozkladu a tvorbě humusu na surových, kamenitých půdách

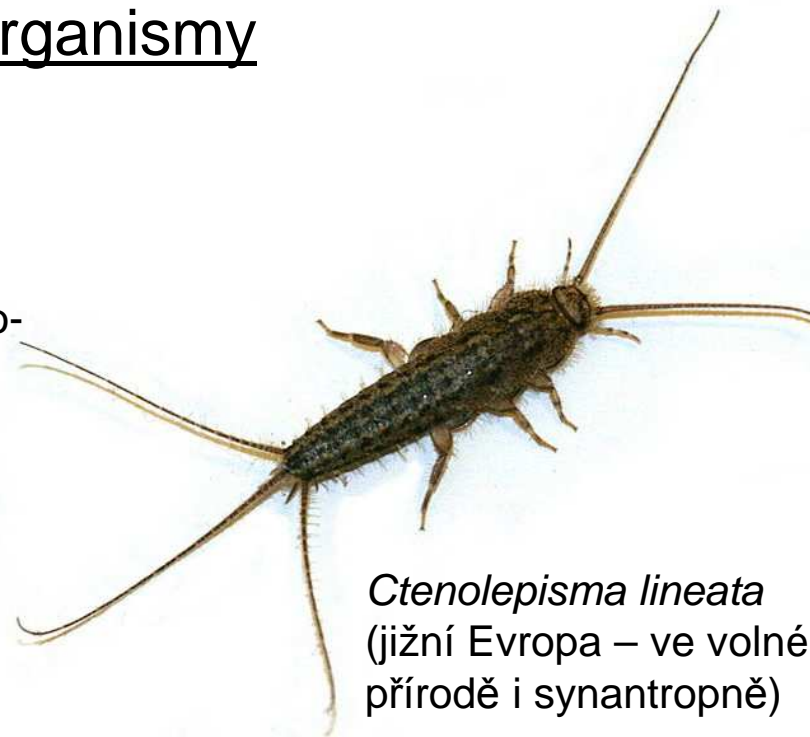


Edafon – půdní organismy

Meso - makrofauna

Zygentoma – rybenky

- ve střední Evropě ve volné přírodě, avšak myrmekofilně, pouze rybenka mravenčí (*Atelura formicaria*), obdobně na Balkáně (*A. montana*) a na Iberském poloostrově (*A. valenciana* a *Proatelurina pseudolepisma*)
- v Mediteránu žijí některé druhy volně podobně jako chvostnatky



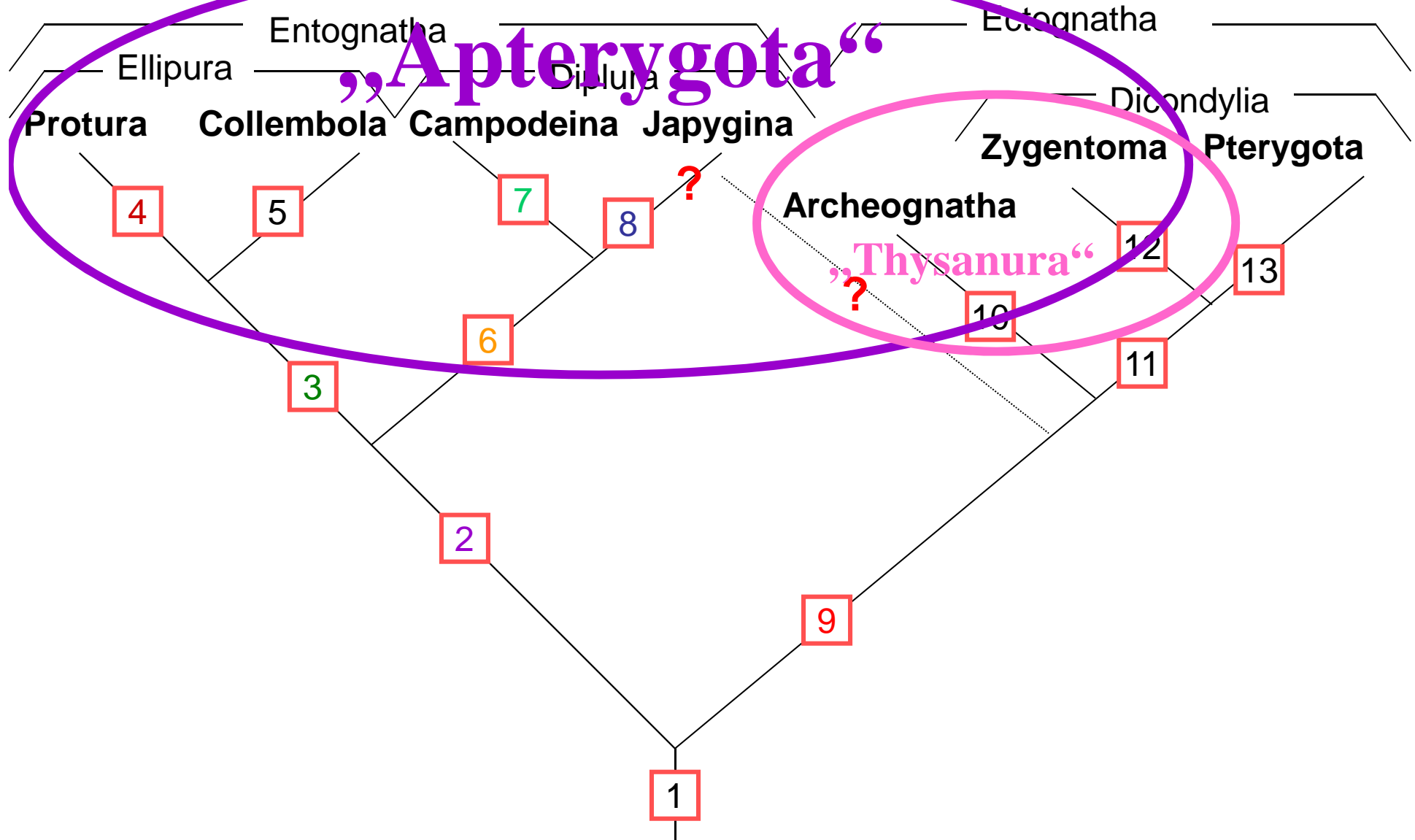
Ctenolepisma lineata
(jižní Evropa – ve volné přírodě i synantropně)



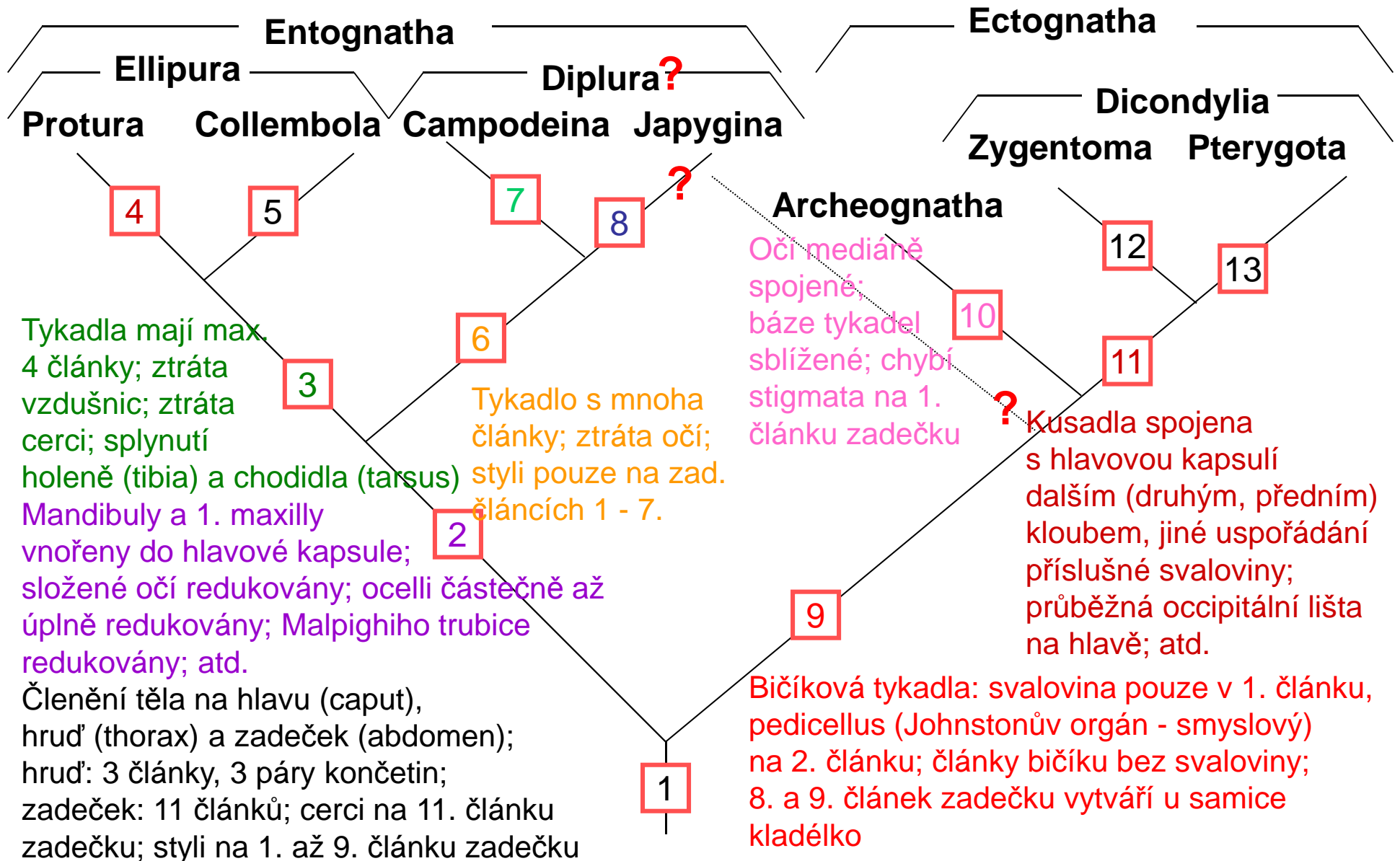
Thermobia domestica (termofilní, synantropně v pekárnách apod.)

Atelura formicaria – rybenka mravenčí
(v zemních hnízdech mravenců)

(Podkmen) Hexapoda - šestinozí



(Podkmen) Hexapoda - šestinozí



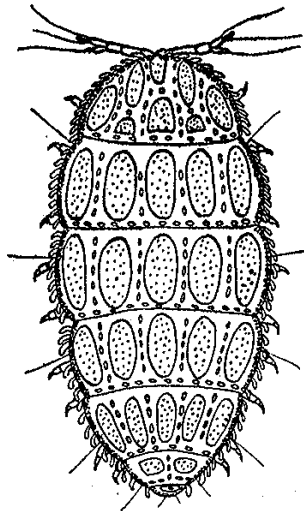
Edafon – půdní organismy

Mesofauna

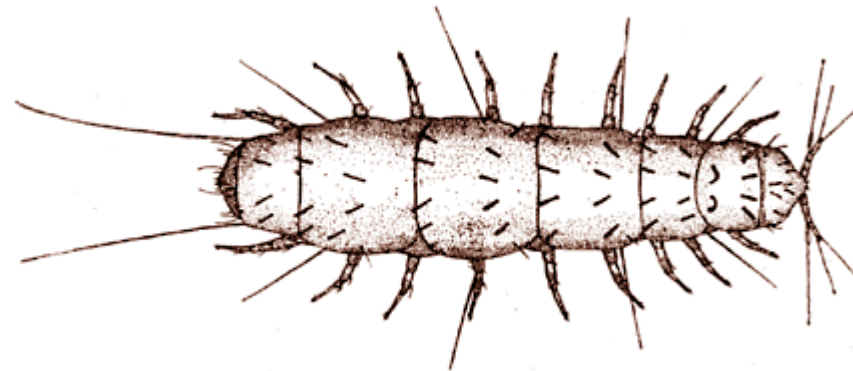
Paupoda – drobnušky (Myriapoda: Progoneata)

- Mycetofágové a/nebo nekrofágové / zoofágové (loví Collembola apod.),
- Zpravidla v nejsvrchnější vrstvě půdy, někdy však až do hloubky 50 cm
- Ve vlhkých ale nikoliv zamokřených půdách
- Většinou nepigmentované, bílé tělo, někdy hnědavé.
- Délka těla 0,5 – 0,7 (max. 1,9) mm

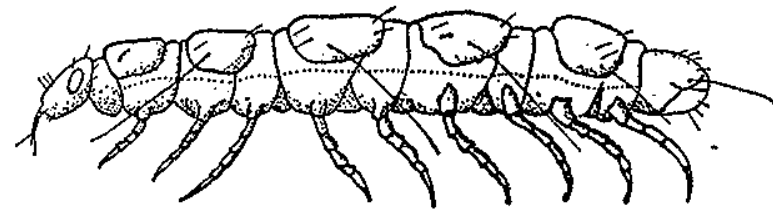
Autapomorfie: pseudoculi



Eurypauropus ornatus (0,8 mm)



Pauropus huxleyi



Pauropus sylvaticus (1 mm)

Edafon – půdní organismy

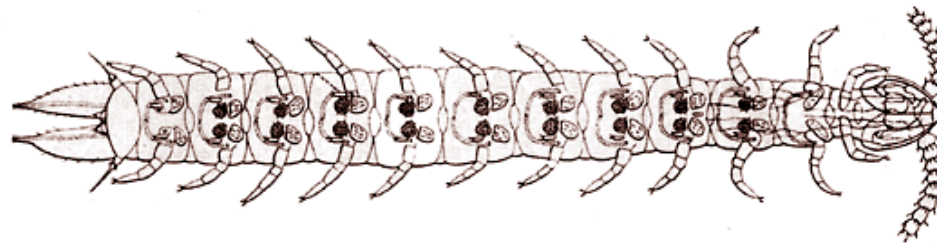
Mesofauna

Symphyla – stonoženky (Myriapoda: Progoneata)

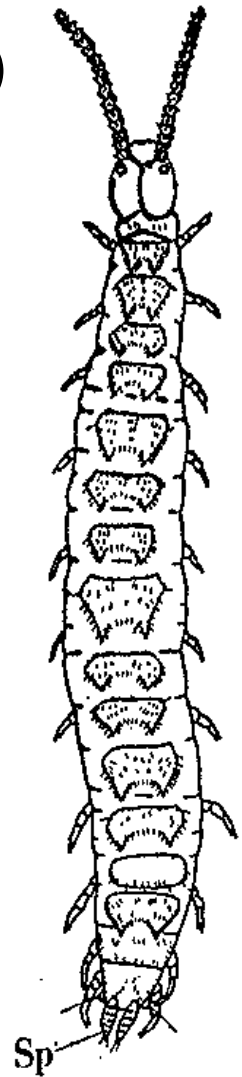
Žerou řasy, bakterie, houby, odumřelou organickou hmotu
Včetně mrtvých živočichů, také živá rostlinná pletiva (kořeny).
V minerální půdě, opadu, mechových polštářích, pod kameny a kůrou.
Nepigmentované, celé bílé, bez očí
Délka těla do 9 mm

Autapomofie:

- 12 párů nohou;
- 1 pár stigmat na hlavě



Scutigera immaculata



Symphylella vulgaris (3 mm,
Sp – snovací bradavka)

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Palpigradi (Chelicerata: Arachnida) – štírenky

cca 80 druhů (2-3 mm);

V Evropě velmi vzácně v jeskyních, běžně v tropických půdách



Eukoenenia spelaea obývá krasové jeskyně na Slovensku
(zdroj: Smrž et al. 2013, PLoS One; Wikimedia Commons)

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Enchytraeidae – roupice (Annelida: Clitellata)



Foto: J. Schlaghamerský

Pohled na roupici *Fridericia hegemon* binokulární lupou



Kokon roupice s vajíčky
Trus geofágní roupice *Fridericia* sp. na povrchu půdy

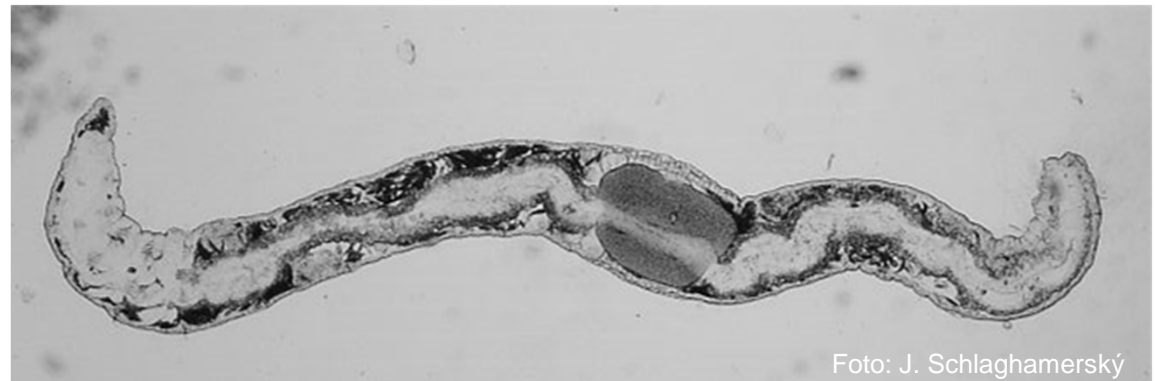
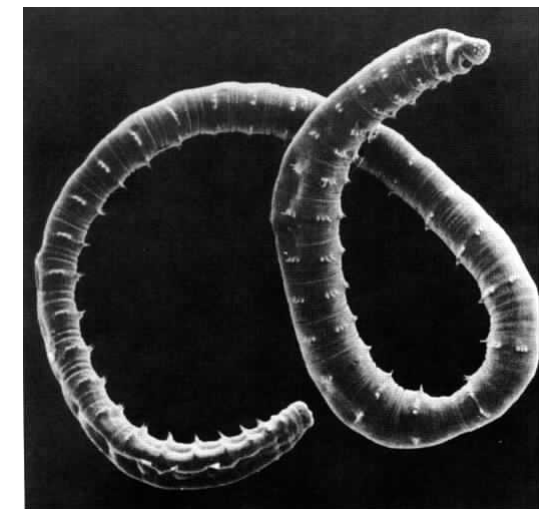


Foto: J. Schlaghamerský

Roupice *Cernosvitoviella minor* pod světelným mikroskopem



Kokon roupice s vajíčky

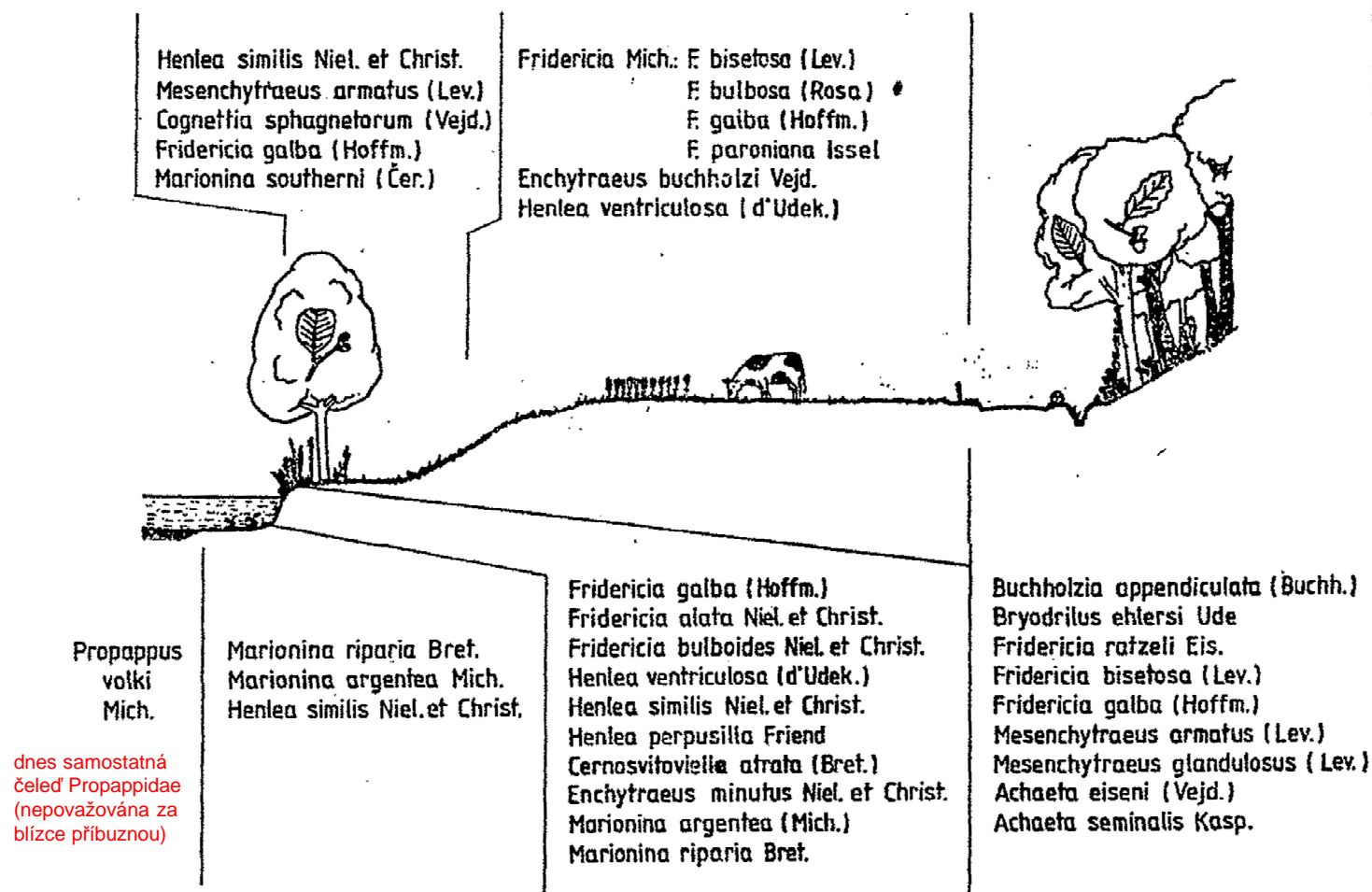


Fixovaná roupice *Cognettia sphagnetorum* - pohled scannovacím elektronovým mikroskopem

Mesofauna

Edafon – půdní organismy

Enchytraeidae – roupice (Annelida: Clitellata)



dnes samostatná
čeleď Propappidae
(nepovažována za
blízce příbuznou)

Rys. 118. Występowanie gatunków wazonkowców w różnych środowiskach (Oryg.).

Společenstva roupic (Enchytraeidae) v různých biotopech

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

„Polychaeta“ - mnohoštětinatci

Mnohoštětinatců je z terestrického prostředí známo jen několik: v tropech se v sedimentech či půdách, resp. opadu, mangrov vyskytuje řada druhů, které sem pronikají z moře nebo jsou s mořskými druhy úzce příbuzné.

Z Evropy jsou známé jedině dva druhy skutečně půdní: ***Parergodrilus heideri*** a ***Hrabeiella periglandulata***. Nejsou si blízko příbuzné; hlavně systematická pozice druhého druhu je stále nejasná.



Foto: J. Schlaghamerský

Parergodrilus heideri („Polychaeta“: Parergodrilidae)



P. heideri: ventrální pohled na zád' se svazky štětín



Foto: J. Schlaghamerský



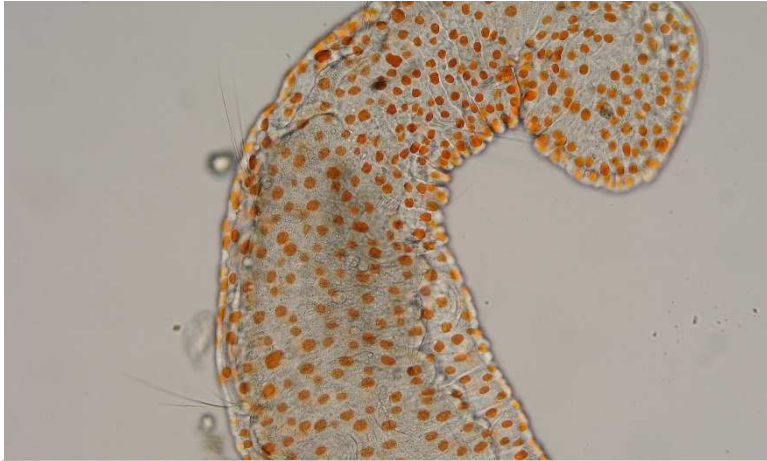
Foto: J. Schlaghamerský

Hrabeiella periglandulata („Polychaeta“: Hrabeillidae)

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Aeolosomatidae – olejnušky (Annelida: „Polychaeta“)



- délka 1-10 mm
- vodní (většinou sladkovodní) a půdní
- bakteriofágové
- tukové kapénky v pokožce (často barevné)
- vlasové štětiny
- hermafroditi
- nepohlavní rozmnožování (paratomie)
- společně s vodními Potamodrilidae řazeni do Aphanoneura

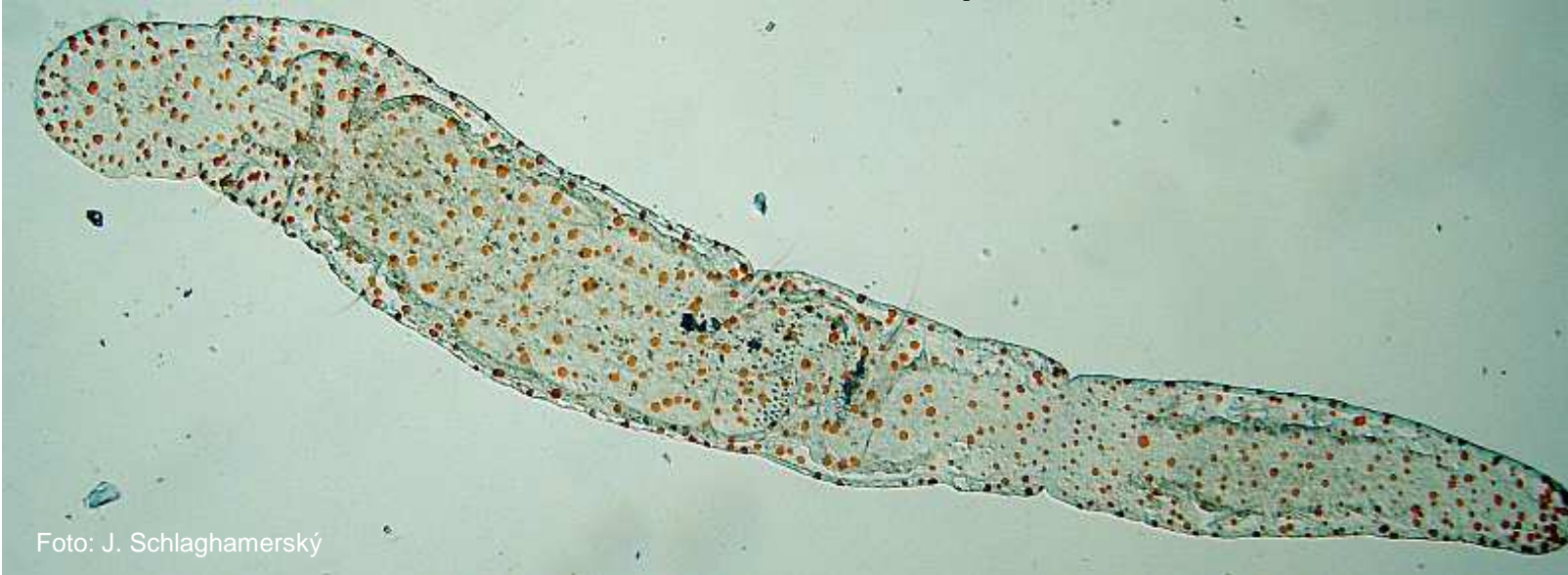


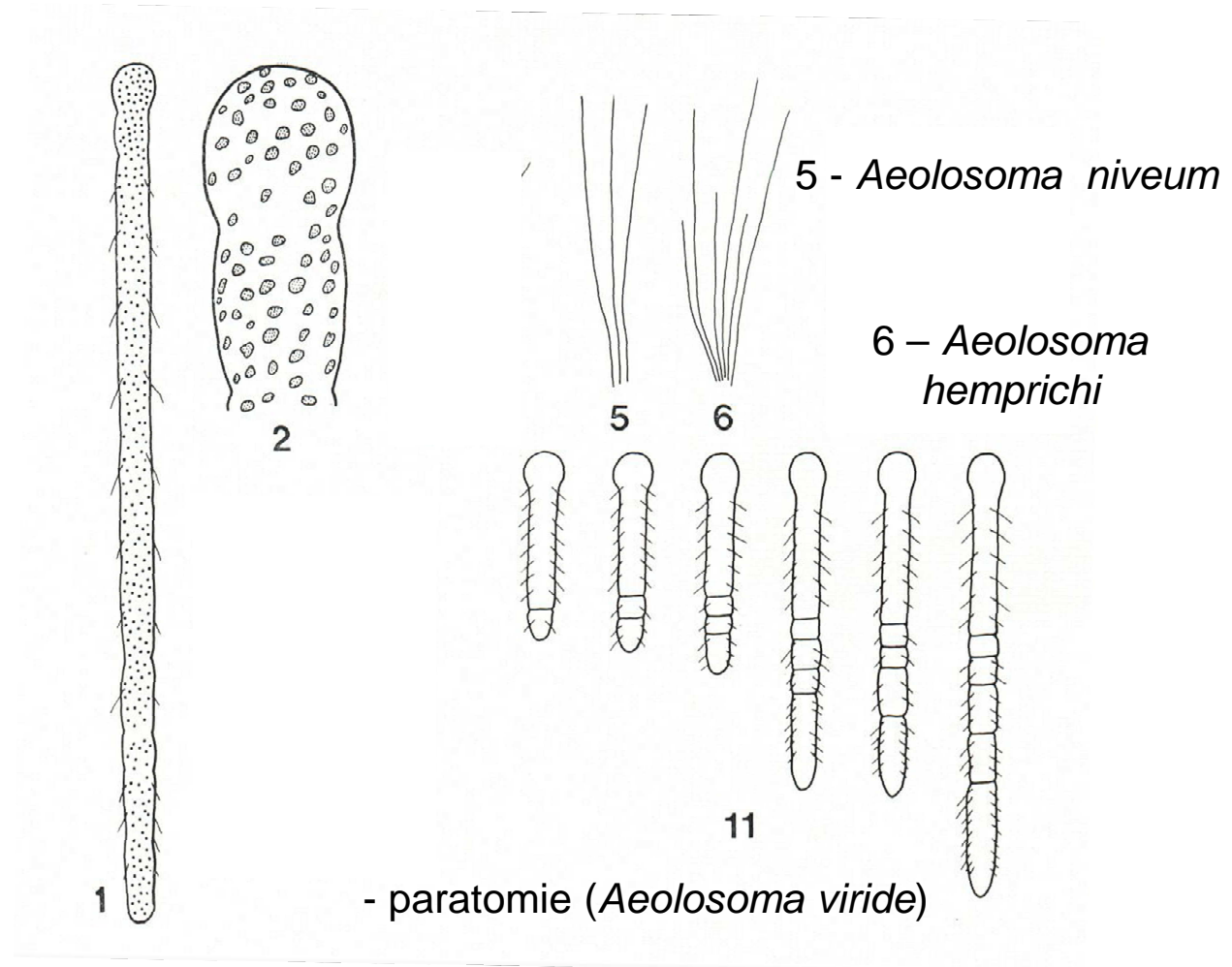
Foto: J. Schlaghamerský

Aeolosoma hemprichi Ehrenberg, 1831

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Aeolosomatidae – olejnušky (Annelida: „Polychaeta“)



1 – *Aeolosoma quaternarium*
2 - prostomium

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Megadrili: Lumbricidae (a některé další čeledi) – žížaly (Annelida: Clitellata)

Žížaly jsou **ekosystémoví inženýři** (bioturbace)!

- provzdušnění a drenáž půdy
- vytváření stabilních organicko-minerálních půdních koloidů
- zásadní vliv na půdní profil a humusovou formu (mul)

Avšak není žížala jako žížala: tři základní ekologické skupiny!

- epigeické druhy (např. *Dendrobaena octaedra*, *Lumbricus rubellus*)
- endogeické druhy (např. *Apporectodea caliginosa*, *Octolasion* spp.)
- anektické druhy (např. *Lumbricus terrestris*, *Fitzingeria platyura*)

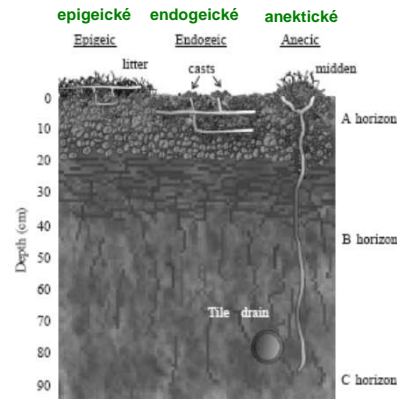
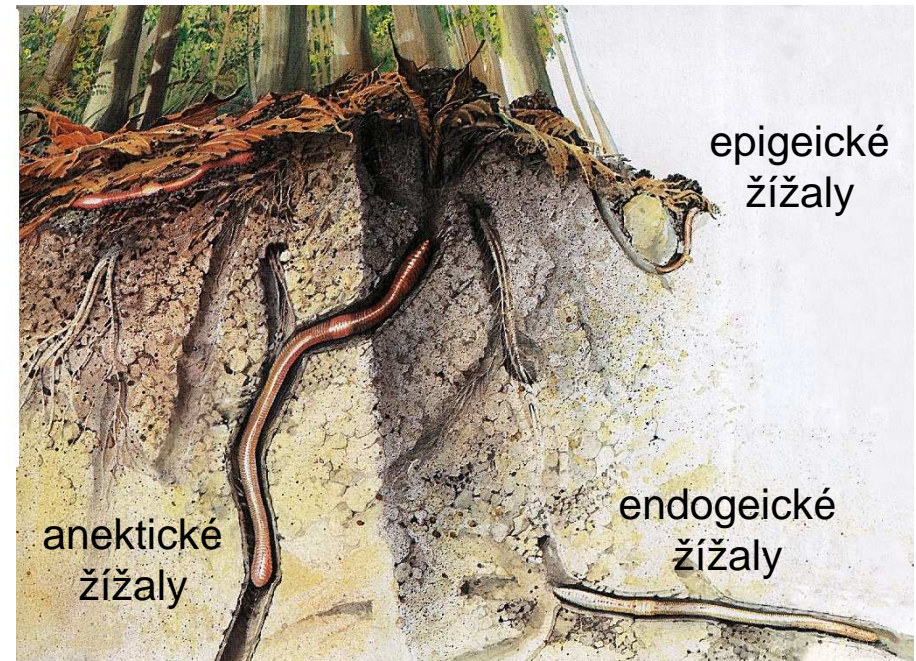


Fig. 1 Diagrammatic representation of the burrows made by the three ecological groups of earthworms as defined by Bouché.

Schéma rozmístění a tvaru chodeb ekologických skupin žížal jak je definoval Bouché.



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Megadrili: Lumbricidae (a některé další čeledi) – žížaly (Annelida: Clitellata)

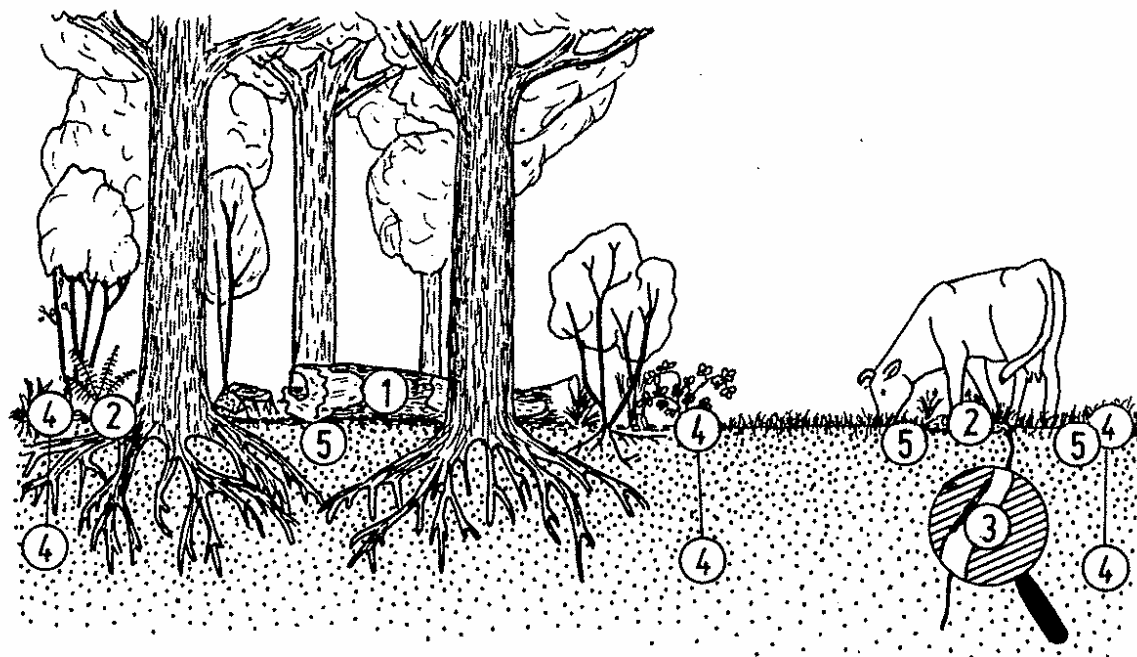


Abb. 72: Räumliche Verteilung der Regenwürmer in einem Wald und einem Weideland: 1) *Dendrobaena tenuis*, 2) *Lumbricus rubellus*, 3) *Dendrobaena mammalis* 4) *Lumbricus terrestris* und *Allolobophora longa* 5) *Octolasion cyaneum* (nach BOUCHÉ 1971).

Prostorové rozmístění žížal v lese a na pastvině: druhy vykazují různé preference pro jednotlivé makro- (les oproti pastvině) a mikrohabitaty.

Edafon – půdní organismy



Edafon – půdní organismy

Ekologické skupiny
žížal (podle preferované
vrstvy půdy a typu
chodeb)

Quiescence: inhibice vývoje
(v kterékoliv fázi ontogenese)
přímo závislá na faktorech
prostředí.

Diapauza: inhibice vývoje
(v kterékoliv fázi ontogenese)
vyvolaná buďto ekologickými
nebo endogenními faktory.



	Druhy		
	<i>epigeické</i>	<i>endogeické</i>	<i>anecktické</i>
pigmentace	výrazná, často na dorsální i ventrální části těla	žádná či velmi slabá	střední až výrazná, většinou pouze na přední části těla
potrava	málo rozložené organické zbytky na povrchu půdy	organická hmota v promíchaná s minerální půdou	organické zbytky na povrchu půdy, které jsou před pohlcením deponovány v chodbách
velikost	malé až středně velké	středně velké	velké
svalovina přepážek	slabá	střední	silná
forma střeva	jednoduché	široké, silně zvrásněné	relativně jednoduché, ale složitější než u epigeických
počet kokonů	velký	střední	malý
počet mláděť z kokonu	velký	střední	většinou jedno
délka života	krátká	střední	dlouhá
přežívání sucha	ve formě kokonů	v quiescenci	v diapauze
predační tlak	velký	střední	relativně malý
pohyblivost	rychlý pohyb jako reakce na podráždění	pomalé	rychlé zatažení do chodeb, ale pomalejší než epigeické
chodby	žádné, či pouze v několika svrchních centimetrech půdy	podpovrchové, většinou ne vertikální, často bez spojení s povrchem půdy	rozsáhlé systémy vertikálních i horizontálních chodeb, často až k matečné hornině, otevřené na povrch

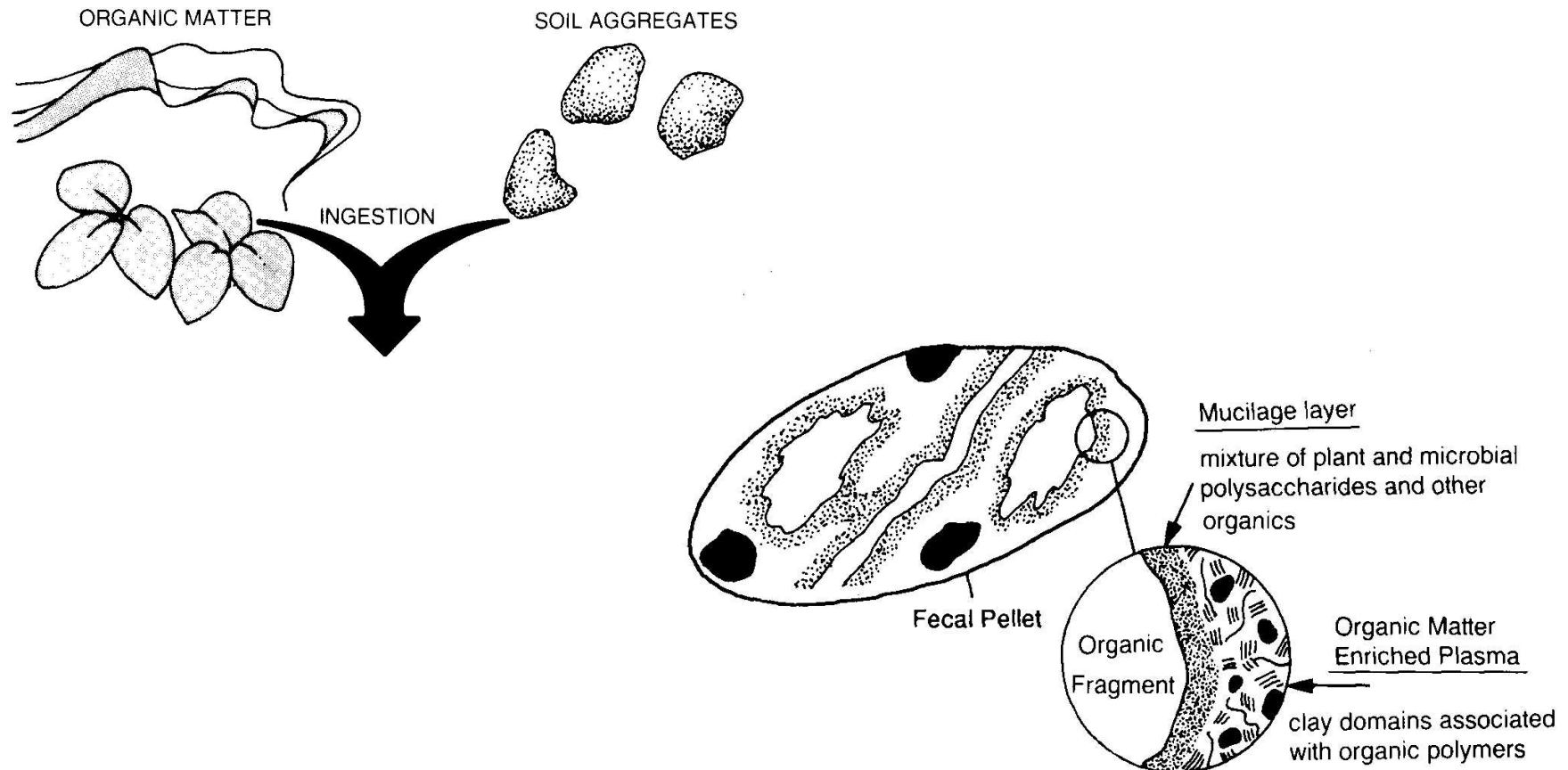
Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Megadrili: Lumbricidae (a některé další čeledi) – žížaly

(Annelida: Clitellata)

Tvorba agregátů v exkrementech



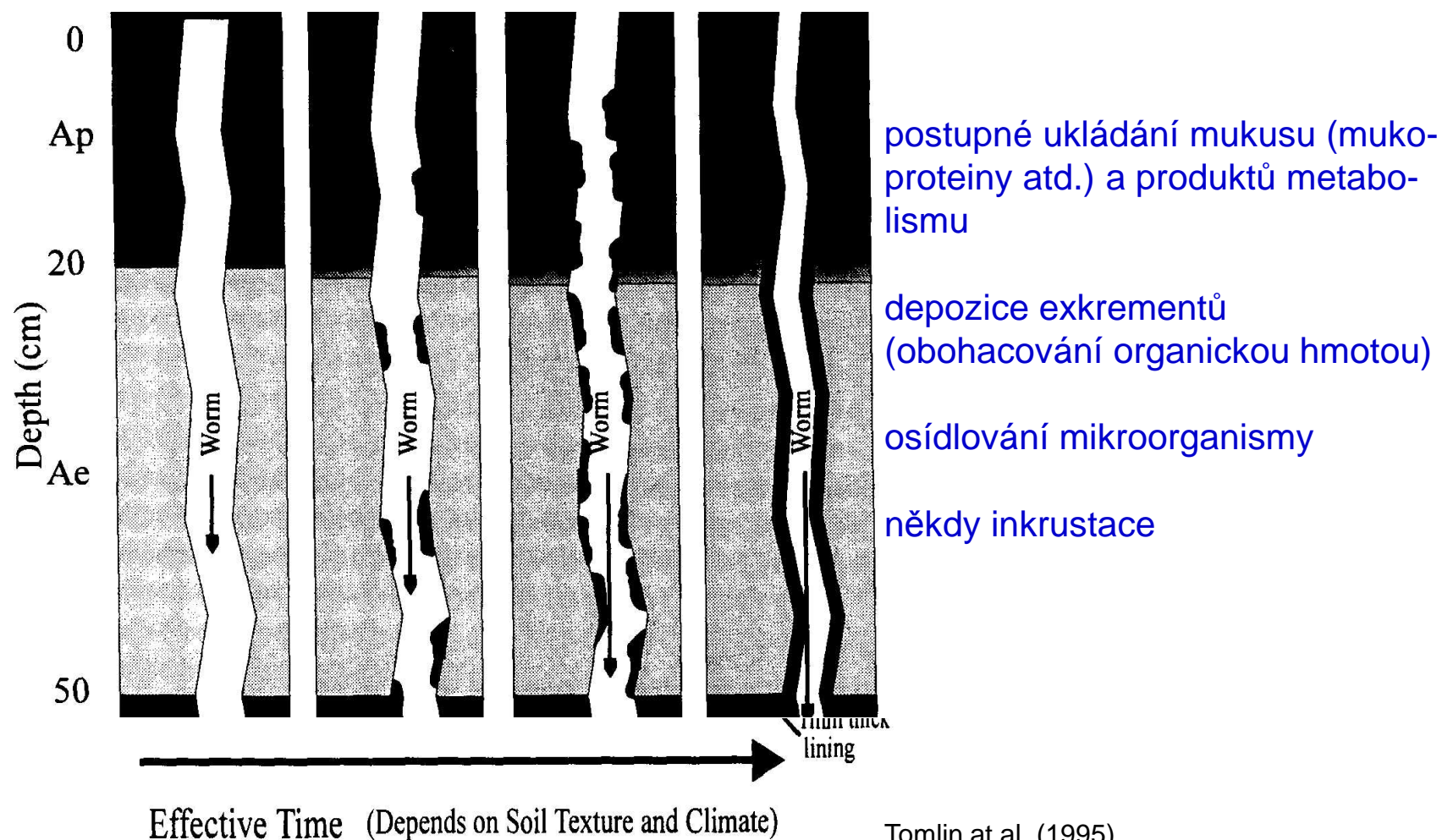
Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Megadrili: Lumbricidae (a některé další čeledi) – žížaly

(Annelida: Clitellata)

Tvorba drilosféry

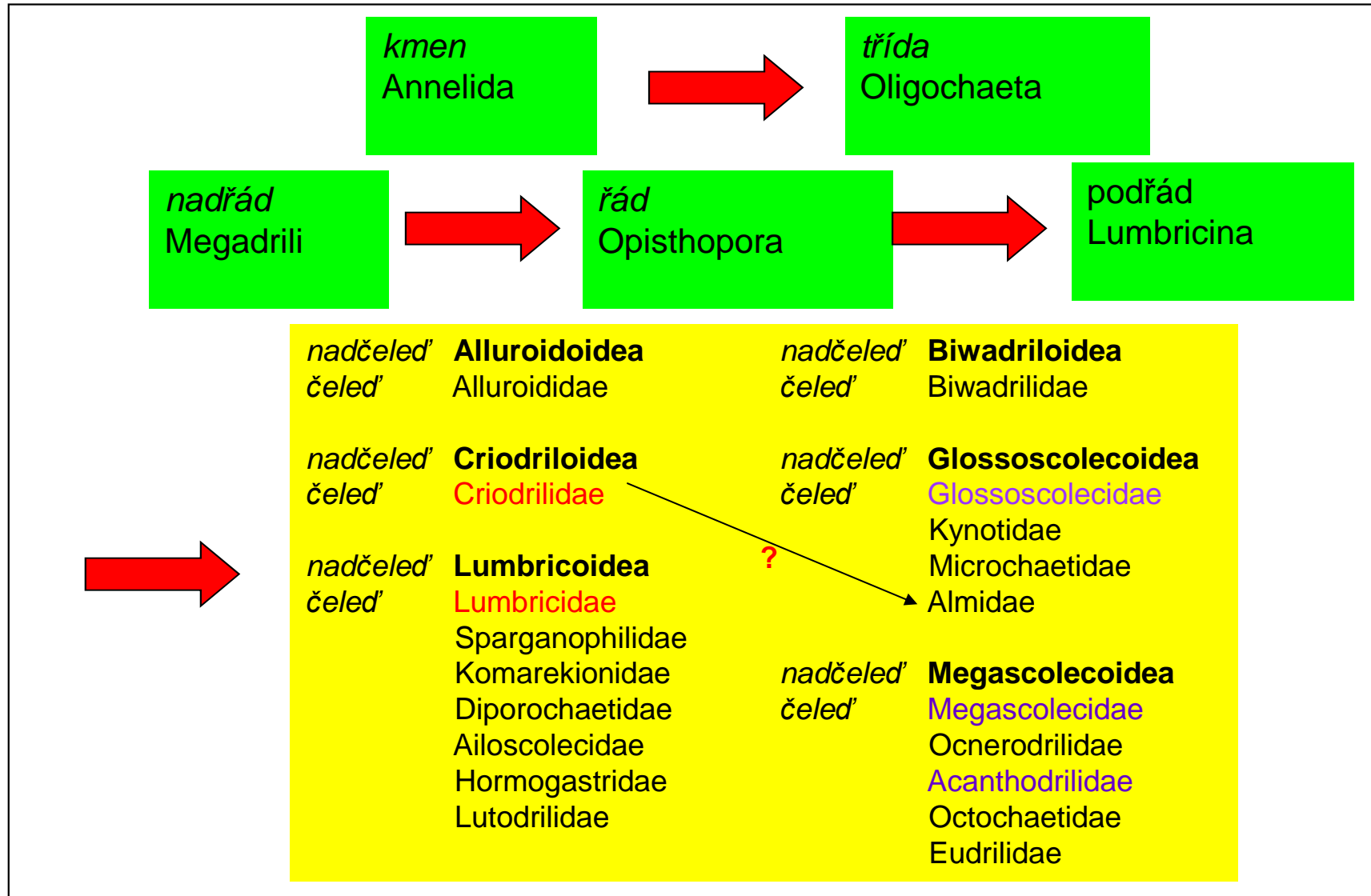


Tomlin at al. (1995)

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Co to je „žížala“?



Edafon – půdní organismy



Terriswalkeris terraereginae – Giant Blue Earthworm (Megascolecidae) vulkanické půdy tropických deštných lesů v sev. Queenslandu, Austrálie, do 1 m



Megascolides australis

- Giant Gippsland Earthworm (Megascolecidae):

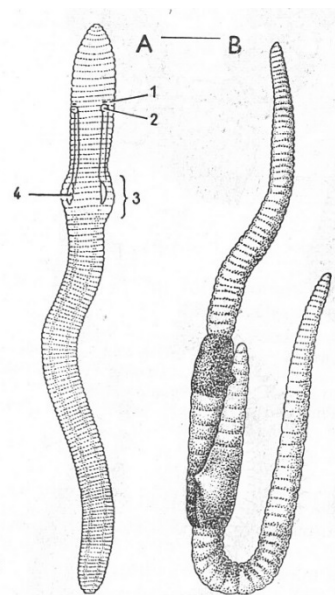
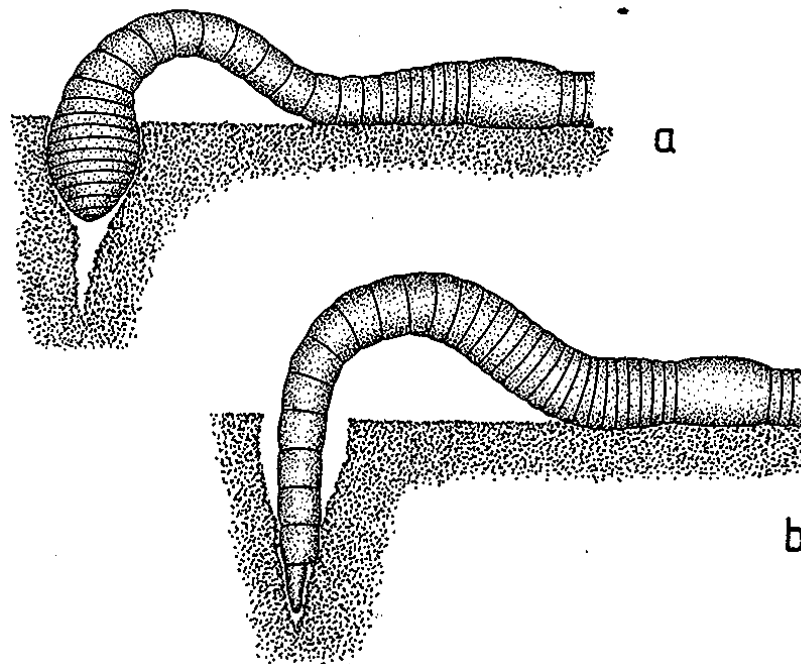
do 1 m, natažená až do 3 m, živá váha do 200 g, chodby do hloubky 1,5 m, pouze v údolí řeky Bass v JV Austrálii (Victoria), ve vlhké jílové půdě podél vody (dříve blahovičnickové lesy, dnes pastviny. Ohrožený druh!



Edafon – půdní organismy

Hrabavá činnost žížaly:

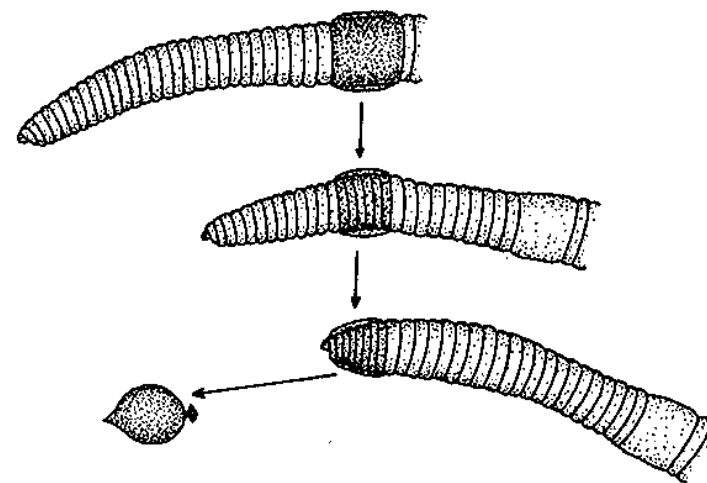
- a) Kontrakce předních článků rozšiřuje chodbu
- b) Pohyb těla vpřed: okružní svalovina kontrahovaná, podélná uvolněná



Obr. 193. Máloštětinatci (*Oligochaeta*), (podle Michaelsona).

A – žížala obecná (*Lumbricus terrestris*), B – kopulující roupice *Enchytraeus albidus*.

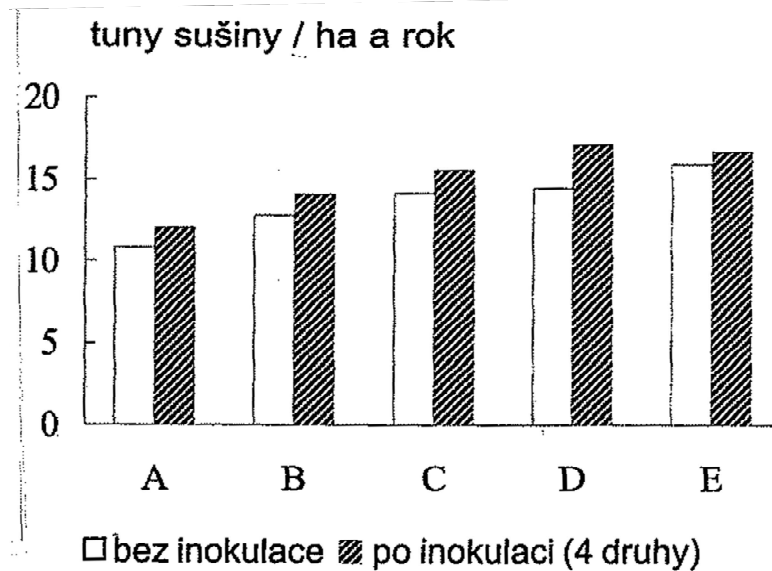
1 – samičí pohlavní otvor na XIV. článku, 2 – samčí pohlavní otvor na XV. článku, 3 – opasek u žížaly obecné na XXXII. – XXXVII. článku, 4 – pubertální lišta.



Allolobophora chlorotica klade vaječný kokon

Edafon – půdní organismy

Žížaly a vlastnosti půdy



Obr. VII. Vliv inokulace žížal (10 tisíc jedinců na hektar) na produktivitu pěti luk (jílek ozimý) založených na vysušených poldrech v Holandsku (podle Hoogerkamp a kol., 1987).

Tabulka 6. Vztah mezi populacemi žížal a půdní erozí.

populace žížal jedinců.m ⁻²	roční povrchová eroze t.ha ⁻¹	roční odtok mm
0	75	45
23	13	10
76	0	7
200	0	5

(podle Hopp, 1973)

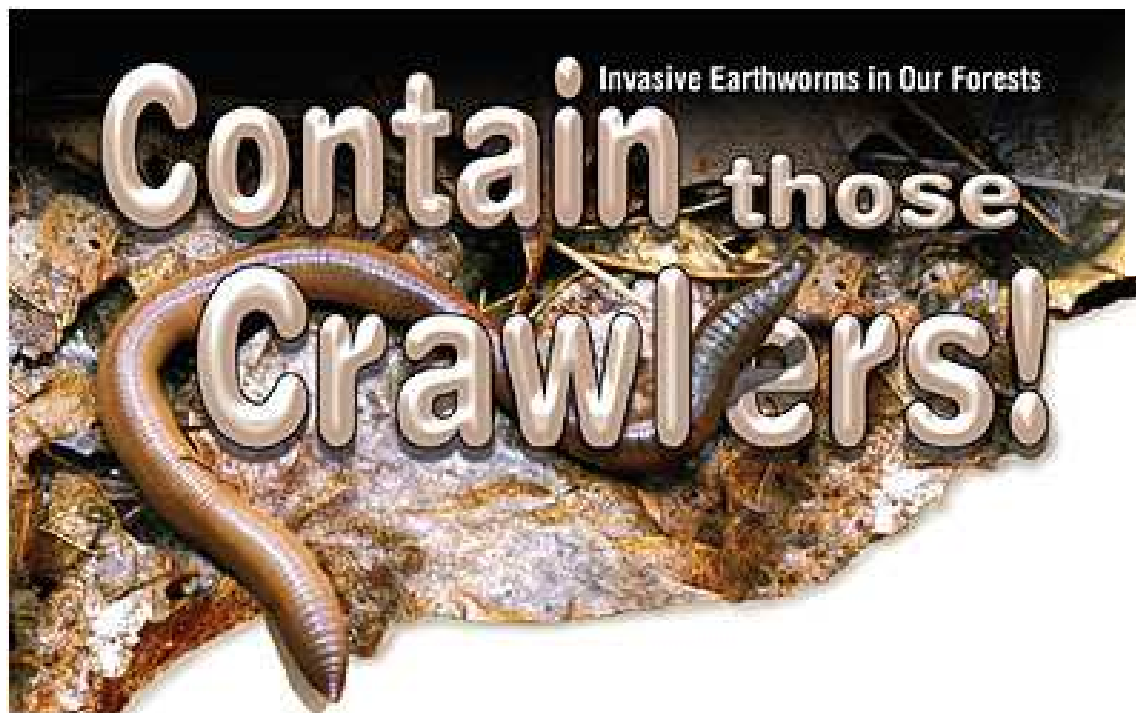
Tabulka 7. Minerální dusík a výměnné kationty (ppm) v půdě a exkrementech žížal.

	Půda	Exkrementy
NH ₄ ⁺	2,1	89,2
NO ₃ ⁻	63,9	96,4
K ⁺	90	460
Ca ²⁺	1800	3400
Mg ²⁺	240	420

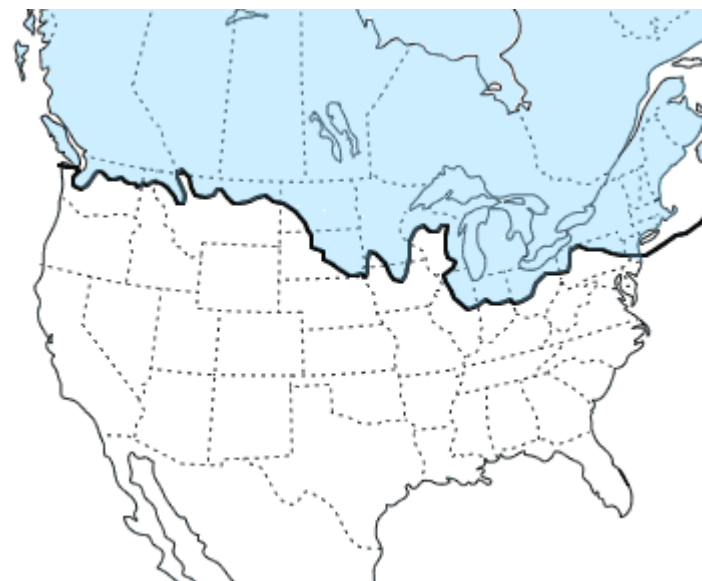
(podle Scheu, 1987 a Czerwinski a kol., 1974)

Edafon – půdní organismy

Šíření nepůvodních druhů půdních živočichů:
Invaze evropských žížal do Severní Ameriky



Evropské druhy žížal se šíří severní Amerikou (vč. velkých oblastí prostých severoamerických žížal) a mění charakter lesních ekosystémů



Oblast (modře) zalednění
během poslední doby ledové.

V Sev. Americe se žížaly
v době příchodu Evropanů
vyskytovaly hlavně na jiho-
východě; tyto druhy v konkurenci
podléhají evropským druhům.

Edafon – půdní organismy

Šíření nepůvodních druhů půdních živočichů:
Invaze evropských žížal do Severní Ameriky

Lesní podrost (vlevo)
a přirozená obnova javoru
Acer saccharum (vpravo)
v lese bez žížal



Lesní podrost (vlevo)
a přirozená obnova javoru
(vpravo) v lese s žížalami



Kapradina *Botrychium*
mormo mizí z lesů
s žížalami

Edafon – půdní organismy

Šíření nepůvodních druhů půdních živočichů:

Invaze evropských žížal do Severní Ameriky



Půda a podrost v lese bez žížal



Půda a podrost v lese s žížalami



Chippewa National Forest near Leach Lake: not invaded



Chippewa National Forest near Leach Lake: not invaded



Chippewa National Forest u Leach Lake: invaze proběhla



Chippewa National Forest near Leach Lake: invaze proběhla



Chippewa National Forest u Leach Lake: hromádky nad chodbami *L. terrestris*



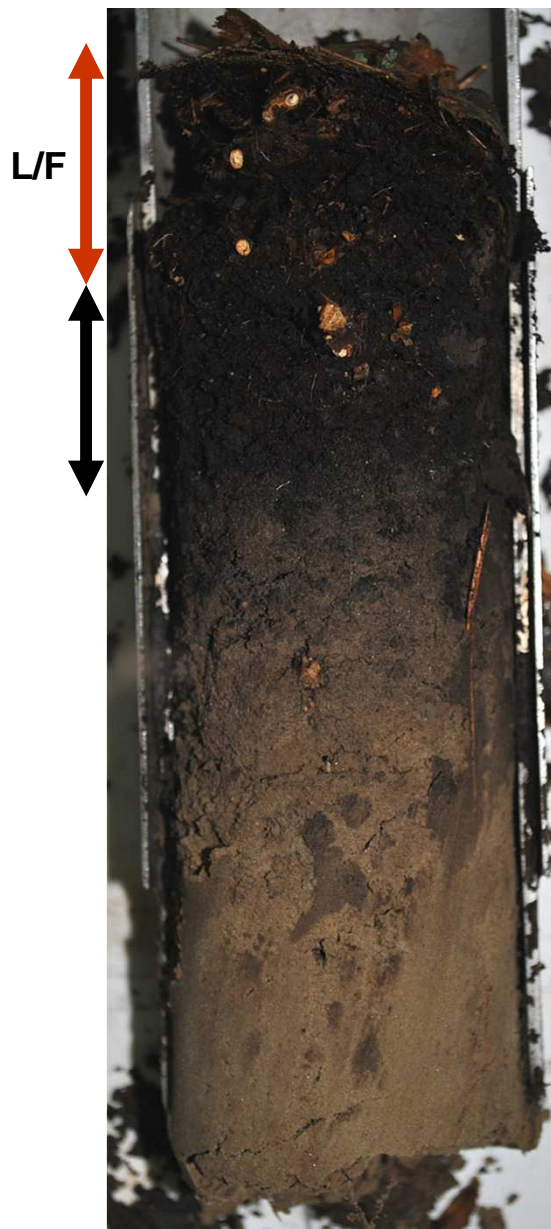
Chequamegon National Forest u Tower Lake: bez žížal (zmlazuje *A. saccharum*!)



Chequamegon National Forest u Tower Lake: po invazi (tráva!)



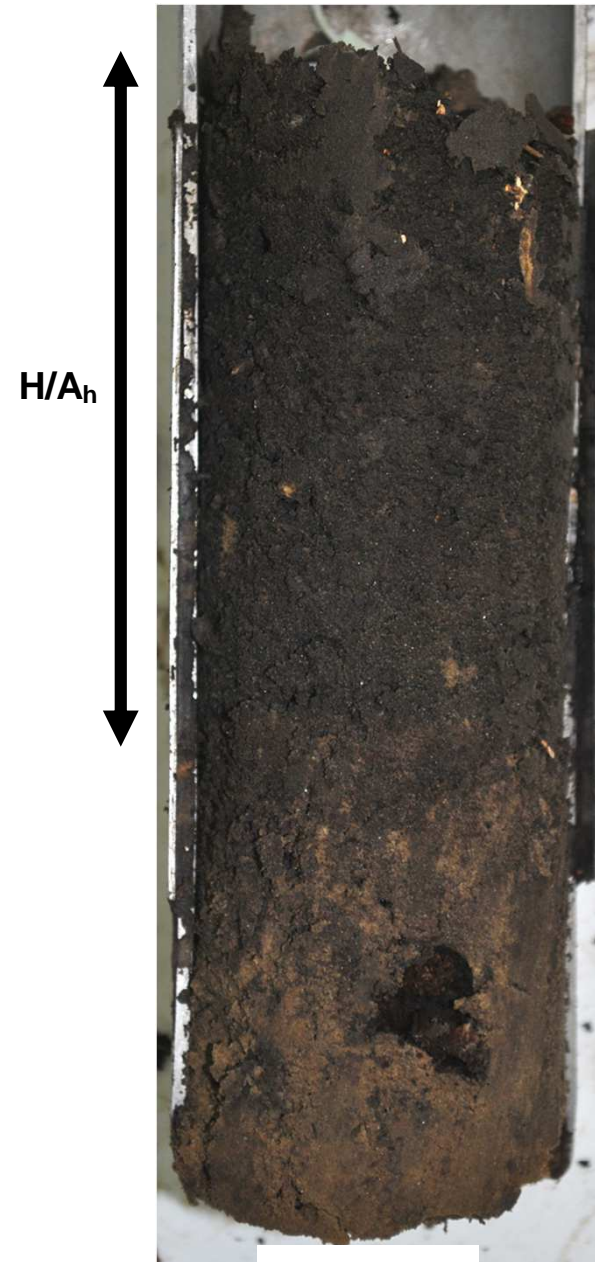
Chippewa National Forest u Leach Lake



před invazí



invazní fronta



po invazi

Chippewa National Forest u Leach Lake



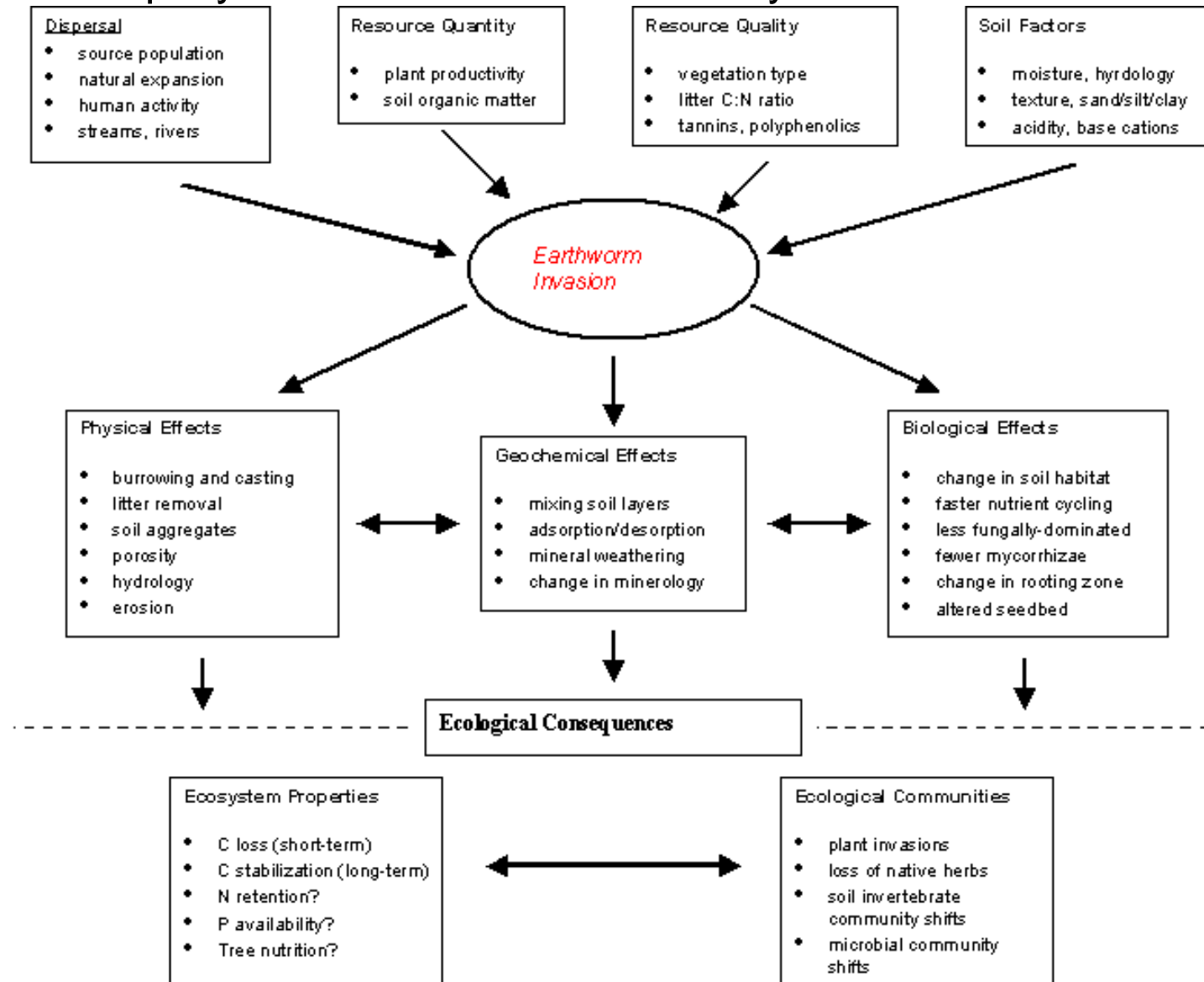
Chequamegon National Forest at Tower Lake



Edafon – půdní organismy

Šíření nepůvodních druhů půdních živočichů:

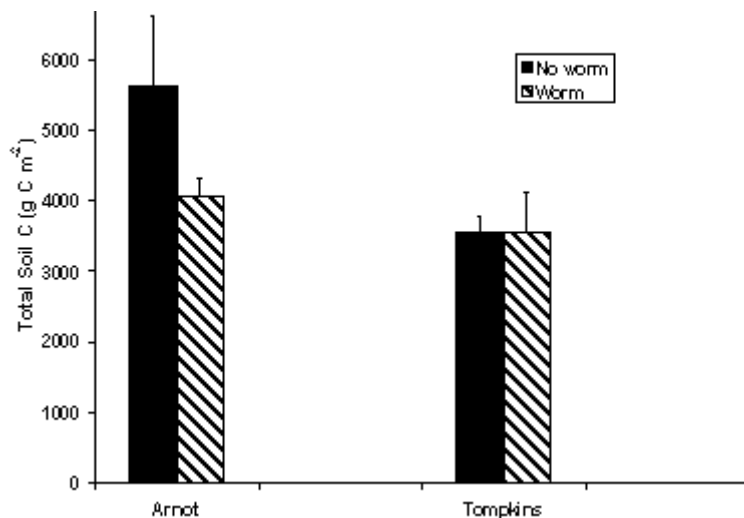
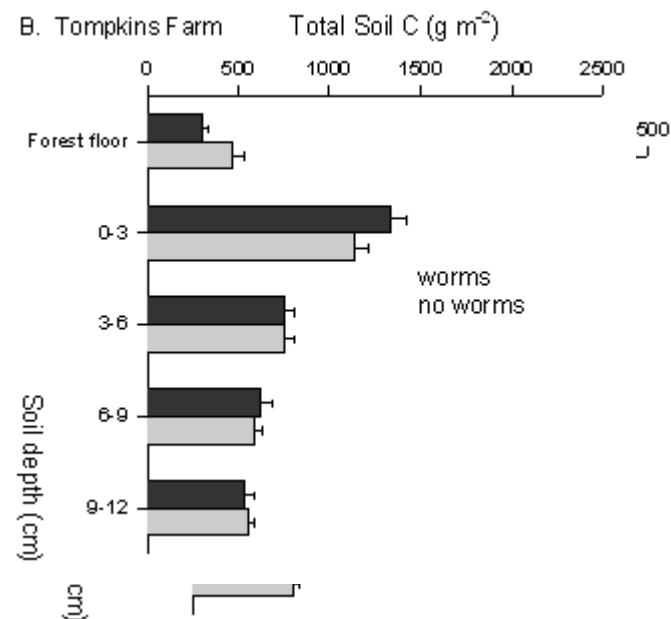
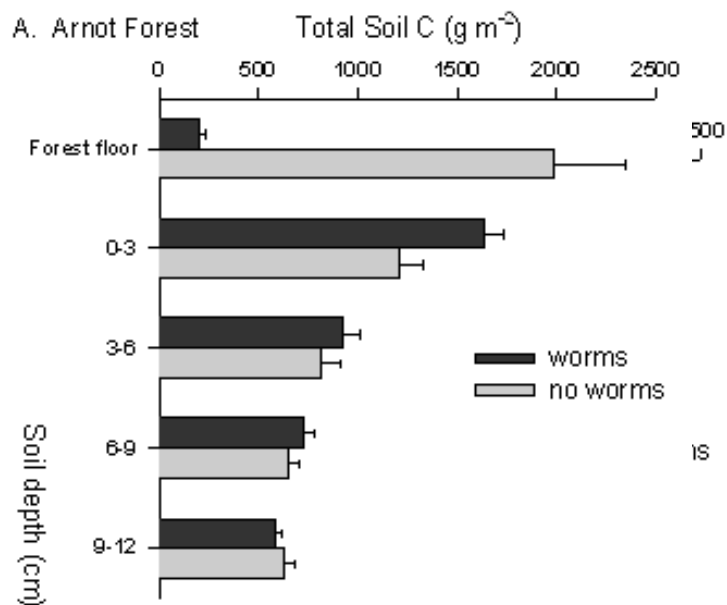
Invaze evropských žížal do Severní Ameriky



Edafon – půdní organismy

Šíření nepůvodních druhů půdních živočichů:

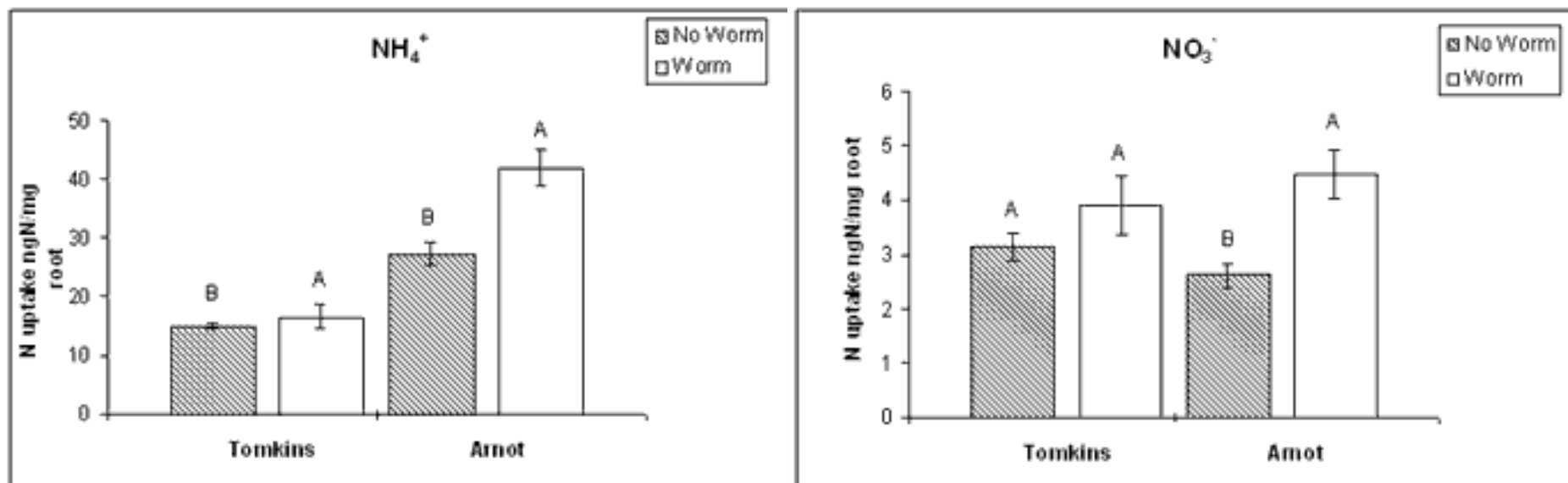
Invaze evropských žížal do Severní Ameriky



Srovnání obsahu celkového uhlíku v horních vrstvách půdy (nahore podle vrstev, dole celkem) v lesích s (nepůvodními) žížalami a bez nich ve dvou oblastech (Arnot Forest a Tomkins Farm v USA)

Edafon – půdní organismy

Šíření nepůvodních druhů půdních živočichů:
Invaze evropských žížal do Severní Ameriky



Srovnání příjmu dusíku ve formě amoniového iontu a dusičnanového iontu rostlinami (vztaženo na jeden mg kořenů) v lesích s (nepůvodními) žížalami a bez nich ve dvou oblastech (Arnot Forest a Tomkins Farm v USA)

J. Schlaghamerský et al.: Vliv invaze žížal na půdní organismy lesů severní Ameriky

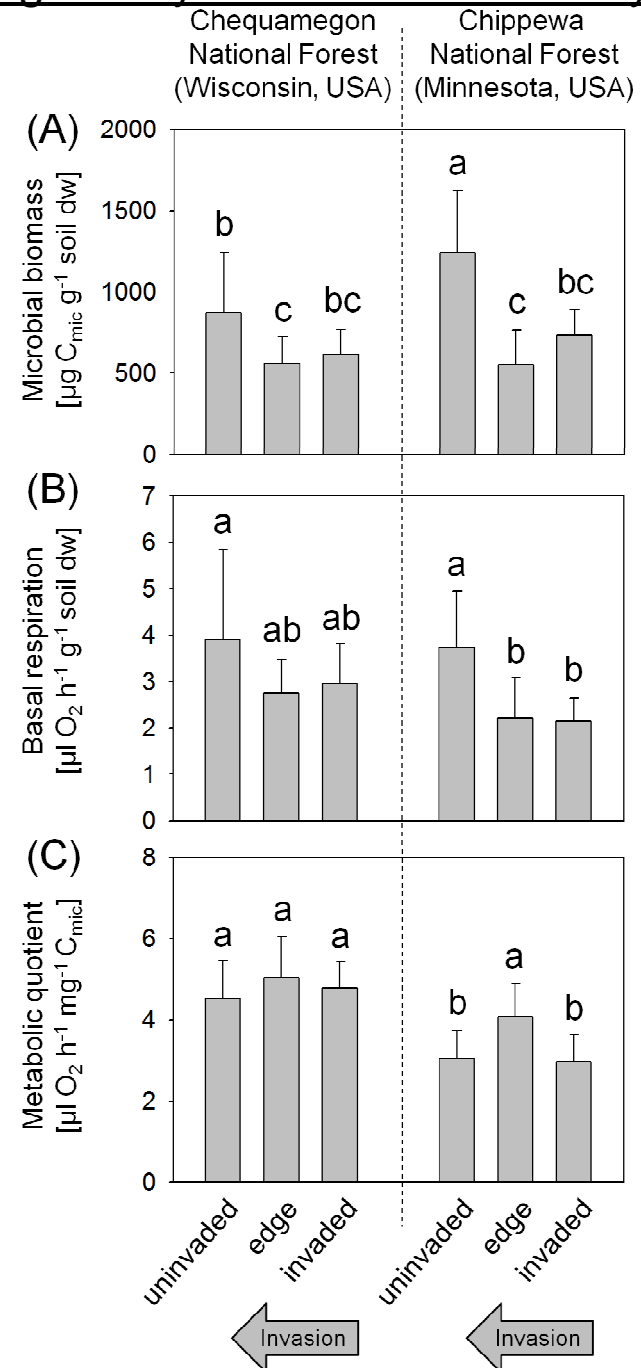
Výsledky:
vliv na mikroorganismy

Vliv invaze žížal na půdní mikrobiální biomasu (A), bazální respiraci (B) a metabolický kvocient (C)

Sloupce označené různými písmeny se průkazně liší (Tukeyho HSD test; $\alpha = 0,05$; průměry + SD).

Nejvýraznější vliv invaze je na jejím počátku!

Poté nová rovnováha (?)



Eisenhauer, N., J. Schlaghamerský, P. B. Reich & L. E. Frelich (2011): The wave towards a new steady state: effect of earthworm invasion on soil microbial functions. *Biological Invasions*.

Eisenhauer et al., 2007: Invasion of a deciduous forest by earthworms: Changes in soil chemistry, *microflora*, microarthropods and vegetation

- mikrobiální biomasa a bazální respirace sníženy v chodbách *Lumbricus terrestris* a v půdě s *Octolasion tyrtaeum*

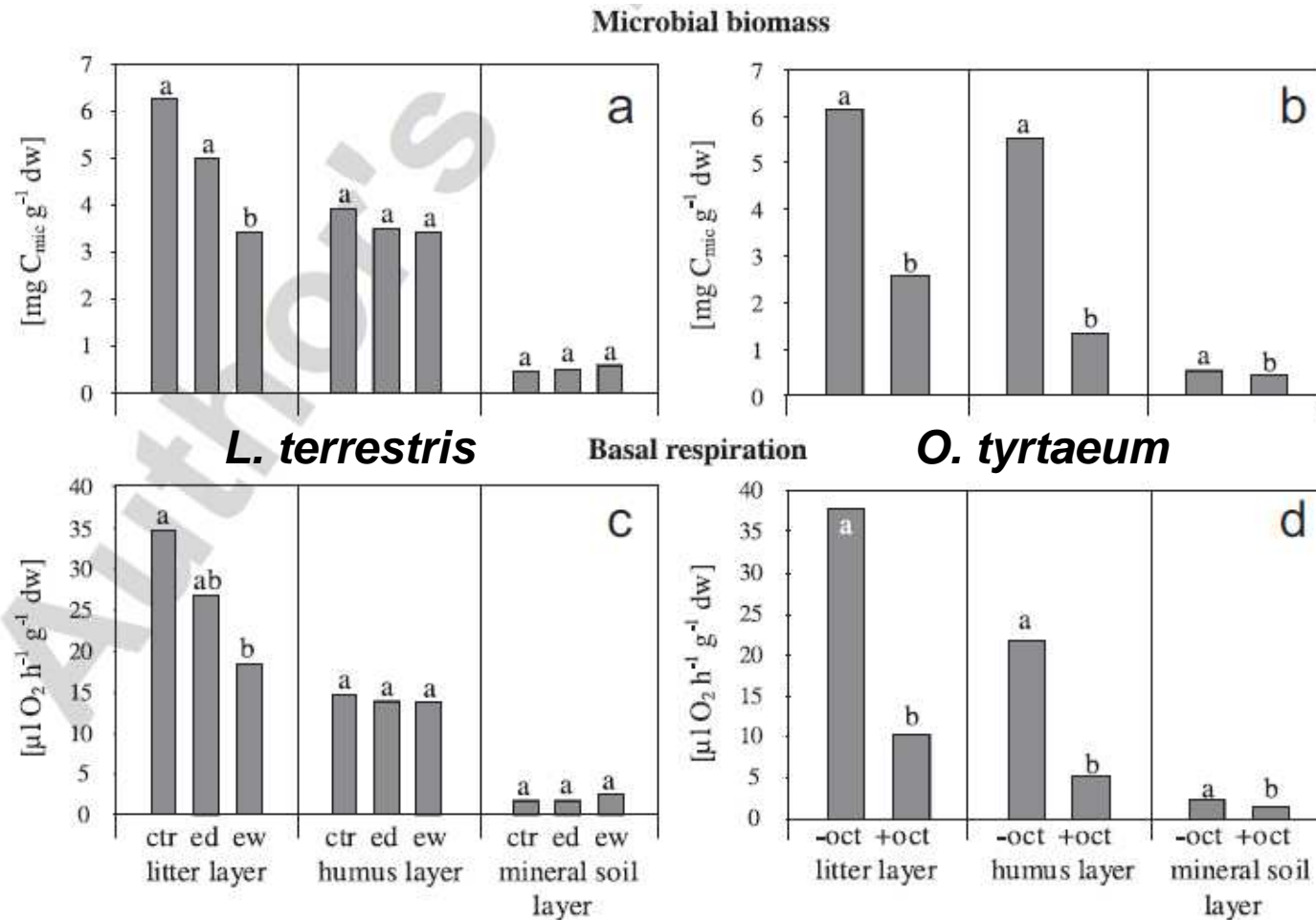


Fig. 3. Variations in (a) microbial biomass and (c) basal respiration with distance to middens of *Lumbricus terrestris* (ctr: control 10 cm apart from the midden, ed: edge of the midden, ew: centre of the midden) and variations in (b) microbial biomass and (d) basal respiration with presence of *Octolasion tyrtaeum* (-oct: without and +oct: with). Bars with different letters vary significantly (Scheffe test, $\alpha < 0.05$).

J. Schlaghamerský et al.: Vliv invaze žížal na půdní organismy lesů severní Ameriky

Eisenhauer et al., 2007: Invasion of a deciduous forest by earthworms: Changes in soil chemistry, microflora, *microarthropods* and vegetation

- kanadské Skalisté hory: Olšina
- žížala *Octolasion tyrtaeum* (při vysoké populační hustotě) silně **snížila** **abundanci a druhovou bohatost** skupiny mikroarthropoda (zhutnění půdy, konkurence).

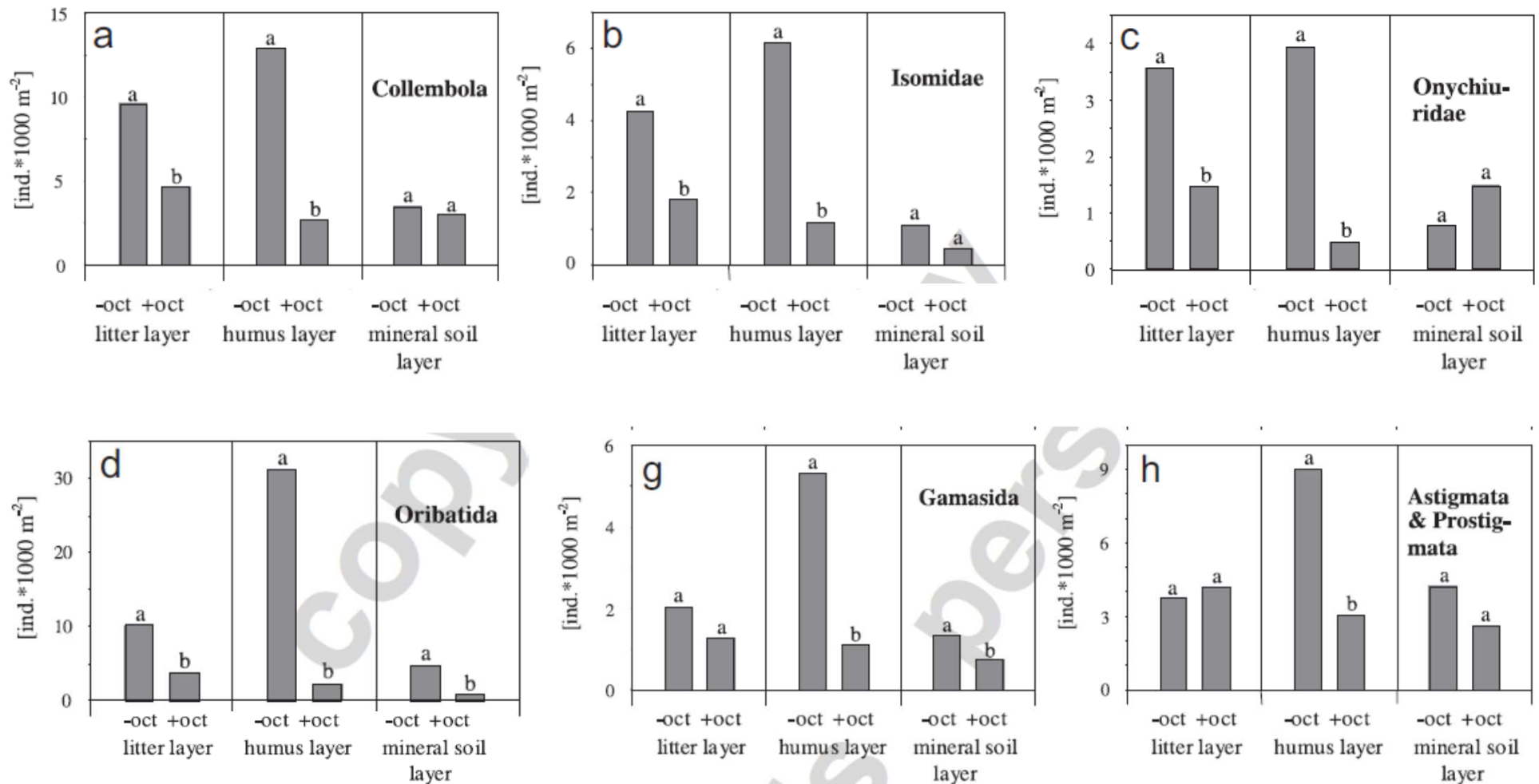




Foto: J. Schlaghamerský



Foto: J. Schlaghamerský



Foto: J. Schlaghamerský

***Amynthas* sp.**
(Megascolecidae)

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

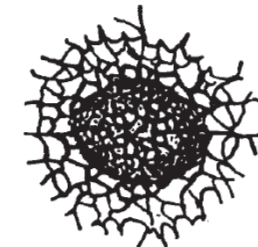
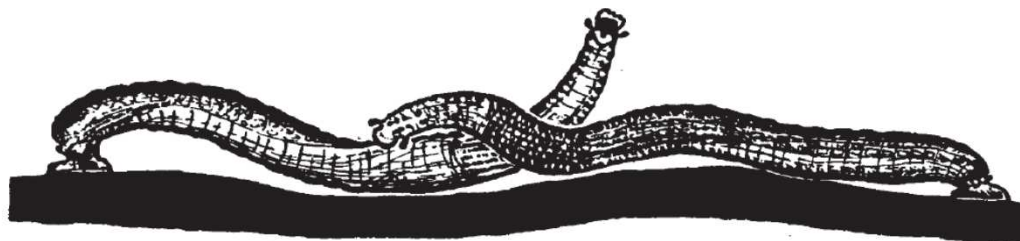
Terestrické pijavky (Hirudinea): v Evropě pouze 2-3 druhy rodu *Xerobdella* v jihovýchodních Alpách a dinarských pohořích, žerou žížaly, roupice a plže.



Foto: J. Schlaghamersky



Foto: J. Schlaghamersky

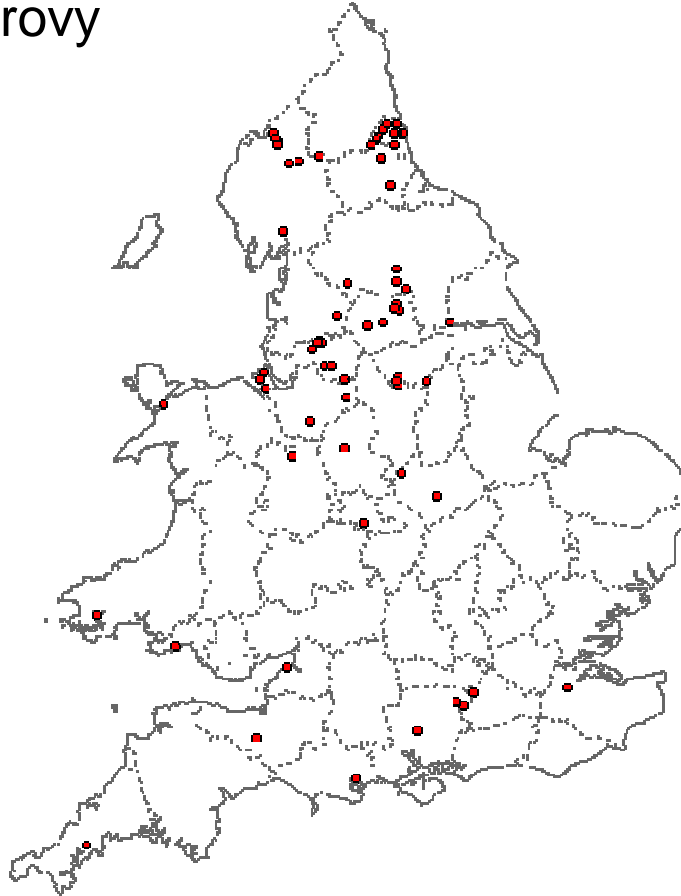


Xerobdella lecomtei: nahoře fotografie živého jedince ze slovinských Alp (J. Schlaghamerský); dole kresby (Reisinger, 1951) jedinců v klidovém klubíčku (vlevo), kopulujících jedinců (uprostřed) a kokonu (vpravo)

Edafon – půdní organismy

Šíření nepůvodních druhů půdních živočichů

Invaze ploštěnce z Nového Zélandu na
Britské ostrovy



Nálezy půdního ploštěnce *Arthroposthia triangulata* (= *Arthurdendyus triangulatus*) z Nového Zélandu v Anglii a Walesu (první nálezy v Evropě 1963 v sev. Irsku 1965 v sev.-záp. Skotsku). Jako predátor významně redukuje populace žížal.

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Terestrické volně žijící ploštěnky (Plathelminthes)



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Terestrické volně žijící ploštěnky (Plathelminthes)



Australopacifica maori (Nový Zéland)



Arthurdendyus (= *Arthiopostia*) *testaceus* (Nový Zéland)



Kokon (Nový Zéland)



Neurčený (neznámý?) druh (Nový Zéland)

Edafon – půdní organismy



Foto: J. Schlaghamersky

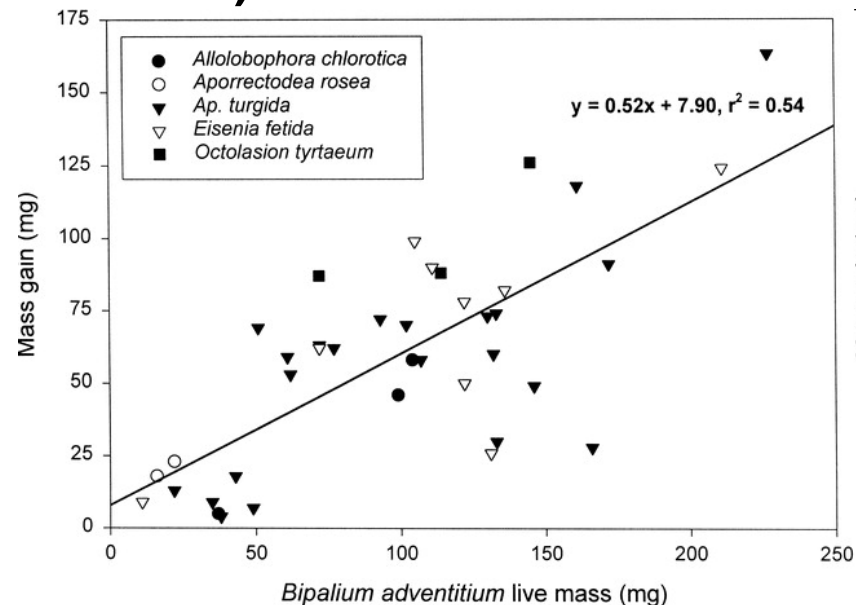
Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Terestrické volně žijící ploštěnky (Plathelminthes)



Bipalium adventitium foraging in leaf litter. Extended length of this specimen, collected in Urbana, Illinois, was about 60 mm. The fan shaped head (right) is characteristic of the family Bipaliidae. *Bipalium adventitium* is distinguished from other bipaliid flatworms currently known from North America by a single dark mid-dorsal stripe that extends from the posterior end to the neck or head.



Regression of mass gains on prefeeding live masses of *Bipalium adventitium* presented single earthworms of different species in no-choice laboratory feeding tests. All flatworms were less than one-half the mass of their prey.

Species	Live mass (mg)				Worm:flatworm mass ratio		
	n	mean	SD	range	mean	SD	range
<i>Allolobophora chlorotica</i>	4	322	186	71–512	4.8	2.8	1.7–8.5
<i>Aporrectodea rosea</i>	23	420	143	239–878	5.2	2.7	2.0–11.9
<i>Ap. turgida</i>	2	298	70	248–347	16.5	7.4	11.3–21.7
<i>Eisenia fetida</i>	3	476	195	310–690	4.3	0.5	3.7–4.8
<i>Octolasion tyrtaeum</i>	10	371	128	222–609	8.7	16.5	1.9–55.4

Summary statistics of live masses and earthworm: flatworm live mass ratios for earthworms used in no-choice laboratory feeding tests of *Bipalium adventitium*

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Gastropoda – plži

- mnoho saprofágů: rozměňování listového opadu, sliz jako substrát pro mikroorganismy
- mnohé epigeické druhy, některé pronikají i do minerální půdy
- některé druhy preferují tlející dřevo, prostor pod odchlíplou kůrou
- potřebují vlhko, ale mají adaptace na přečkání sucha (operculum nebo epifragma u plžů se schránkou, shlukování u slimáků apod.)
- silná závislost na pH, vápnitém podkladu (může nahradit kvalitní opad, např. lipové listí, s vysokým obsahem vápníku)



Causa holosericea (Helicidae)

- výskyt v hlubokých, hrubých sutinách, pouze za vlhka a tepla na povrchu

Photo: U. Schmidt, Wikimedia Commons



Oxychilus inopinatus (Oxychidae)

- žije v půdě (nory, chodby žížal...)

Photo: Dilian Georgiev



Lucilla singleyana (Helicodiscidae)

- severoamerický, zavlčen do Evropy, 1,2 x 3 mm, biologie?

Photo: Francisco Welter Schultes

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Gastropoda – plži



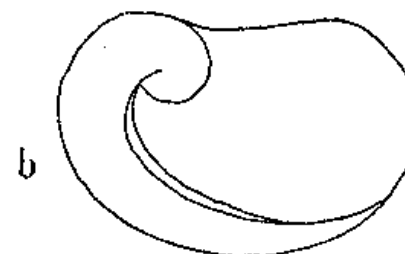
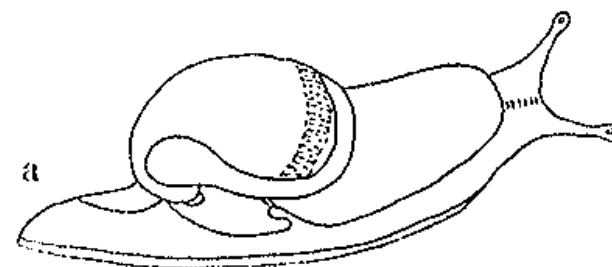
Schránka půdního plže

Ceciliooides acicula

euedafický: slepý, bez pigmentů
(délka 4-5 mm)

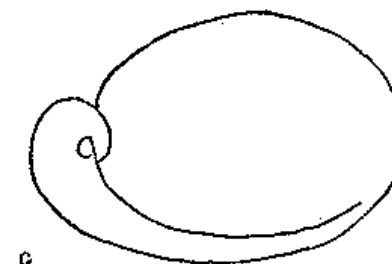
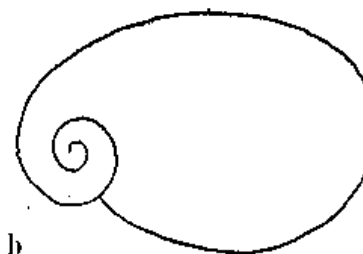
Vitrinobrachium breve
se během dne zdržuje
v opadové vrstvě
a rozvolněné svrchní
vrstvě minerální půdy:

- a) lezoucí jedinec
- b) ventralní pohled na ulitu
– větší zvětšení než
u a), max. průměr ulity
5,6 mm)



Daudebardia brevipes,
dravý plž se značně zredukovanou
schránkou žijící ve svrchní vrstvě
půdy, vlhkém listovém opadu
s mechových polštářích:

- a) lezoucí jedinec
- b) dorsální pohled na ulitu
- c) ventralní pohled na ulitu
(max. průměr ulity 4,6 mm)



Edafon – půdní organismy



Edafon – půdní organismy



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Chilopoda – stonožky

- zoofágové
- v opadu, pod kameny, padlými kmeny, pod kůrou tlejících stromů
- Geophilomorpha v minerální půdě

Scutigeraomorpha
(strašníkovití)

Scolopendromorpha
(stonohy, stejnočlenky)

Lithobiomorpha
(stonožky, různočlenky)

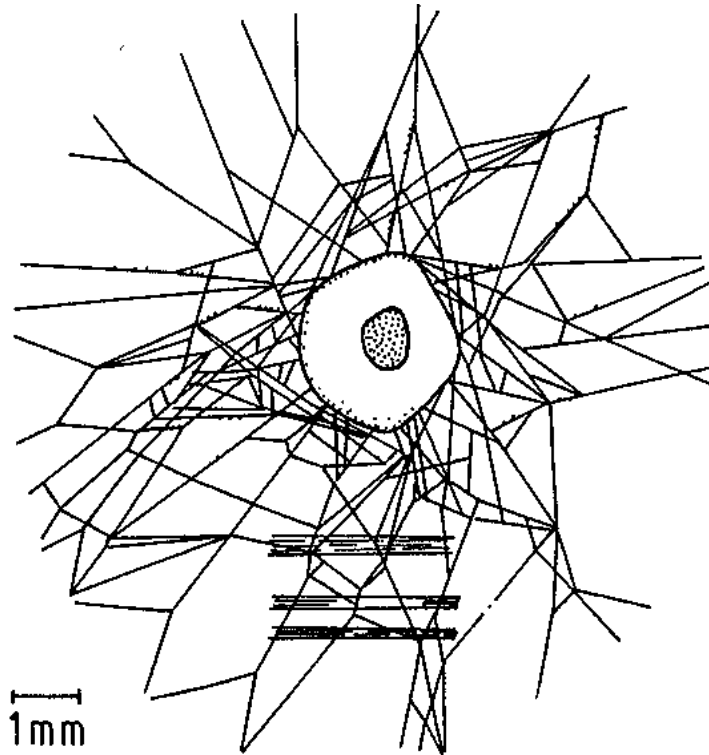
Geophilomorpha
(zemivky, mnohočlenky)



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Chilopoda – stonožky



Lithobius forficatus (Chilopoda): Předivo kolem spermatoforu; příčně natažené nitě mají samici přimět k zastavení.



Lithobius sp.



Foto: J. Schlaghamerský

Scolopendra oraniensis (JZ Evropa)



Foto: J. Schlaghamerský

Scolopendra japonica (?)
(Japonsko)



Zdroj: doi:10.1371/journal.pone.0108650

Scolopendra cingulata (nahore dvě barevné morfy, JZ Evropa až Írán)



Foto: Fritz Geller-Grimm
Wikimedia Commons

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Chilopoda – stonožky

Společenstva stonožek (Chilopoda) v půdách různých středoevropských biotopů a v biochorionu odumřelého dřeva:



Cryptops hortensis
(Scolopendromorpha)

Rod *Cryptops* je jediný rod stejnočlenek zastoupený několika druhy ve střední Evropě.

Lesní půda Waldboden

- Lithobius tricuspis
- L. aeruginosus
- L. mutabilis
- L. macilentus
- L. pygmaeus
- L. dentatus
- L. curtipes
- L. nodulipes (?)
- Strigamia acuminata
- Str. transsilvanica
- Cryptops hortensis

Otevřená krajina: vřesoviště, rašeliniště, louka, pole

Offenland (Heide, Moor, Wiese, Acker)

- Lithobius muticus
- L. calcaratus
- L. microps
- Schendyla nemorensis
- Geophilus oligopus
- Necrophloeophagus flavus
- Pachymerium ferrugineum
- Lithobius cyrtopus (?)
- Lithobius forficatus
- L. crassipes
- L. melanops
- L. piceus (?)
- Brachygeophilus truncorum
- Lithobius pelidnus
- L. lusitanus valesiacus
- Cryptops parisi
- Eupolybothrus grossipes
- Lithobius tenebrosus

Totholz (Stämme, Stubben) Odumřelé dřevo (kmeny, pařezy)

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Diplopoda – mnohonožky

- saprofágové
- v opadu, některé druhy pod kůrou tlejících stromů
- rozměňují listový opad



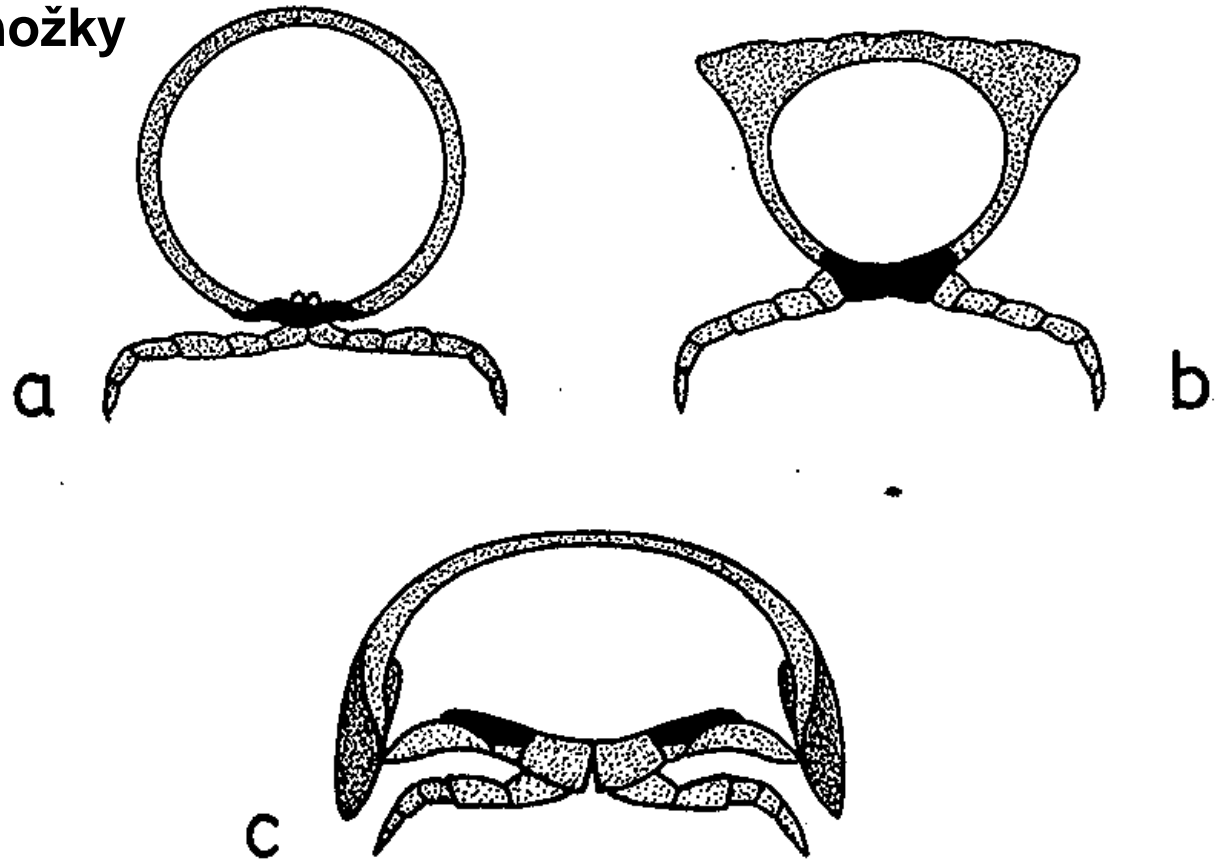
Narceus americanus



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Diplopoda – mnohonožky



Průřezy tělem zástupců různých forem mnohonožek (Diplopoda): a) Juloidea – typ bulodozéro s pevným tělním prstencem, b) Polydesmoidea – typ klínu s pevným tělním prstencem, c) Glomeridae – tergity vůči sobě pohyblivé, volvace

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Diplopoda – mnohonožky: Julida



Ommatoiulus sabulosus – mnohonožka dvoupásá
(foto: Abrahami, Wikimedia)



Tachypodoiulus niger – prstencovka černá
(foto: Stemonitis, Wikimedia)



Foto: J. Schlaghamersky

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Diplopoda – mnohonožky: Glomerida - svinule



Trachysphaera gibbula
- svinulka hrbolatá



Glomeris marginata – svinule vroubená



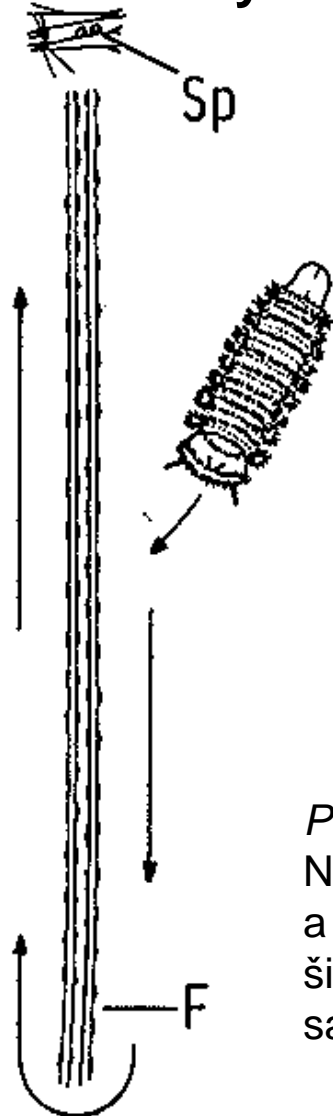
Glomeris hexasticha – svinule šestipásá

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Diplopoda – mnohonožky

Polyxenida – chlupule



Polyxenus lagurus – chlupule podkorní

Polyxenus lagurus:
Nitky předitva s kapičkami spermatu (Sp)
a cestička z natažených nitok předitva (F);
šipky ukazují směr, kterým cestička navádí
samici ke kapičkám spermatu.

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Diplopoda – mnohonožky: Polydesmidae – plochule



Polydesmus complanatus – plochule křehká



Polydesmus sp.

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Diplopoda – mnohonožky



Foto: Dominikhpbr, Wikimedia Commons

Strongylosoma stigmatosum
- stíněnka hnědočervená
(Strongylosomatidea:
Paradoxosomatidae)



Polyzonium germanicum – chobotule oranžová
(Polyzoniida: Polyzoniidae)

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Diplopoda – mnohonožky



Asiomorpha coarctata
z Filipín (Paradoxosomatidae)
(foto: Obsidian Soul, Wikimedia)



Brachoria / Apheloria spp. (Polydesmida) –JV Sev. Amerika

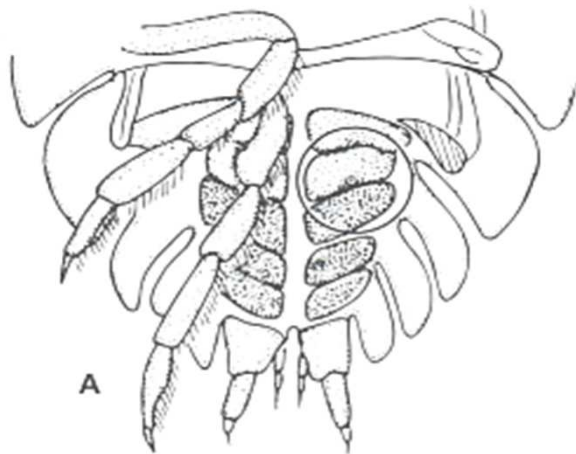


Parafontaria sp. (Polydesmida) - Japonsko

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

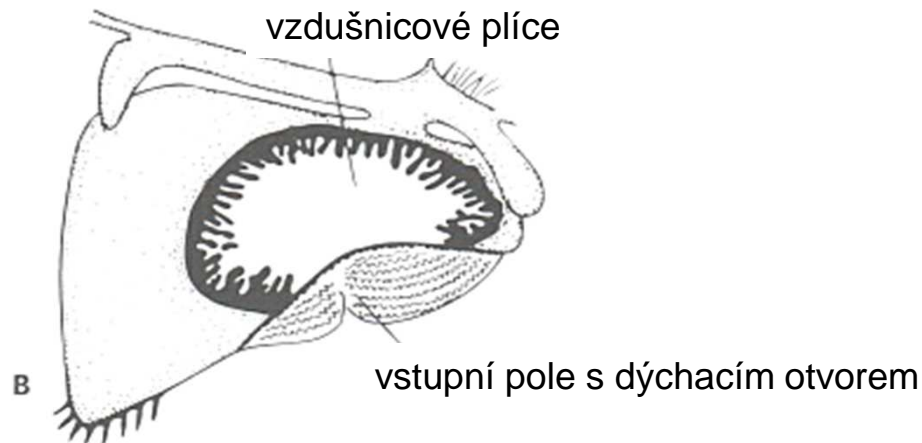
Isopoda – stejnožáci: Oniscoidea – stinky a svinky



Vzdušnicové plíce u suchozemského stejnožáce
- svinky *Porcellio scaber*.

A - pleopody z ventrálního pohledu (v kruhu exopodity
1. - 3. levého pleopoditu, v důsledku naplnění vzduchem
je 1. - 2. exopodit bílý)

B - exopodit s dýchacím otvorem na vstupním poli



Porcellio scaber

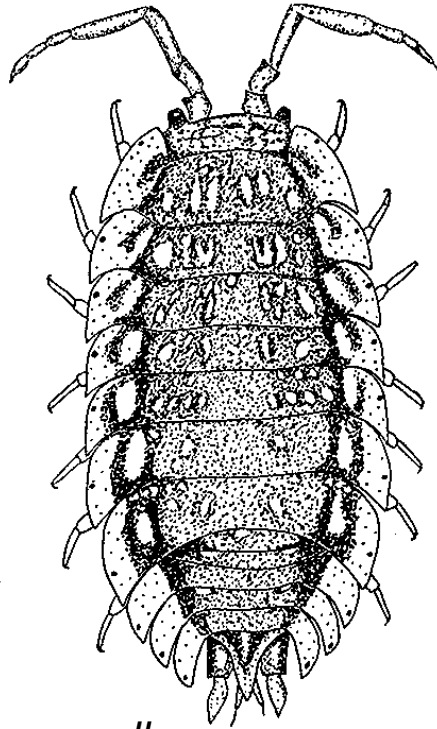


Hemilepistus reaumurii – druh s péčí o mláďata, sev. Afrika

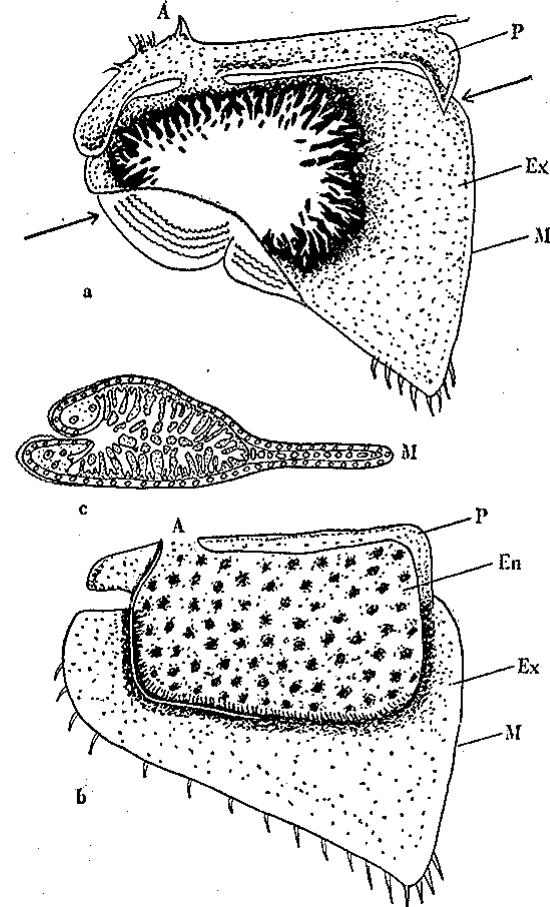
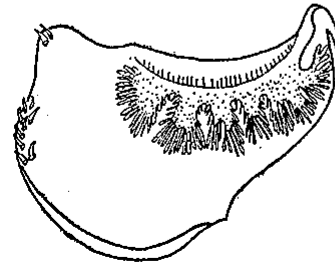
Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Isopoda – stejnoonožci: Oniscoidea – stinky a svinky



Oniscus asellus



Horní řada vlevo: ventrální pohled na pleon u *Philoscia* sp., levé exopodity odstraněny aby byly vidět žábry (šedě). **Dolní řada vlevo:** exopodit 1. pleopodu u *Armadillidium* sp. s plicemi.

Vpravo: pleopod u *Porcellio scaber*, dorsálně; a – exopodit 2. pleopodu s plicemi; b – exopodit a endopodit (funkce žaber) 3. pleopodu; c – příčný řez 1. pleopodem ve směru indikovaném šipkou v obrazku a.

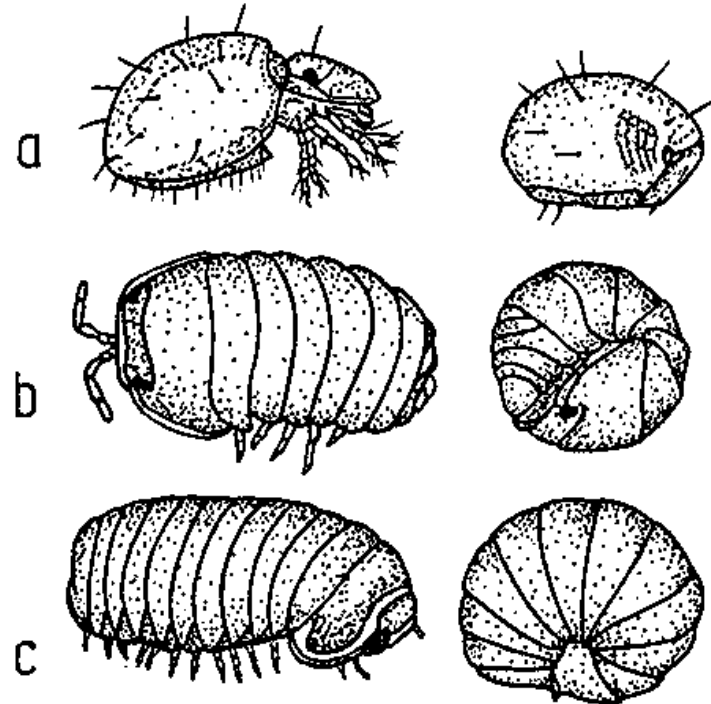
Edafon – půdní organismy

Schopnost volvace u různých skupin
půdních členovců:

a) *Peudotritia ardua* (v pohybu)
a *Phthiracarus setosellus* (Oribatida)

b) *Cubaris* sp. (Isopoda: Oniscoidea)

c) *Sphaerotherium* sp. (Diplopoda)



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Amphipoda – různonožci

- zpravidla vodní, několik druhů také ve vlhkém listovém opadu suchozemských biotopů, většinou blízko vodních těles.
- adaptace na život v půdě/opadu jen u několika nejvíce přizpůsobených druhů: mírně zkrácené pleopody
- především Talitridae, např. *Arcitalitrus sylvaticus* (4 000 ind./m²) v australských deštných pralesích.
- ve střední Evropě opouští blešivec obecný (*Gammarus pulex*) dočasně vodu a zdržuje se ve vlhkém opadu.



Arcitalitrus sylvaticus



Gammarus pulex

Edafon – půdní organismy

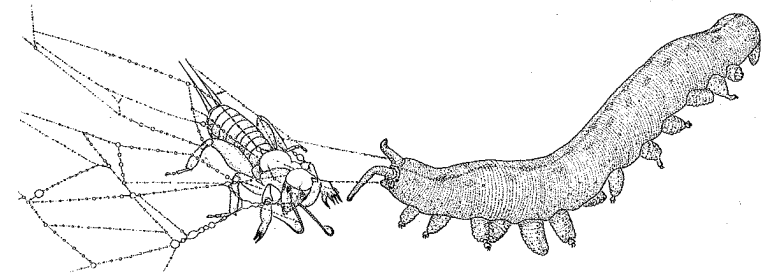
Makrofauna

Onychophora – drápkovci

- cca. 160 druhů
- 2-15 cm
- terestričtí / půdní - v prostředí s vysokou vlhkostí vzduchu a stálou teplotou pod kameny, padlým dřevem, v listovém opadu; noční aktivita
- rozšíření: střední - jižní Amerika, rovníková a jižní Afrika, jihovýchodní Asie, Austrálie, Nový Zéland (zde adaptace na vyšší výkyvy teploty)
- dravci
- vejcoživorodí, živorodí, vzácně vejcorodí



Peripatus sp.
(Costa Rica)



Peripatus sp. (Costa Rica)



Peripatus sp.

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Pseudoscorpionida - štírci

- cca 3000 druhů (1-7 mm)
- v listovém opadu, pod kůrou, ve stromových dutinách, atd.
- dorsoventrální zploštění umožňuje život v úzkých štěrbinách
- loví chvostoskoky, pisivky a larvy větších členovců
- výskyt zpravidla v malých počtech - jednotlivě



Neobisium carcinooides (2,5 mm) loví juvenilního chvostoskoka *Orchesella cincta* (1,8 mm): Kořist byla paralizována uchopením klepítkem pedipalpu (jedová žláza), poté se štírek zakousl chelicerami lateroventrálně v genitální oblasti, chvostoskok vypustil z ventrálního tubu kapku exkréту (vlevo); poté byla chelicerami rozžvýkána furka (uprostřed); klepítko pedipalpu bylo očištěno chelicerami (vpravo).
(Zdroj: 2008.11.12 © Baas, A.H., Nizozemsko)

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Opiliones – sekáči

- cca. 4000 druhů
- epigeičtí a na vegetaci
- skupiny s výraznou vazbou na půdu:
 - Cyphophthalmi
 - Troglulidae
 - Nemastomatidae
- zoofágové



Troglulus tricarinatus: predátor plžů



Phalangium opilio



Cyphophthalmi: půdní, loví chvostoskoky



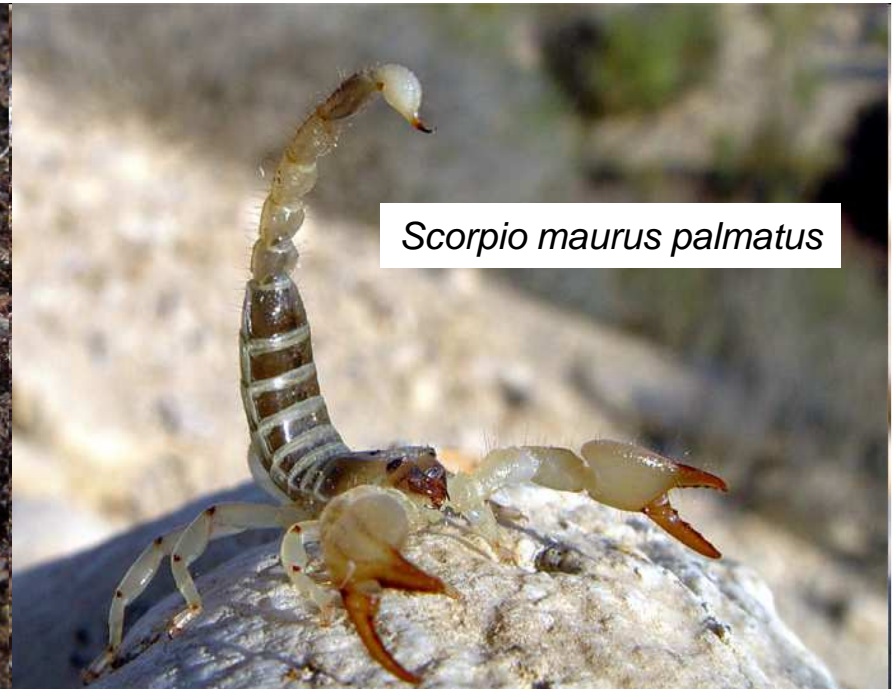
Ischyropsalis hellwigi: predátor plžů

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Scorpiones – štíři

- cca. 900 druhů (1-7 cm)
- až na výjimky jen v subtropích a tropech
- většinou v aridních oblastech, ale i ve vlhkých lesích
- přes den pod kameny, dřevem, listím, v puklinách
- veleštír maurský (*S. maurus*) buduje až 80 cm hluboké chodby
- středoasijské zástupce rodu *Liobuthus* sp. mají rozšířené končetiny uzpůsobené hrabání



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Araneae / Araneida – pavouci

- v porézních půdách lesů a vřesovišť střední Evropy: 50-150 jedinců/m²
- úkryty, hrabavá činnost (nory)
- prediční tlak epigeických druhů
- přísun živin do půdy přes exkrementy (lov dipter apod.)
- velké počty zástupců Micrypanthidae = Erigoninae (Linyphiidae - plachetnatkovití)



Oedothorax agrestis – pavučenka pobřežní (Linyphiidae)



Zelotes longipes – skálovka dlouhonohá (Gnaphosidae)



Atypus affinis – sklípkánek hnědý (Atypidae)



Clubiona terrestris – zápředník zemní (Clubionidae)



Xerolycosa miniata – slídák červenavý (Lycosidae)

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Uropygi - bičovci

cca 180 druhů (do 7,5 cm); (sub)tropičtí

Thelyphonida



Schizomida - krátkochovosti

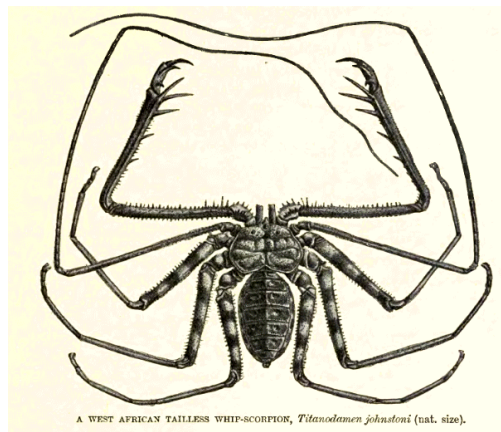


Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Amblypygi - krabovci

cca 100 druhů (10-45 mm); (sub)tropičtí

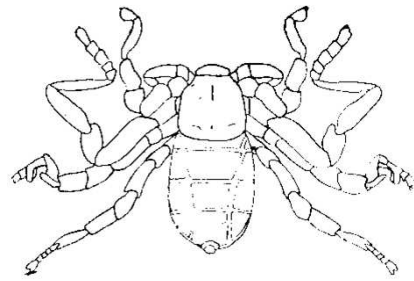


Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Ricinulei - roztočovci

- cca 40 druhů
- do 10 mm
- v listovém opadu tropických lesů (Amerika, Afrika)



Edafon – půdní organismy

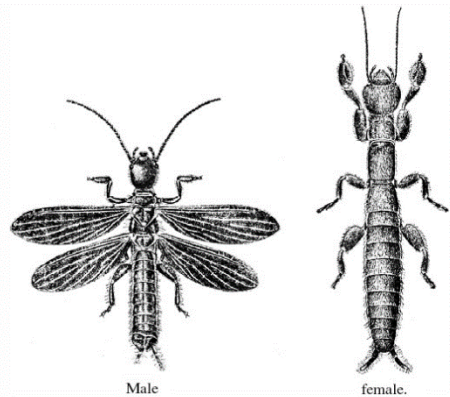
Makrofauna

Dermaptera – škvoři



Forficula auricularia

Embioptera - snovatky



Male

female.

Embia major (Embioptera).

From A. D. Imms, 1913, On *Embia major* n. sp. From the Himalayas, *Trans. Linn. Soc. Zool.* 11:167–195.



Haploembia solieri



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Auchenorrhyncha – křísi



Lyristes plebejus

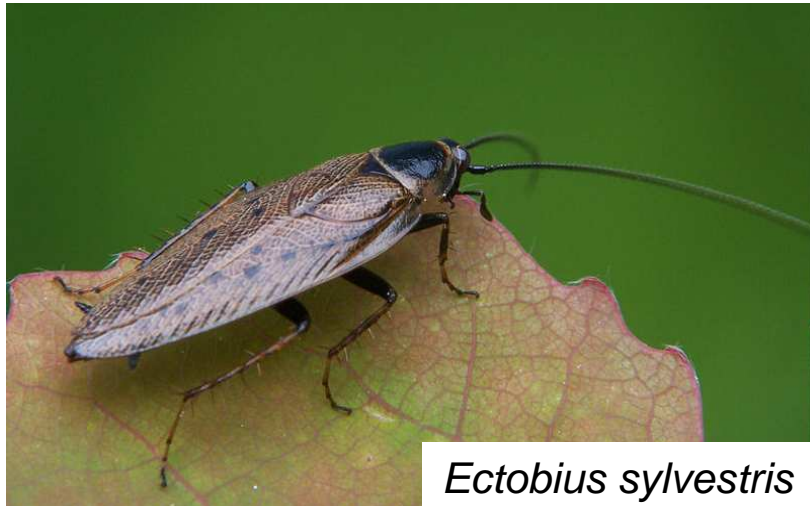


Magicicada sp. (angl.: Periodical Cicada);
emergence z půdy každých 17 let;
sev. Amerika

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Blattaria = Blatodea - švábi



Ectobius sylvestris

Ensifera - kobytky



Gryllotalpa gryllotalpa



Blabera gigantea (Neotropis, foto: V. Motyčka)



Gryllus campestris



Nemobius sylvestris

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Isoptera – termiti

Vpravo termitiště v Litchfield National Park, Northern Territory, Austrálie.

Dole stromové hnízdo termitů, střední Amerika.



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Isoptera – termiti, všekazi (patří mezi šváby)

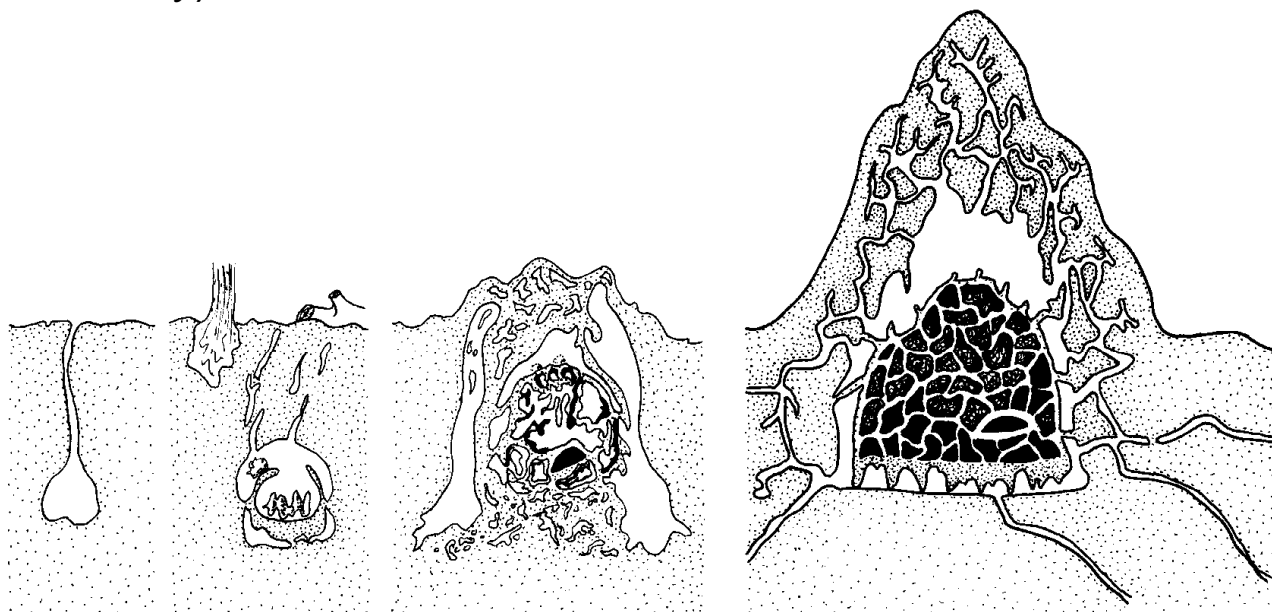
Funkční diversita termitů

Potravní zdroje

- Dřevo
- Půdní organická hmota
- Listový opad
- (pěstované houby)

Obsazení prostorových nik

- Nadzemní hnízda - termitiště
- Podzemní hnízda (v půdě)
- Hnízda ve dřevě odumřelých stromů
- Podnájemníci (inquilini) v hnízdech jiných termitů



Sly/00

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Isoptera – termiti, všekazi (patří mezi šváby)

Taxocenozy termitů v Amazonii – celkové počty druhů (Banderia, 1989)

potravní specializace	primární les	10 let stará pastvina
lignivorní	34	18
přechodné	15	7
humivorní	14	7
celkem	63	32

Počty druhů termitů na plochách lesa různé velikosti v Amazonii; celkové počty, v závorkách počty podčeledi Apicotermitinae (De Souza, 1989)

rozloha plochy	část velkého lesa	izolovaný ostrůvek lesa
10 ha	75 (11)	50 (3)
1 ha	40 (7)	13 (1)

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Formicidae – mravenci



Mravenec žlutý (*Lasius flavus*) s kuklou

Foto © A. Wild



Mraveniště mravence žlutého (*Lasius flavus*)

L. flavus: Např. na loukách sev. Evropy bývá zcela dominantním mravencem.

Dosahuje pak biomasy 6,6 až 16,5 g/m² a přemísťuje 30-300 g půdy za m² a rok na povrch.

Živí se převážně trofobiozou za využití mšic sajících na kořincích.

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Formicidae – mravenci

Lesní mravenci (*Formica* spp.) sbírají medovici a loví v korunách stromů i na půdním povrchu. Dochází k velké koncentraci živin v mraveništích (za ochuzení vzdálenějších částí porostu), zvýšené mikrobiální aktivitě v nich.



Mraveniště mravence lesního (*Formica* sp.)



Řez mraveništěm mravence lesního (*Formica* sp.)
Foto: Pawel Drozd



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Zastoupení mravenců v půdě tropického deštného lesa na příkladu biotopů v Amazonii u Manausu (Brazílie); extrakce mravenců byla provedena pomocí Berleseho aparátu z vzorků o ploše 0,035 m² odebraných do 5 cm hloubky.

Biotop	Počet vzorků	Abundance			Biomasa (suchá hmotnost)		
		hustota (ind./m ²)	% makrofauny	opad /mineral. půda	hustota (mg/m ²)	% makrofauny	Opad /mineral. půda
primární les	160	1322	27,1	0,71	187,9	6,9	0,62
sekundární les	160	865	22,9	1,7	87,8	6,3	0,96
zemědělsko-lesnický systém	160	678	16,8	0,76	68,6	3,6	0,95

Podle Garcia et al. (2002) a Verhaag (2005)

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Abundance a biomasa mravenců v neotropickém deštném pralese:

Půdní fauna (extrakce Berleseho aparátem):

27-70 % jedinců makrofauny

25 % jedinců makro a mesofauny (data z Panamy)

10-20 % biomasy (odhad)

Stromová fauna (odchyt pomocí jedovaté mlhy – canopy fogging):

3-94 % jedinců (v průměru cca 40 %)

16-57 % biomasy (v průměru cca 30 %)

Na 1 hektaru deštného lesa žije 10-20 milionů mravenců, což odpovídá 1-2 kg suché hmotnosti biomasy.

Zdroj: M. Verhaag, ústní sdělení (2008)

Edafon – půdní organismy

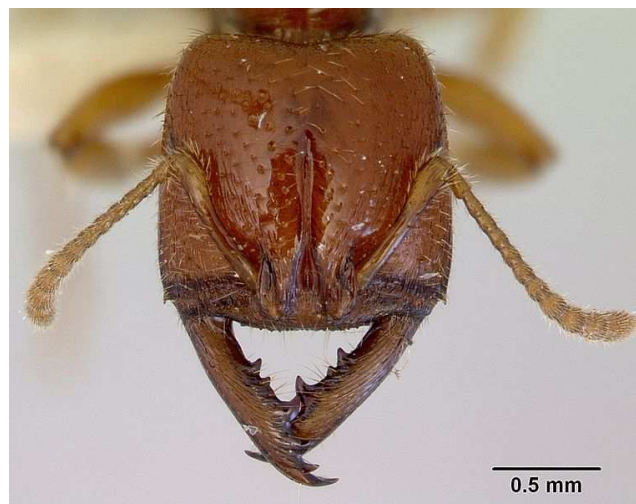
Makrofauna: mravenci



Leptogenys antongilensis

(foto: April Nobile / www.antweb.org)

– loví stejnonožce



Amblyopone leae

(foto: April Nobile / [© AntWeb.org](http://www.antweb.org) / [CC-BY-SA-3.0](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/))

– loví stonožky



Strumigenys abdera

(foto: S. Shattuck / [© AntWeb.org](http://www.antweb.org) / [CC-BY-SA-3.0](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/))

– loví chvostoskoky



Octostruma balzae (foto: April Nobile / www.antweb.org) – loví drobné členovce

Eciton burchellii, voják

(foto: [© AntWeb.org](http://www.antweb.org))

– loví jiné mravence



Edafon – půdní organismy

Makrofauna: mravenci



Dělnice *Leptogenys* sp. nesou svinku (Borneo)

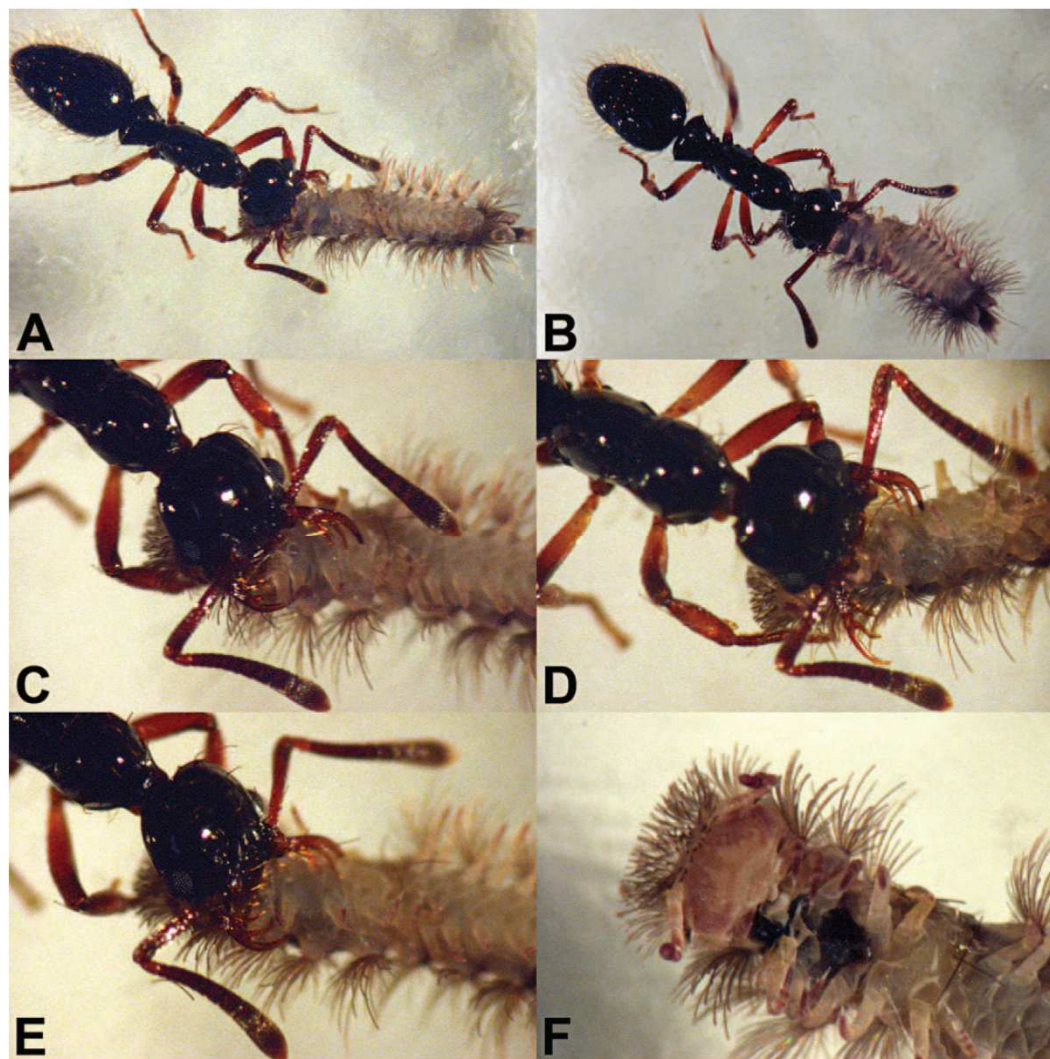
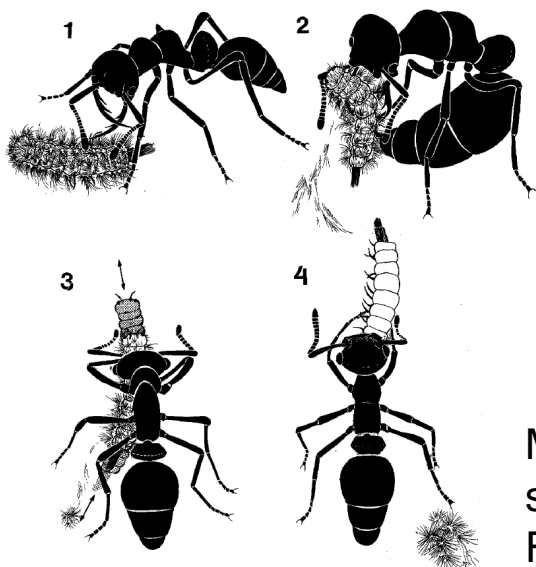
(foto: S. Shuttuck / Creative Commons Attribution-ShareAlike (CC BY-SA))

Edafon – půdní organismy

Makrofauna: mravenci



Thaumatomyrmex cochlearis
(foto: April Nobile / © AntWeb.org / CC-BY-SA-3.0)



Mravenci rodu *Thaumatomyrmex* ze střední a jižní Ameriky jsou specializovanými lovci chlupulí, tj. mnohonožek z taxonu Polyxenida. Fotografie výše ukazují zpracovávání potravy druhem *Th. paludis* z okolí Manusu, Brazílie (Rabeling et al., 2012)

Edafon – půdní organismy

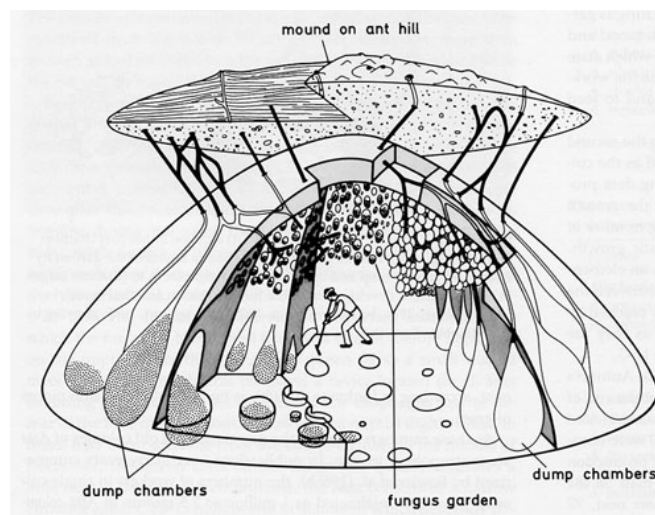
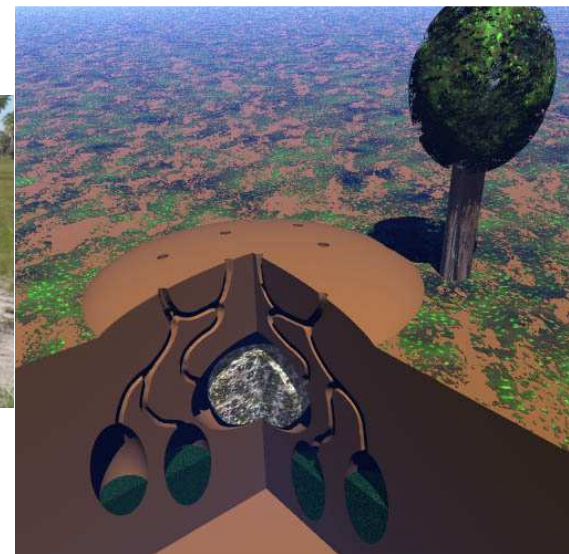
Makrofauna

Formicidae – mravenci

Mravenci tribu Attini (rod *Atta* a další) pěstující houby



Povrch hnízda mravence *Atta vollenweideri* s ventilačními otvory



Zdroj: Hölldobler & Wilson 1990, "The Ants", p. 602



Odkryté hnízdo (vylité cementem) mravence *Atta laevigata* v Brazílii

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Ekologický vliv mravenců pěstujících houby v tropickém deštném lese:

Atta columbica v tropickém deštném lese na ostrově Barro Colorado (Panama) vnáší do svého podzemního hnízda 7,6 g suché hmotnosti úkrojků listů na m² půdního povrchu a rok (Wirth et al. 2003).

Mravenci rodů *Mycocepurus* a *Trachymyrmex* v zemědělsko-lesnických systémech u Manausu (Brazílie) vnášejí do podzemního hnízda 50 g suché hmotnosti úkrojků listů na m² půdního povrchu a rok (Rabeling a Verhaag, ústní sdělení).

Odpadní haldy kolonií mravenců rodu *Atta* obsahují 16-98krát více živin než okolní vrstva porostního opadu.

Hustota jemných kořínků rostlin je v oblasti podzemního mraveniště čtyřkrát vyšší než mimo ně (Haines, 1978).

Hnízdní komůrky obsahují více uhlíku a dusíku než okolní půda:

- *Mycocepurus* spp.: 9,5krát více C a 10krát více N
- *Trachymyrmex relictus*: 34krát více C a 27krát více N

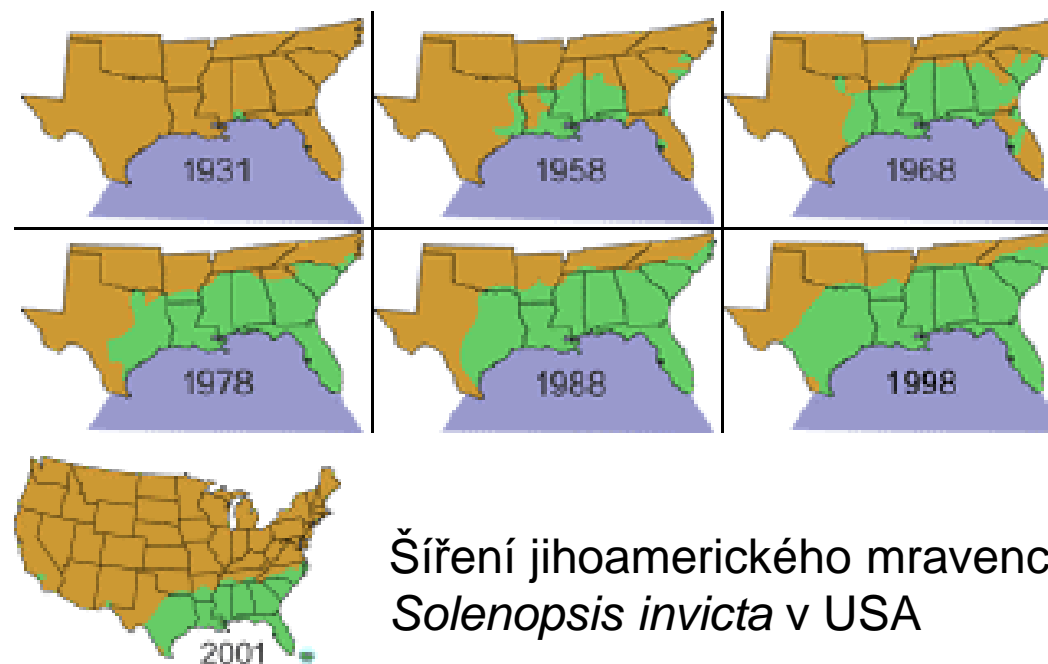
Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Formicidae – mravenci



Invaze „ohnivého mravence“
Solenopsis invicta do sev. Ameriky



Šíření jihoamerického mravence
Solenopsis invicta v USA



Následek přímého kontaktu člověka se *S. invicta*

Edafon – půdní organismy

Solenopsis invicta

Dělnice vykazují velkou míru polymorfismu.

Tam, kde nachází zavlečený druh *S. invicta* vhodné podmínky, vytváří superkolonie na velkých plochách (vzájemně propojená hnízda příbuzných kolonií).

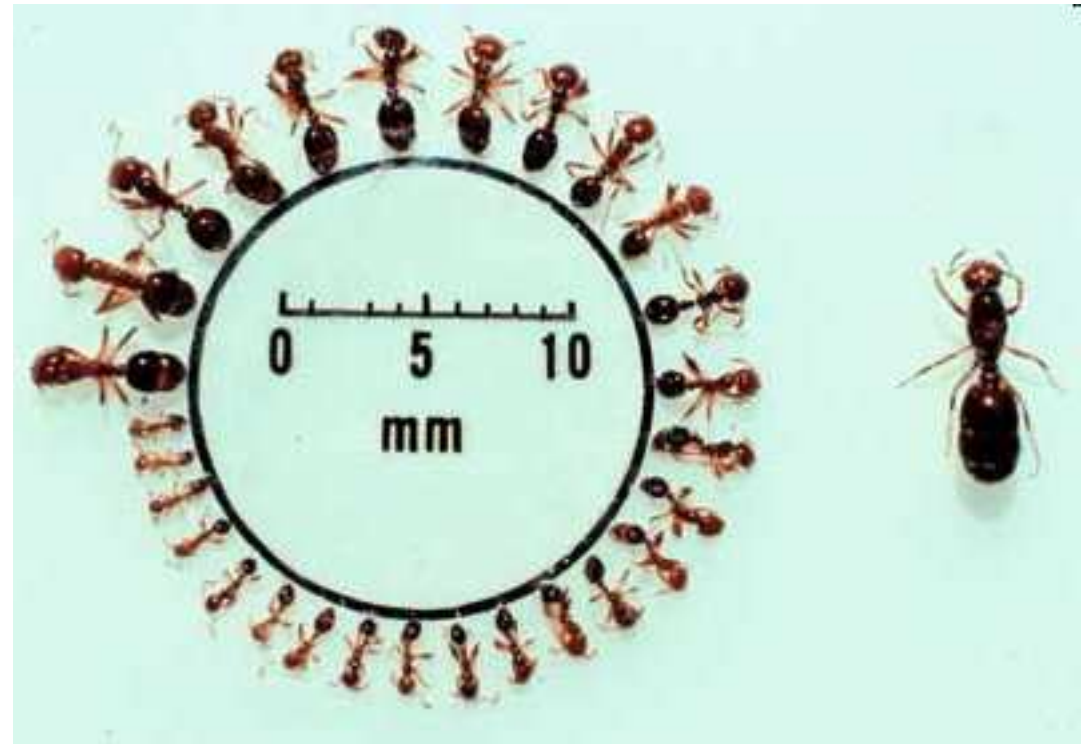


Foto: Kenneth G. Ross

Edafon – půdní organismy

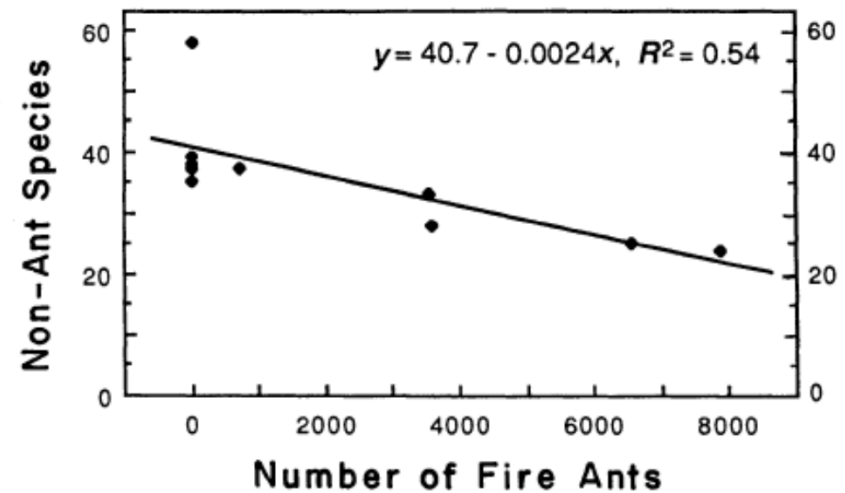


FIG. 6. Relationship between the number of fire ants (*Solenopsis invicta*) and the number of non-ant species collected in pitfall traps at 10 sample sites ($P = .015$).

Dle studie provedené koncem 80. let ve středním Texasu (Porter a Savignano, 1990), měly superkolonie mravence *S. invicta* následující vliv na taxocenózu mravenců a ostatní členovce na lokalitě:

- pokles druhové bohatosti mravenců o 70 %
- pokles abundance původních druhů mravenců o 90 %
- na lokalitách se *S. invicta* tento druh představoval přes 99 % všech mravenců, celková početnost dělnic stoupla o 10-30 %
- pokles druhové bohatosti ostatních členovců o 30 % a jejich abundance o 75 % (některé skupiny výrazně utrpěly, jiné z toho naopak těžily)

Edafon – půdní organismy

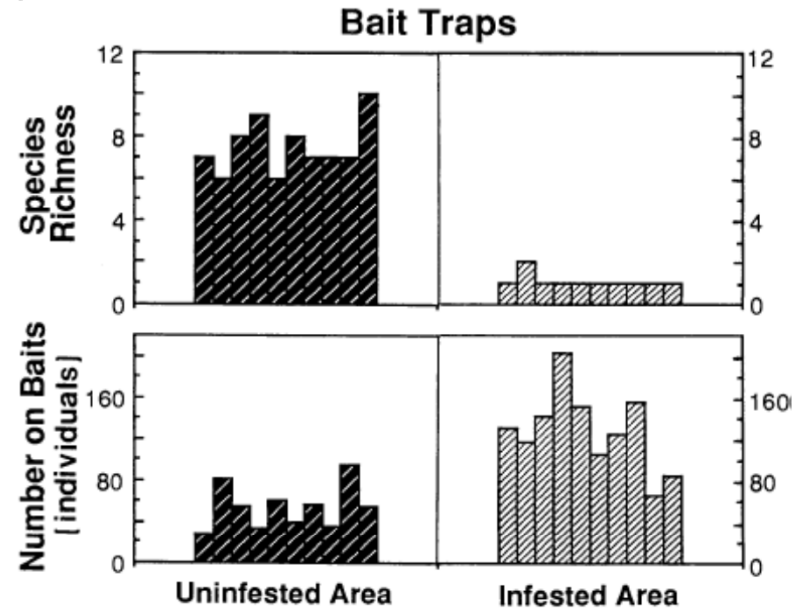
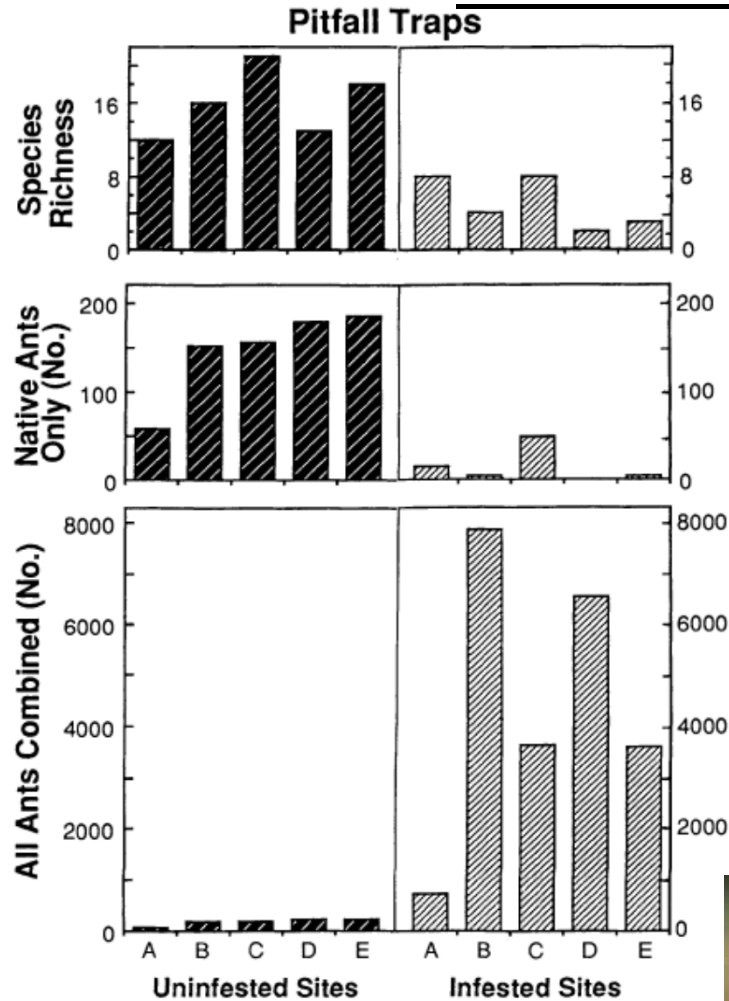


FIG. 4. Ant species richness and numbers of workers attracted to bait traps at 10 uninfested sites and 10 sites infested with the fire ant, *Solenopsis invicta*. Data are from site totals summed across date.

Porter a Savignano (1990)

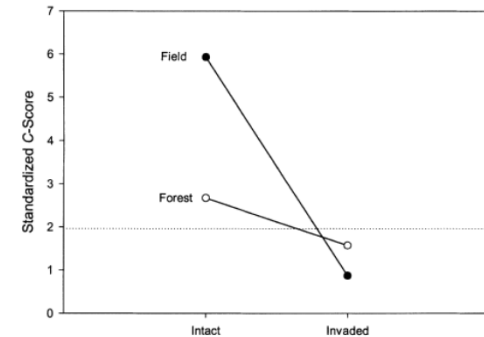


Figure 2 Effects of *S. invicta* on community structure. The standardized *C*-score measures the extent to which species co-occur less frequently than expected by chance. The larger the standardized *C*-score, the less co-occurrence compared with a randomly assembled community. The dotted line indicates 1.96 standard deviations, the approximate level of statistical significance ($P < 0.05$). ○, Forest ant assemblages; ●, open-field ant assemblages. In the presence of *S. invicta*, ant community structure converges to a random pattern.

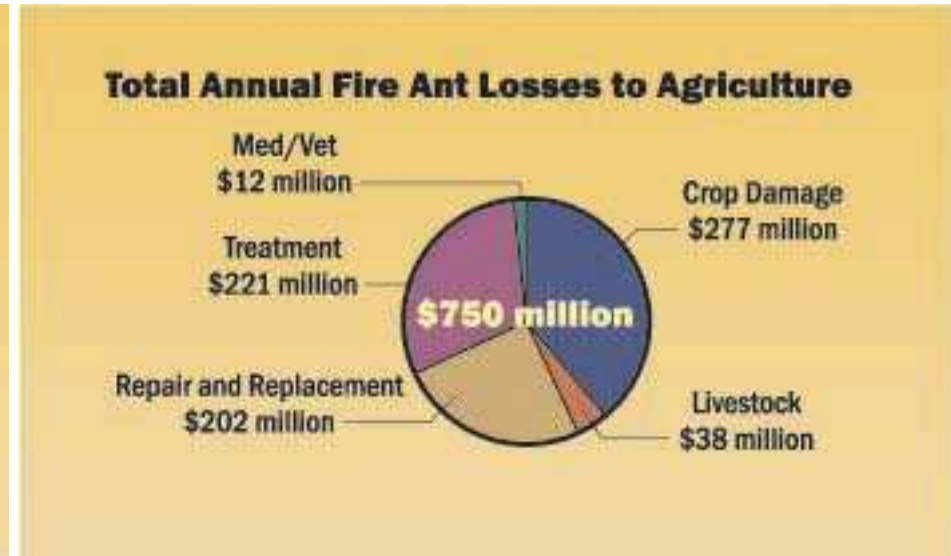
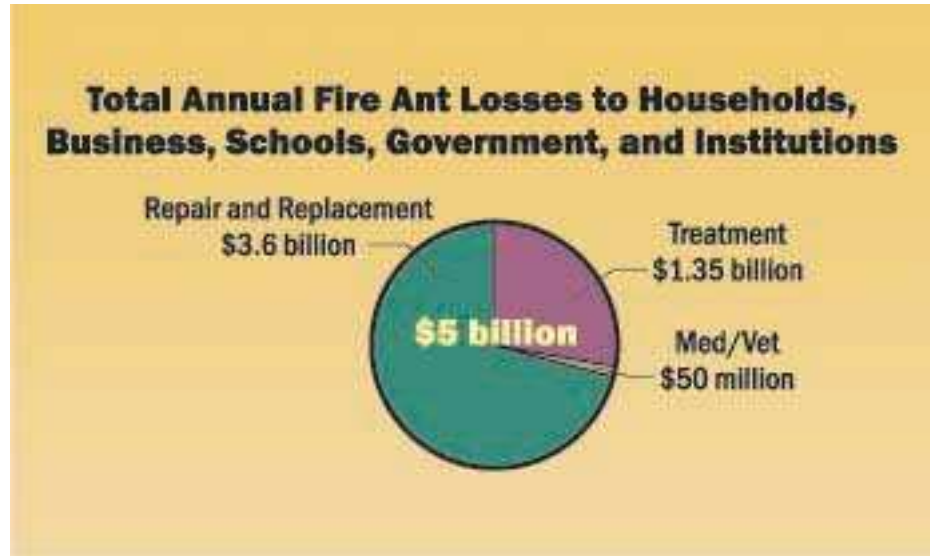
Vliv *S. invicta* na druhovou bohatost a abundanci mravenců (dělnic) – odchyt do zemních pastí (Texas, USA, 1987) - z Porter a Savignano (1990).



N.J. Gotelli and A.E. Arnett
Ecology Letters, (2000) 3 : 257–261

Edafon – půdní organismy

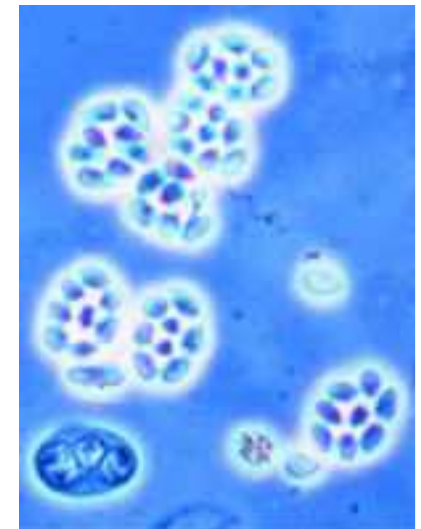
Invaze jihoamerického mravence do Severní Ameriky (i jinam)



Vyčíslení ročních škod způsobených zavlečeným mravencem *S. invicta* v USA



Pro biol. boj proti mravenci *S. invicta* jsou využívány mouchy rodu *Pseudacteon* a prvok *Thelohania solenopsae*.



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Coleoptera – brouci: fytofágové



Agriotes lineatus - kovařík obilní (Elateridae)



Melolontha melolontha (Scarabeidae)



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Coleoptera – brouci: sapro(myko)fágové



Acalles boehmei (Curculionidae)



Catops picipes (Leiodidae)

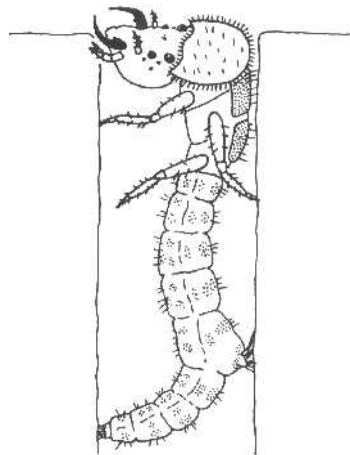
Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Coleoptera – brouci: zoofágové



Cicindela campestris
(Carabidae: Cicindelinae)



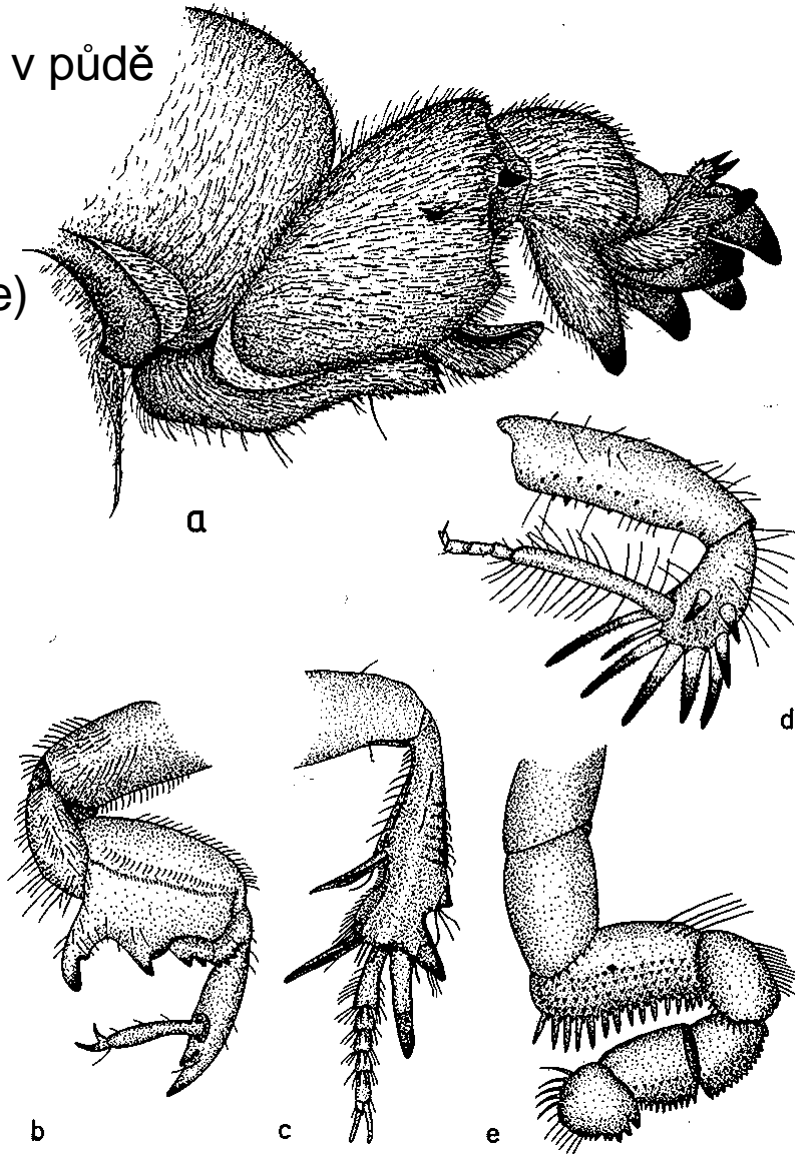
Ústí chodeb larev svižníka – vlevo je larva zcela skryta, vpravo její plochá hlava uzavírá vchod (larva číhá na kořist, kterou uchopí kusadly a zatáhne do chodby)

© A.J. Silverside (www.lastdragon.org)

Edafon – půdní organismy

Přední nohy členovců přizpůsobené hrabání v půdě

- a) *Gryllotalpa vulgaris* (Ensifera)
- b) *Lyristes plebejus* (Auchenorrhyncha)
- c) *Scarites buparius* (Coleoptera: Carabidae)
- d) *Arenivaga investigata* (Blattodea)
- e) *Siloannea macrocerras* (Araneae)



Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Coleoptera – brouci: zoofágové



Carabus auratus (Carabidae)
Foto: Soebe (Wikimedia)



Carabus coriaceus - střevlík kožitý

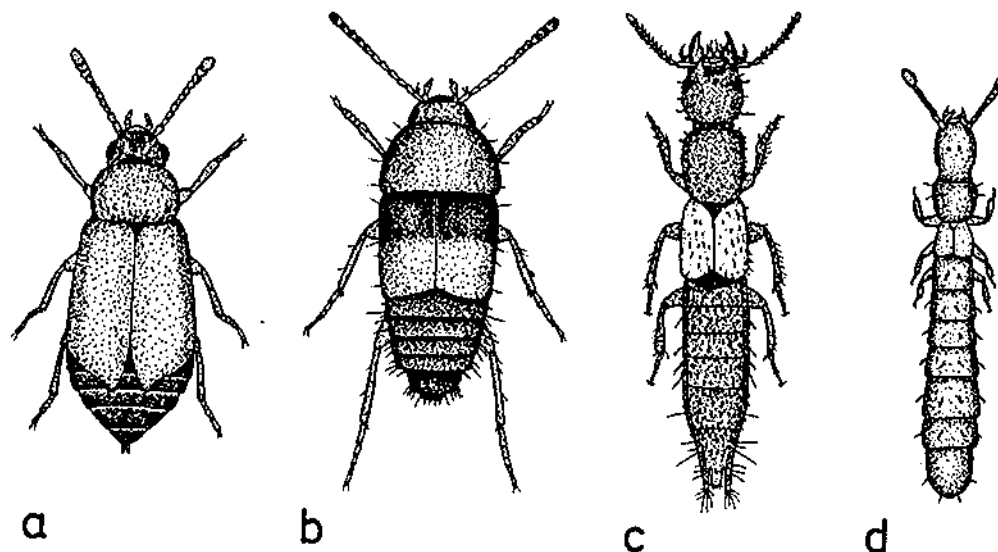


Staphylinus caesareus (Staphylinidae)



Larvy drabčika (Staphylinidae)
(foto A. Wild - www.alexanderwild.com)

Edafon – půdní organismy



Životní formy drabčků (Staphylinidae):

- a) *Anthobium minutum* (epedafický)
- b) *Tachyporus obtusus* (epedafický)
- c) *Othius punctulatus* (hemiedafický)
- d) *Entomoculia occidentalis* (euedafický)

Zástupci podčeledí Scydmeninae (nahore)
a Pselaphinae (*Rybaxis laminata*, dole)

z čeledi drabčkovití (Staphylinidae; dříve samostatné čeledi) žijící se převážně jako specializovaní lovci roztočů v půdě a tlejícím dřevě.

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Diptera: Nematocera – dvoukřídlí: krátkorozí

Chironomidae – pakomárovití (phyto- a sapro-fágové) a další



Cycloraphní larva (redukovaná hlavová kapsule) zástupce Diptera-Brachycera nalezená v půdě.

Larvy pakomárů (vlevo) se v suchozemském prostředí vyskytují často v mělkých půdách a mechových polštářích na skalách (dokud jsou vlhké), ale také v surových půdách či takových po narušení, např. v orné půdě, využívají patrně jako potravu řasy a mechy, kterým se za takových podmínek daří.

Edafon – půdní organismy

Mesofauna

Diptera: Nematocera – dvoukřídlí: krátkorozí

Bibionidae – muchnicovití (saprofágové, při přemnožení také rhizofágní)



Larvy muchnic se v mírném pásmu vyskytují především ve středně vlhkých půdách listnatých lesů, často v hustotách několika set jedinců na m² (ale i přes 10 tis.), také v zemědělských půdách; aktivně si razí chodbičky, Významní rozkladači ale i zeměděšší škudci.
Foto: Frank Kämmle, Wikimedia



Samička muchnice březnové (*Bibio marci*) s hrabacími trny na předních holeních
Foto: Christian R. Linder, Wikimedia

Edafon – půdní organismy

Makrofauna

Diptera – dvoukřídlí: Tipulidae – tiplicovití (saprofágové)



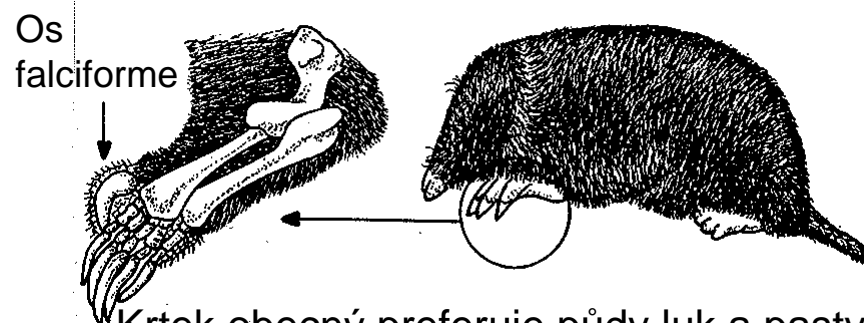
Larvy tiplic jsou významnými rozkladači v zamokřených půdách (jiné druhy žijí v sedimentech vodních těles), další druhy žijí v silně zetlelém, vlhčím dřevě.

Edafon – půdní organismy

Megafauna: savci



Talpa europaea – krtek obecný



Krtek obecný preferuje půdy luk a pastvin. Vyhýbá se suchých písčným i zamokřeným půdám.



Systém chodeb zakládá v na polích v hloubce 10-20 cm, na loukách 20-40 cm (v zimě 40-60 cm); chodby razí stlačováním okolní půdy, krtinec vznikne pokud při hledání kořisti vyhrabe chodbu až na půdní povrch.

Loví makrofaunu dle nabídky v dané půdě, především žížaly a larvy hmyzu; velké úlovky si v ochromeném stavu schovává na zimu.

Edafon – půdní organismy

Megafauna: savci



Condylura cristata – krtek hvězdonosý (Sev. Amerika): smyslové buňky koncentrované v 22 výrůstcích na čenichu



Talpa caeca – krtek slepý (jižní Evropa): oči překryté srstí

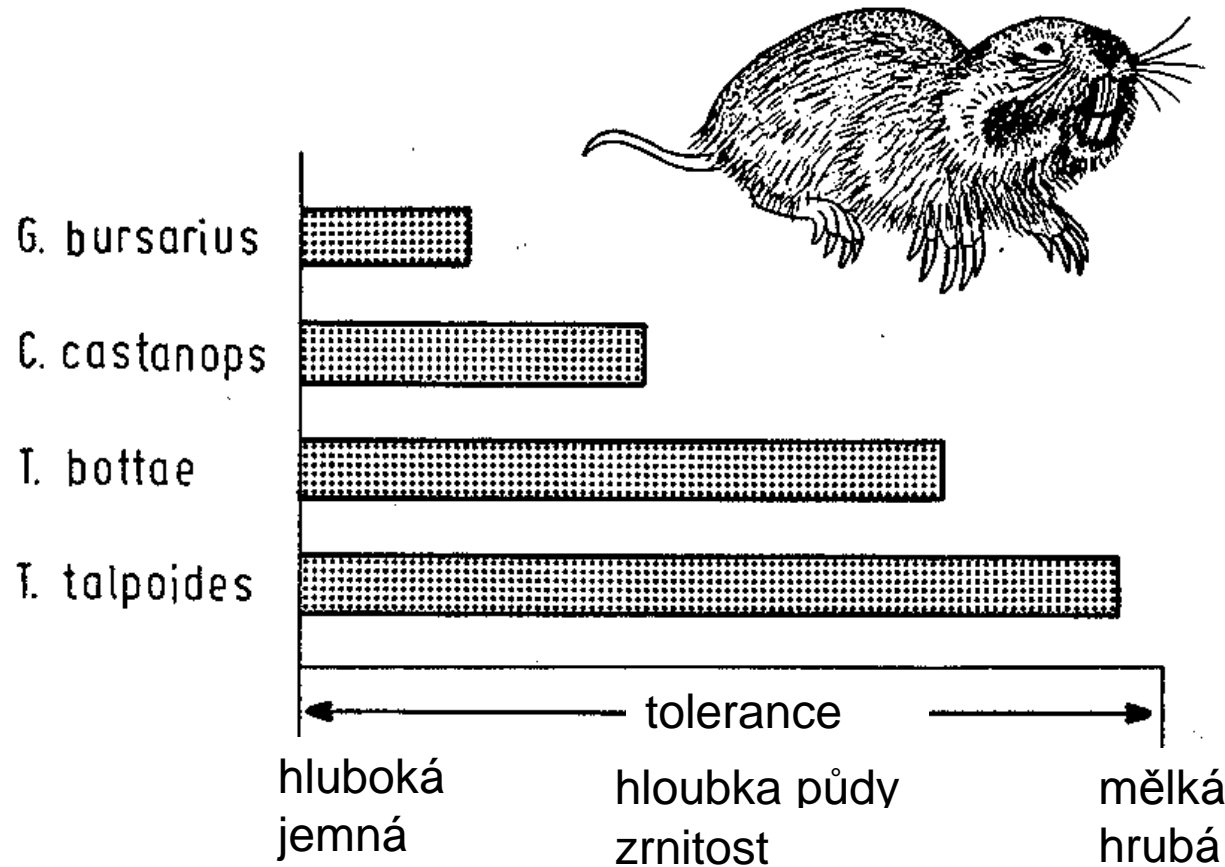


Condylura cristata
– krtek hvězdonosý

Edafon – půdní organismy

Megafauna: savci

Geomyidae – pytlonošovití (Sev. a Střední Amerika)



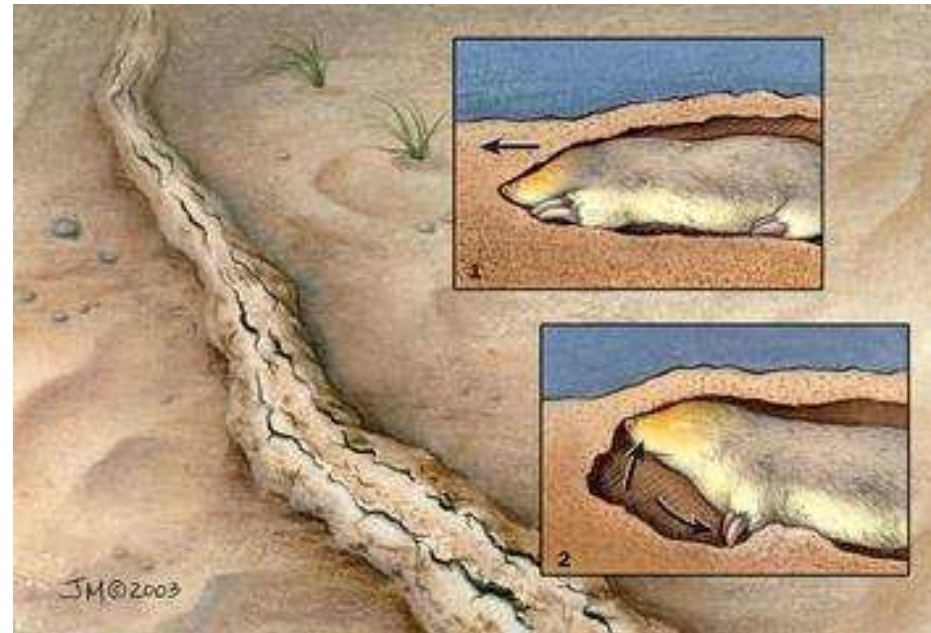
Thomomys bottae
– pytlonoš horský

Relativní tolerance severoamerických druhů pytlonošů (*Geomyidae*) vůči hloubce a zrnitosti půdy

Edafon – půdní organismy

Megafauna: savci

Chrisochloridae – zlatokrtovití (Afrika)



Chodba zlatokrta



Eremitalpa granti – zlatokrt Grantův

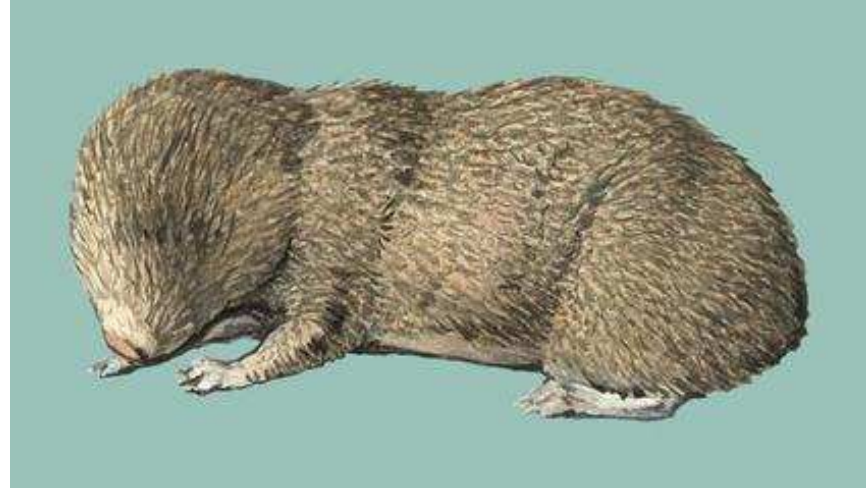


Chrysothalpa trevelyiani
- zlatokrt velký

Edafon – půdní organismy

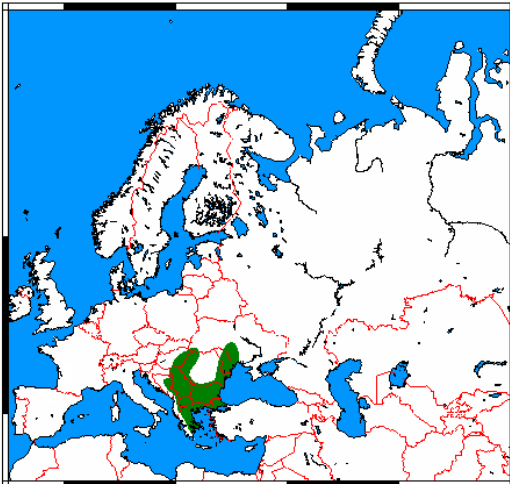
Megafauna: savci

Spalacidae - slepcovití (Jihovýchodní Evropa, Asie, Afrika)



Nannospalax ehrenbergi – Slepec egyptský

Nannospalax leucodon – Slepec malý

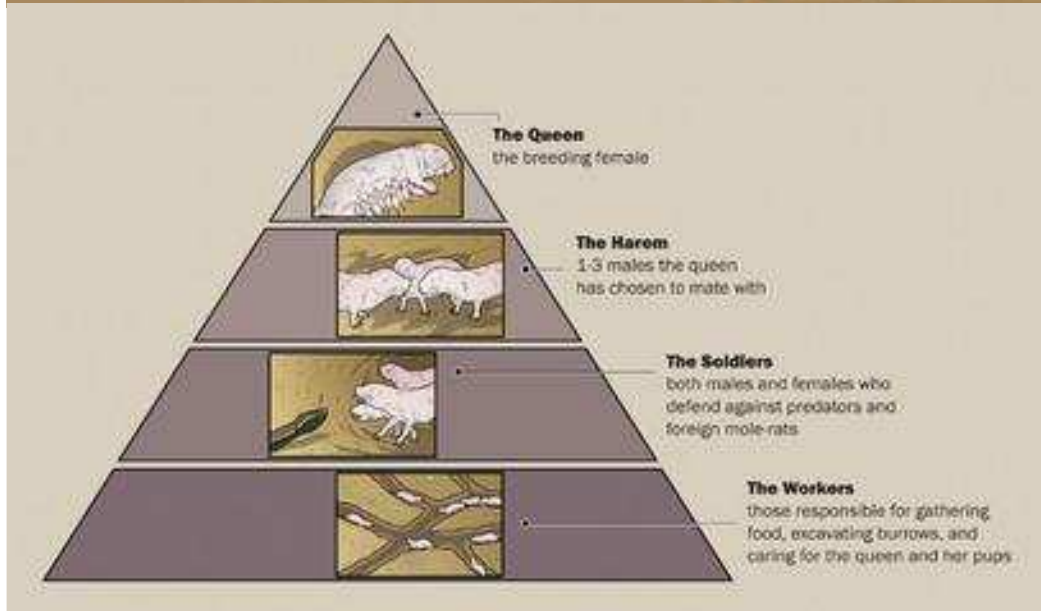
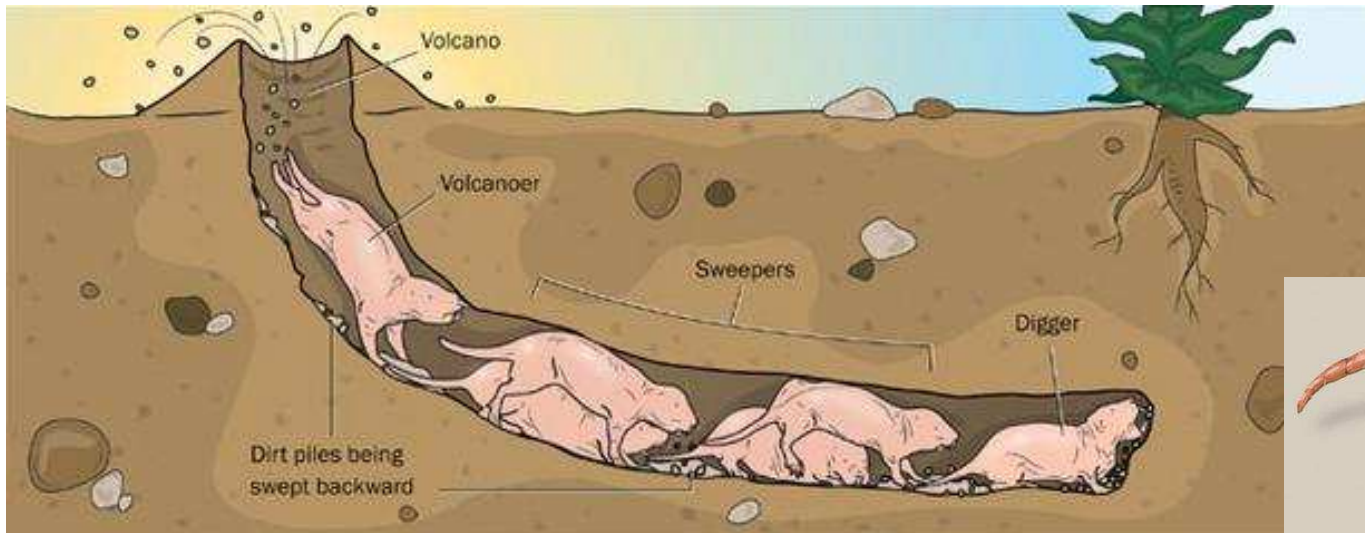


Edafon – půdní organismy

Megafauna: savci

Batyergidae – rypošovití (subsaharská Afrika) – solitérní až eusociální druhy

Heterocephalus glaber – rypoš lysý (Africký roh po sev. Keňu)

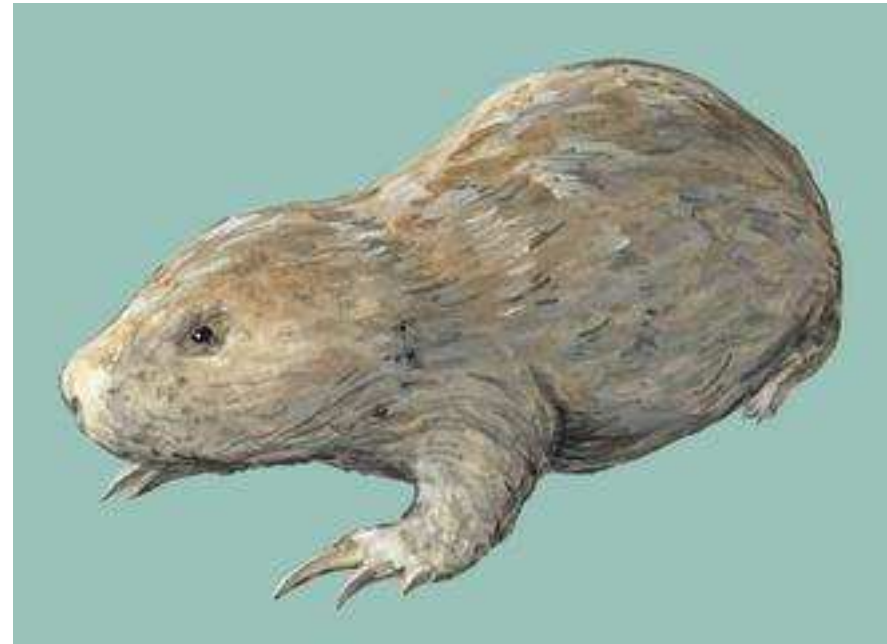


Edafon – půdní organismy

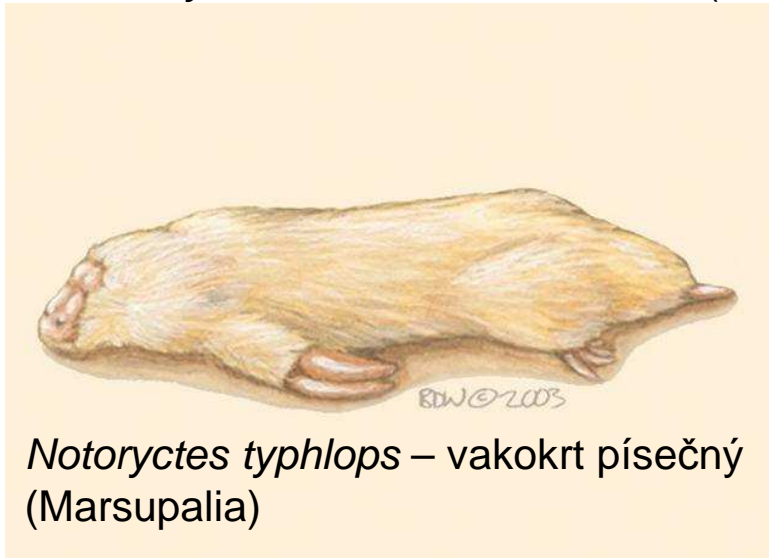
Megafauna: savci



Cannomys badius – hlodoun menší (Muridae)



Myospalax myospalax – Cokor altajský (Muridae)



Notoryctes typhlops – vakokrt písečný (Marsupalia)



Edafon – půdní organismy

Megafauna: šupinatí

Rhineura floridiana

- zemněryj (Amphisbaenidae)
– Florida worm lizard; Florida, Georgia



Edafon – půdní organismy

Megafauna: šupinatí



Blanus cinereus – kroužkovec evropský (Amphisbenidae); Iberský poloostrov, Maroko



Blanus strauchi – kroužkovec turecký; Egejské ostrovy, Turecko, Blízký Východ

Edafon – půdní organismy

Megafauna: šupinatí



Typhlops vermicularis
– slepák nažloutlý (Typhlopidae);
JV Evropa, Z Asie, Egypt



Diplometopon zarudnyi – zeměplaz
(Trogonophidae); Irák, Írán, Arabský poloostrov

Edafon – půdní organismy

Megafauna: obojživelníci

Červoři (Gymnophiona)



Rhinatrema bivittatum (Rhinatrematidae);
SV Jižní Ameriky



Caecilia tentaculata (Caeciliidae); tropické
deštné lesy severní části Jižní Ameriky



Dermophis mexicanus



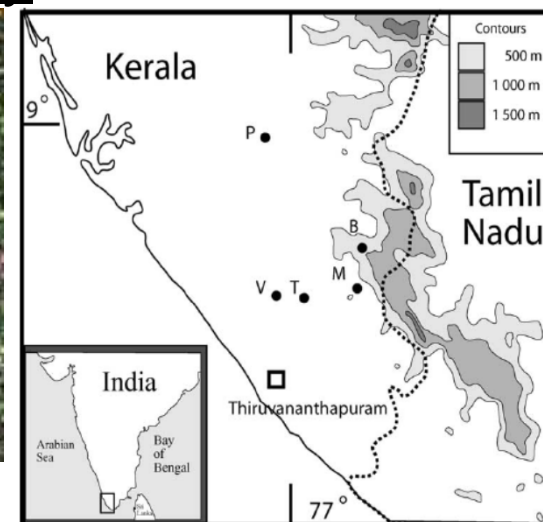
Edafon – půdní organismy

Megafauna: obojživelníci

Červoři (Gymnophiona)



Gegeneophis danieli



Density and mass of *Gegeneophis ramaswamii* found in surveys at five localities in southern India

Locality	Time (date) visited	Density (g/m ²)	Mass (g)	Number of individuals				Time (date) visited	Density (g/m ²)	Mass (g)	Number of individuals			
				<i>T</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>j</i>				<i>T</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>j</i>
Bonaccord	12:00 h (27/6/00)	0.90	3.65	14	9	4	0	11:00 h (25/8/00)	1.00	5.09	15	5	10	0
Punalur	11:00 h (3/7/00)	0.27	0.63	4	2	1	1	10:00 h (17/8/00)	1.87	3.29	28	10	15	3
Makki	16:00 h (27/6/00)	0.33	1.93	5	3	2	0	13:00 h (25/8/00)	0.27	0.53	4	1	2	1
Thekkada								10:00 h (21/8/00)	0.0	0.0	0	0	0	0
Vanchuvam								12:00 h (21/8/00)	0.0	0.0	0	0	0	0

For each survey, five 1 m² quadrats were sampled in each of three 100 m² grids, giving a total of 15 m². Numbers of individuals are given for totals (*T*), females only (*f*), males only (*m*), and small individuals of indeterminate sex (*j*).

Edafon – půdní organismy

Megafauna: oboživelníci

Taxa found in the guts of *Gegeneophis ramaswamii* collected from three sites in southern India. Prey items are ordered by total frequency of occurrence. Ants (Formicidae) are lumped together but include mostly workers and brood of *Pachycondola* sp., but also workers of *Tetramorium bicarinatum* and *T. smithi*, and minor workers of at least two species of *Pheidole*. Soil ecosystem engineers (SEE) are shown in bold

		Sex					Locality						Total	
		juveniles		subadult		adult		early monsoon			mid-monsoon			
			females	males	females	males	Bonaccord	Makki	Punalur	Bonaccord	Makki	Punalur		
	<i>n</i>	5	15	20	15	12	13	4	4	15	4	27		
<i>Odontotermes</i>	workers	2	88	106	147	218	6	4	0	383	11	157	561	
Ant	brood	0	0	5	100	273	0	0	0	373	0	5	378	
Nematodes		0	17	23	14	14	39	0	0	23	6	0	68	
<i>Odontotermes</i>	soldiers	3	10	26	9	14	0	0	0	16	2	44	62	
<i>Oligochaeta</i>		1	0	6	8	5	3	3	2	5	2	5	20	
Ant	workers	0	4	2	8	3	0	0	0	11	4	2	17	
<i>Discuspiditermes</i>	workers	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	8	
Coleoptera adult		0	0	2	3	3	1	0	0	5	0	2	8	
other		0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	
<i>Discuspiditermes</i>	soldiers	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	
Hemiptera larvae		0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	
Spider		0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	2	
<i>Microstermes</i>	worker	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Orthoptera		0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	
Dermaptera		0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	
Coleoptera larvae		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Diptera larvae		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Total		6	121	172	291	546	53	9	3	828	25	218	1136	
SEE		6	103	145	272	523	10	7	2	798	19	213	1049	
Others excluding parasites		0	1	4	5	9	4	2	1	7	0	5	19	

Edafon – půdní organismy

Megafauna: obojživelníci

Do značné míry jsou epigeičtí až hemiedafičtí také mnozí obojživelníci z taxonů Anura i Caudata; a to především druhy s převažující suchozemskou fází života. Jejich potravu tvoří do značné části epigeická, ale i pravá půdní fauna (kroužkovci, plži, členovci,...).



Foto: J. Schlaghamerský

Rana arvalis – skokan ostronosý



Foto: J. Schlaghamerský

Ichthyosaura alpestris – čolek horský



Foto: J. Schlaghamerský

Salamandra salamandra – mlok skvrnitý



Foto: J. Schlaghamerský

Bufo americana – ropucha americká

Edafon – půdní organismy

Megafauna: obojživelníci

Caudata – Plethodontidae – mločičkovití (sev. Amerika)



Plethodon cinereus
- mločik popelavý



Foto: J. Schlaghamerský

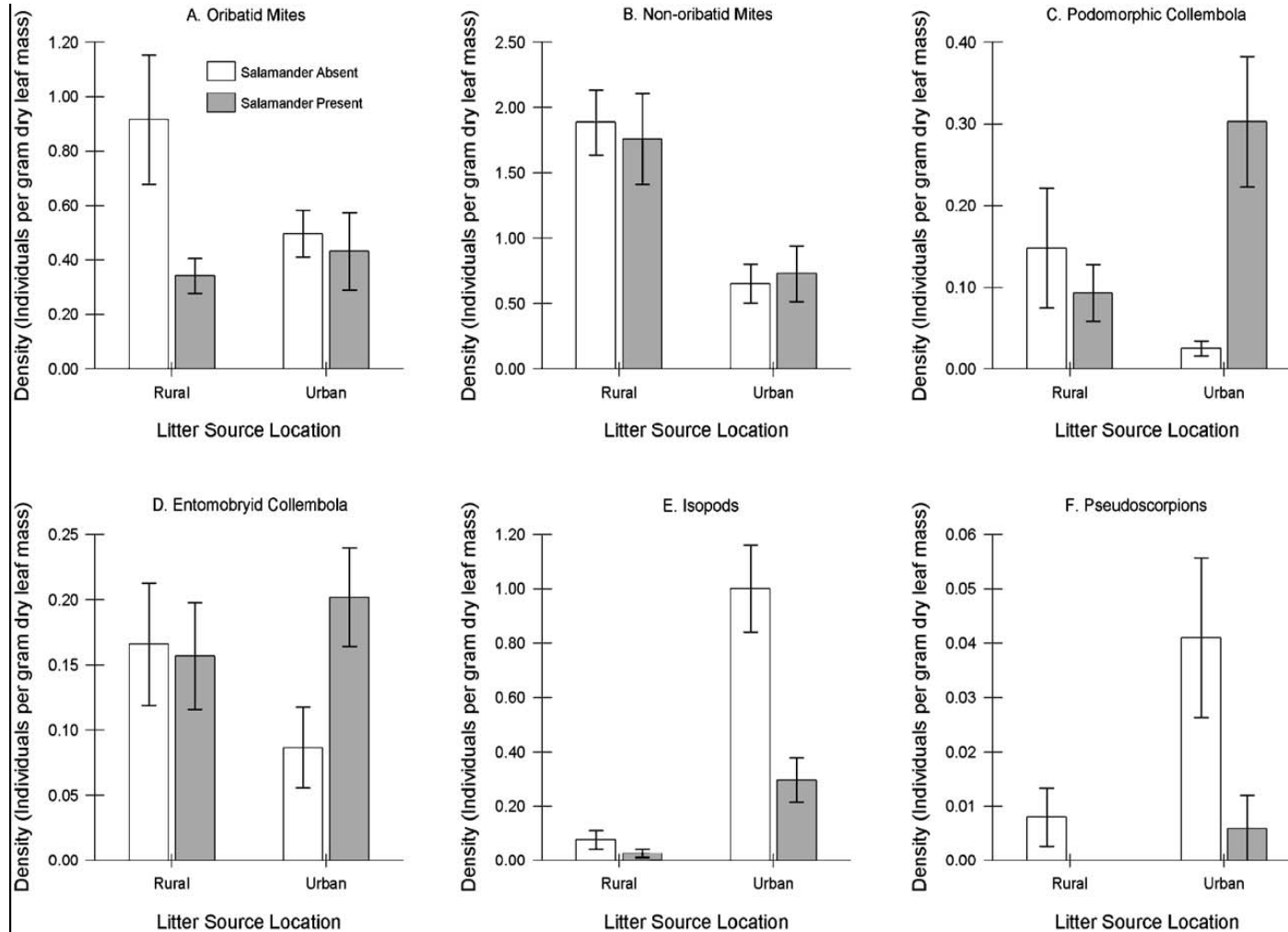
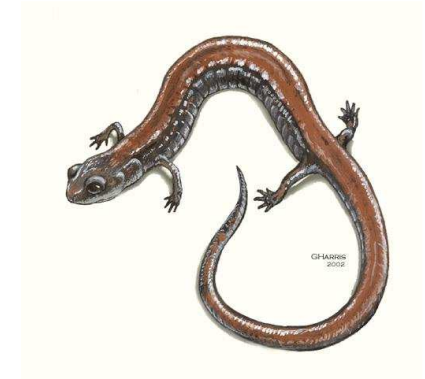


Pseudotriton ruber – mločik červený

Edafon – půdní organismy

Megafauna: obojživelníci

Caudata – Plethodontidae - mločičkovití



Plots showing salamander presence/absence effects on invertebrate densities within litter-source treatments (rural and urban). Open bars show means for salamander-absent treatment; shaded bars show means for salamander-present treatments. Means are shown +/- 1 standard error of the mean.