

# PARAZITISMUS

Parazitismus jako ekologický pojem

Paraziti jako přirozená součást nejrůznějších typů  
ekosystémů

**Typy prostředí:** Voda  
Půda  
Atmosféra

**Organismy → Paraziti**

**Co je to parazit ?**

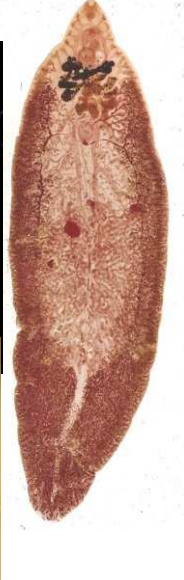
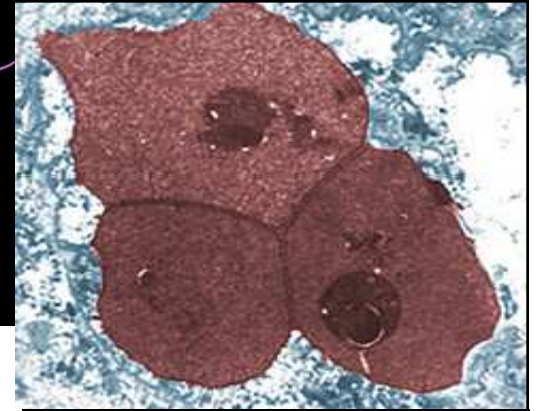
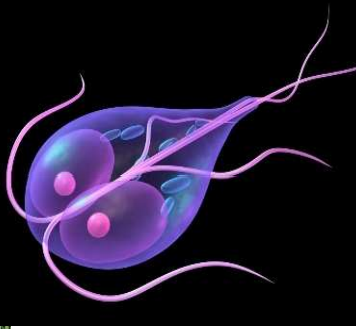
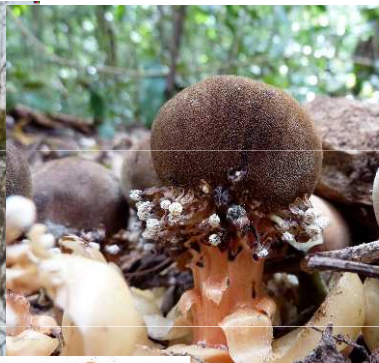
**Raison d'être for parasitologists.**

**Parazit** – organismus (mikroorganismus, rostlina, živočich), který žije na těle nebo uvnitř těla jiného organismu (hostitele), živí se na jeho úkor a tím mu škodí.

**Kdo to je parazitolog ?**

Quaint person who seeks truth in strange places, person who sits on one stool, staring at another.

# Diverzita cizopasníků



# Diverzita cizopasníků

1 volně žijící druh – 1 druh cizopasníka – polovina biosféry paraziti

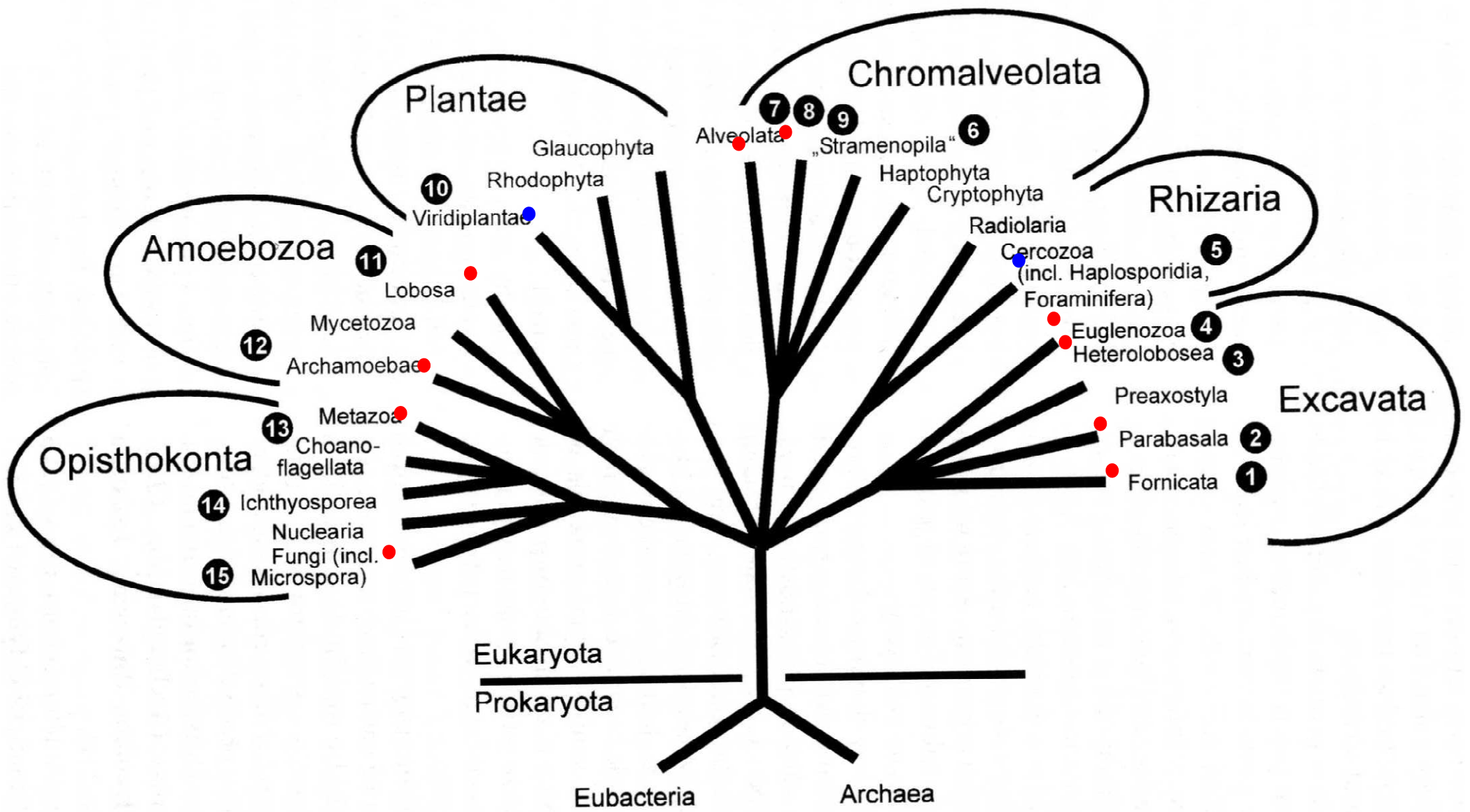
**Parazitismus** – velmi rozšířený biologický jev  
úspěšná životní strategie

## Počet druhů cizopasníků

### Plantae

Paraziti a hemiparaziti	R	2 620
<b>Fungi</b> - paraziti rostlin	R	28 100
paraziti živočichů	Ž	4 000
<b>Protista</b> – paraziti rostlin	R	100
paraziti živočichů	Ž	7 505
<b>Animalia</b>		
<b>Plathelminthes</b>	Ž	40 000
<b>Nematoda</b> – paraziti rostlin	R	2 500
paraziti živočichů	Ž	10 000
<b>Crustacea</b>	Ž	4 500
<b>Arachnida</b>	Ž	10 000
<b>Insecta</b> – paraziti živočichů	Ž	15 500
paraziti rostlin	R	63 300
parazitoidi živočichů	Ž	107 500
parazitoidi rostlin	R	159 000
<b>Chordata</b>	Ž	100

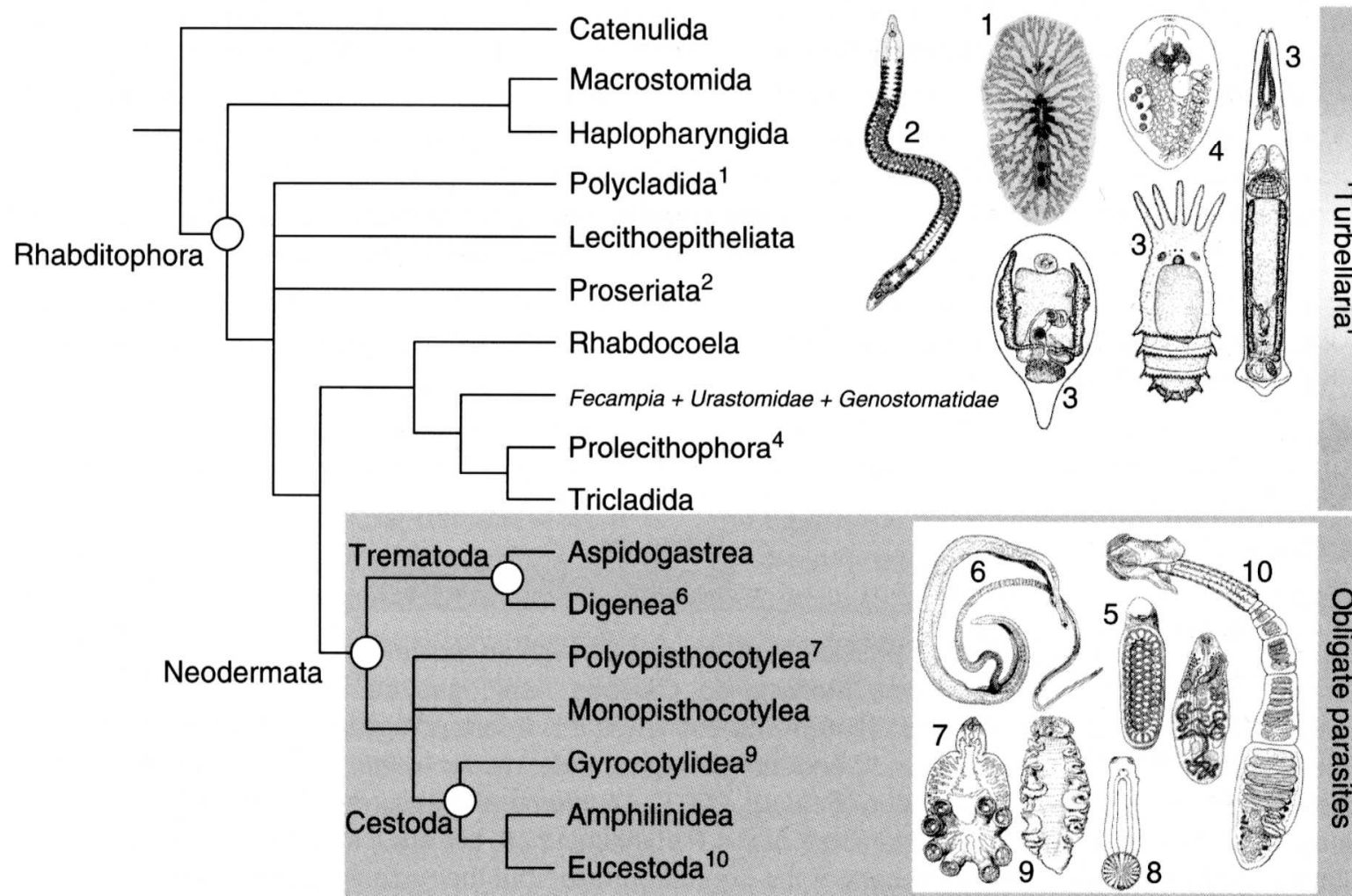
# Occurrence of parasitism in Eucaryota



● Parasites of *Homo sapiens*

● other non human parasites

# Evoluční vztahy hlavních skupin Platyhelminthes

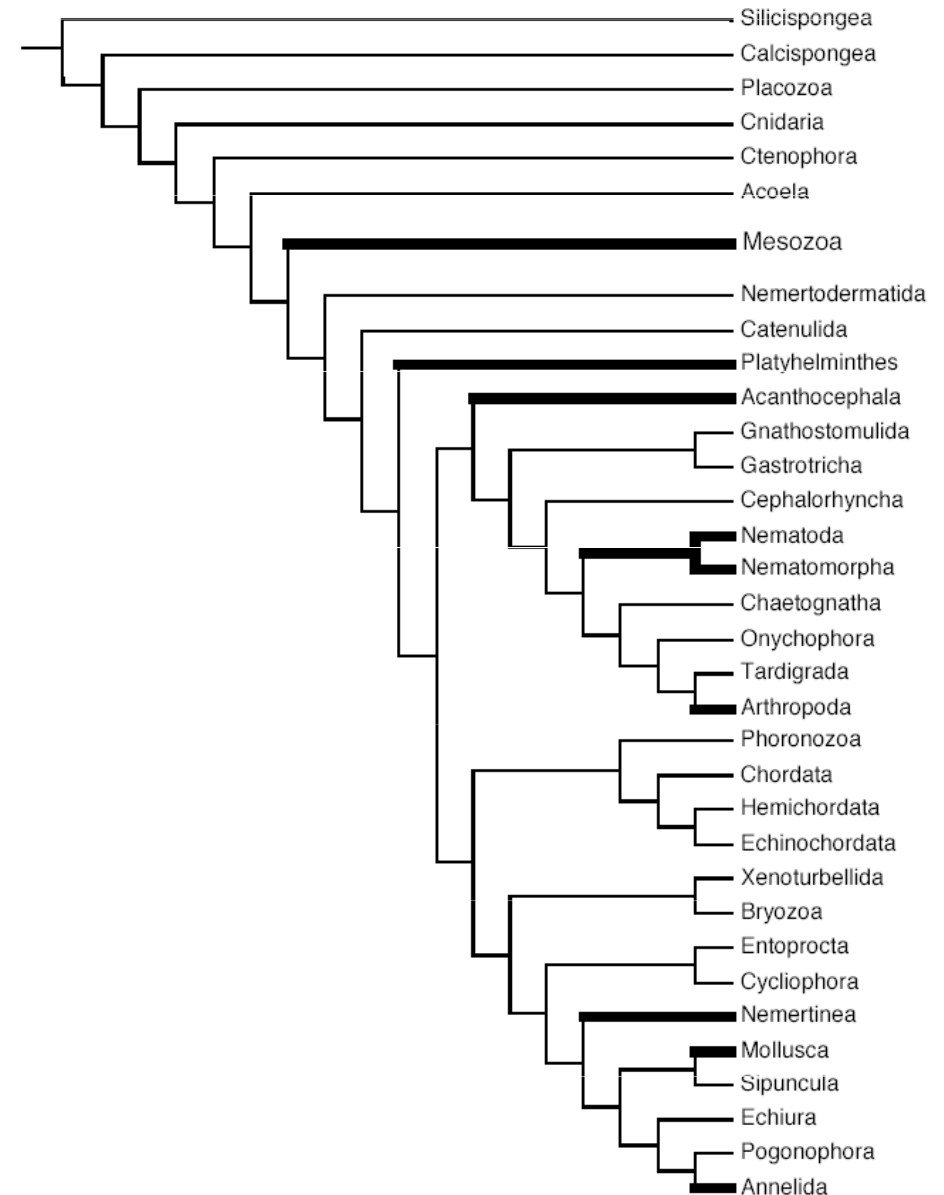


**Fig. 1.2.** Interrelationships of the major groups of Platyhelminthes based on a consensus of morphological and molecular estimates. Parasitic flatworms, the Neodermata, form a monophyletic group although their interrelationships are estimated differently by different molecular analyses (see Fig. 1.3).



# Současné znalosti diverzity parazitů

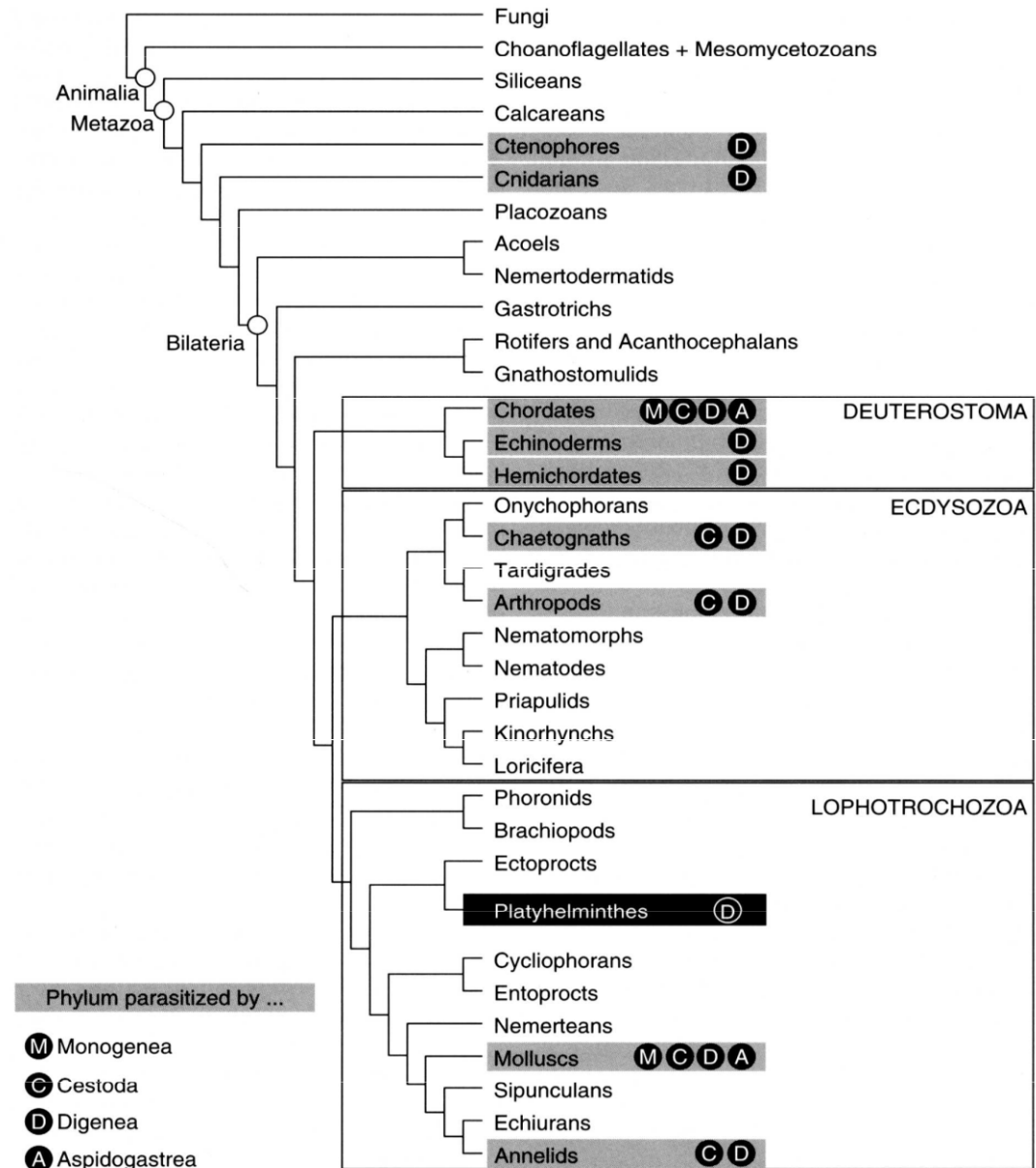
1,000,000 popsaných druhů  
Eucaryot  
100,000 popsaných druhů  
parazitů



(Poulin & Morand, 2004)

# Evolve parazitismu

## Pozice zástupců Platyhelminthes s parazitickými zástupci



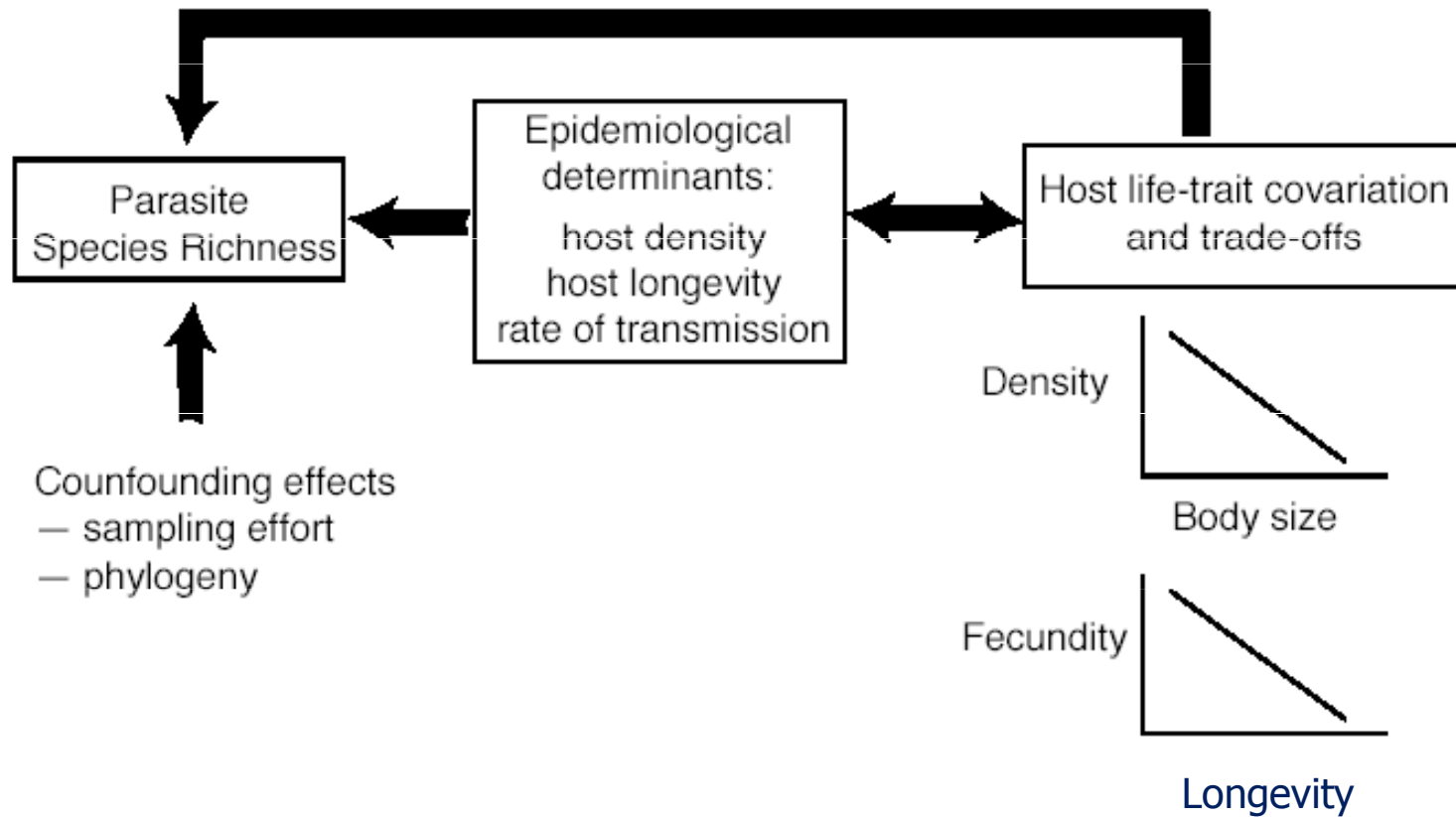
**Fig. 1.1.** Platyhelminthes and their position in the tree of life with an indication of which phyla are parasitized by neodermatan flatworms (Monogenea, Cestoda, Aspidogastrea, Digenea); basic tree adapted from Eernisse and Peterson (2004) who estimated this tree topology using a combined analysis of molecular (SSU rDNA and myosin II) and morphological data; monophyletic protostomes are shown as this remains the general consensus (Baldauf, 2003). Acoelomorph flatworms (Acoela and Nemertodermatida) are no longer members of the Platyhelminthes, but are instead recognized as basal bilaterians. True flatworms are members of the Lophotrochozoa but their relative position within this clade and the identity of their sister group is still debated. Digenea utilize the greatest diversity of metazoan phyla as hosts, including some free-living flatworms.

# Současný stav poznání diverzity cizopasníků

>70 evolučních  
přeskoků od volně  
žijících k parazitickým  
životním formám

Parasite Taxon	Minimum Numbers of		Source
	Transitions	Living Species	
Phylum Mesozoa	1	>80	Barnes 1998
Phylum Myxozoa	1	>1,350	Okamura and Canning 2003
Phylum Platyhelminthes*			
Class Cercomeridea (subclasses Trematoda, Monogenea, Cestoidea)	1	>40,000	Brooks and McLennan 1993a; Rohde 1996
Phylum Nemertinea*	1	>10	Barnes 1998
Phylum Acanthocephala	1	>1,200	Amin 1987
Phylum Nematomorpha	1	>350	Schmidt-Rhaesa 1997
Phylum Nematoda*	4	>10,500	Blaxter et al. 1998; Anderson 2000
Phylum Mollusca*			
Class Bivalvia*	1	>600	Davis and Fuller 1981
Class Gastropoda*	8	>5,000	Warén 1984
Phylum Annelida*			
Class Hirudinea*	3	>400	Siddall and Burreson 1998
Class Polychaeta*	1	>20	Hernández-Alcántara and Solis-Weiss 1998
Phylum Pentastomida	1	>100	Barnes 1998
Phylum Arthropoda*			
Subphylum Chelicerata*			
Class Arachnida*			
Subclass Ixodida	1	>800	Klompen et al. 1996
Subclass Acari*	2	>30,000	Houck 1994
Subphylum Crustacea*			
Class Branchiura	1	>150	Barnes 1998
Class Copepoda*	9	>4,000	Humes 1994; Poulin 1995a
Class Cirripedia*			
Subclass Ascothoracida	1	>100	Grygier 1987
Subclass Rhizocephala	1	>260	Høeg 1995
Class Malacostraca*			
Order Isopoda*	4	>600	Brusca and Wilson 1991; Poulin 1995b
Order Amphipoda*	17	>250	Kim and Kim 1993; Poulin and Hamilton 1995
Subphylum Uniramia*			
Class Insecta*			
Order Diptera*	2	>2,300	Price 1980
Order Phthiraptera (suborders Ischnocera, Amblycera, Anoplura)	1	>3,000	Barker 1994
Order Siphonaptera	1	>2,500	Roberts and Janovy 1996

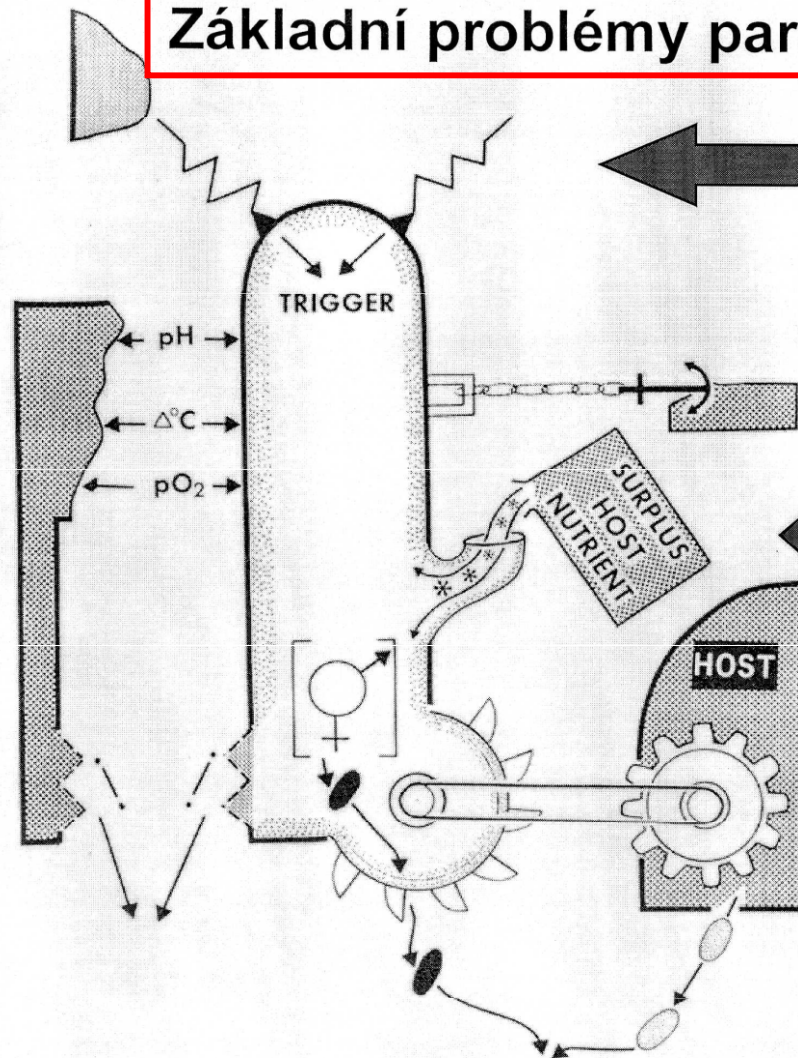
# Determinants of parasite diversity



## Základní problémy parazita

Fyzikálně-  
chemické  
prostředí

Molekulární  
mimikry



Rozpoznání  
habitatu

Přichycení

Výživa

Synchronizace  
s hostitelem

(upraveno podle Smytha 1994)

# Hlavní starosti parazita

1. Mít strategii úspěšného vyhledávání hostitele
2. Znat způsob jak vniknout do hostitele a zachytit se v něm
3. Adaptovat se vůči fyzikálně-chemickým podmínkám hostitele
4. Být schopen se v těle hostitele uživit
5. Umět se bránit před obranným systémem hostitele
6. Dokázat se v množit a šířit na další hostitele

**Být parazitem není jednoduché !**

**Je to ale terno !**

# Výhody parazitismu

- 1) Po nalezení hostitele nemusí hledat dalšího
- 2) Permanentní dostupnost potravy
- 3) Redukovaná potřeba složitého získávání a zpracovávání potravy
- 4) Ochrana před extrémě vnějším prostředím
- 5) Ochrana před predátory a nemocemi
- 6) Redukovaná potřeba mechanismů šíření (zajišťuje hostitel)
- 7) Větší tělesné proporce pro reprodukční orgány než u volně žijících živočichů



# Nevýhody parazitismu

- 1) Extrémní specifická zvyšuje riziko vyhynutí
- 2) Nutnost vyhledat optimální místo lokalizace na/v hostiteli
- 3) Nutnost se adaptovat vnitřnímu fyziologickému prostředí hostitele
- 4) Nutnost překonávat imunitní systém hostitele
- 5) Rozšíření je omezeno na geografické rozšíření hostitele
- 6) Přenos je extrémně riskantní a většina potomků cizopasníka zahyne před dosažením vhodného hostitele.

# Význam parazitismu

Ekonomický význam pro lidské zdraví

Ekonomický význam pro zdraví  
hospodářských zvířat

Vliv cizopasníků na historii lidstva

# Parazitární nemoci člověka

Helmintózy	4,46 miliard
Ascaris lumbricoides	1221 mil
Ancylostoma	740 mil
Trichuris	795 mil
Filariózy	657 mil
Schistosomy	200 mil
Malárie	298-659 mil
Entamoeba histolytica	50 mil

# Faktory zhoršující vliv parazitismu

Chudoba

Nedostatečná hygiena

Podvýživa

Nedostatečná zdravotní infrastruktura

Nezájem vládních garnitur

Korupce

Urbanizace

Sociální konflikty/války

Přesuny vnímavých osob do oblastí s infekcí

Přesuny napadených osob do oblastí bez infekce

Antropogenní poškozování/degradace prostředí

Přírodní katastrofy

Nedostatek účinných léčiv/rezistence cizopasníků

Růst rezistence vektorů/mezihostitelů

## **Co je to parazitismus ?**

**Parazitismus = vzájemný vztah, při kterém jeden druh získává výhodu, zatímco druhý je tímto vztahem poškozován.**

**Je parazitismus symbiósa ?**

# Parazitismus jako ekologický pojem

- ▶ Reciproká interakce, výhoda pro parazita, poškození pro hostitele
- ▶ Velmi rozšířený biologický fenomén, vysoká diverzita cizopasníků, vysoká diverzita ekologických nik → velmi úspěšná životní strategie



# Fenomén parazitismu

<b>Typy vztahů mezi organismy</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
<b>Parazitismus</b>	<b>+</b>	<b>-</b>
<b>Predace</b>	<b>+</b>	<b>-</b>
<b>Kompetice</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Protokooperace</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
<b>Mutualismus</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
<b>Komensalismus</b>	<b>+</b>	<b>0</b>
<b>Amensalismus</b>	<b>-</b>	<b>0</b>
<b>Neutralismus</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Parazitismus = forma symbiosy**

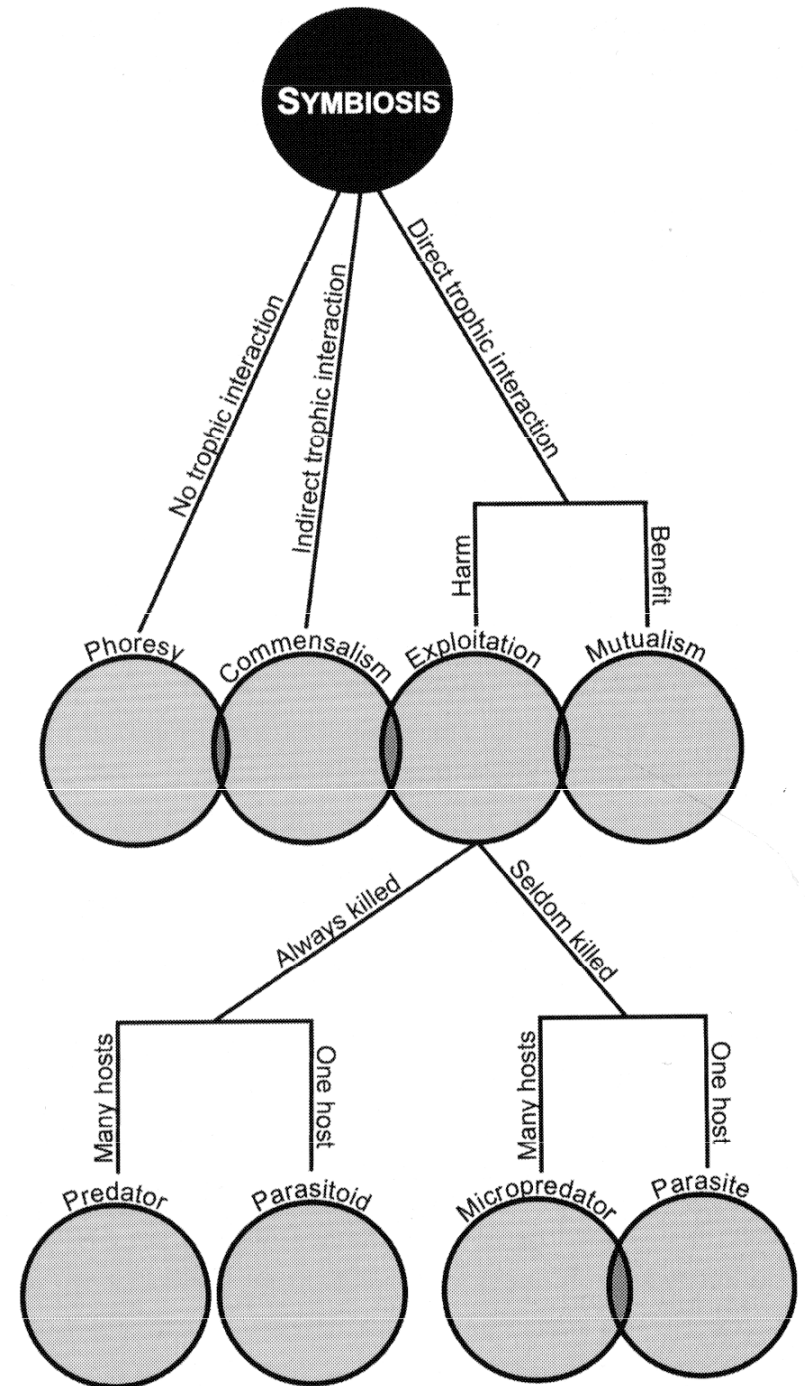
## **Co je to symbiósa ?**

**Symbiósa = jakýkoliv vztah nebo soužití dvou nebo více druhů organismů, at' prospěšné nebo neprospěšné.**



# Je parazitismus symbióza ?

- ▶ Celý život a nebo alespoň jeho část žije na nebo uvnitř těla svého hostitele
- ▶ živí se na jeho úkor → jeho efekt na hostitele může být škodlivý



# Kritéria charakterizující parazita ekologicky

- ▶ Počet napadených hostitelů
- ▶ Vliv parazita na fitness hostitele
- ▶ Intenzita infekce a mortalita na sobě závisí nebo nezávisí
- ▶ Hostitele usmrcuje a nebo ne

# Typický parazit

- ▶ Jeden hostitel a velmi slabé nebo
- ▶ žádné poškozování hostitele

▶ Hostitel přežívá

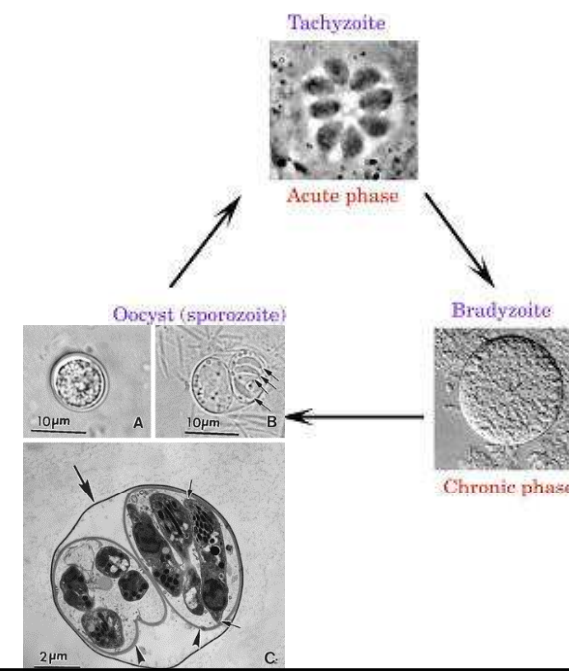
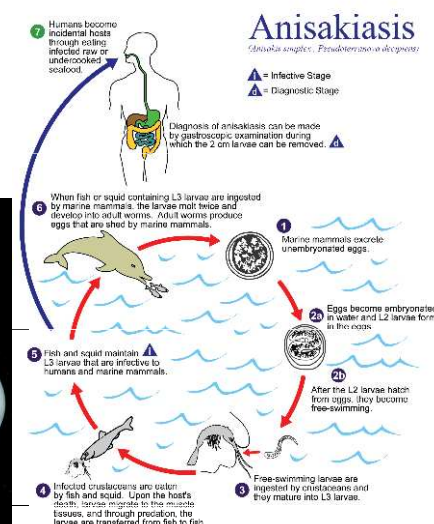
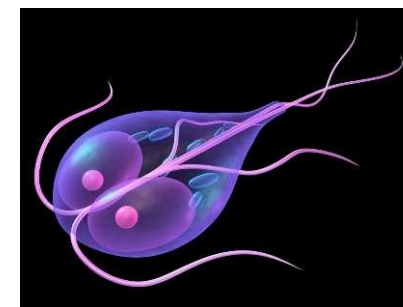
▶ Andreson & May (1979) :  
typický parazit – závisí na intenzitě

infekce (**makroparazit**)

patogen – nezávislý na intenzitě infekce

(**mikroparazit**)

!!! Troficky přenosný parazit nebo patogen  
vyžaduje usmrcení hostitele



# Parasitoid

- ▶ Jeden hostitel
- ▶ Hostitel je usmrcován
- ▶ Parasitické larvy o hmyzu Diptera (Tachinidae) a Hymenoptera (Chalcidoidea, Braconidae), fyziologické adaptace (endosymbiotické viry)
- ▶ Samičky kladou vajíčka do hostitele, líhnoucí se larvy jsou parazitické



# Parazitický kastrátor

- ▶ Energie sloužící hostiteli k reprodukci je využívána parazitem
- ▶ **Parazitický kastrátor** - zabíjí hostitele v evolučním slova smyslu
- ▶ **Částečný kastrátor** – přechod mezi typickým parazitem a parazitickým kastrátorem



# Typy parazitismu

- Parazit
- Predátor
- Parazitoid
- Mikropredátor
- Parazitický kastrátor
- Parazitičtí obratlovci
- Parazitické rostliny
- Hnízdní parazitismus
- Sociální parazitismus u hmyzu

# Klasifikace hostitelů

- Hostitel definitivní
- Mezihostitel
- Vektor
- Rezervoárový hostitel

# **Klasifikace parazitů**

## **Systematika *versus* Ekologie**

### **Zoologický systém parazitů**

- Parazitičí prvoci - protozoologie
- Parazitičtí helminti - helmintologie
- Parazitičtí členovci - arachnoentomologie



# Ekologické klasifikace parazitů

**Mikroparaziti** – množí se na/v  
hostiteli (viry, bakterie, houby, prvoci)

**Makroparaziti** - vyvíjejí a rostou  
na/v hostiteli (helminti, členovci)

# Ekologické klasifikace parazitů

Podle hostitelů

Podle lokalizace

Podle vazby na hostitele

Podle časového úseku, kdy parazitují

Podle typu životního cyklu

Podle způsobu výživy

# Podle hostitelů

**Zooparaziti** – paraziti živočichů a člověka

**Fytoparaziti** – paraziti rostlin

# Podle lokalizace

**Ektoparaziti** – na povrchu těla hostitele (monogenea, parazitičtí korýši, vši, blechy)

**Endoparaziti** – ve vnitřních orgánech hostitele (měňavka úplavičná, motolice, tasemnice)

# Endoparaziti

- 1) **Střevní** (Entamoeba histolytica, Trematoda, Cestoda)
- 2) **Krevní** – a) v plasmě (Trypanosoma)  
b) v krvinkách (Plasmodium)
- 3) **Kavitární** – Entamoeba gingivalis,  
Trichomonas vaginalis
- 4) **Tkáňoví** – a) intercelulární (Toxoplasma gondii,  
Leishmania)  
b) Epicelulární (Giardia intestinalis)  
c) Intercelulární (Myxosporidia)

**Ektopická lokalizace** – Paragonimus westermani

# Podle vazby na hostitele

**Obligatorní** – celý svůj život parazitují (motolice, tasemnice)

**Fakultativní** – parazitují pouze příležitostně (pijavka lékařská)

# Podle časového úseku v životním cyklu kdy parazitují

**Permanentní** – celý ŽC parazitují (Plasmodium)

**Temporární** – parazitují pouze občas – příjem potravy (Argulus, Anopheles, Culex, Ixodes)

**Periodický parazitismus**

# Periodický parazitismus

## 1) Parazitismus stádiijní

a) larvální (glochidia mlžů, larvy dipter – myiasis)

b) imaginální – (komáři, muchničky)

## 2) Parazitismus generační (hádě ropuší – *Rhabdias bufonis*)



# Podle typu životního cyklu

**Monoxenní** – (*Eimeria tenella*, *Enterobius vermicularis*)

**Heteroxenní** – *Toxoplasma gondii*,  
*Sarcosystis tenella*, *Fasciola hepatica*)

**Dixenní**

**Trixenní**

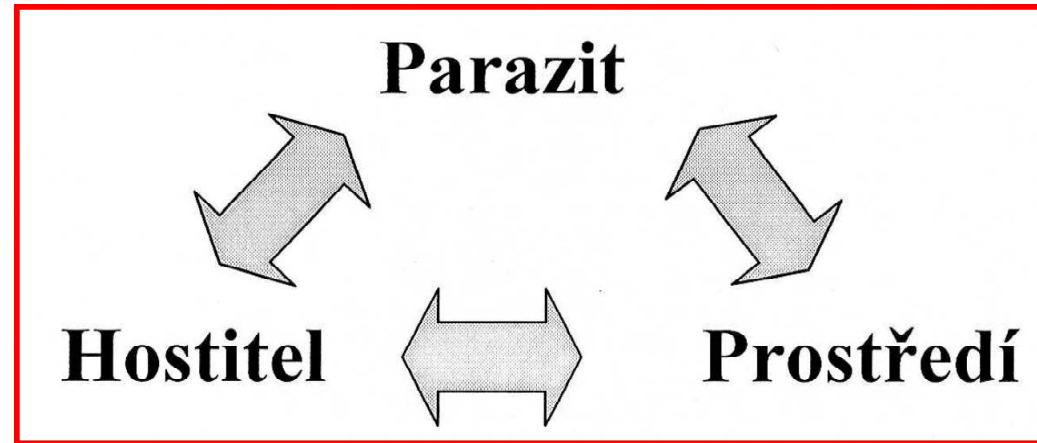
**Tetraxenní**

# Podle způsobu výživy

**Stenofágní** (monofágní) živí se na jednom druhu hostitele – specialista

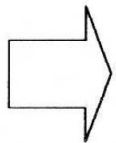
**Euryfágní** (polyfágní) – živí se více druzích hostitelů – generalista

**Specifičnost cizopasníka**



**Vzájemné působení:**

- 1. dynamická rovnováha**
- 2. parazitární onemocnění**



**Ekologická podstata parazitologie**

**Spolupůsobení prostředí 1. a 2. řádu na životní cyklus parazita**

# **Životní cyklus parazita**

**Pojem cyklus v parazitologii:**

- životní cyklus**
- vývojový cyklus**
- pohlavní cyklus**
  
- sezónní cyklus**



## **DEFINICE ŽIVOTNÍHO CYKLU PARAZITA:**

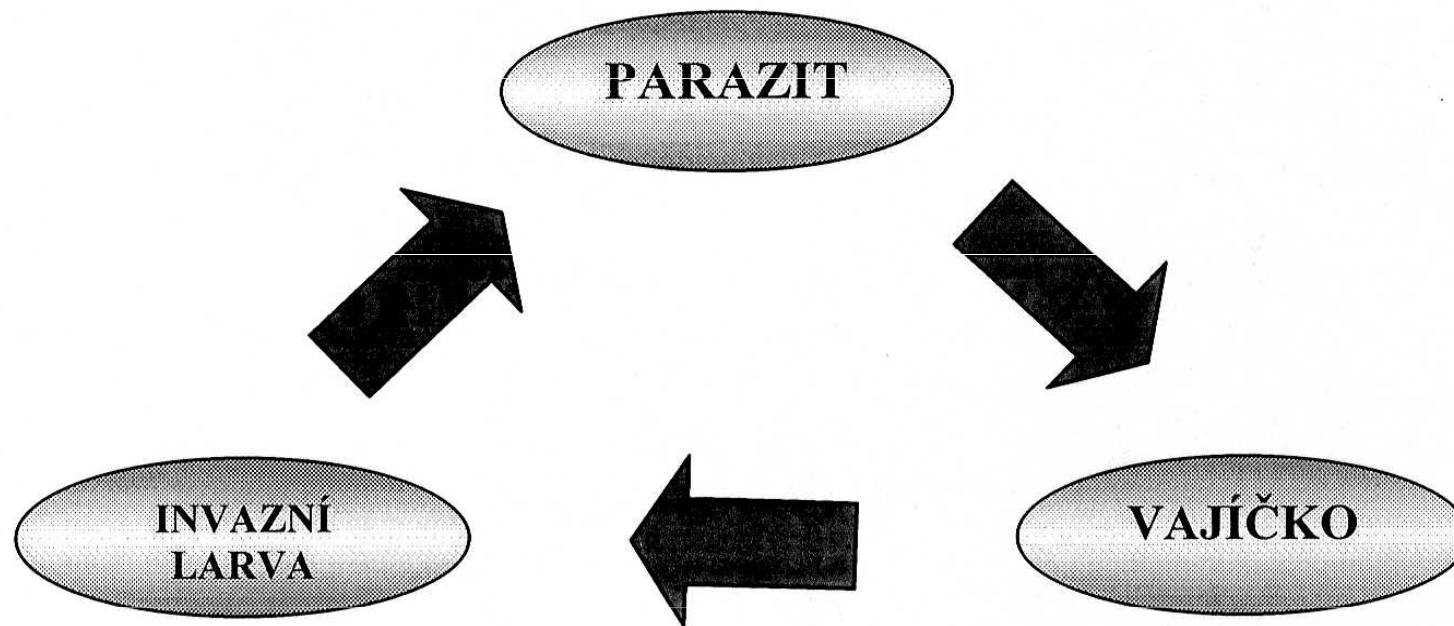
**„Životní cyklus zahrnuje všechny jevy probíhající v komplexu Parazit – Hostitel – Prostředí od vzniku vajíčka v mateřském jedinci do smrti z tohoto vajíčka vzniklého potomstva, včetně všech vývojových stádií dceřinných jedinců morfologicky nestejnorodých s jedincem mateřským.“**

**Typy životních cyklů parazitů:**

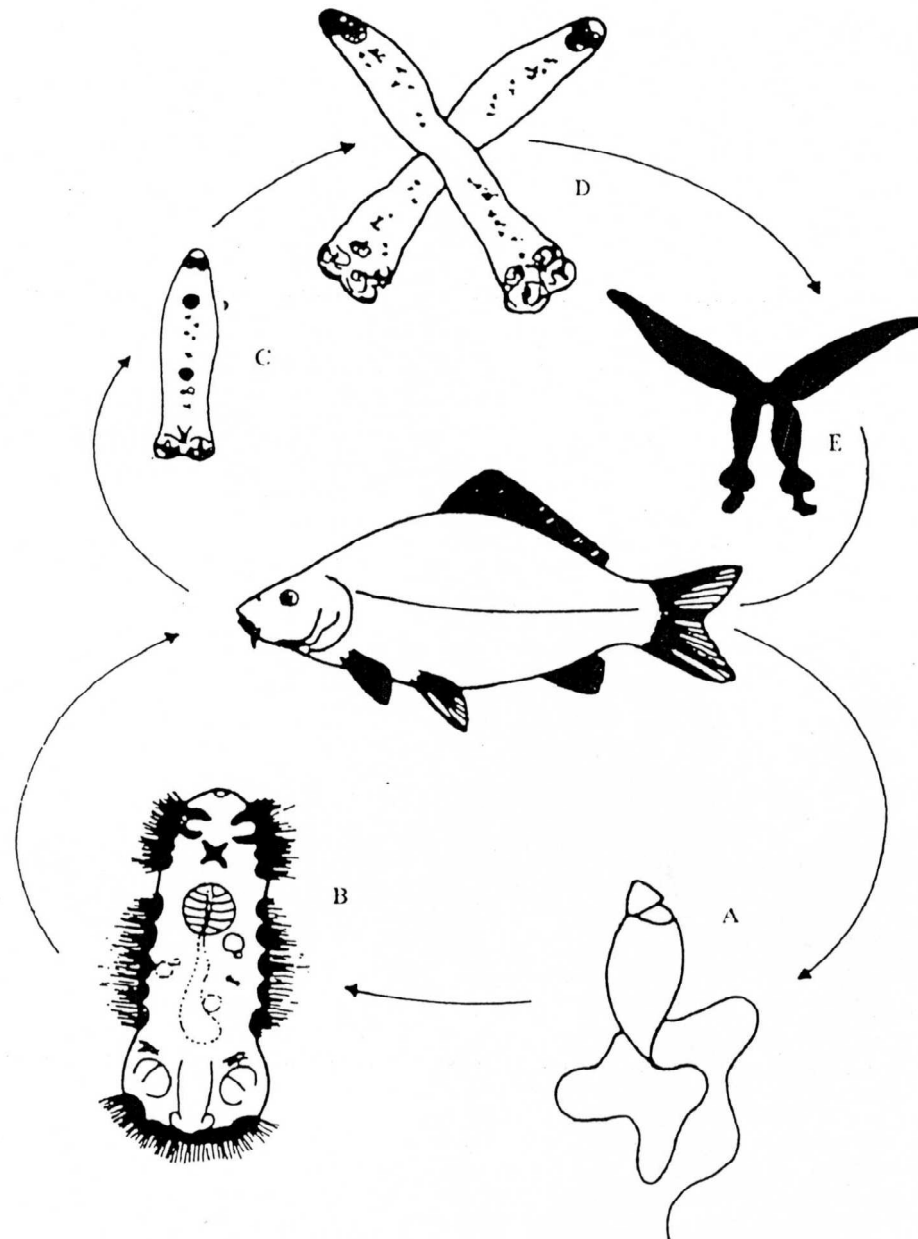
1) přímý (geohelminți)

2) nepřímý (biohelminți)

## **PŘÍMÝ VÝVOJ**

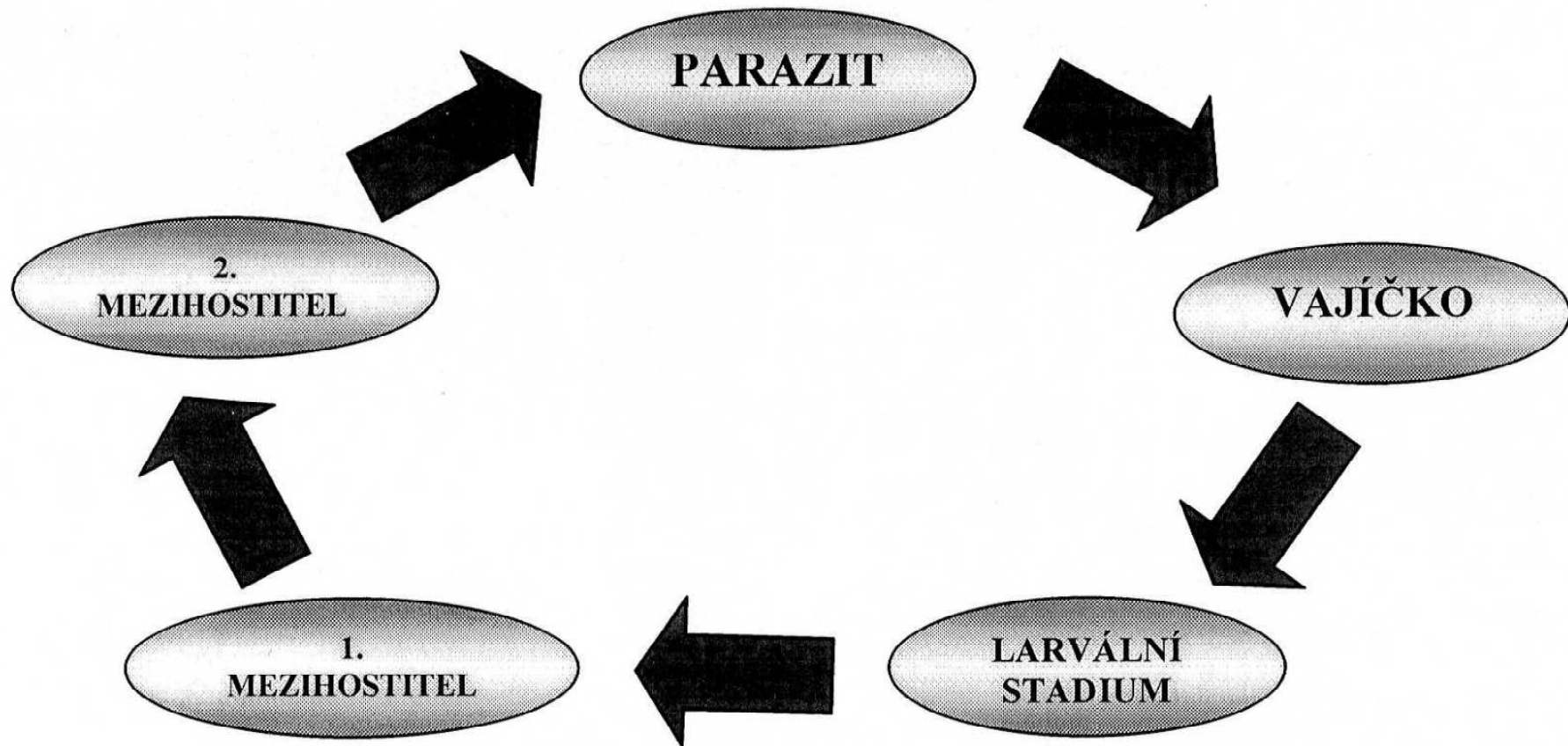


# Životní cyklus přímý

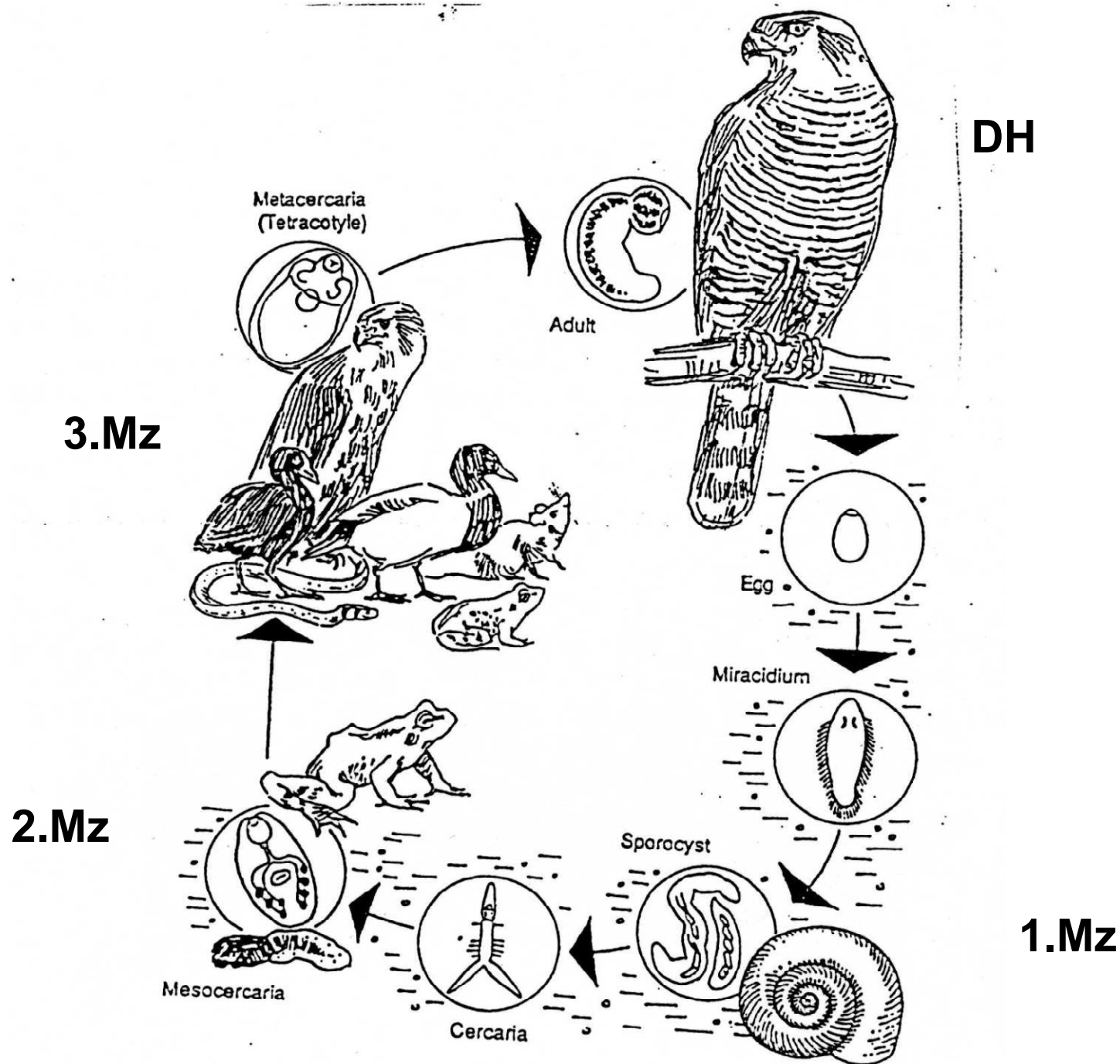




# NEPŘÍMÝ VÝVOJ



# Životní cyklus nepřímý



# Vnější prostředí cizopasníka

Klasifikace ekologických faktorů

## Ekologie:

1. Abiotické
2. Biotické

## Podle periodicity

1. primárně periodické faktory
2. sekundárně periodické faktory
3. neperiodické faktory

# Vnější prostředí cizopasníka

Klasifikace ekologických faktorů

## Parazitologie:

1. Prostředí 1. řádu – organismus hostitele
2. Prostředí 2. řádu – vnější prostředí hostitele

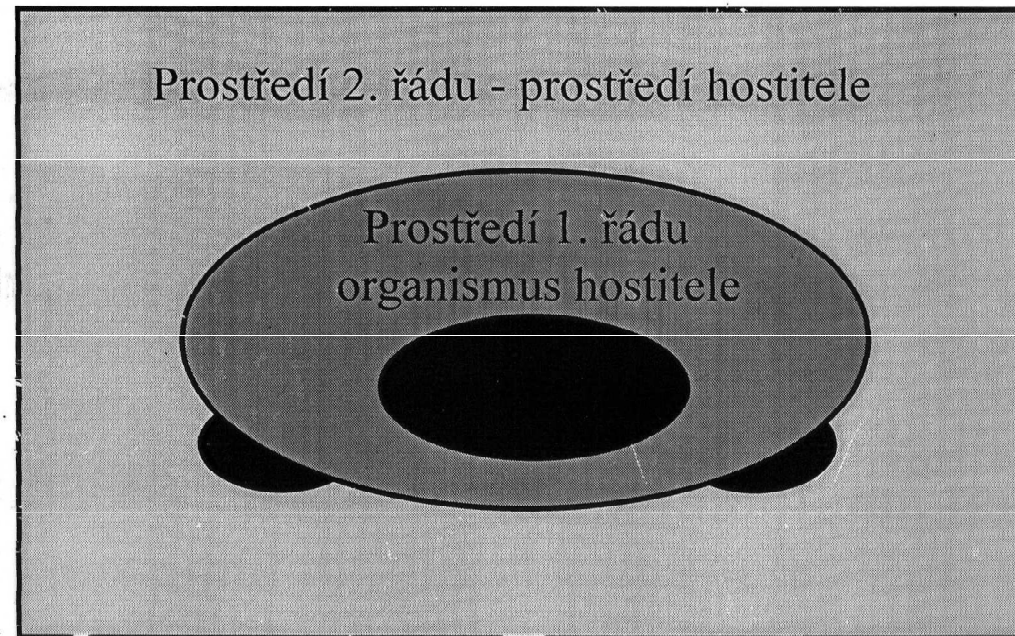
# Organismus hostitele jako prostředí

Jak chápat prostředí parazitů ?

**Organismus hostitele**

**Prostředí hostitele**

**druh hostitele  
velikost a věk  
pohlaví  
kondice  
imunita  
stress  
rezistence**



**teplota  
světlo  
pH  
salinita  
stanoviště  
proudění  
znečištění**

**Spolupůsobení faktorů 1. a 2. řádu na životní cyklus cizopasníka !**

# ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

## Faktory prostředí 1. řádu

- **druhová příslušnost hostitele**
- **stáří a velikost hostitele**
- **pohlaví a hormonální aktivita**
- **fyziologický (výživný) stav**
- **imunitní odpověď hostitele**
- **stres hostitele**
- **geneticky fixovaná vnímavost (rezistence)**

## Faktory prostředí 2. řádu

- teplota prostředí
- fotoperioda (vliv světla)
- koncentrace plynů ( $O^2$ ,  $CO_2$ )
- salinita (voda)
- reakce (pH vody, půdy)
- proudění (pohyby vody, vítr)
- velikost a typ stanoviště (hloubka a tvar nádrže)
- znečištění prostředí

---

**Spolupůsobení faktorů prostředí 1. a 2. řádu na životní cyklus parazita !**

## ORGANISMUS JAKO PROSTŘEDÍ

### Organismus jako habitat:

- **Zaživací soustava obratlovců (*duodenum, tenké střevo, tlusté střevo a konečník*)**
- **Krev (*plasma, krvinky*)**
- **Tkáně (*svaly, játra, tělní dutina, cerebrospinální mok*)**



## **STŘEVO: Funkce střeva a fyziologie trávení.**

### **Fyzikálně chemické charakteristiky zažívacího traktu:**

- **pH:** ústní dutina = 6.7 (5.6 – 7.6) člověk  
žaludek = 1.49 – 8.38 člověk  
duodenum = 6.7 (5.1 – 7.8)
- **oxidačně-redukční potenciál** (důležité pro transport elektronů)
- **kyslík** (umožňuje aerobní metabolismus)
- **další plyny** (hlavně CO<sub>2</sub>)
- **žluč** (významný “trigger“ = exystování cyst protozoí a motolic)

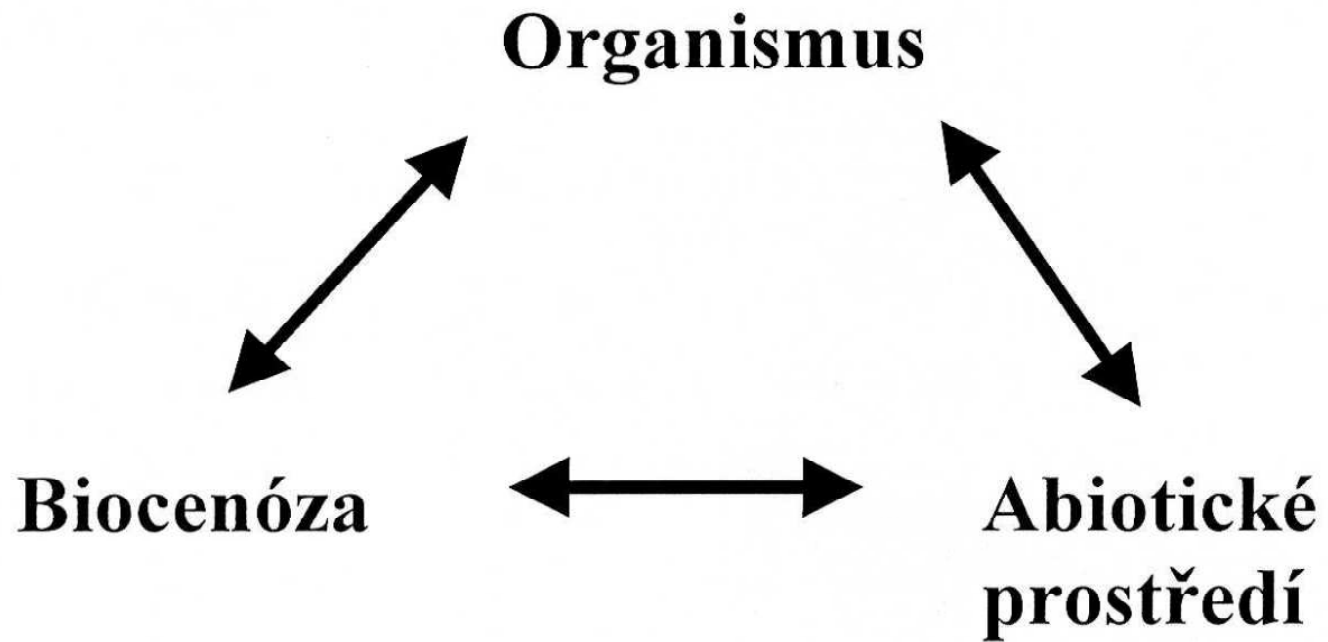
**KREV:** relativně chudé prostředí na živiny, hematofágové  
(schistosomy)

**TKÁNĚ:** svalovina (*Sarcocystis, Trichinella*)

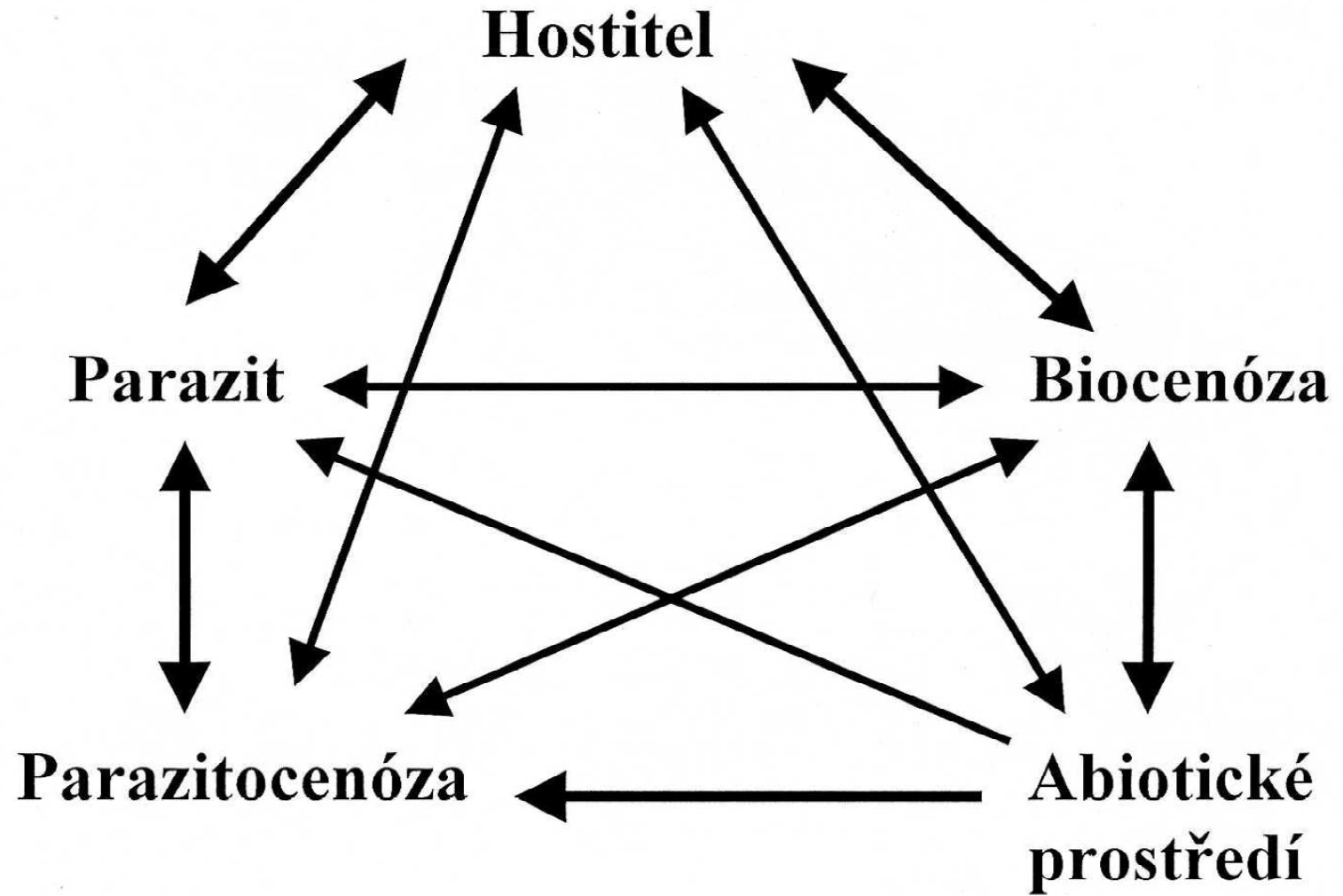
játra: (*kokcidie*)

cerebrospinální mok: složení podobné krevní plasmě

# Ekologie:



# Parazitologie:



# Adaptace k parazitismu

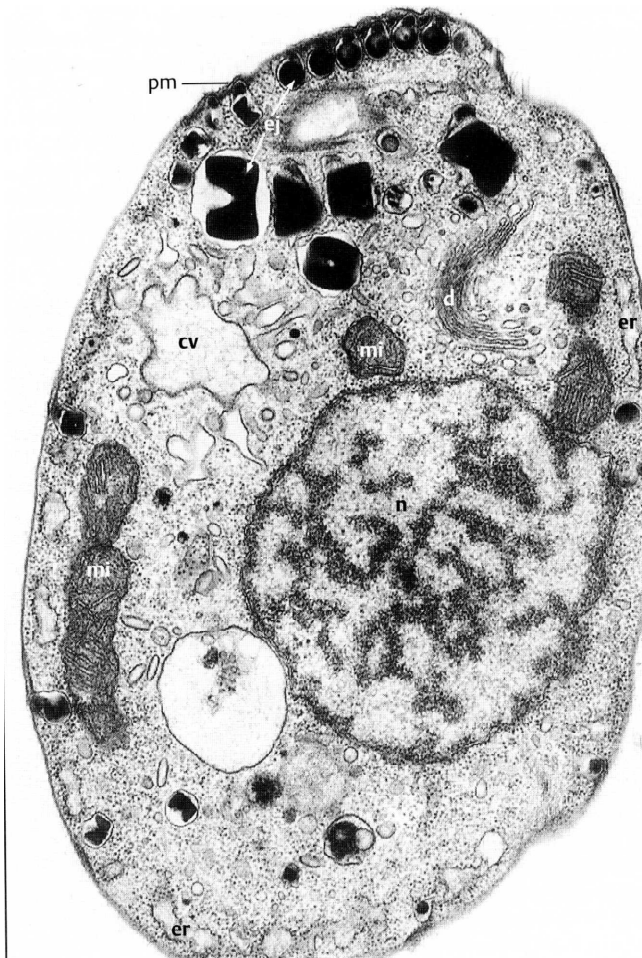
Protista (Protozoa)

Helminti

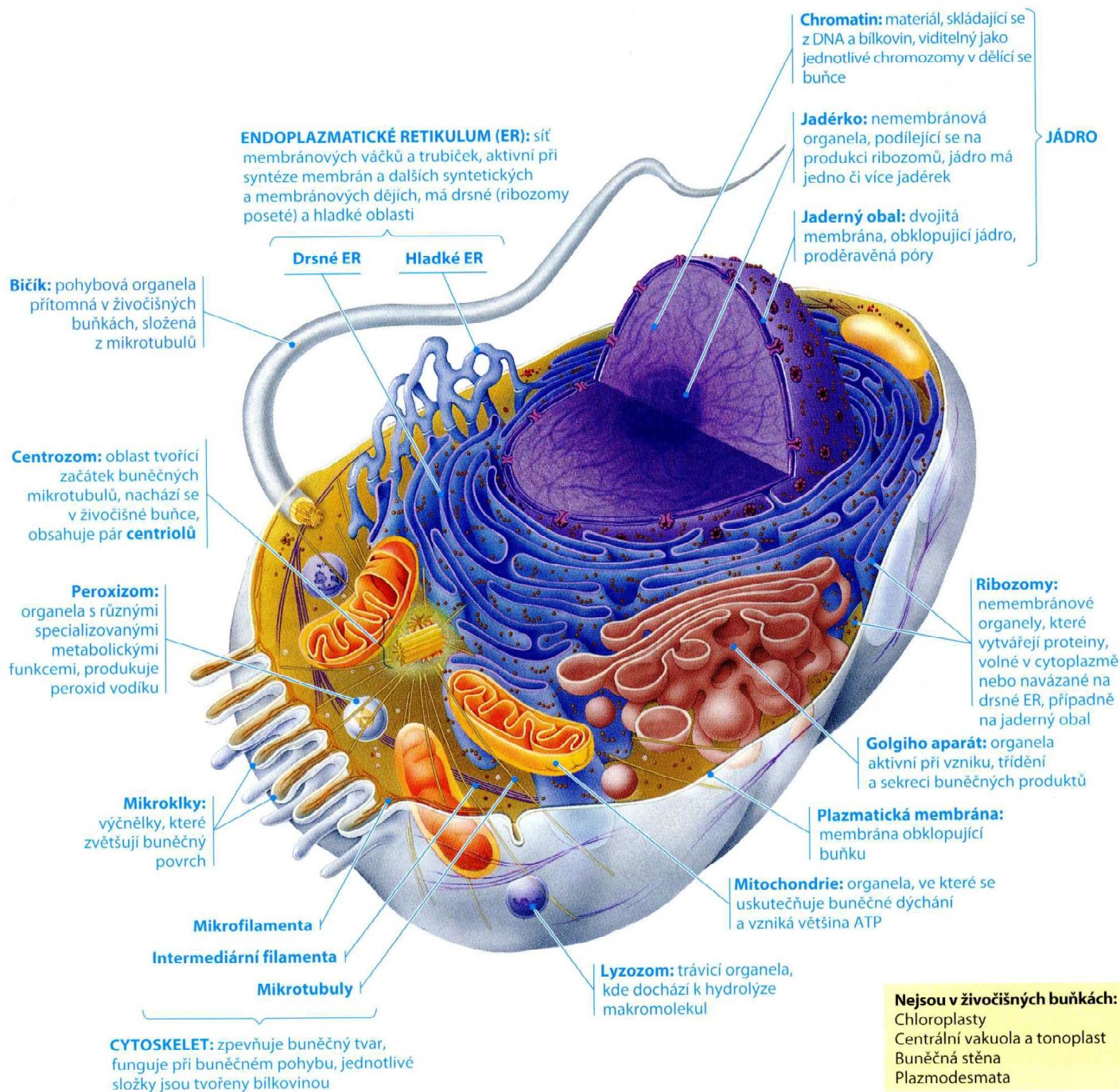
Členovci

# Adaptace prvoků k parazitismu

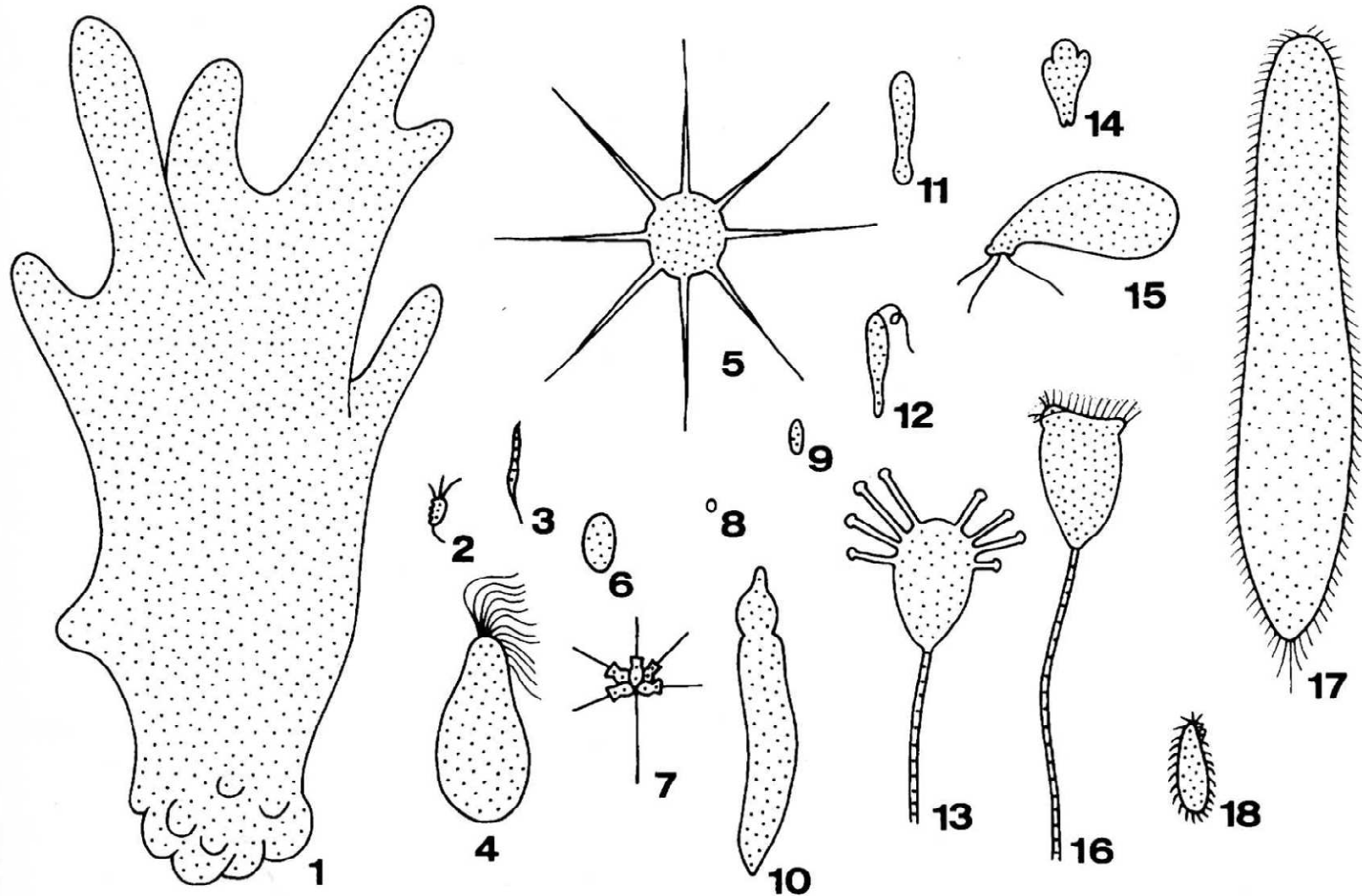
- Strukturální
- Biologické
- Fyziologické
- Biochemické
- Ekologické
- Molekulární



# Schéma živočišné buňky



# Tvarová různorodost prvoků





# Historie mikroskopické technika



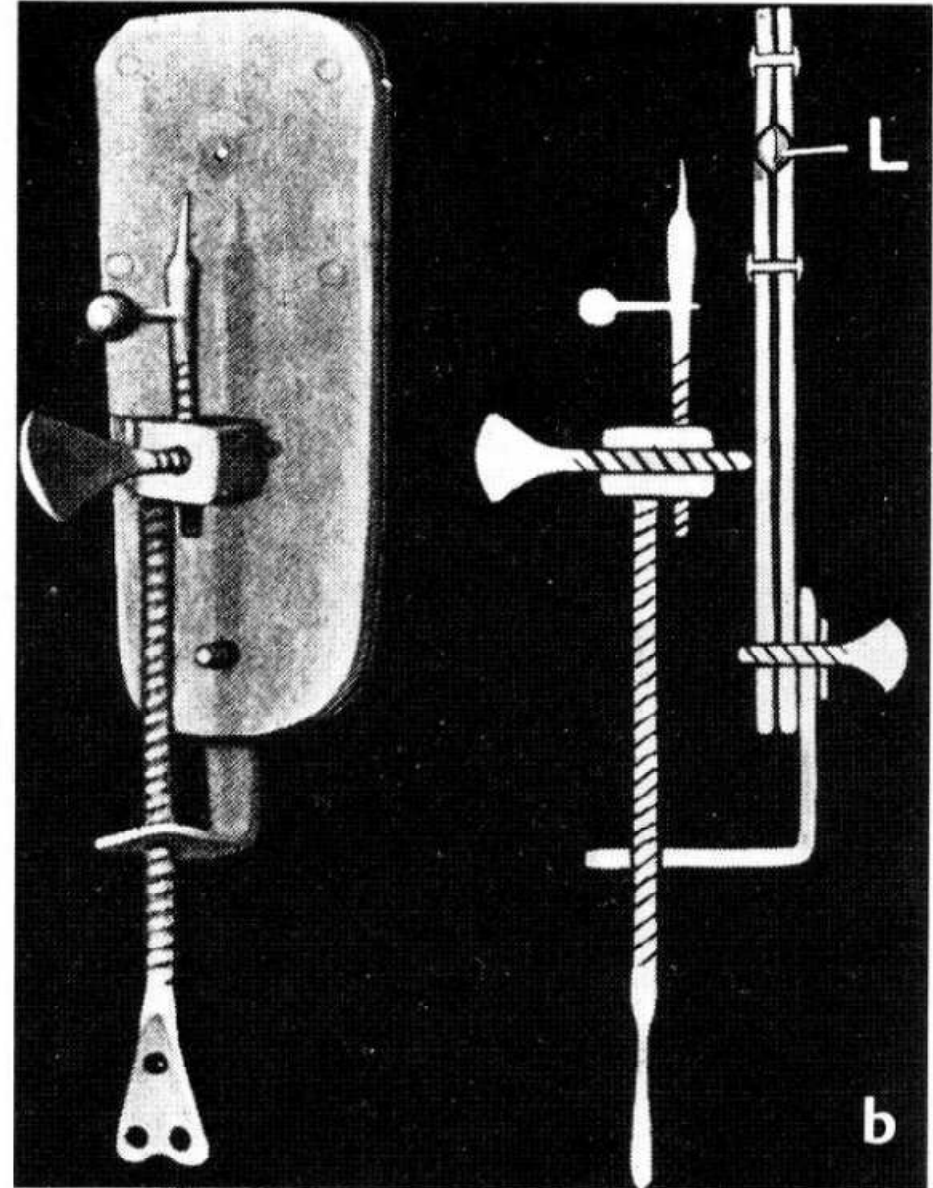
ANTONIUS A LEEUWENHOEK.

*Regia Societatis Londinensis  
membrum.*

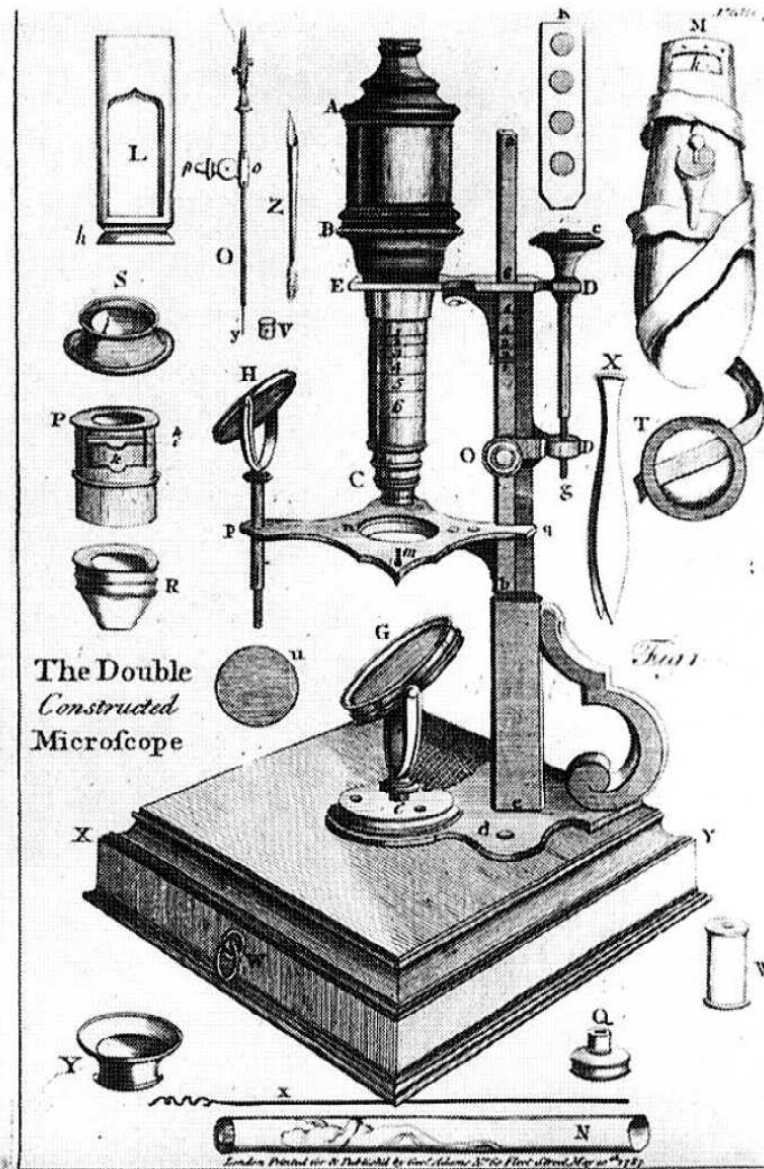
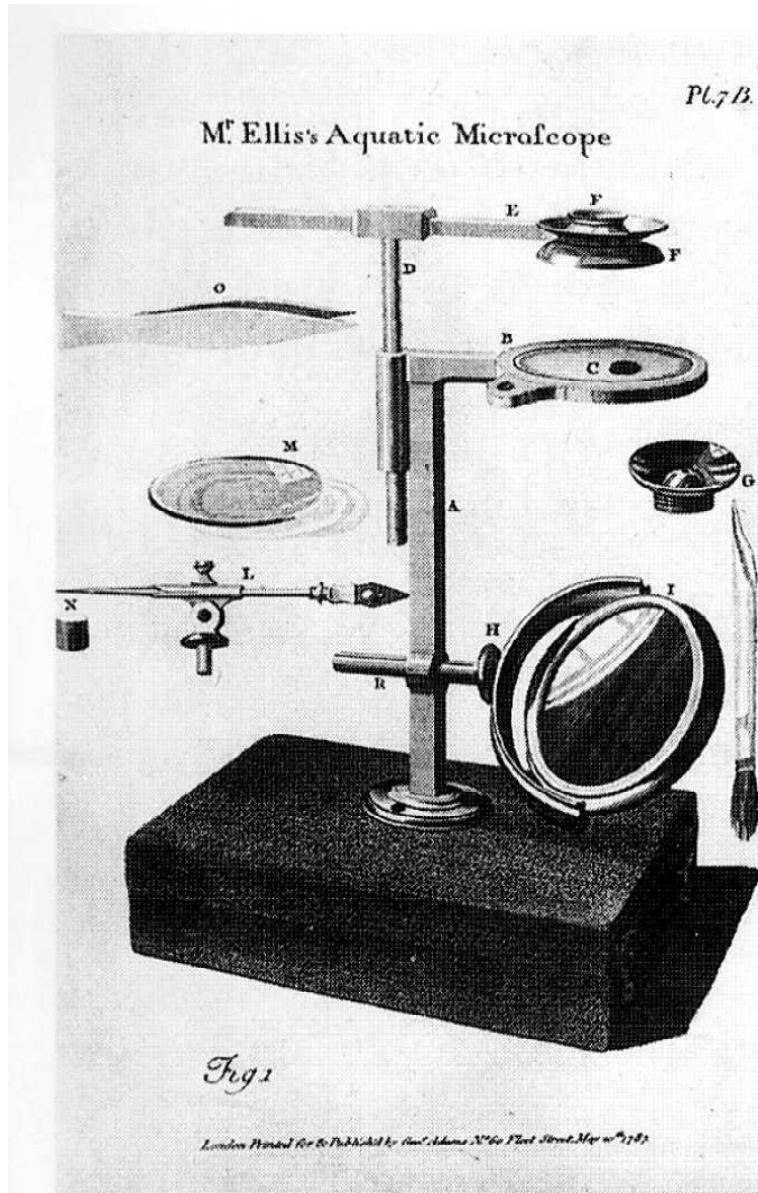
*J. Verkolje pinx.*

*A. de Blais fec.*

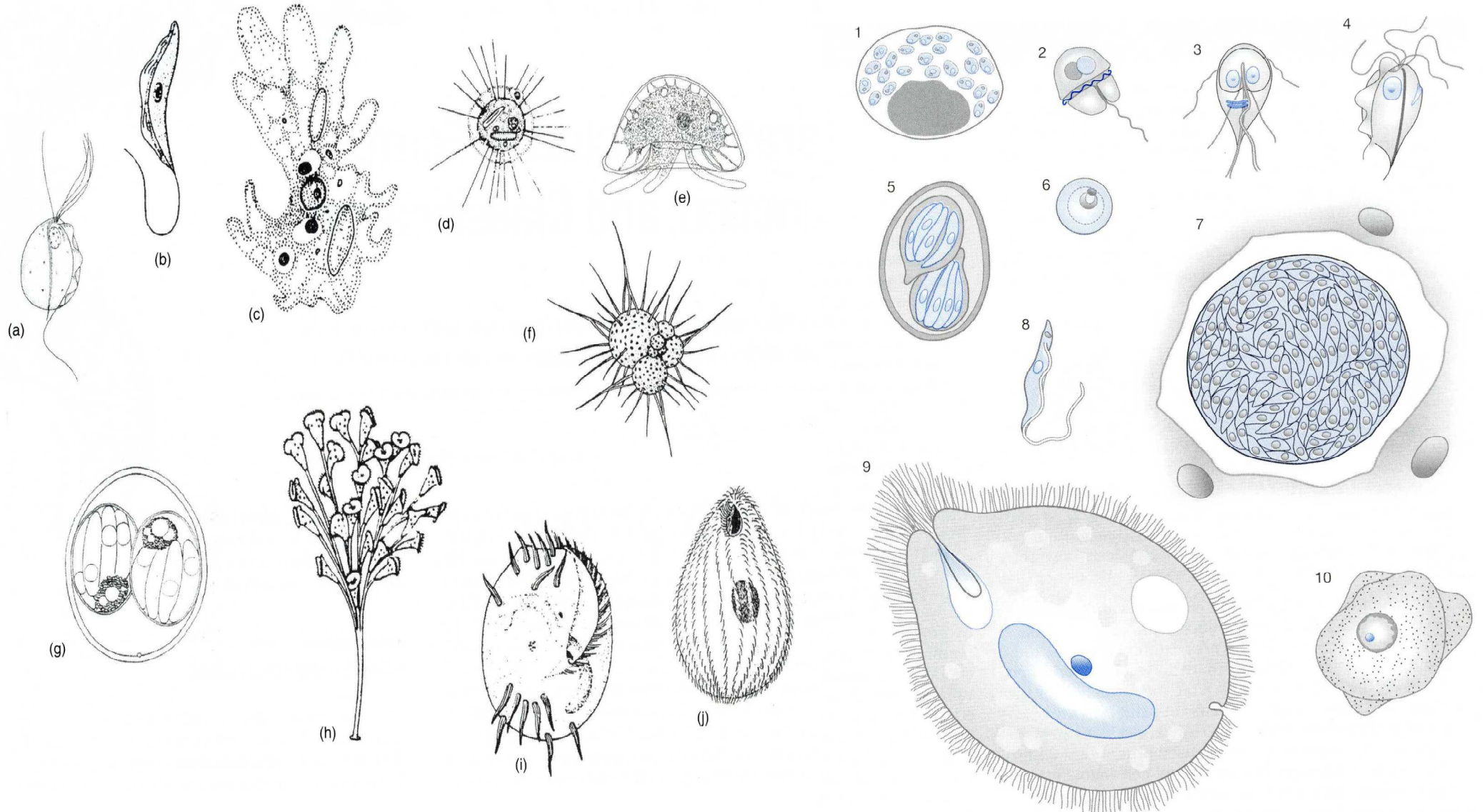
Obr. 2 Antony van Leeuwenhoek, zakladatel vědecké mikroskopie.



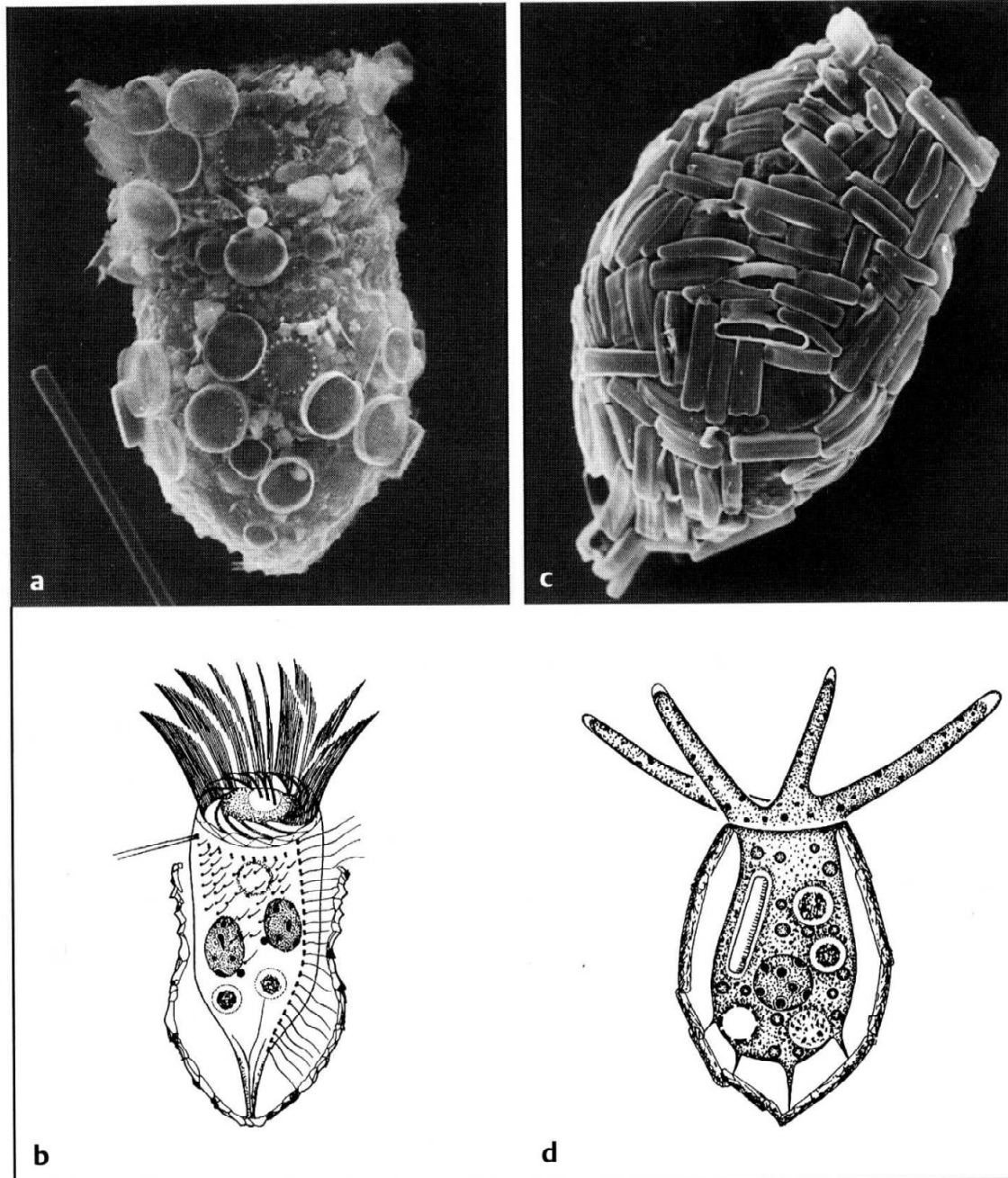
# Historie mikroskopické techniky



# Obrovská rozmanitost prvoků



# Konvergence při evoluci prvoků



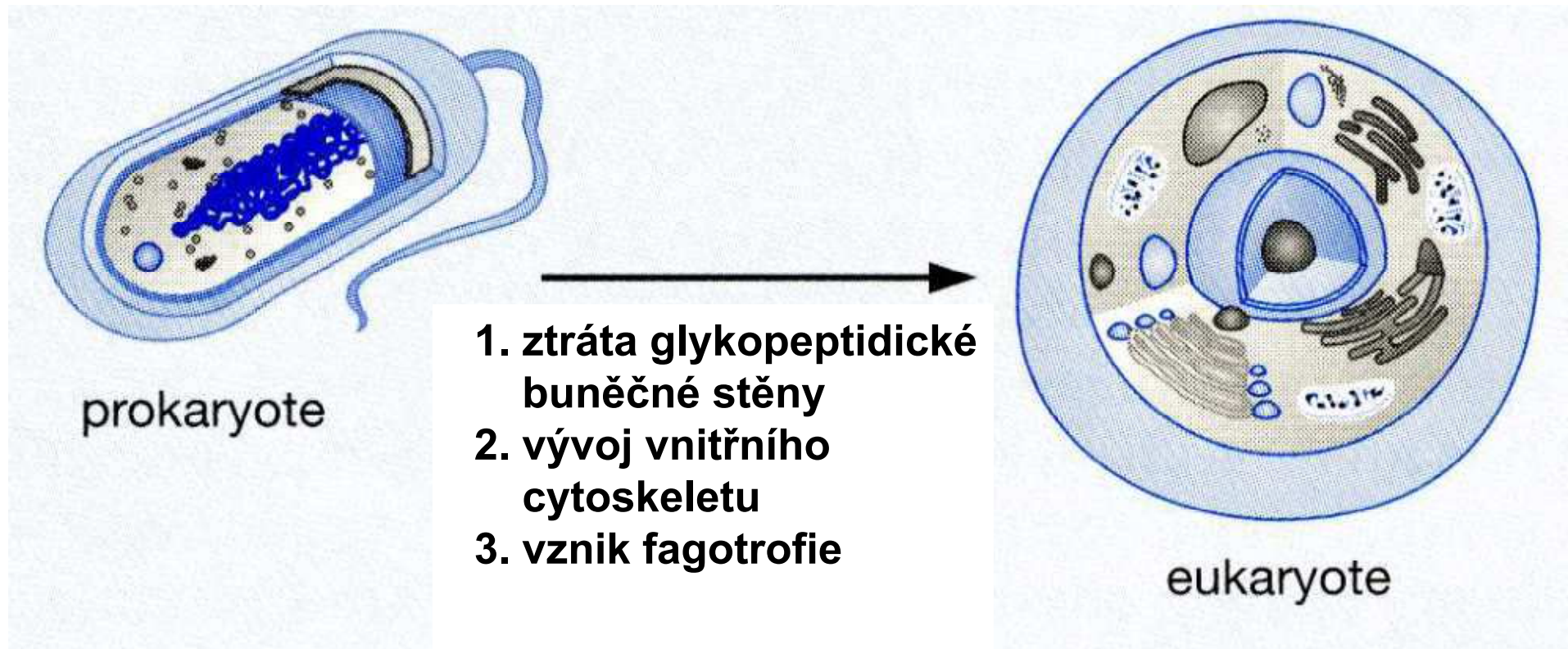
Obr. 32 Konvergence při evoluci schránek u nepříbuzných skupin. **a + b** *Codonella cratera* (nálevník), **c + d** *Diffflugia* (kryténka) (z Foissnera a Hausmanna: Mikrokosmos 76: 258, 1987. Zvětš. a 1 500x, b 700x, c 450x, d 220x.

# Klasifikace prvoků „2000“ - základní klasifikace organismů – 6 říší – 3 domény života

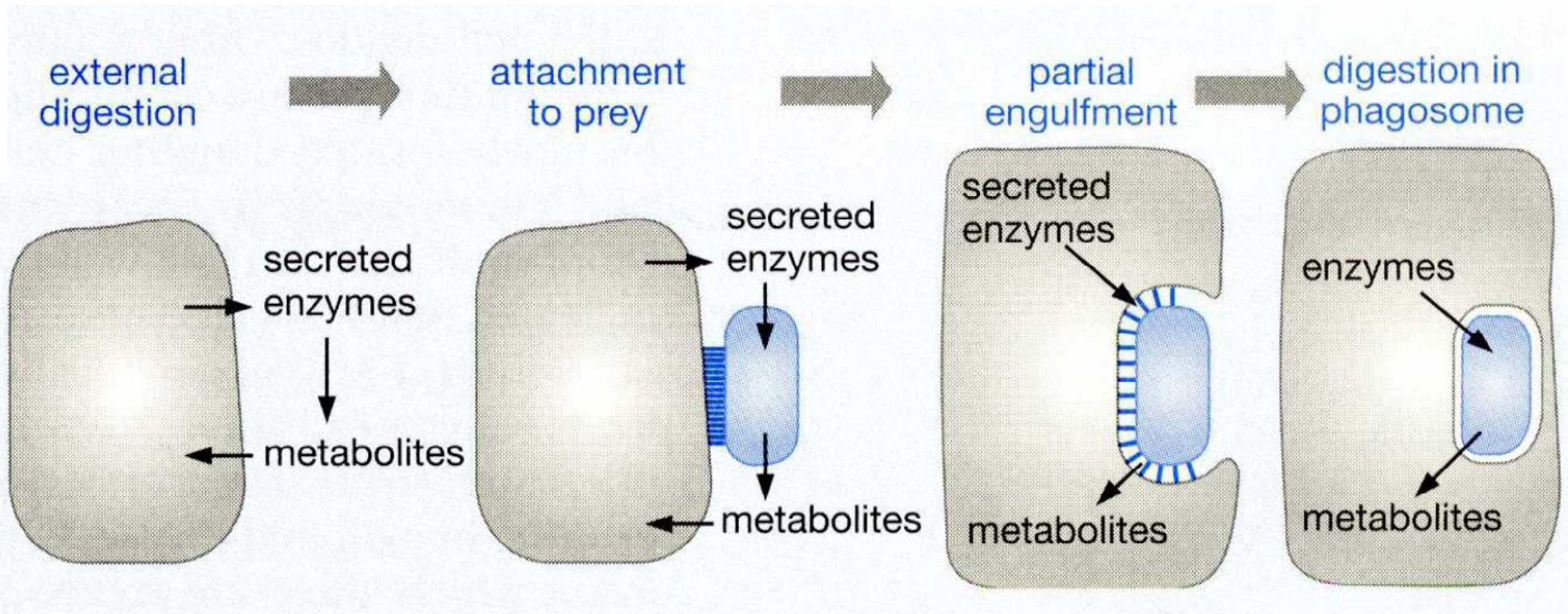
- **Bacteria** – patogenní agens - Prokaryota
- **Protozoa** – paraziti člověka
- **Animalia** – paraziti člověka
- **Fungi** – paraziti člověka (patogenní agens)
- **Plantae** – paraziti rostlin
- **Chromista** – paraziti člověka (patogenní agens)



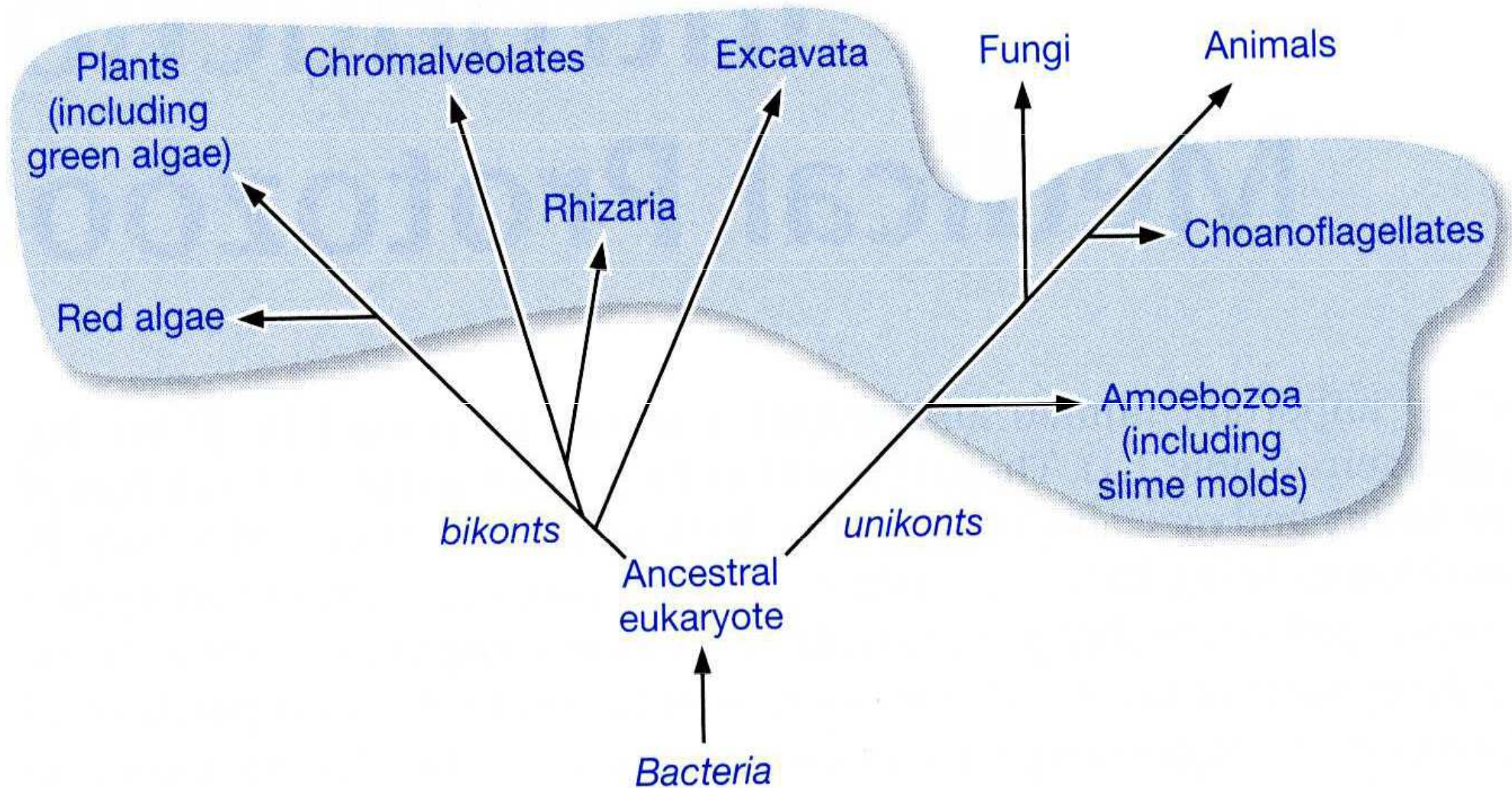
# Hlavní události v evoluci eukaryot



# Vznik a vývoj fagotrofie

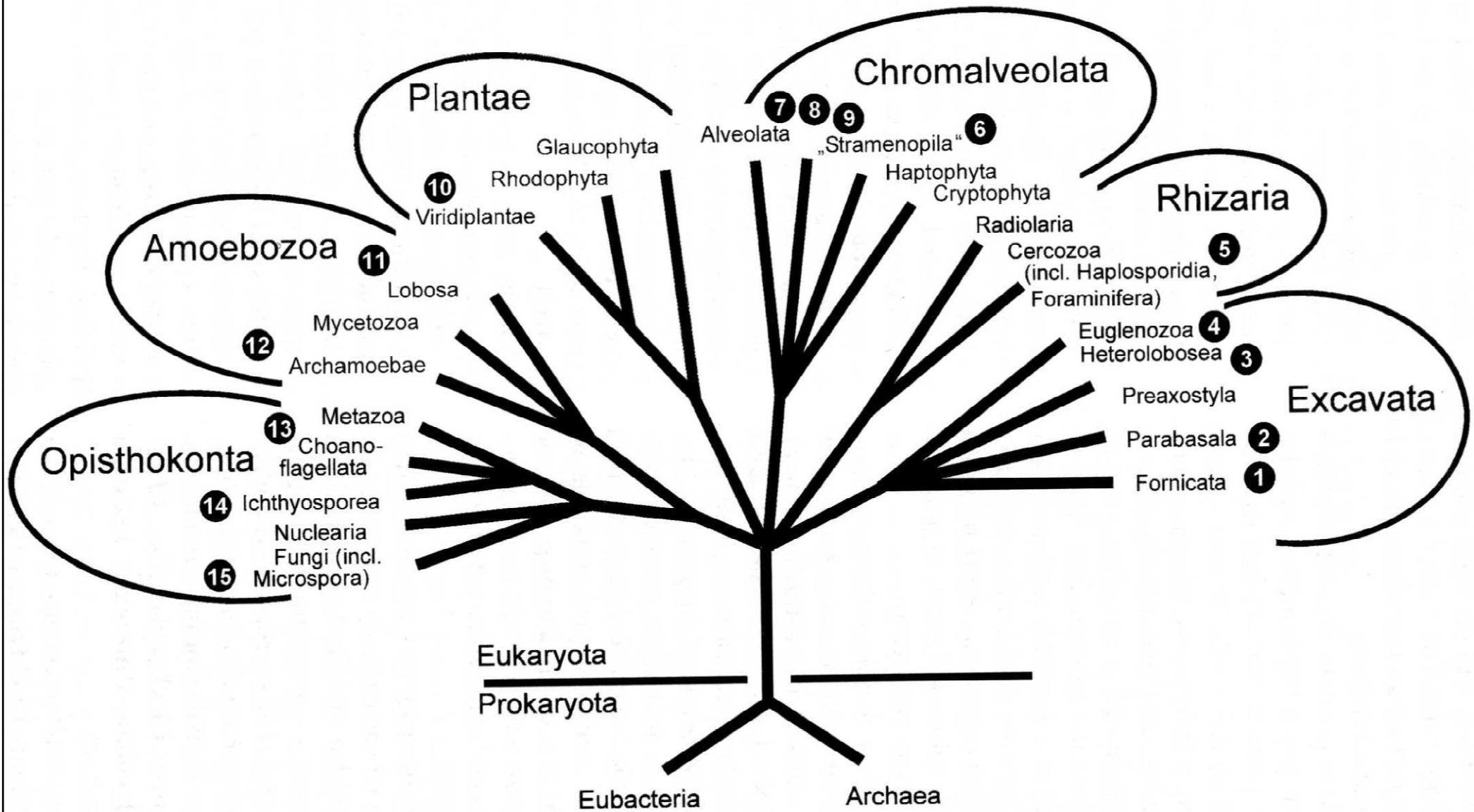


# Hypotetická evoluce organismů Eucaryota - Protozoa



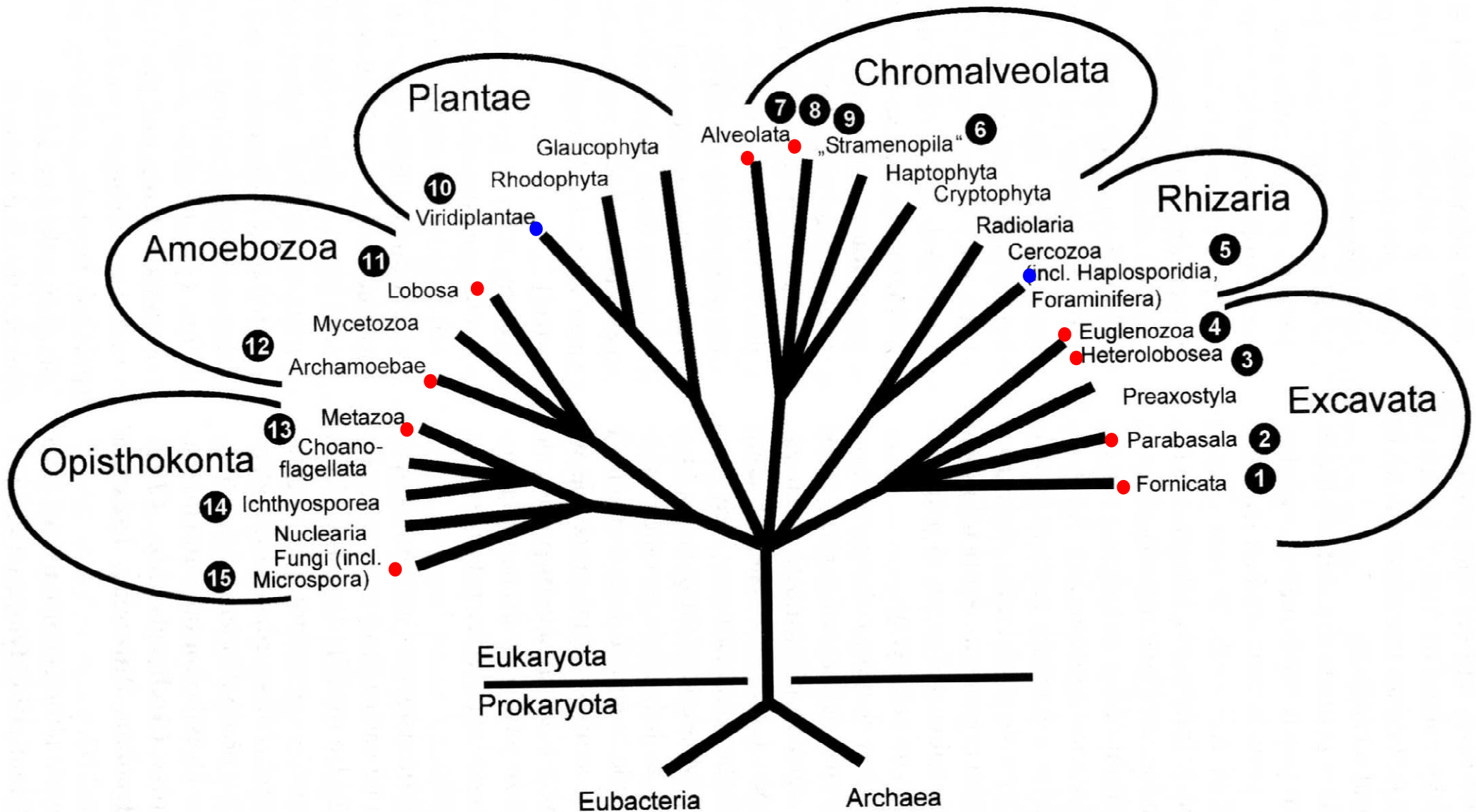


# Současné rozdělení eukaryotických organismů



Klasifikace prvoků podle Simpsona a Rogera 2004

# Současné rozdělení eucaryot

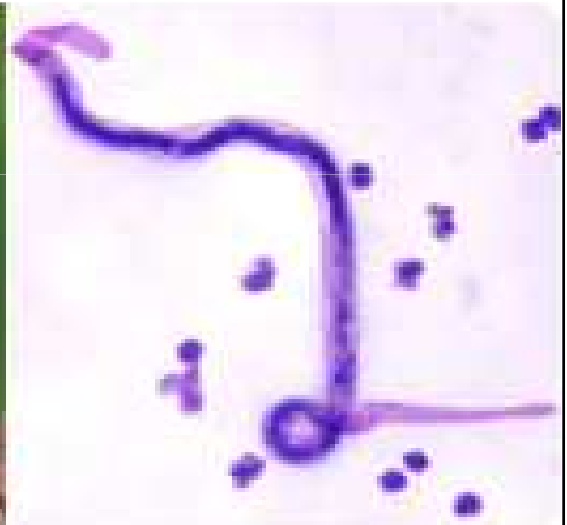
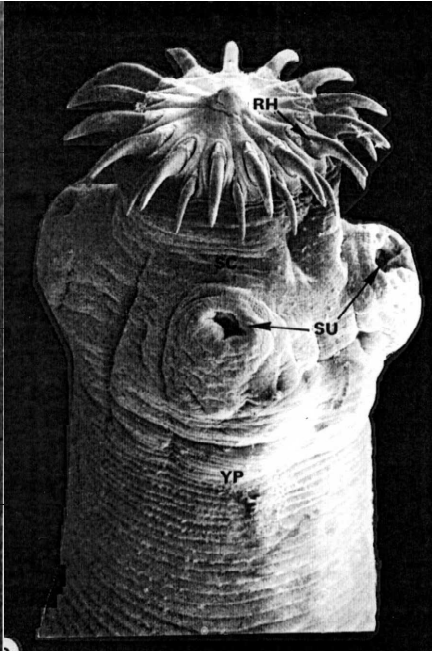
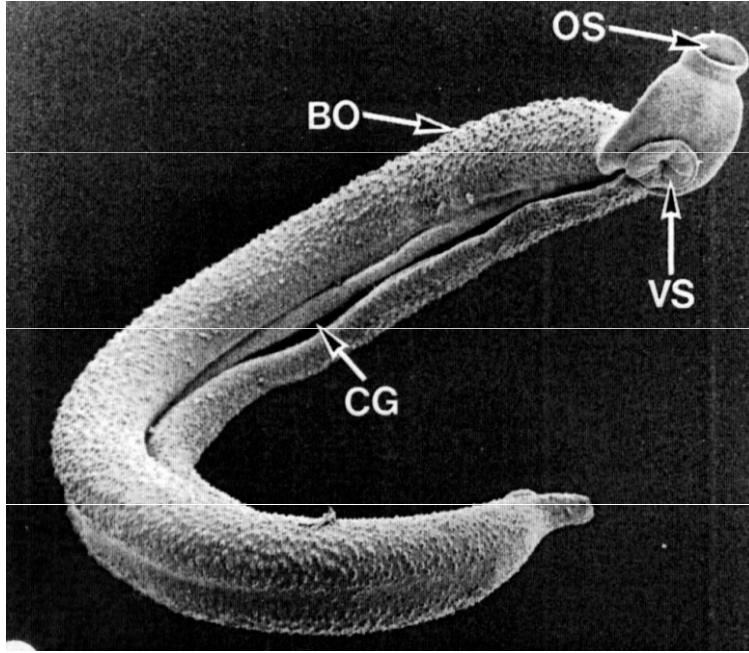
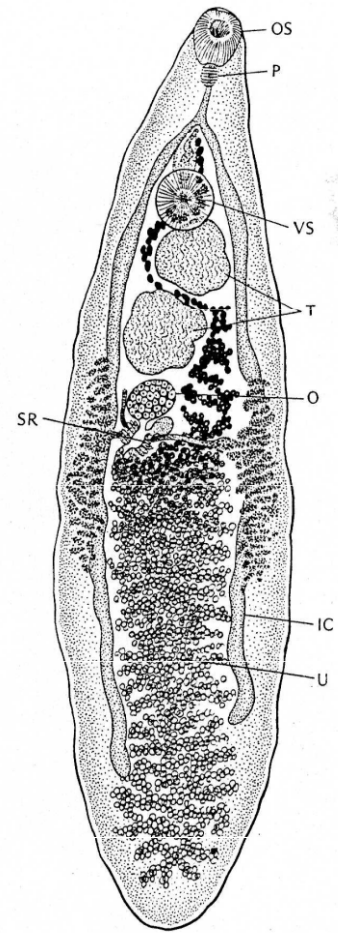
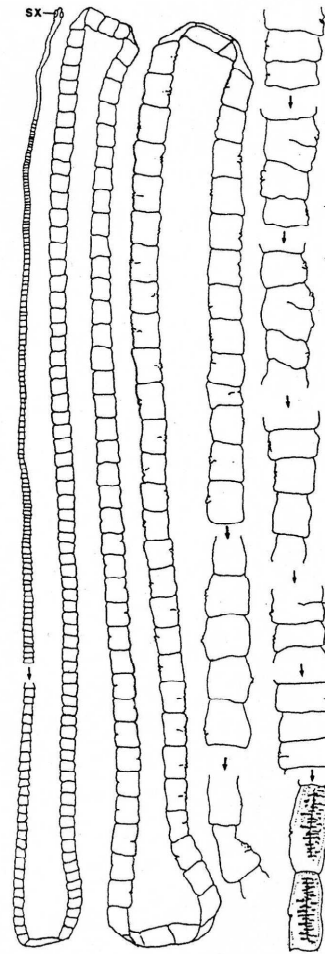
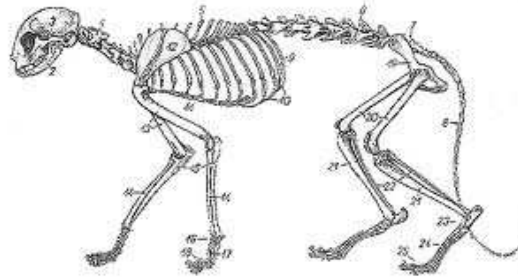


● Zástupci parazitující u člověka

● Zástupci neparazitující u člověka

# Opisthokonta

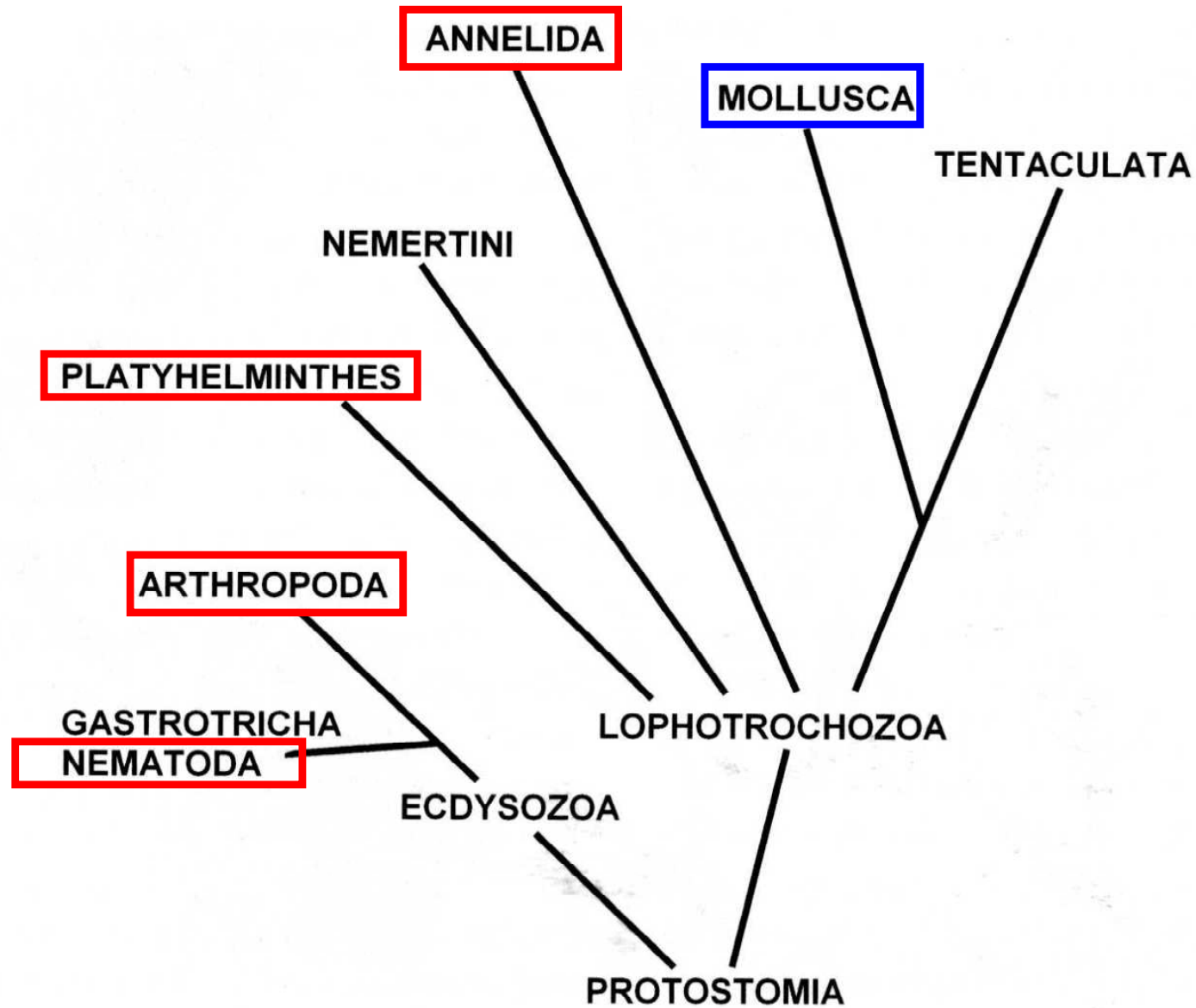
- Kmen: **Metazoa**



# HELMINTI – adaptace k parazitismu

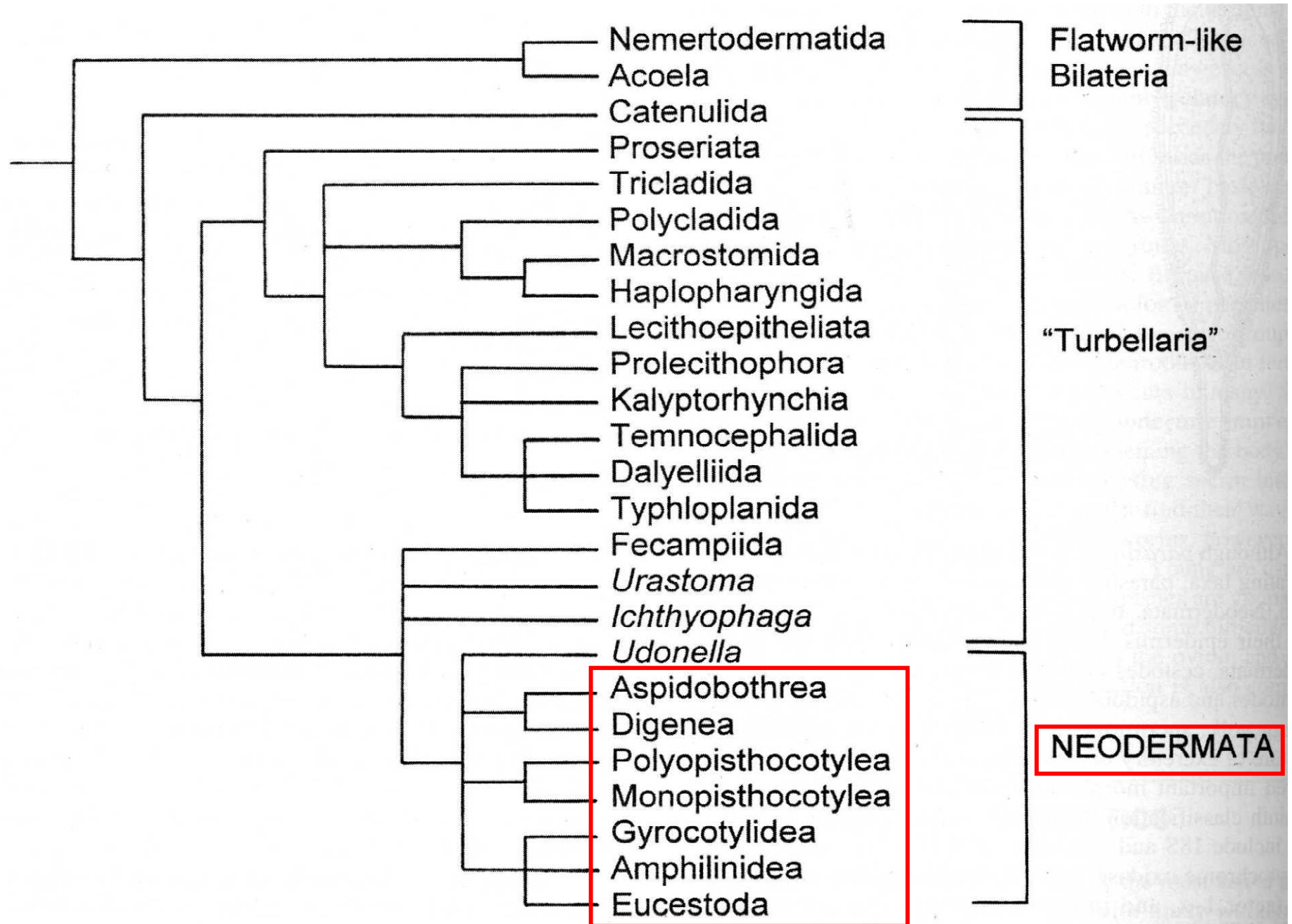
- Helminti – velmi různorodá skupina (Vermes)
- Označení pro nepříbuzné skupiny organismů
- Společný znak – bilaterálně souměrní **protostomní živočichové**
- Tradičně – **neodermální platyhelminti (Trematoda, Cestoda, Monogenea)**, hlístice (**Nematoda**) a vrtejši (**Acanthocephala**).
- Taky ale Turbellaria, Rotifera, Nematomorpha, Nemertea, Nemertini, Hirudinea).
- Neodráží to fylogenetické vztahy

# Fylogeneze protostomních živočichů



**Obr. 3-1** Zjednodušený fylogenetický strom protostomních živočichů. Konstrukce dle 18S rRNA a Hox genů (dle Tessmar-Raible a Arendt, 2003, upraveno).

# Fylogeneze hlavních skupin Platyhelminthes



# Buněčná diferenciace během ontogeneze

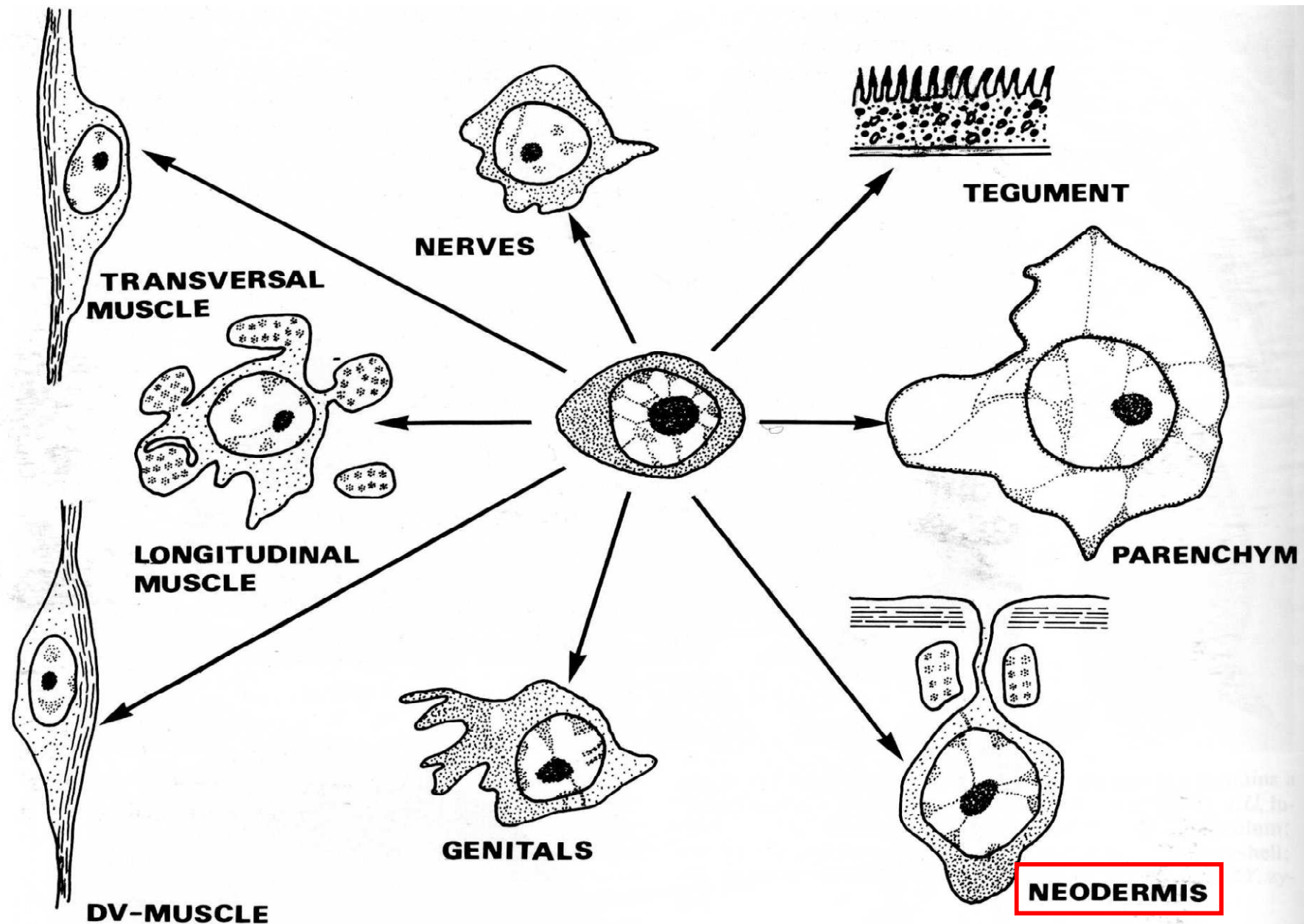
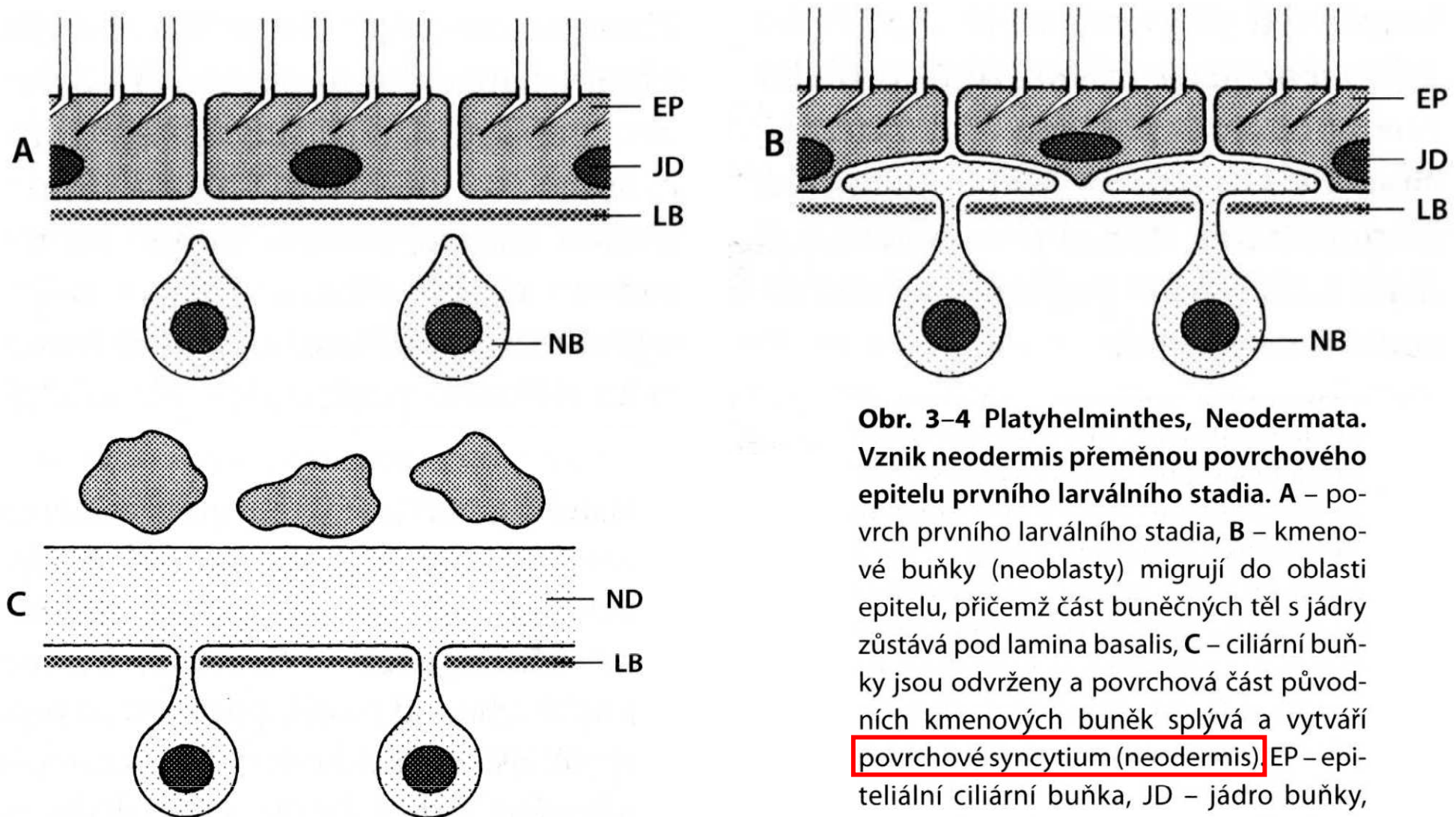


Fig.4.26. Developmental possibilities of an undifferentiated cell (germ cell) in platyhelminths (e.g., cestodes; after Gustafsson's<sup>6</sup> and own original results). Note that the undifferen-

tiated cells are characterized by a large nucleus with a spherical nucleolus

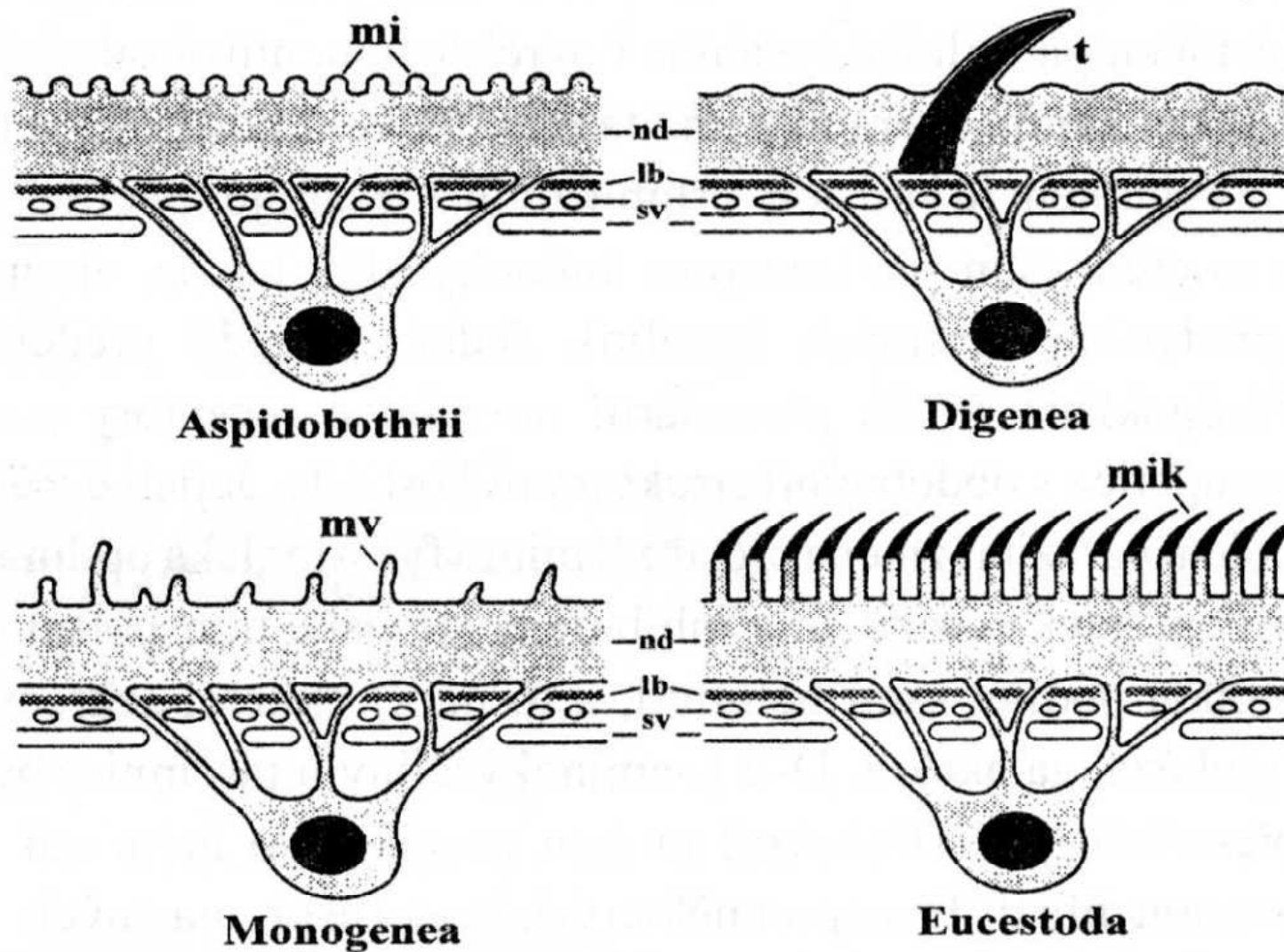
# Vznik neodermis



**Obr. 3–4** Platyhelminthes, Neodermata. Vznik neodermis přeměnou povrchového epitelu prvního larválního stadia. A – povrch prvního larválního stadia, B – kmenové buňky (neoblasty) migrují do oblasti epitelu, přičemž část buněčných těl s jádry zůstává pod lamina basalis, C – ciliární buňky jsou odvrženy a povrchová část původních kmenových buněk splývá a vytváří **povrchové syncytium (neodermis)**. EP – epitelální ciliární buňka, JD – jádro buňky, LB – lamina basalis, NB – neoblast, ND – neodermis (dle Ax a kol., 1989, upraveno).

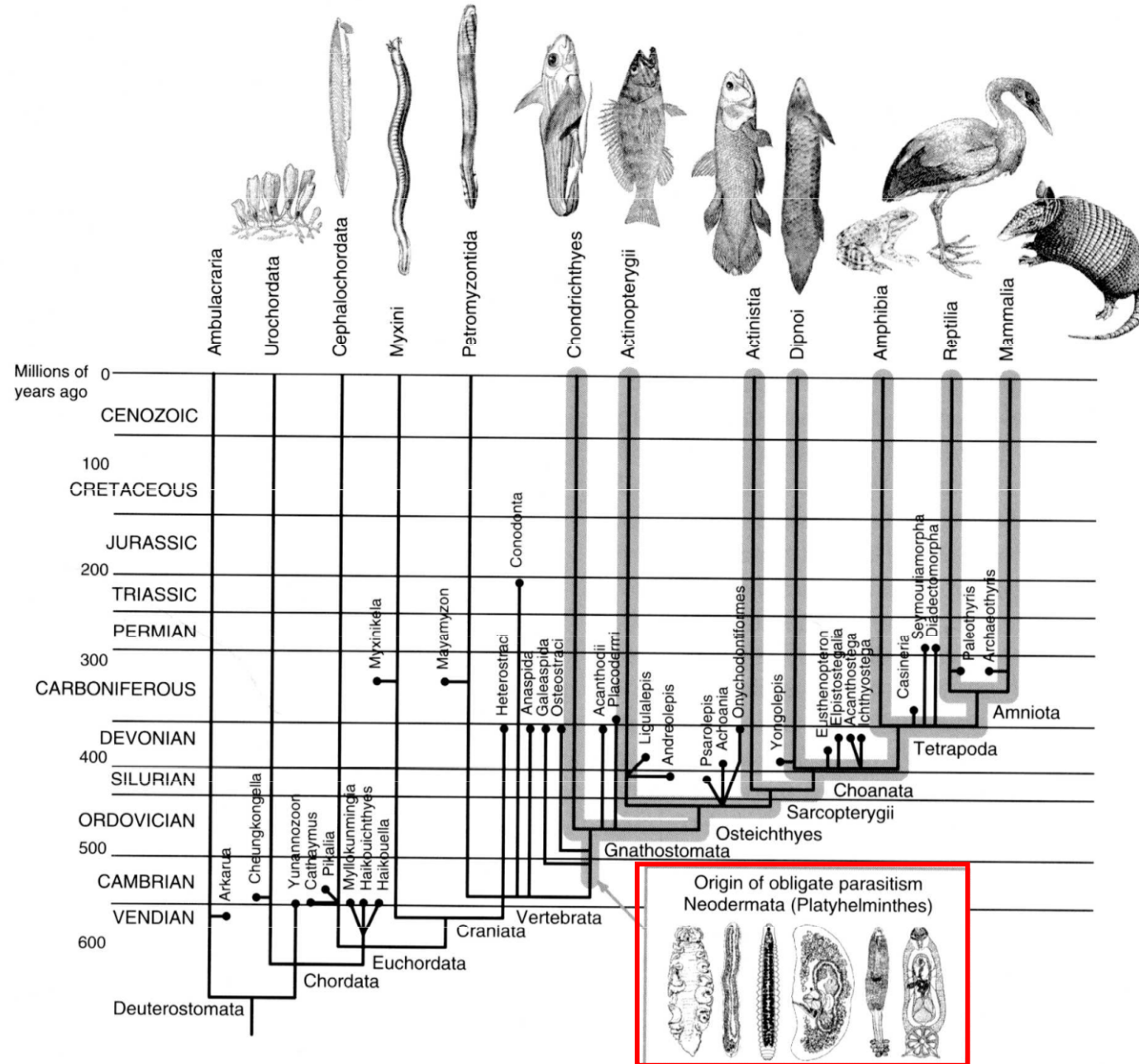


# Platyhelminthes - Neodermata



Obr. 8. Charakteristické typy neodermis (Ehlers 1985, upraveno)  
mi-mikrotuberkuly; t-trny obsahující aktin; mv-mikrovily;  
mik-mikrotrichy; nd-neodermis; lb-lamina basalis; sv-svalové vrstvy.

# Schéma evoluce hostitelů: původ Neodermata



# Klasifikace - NEODERMATA

- Třída TREMATODA – posteriorní adhesivní orgán a přísavka, samčí genitální pórus vyústuje v pohlavním atriu, adulti mají hltan v blízkosti ústní přísavky
  - Podtřída: Aspidobothrea – specializované microvilli a microtubuly v neodermis, posteriorní přísavka se dělí na kompartmenty,
  - Podtřída: Dinegea – první larvální stadium miracidium, ŽC s jednou nebo více generacemi sporocyst a cercariemi, slepě ukončené střevo
- Třída MONOGENOIDEA (Monogenea) – oncomiracidium se třemi shluky ciliárních buněk, adulti mají jednoduchá testes, všichni ektoparaziti, podle výsledků molekulární fylogeneze jsou polyfyletická skupina:
  - Podtřída: Polyopisthocotylea
  - Podtřída: Monopisthocotylea
- Třída CESTOIDEA
  - Podtřída: Cestodaria – monozoičtí, cercomer se šesti háčky,
    - » Řád: Gyrocotylidea – rosety, kmen a laločnatý zadní konec těla
    - » Řád: Amphilinidea – genitální pórus posteriorně, uterus tvaru N
  - Podtřída: Eucestoda – adulti polyzoičtí, chybí cercomer se šesti háčky, ŽC s více než jedním hostitelem

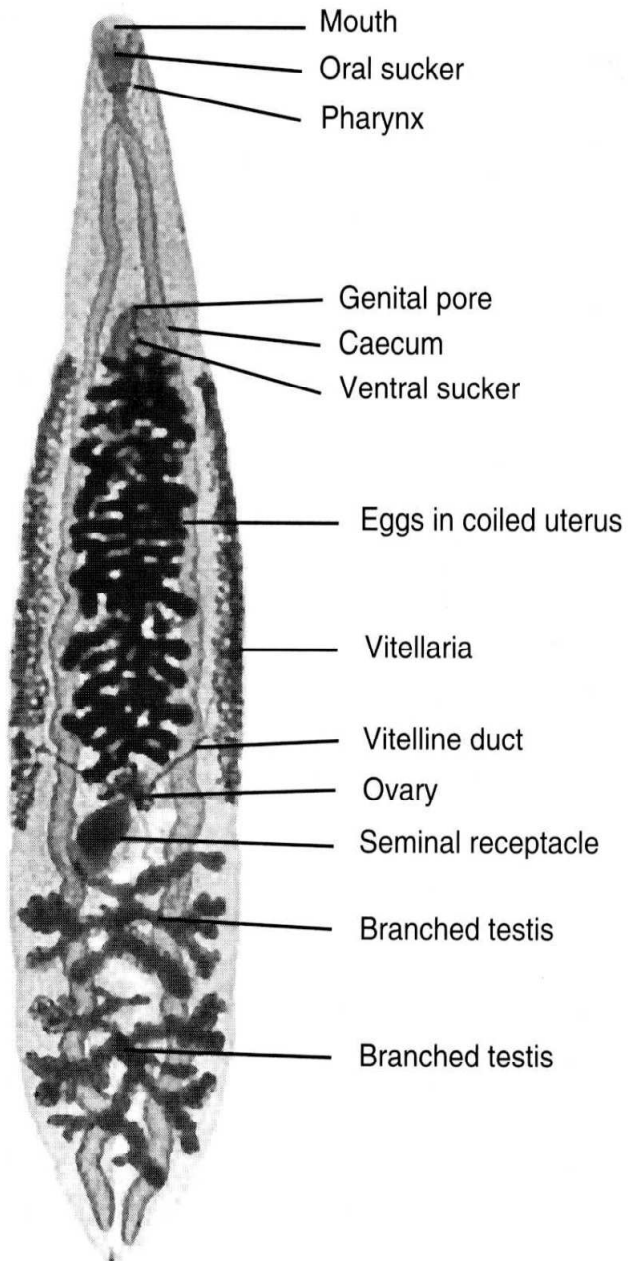
# Adaptace (helmintů) k parazitismu

- **Morfologické adaptace** (velikost, redukce strukturální složitosti, rozvoj některých orgánů)
- **Fyziologické adaptace** (neutralizace enzymů a detoxikace látek, změny metabolismu, tegument)
- **Biologické adaptace** (vysoký reprodukční potenciál, asexuální rozmnožování, komplexní životní cykly)
- **Etologické adaptace** (migrace invazních larev – horizontální, vertikální, ontogenetické, manipulace chováním hostitelů – meziphostitelů)

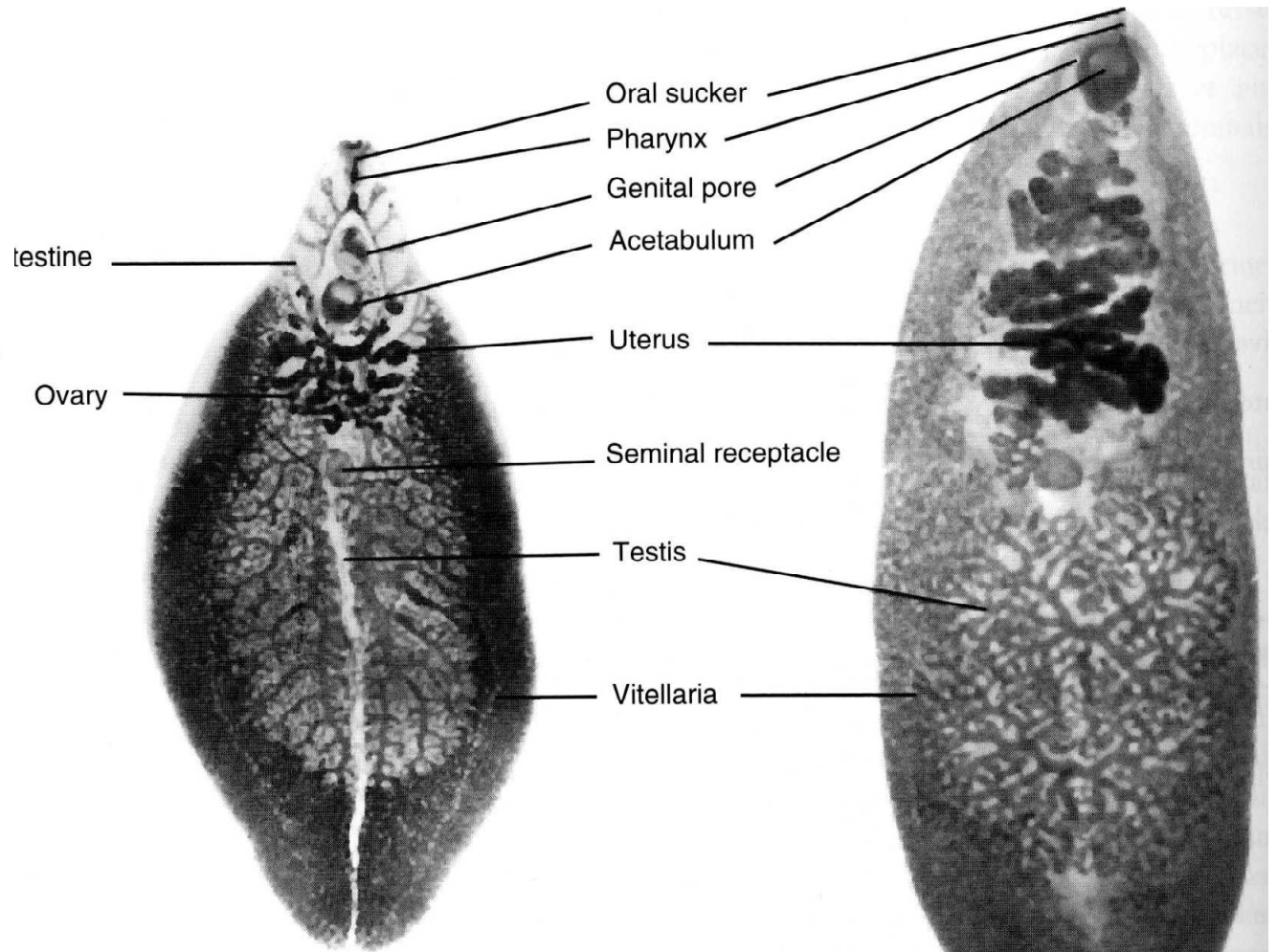
# Vývojové cykly helmintů

- Vývojový cyklus: **přímý** (monoxenní) x **nepřímý** (heteroxenní)
- **Geohelmini** x **biohelmini**
- **Definitivní hostitel** x **mezihostitel**
- **Hlavní** x **vedlejší** hostitel (specificity)
- **Paratenický hostitel** (rezervoárový)
- **Postcyklický** hostitel

# Motolice - morfologie



Clonorchis sinensis



Fasciola hepatica

Fasciolopsis busci

# Digenea - motolice

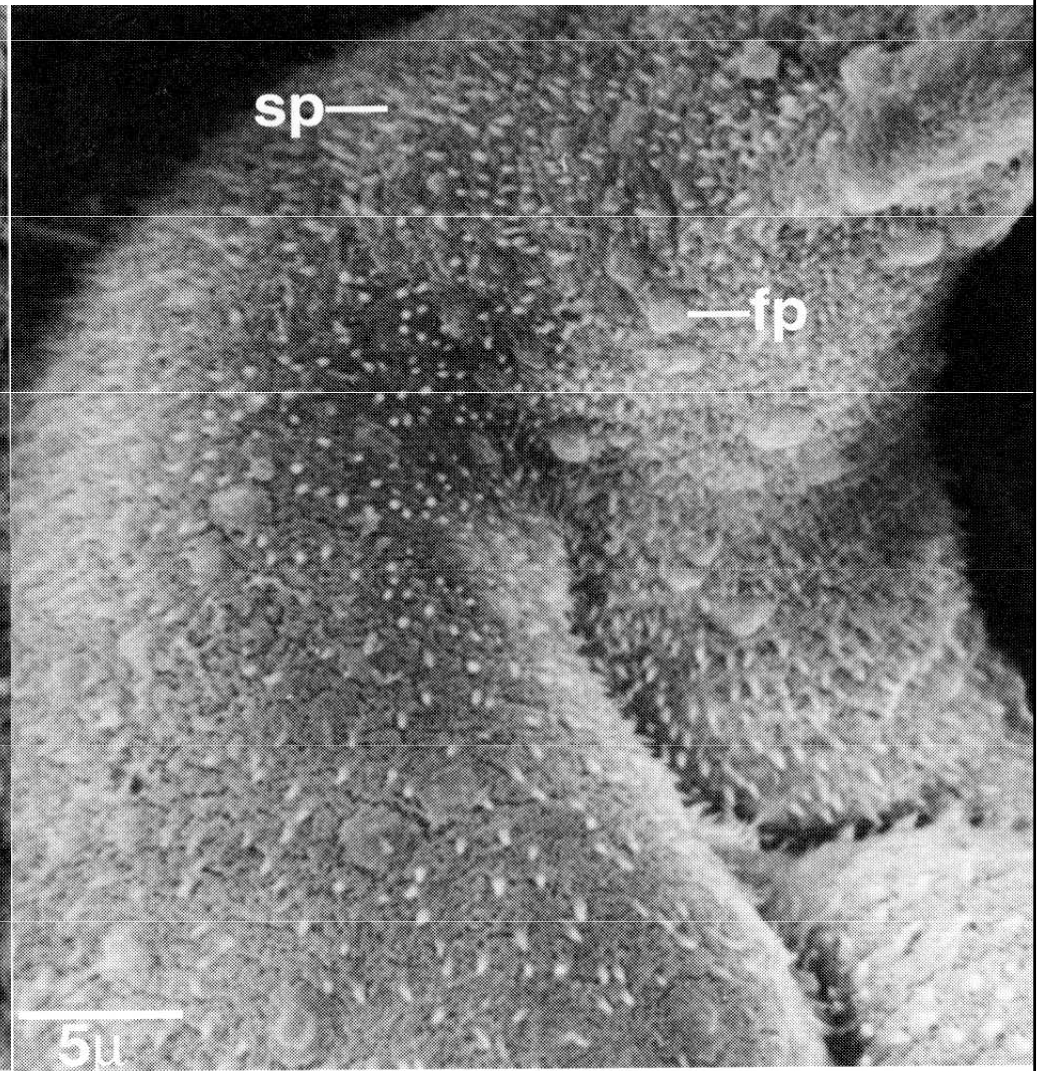
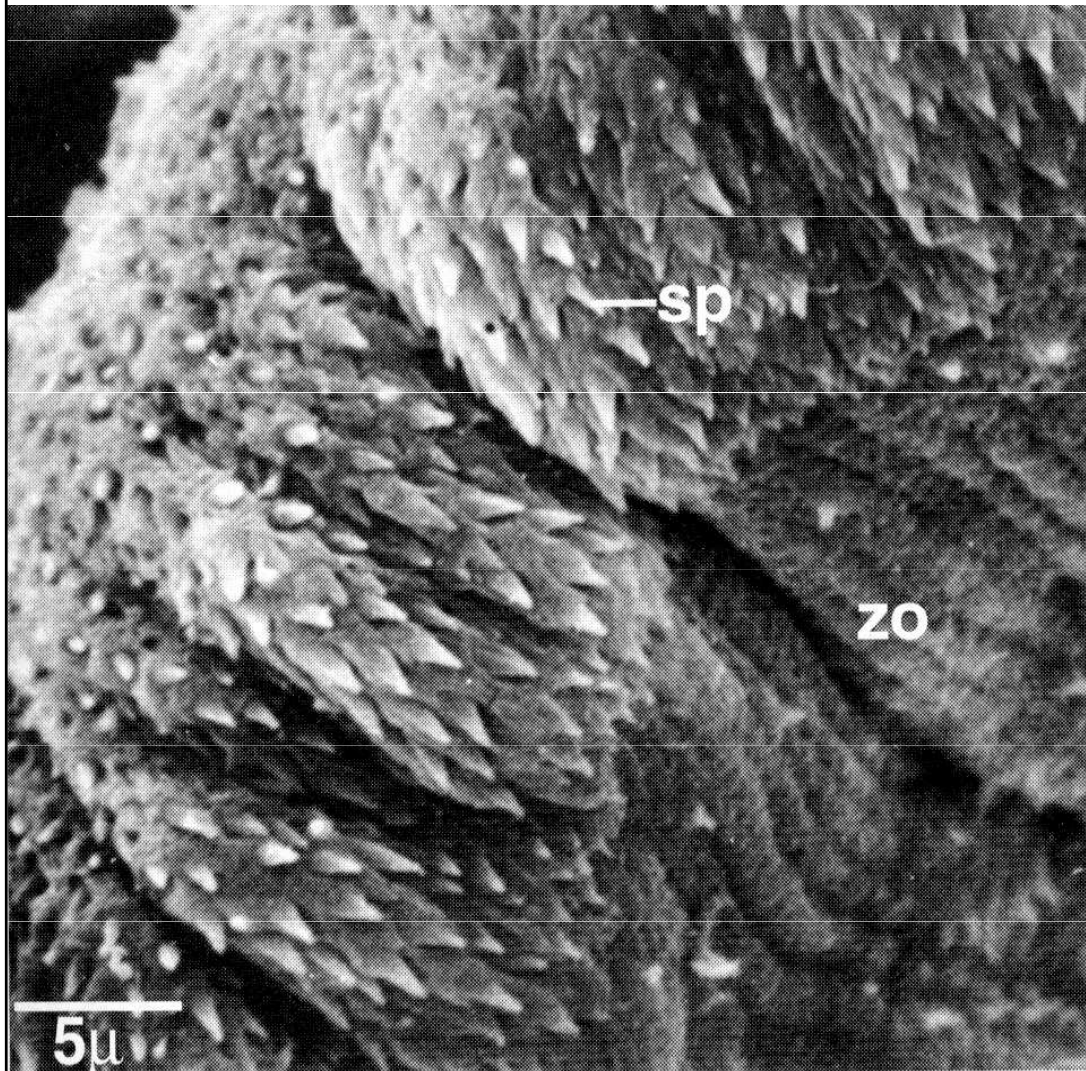
- Početná skupina helmintů – přes 4 tis. druhů z toho třetina u ryb
- Významní paraziti člověka a hospodářských zvířat
- Cizopasí u obratlovců – prakticky ve všech orgánech s výjimkou kostí
- Největší počet – trávicí soustava - střevo, játra, žlučovody

# Morfologie motolic

- Bilaterálně symetrické,
- Dorzoventrálně zploštělé
- Bez vnitřní či vnější segmentace
- Velikost od několika mm do několika cm
- Typická je přítomnost svalnatých přísavek
- 7 základních morfologických typů

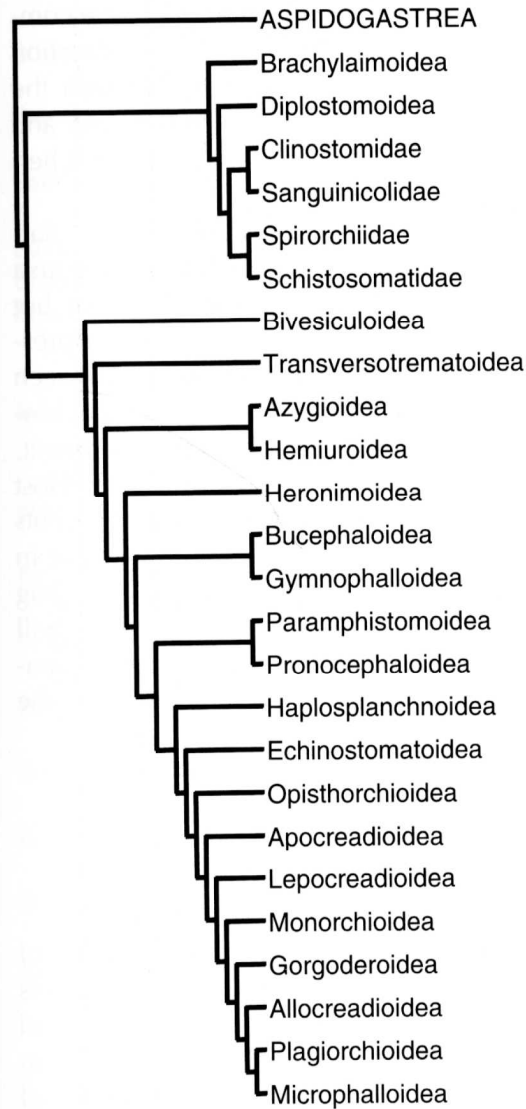


# Otrněný porch těla motolic



# Nástin fylogeneze motolic

## Komplexnost životních cyklů



	First intermediate hosts	Second intermediate hosts	Definitive hosts
Mollusca: Gastropoda			
Mollusca: Bivalvia			
Mollusca: Scaphopoda			
Annelida			
Chordata			
Mollusca			
Arthropoda			
Annelida			
Echinodermata			
Cnidaria/Ctenophora			
Chordata: Teleostei			
Chordata: Chondrichthyes			
Chordata: Tetrapoda			

# Monogenea

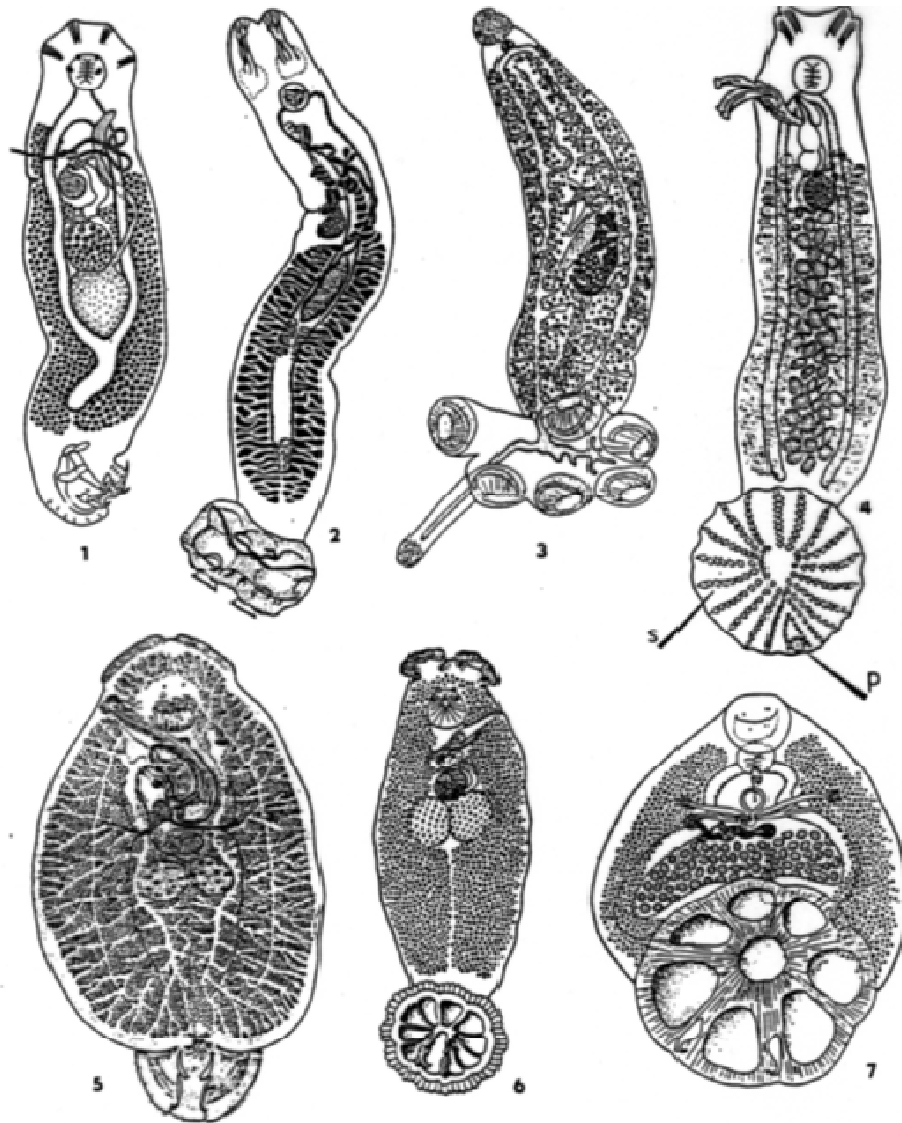
- Ektoparaziti – ryby, obojživelníci, plazi, kytovci, hlavonožci
- Endoparaziti –
  - Acolpenteron nefriticus
  - Enterogyrus spp.
  - Nitzschia sturionis
  - Polystoma integerinum
  - Oculotrema hippopotami

Evoluční expanze monogeneí

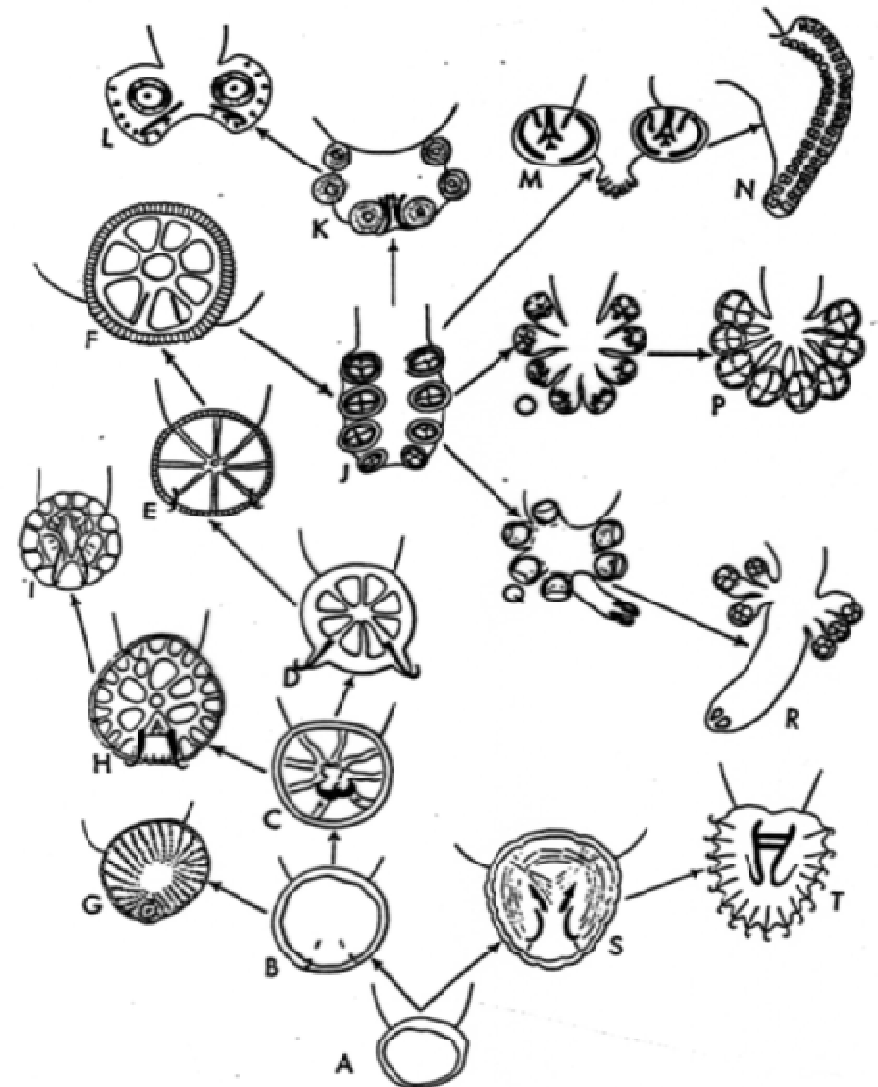
Významní patogeni v chovech ryb

# Morfologická rozmanitost

## Typy opisthaptoru



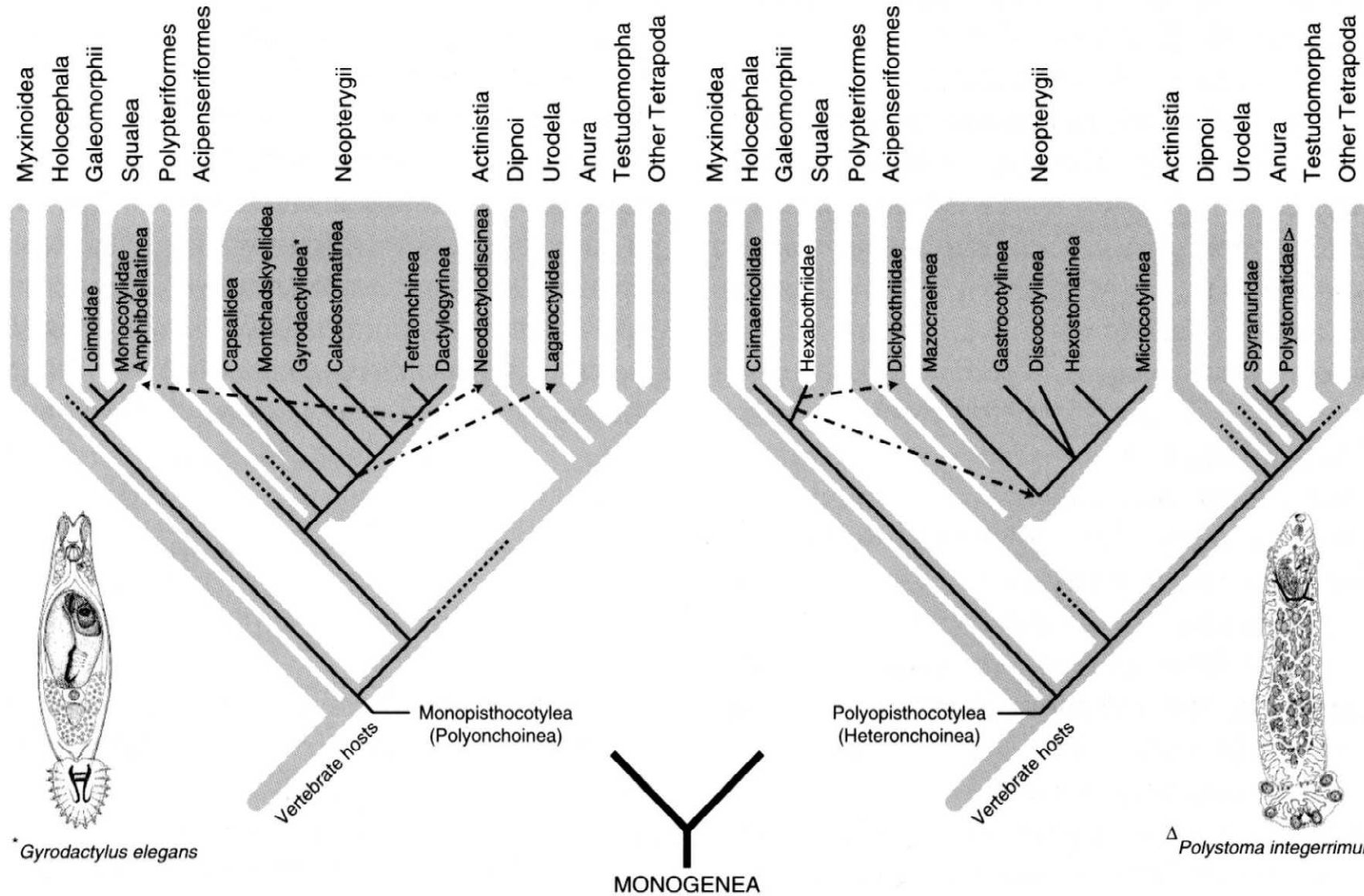
## Evoluce opisthaptoru



# Radiace dvou podtříd třídy Monogenea

Radiation of the Monopisthocotylea (Polyonchoinea)

Radiation of the Polyopisthocotylea (Heteronchoinea)



Myxinoidea  
Holocephala  
Galeomorphii  
Squalea  
Polypteriformes  
Acipenseriformes

Neopterygii

Actinistia  
Dipnoi  
Urodela  
Anura  
Testudomorpha  
Other Tetrapoda

Myxinoidea  
Holocephala  
Galeomorphii  
Squalea  
Polypteriformes  
Acipenseriformes

Neopterygii

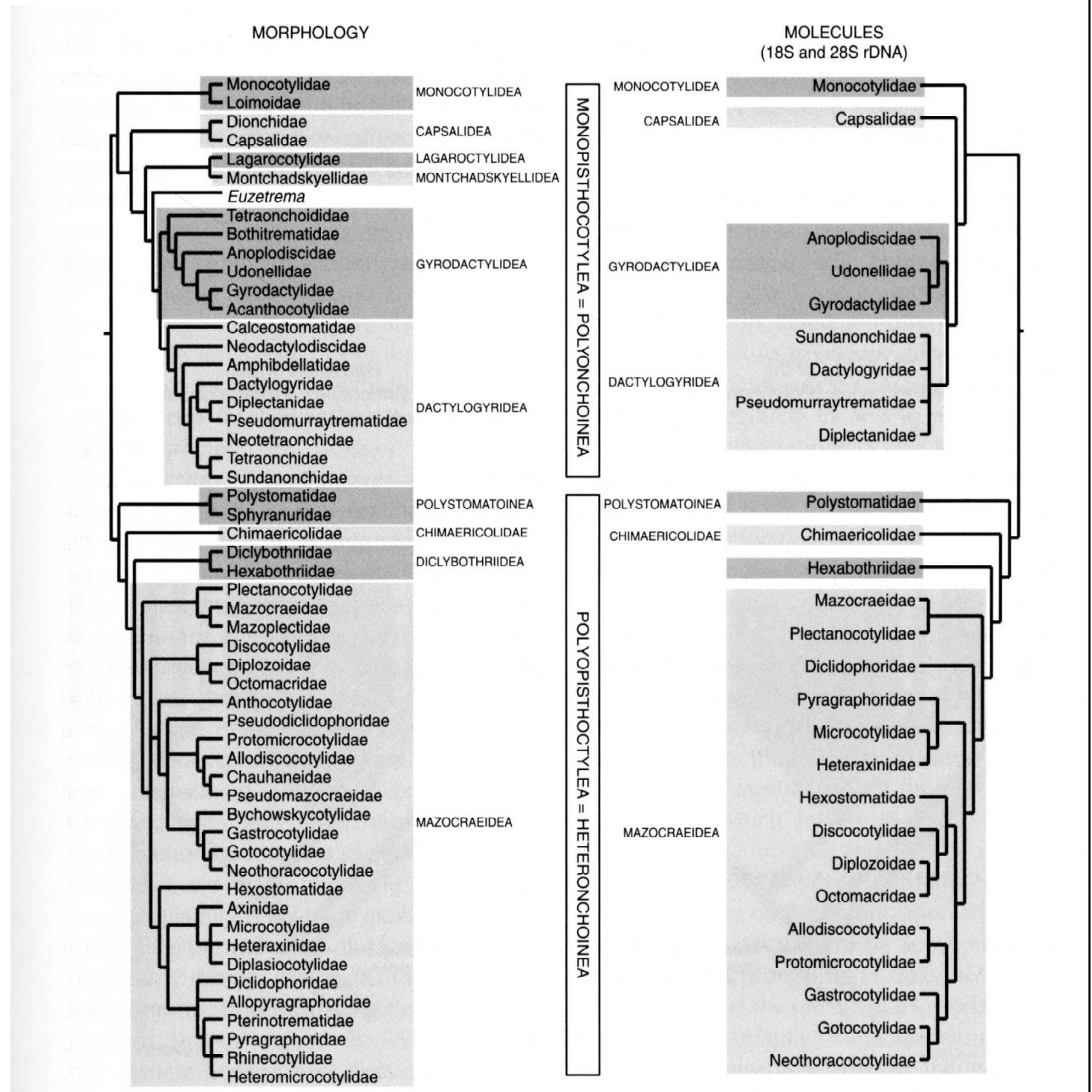
Actinistia  
Dipnoi  
Urodela  
Anura  
Testudomorpha  
Other Tetrapoda

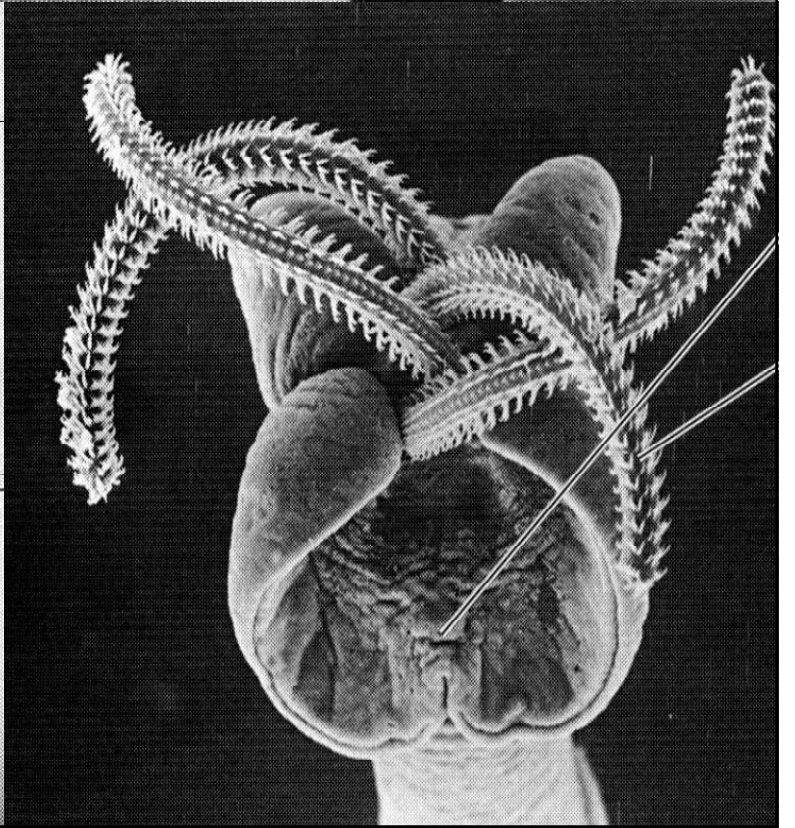
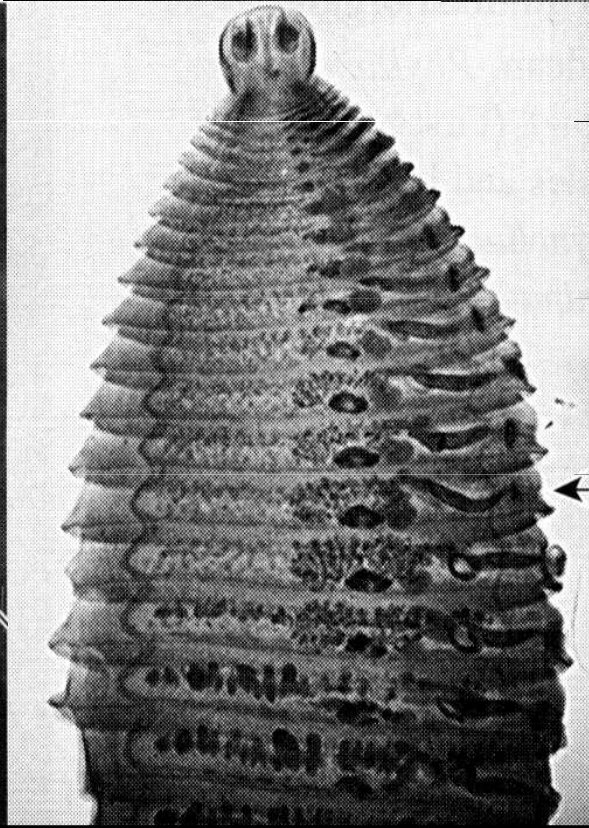
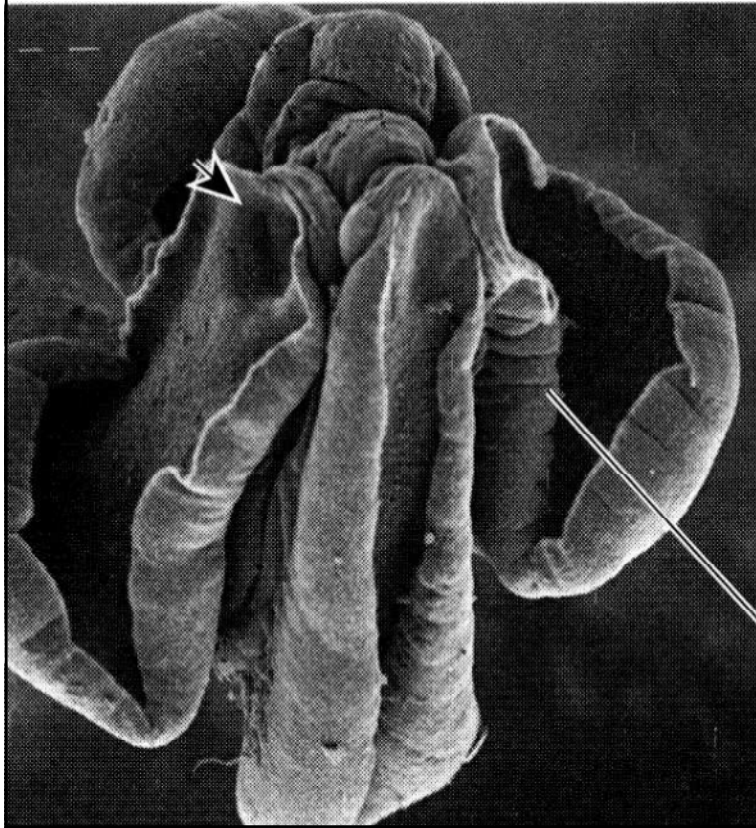
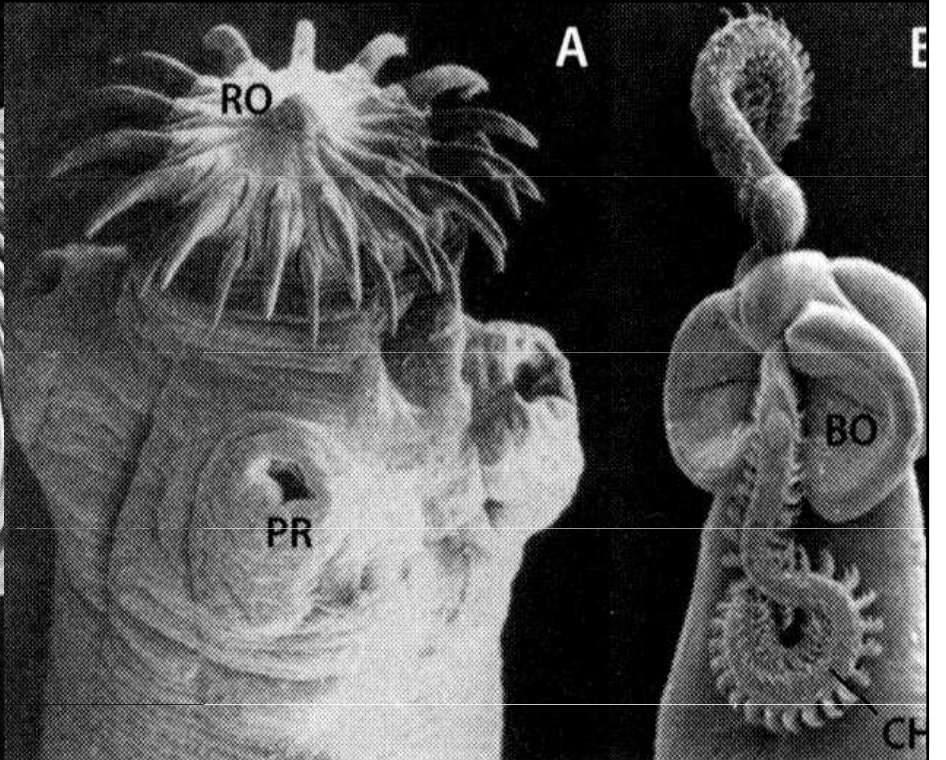
Loimoidea  
Monocotylidae  
Amphibdellatinae  
Capsalidea  
Montchadskyellidae  
Gyrodactylidae\*  
Calceostomatinae  
Tetraonchinae  
Dactylogyrinae  
Neodactylodiscinae  
Lagarocytidae

Chimaericolidae  
Hexabothriidae  
Dicybothriidae  
Mazocraeinae  
Gastrocotylinae  
Discocotylinae  
Hexostomatinae  
Microcotylinae  
Spyranuridae  
PolystomatidaeΔ

# Monogenea

## Srovnání morfologické a molekulární fylogeneze





# Cestoda -tasemnice

- Výhradně parazitická skupina
- Absence střeva
- Larvy s embryonálními háčky
  - 10 lycofóra - Cestodaria
  - 6 hexacanth – Eucestoda
- Medicínsky a veterinárně významné
- Popsáno přes 4000 druhů – nejvíce řádů u ryb
- Nejpočetnější řád – Cyclophyllidea – ptáci a savci



# Tasemnice - morfologie

- Hlavička – scolex – přichycovací orgán
- Strobila – proglotidy (segmenty)
- Přichycovací orgány – 5 základních typů:
  - Mělké zářezy a rýhy – Caryophyllidea
  - Štěrbiny – bothrie – Pseudophyllidea
  - Svalnaté bothridie – Tetraphyllidea
  - Chapadélka – tentakule – Trypanorhyncha
  - Svalnaté přísavky - Cyclophyllidea



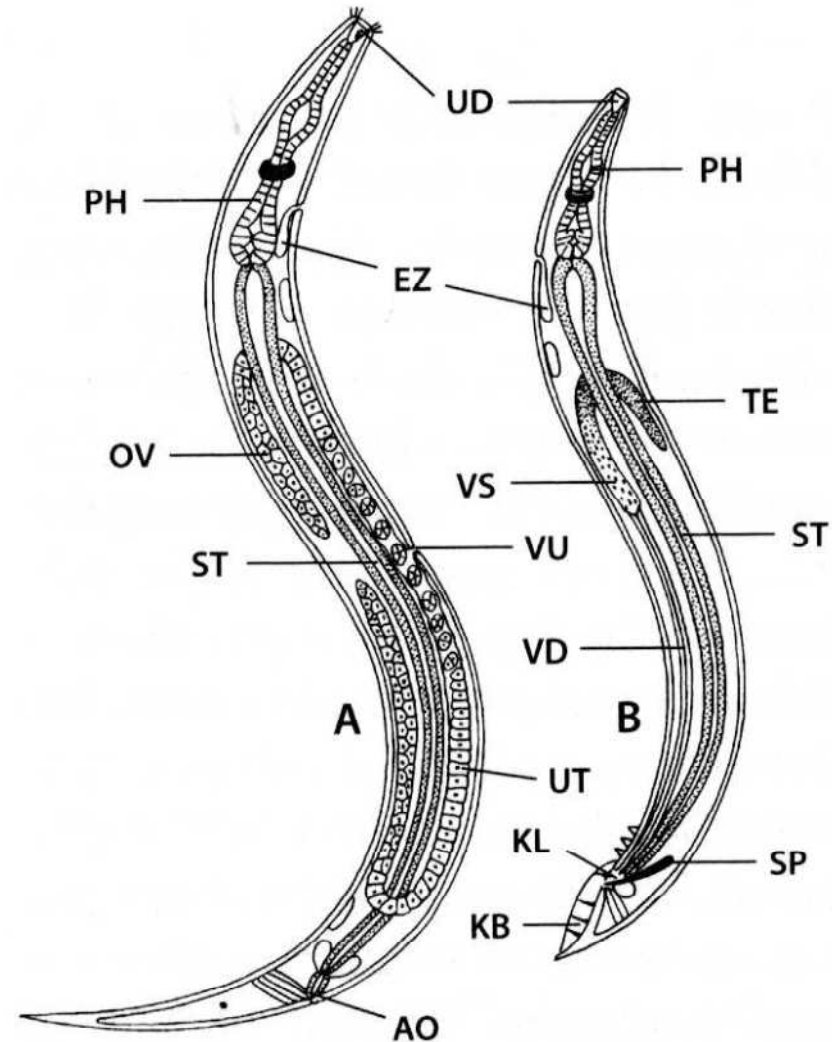
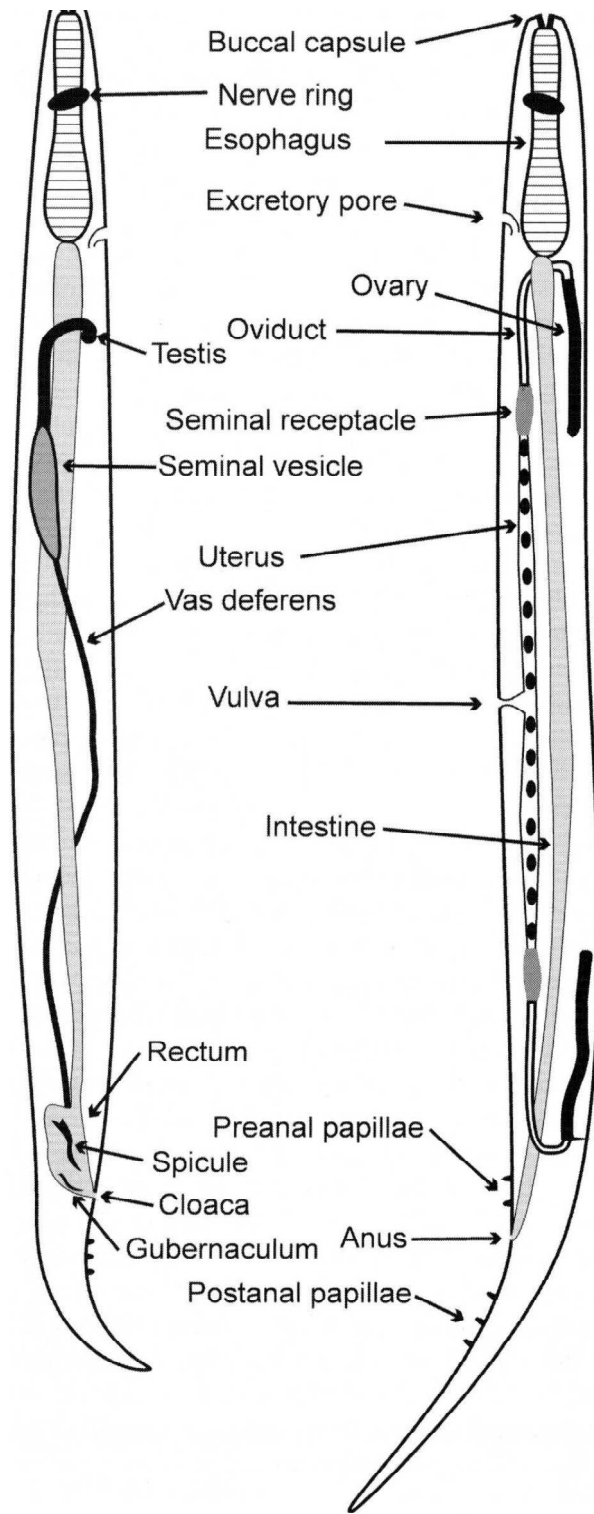
# HLÍSTICE

# Nematoda - hlístice

- Velmi rozmanitá skupina
- Cizopasnící x volně žijící (půda, voda)
- Paraziti – živočichové (bezobratlí), rostliny
- Adaptace k parazitismu
- Význam – původci onemocnění člověka zvířat

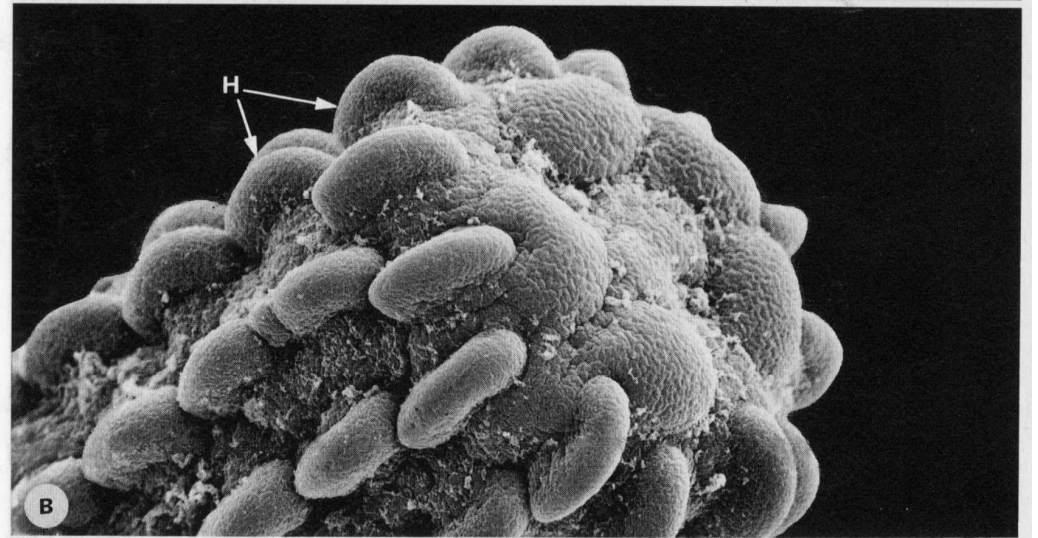
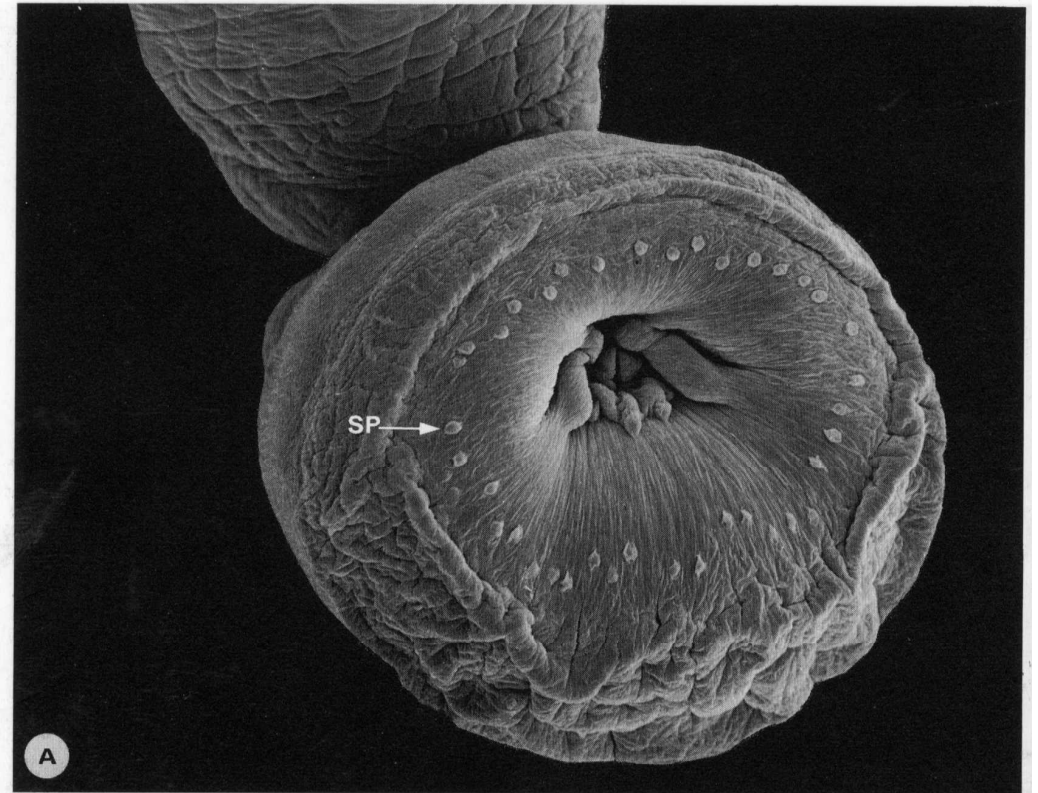
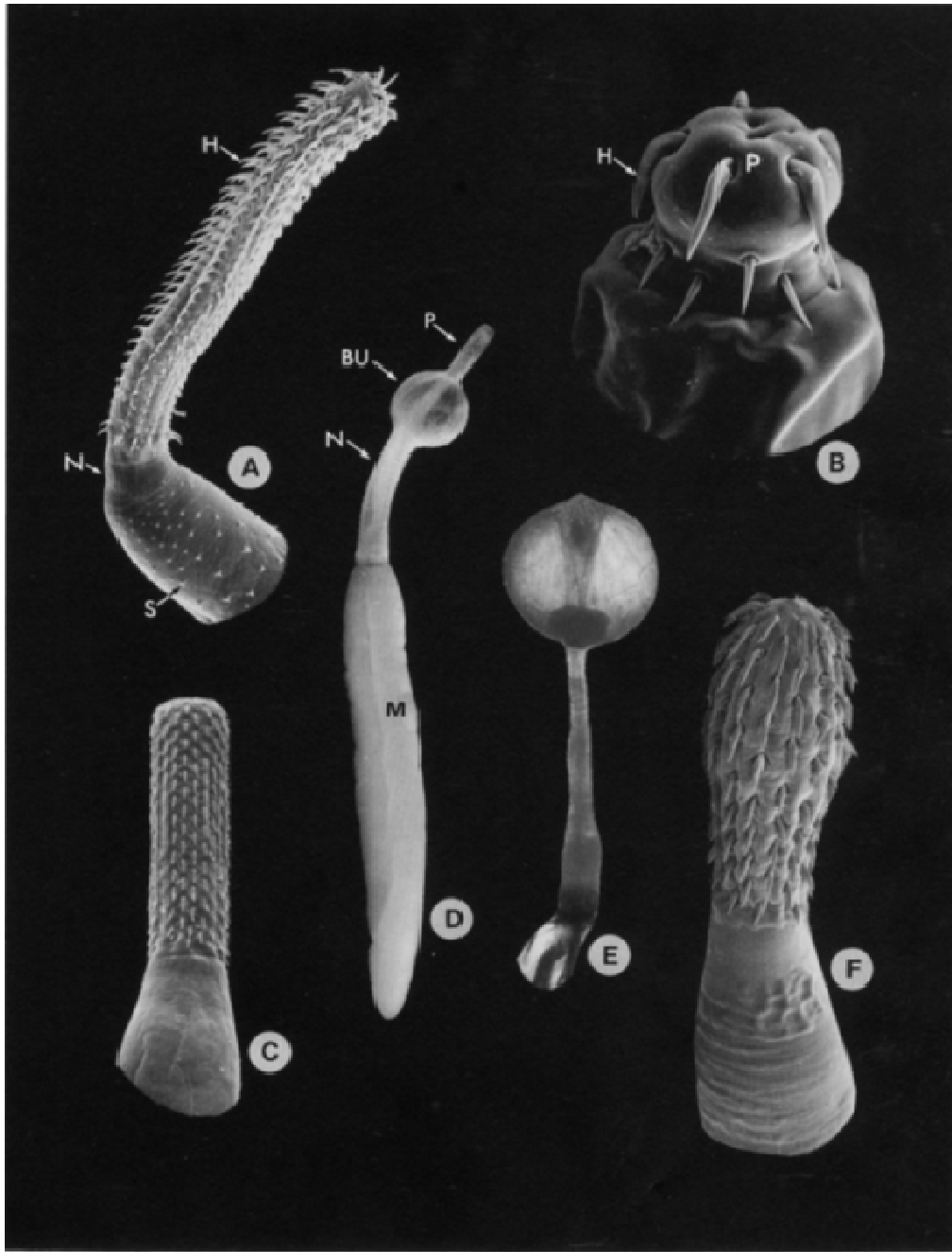
# Nematoda

## základní morfologie



Obr. 3-53 Nematoda. Základní anatomie

# SEM - Acanthocephala

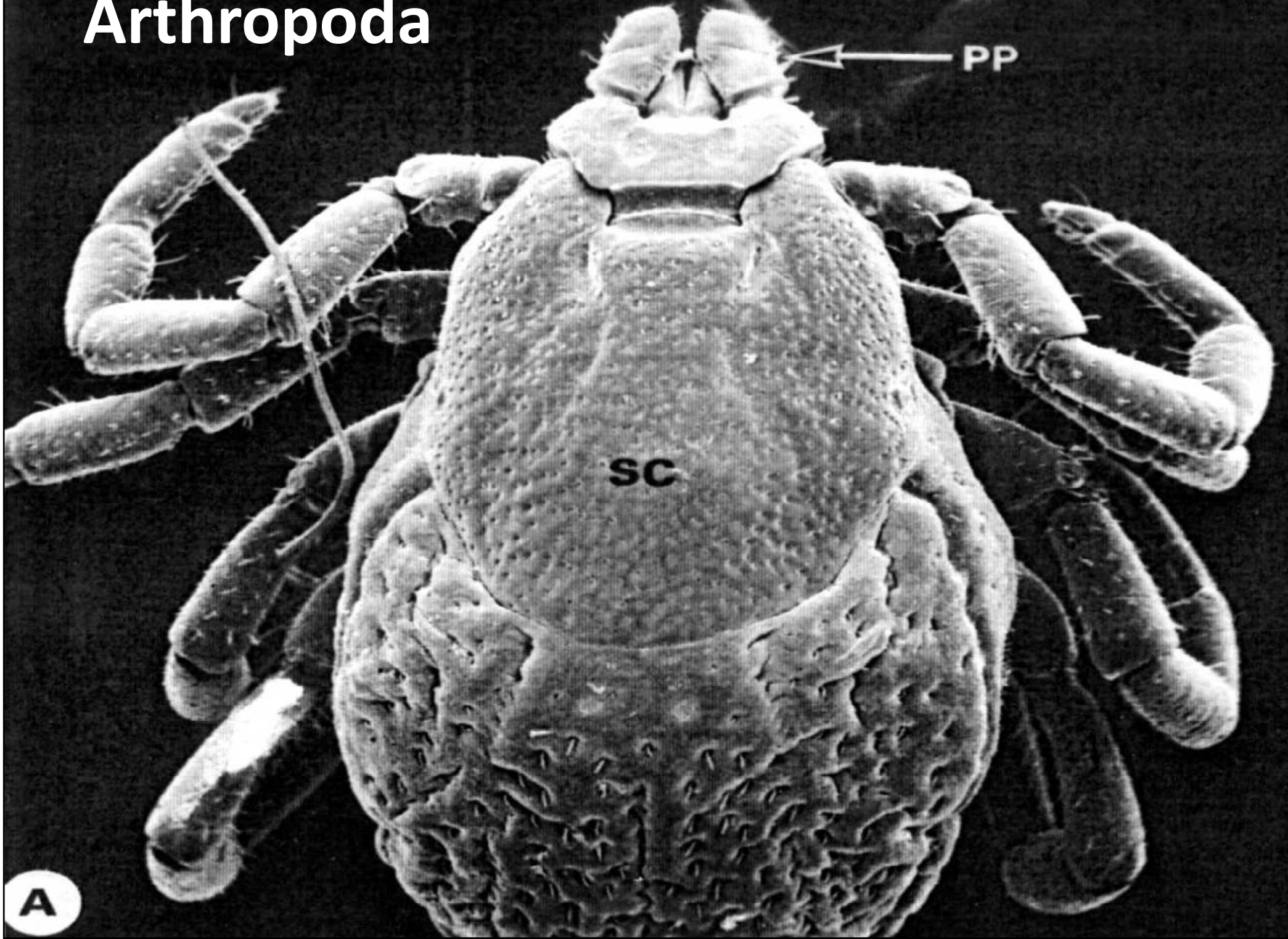


# Charakteristika hlavních skupin helmintů

## Kmen **ACANTHOCEPHALA**

- Endoparaziti střeva obratlovců
- Tělo válcovité, nesegmentované s vysunovatelným chobotkem (proboscis) ozbrojeném háčky
- Tělní dutinou pseudocoel
- Trávicí trubice chybí
- Pohlaví oddělené
- Vývojové cykly nepřímé

# Arthropoda



# Rozmanist členovců

- Nejpočetnější skupina (80% živočichů)
- Závažní cizopasníci člověka a hosp. zvířat
- Široká škála parazitismu
- Ektoparaziti
- Endoparaziti (500druhů)
- Paraziti
- Parazitoidi
- Kleptoparaziti
- Forezie
- Hyperparaziti
- Sociální paraziti
- Otrokářství



# Členovci - formy parazitismu

- **Paraziti**
  - Parazitoidi
  - Kleptoparaziti
  - Forezie
  - Sociální paraziti
  - Otrokářství
- **Paraziti**
  - Trvalí (**permanentní**) -vši, kloši – sají opakovaně na tomtéž hostiteli po celý ŽC
  - - Dočasní (**temporární**)
    - komáři, ovádi, ploštice, flebotomové - sají relativně krátce - **mikroparaziti**

# Formy parazitismu - parazitoidi

- **Parazitoid** – strategie blízká predaci – zabíjí svého hostitele na konci vývoje – vyžírání orgány a tkáně – živá konzerva – velikost srovnatelná.
- **Hostitelé** jsou všechna vývojová stadia hmyzu i dalších bezobratlých – např. housenky motýlů, larvy blanokřídlých, pavouci.
- **Nevyměšují** – slepé střevo – defekace až po ukončení vývoje v H
- **Hyperparazitismus** – parazitace larev blanokřídlých - parazitoidů
- Nejčastěji **Hymenoptera** – 50tis a **Diptera** – 15tis druhů, ale i brouci, motýli, síťokřídlí – odhad až 25% hmyzu.
- Zástupci **Hymenoptera** – lumci (Ichneumonidae), lumčici (Braconidae), vejřitky (Proctotrupeoidea), mšicomary (Aphidae), vejcomary (Scelionidae), chalcidky (Chalcidoidea)
- Hlavně **Apocrita** – štíhlý pas – adaptace na vpich vajíček do H
- **Primitivní vosy** (Scoliidae, Tiphiidae, Mutillidae) – kladélko – žahavý orgán – ochromení H – pak kladení vajíčka.
- **Hrabalky** (Pompiloidea) svého H zahrabou do podzemního hnízda,

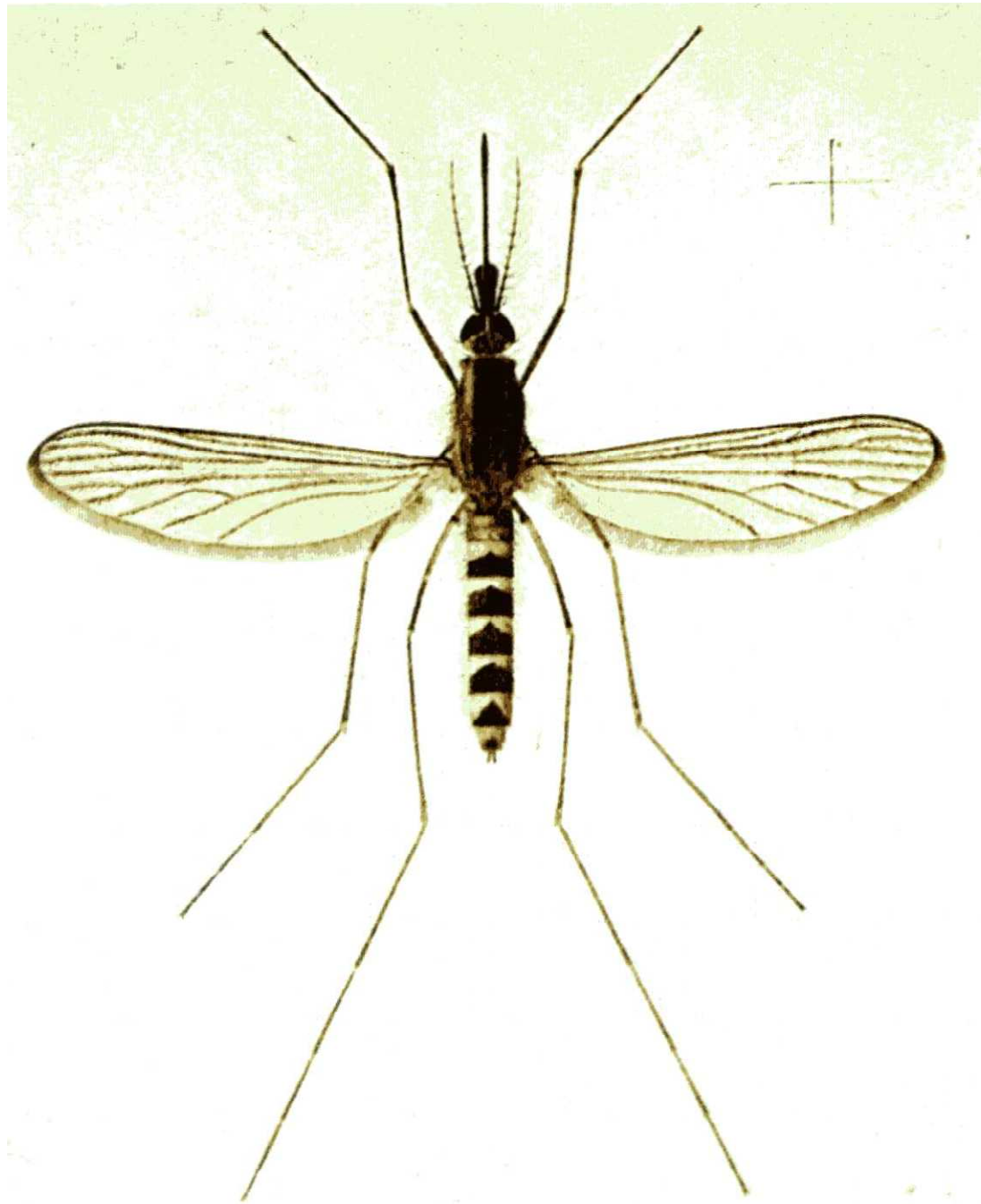
# Kleptoparazitismus a forézie

- **Kleptoparaziti** – ujídají svému hostiteli od úst – snižují tak množství přijaté potravy
- Jiné využití hostitele – **forézie** – hostitel slouží jako přepravní prostředek
- **Braula coeca** – kleptomanická a foretická moucha
- okrádá různé hmyzí a pavoučí predátory
- Drobní kleptoparaziti – často malí roztoči – tiplíci – vykrádají pavoučí sítě
- Okrádání jsou často např. listorozí brouci – hovníválové – parazitují jim na kuličkách larvy much (Sphaeroceridae) – kulička jim slouží jako místo vývoje potomstva

# Sociální parazitismus a otrokářství

- Nejčastěji **Hymenoptera**
- **Parazitické druhy** jsou závislé na členech kolonie sociálního hmyzu – Formicidae, Myrmicidae a včely.
- **Sociální parazitismus** vznikl několikrát na sobě nezávisle – různé strategie a sociální organizace jak u parazitoidů tak u hostitelů.
- Dva typy – (1) **složená hnízda** a (2) **smíšené kolonie**
- **(1) složená hnízda** - nepříbuzné druhy – P kradе potravu a žere potomstvo H v mraveništi a nebo 2 druhy žijí společně - jeden ovládá druhý a je jím krměn regurgitovanou potravou
- **(2) smíšené kolonie:**
  - dočasný sociální parazitismus (DSP)
  - Otrokářství (dulosis)
  - Stálý parazitismus (inkvilinismus) bez otrokářství
- **DSP** – oplozená královna pronikne do kolonie H – maskuje se - zabije původní královnu – produkuje potomky a nahradí původní druh
- **Otrokářství** – využití pro práci – mravenci – nájezdy do hnízd - kradou larvy a kukly. Otrokáři často nejsou schopni získávat potravu – adaptace – čelisti zabíjející brání se dělnice.
- **Inkvilinismus** - nejčastější strategie u mravenců – P královnu nezabíjí, ale využívá celou strukturu a organizaci kolonie pro svůj prospěch. P produkuje pouze sexuální kastu a případně vojáky.
- Smíšení kolonií – fylogenetická příbuznost partnerů – hypotézy vzniku
- Hnízdní parazitismus i u včel – cca 15% druhů – včela naklade vajíčka do hnízda jiného druhu – larva zlikviduje vejce či larvu H. Parazitická včela je často podobná svému H.

# Rozmanitost členovců



PICTORIAL KEY TO MAJOR CLASSES AND ORDERS OF ADULT ARTHROPODS OF PUBLIC HEALTH IMPORTANCE  
 Harry D. Pratt and Chester J. Stojanovich

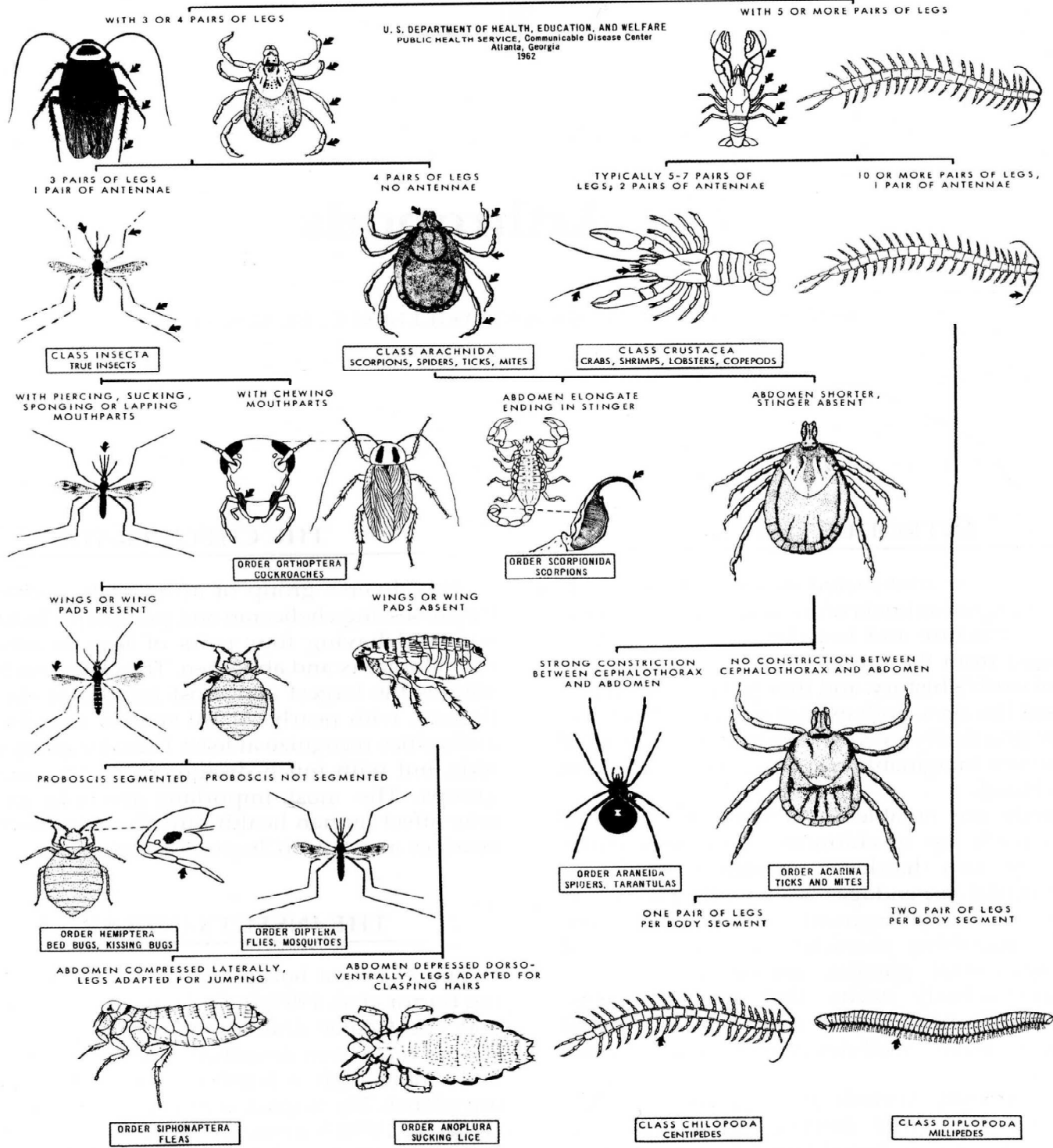
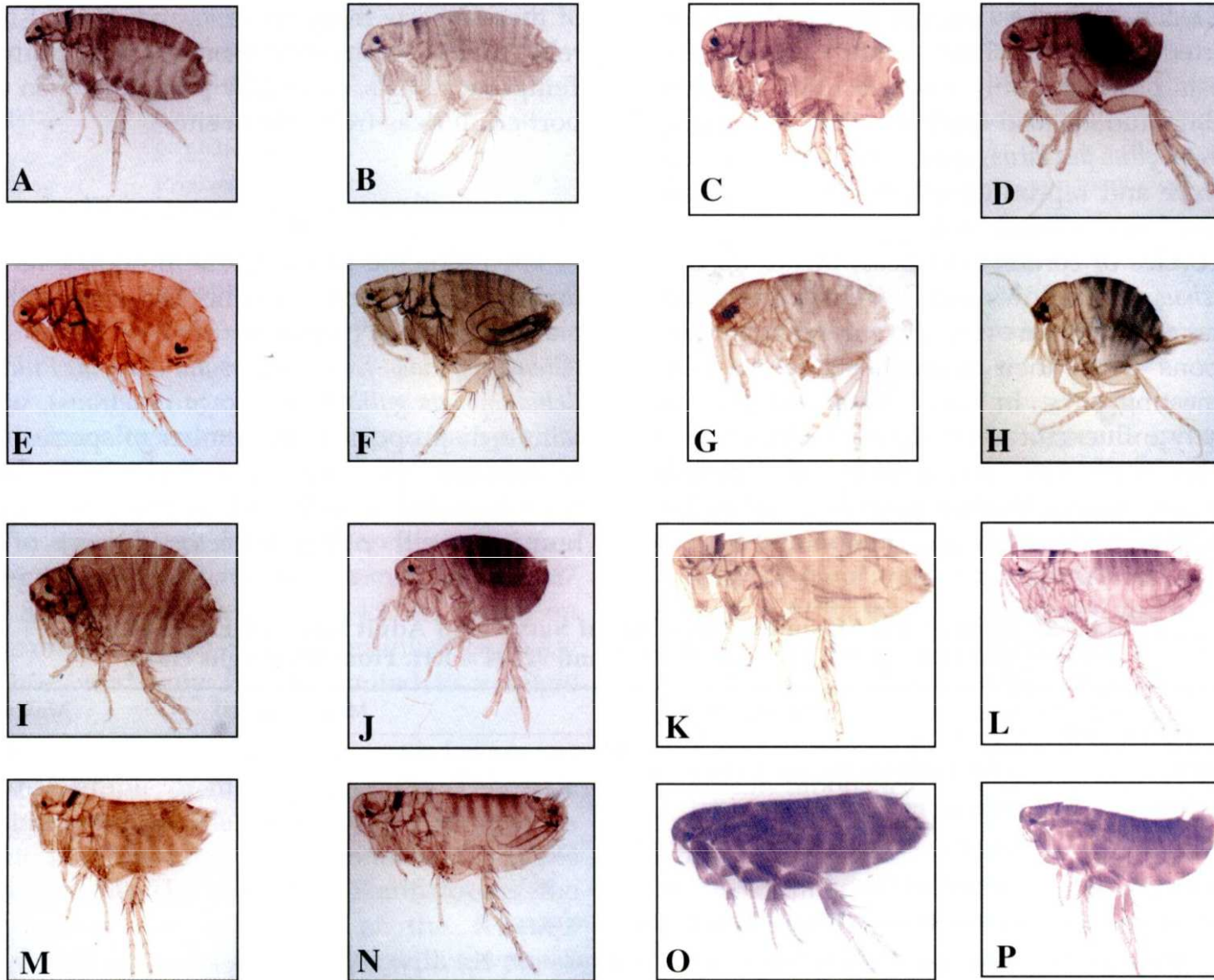


FIGURE 1.1 Representatives of the major groups of arthropods.

# Rozmanitost členovců - blechy



**FIGURE 7.6** Common fleas: *Ctenocephalides felis* female (A) and male (B); *Pulex irritans* female (C) and male (D); *Xenopsylla cheopis* female (E) and male (F); *Tunga penetrans* male (G) and female (H); *Echidnophaga gallinacea* female (I) and male (J); *Oropsylla montana* female (K) and male (L); *Nosopsyllus fasciatus* female (M) and male (N); *Ceratophyllus gallinae* female (O) and male (P).

# Rozmanitost medicínsky významných roztočů

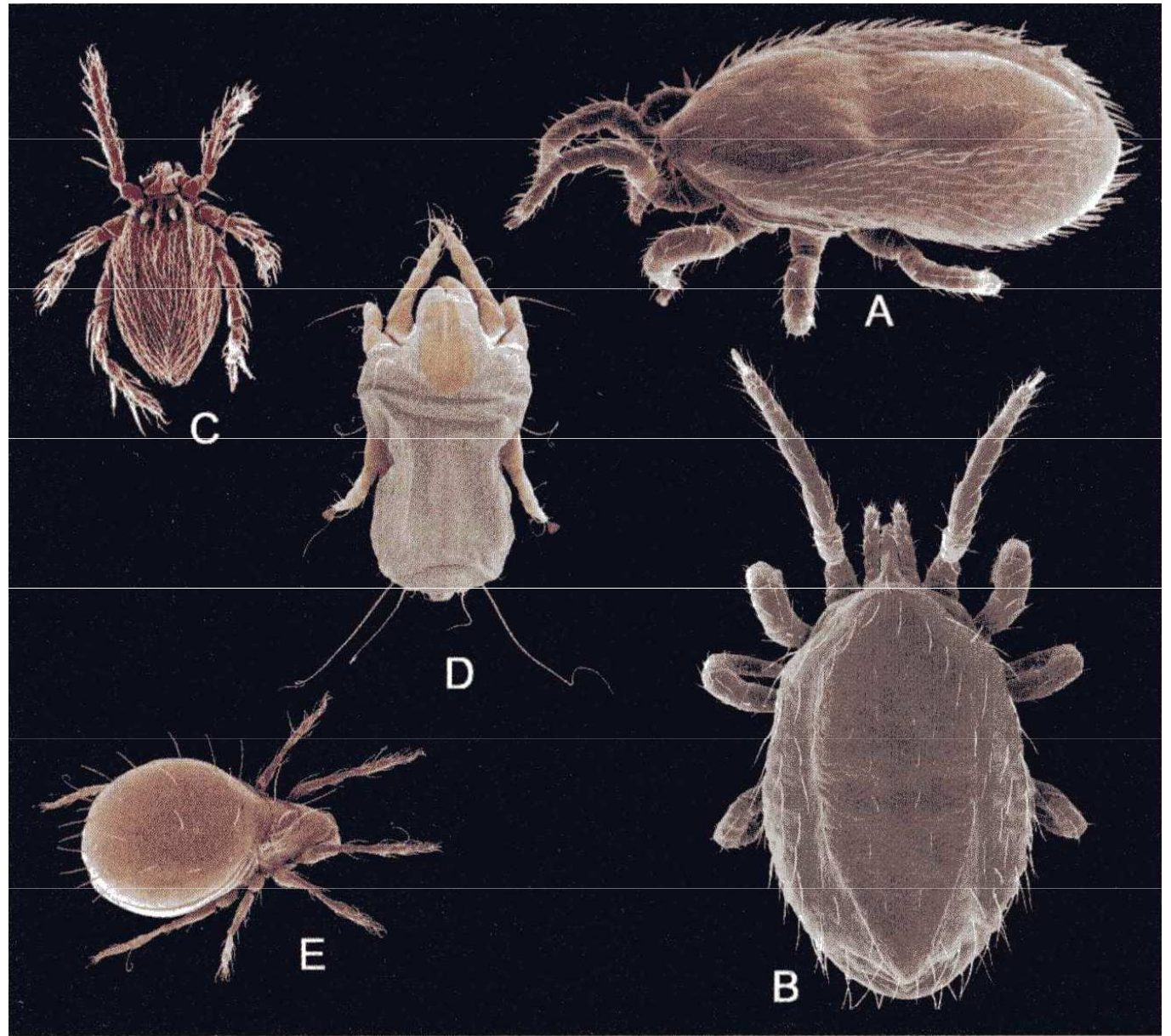
A – *Ornithonyssus bacoti*

B – *Ornithonyssus bursa*

C – *Gantheria* sp

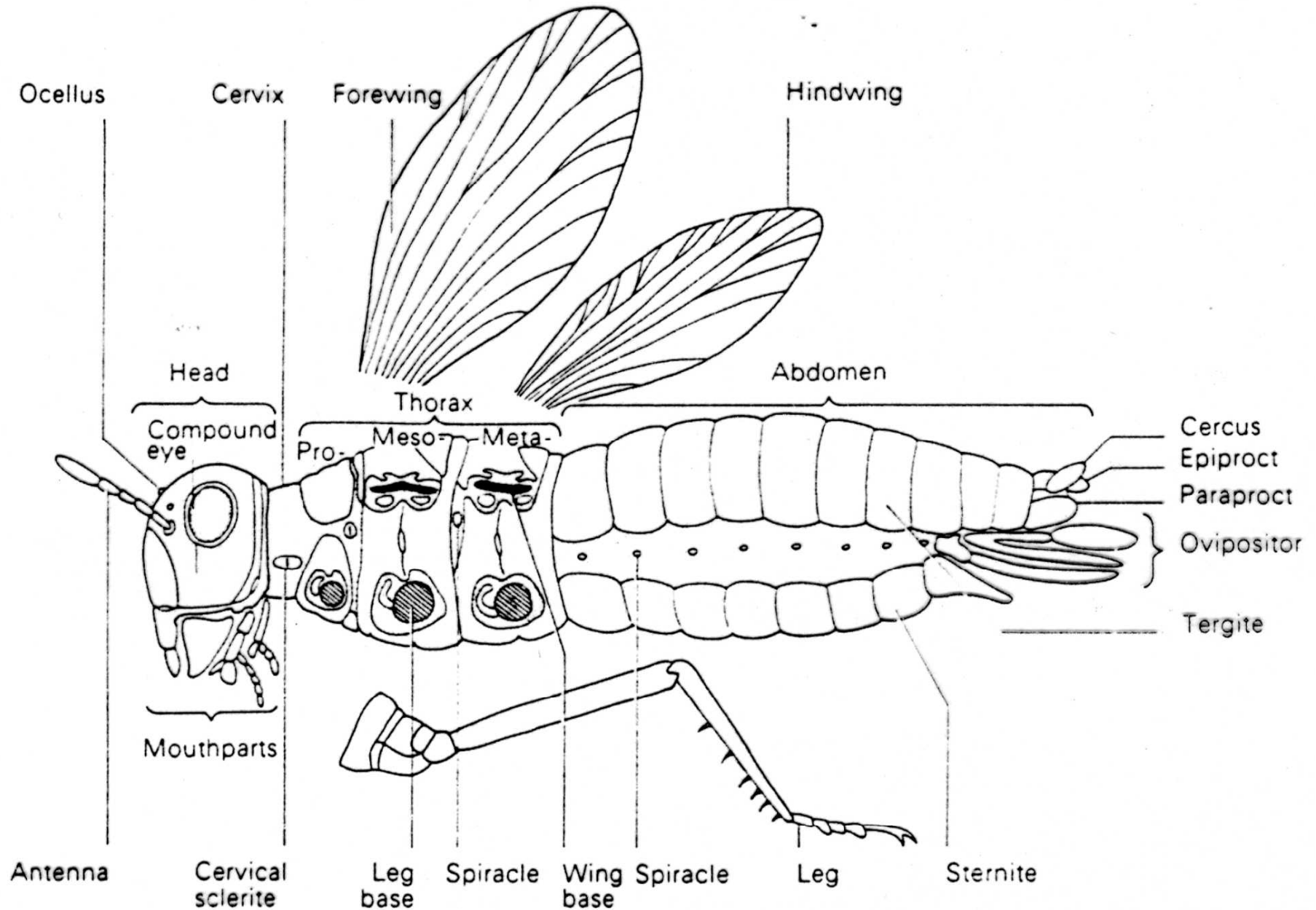
D – *Dermatophagoides  
farinea*

E - *Zygoribatula*





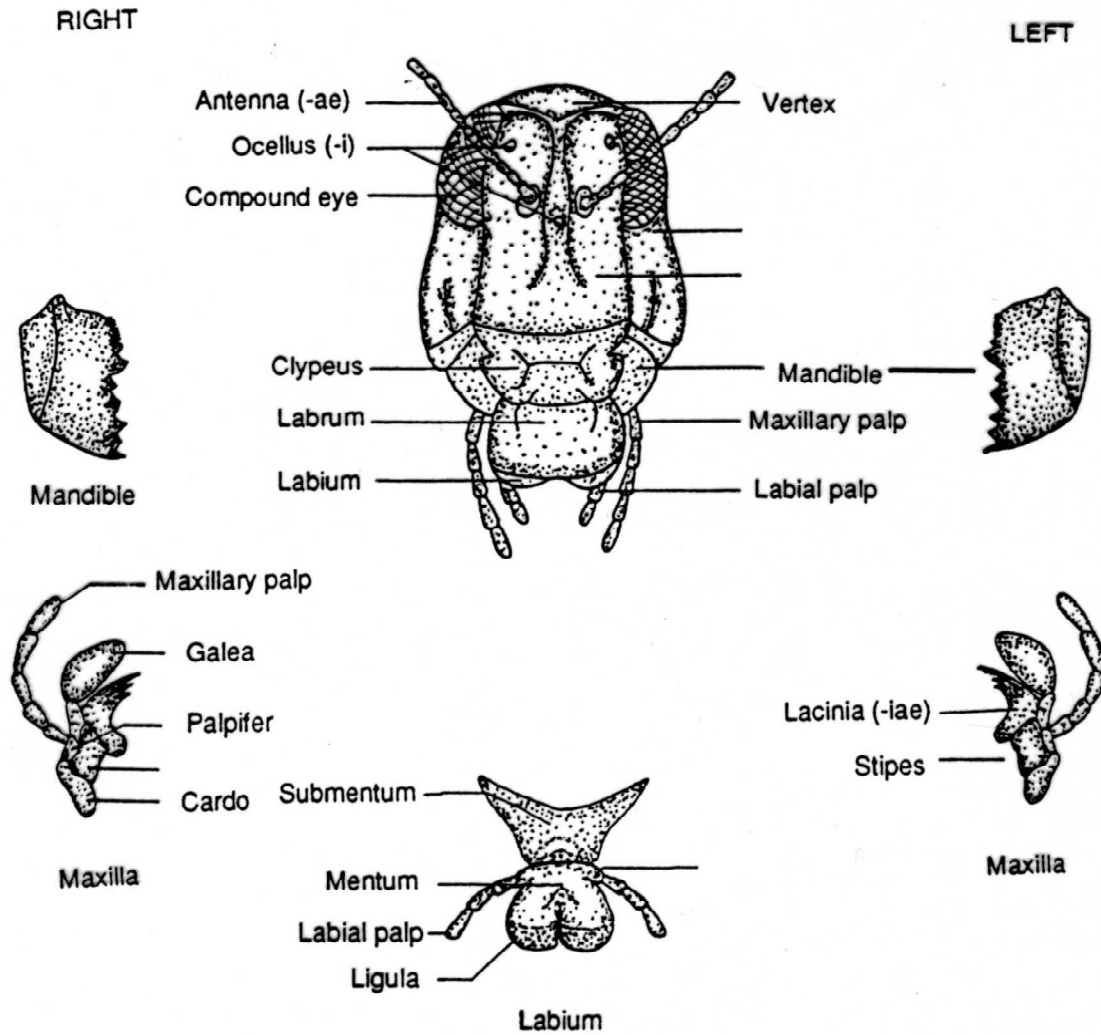
# Externí anatomie hmyzu



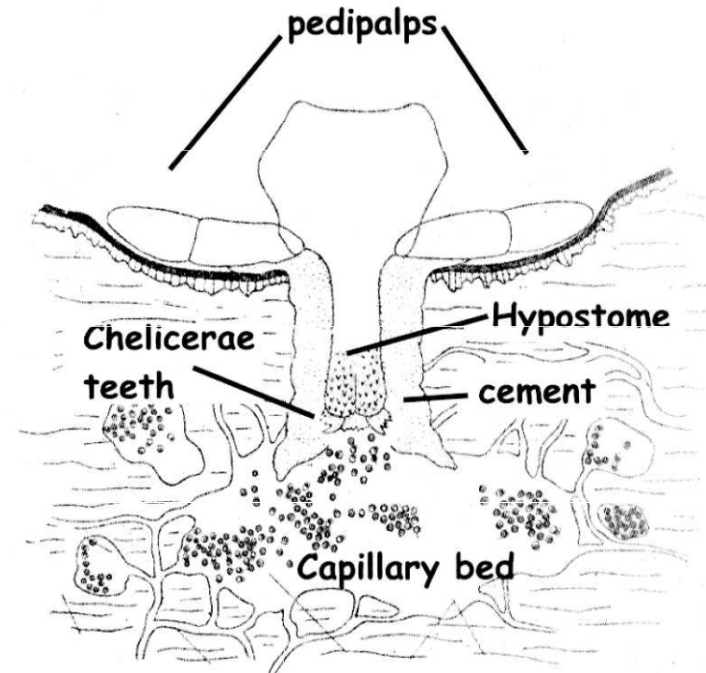
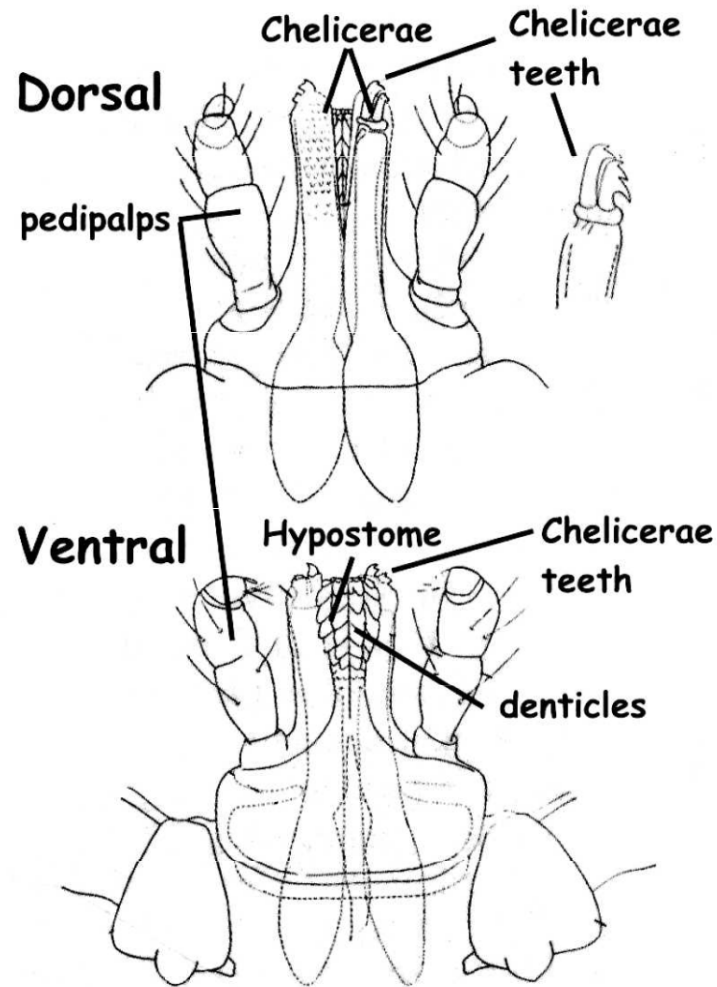
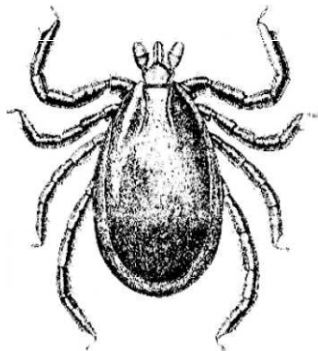
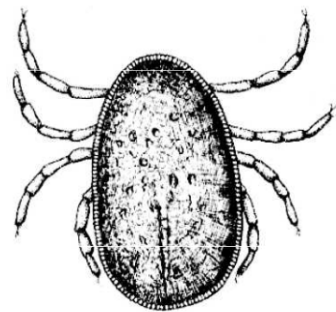
# Morfologie a anatomie členovců

- Kutikula – exoskelet (polysacharid chitin)
- Crustacea + uhličitan vápenatý
- Segmentace těla
- Článkované končetiny
- Hlava, hrud', zadeček
- Tagmatizace – splývání článků - cephalothorax
- Exoskelet – tergum, sternum a dvě boční části
- 5-6 dílné končetiny (coxa, trochanter, femur, patella, tibia, tarsus) na konci drápek

# Ústní ústrojí – adaptace k parazitismu



# Morfologie ústního ústrojí roztočů



- Anticoagulants Apyrase,  $PGE_2$ , kininase, 6-keto-PGF $_{\alpha}$ , americanin
- Vasodilators - prostaglandins  
 $PGE_2$  and PGF $_{2\alpha}$  and PGI $_2$ ,  
dipeptidyl carboxypeptidases
- Immunomodulator-  $PGE_2$ , PGF $_{2\alpha}$  and PGI $_2$ ,  
IL-2 binding factor,  
Anti-complement protein
- Anesthetic ?

## DIPTERA

hlava komára  
samice (A)  
samec (B)

AT – tykadlo

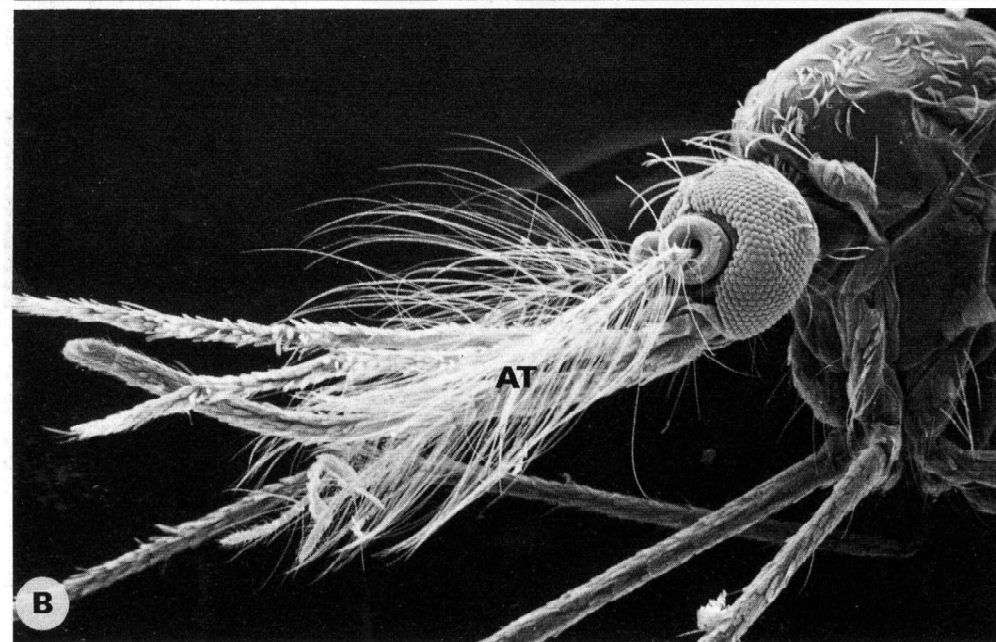
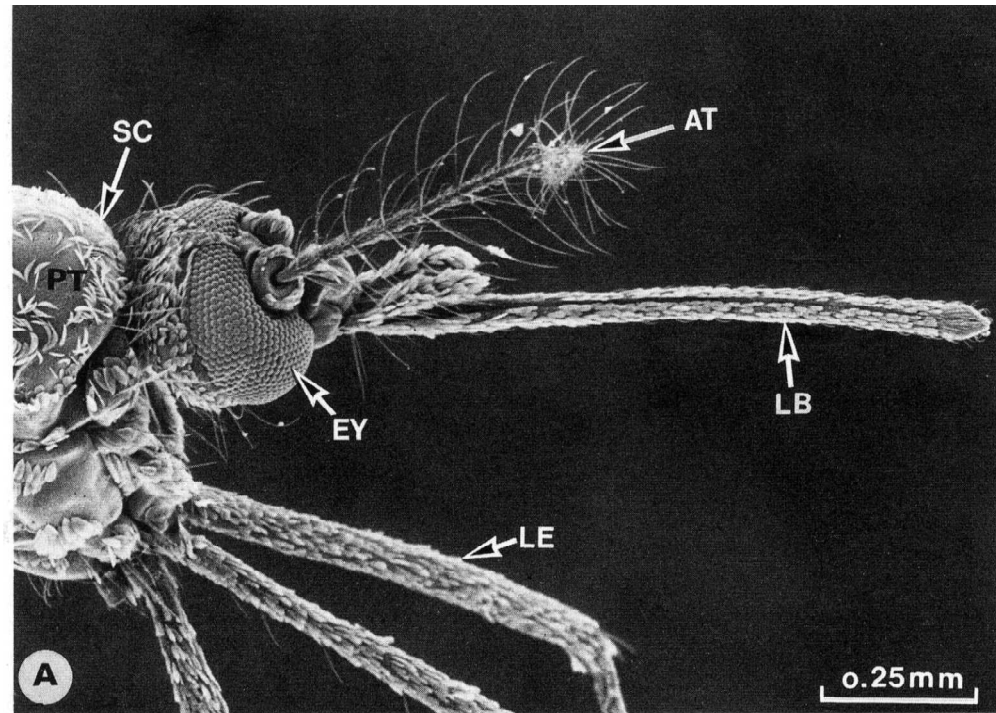
EY- složené oko

LB – labium nesoucí bodací ústrojí

LE – noha

PT – protothorax

SC - šupinky

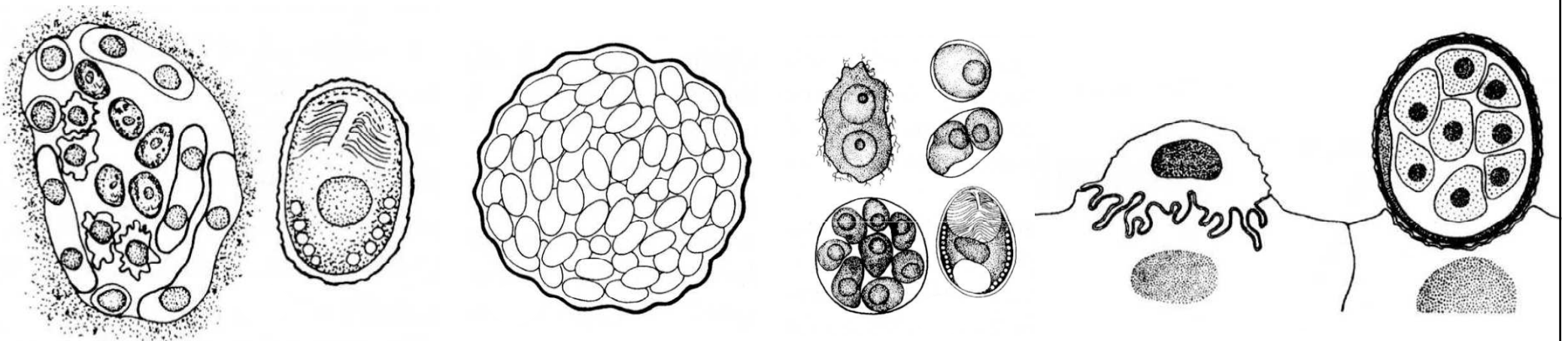


# Opisthokonta (Fungi)

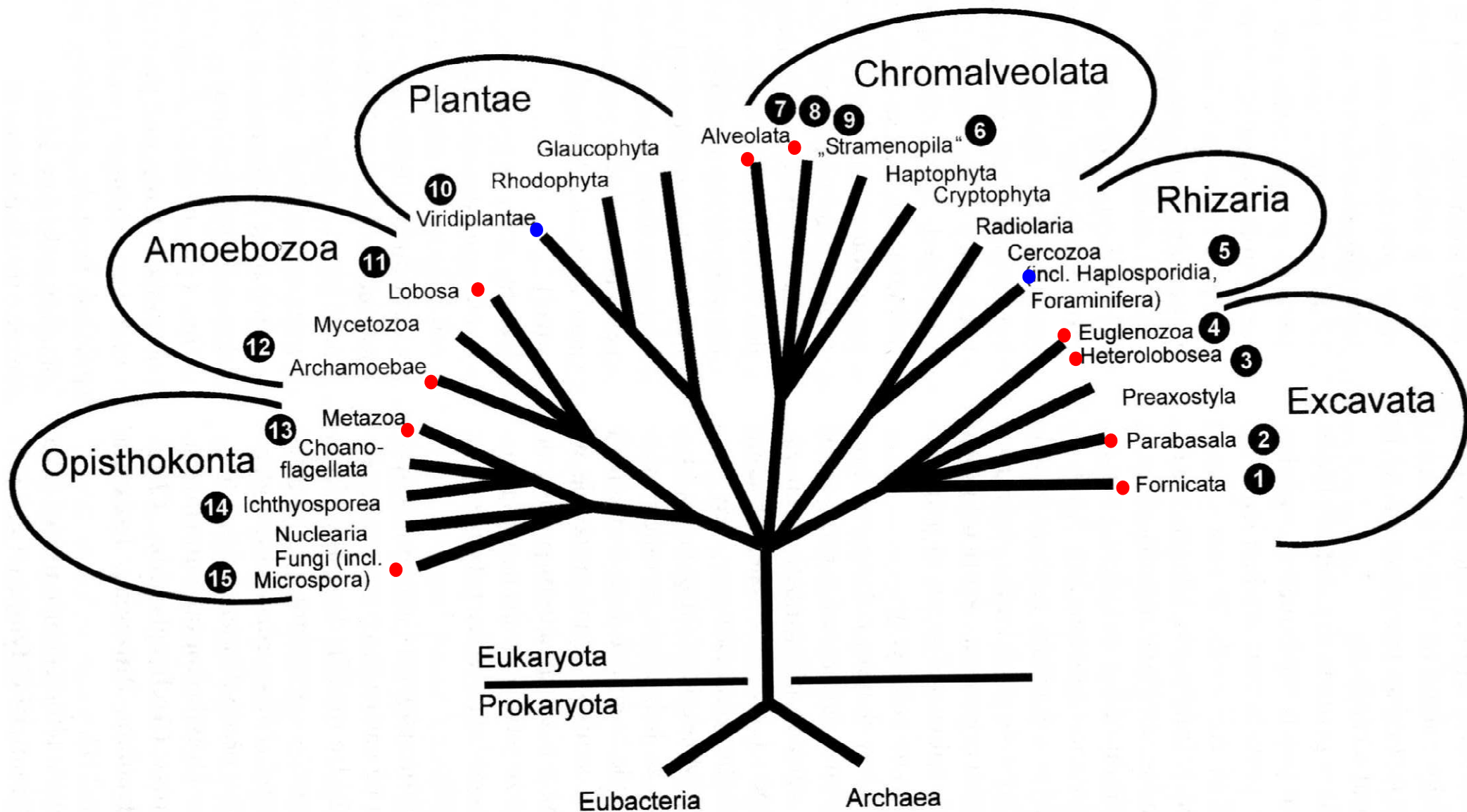
- Kmen: **Microspora** (mikrosporidie)

Eukaryotické heterotrofní organismy, nemají plastidy ale mají buněčnou stěnu obsahující chitin a  $\beta$ -glykany.

Třída: Microsporea: *Encephalitozoon cuniculi*, *E. hellem*, *E. intestinalis*, *Enterocytozoon bieneusi*, *Nosema ocularum*, *N. corneum*, *Brachiola connori*, *B. vesicularum*, *B. algerae*, *Microsporidium ceylonensis*, *M. africanum*, *Vittaforma corneae*, *Trachipleistophora hominis*, *T. anthropophthera*, *Pleistophora ronneafiei*. *Pneumocystis carinii*



# Současné rozdělení eucaryot



● Zástupci parazitující u člověka

● Zástupci neparazitující u člověka

# Excavata

- Kmen: **Fornicata (Metamonada)**

Jednobuněční střevní bičíkovci se dvěma, čtyřmi nebo osmi bičíky – řády:

Diplomonadida - ***Giardia duodenalis***

Enteromonadida - ***Enteromonas hominis***

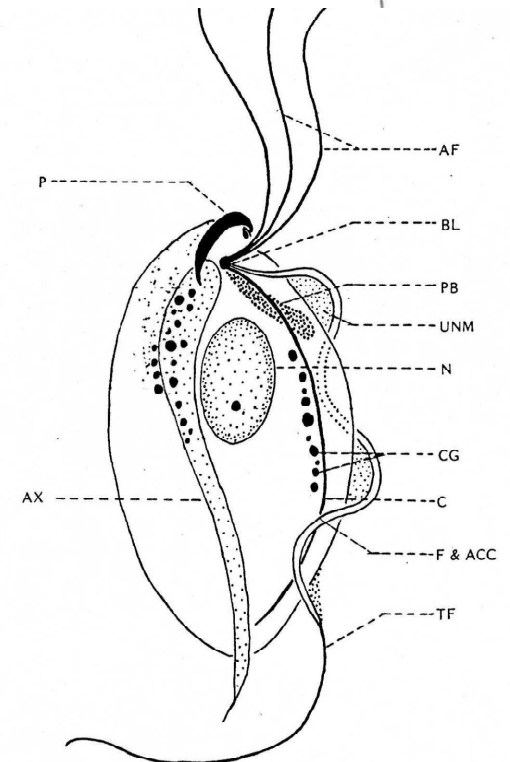
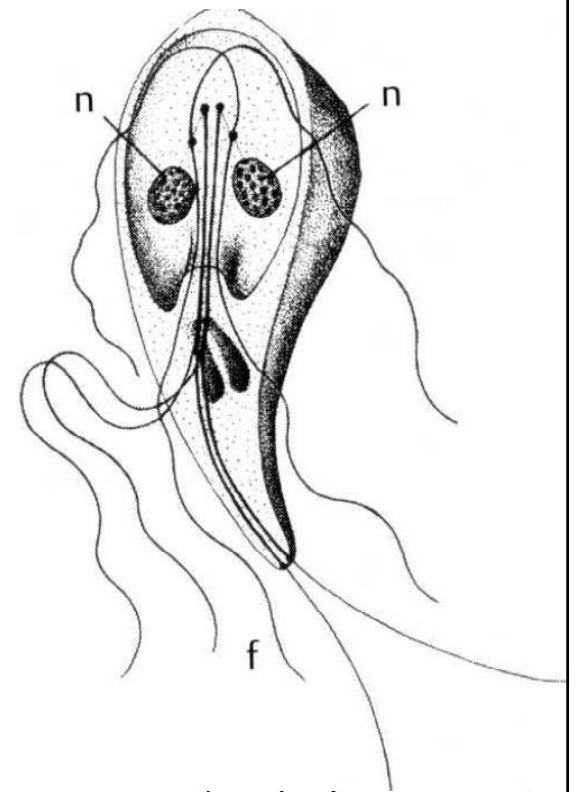
Retortamonadida - ***Chilomastix mesnili***  
- ***Retortamonas intestinalis***

- Kmen: **Parabasala**

Jednobuněční bičíkovci s jedním nebo více jádry a

Početnými bičíky: charakteristický komplex parabasálního tělíska ekvivalentní Golgiho tělísku, nemají mitochondrie

Trichomonadida - ***Dientamoeba fragilis***  
- ***Trichomonas vaginalis***  
- ***Trichomonas tenax***  
- ***Pentatrichomonas hominis***

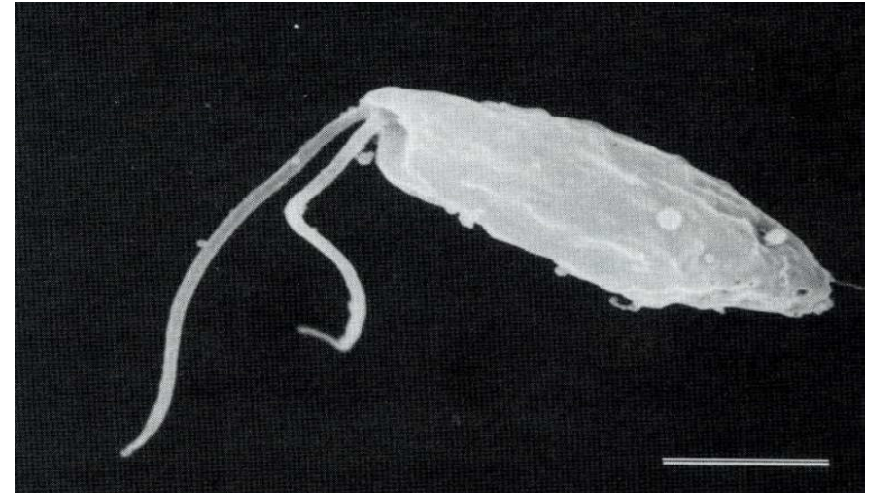




# Excavata

- Kmen: **Heterolobosea (Percolozoa)**

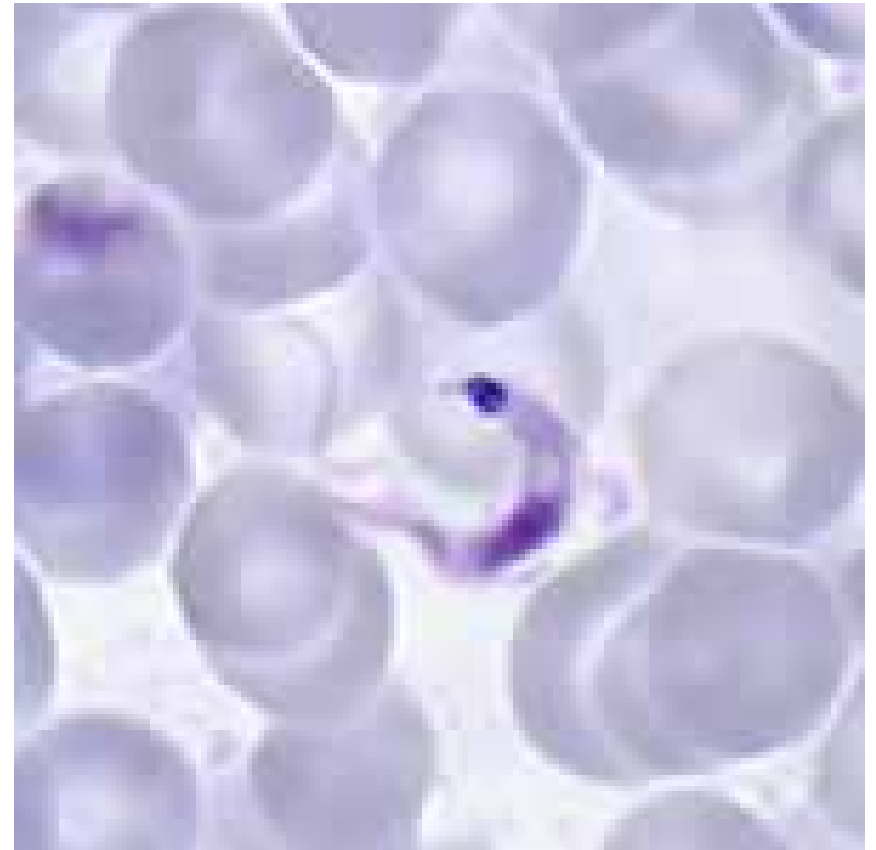
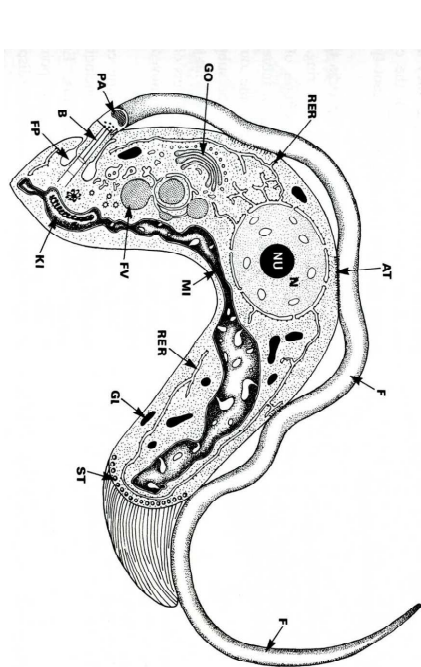
Jednobuněční, bez pigmentů, typické jsou jeden až čtyři bičíky, mají mitochondrie a peroxisomy ale chybí Golgiho tělíska – řád: Schizopyrenida – *Naegleria fowleri*



- Kmen: **Euglenozoa**

Jednobuněční bičíkovci s 1 až 4 bičíky; mají Golgiho tělíska a mitochondrie – řád: Trypanosomatida – *Leishmania donovani*,

*L. infantum*, *L. major*,  
*L. tropica*, *L. brasiliensis*,  
*L. mexicana*, *L. aethiopica*,  
*L. peruviana*,  
*Trypanosoma cruzi*,  
*T. brucei gambiense*,  
*T. brucei rhodesiense*,  
*T. rangeli*.

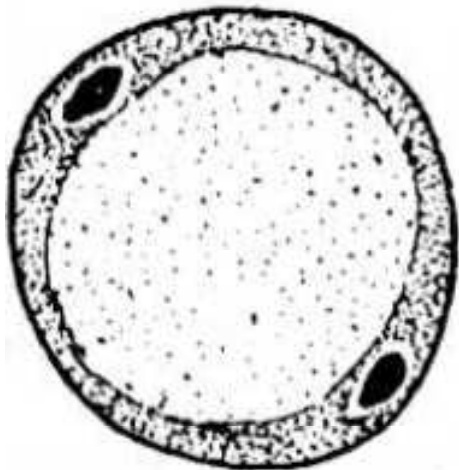


# Chromalveolata

- Kmen: **Stranemophila**

Jednobuněční mající plastidy a využívající fotosyntézu, filamentózní struktura nebo v koloniích (řasy), u některých zástupců sekundární ztráta plastidů.

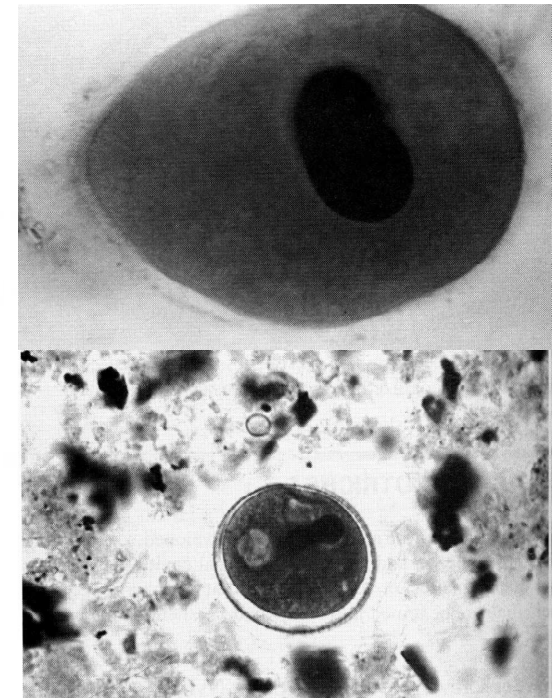
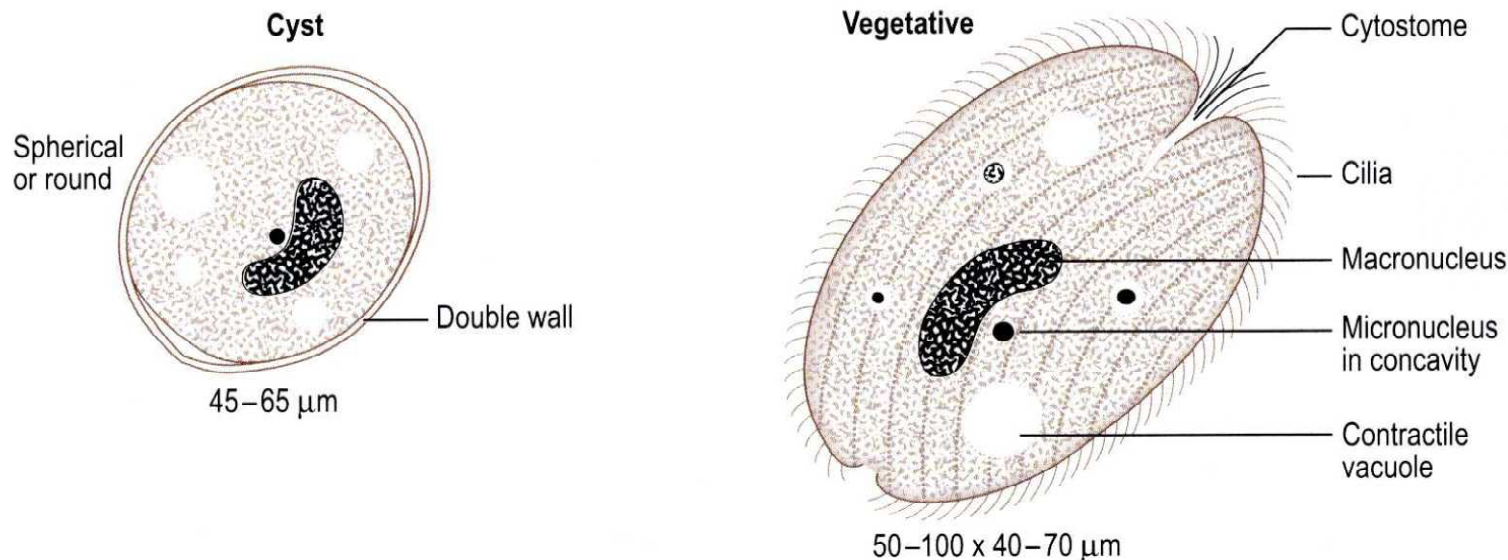
Třída: Blastocystea – *Blastocystis hominis*



# Chromalveolata

- **Kmen: Ciliophora**

Jednobuněční mající velký počet cilií používaných k lokomoci a komplexní orální ciliaturu využívanou k příjmu potravy. Dva typy buněčných jader – jedno nebo více polyploidních macronuclei s jedno nebo více diploidních micronuclei. Většinou volně žijící – řád: Vestibuliferida – *Balantidium coli*



# Chromalveolata

- Kmen: **Sporozoa (Apicomplexa)**

Jednobuněční vyznačující se apikálním komplexem: polární kruh, rhoptrie, mikronemy a conoid, v životním cyklu se vyskytují sexuální procesy, všichni parazitují řády:

Eimeriida:

***Cryptosporidium parvum*, *Toxoplasma gondii*, *Cyclospora cayetanensis*, *Isospora belli*,**

***Sarcocystis hominis*, *S. suihominis*.**

Piroplasmida:

***Babesia microti*,**

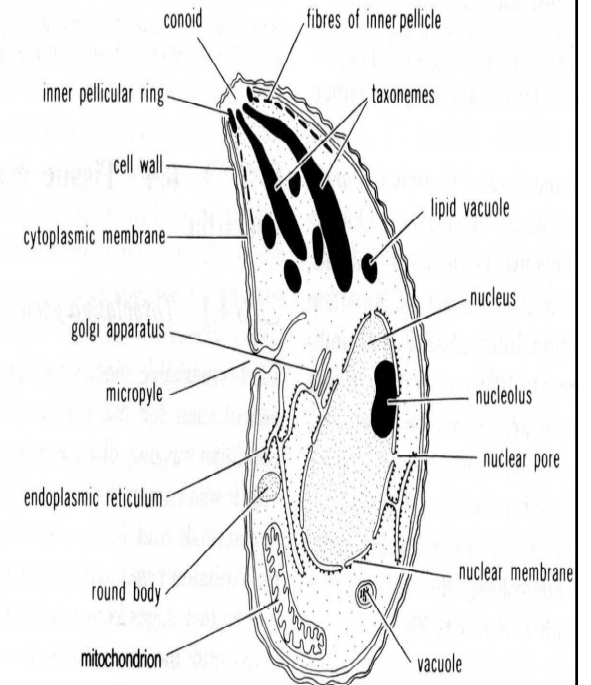
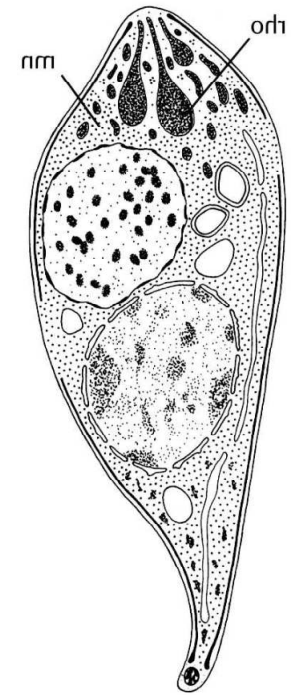
***B. divergens*, *B. gibsoni***

Haemosporida:

***Plasmodium falciparum*,**

***P. malariae*, *P. ovale*,**

***P. vivax***



# Amoebozoa

Jednobuněční, bezbičíkatí, mají pseudopodie a používají je k příjmu potravy a lokomoci.

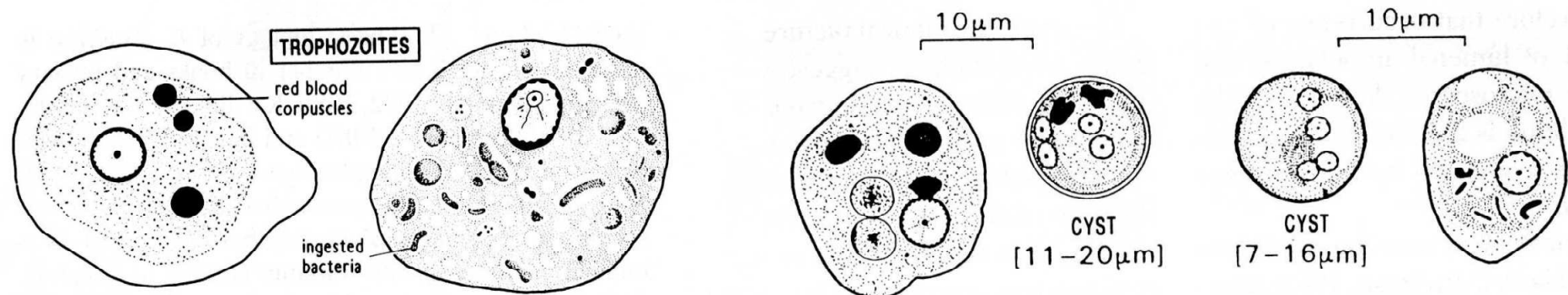
- Kmen: **Lobosa**

Acanthopodida - *Acanthamoeba castellanii*,  
*Balamuthia mandrillaris*

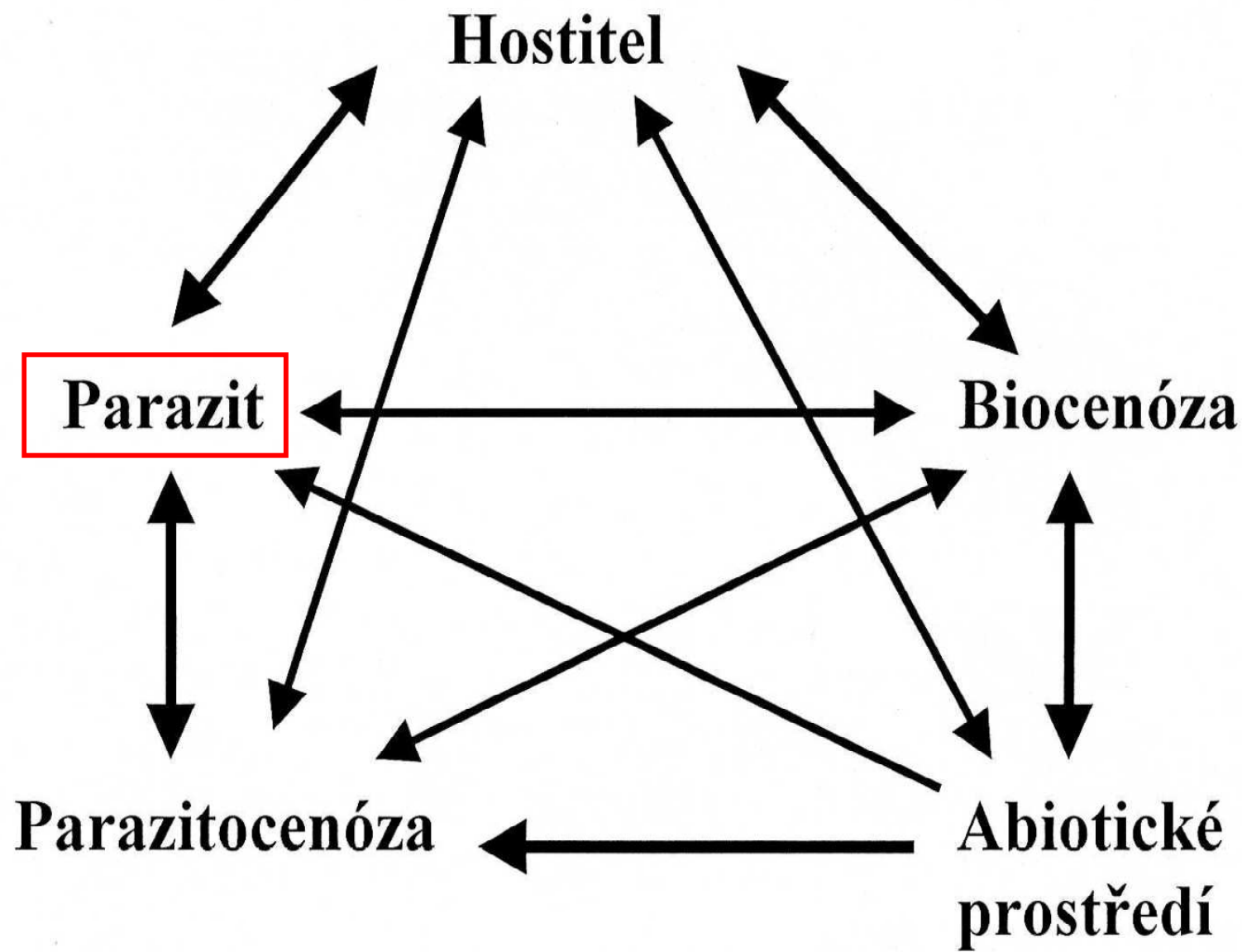
- Kmen: **Archamoebae**

Entamoebida – *Entamoeba histolytica*, *E. coli*,

*E. dispar*, *E. hartmanni*, *E. gingivalis*, *E. moshkovski*,  
*E. polecki*, *Endolimax nana*, *Iodamoeba buetschlii*



# Úvod do ekologie parazitů



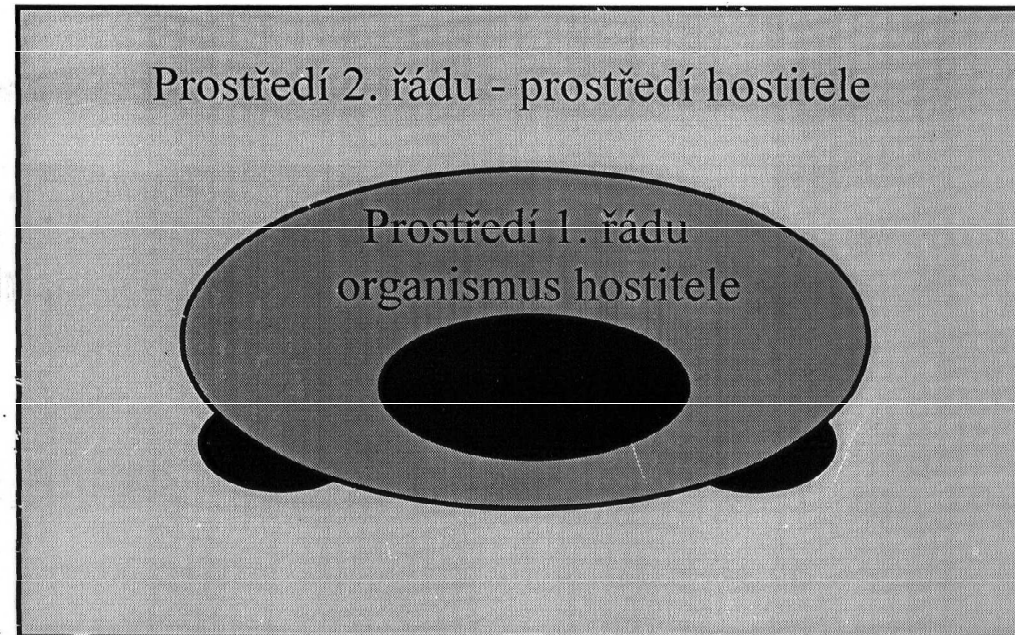
# Organismus hostitele jako prostředí

Jak chápat prostředí parazitů ?

**Organismus hostitele**

**Prostředí hostitele**

**druh hostitele  
velikost a věk  
pohlaví  
kondice  
imunita  
stress  
rezistence**

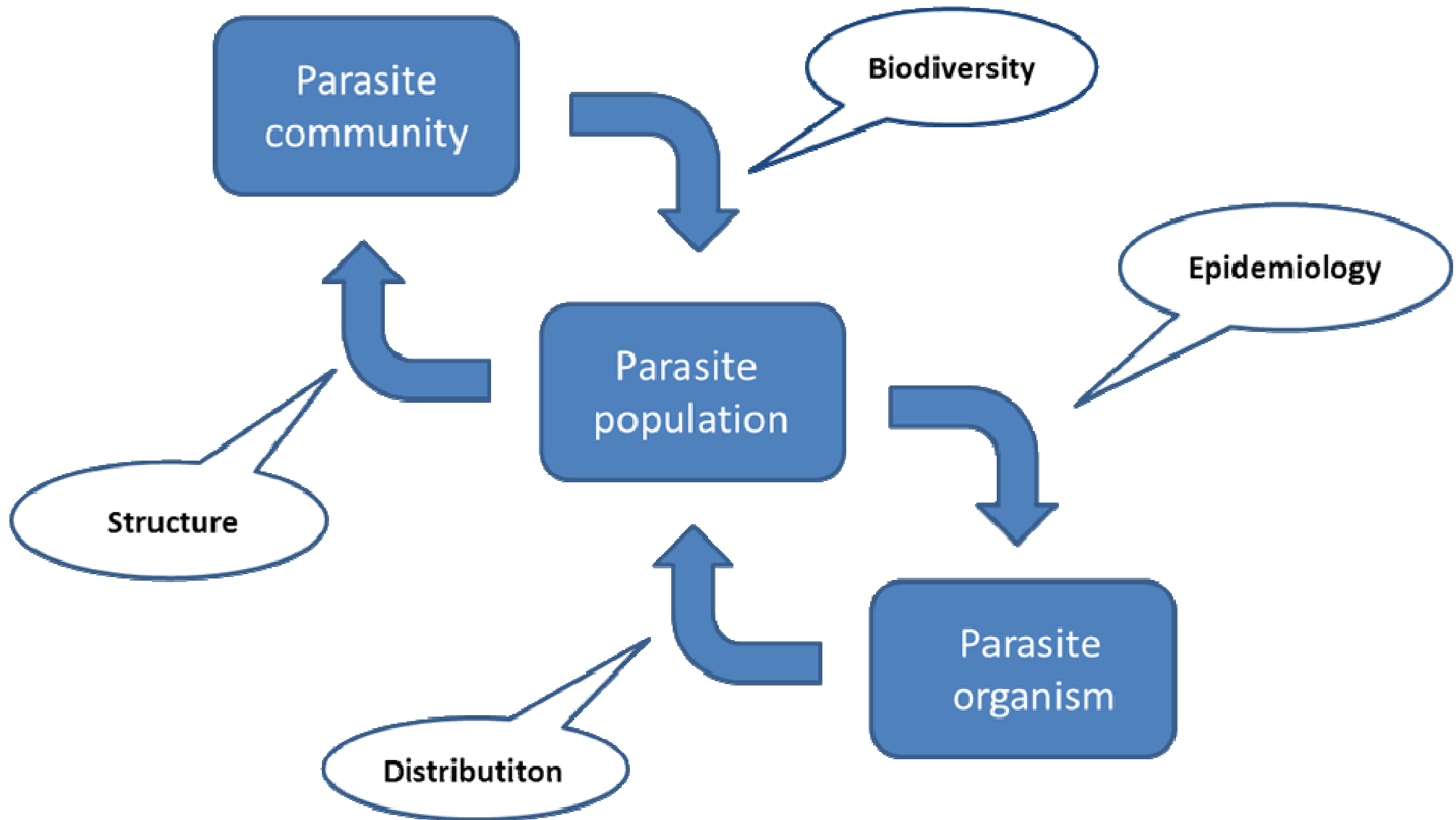


**teplota  
světlo  
pH  
salinita  
stanoviště  
proudění  
znečištění**

**Spolupůsobení faktorů 1. a 2. řádu na životní cyklus cizopasníka !**



# Hierarchická struktura parazito-hostitelských vztahů



# Tři základní úrovně studia:

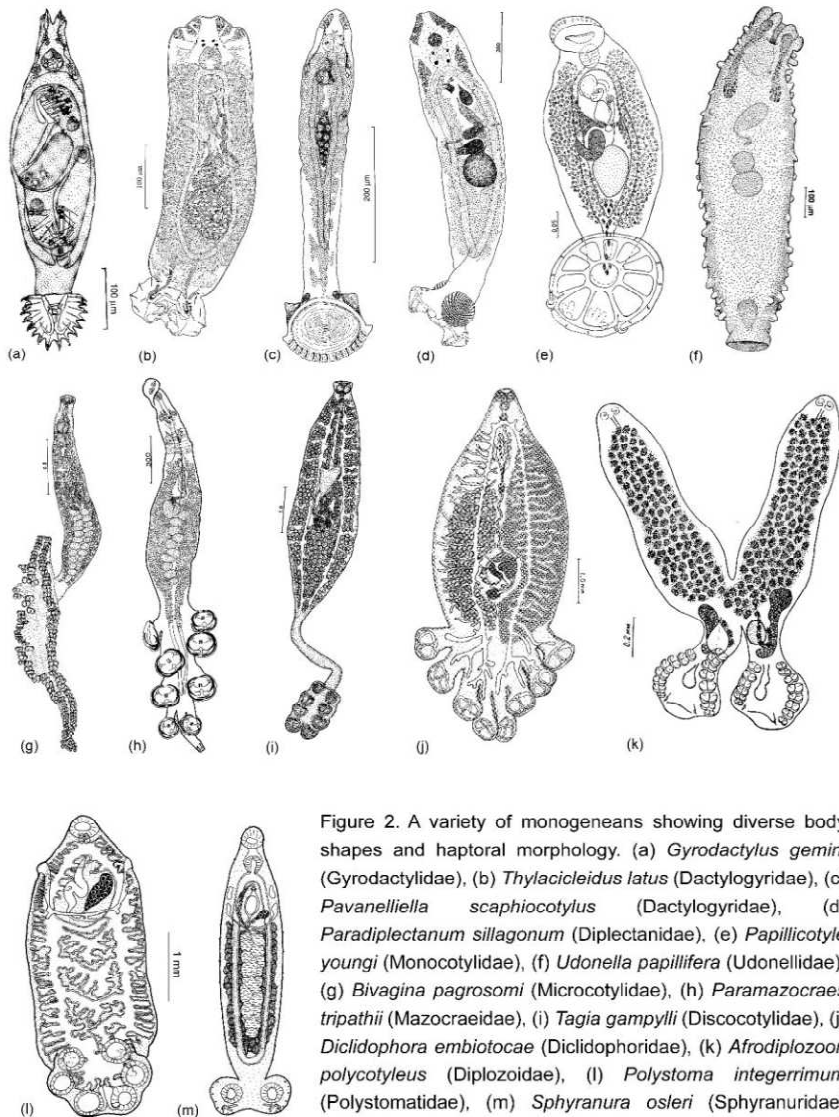
Organismus cizopasníka

Populace parazita

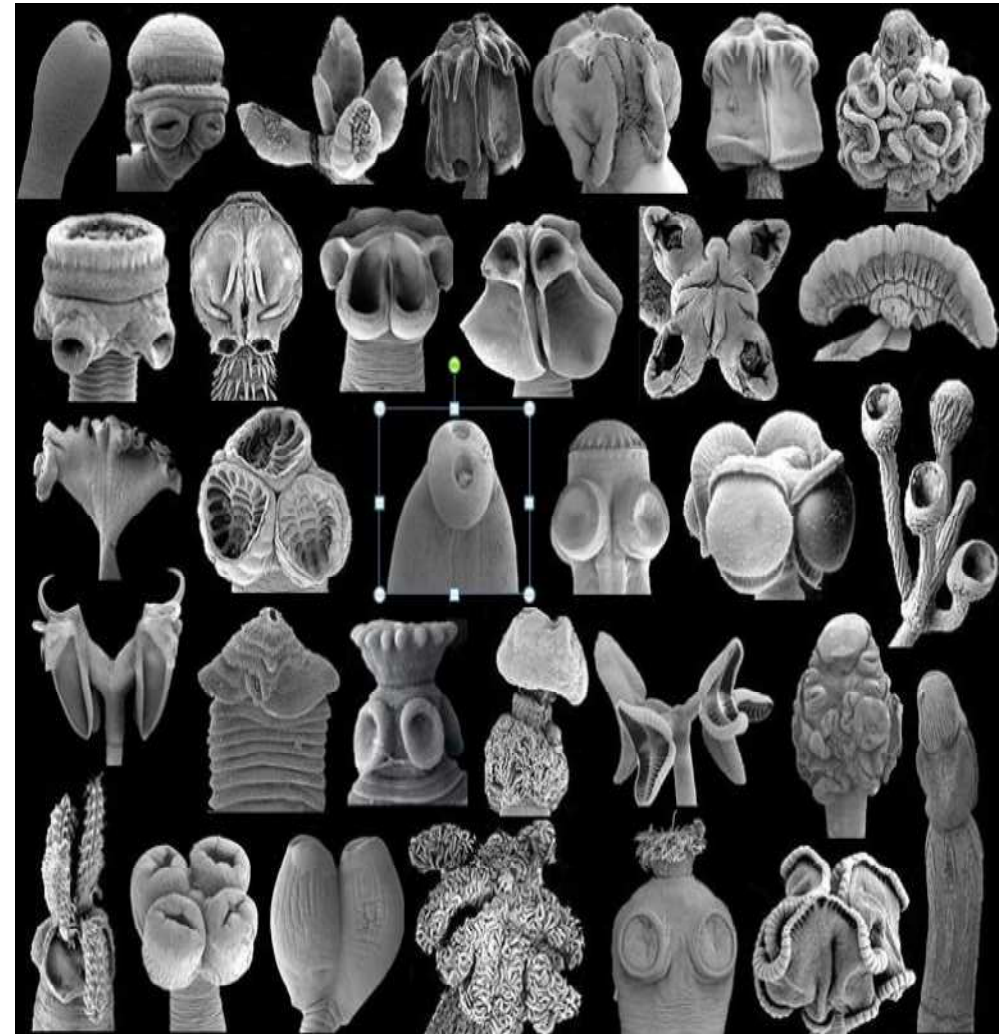
Společenstvo cizopasníků

# Studium na úrovni jedince

Variety of monogenean body shapes and haptor morphology

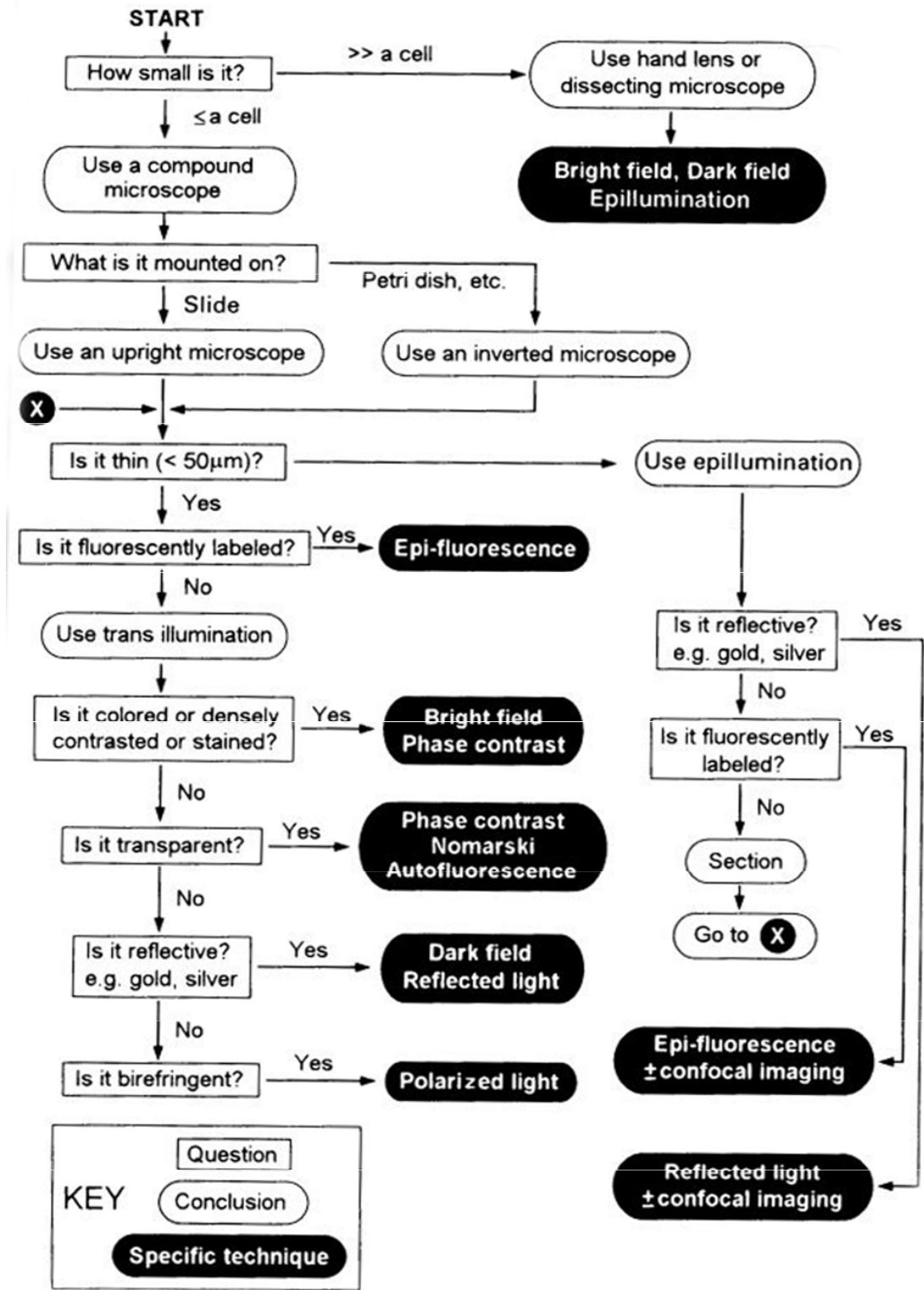


Variety of types of scolexes of cestodes



# Základní předpoklad studia:

- Správná determinace – diagnostika
- Použití různých mikroskopických technik



# Bright field

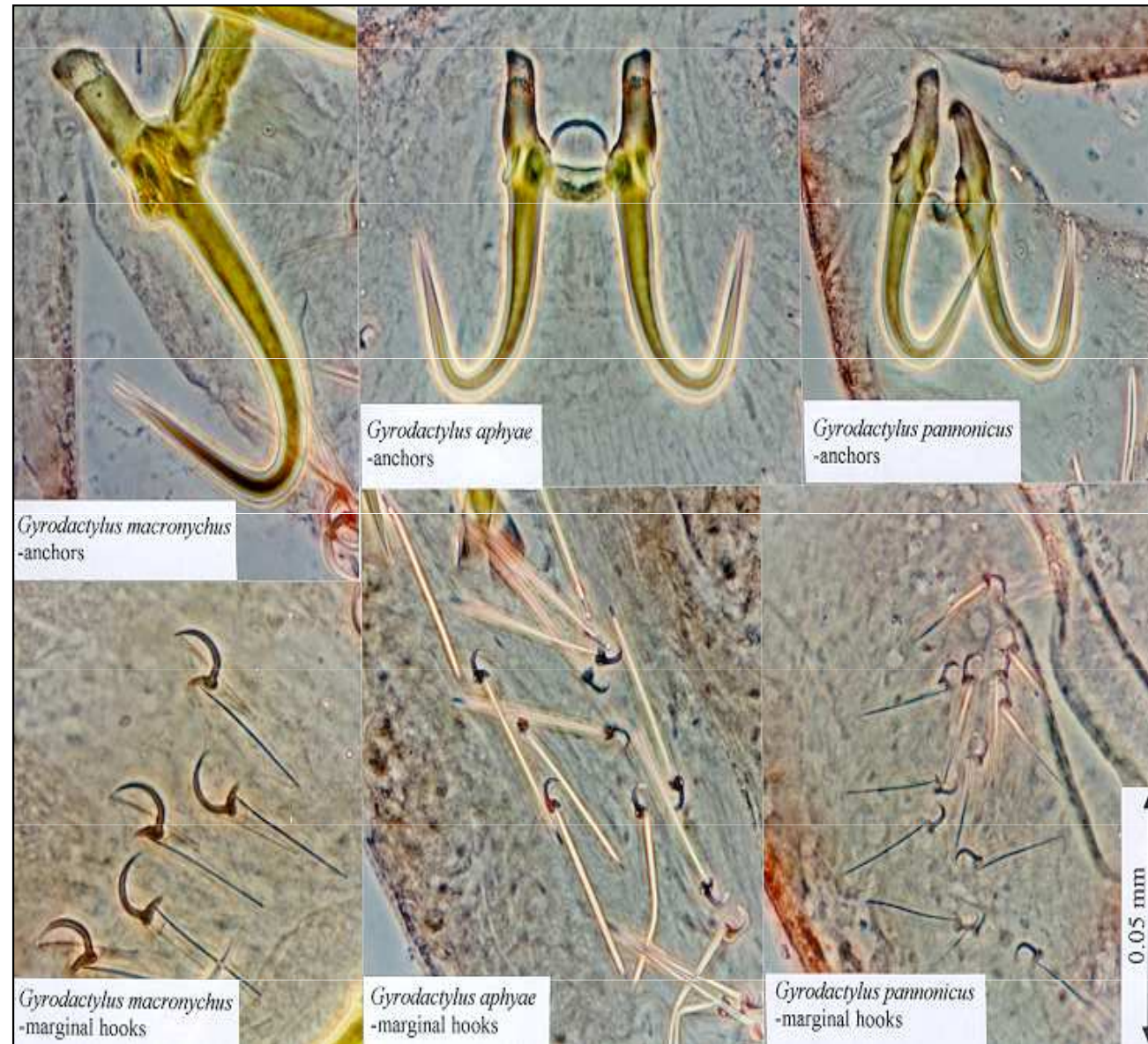
*Eudiplozoon nipponicum*



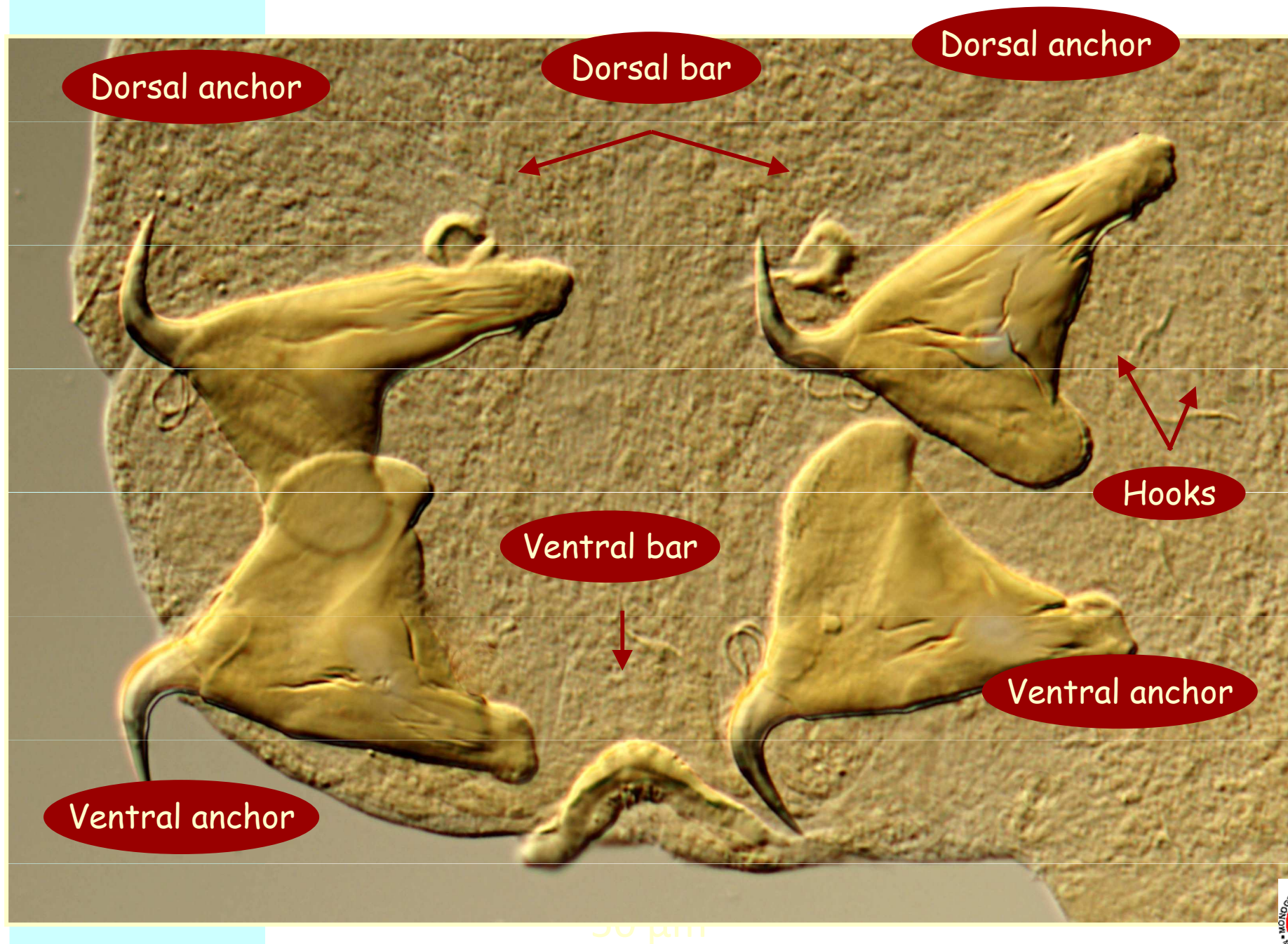
- Acetylcholine visualised with 5-bromo-chloro-indolyl acetate

(Zurawski T.H. et al., 2001)

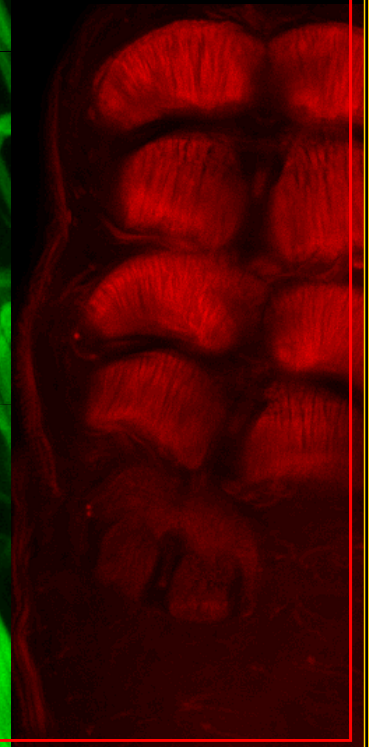
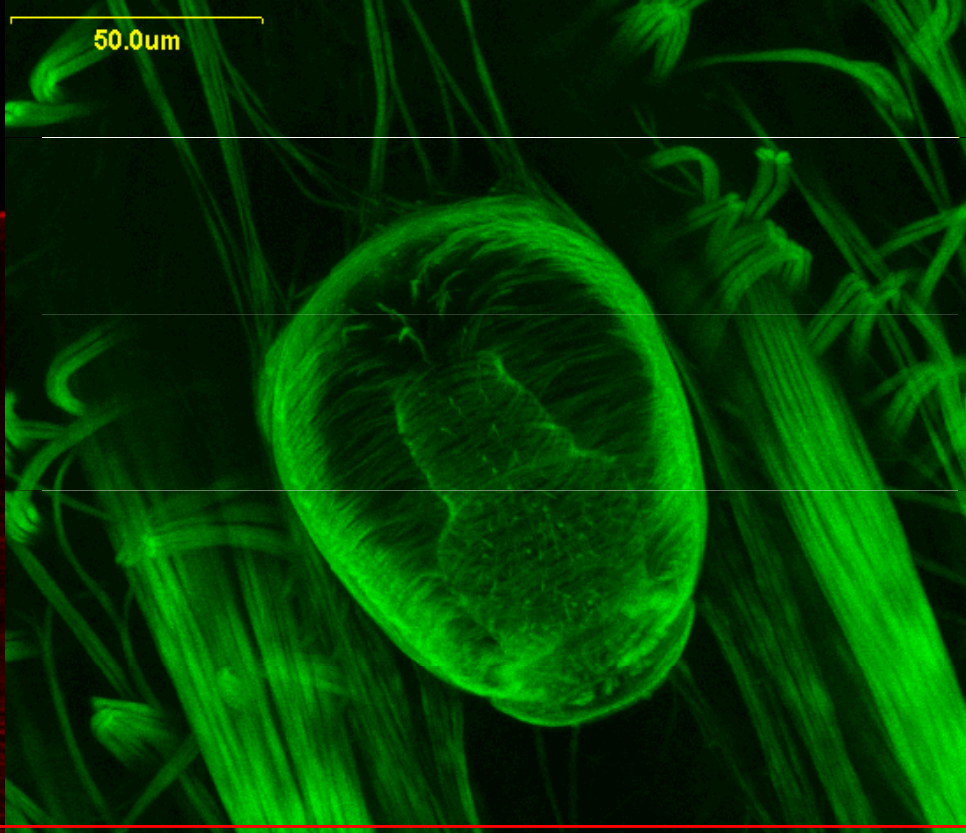
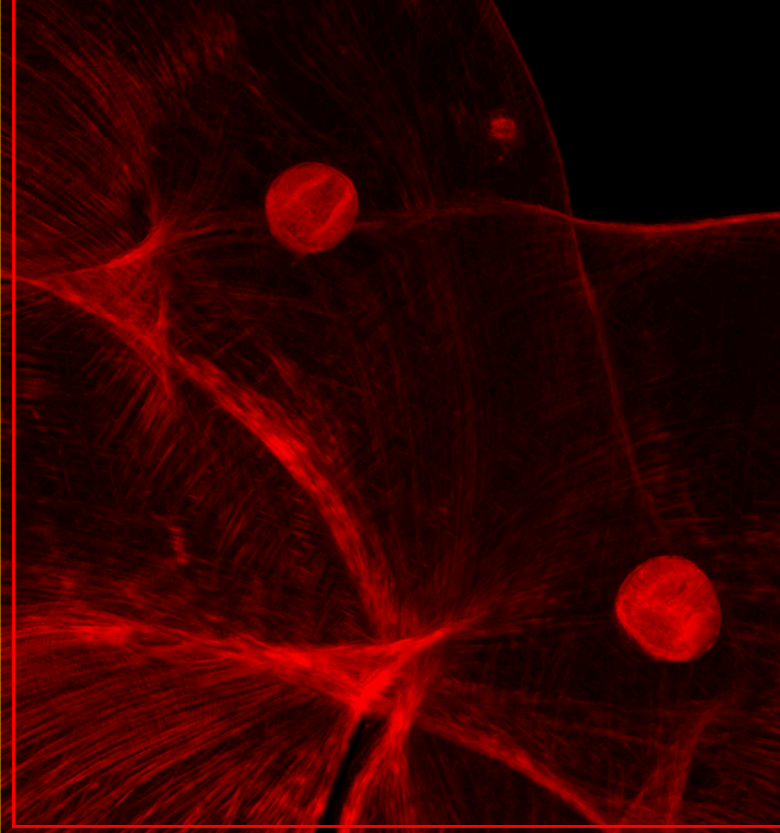
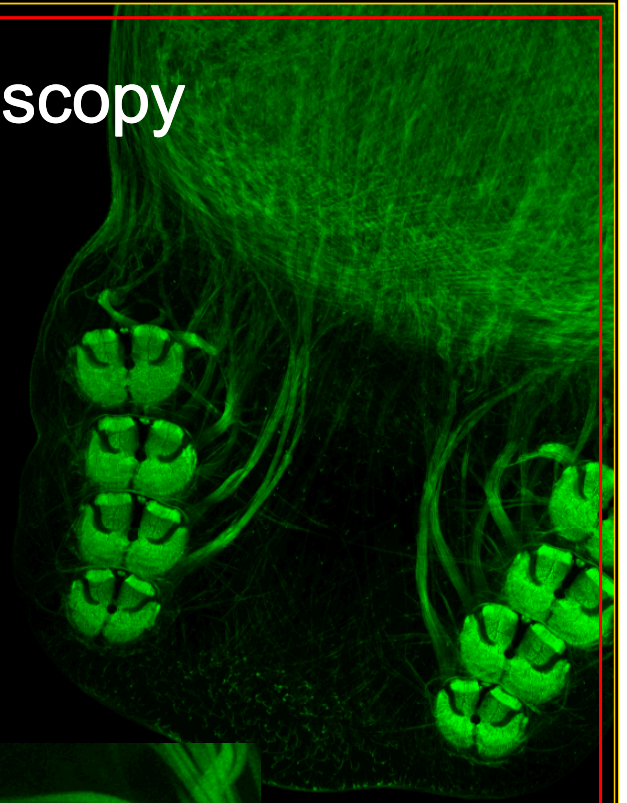
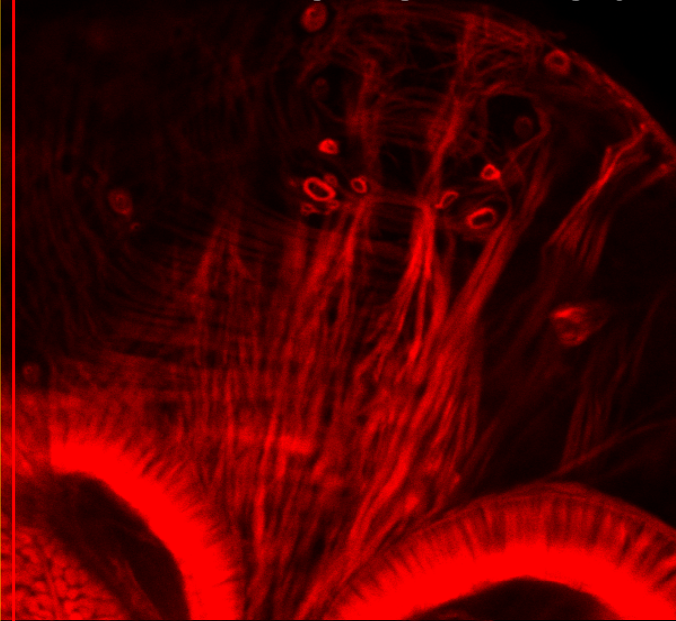
# Phase contrast microscopy - viviparous gyrodactylids



# DIC according to Nomarski

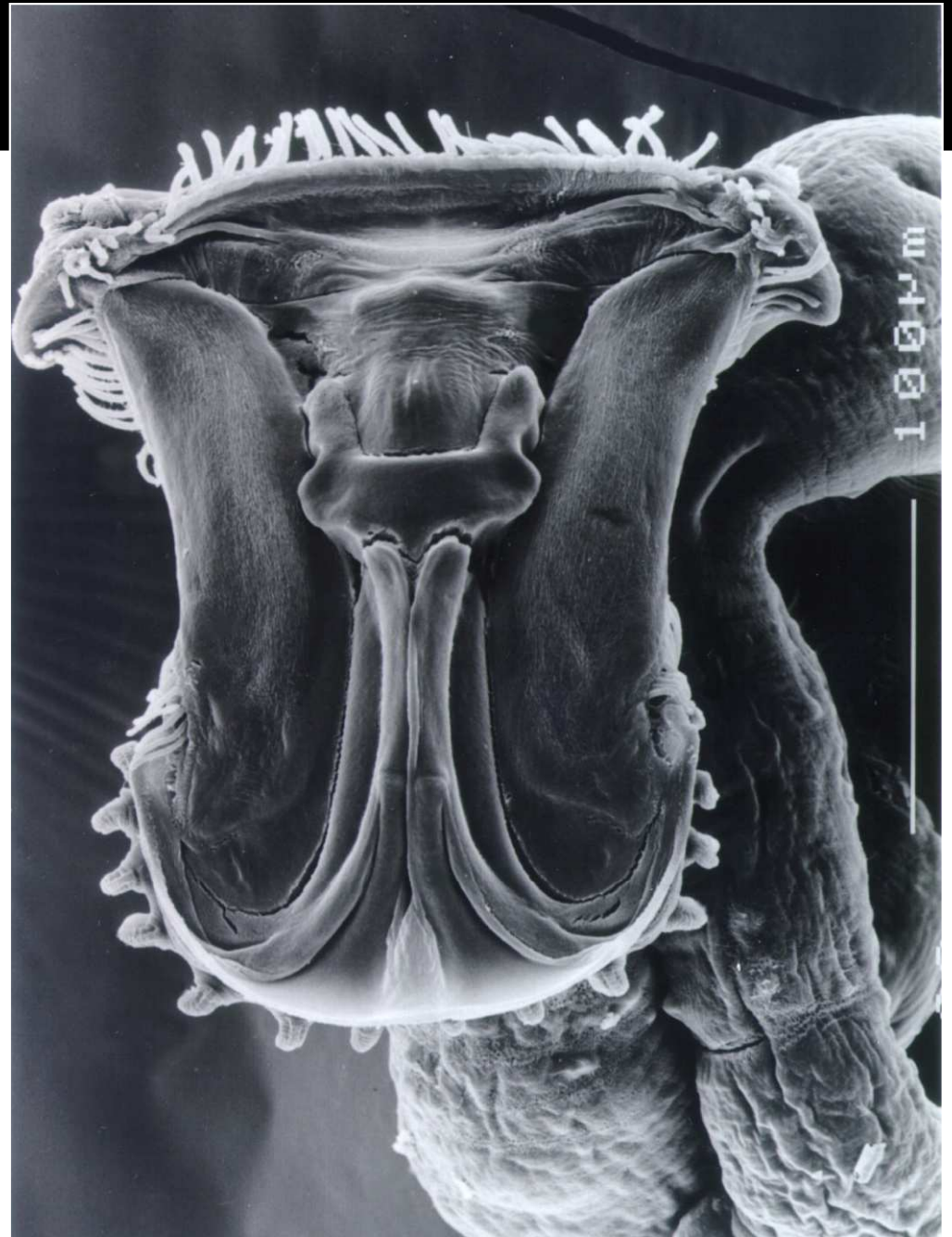


# CLSM - Confocal laser scanning microscopy

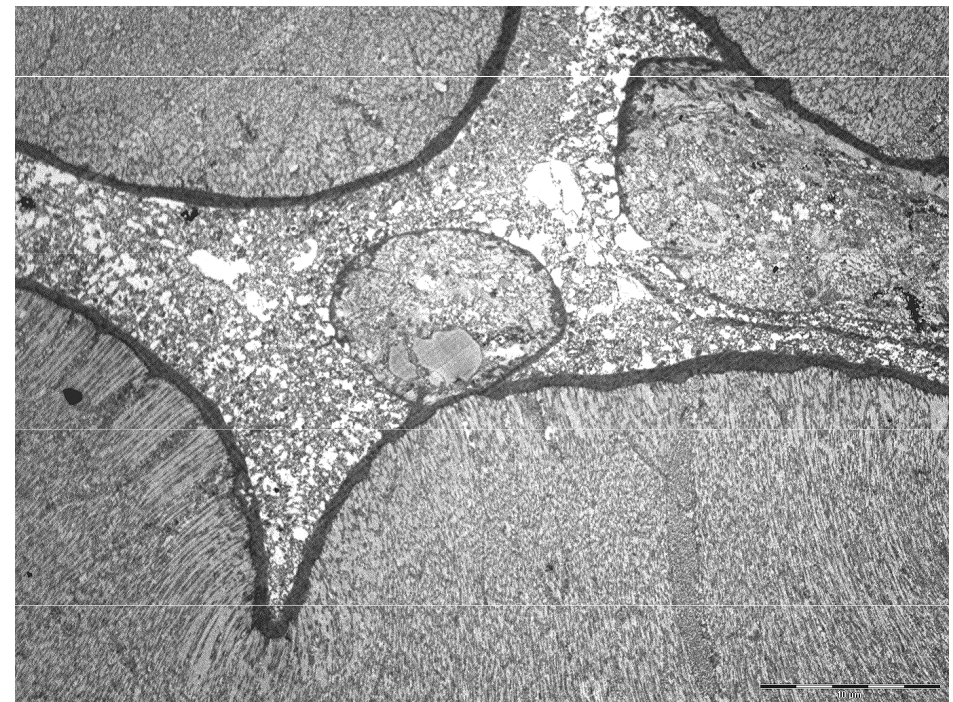
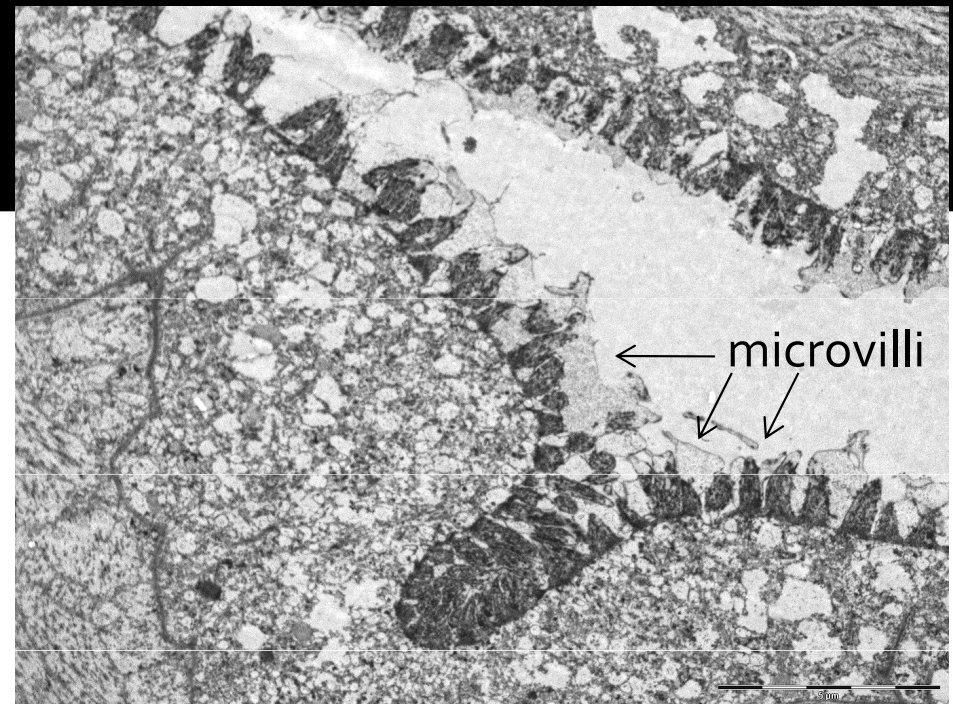
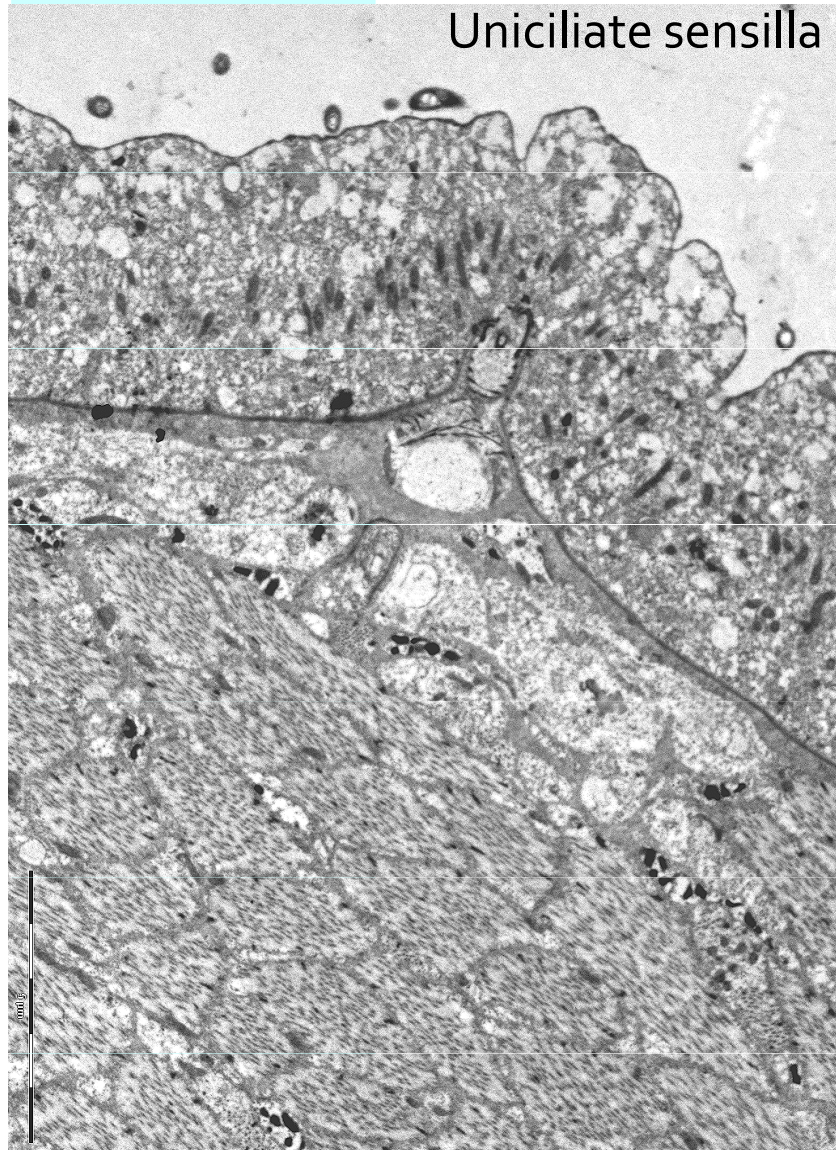




# SEM - examples



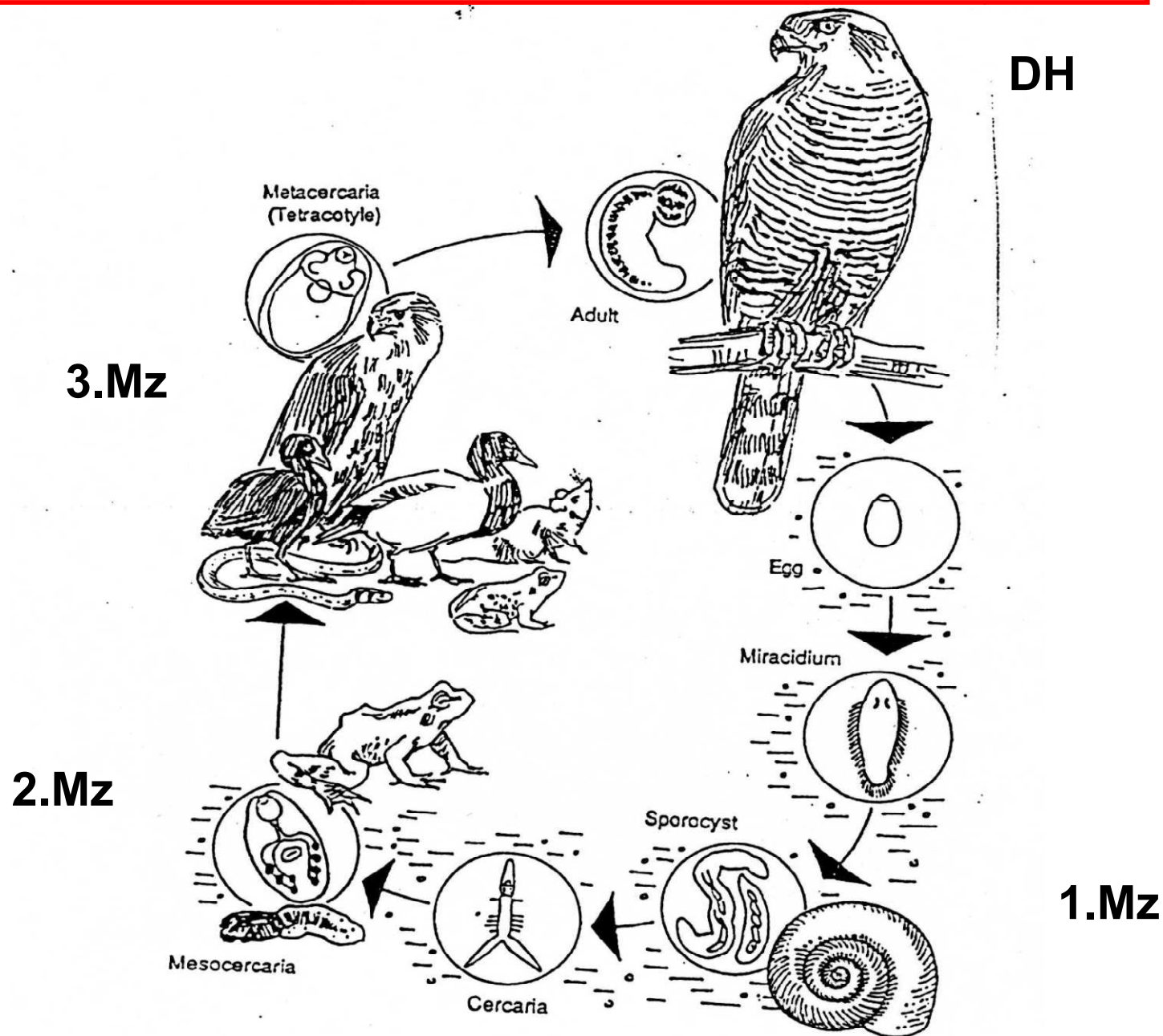
# TEM – *E. nipponicum*



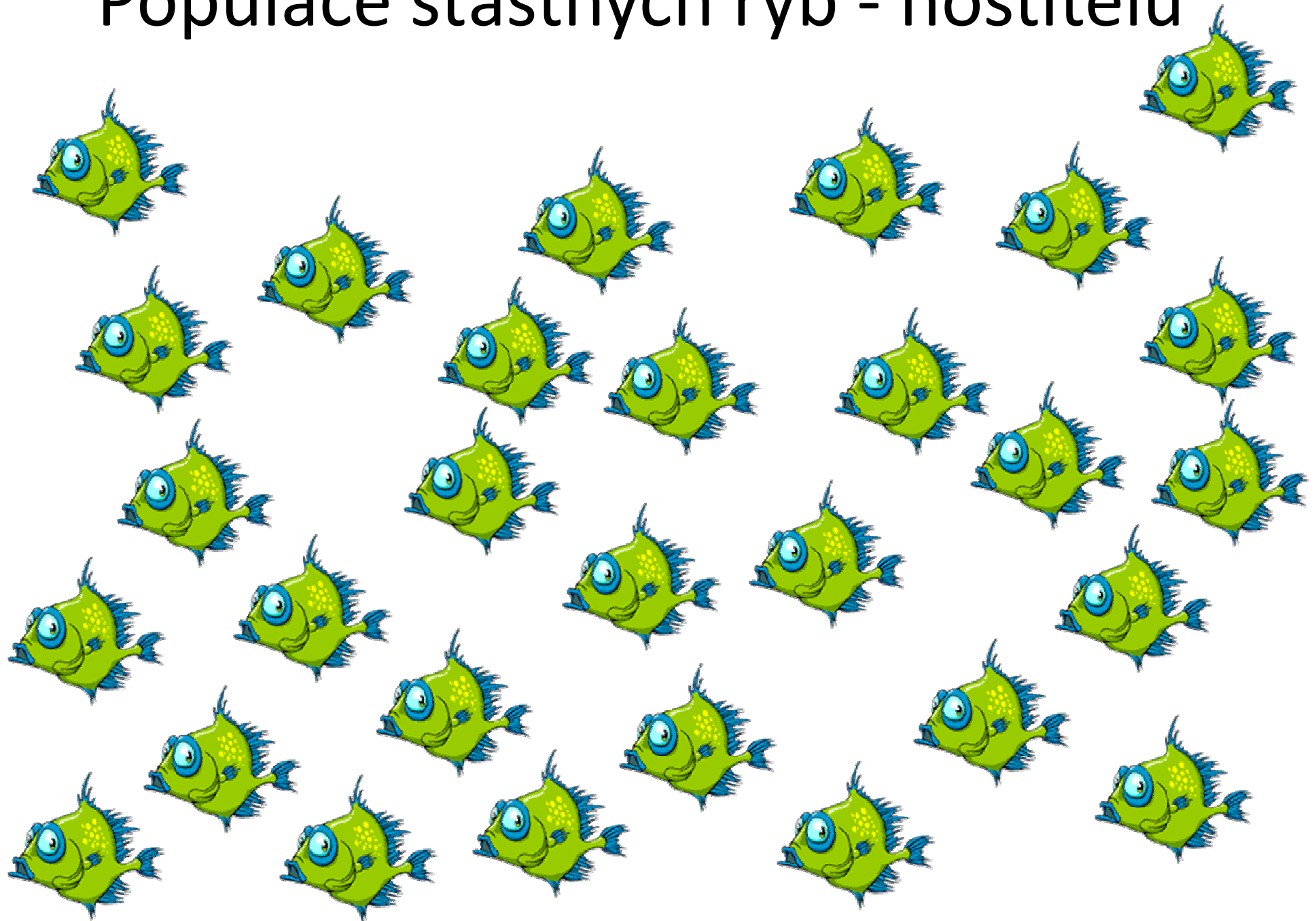
Muscle tissue

# Studium na úrovni populace parazita

## Životní cyklus nepřímý



# Populace šťastných ryb - hostitelů



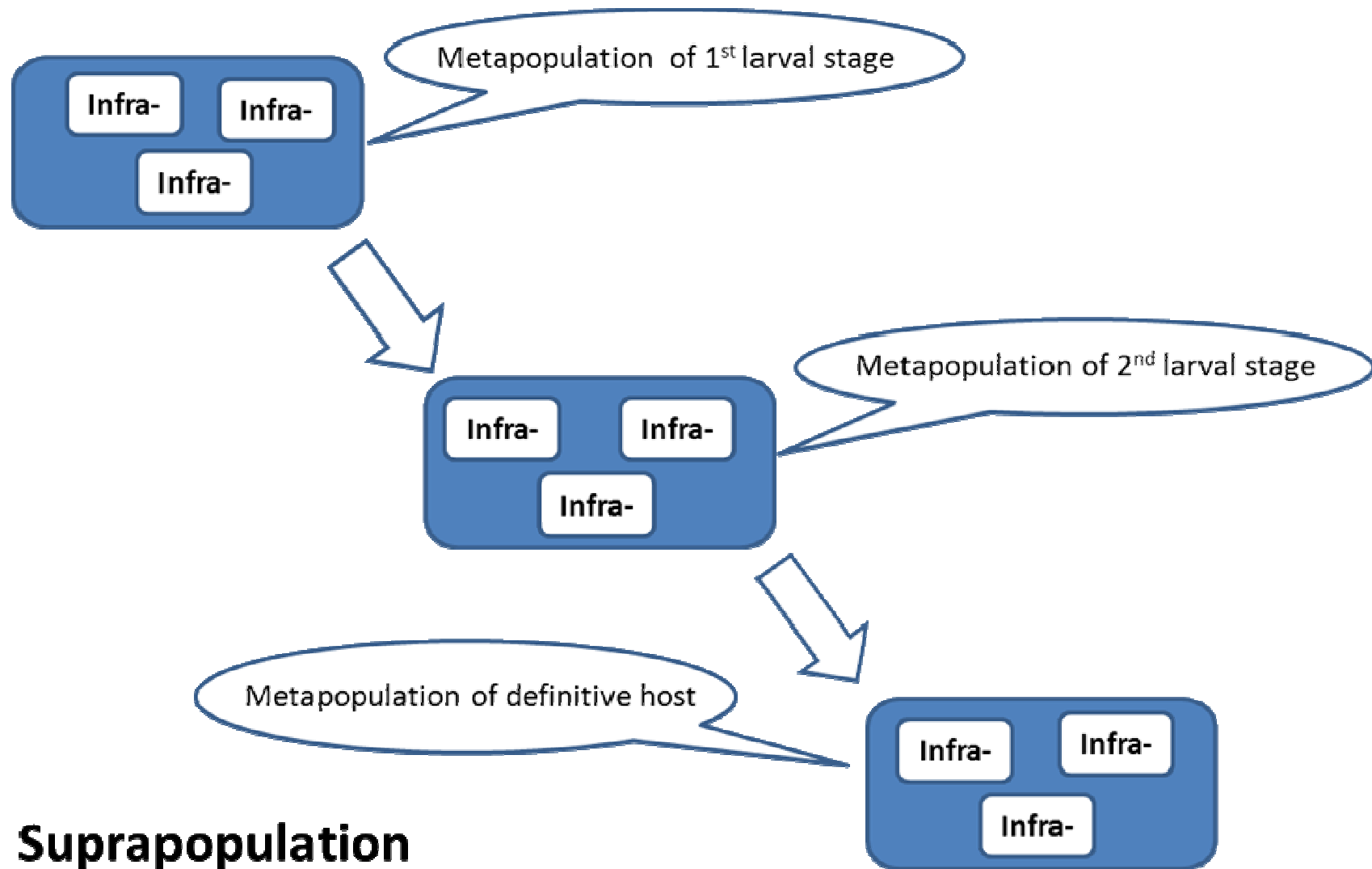
# Paraziti a populace hostitelů



# Hierarchická struktura populace parazita

- **Infrapopulace** – soubor všech cizopasníků jednoho druhu parazitujících na jedinci hostitele
- **Metapopulace** - soubor všech cizopasníků jednoho druhu parazitujících na populaci hostitele
- **Suprapopulace** – soubor všech metapopulací daného druhu parazita v daném ekosystému

# Hierarchická struktura populace parazita



# Epidemiologie: host density, host longevity

The basic reproduction number  $R_0$

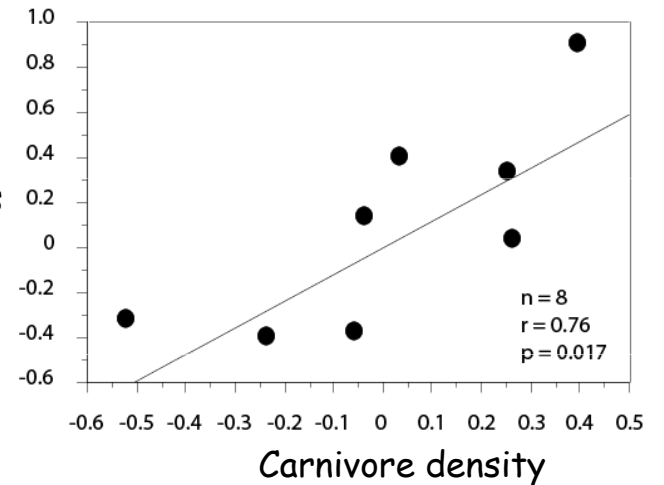
$$R_0 = \frac{\lambda \beta H}{(\mu_e + \beta H)(\alpha + \mu_p + b)}$$

Diagram illustrating the components of the basic reproduction number  $R_0$ :
 

- Transmission factor** (indicated by a downward arrow) points to the product  $\lambda \beta H$  in the numerator.
- Parasite fecundity** (indicated by a downward arrow) points to  $\lambda$ .
- Host density** (indicated by a downward arrow) points to  $H$ .
- Free-living stage (W) mortality** (indicated by an upward arrow) points to  $\mu_e$  in the denominator.
- Parasite virulence** (indicated by an upward arrow) points to  $\alpha$  in the denominator.
- Adult parasite mortality** (indicated by an upward arrow) points to  $\mu_p$  in the denominator.
- Host mortality** (indicated by an upward arrow) points to  $b$  in the denominator.

Carnivores (Torres et al., 2006):  
distribution range  
density

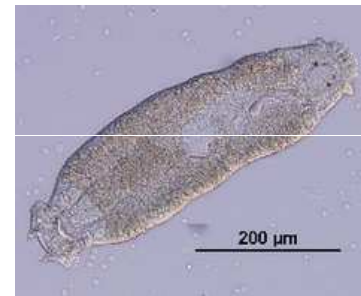
Helminth  
species richness



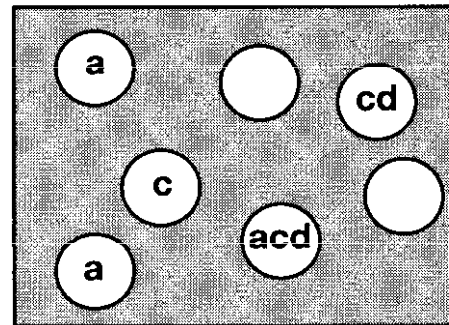
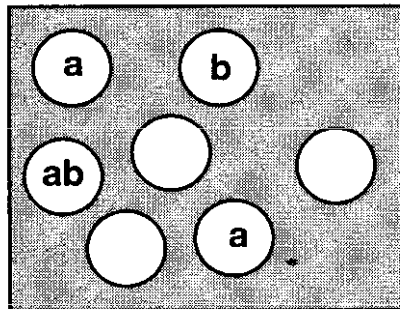


# Studium na úrovni společenstva cizopasníků

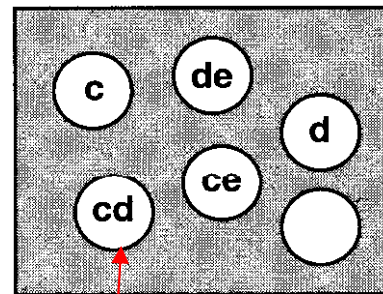
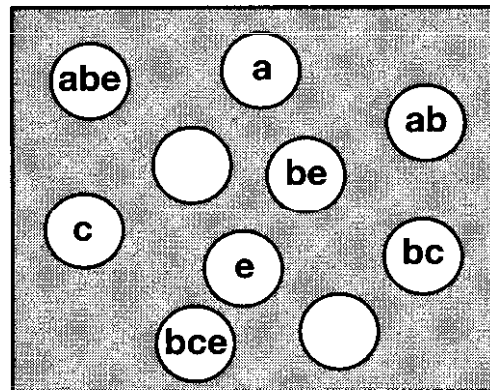
- ▶ Heterotypický soubor složený z jedinců různých druhů parazitů, kteří spolu mohou mít interakce
- ▶ např. společenstvo parazitů na žábrách ryb.



# Hierarchická klasifikace společenstev cizopasníků na daném jedinci hostitele



Parazitofauna daného druhu  
hostitele – 5 druhů parazitů



Hostitelská populace -  
2 až 4 druhy parazitů

Individuální hostitel – 0 to 3 druhy parazitů

# Hierarchická klasifikace společenstev cizopasníků

## ▶ **Infraspolečenstvo**

soubor sestávající ze všech parazitů různých druhů na jednom jedinci hostitelského organismu

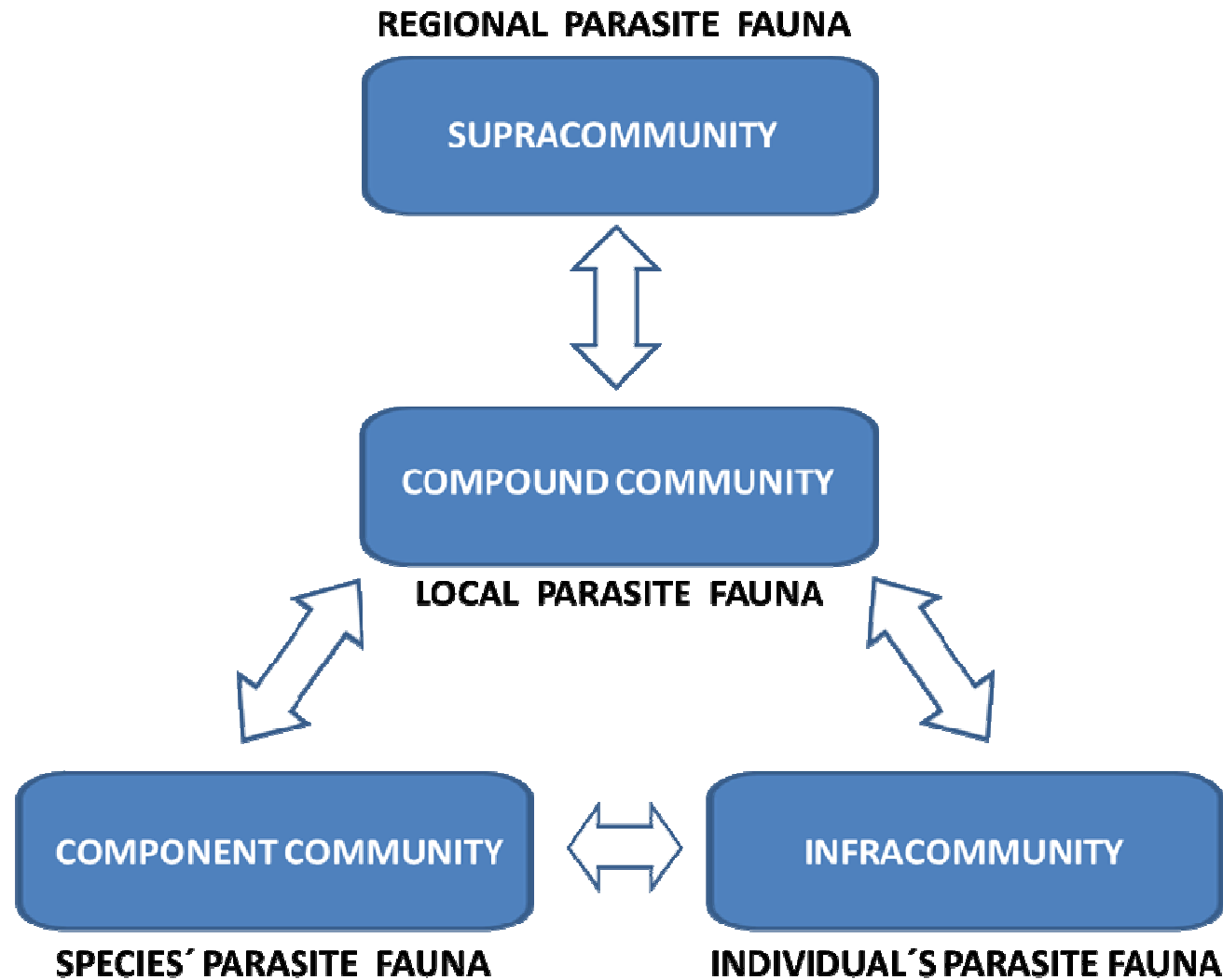
## ▶ **Metaspolečenstvo** (component community)

soubor sestávající ze všech parazitů různých druhů parazitujících na populaci hostitelů (v daném prostoru a čase)

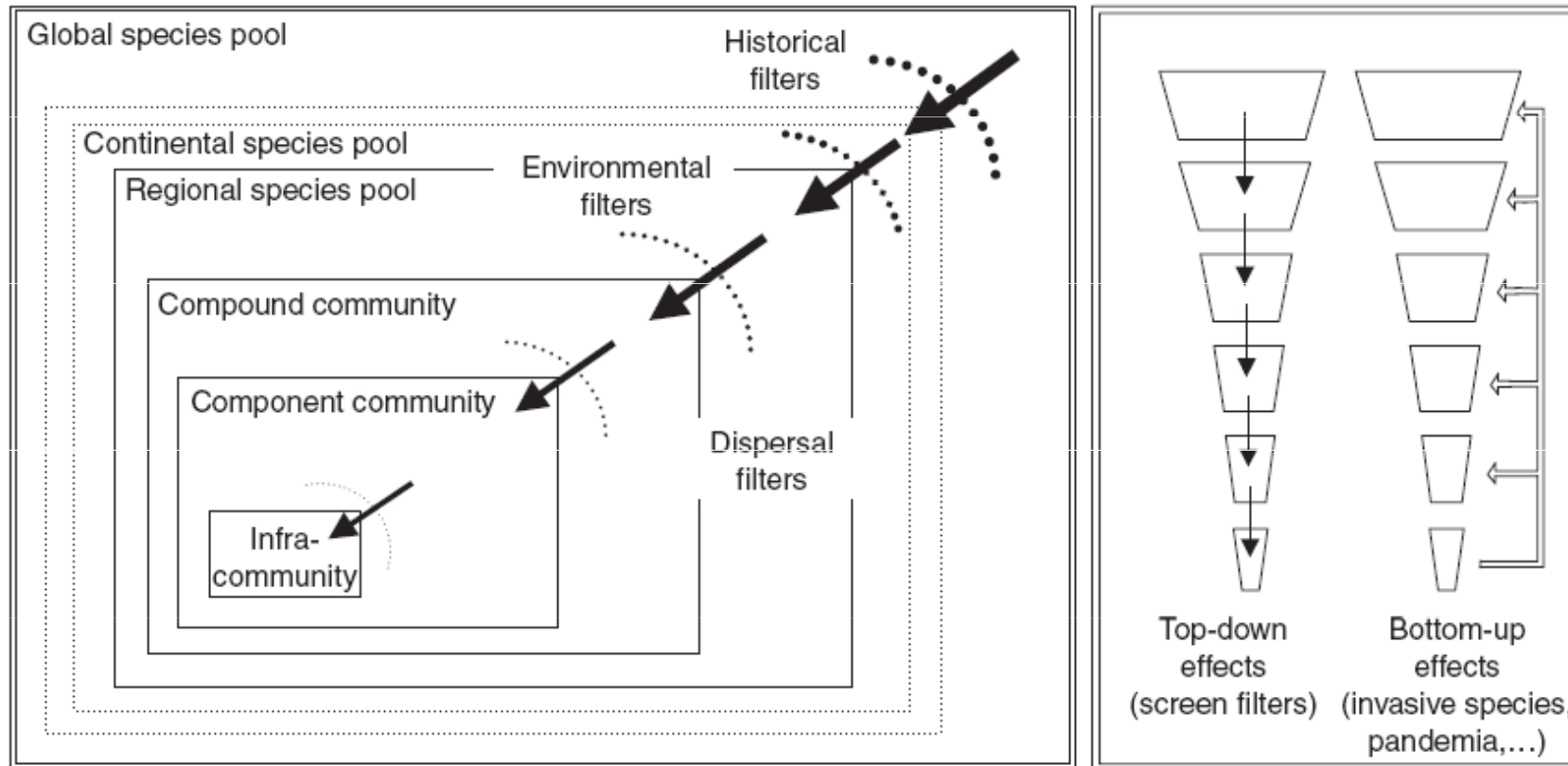
## ▶ **Supraspolečenstvo** (compoud community)

soubor sestávající ze všech metaspolečenstev cizopasníků v daném ekosystému

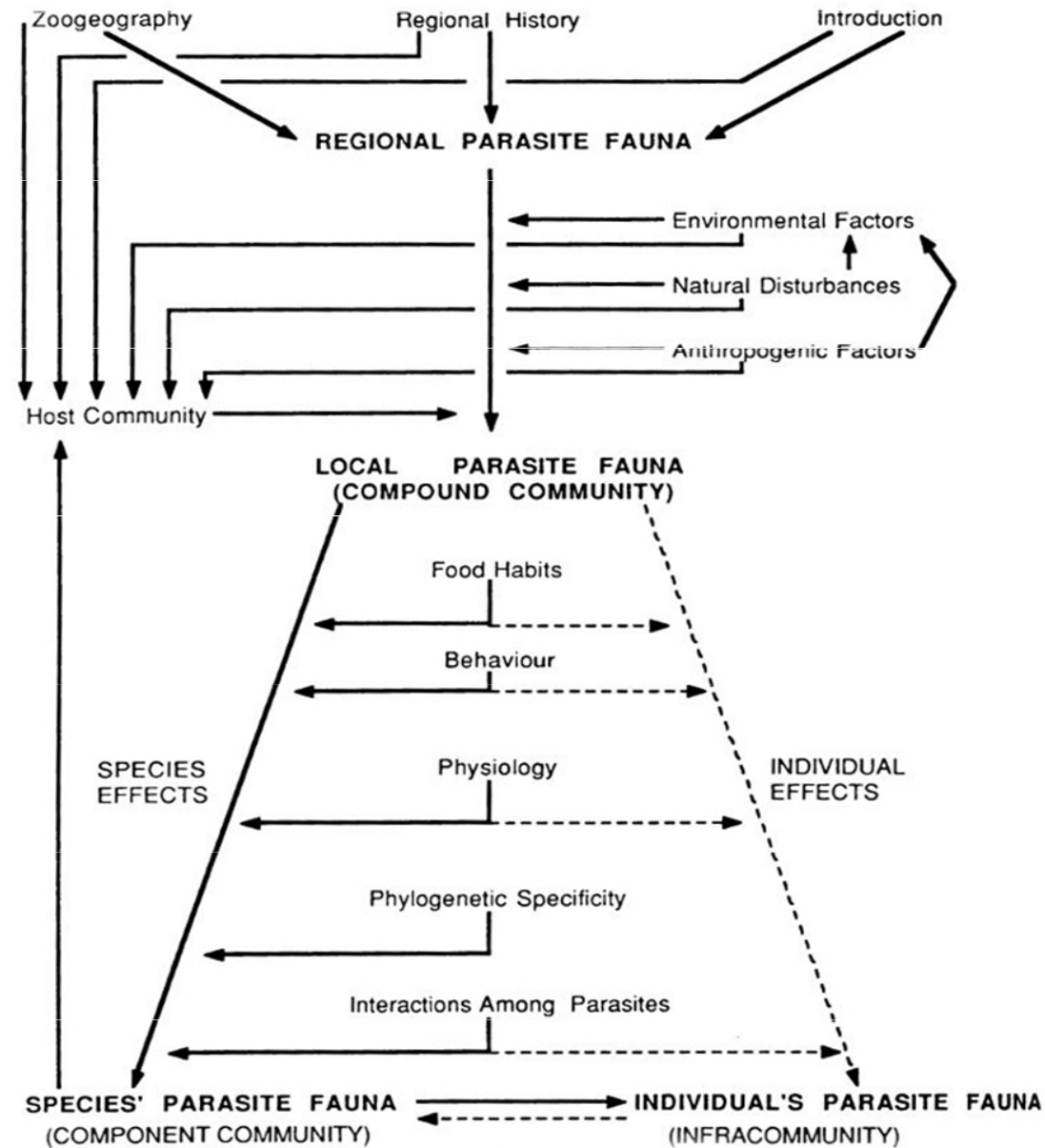
# Hierarchická organizace společenstev cizopasníků



# Hierarchické upořádání různých úrovní společenstev cizopasníků



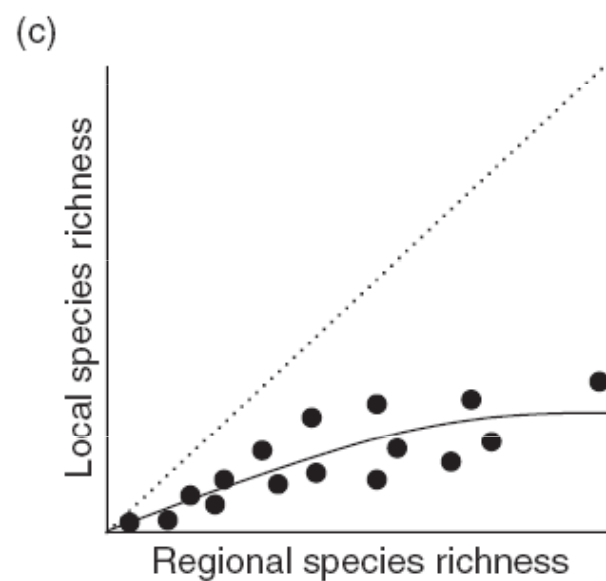
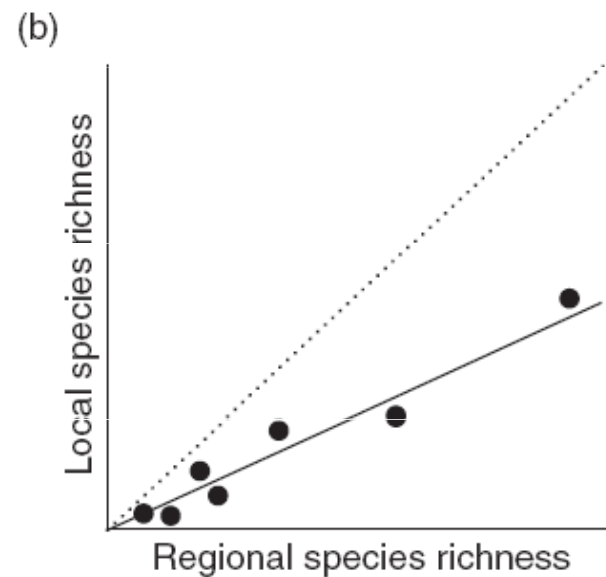
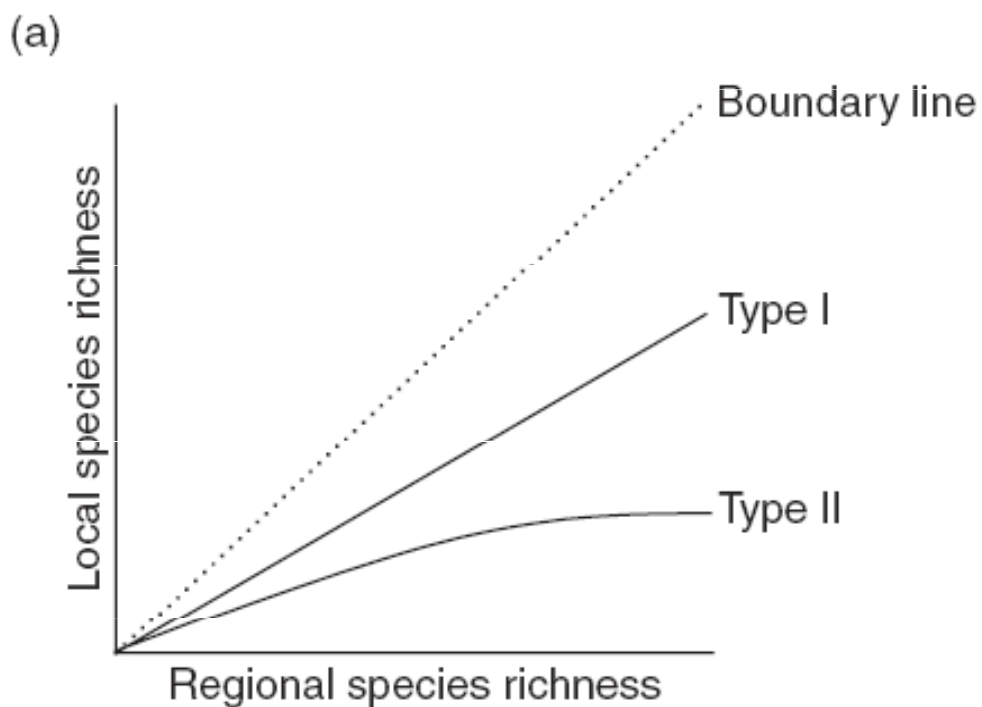
# Determinanty struktury společenstev cizopasníků



# Infraspolečenstvo

- ▶ Počet druhů cizopasníků
- ▶ Relativní abundance (počet jedinců každého druhu cizopasníka)
- ▶ Dynamický systém – mobilita, natalita, mortalita
- ▶ Formování v reálném ekologickém čase, vliv infekce na demografické procesy systému
- ▶ Typická krátká doba života
- ▶ Predikovatelná nebo náhodná struktura ?
  - vysoce strukturované s predikovatelných složením druhů
  - náhodný soubor druhů

# Saturace společenstev cizopasníků





## Saturace infraspolečenstev ?

- ▶ Kennedy & Guégan (1996) 64 metaspolečenstev střevních helmnitů

Může saturace limitovat počet druhů v infraspolečenstvu ?

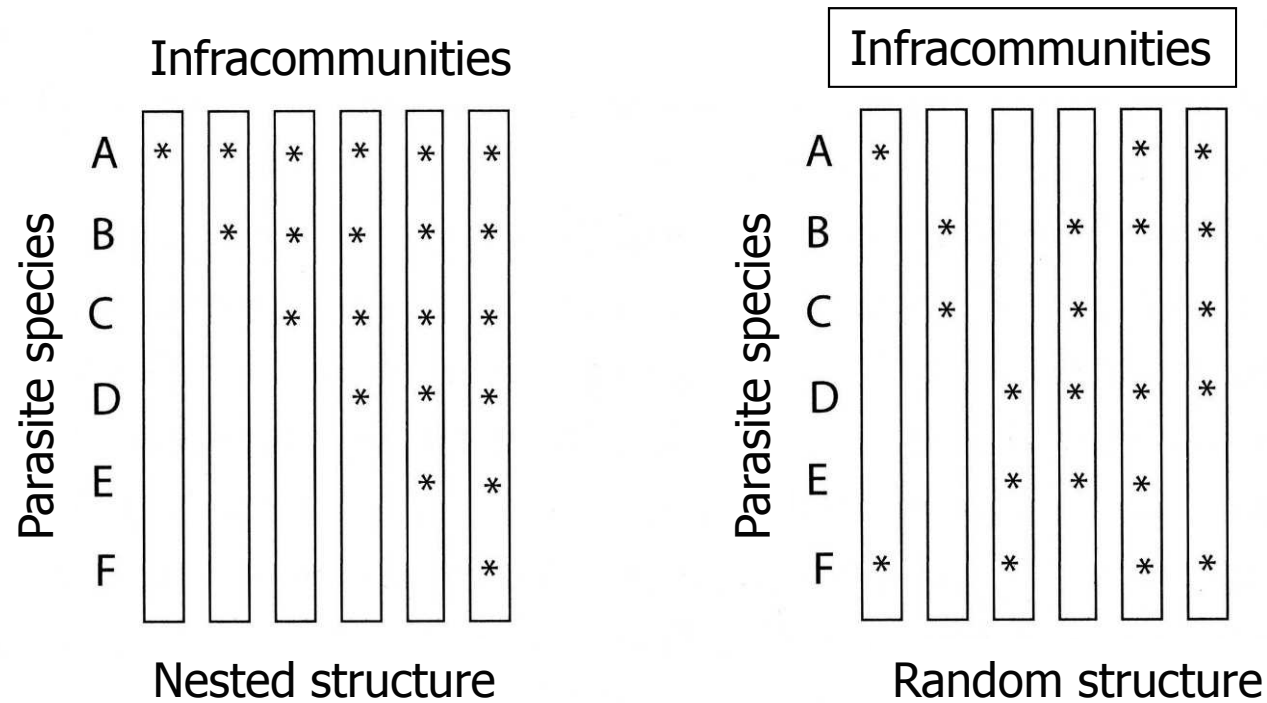
Saturace druhů infraspolečenstev je velmi vzácným jevem

Saturace ale díky biomase cizopasníků

## „Nested“ struktura infraspolečenstev cizopasníků

- ▶ Nenáhodná distribuce of species richness mezi infraspolečenstvy
- ▶ Hierarchická struktura společenstev ve fragmentovaných habitatech (poprvé popsáno u společenstev savců na ostrovech)
- ▶ Hostitel = fragmentovaný habitat – nenáhodná distribuce druhů parazitů mezi Infraspolečenstvy v Metaspolečenstvu

# „Nested“ struktura infraspolečenstev parazitů



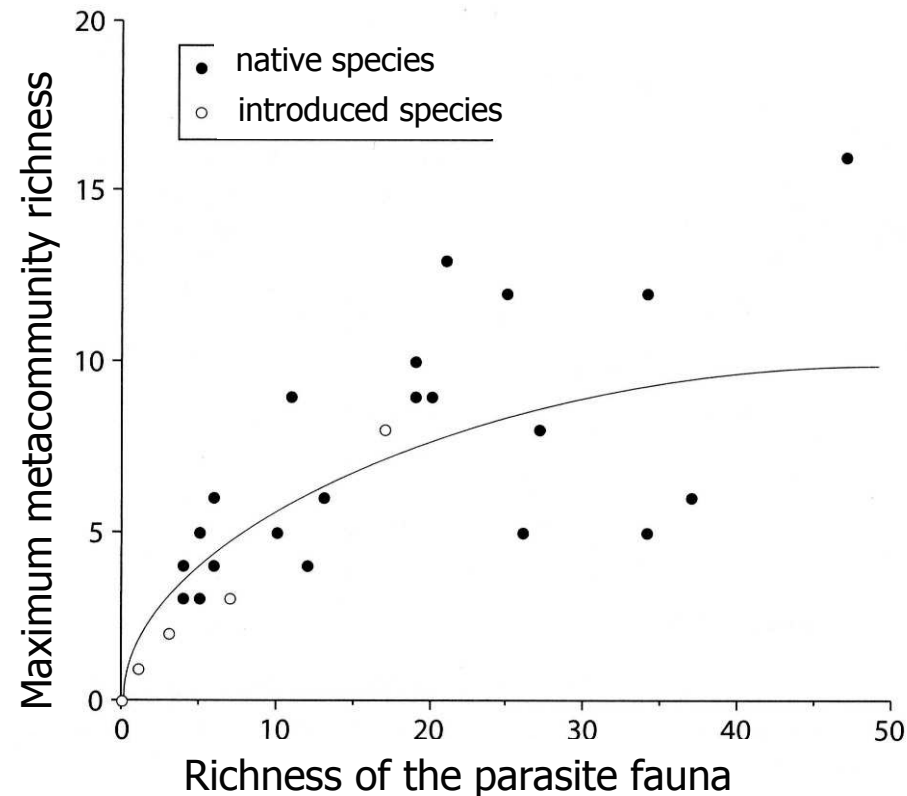
Dva typy hypotetické distribuce druhů parazitů mezi infraspolečenstvy

# Metaspolečenstvo

- ▶ Déle žijící soubor parazitů než jejich infraspolečenstvo
- ▶ MS je formováno delší evoluční časovou škálou během procesů invaze, speciace, extinkce, kolonizace a směnou hostitelů (host switches)
- ▶ Maximální počet druhů cizopasníků = počet druhů tvořících faunu parazitů (v dané oblasti)
- ▶ Často je stupeň saturace menší než parazitofauna

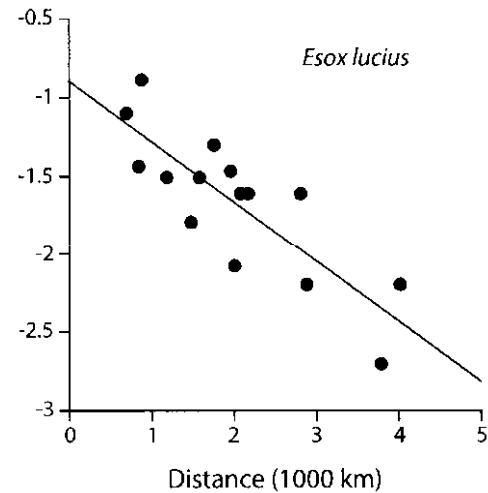
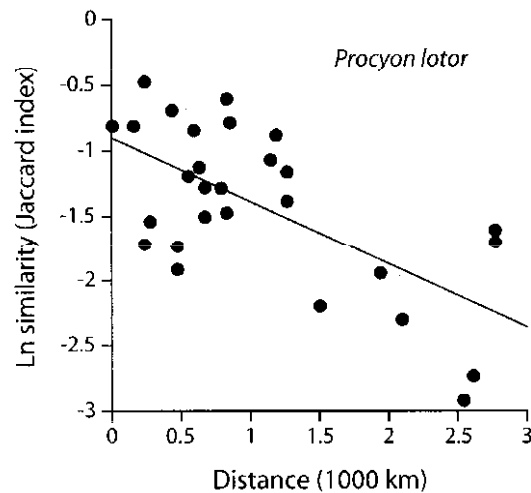
# Saturace metaspolečenstev

- ▶ např. vztah mezi parasite species richness v MS a druhovou bohatostí parazitofauny, publikovaná studie parazitických helmintů 32 druhů sladkovodních ryb v UK (Kennedy & Guégan, 1994)

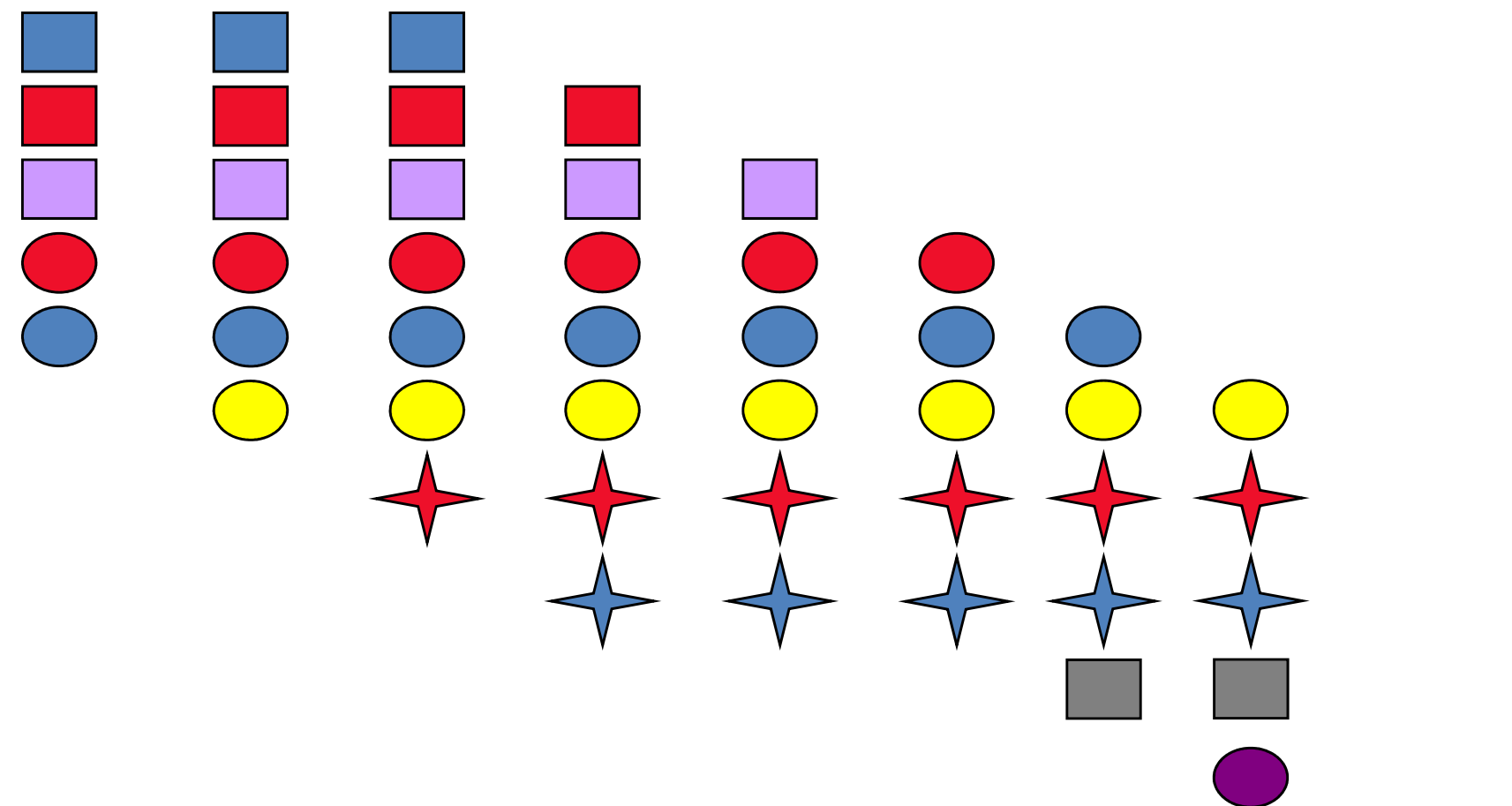


# Podobnosti metaspolečenstev cizopasníků

- ▶ Kontakty hostitelů a výměna cizopasníků
- ▶ Fyzikální izolace hostitelských populací – rozdílné metaspolečenstva parazitů
- ▶ Geografická vzdálenost – dobrý prediktor podobnosti ve druhovém složení (není to ale univerzální fenomén)

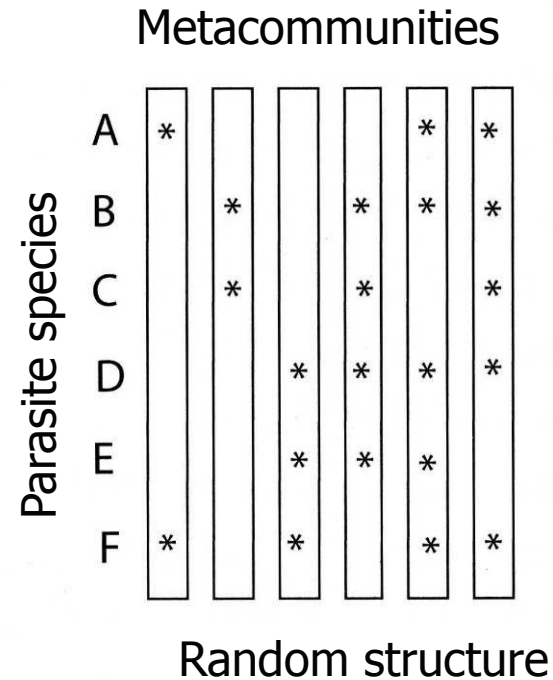
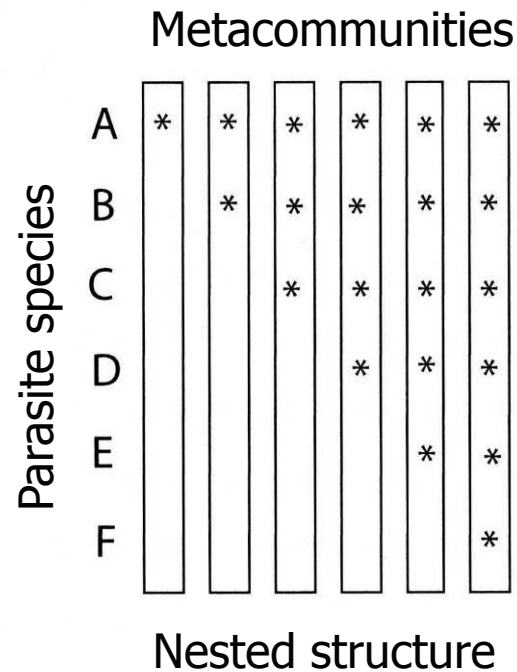


# Pokles podobnosti s rostoucí vzdáleností



Geografická vzdálenost  
Klimatický nebo environmentální gradient  
Druhově specifická disperse

# „Nestedness“ v metaspolečenstvech parazitů



Každý druh parazita druhově chudší lokality je podjednotkou druhového složení lokality druhově bohatší

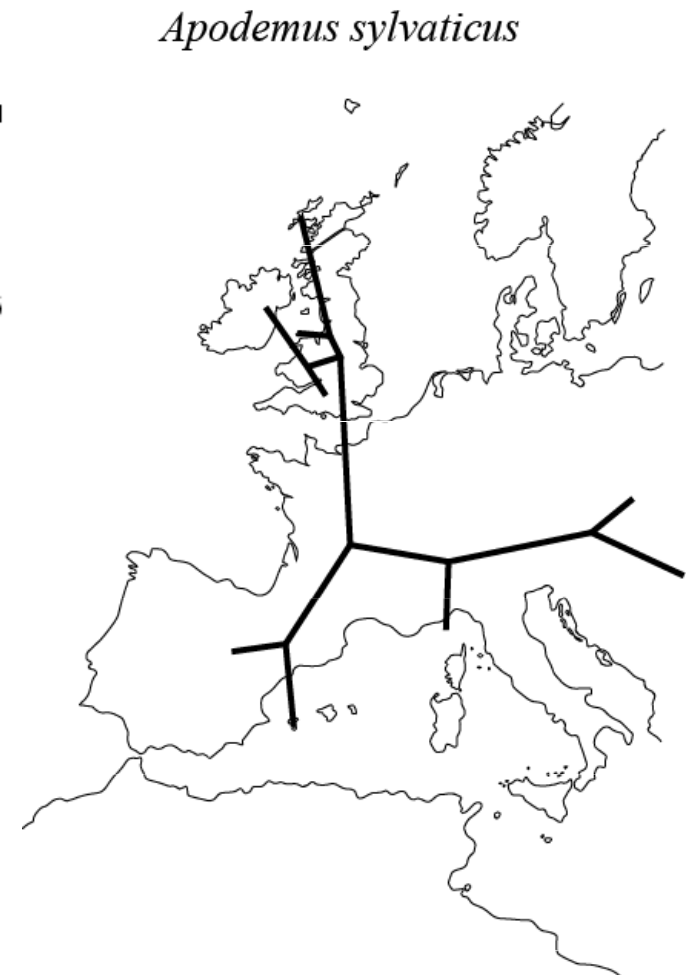
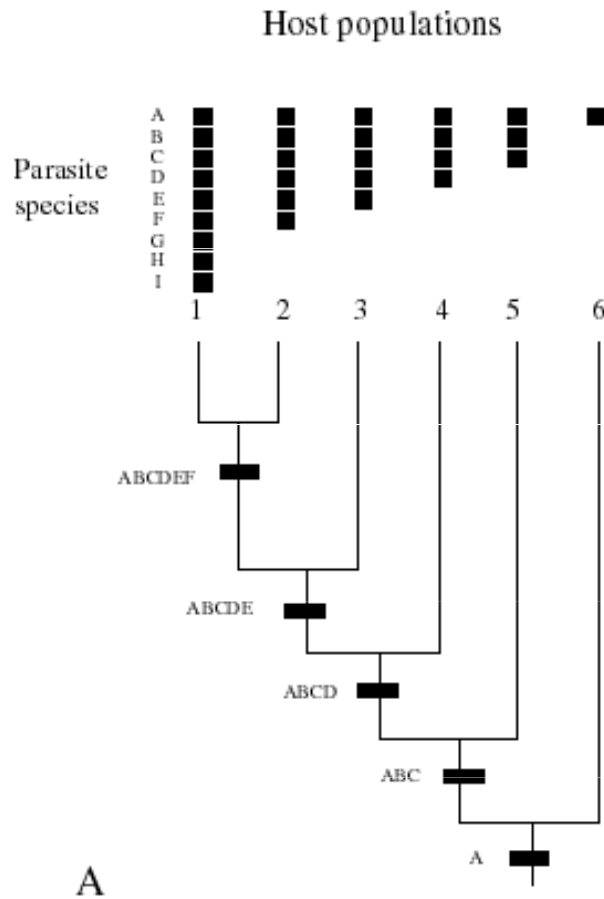


# Nestedness metaspolečenstev a phylografie

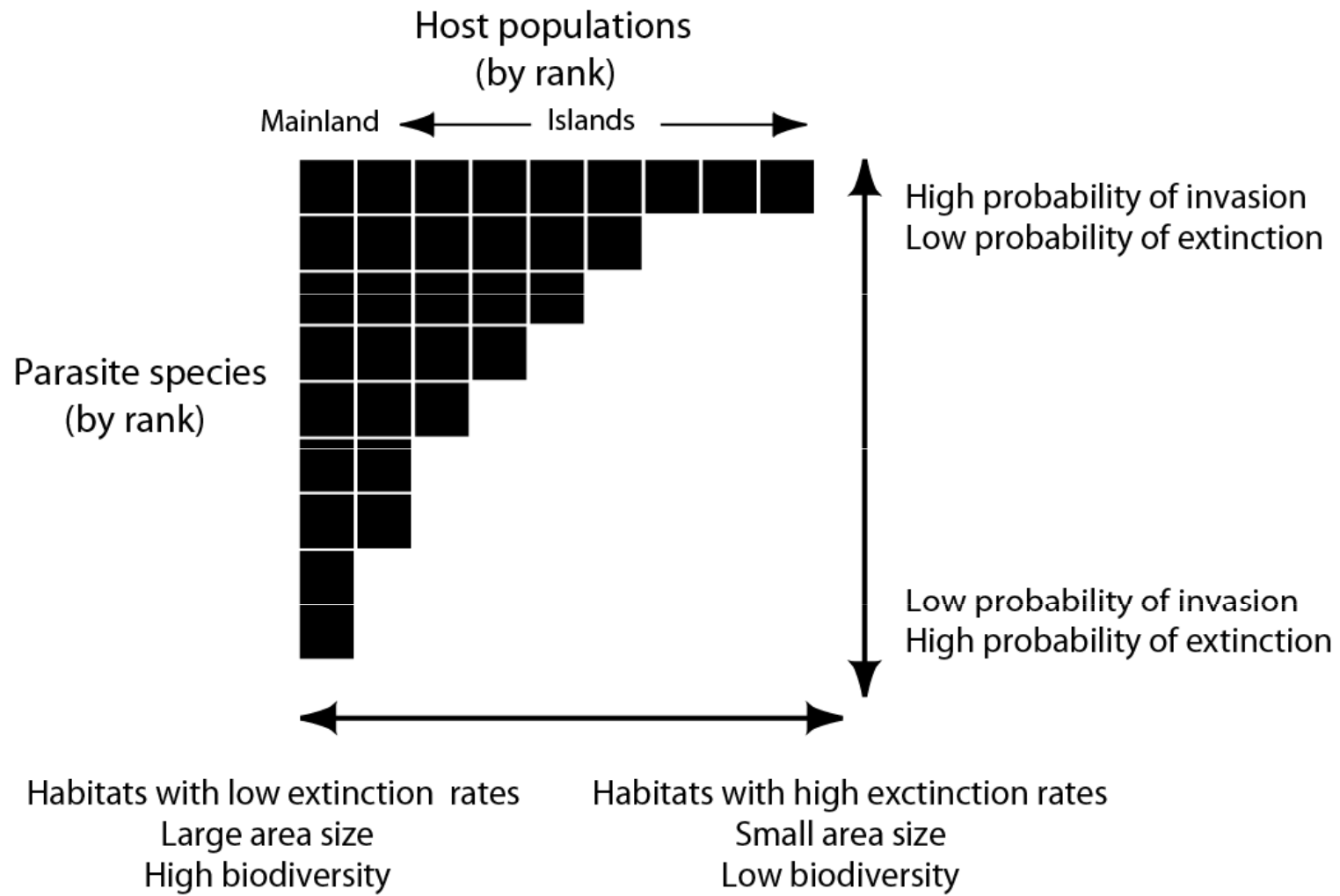
i.e. Helminths in *Apodemus sylvaticus*



Parasite species	Parasite group	Cycle	Spain	C.E.	Mallo.	Cor.	Menor	Itala	Sicily	Ibiza	Forne	Port-C	Port-C
<i>Syphacia zborni</i>	N	D											
<i>Syphacia frederici</i>	N	D											
<i>Rodentolepis straminea</i>	C	I											
<i>Trichouris muris</i>	N	D											
<i>Heligmosomoides polygyrus</i>	N	D											
<i>Metastrophus muris</i>	N	I											
<i>Fictulania proci</i>	N	I											
<i>Styjabotaxis lobata</i>	C	I											
<i>Taenia laevicollis</i> larvae	C	I											
<i>Brachylaima</i> spp.	D	I											
<i>Anchotheca muris-sylvatici</i>	N	D											
<i>Aspiculuris tetraptera</i>	N	D											
<i>Gellegoides erlani</i>	C	I											
<i>Hymenolepis diminuta</i>	C	I											
<i>Pseudocatenocaulis masetti</i>	C	I											
<i>Taenia parva</i> larvae	C	I											
<i>Anchotheca anstatae</i>	N	D											
<i>Compta vilis</i>	D	I											
<i>Eucolpus bacillatus</i>	N	D											
<i>Ceolodum hepaticum</i>	N	D											
<i>Moniliformis moniliformis</i>	A	I											
<i>Angiostrongylus djavanlii</i>	N	I											
<i>Eucolpus garibaii</i>	N	D											
<i>Gongylonema neoplasticum</i>	N	I											
<i>Heligmosomum costellatum</i>	N	D											
<i>Physaloptera petula</i>	N	I											
<i>Brachylaima recurva</i>	D	I											
<i>Plagiorchiis muris</i>	D	I											
<i>Taenia laevicollis</i> larvae	C	I											
<i>Ceisoncolea pustula</i>	C	I											
<i>Cladocaulis gibbera</i> larvae	C	I											
<i>Rodentolepis italaensis</i>	C	I											
<i>Hymenolepis muris-sylvatici</i>	C	I											
<i>Joyeuxiella parvulae</i> larvae	C	I											
<i>Mesocostoides</i> sp. larvae	C	I											
<i>Multiceps</i> sp.	C	I											
<i>Taenia polyacantha</i> (larvae)	C	I											
<i>Heligmosomum alijabini</i>	N	D											
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i>	N	D											
<i>Platygodonmellus hispanica</i>	N	D											
<i>Syphacia obvelata</i>	N	D											
<i>Aleria alata</i> larvae	D	I											
<i>Collyricobates mazzanese</i>	D	I											
<i>Euparyphium melis</i>	D	I											
<i>Mecycelis apodemii</i>	D	I											
<i>Nobocorylus reynae</i>	D	I											
<i>Plagiorchiis elegans</i>	D	I											
<i>Plagiorchiis mazzanetae</i>	D	I											
<i>Palobrama atrilium</i>	D	I											
<i>Scaphiosomum pelesseradicum</i>	D	I											
<i>Styjabotaxis-plagiorchiis nigra</i>	D	I											



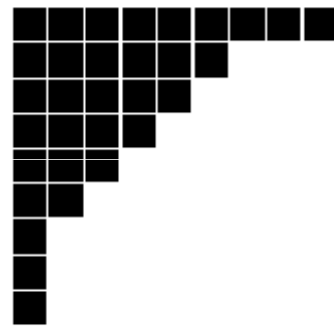
# Nestedness v metaspolečenstvech



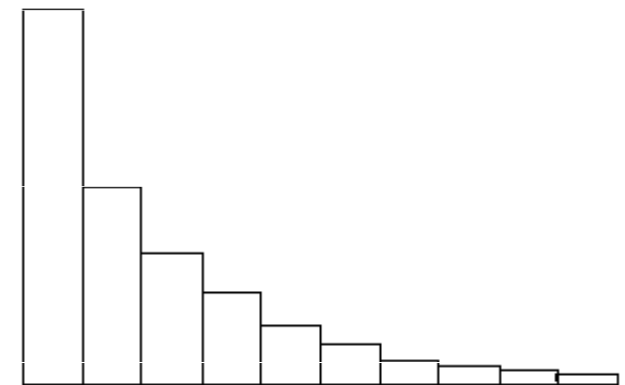
# Které procesy generují nestedness ?

Nestedness – výsledek **epidemiologických procesů**  
(Morand et al., 2002)

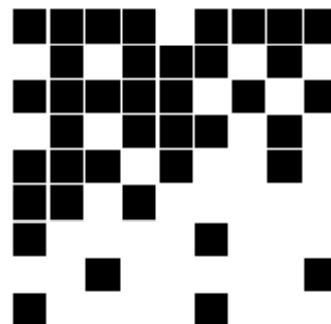
Nested pattern



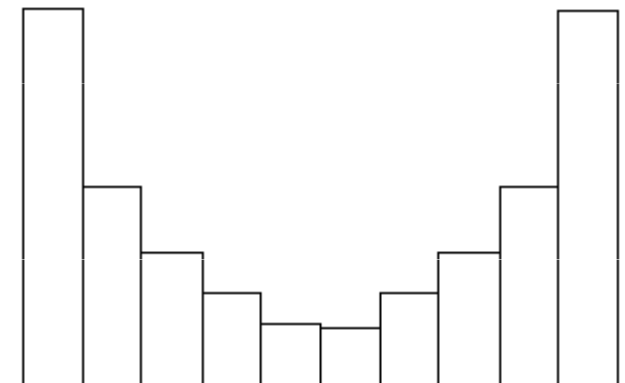
Unimodal distribution  
of parasite prevalence



Non nested pattern



Bimodal distribution  
of parasite prevalence



Souvislost mezi nestedness  
a prevalencí parazitů –  
Důsledky rozdílné kolonizace  
parazitů a extinkce spojené  
s natalitou a mortalitou

# Interakce ve společenstvech parazitů

- ▶ Interakce parazitů s hostitelem
- ▶ **Interspecifické interakce**
- ▶ **Positivní** – narušení obranných mechanismů hostitele jedním druhem parazita může napomoci jinému druhu cizopasníka
- ▶ **Negativní** – přítomnost jednoho druhu cizopasníka vede k redukci velikosti populace, změně distribuce nebo omezení reprodukce jiného druhu
- ▶ **Intraspecifické interakce**

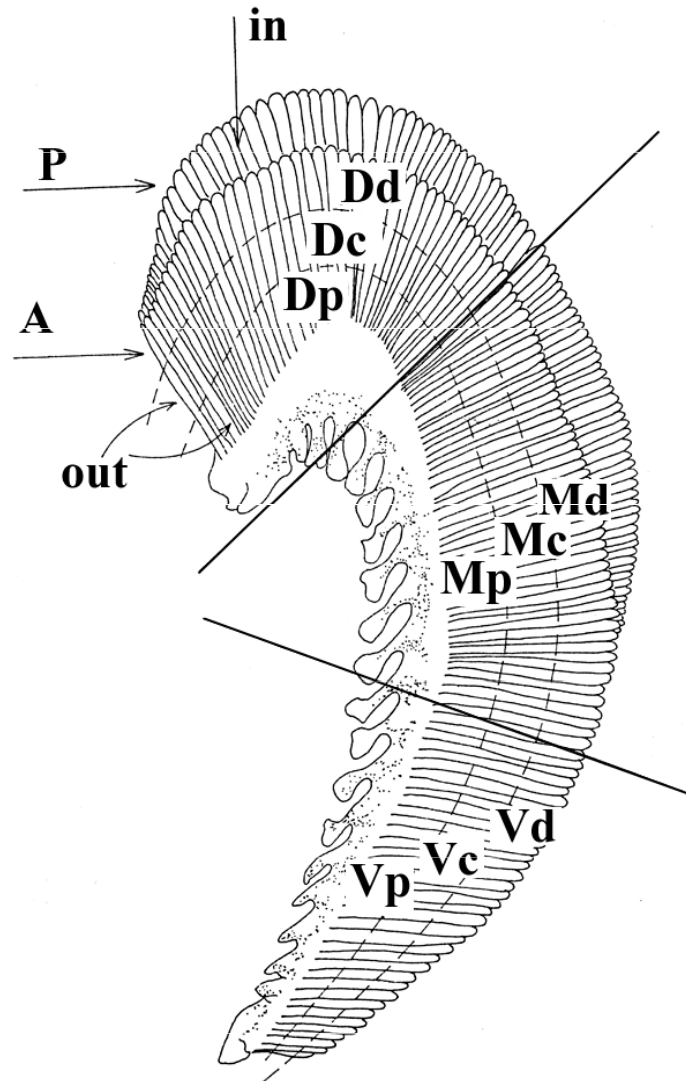
## Ekologická nika parazitů

- ▶ Multidimensionální prostor habitatu parazita definovaný biotickými a abiotickými proměnnými
- ▶ Paraziti zauímají specifickou pozici na/v hostiteli = **habitat**  
např. habitat of endoparazitů – střevo
- ▶ **Nika** = determinována rozsahem všech pozic všech jedinců daného druhu cizopasníka

Rozměr niky = průměr (mean or medián) pozice

(!!! V jednoduchém případě je nika vyměřena unidimensionální  
např. jako délka střeva)

# Ekologická nika parazitů



Hostitel-habitat (žábra) →  
mikrohabitat

Dorsální plocha

Mediální ...

Ventrální ...

Anteriorní oblouk

Posteriovní ...

proximal plocha

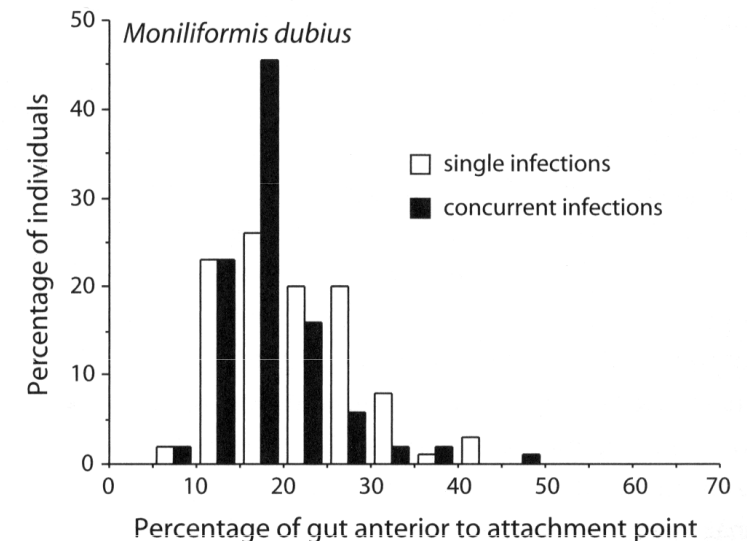
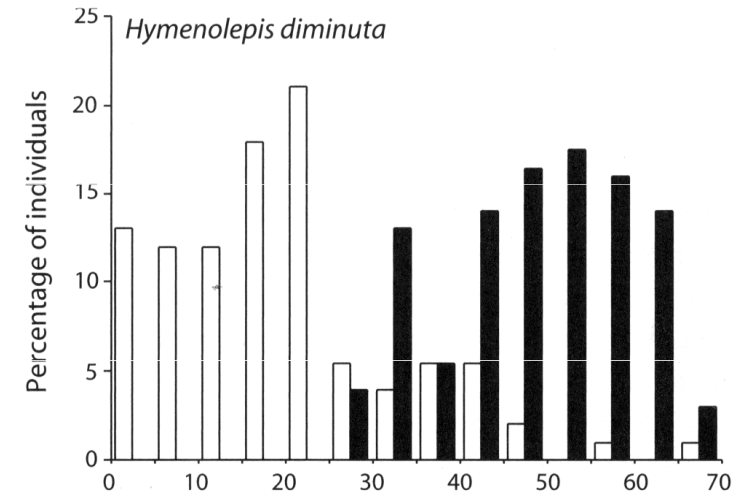
centrální ...

distální ...

vnitřní a vnější povrchy

# Základní versus realizovaná ekologická nika

- ▶ Hutchinson 1957
- ▶ **Základní** (preinteraktivní, prekompetitivní) - virtuální prostorový rozsah, kde se paraziti rozmnožují a přežívají za nepřítomnosti kompetitora
- ▶ **Realizovaná** (postinteraktivní, postkompetitivní) podjednotka základní niky redukovaná díky interspecifickým interakcím

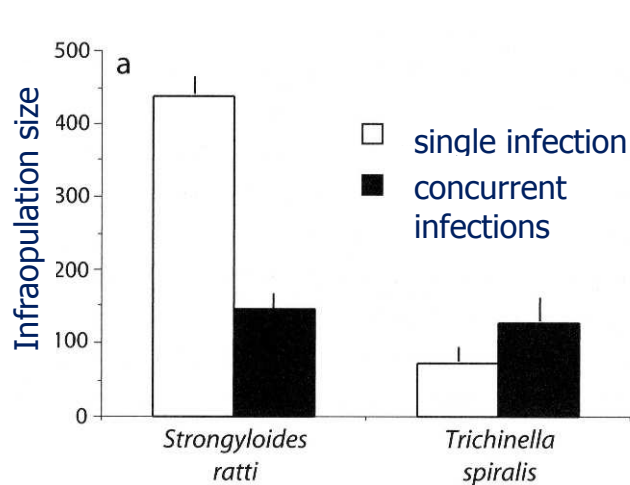


# Numerická odpověď na kompetici

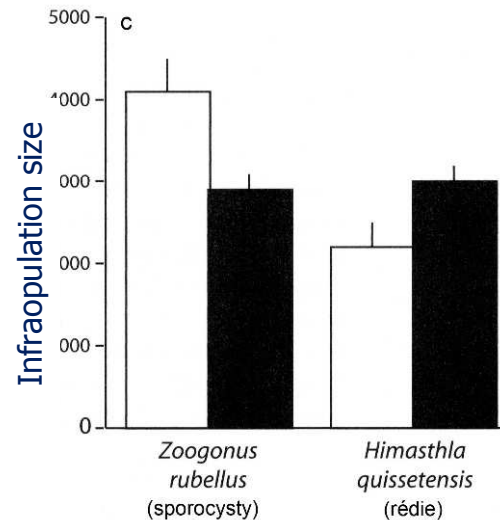
- ▶ Redukce velikosti populace cizopasníka za přítomnosti jiného druhu parazita

**asymmetric output** – ovlivněn pouze jeden druh parazita

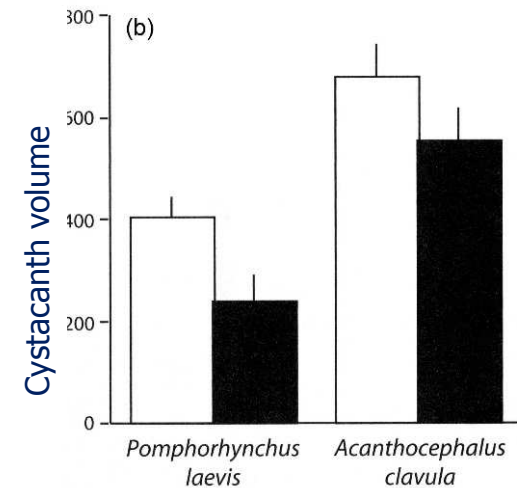
**symetric output** – ovlivněna velikost infrapopulací obou druhů



2 nematode species  
in rats



2 digenean species  
in IH (Mollusca)

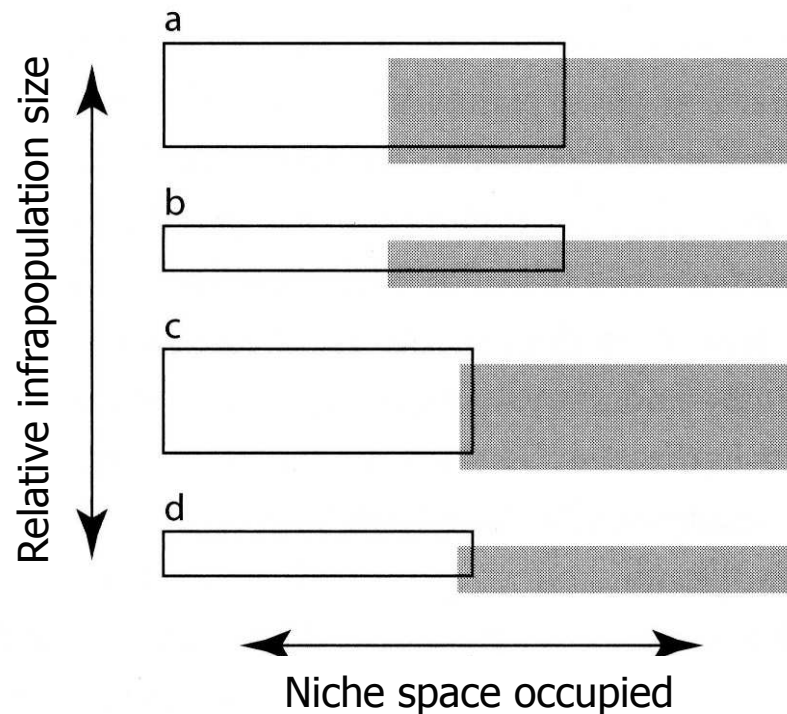


2 acanthocephalean species  
in IH (Amphipoda)



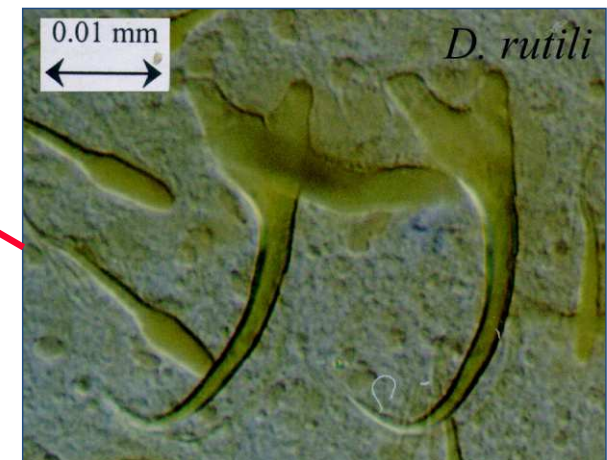
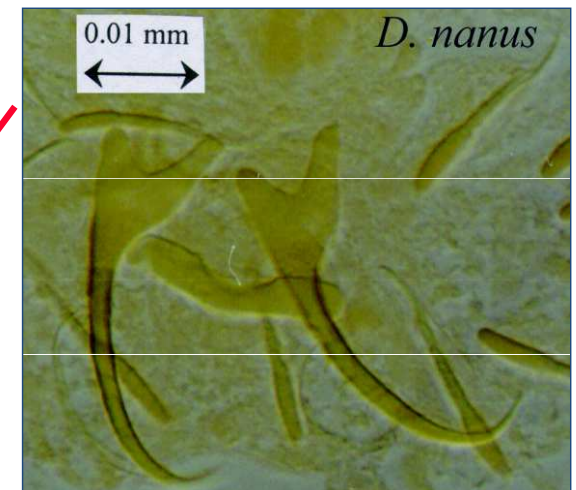
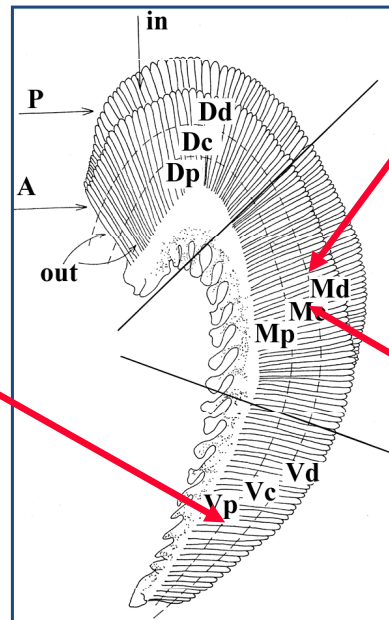
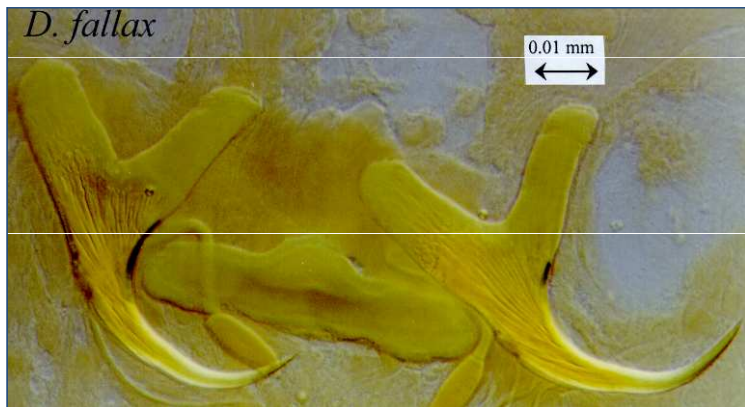
# Funkční odpověď na kompetici

- ▶ **Interactive site segregation** (Holmes 1973)
- ▶ Posun realizované niky různých druhů nebo redukce přesahu nik díky interakcím
- ▶ Funkční odpověď nastává s nebo bez numerického efektu



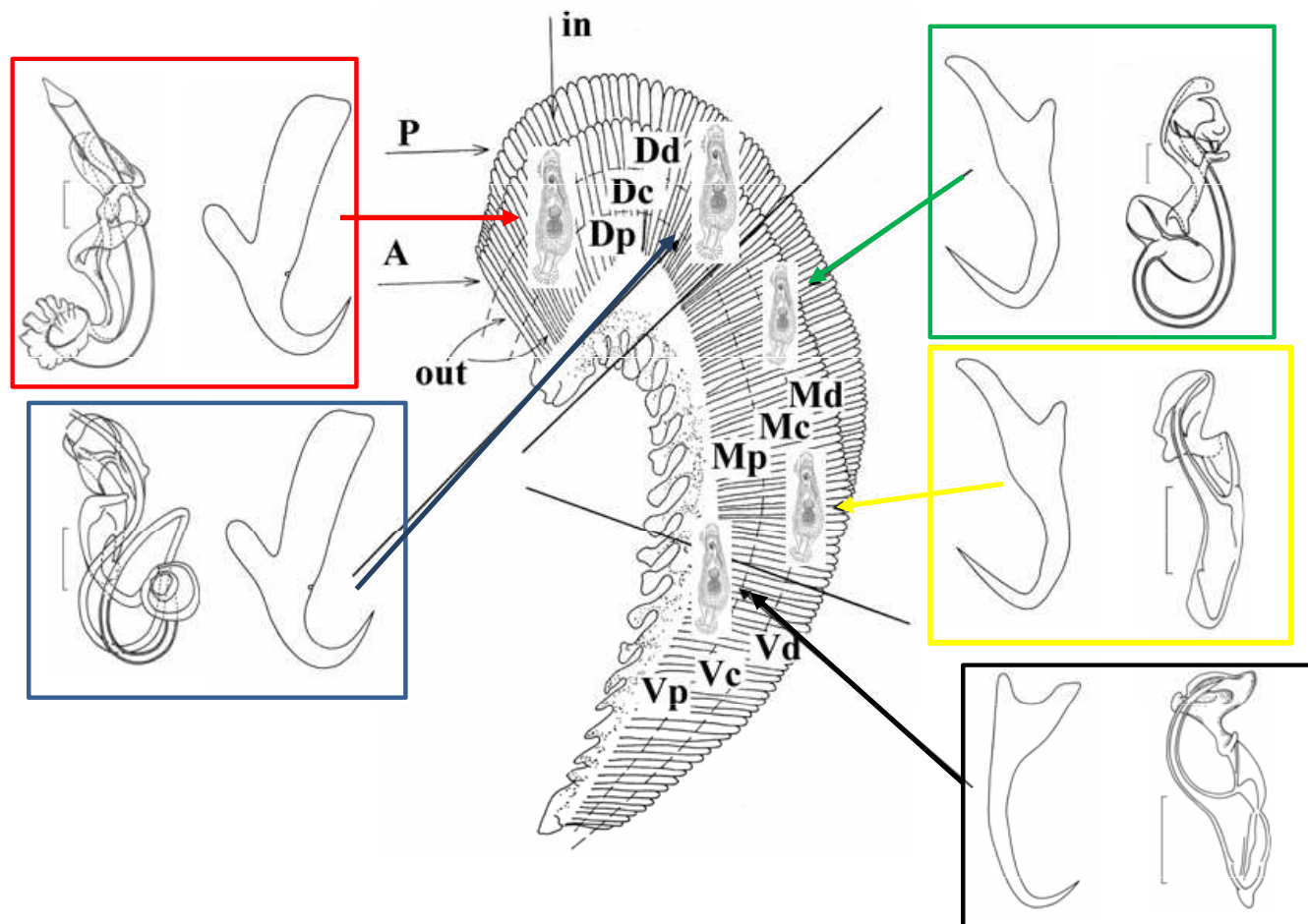
# Specifické niky kongenerických parazitů

- ▶ Specializace a adaptace
- ▶ Morfologie přichycovacích orgánů (haptor)



*Dactylogyrus* species na *Rutilus rutilus* (Cyprinidae)

# Posílení reprodukční barier kongenerických druhů cizopasníků



# Evoluce preferovaných nik kongenerických druhů parazitů

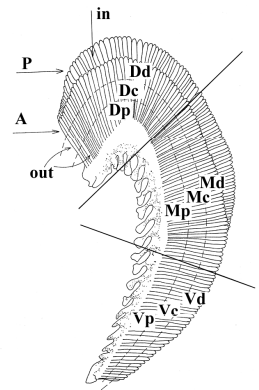
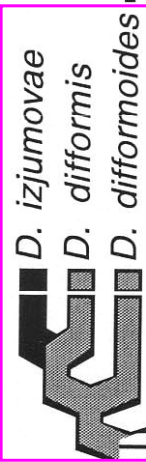
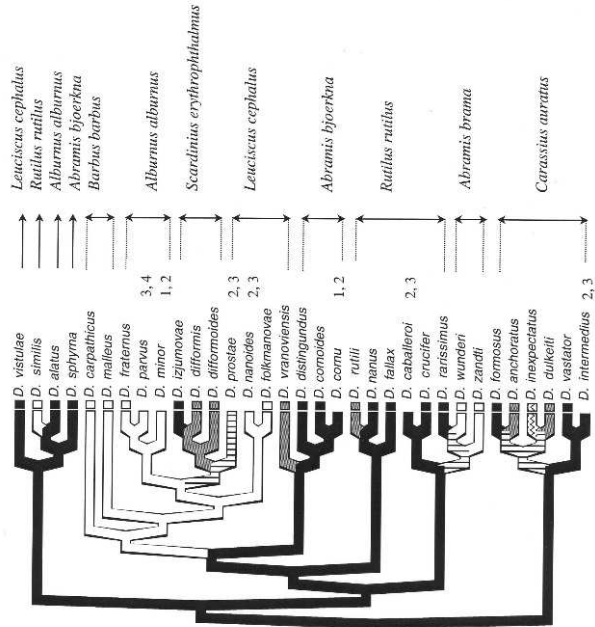


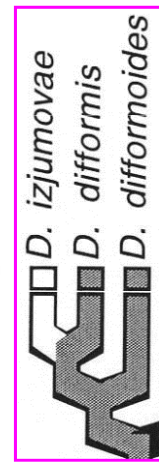
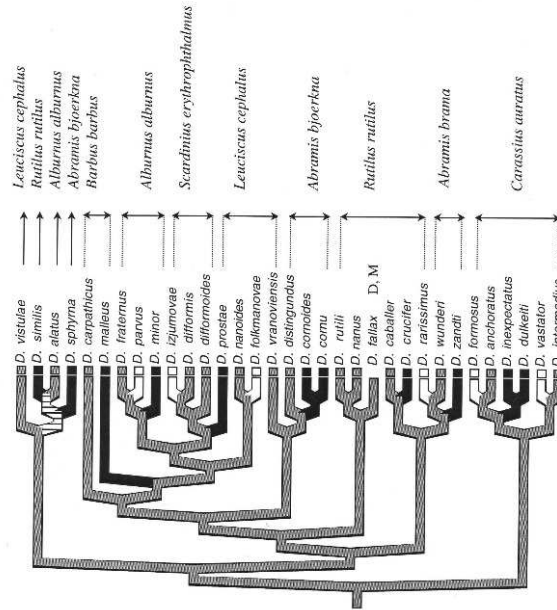
Figure 6B.



Arc  
unordered

- 1
- 2
- 3
- 4
- equivocal

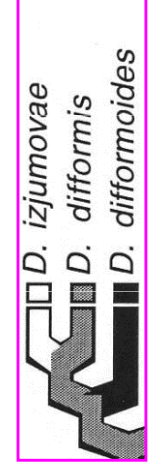
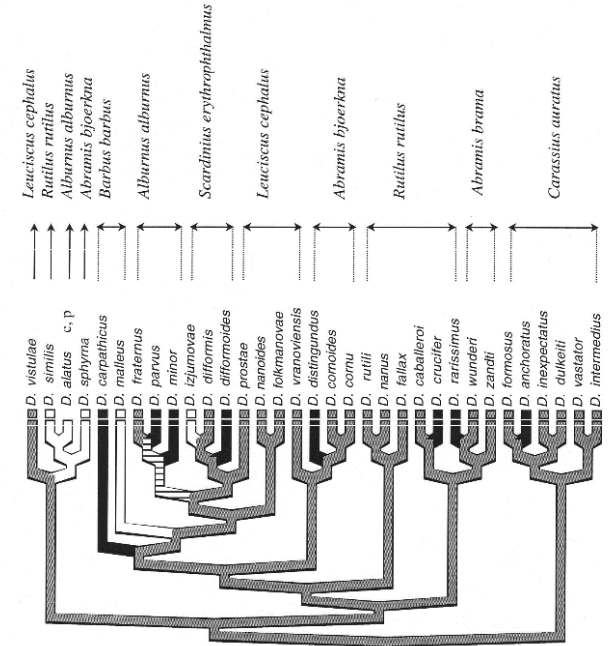
Figure 6C.



Segment  
unordered

- Dorsal
- Medial
- Ventral
- equivocal

Figure 6D.



Area  
unordered

- Distal
- Central
- Proximal
- equivocal

# Kvantifikace ekologické niky

- ▶ Šířka niky podle Levinse (1968)

$$B = \frac{1}{\sum (p_j^2)}$$

kde  $p_j$  je proporce jedinců parazita nalezených v sektoru  $j$

- ▶ Renkonenův index pro přesah (Renkonen, 1938)

$$R = 1 - \frac{\sum |p_{ia} - p_{ja}|}{2}$$

kde  $p_{ia}$  je proporce jedinců daného druhu  $i$  v sektoru  $a$ , a  $p_{ja}$  je proporce jedinců druhu  $j$  v sektoru  $a$

Děkuji za pozornost