

# 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.**



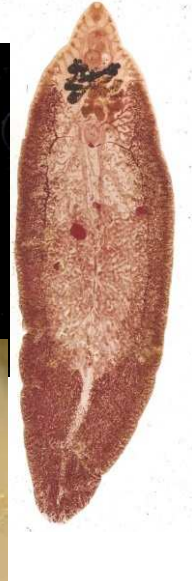
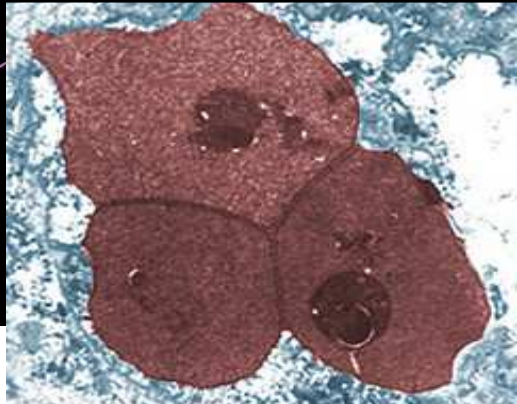
**Parazit** – organismus (mikroorganismus, rostlina, živočich), který žije na těle nebo uvnitř těla jiného organismu (hostitele), živí se na jeho úkor a tím mu škodí.

**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

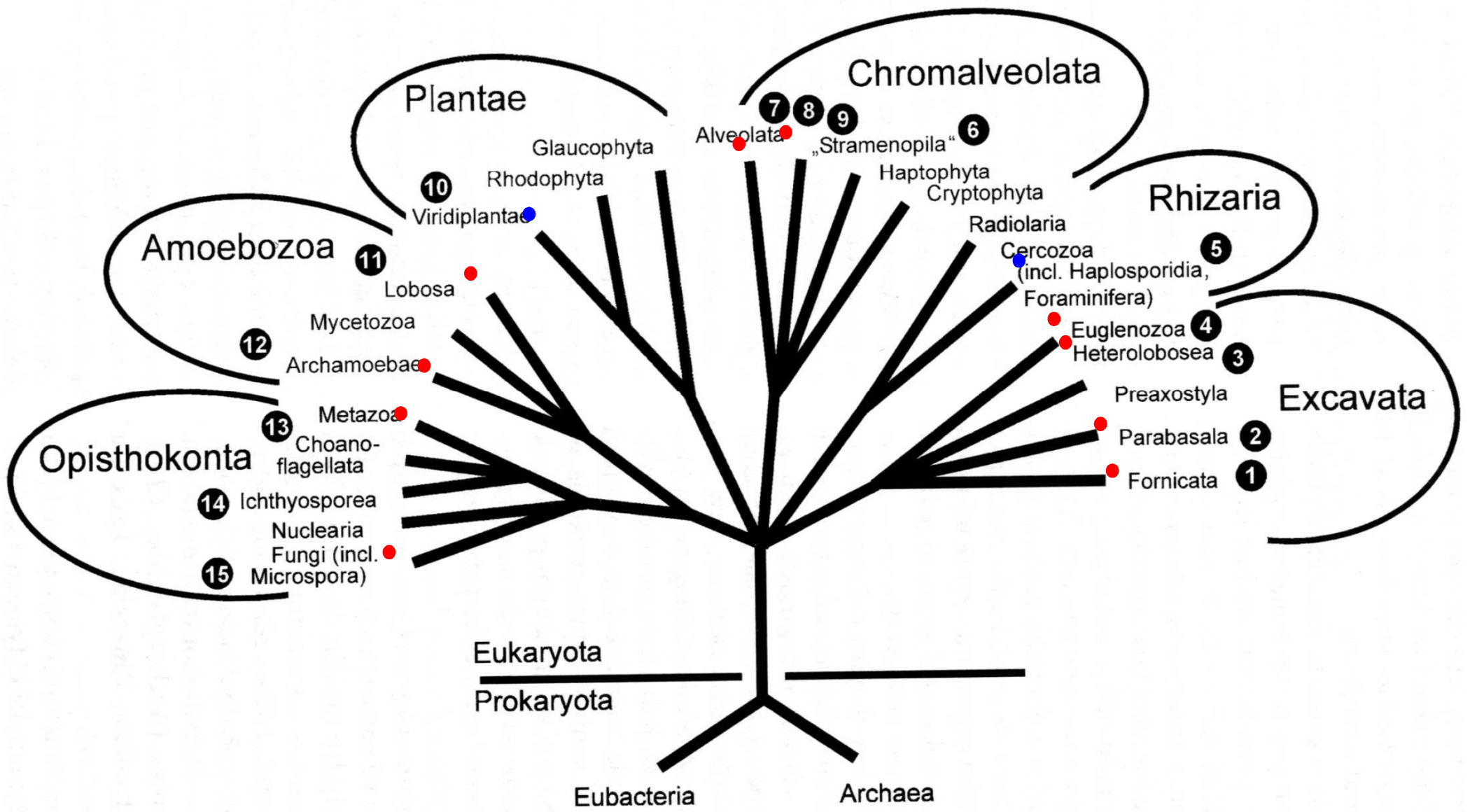
**Parazitismus** – velmi rozšířený biologický jev  
úspěšná životní strategie

## Počet druhů cizopasníků

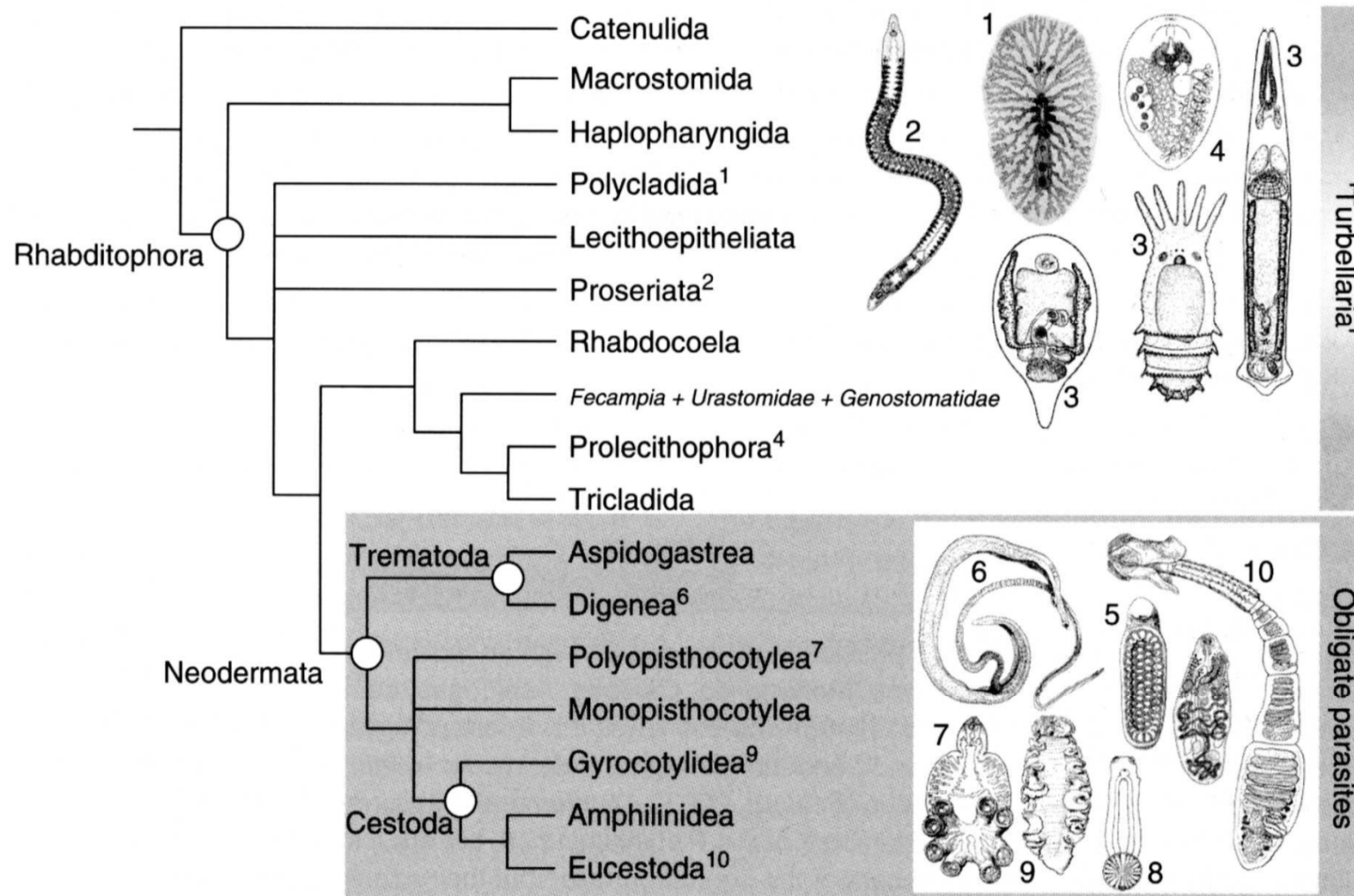
### Plantae

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



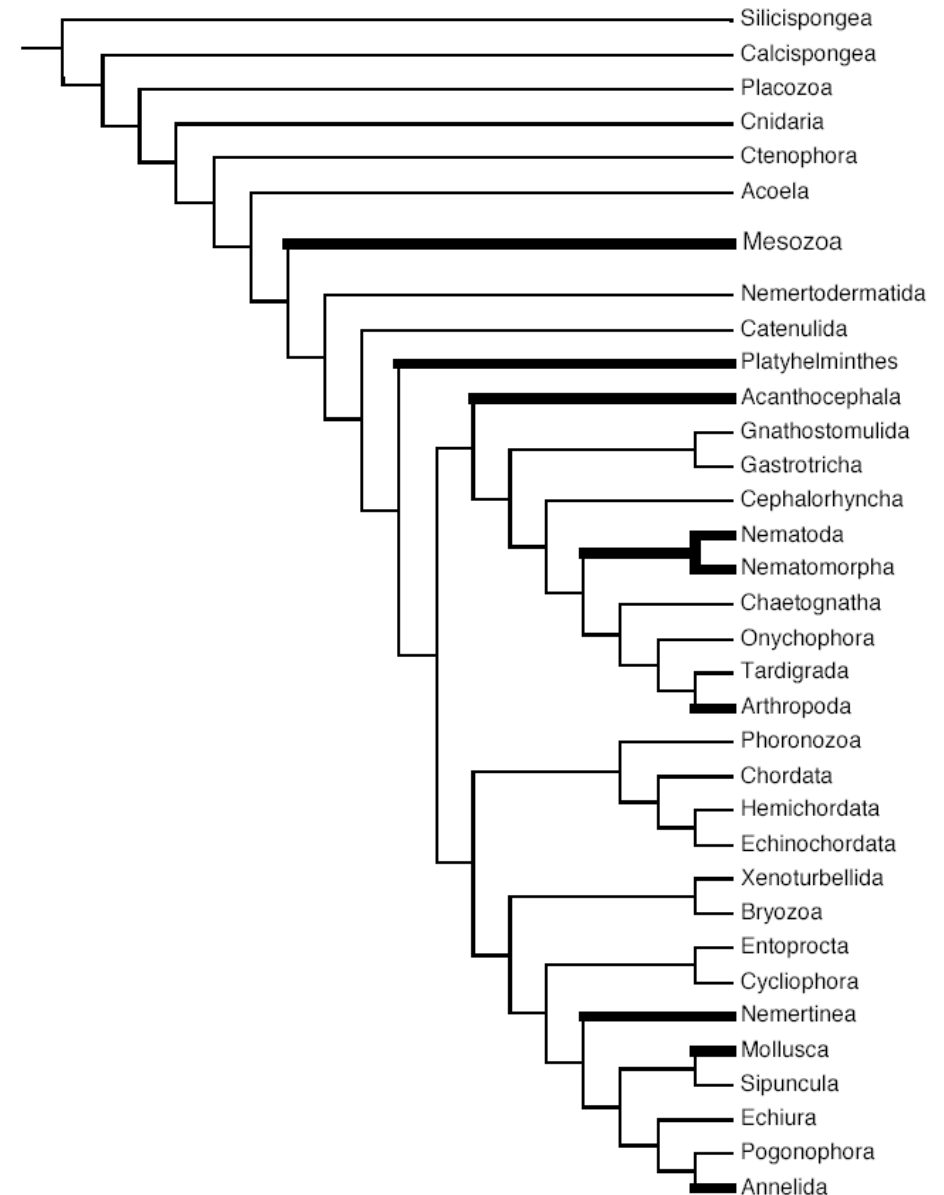
# Evoluční vztahy hlavních skupin Platyhelminthes



**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

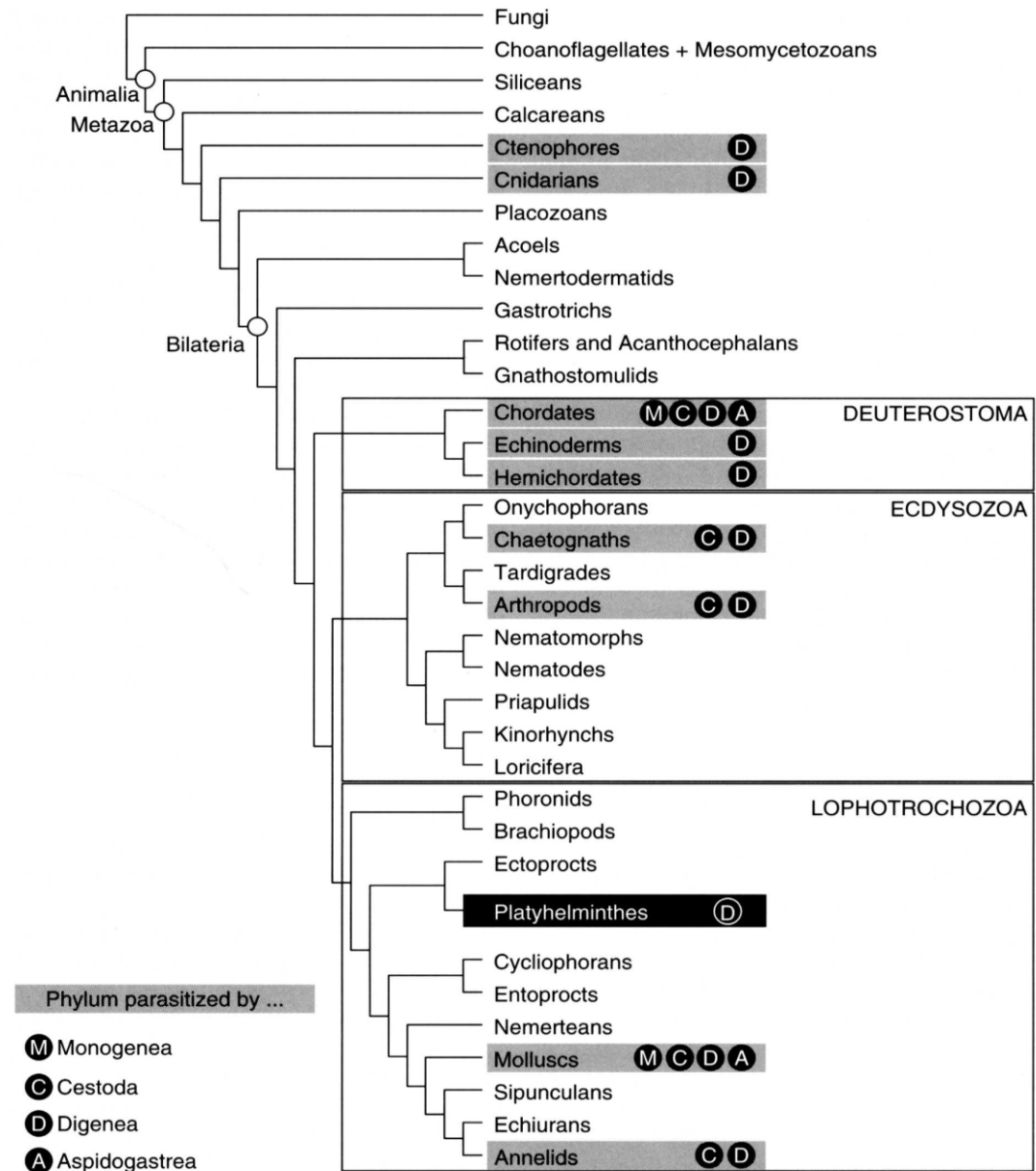
1,000,000 popsaných druhů  
Eucaryot  
100,000 popsaných druhů  
parazitů



(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.

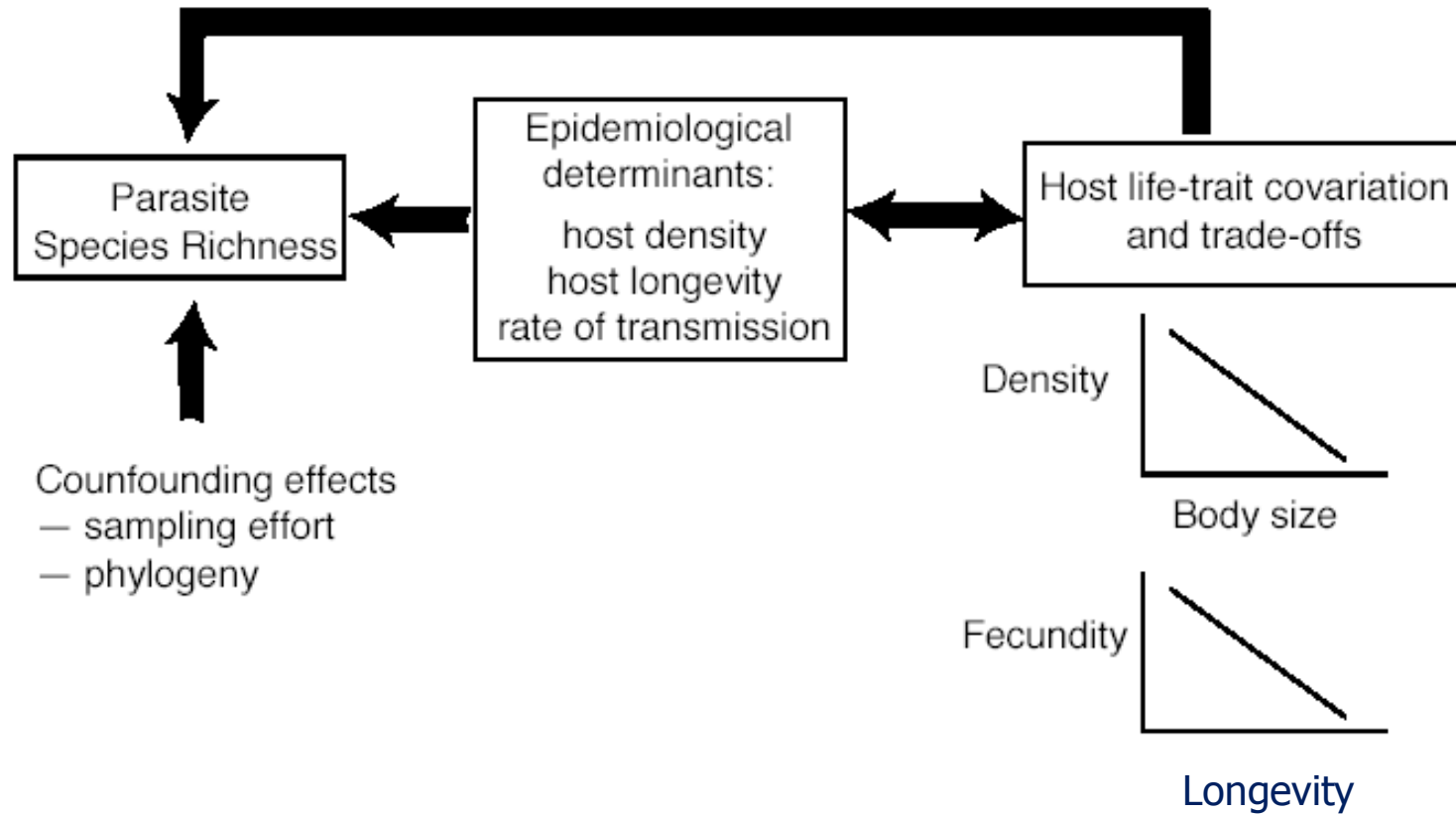


# Současný stav poznání diverzity cizopasníků

>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 Bureson 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

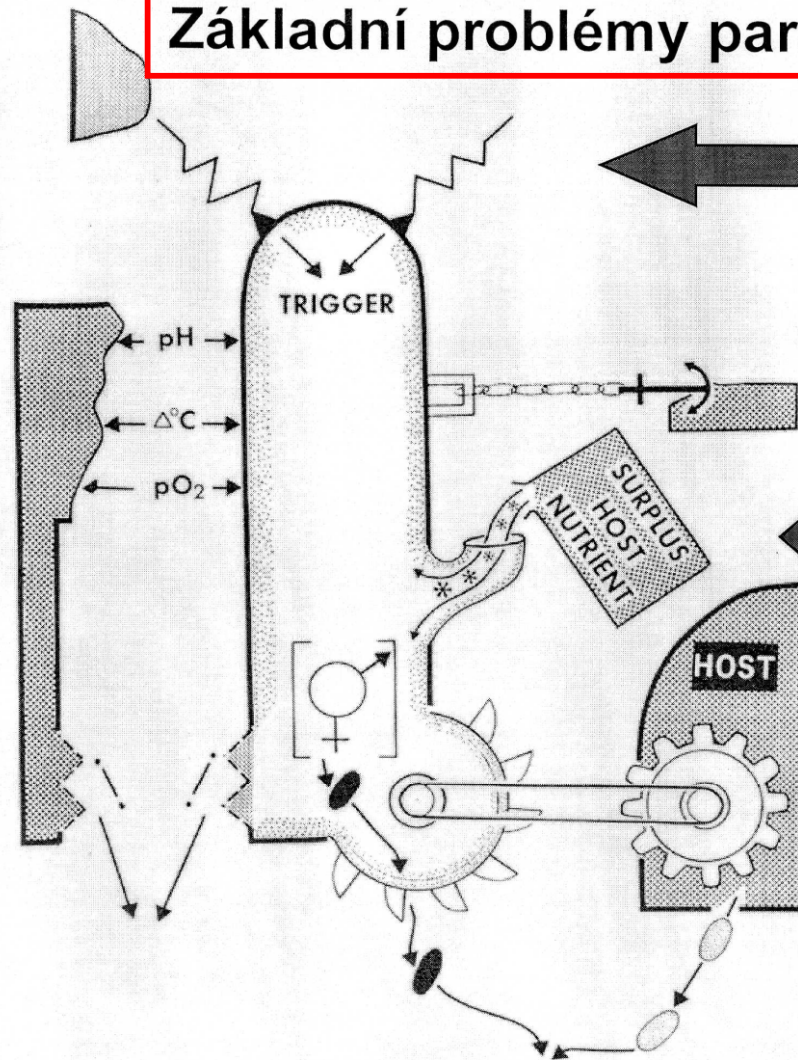
# Determinants of parasite diversity



## 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 extrémní vnějšího prostředí
- 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 specifičnost 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>

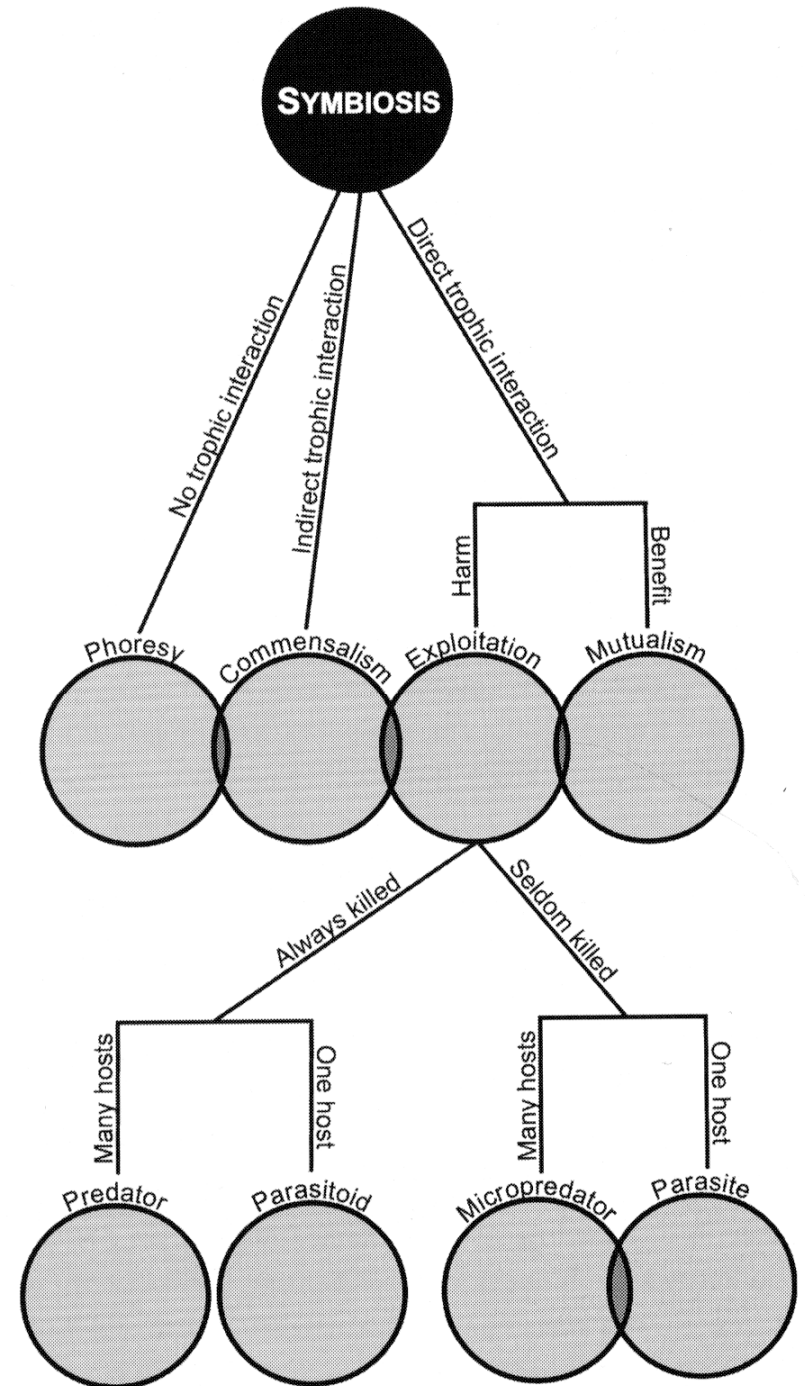
**Parazitismus = forma symbiosy**

## **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



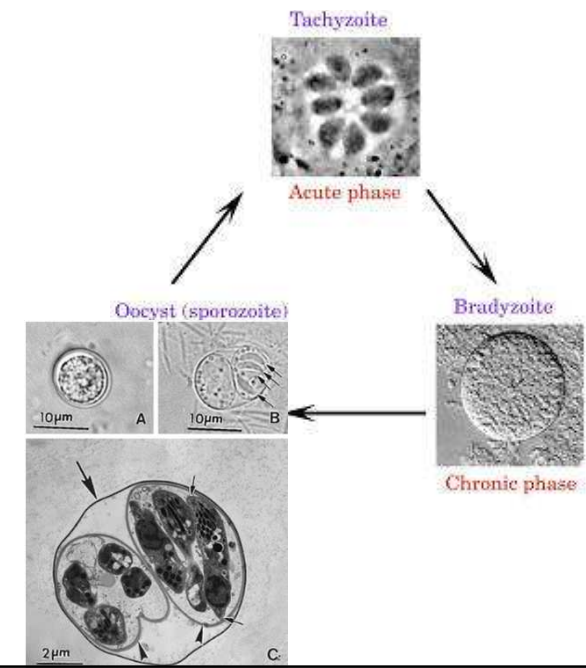
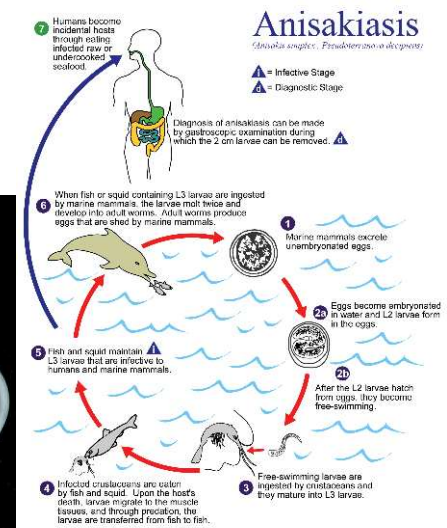
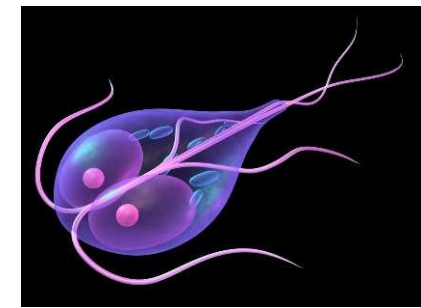
# Typický parazit

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

▶ Hostitel přežívá

▶ Anderson & 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**

- Parazitiční prvoci - protozoologie
- Parazitiční helminti - helmintologie
- Parazitiční 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**

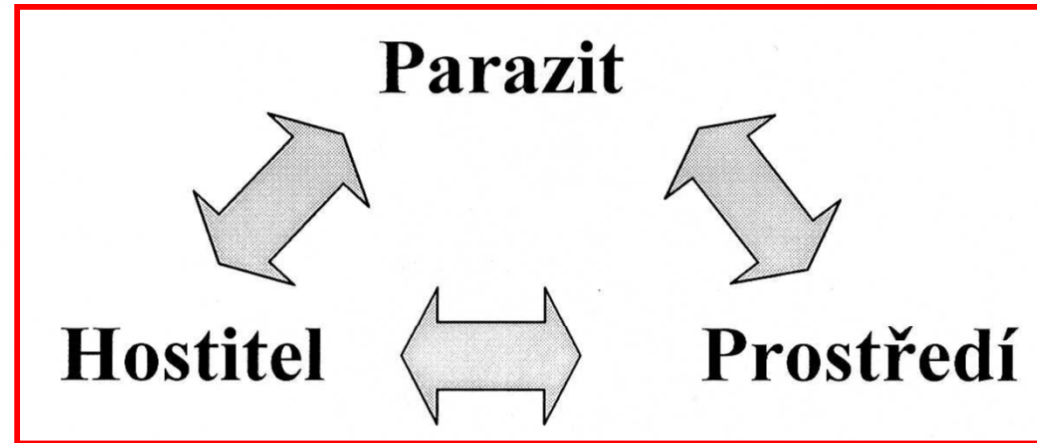
# Podle způsobu výživy

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

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

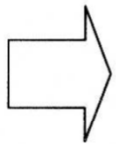
**Specifičnost cizopasníka**





**Vzájemné působení:**

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



**Ekologická podstata parazitologie**

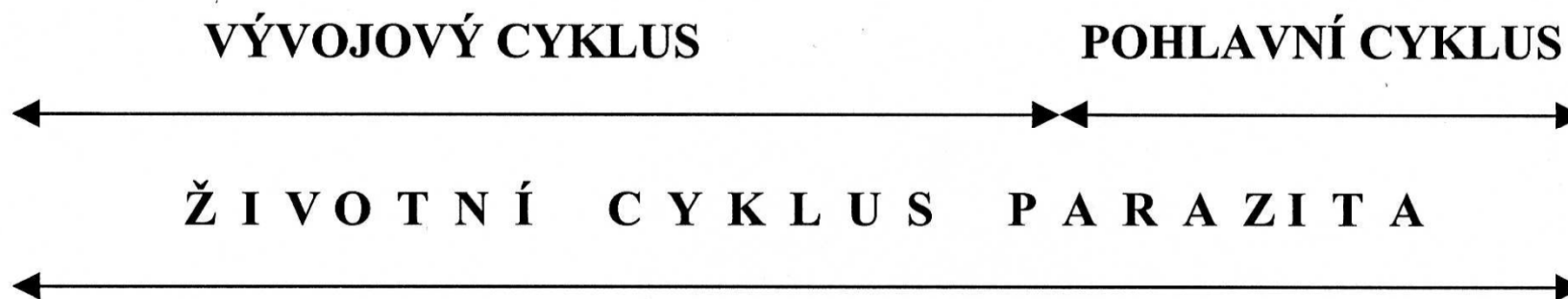
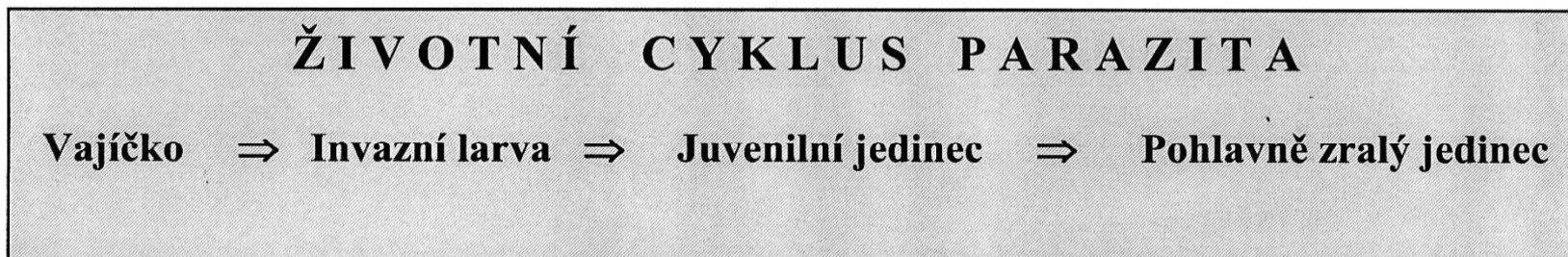
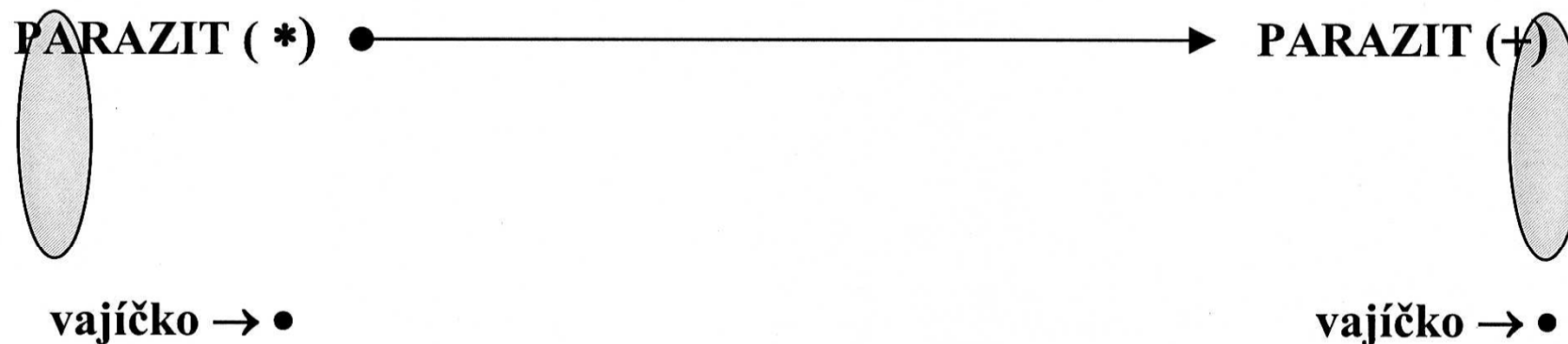
**Spolupůsobení prostředí 1. a 2. řádu na životní cyklus parazita**

# **Životní cyklus parazita**

**Pojem cyklus v parazitologii:**

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

# Co to je životní cyklus parazita ?



## **DEFINICE ŽIVOTNÍHO CYKLU PARAZITA:**

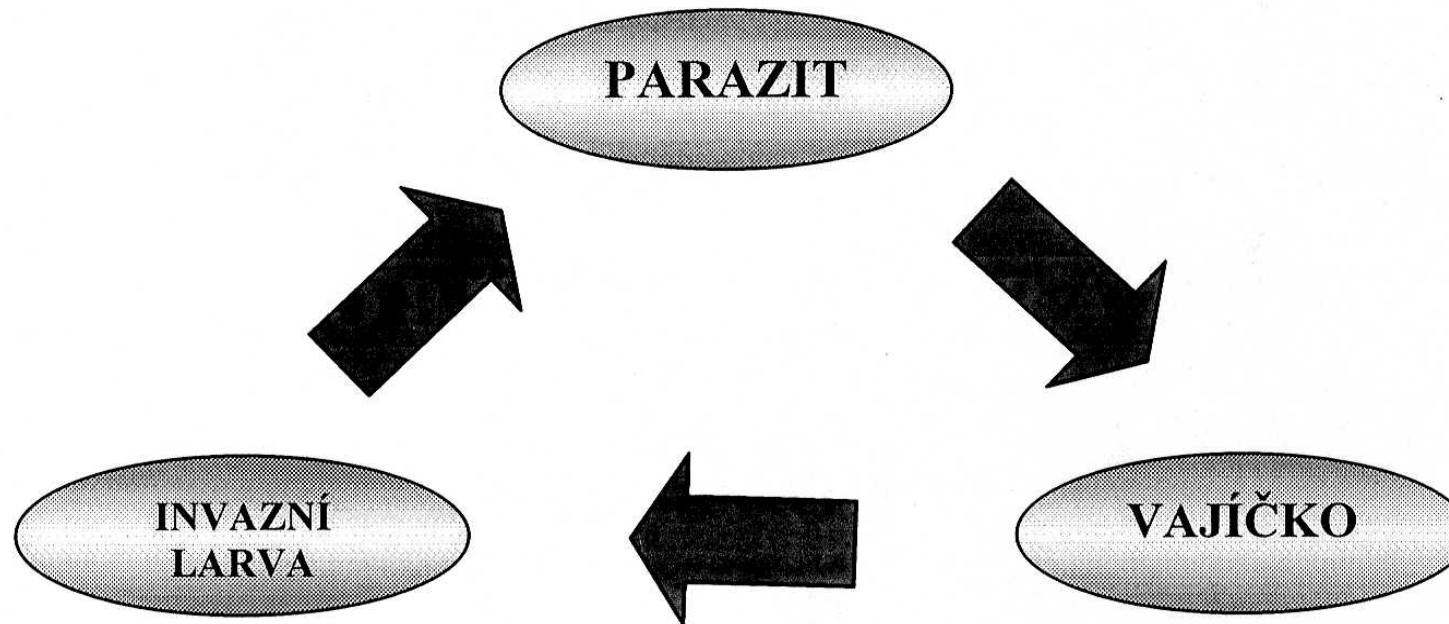
**„Životní cyklus zahrnuje všechny jevy probíhající v komplexu Parazit – Hostitel – Prostředí od vzniku vajíčka v mateřském jedinci do smrti z tohoto vajíčka vzniklého potomstva, včetně všech vývojových stádií dceřinných jedinců morfologicky nestejnorodých s jedincem mateřským.“**

**Typy životních cyklů parazitů:**

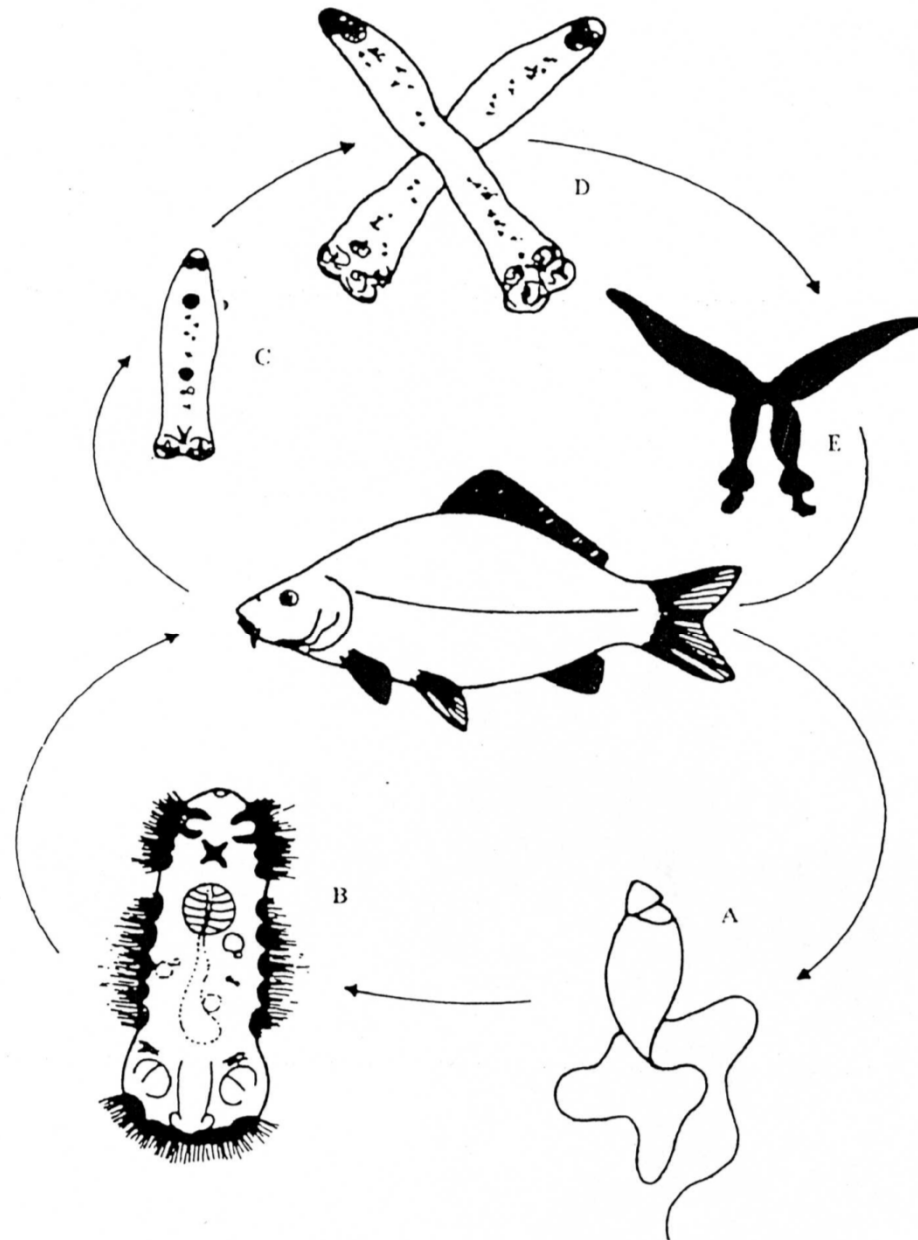
1) přímý (geohelminți)

2) nepřímý (biohelminți)

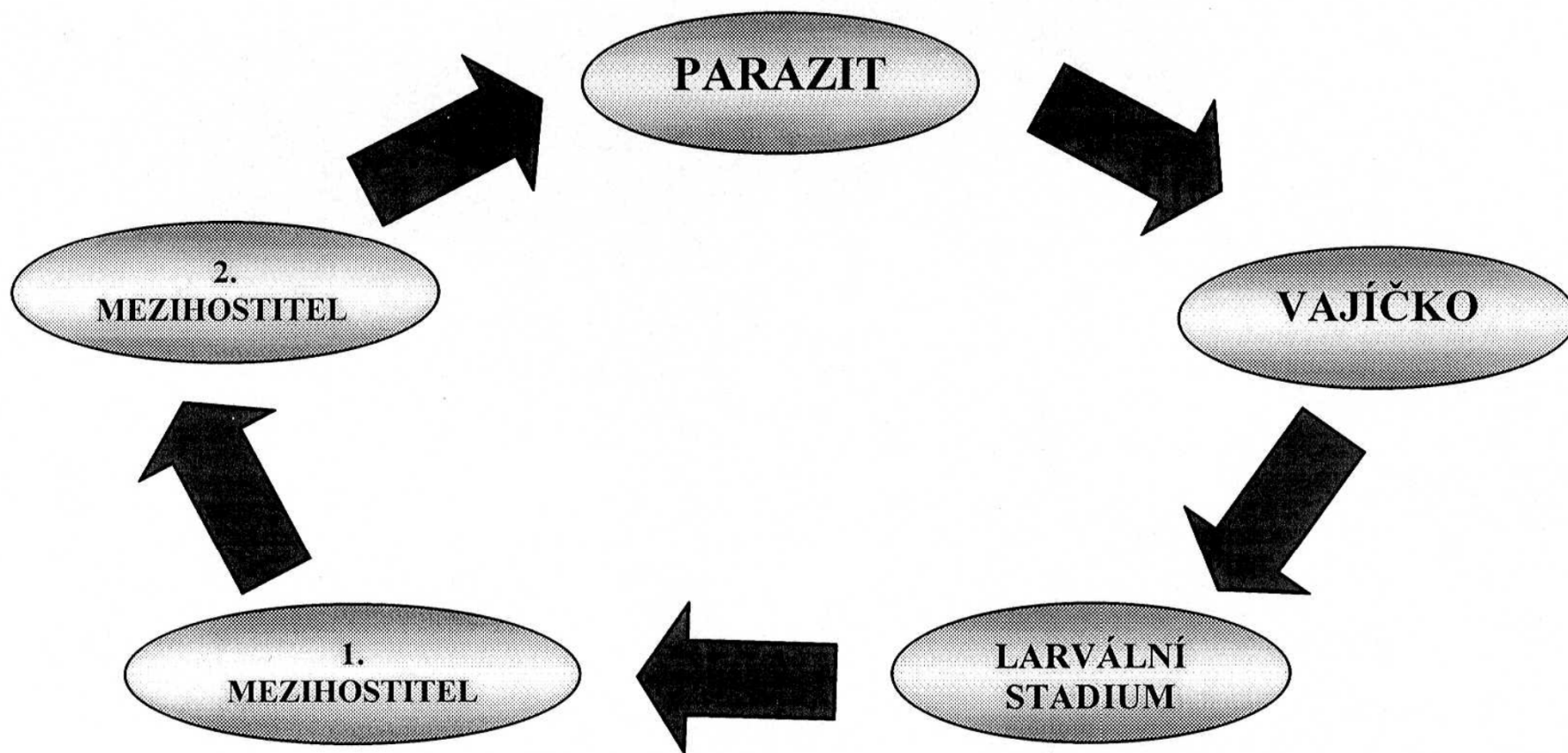
## **PŘÍMÝ VÝVOJ**



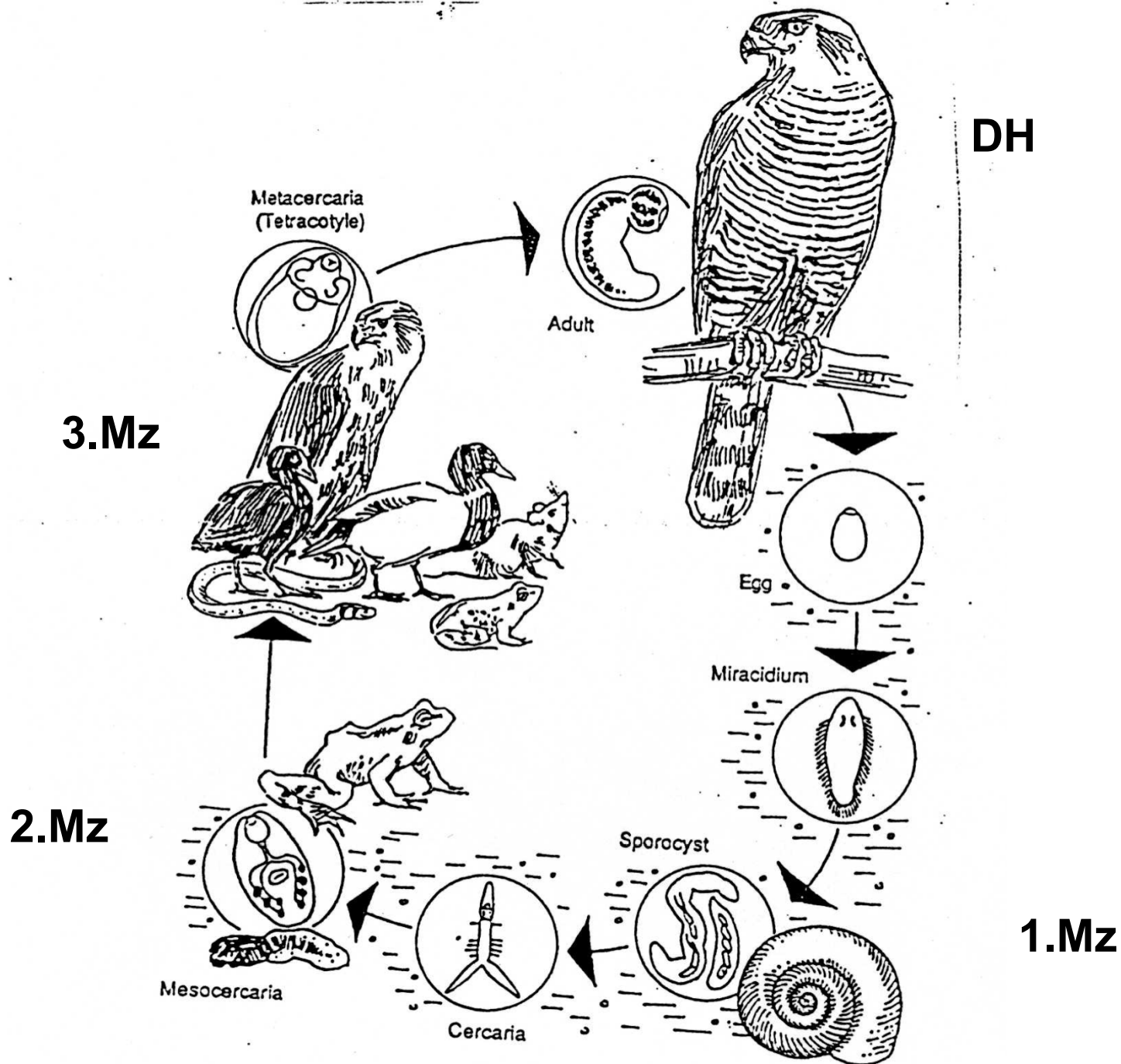
# Životní cyklus přímý



# 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

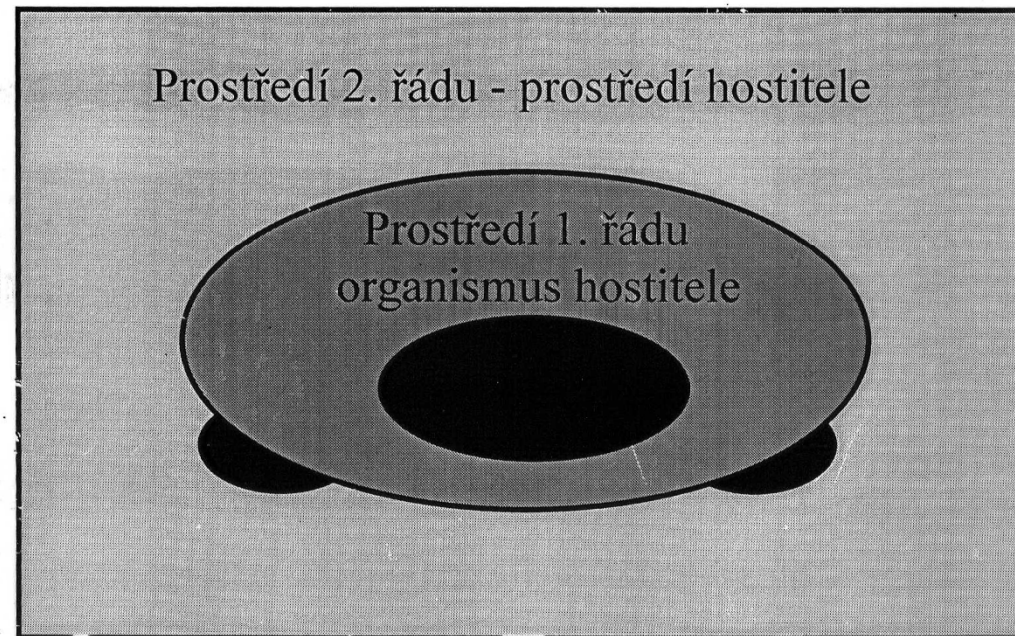
# Organismus hostitele jako prostředí

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:**

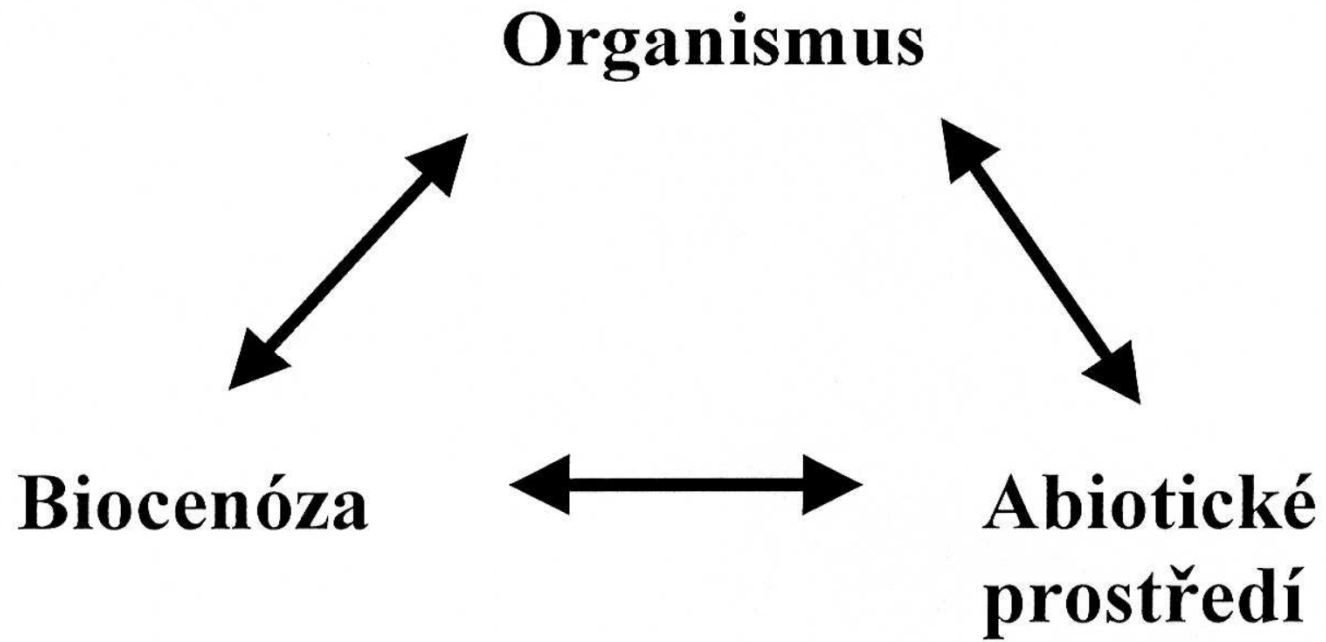
- **pH:** ústní dutina = 6.7 (5.6 – 7.6) člověk  
žaludek = 1.49 – 8.38 člověk  
duodenum = 6.7 (5.1 – 7.8)
- **oxidačně-redukční potenciál** (důležité pro transport elektronů)
- **kyslík** (umožňuje aerobní metabolismus)
- **další plyny** (hlavně CO<sub>2</sub>)
- **žluč** (významný “trigger“ = exystování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

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

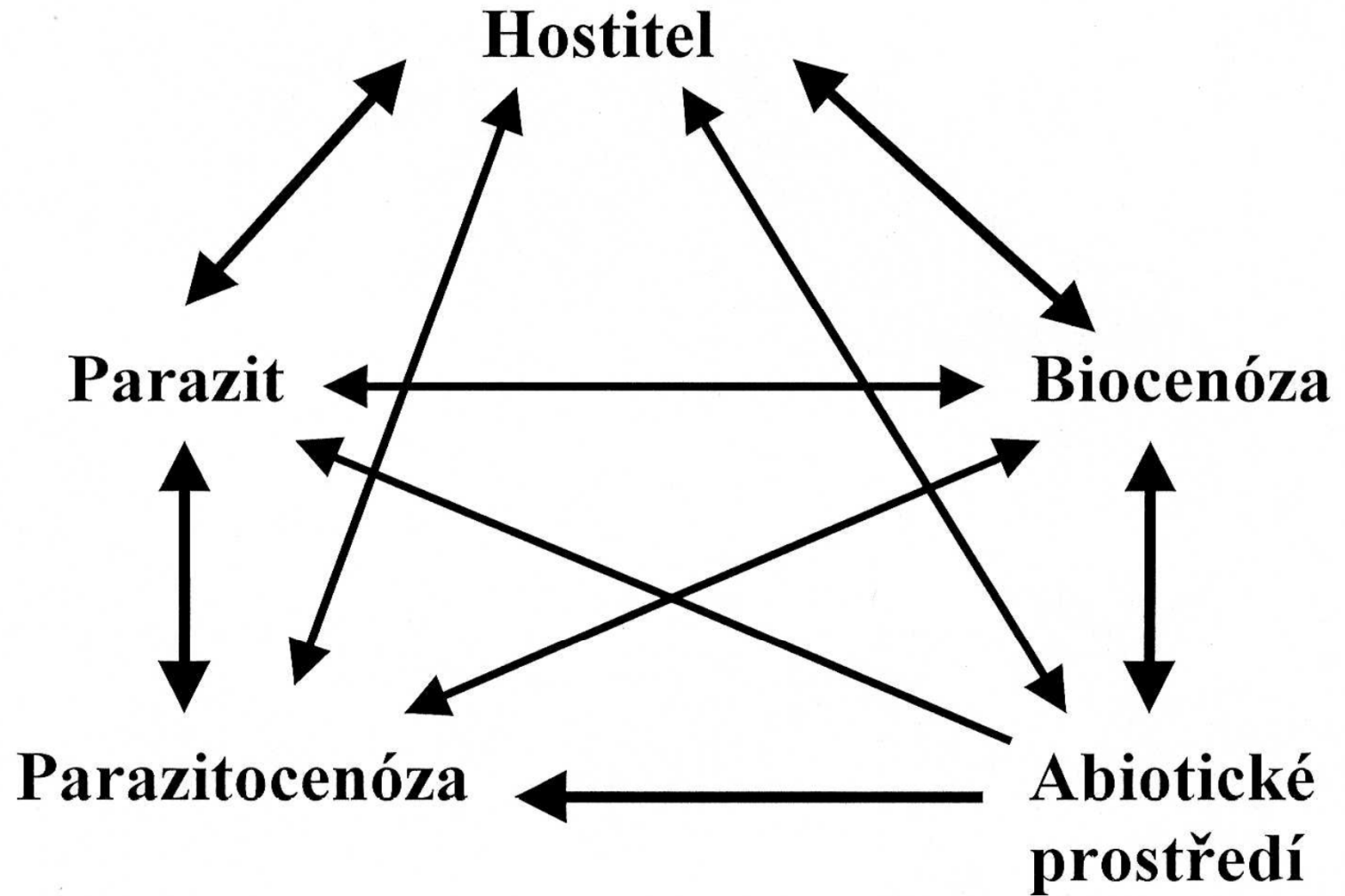
**TKÁNĚ:** svalovina (*Sarcocystis, Trichinella*)  
játra: (*kokcidie*)  
cerebrospinální mok: složení podobné krevní plasmě



# Ekologie:



# Parazitologie:



# Adaptace k parazitismu

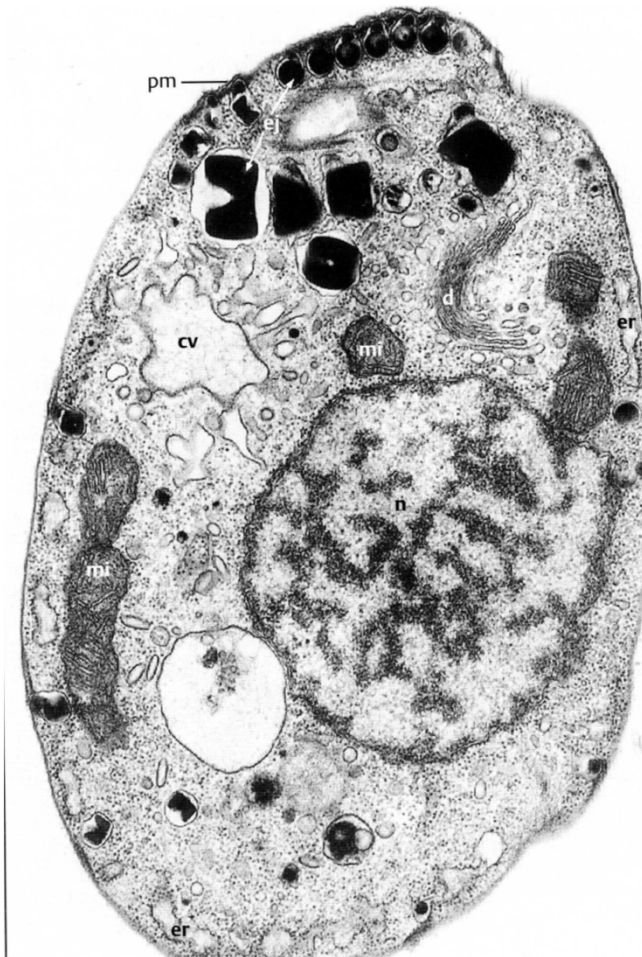
Protista (Protozoa)

Helminti

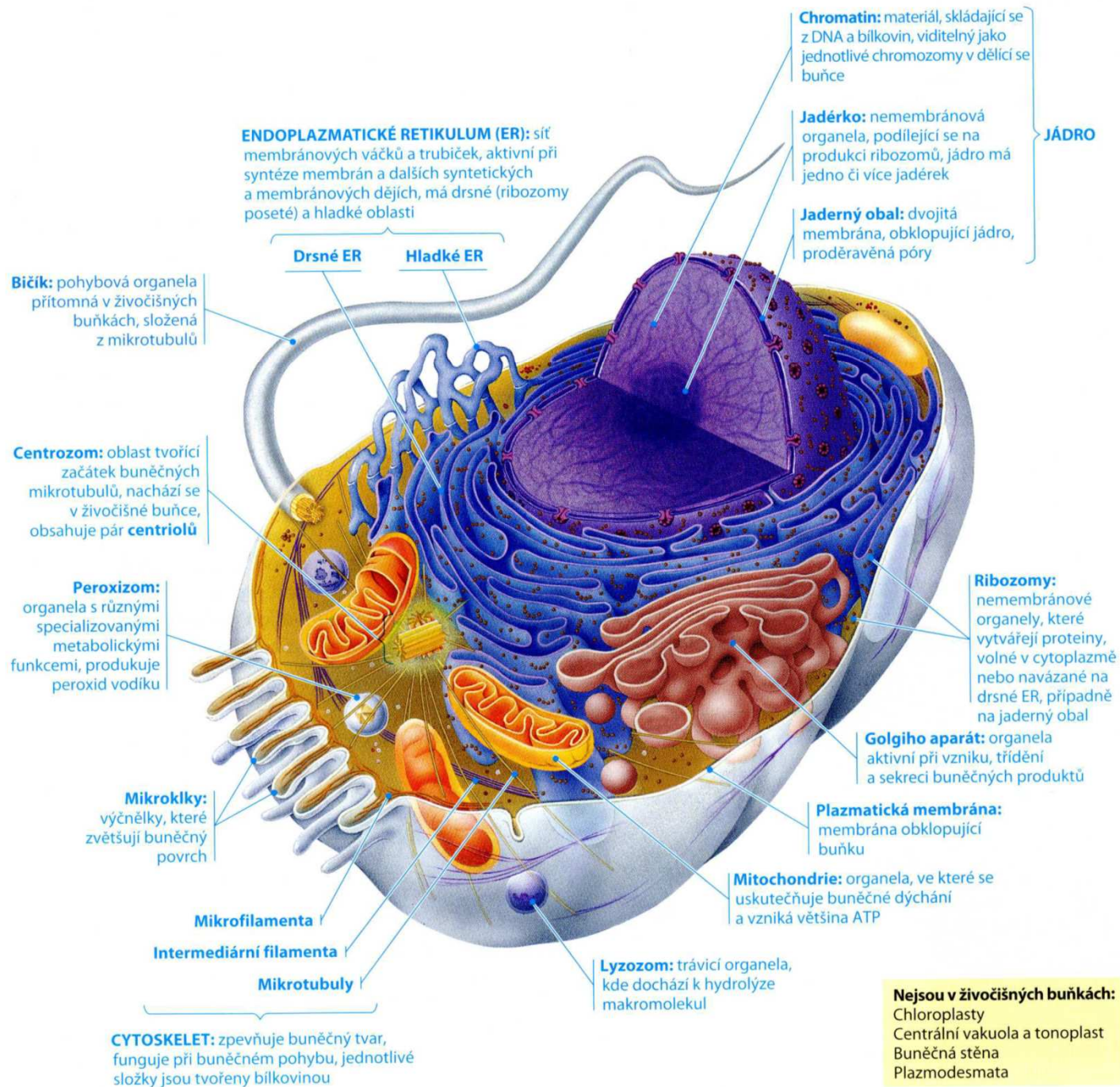
Členovci

# Adaptace prvoků k parazitismu

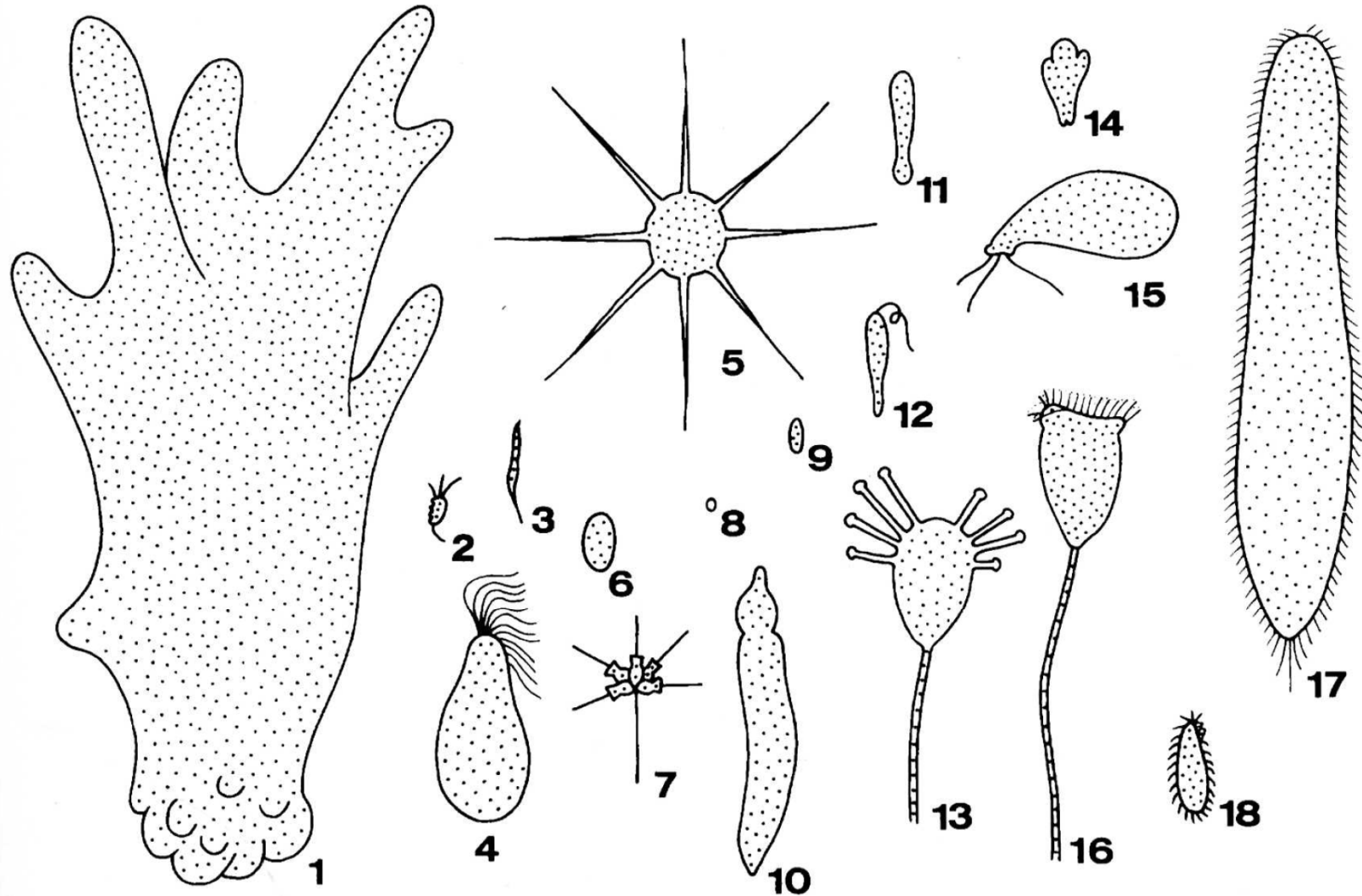
- Strukturální
- Biologické
- Fyziologické
- Biochemické
- Ekologické
- Molekulární



# Schéma živočišné buňky



# Tvarová různorodost prvoků





# Historie mikroskopické technika



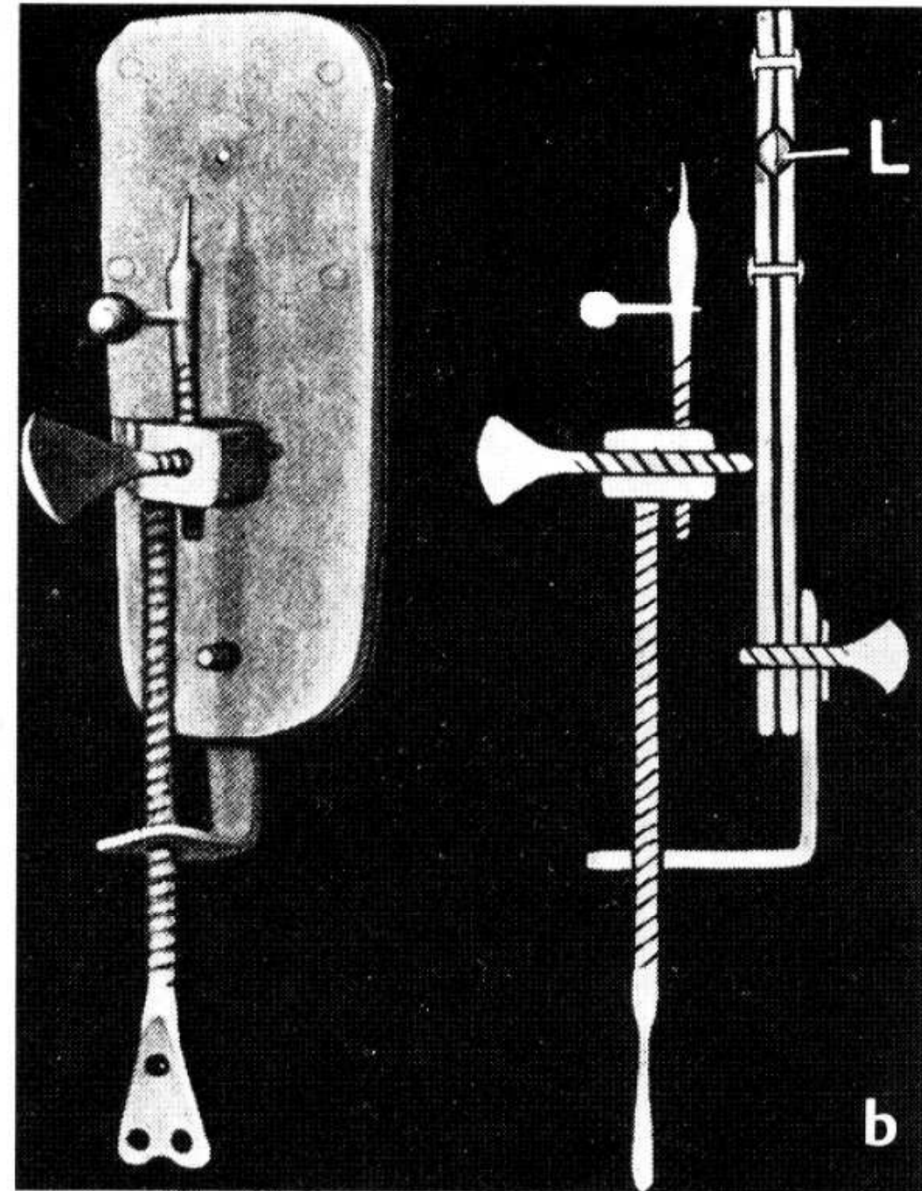
ANTONIUS A LEEUWENHOEK.

*Regia Societatis Londinensis  
membrum.*

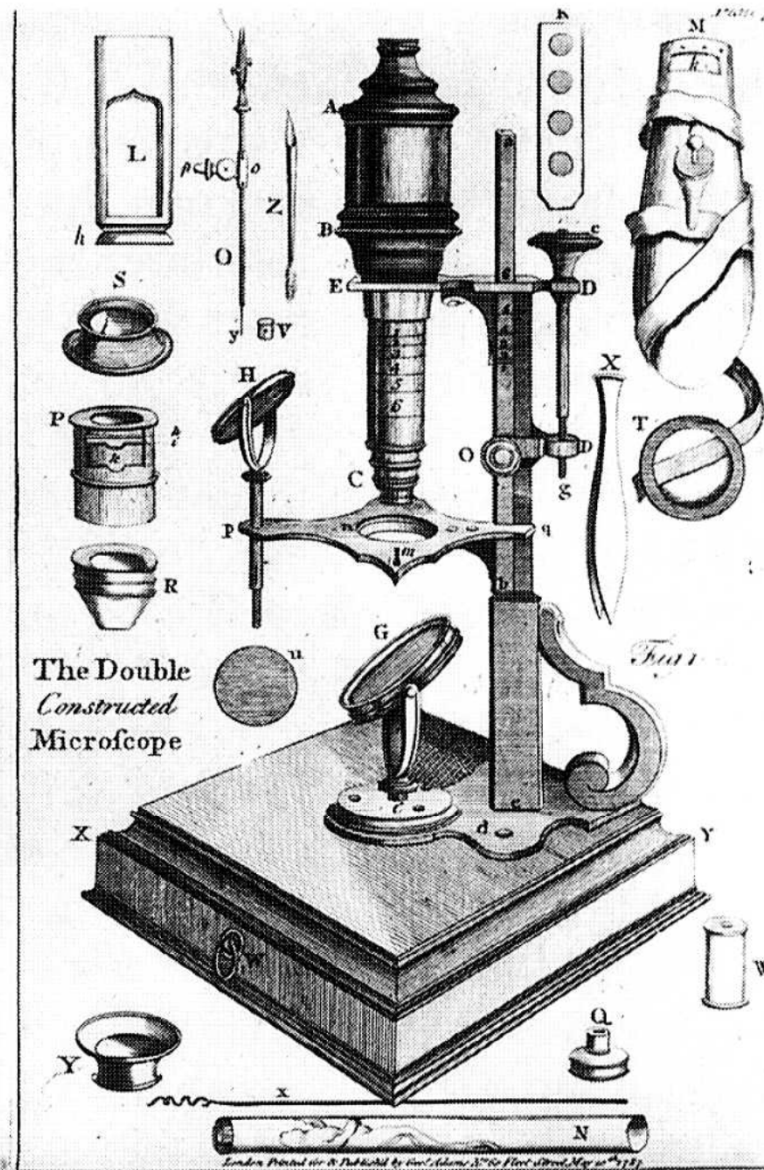
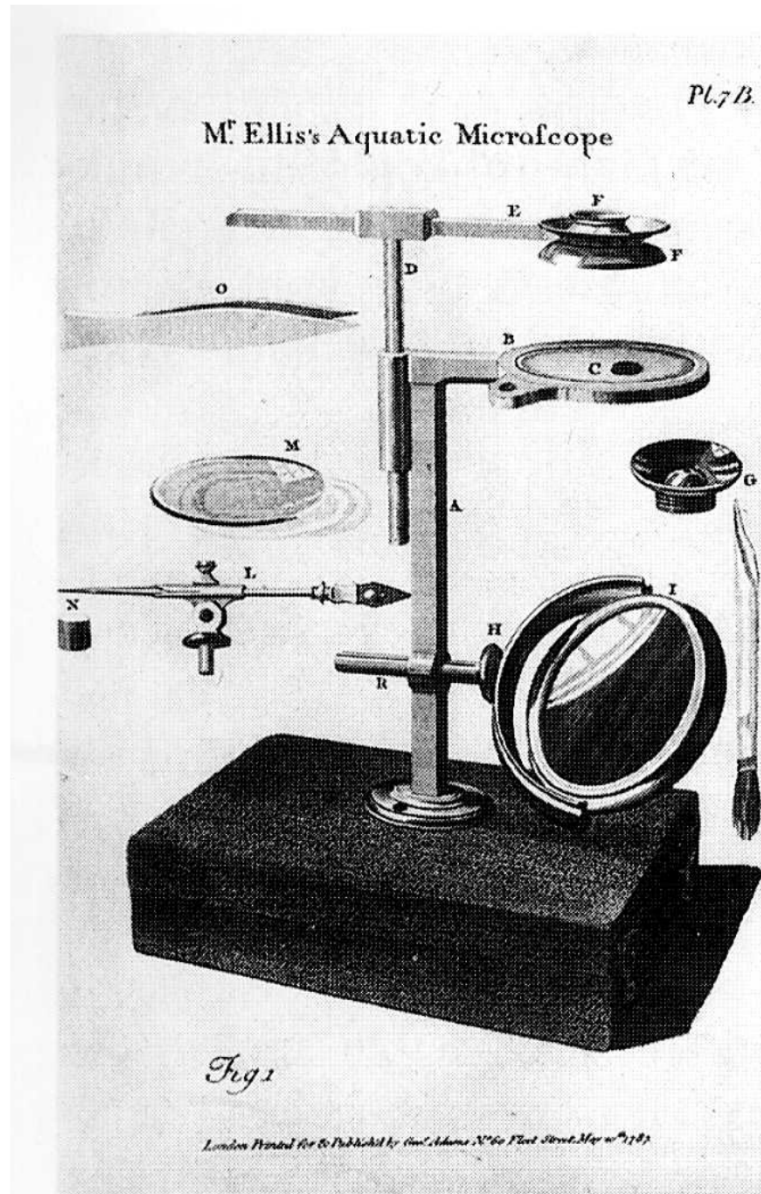
*J. Verkolje pinx.*

*A. de Blais fec.*

Obr. 2 Antony van Leeuwenhoek, zakladatel vědecké mikroskopie.

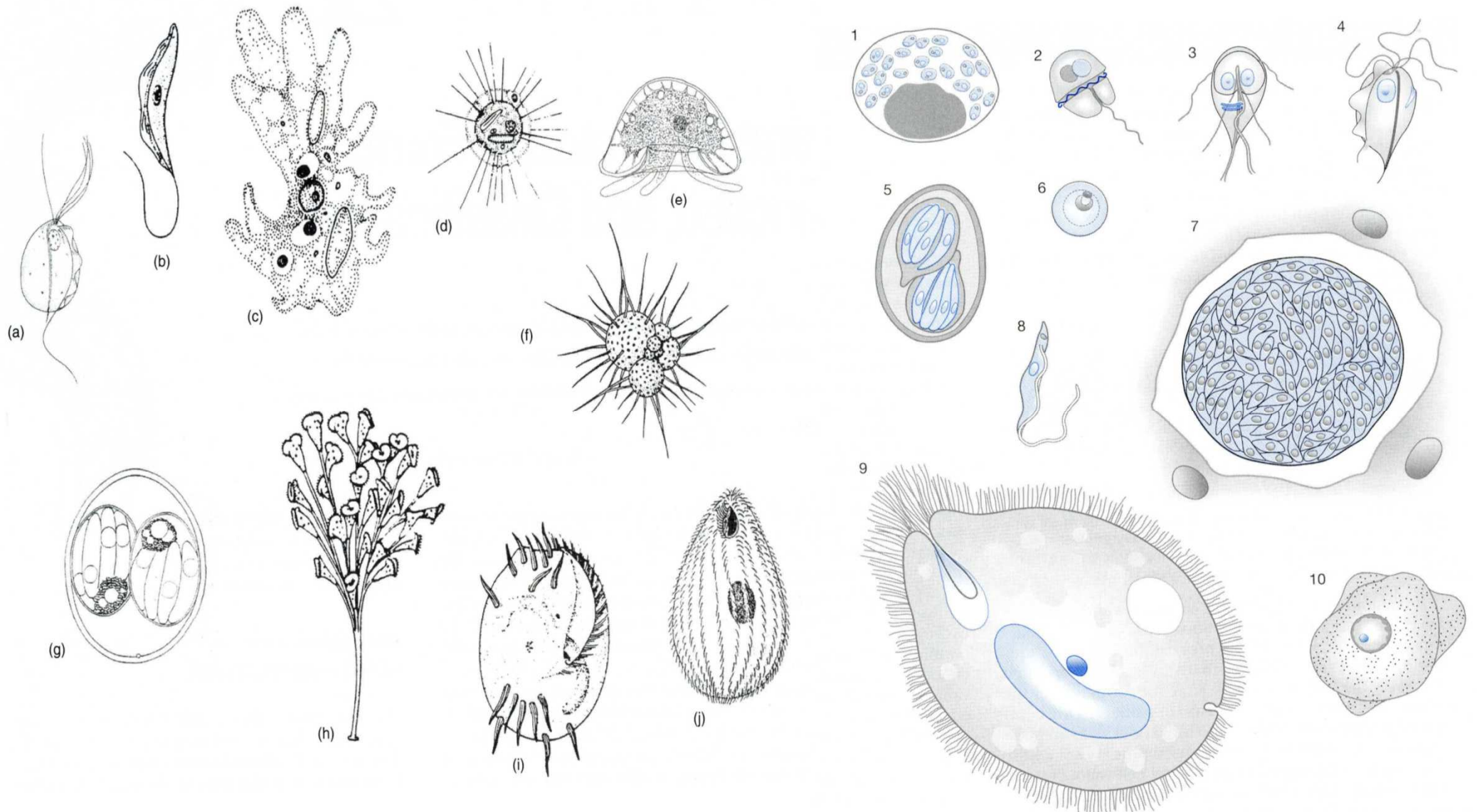


# Historie mikroskopické techniky

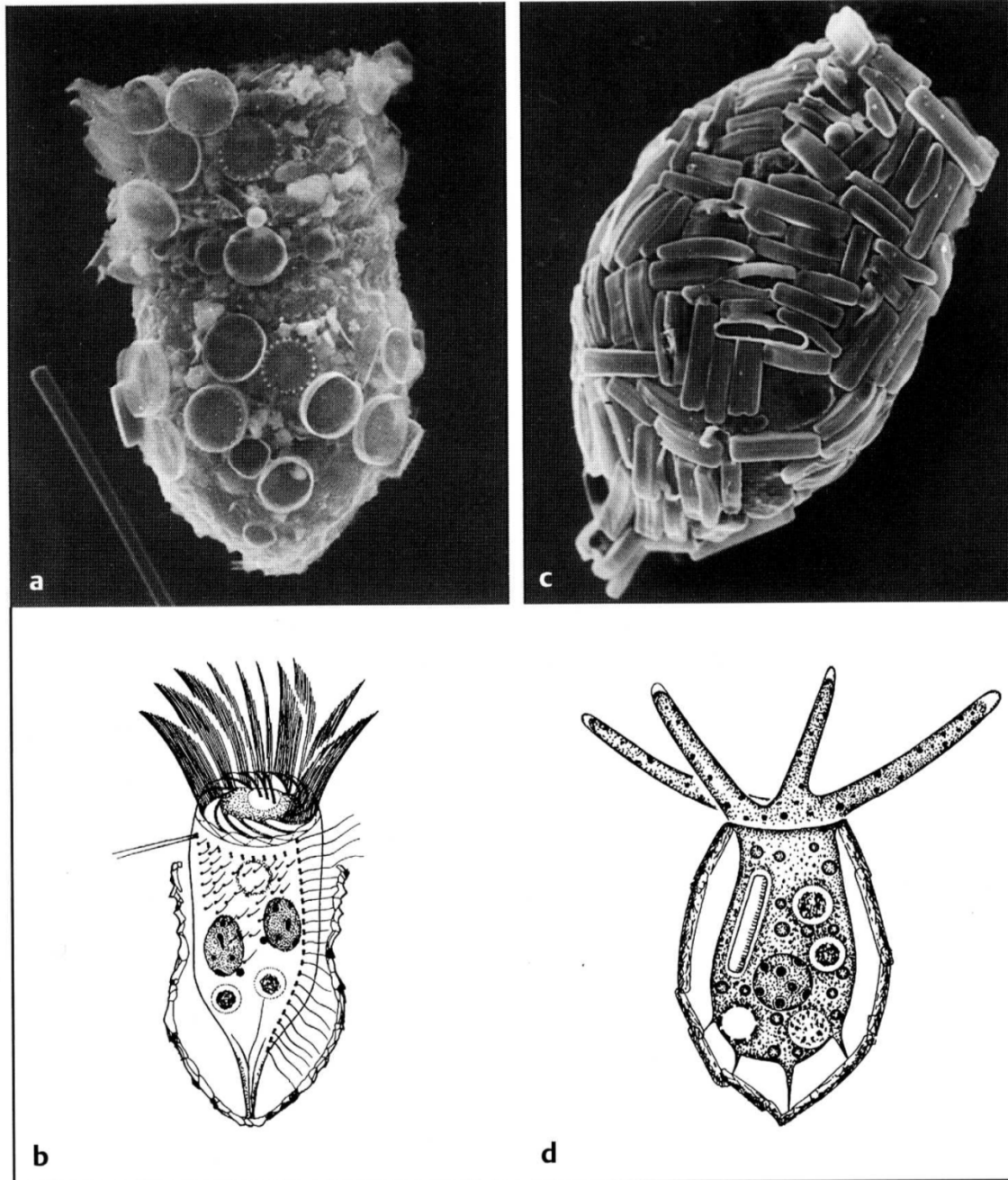




# Obrovská rozmanitost prvoků



# 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.

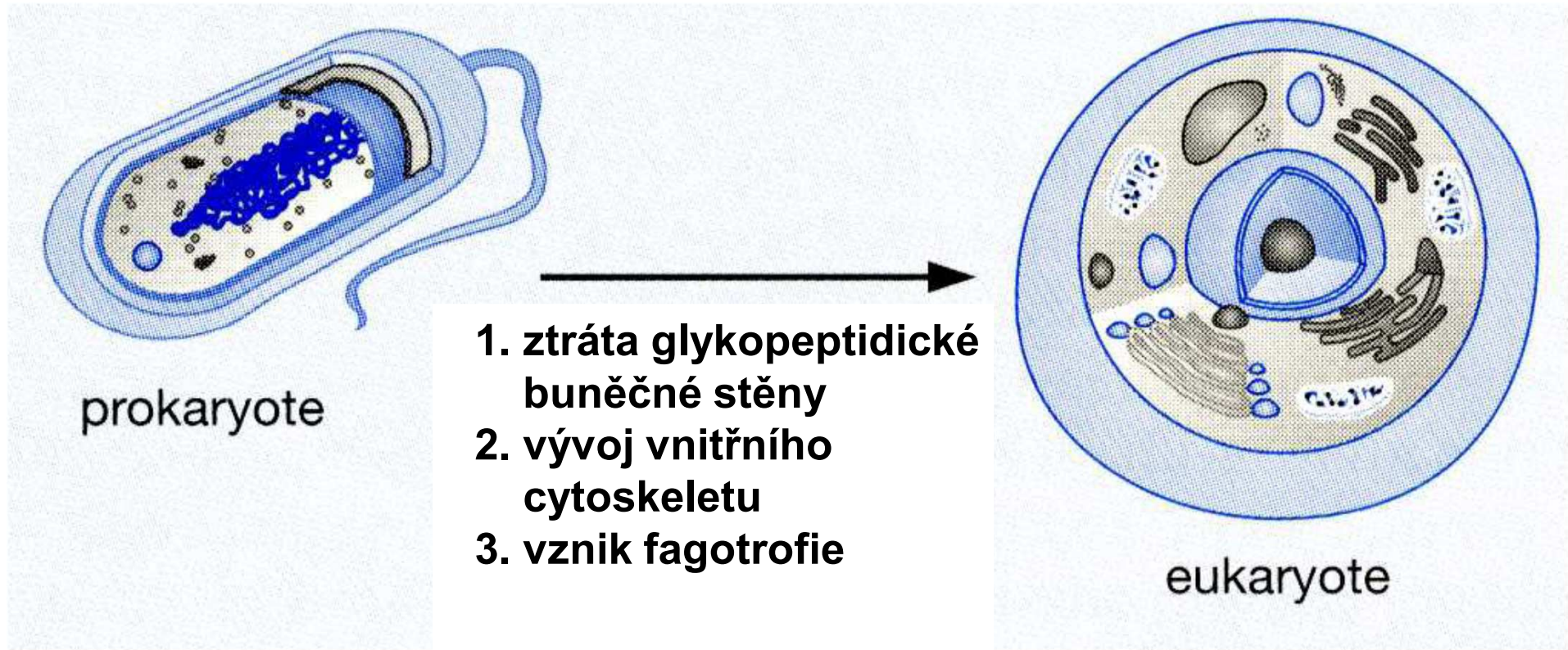
# Klasifikace prvoků „2000“ - základní klasifikace organismů – 6 říší – 3 domény života

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



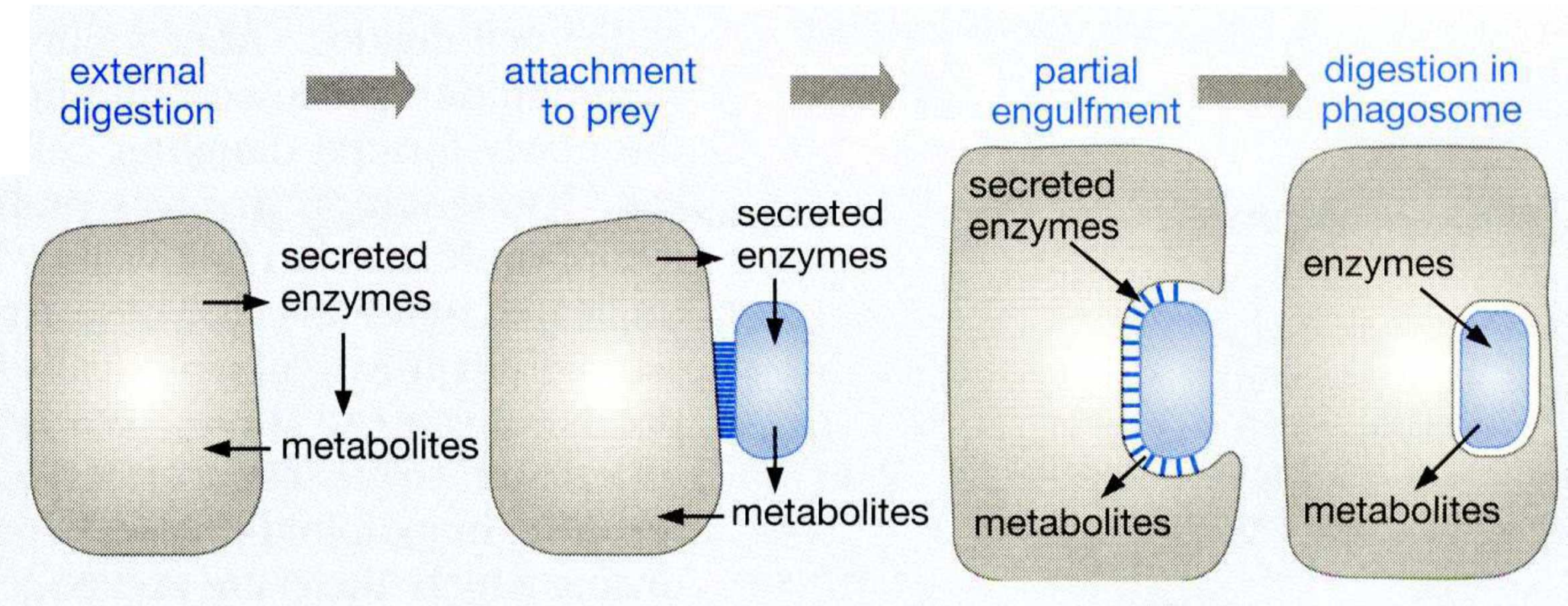


# Hlavní události v evoluci eukaryot



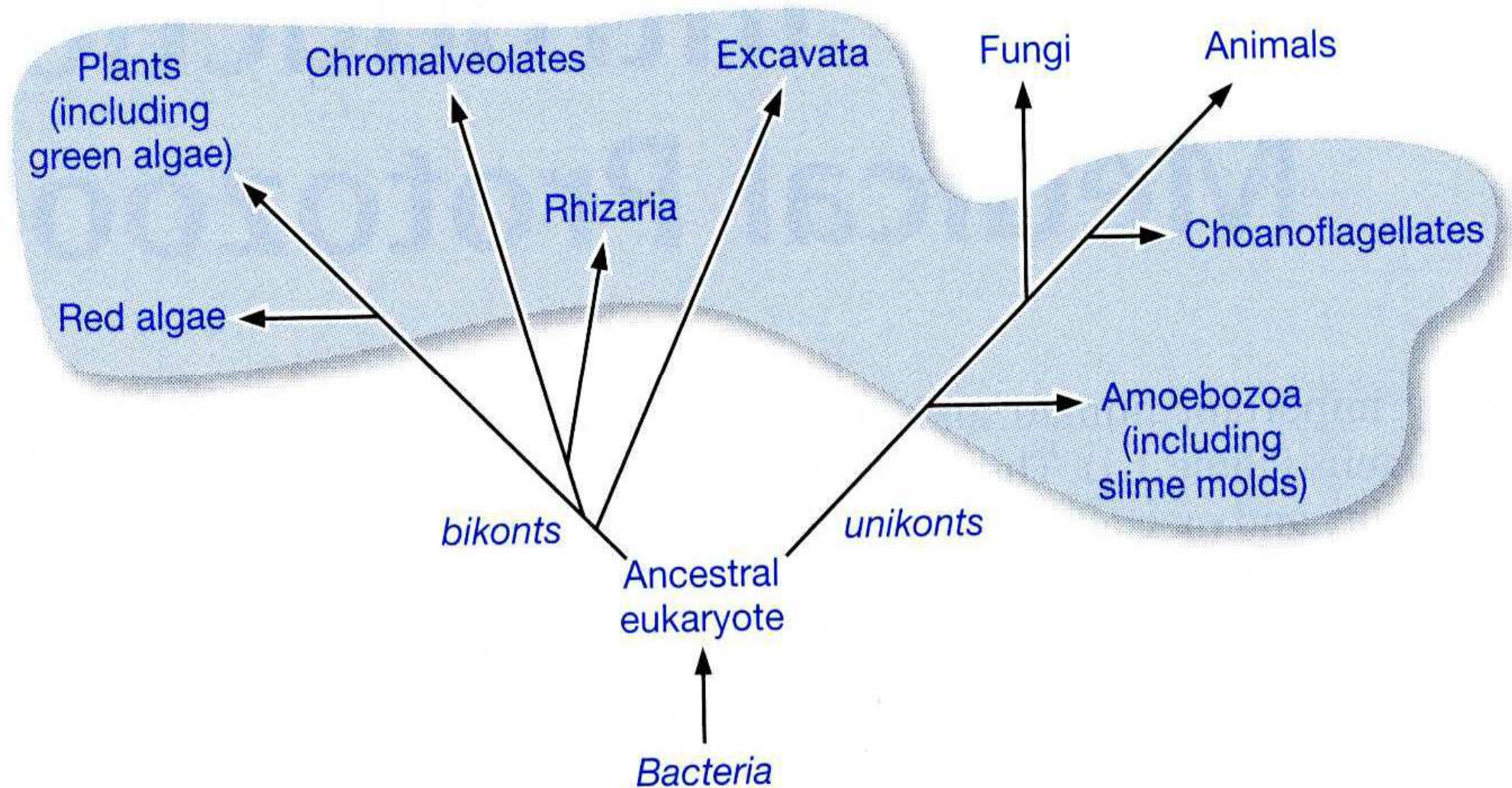


# Vznik a vývoj fagotrofie

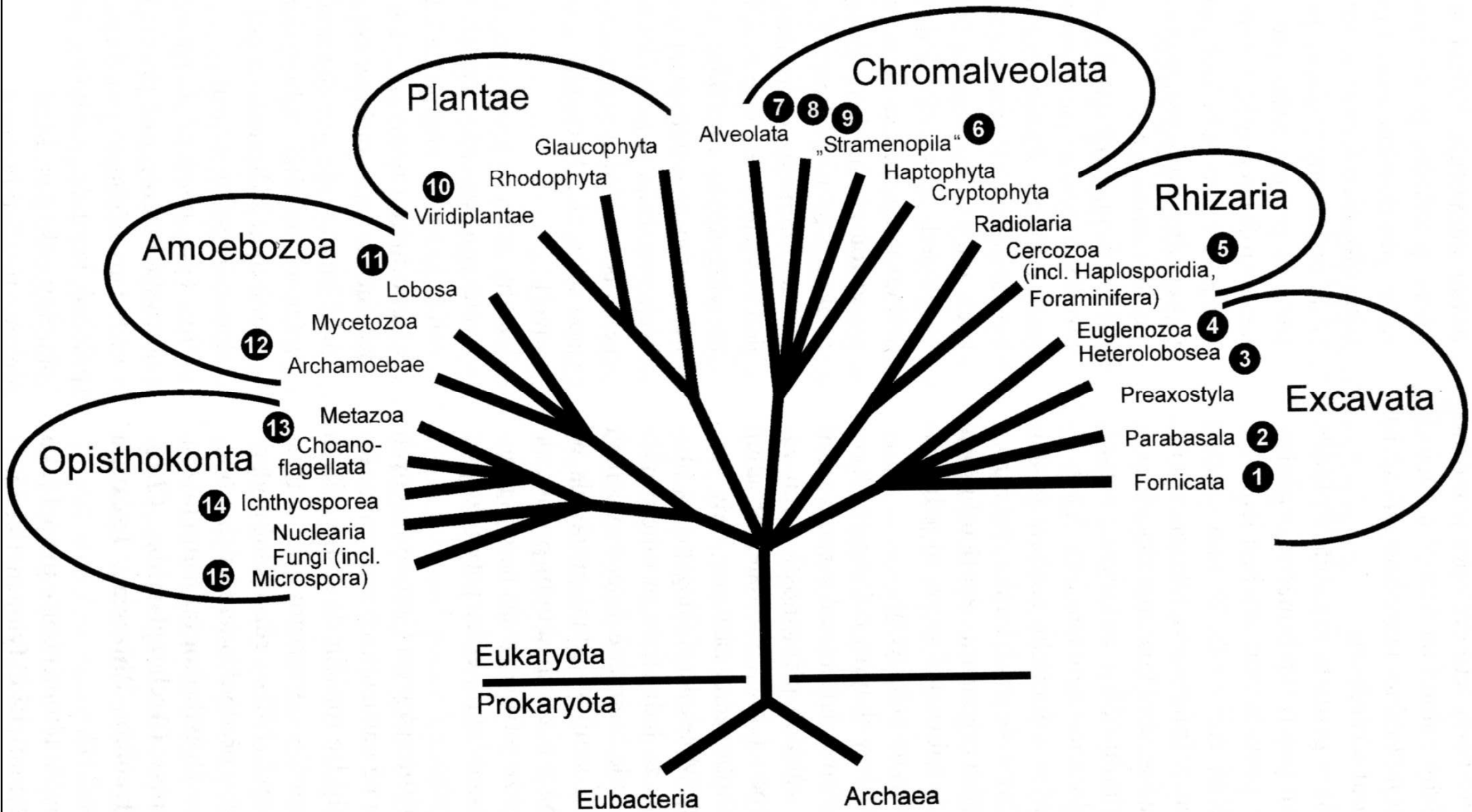




# Hypotetická evoluce organismů Eucaryota - Protozoa

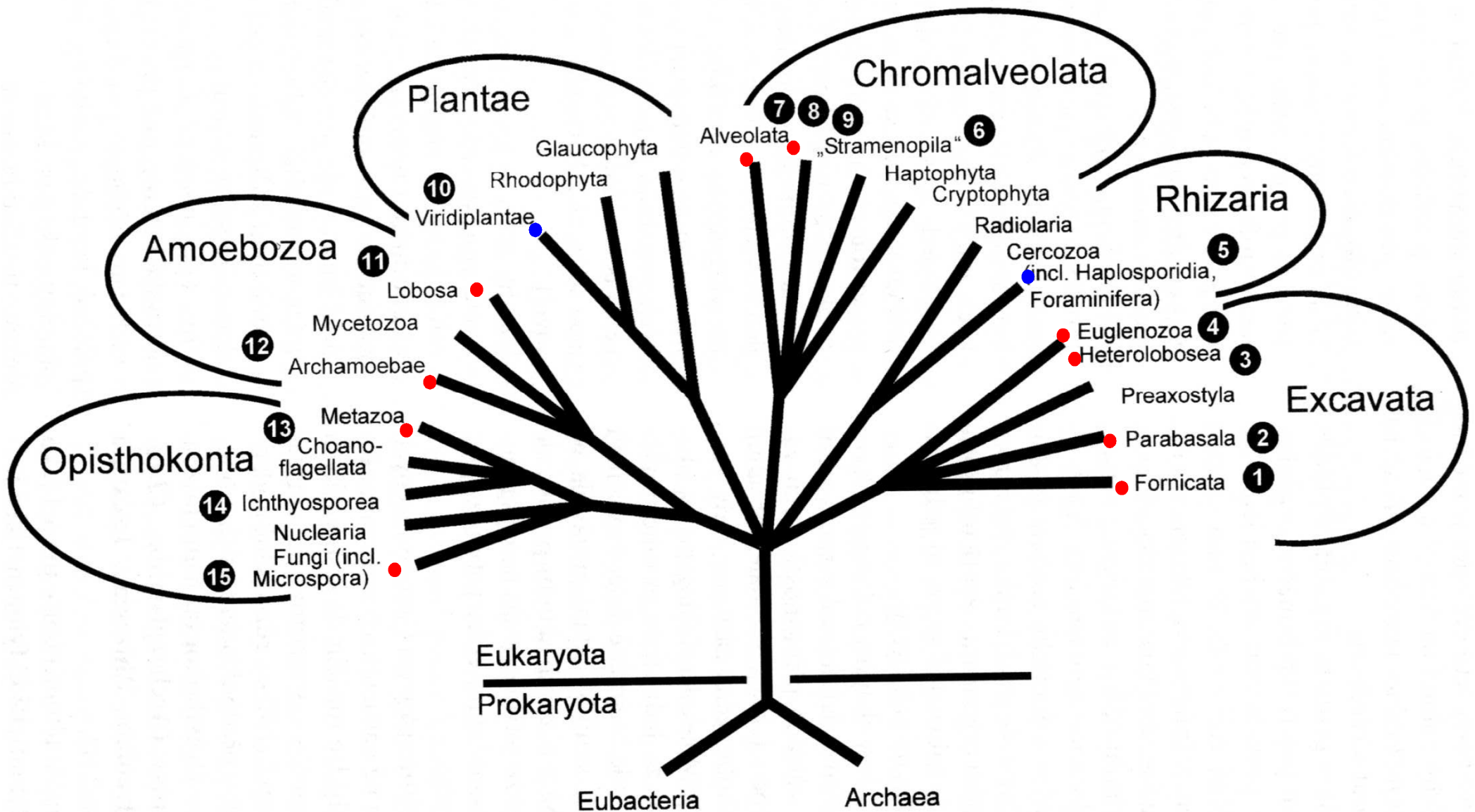


# Současné rozdělení eukaryotických organismů



Klasifikace prvoků podle Simpsona a Rogera 2004

# Současné rozdělení eucaryot



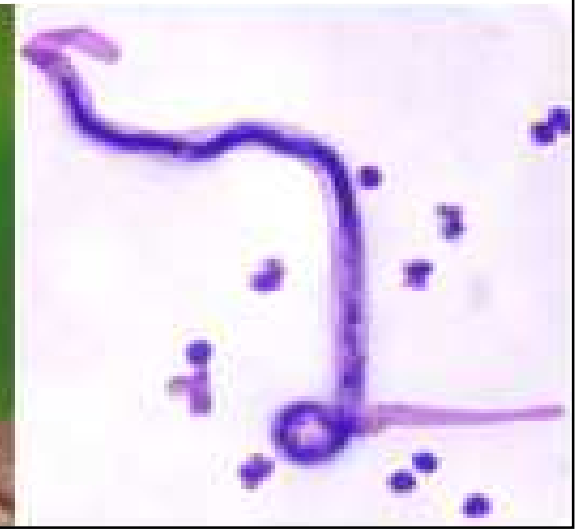
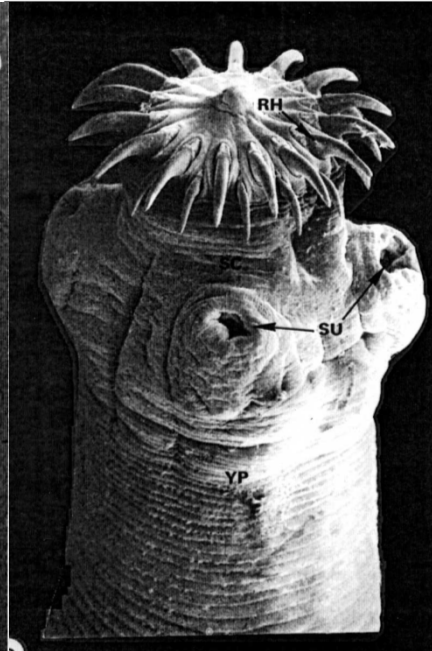
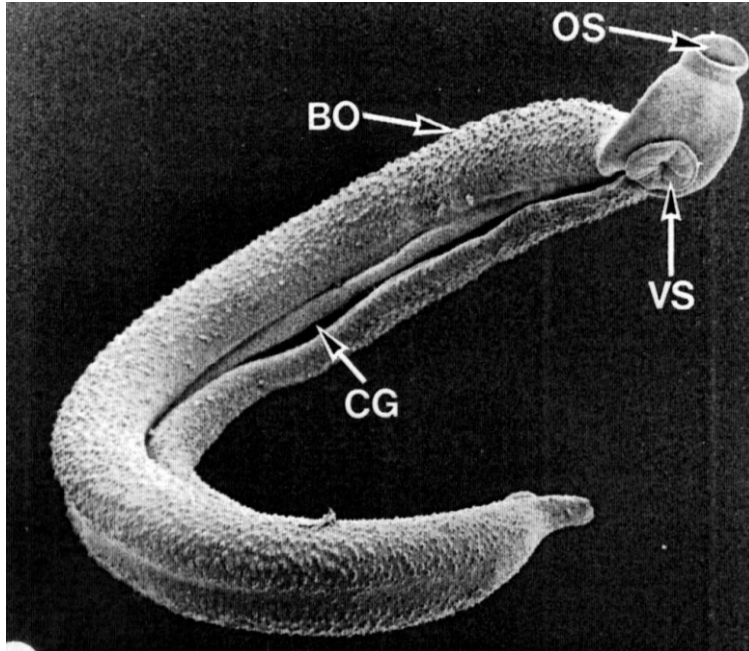
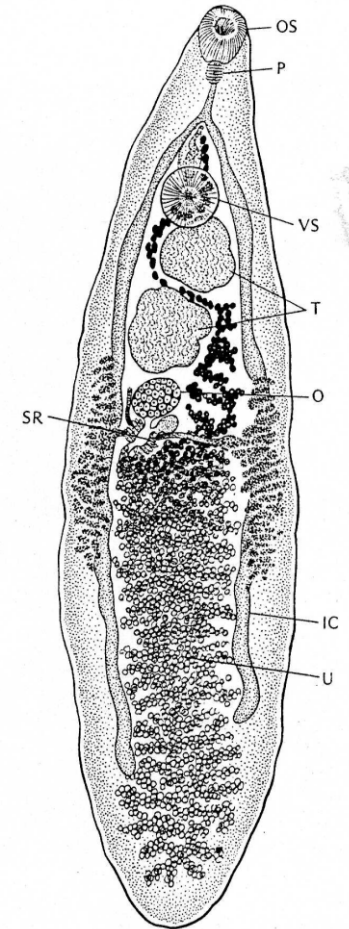
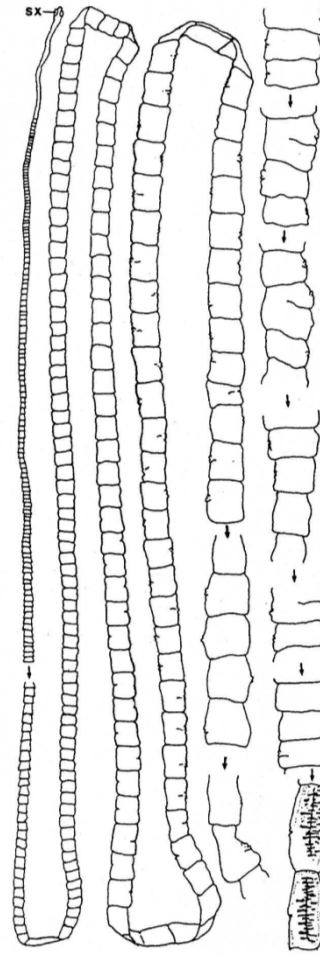
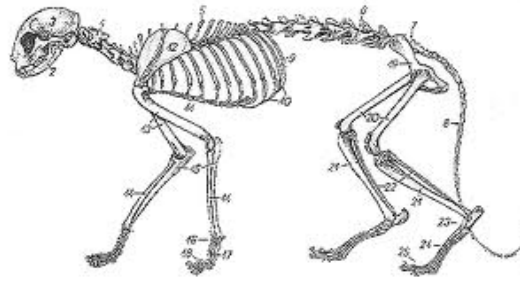
● Zástupci parazitující u člověka

● Zástupci neparazitující u člověka



# Opisthokonta

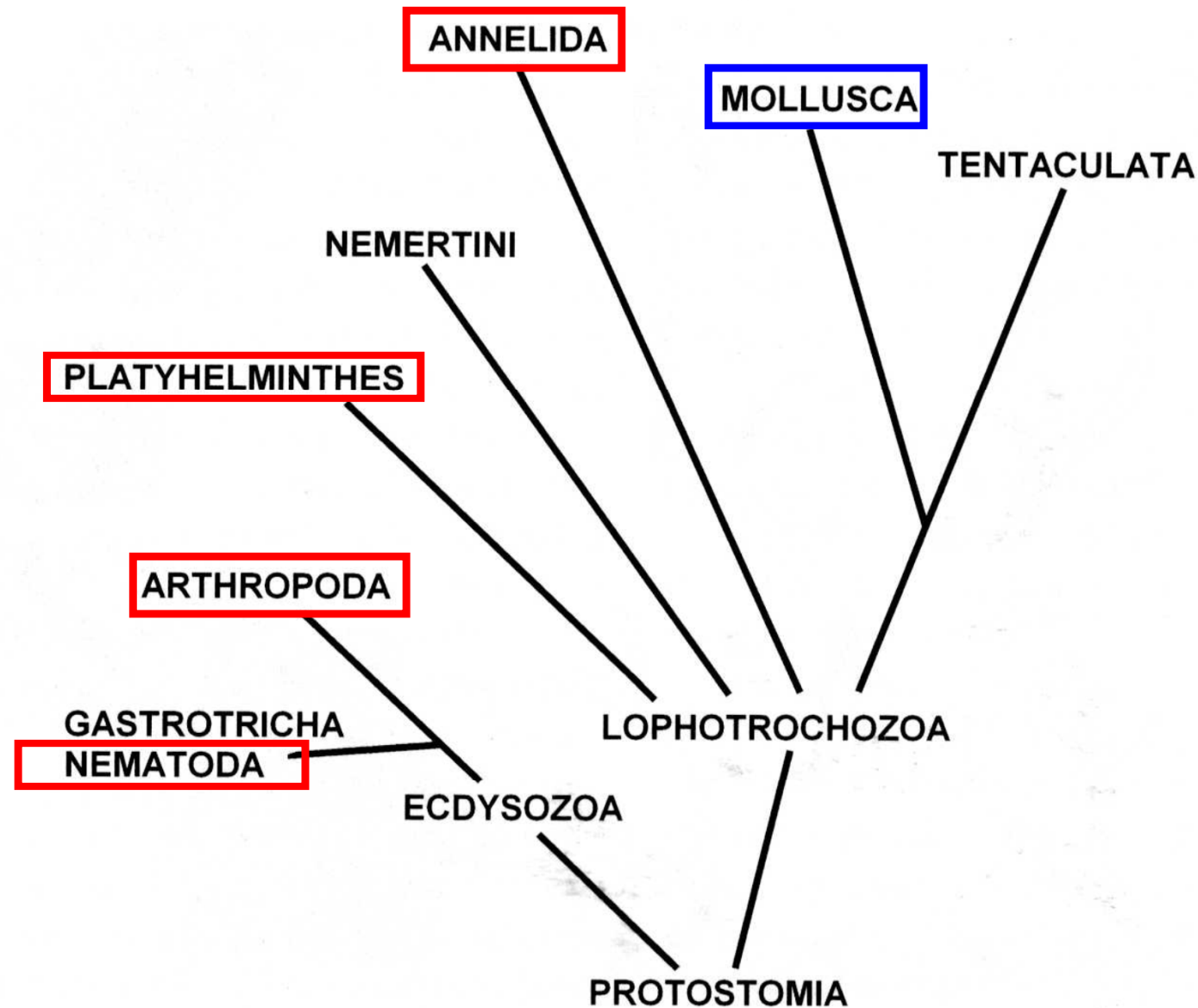
- Kmen: **Metazoa**



# HELMINTI – adaptace k parazitismu

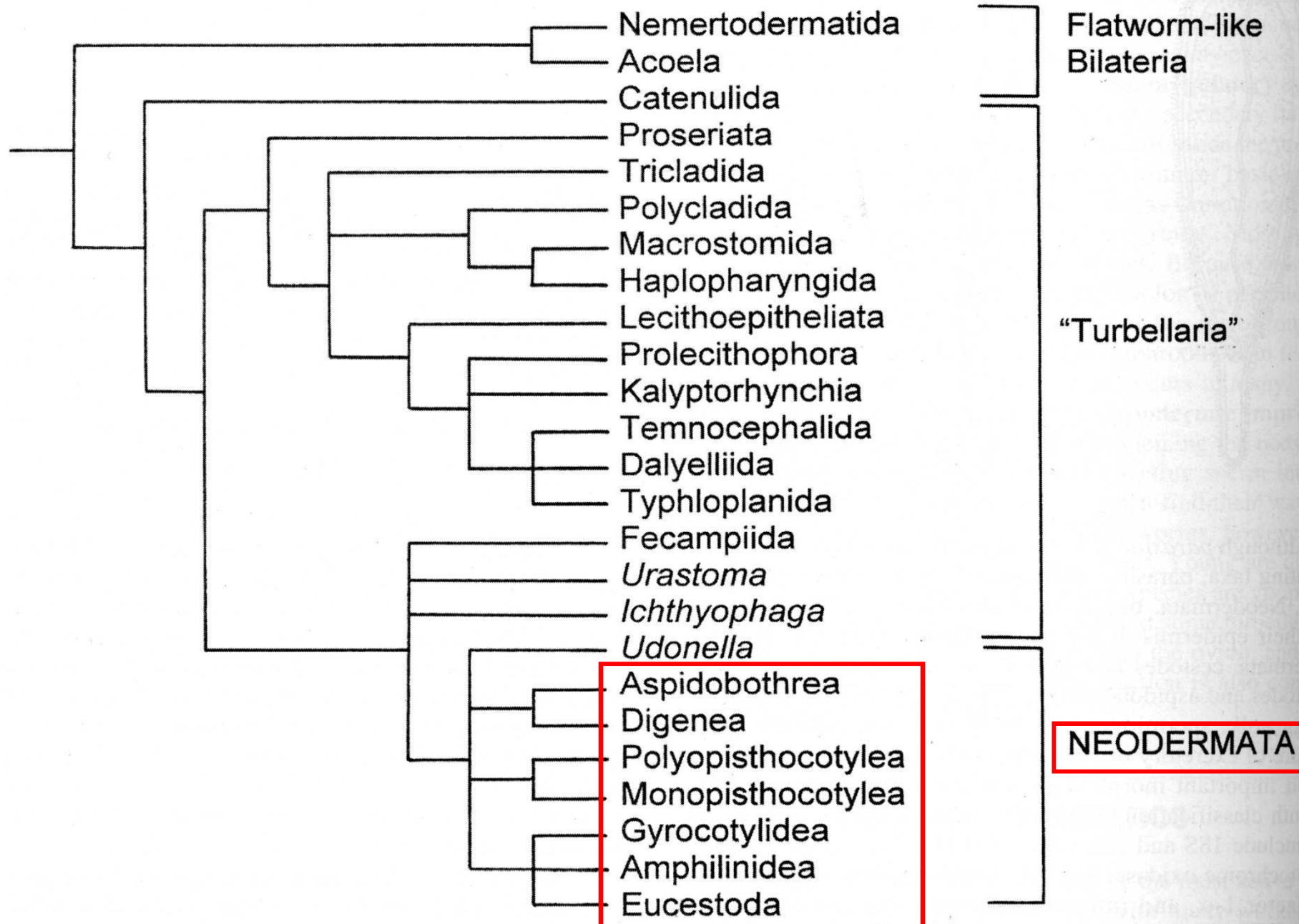
- Helminti – velmi různorodá skupina (Vermes)
- Označení pro nepříbuzné skupiny organismů
- Společný znak – bilaterálně souměrní **protostomní** živočichové
- Tradičně – **neodermální** platyhelminti (**Trematoda**, **Cestoda**, **Monogenea**), hlístice (**Nematoda**) a vrtejši (**Acanthocephala**).
- 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

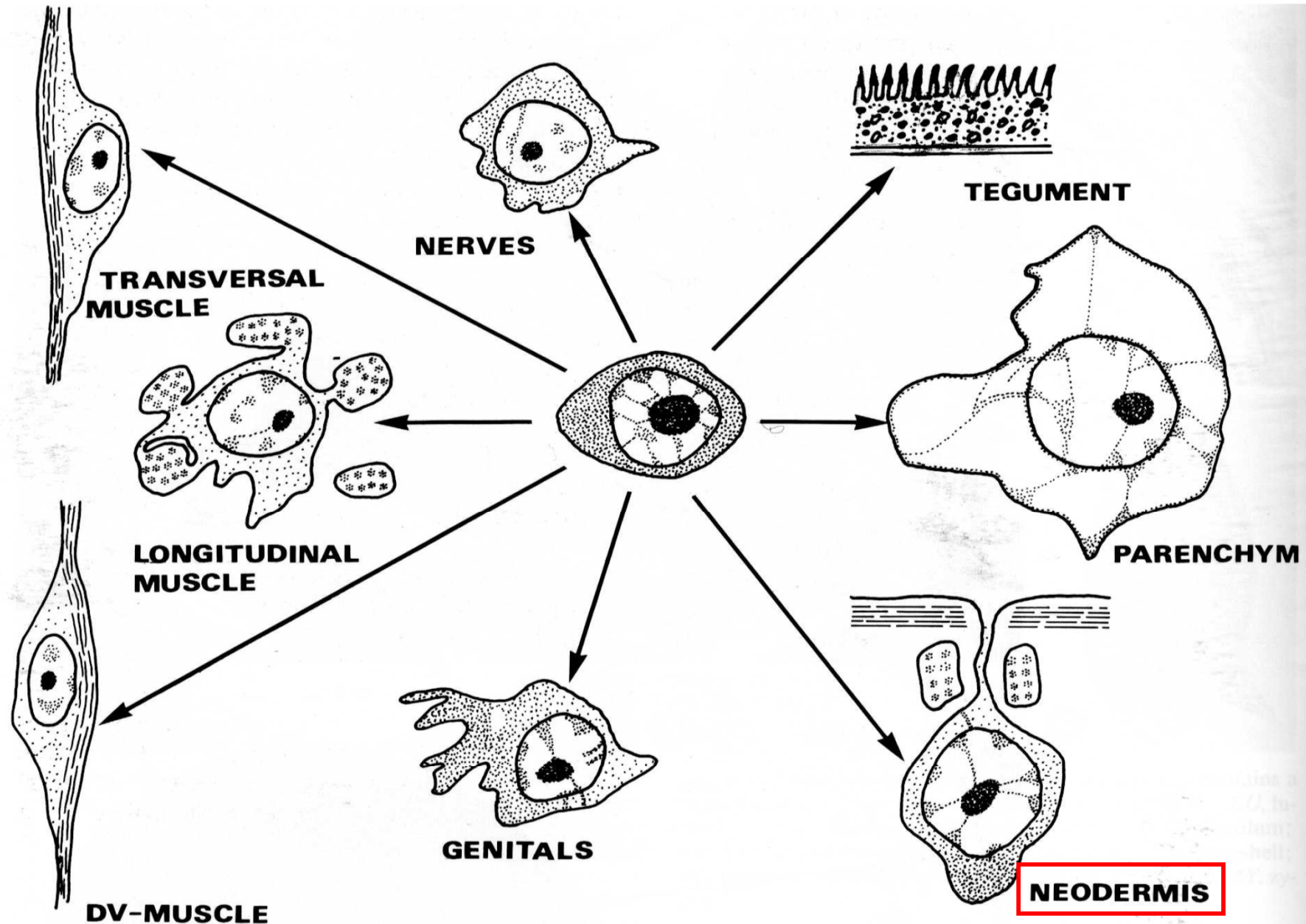
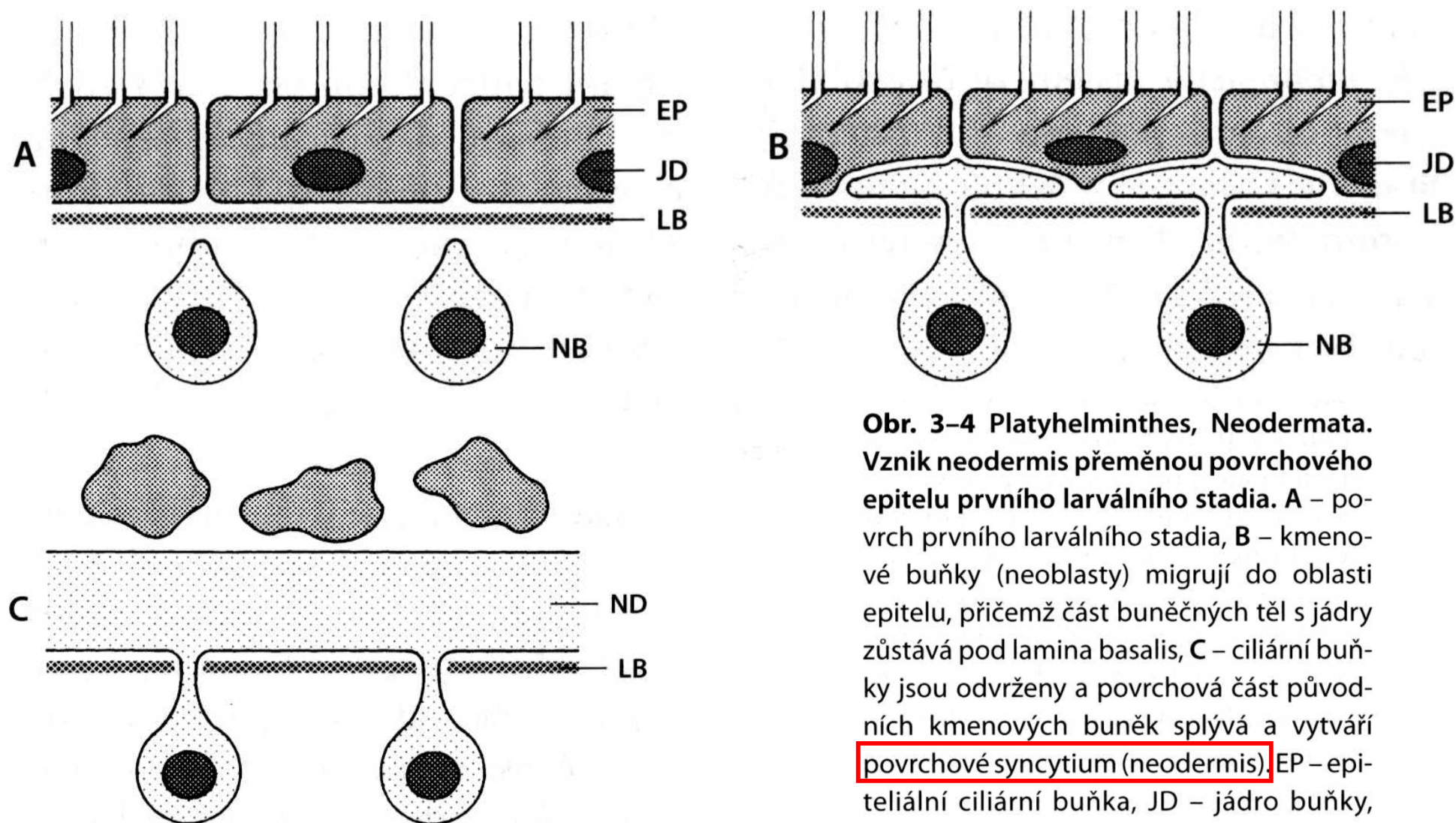


Fig. 4.26. Developmental possibilities of an undifferentiated cell (germ cell) in platyhelminths (e.g., cestodes; after Gustafsson's<sup>6</sup> and own original results). Note that the undifferen-

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

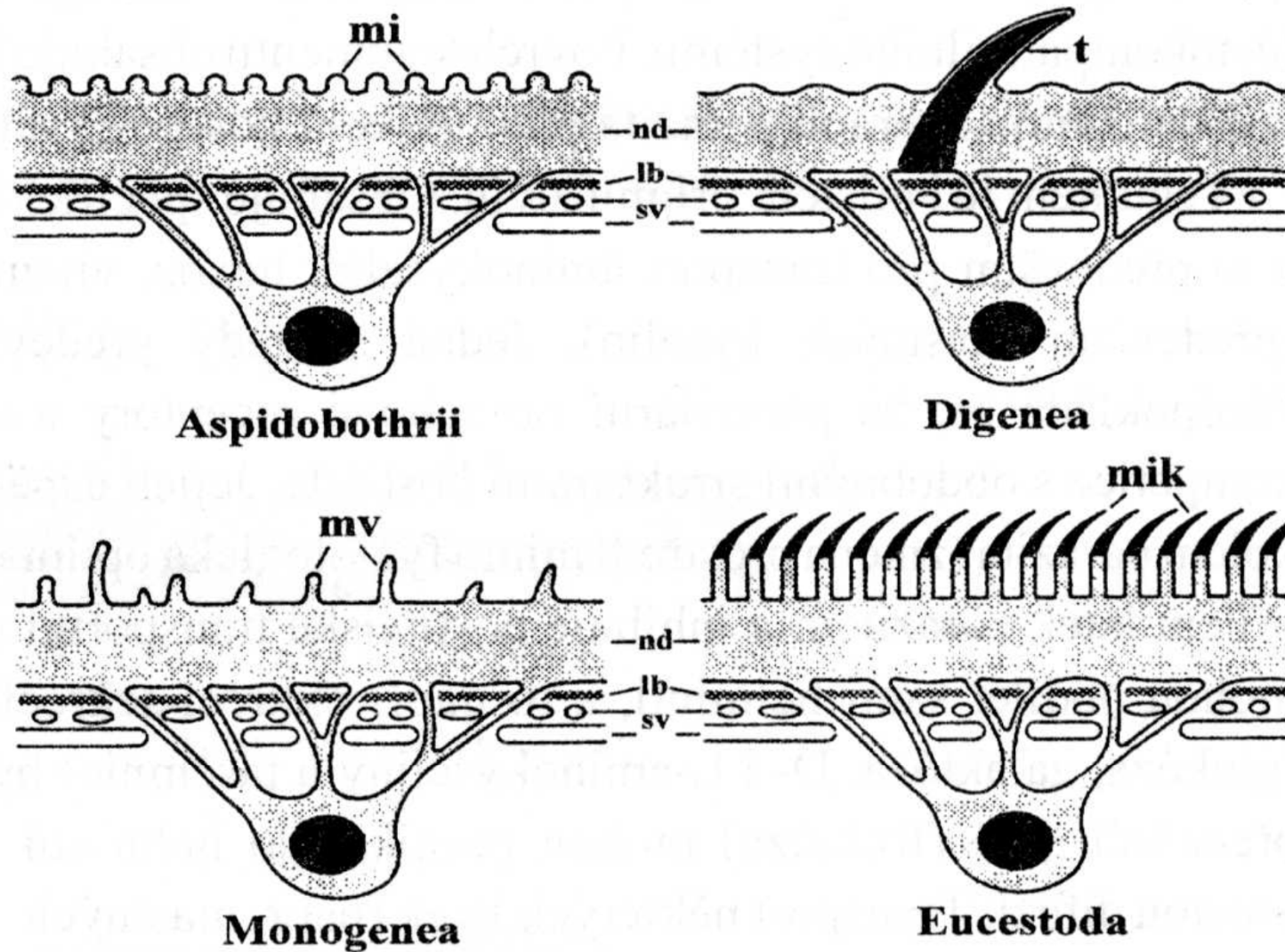
# Vznik neodermis



**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).

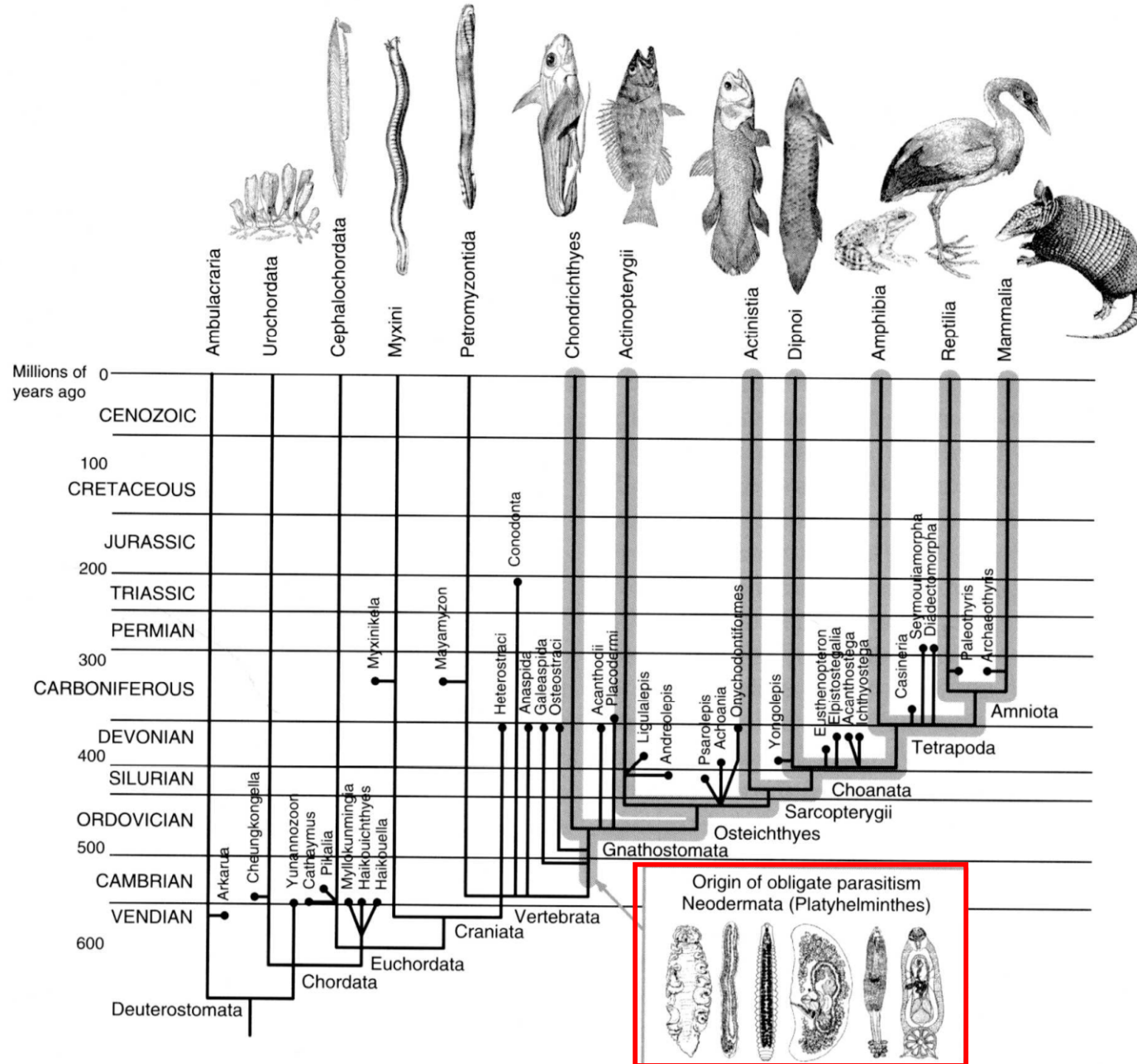


# Platyhelminthes - Neodermata



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 pórůs 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 pórůs posteriorně, uterus tvaru N
  - Podtřída: Eucestoda – adulti polyzoičtí, chybí cercomer se šesti háčky, ŽC s více než jedním hostitelem

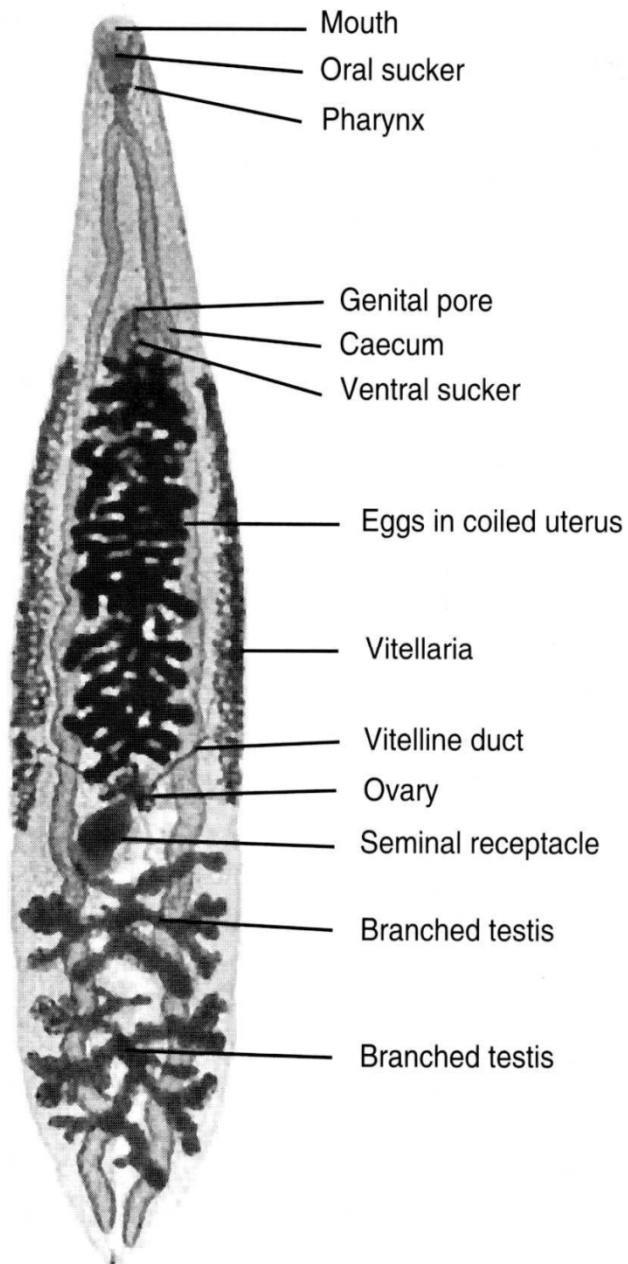
# Adaptace (helmintů) k parazitismu

- **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 – mezihostitelů)

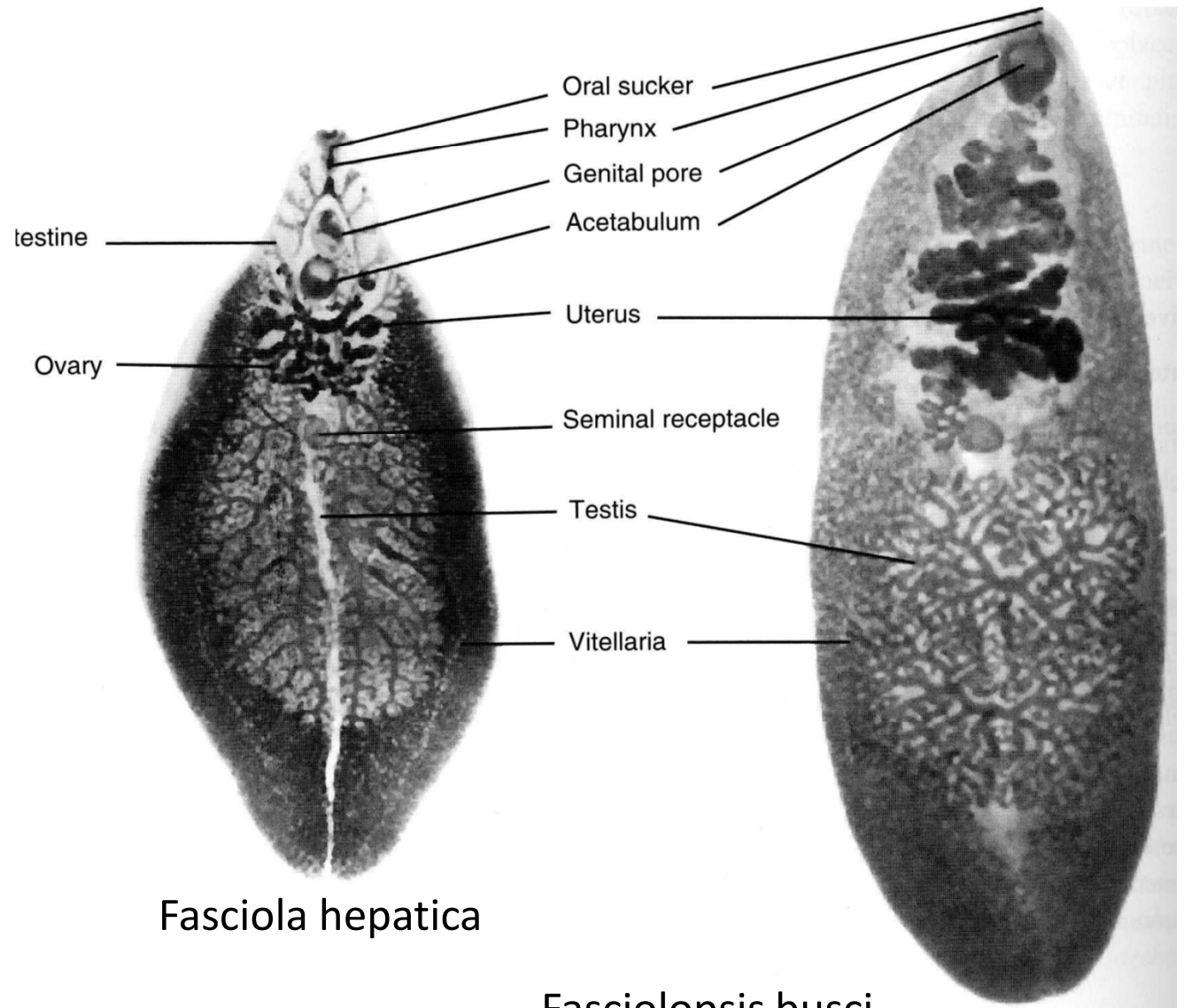
# Vývojové cykly helmintů

- 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

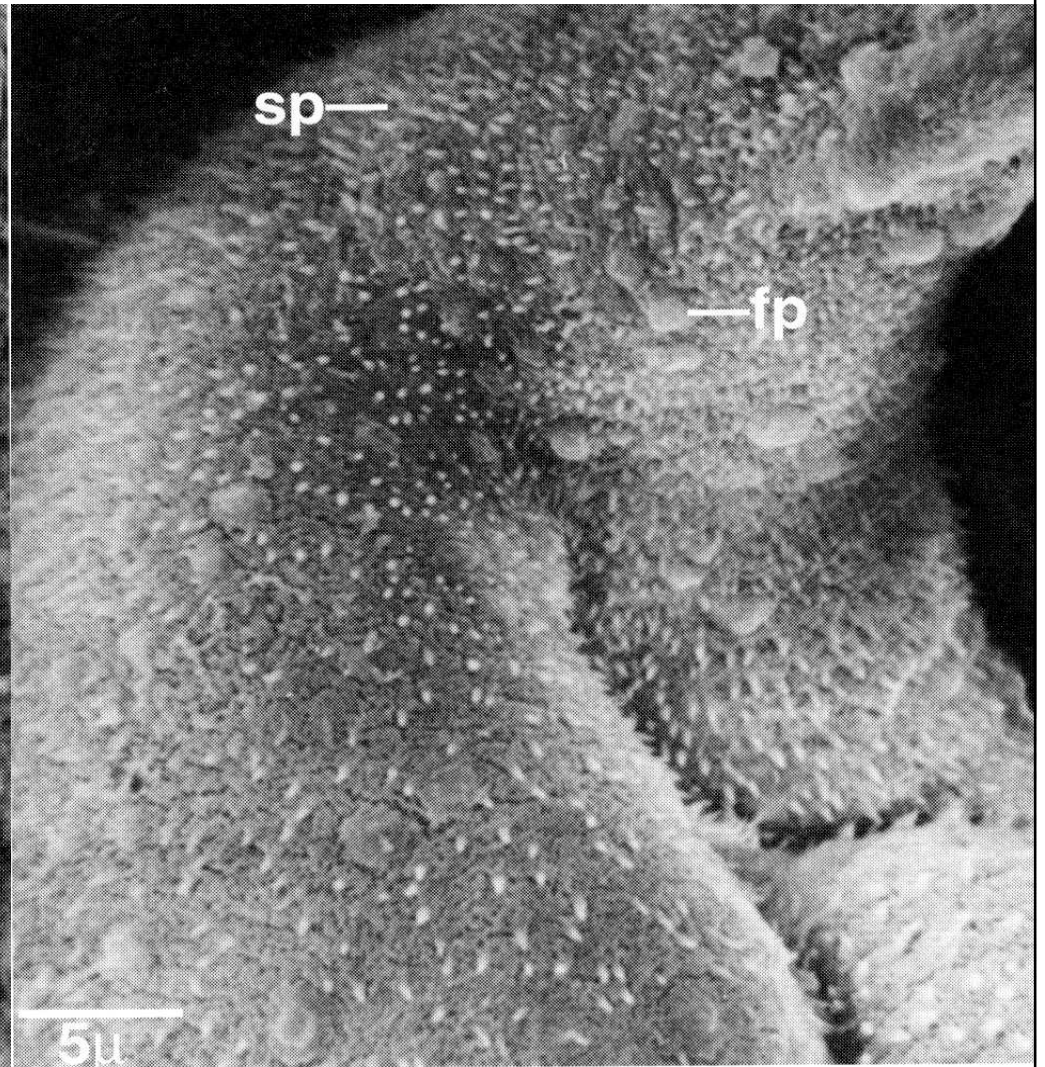
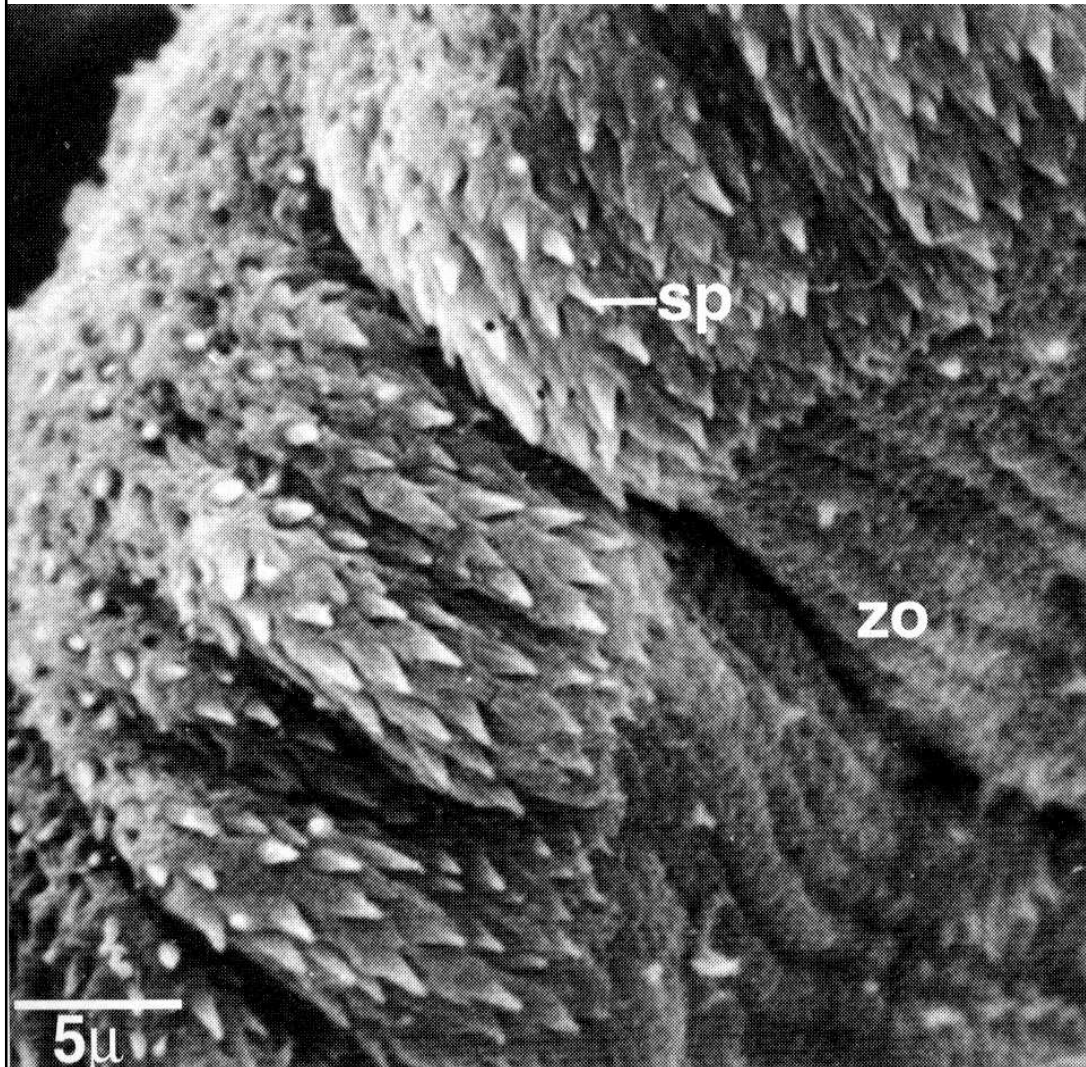
# Digenea - motolice

- 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

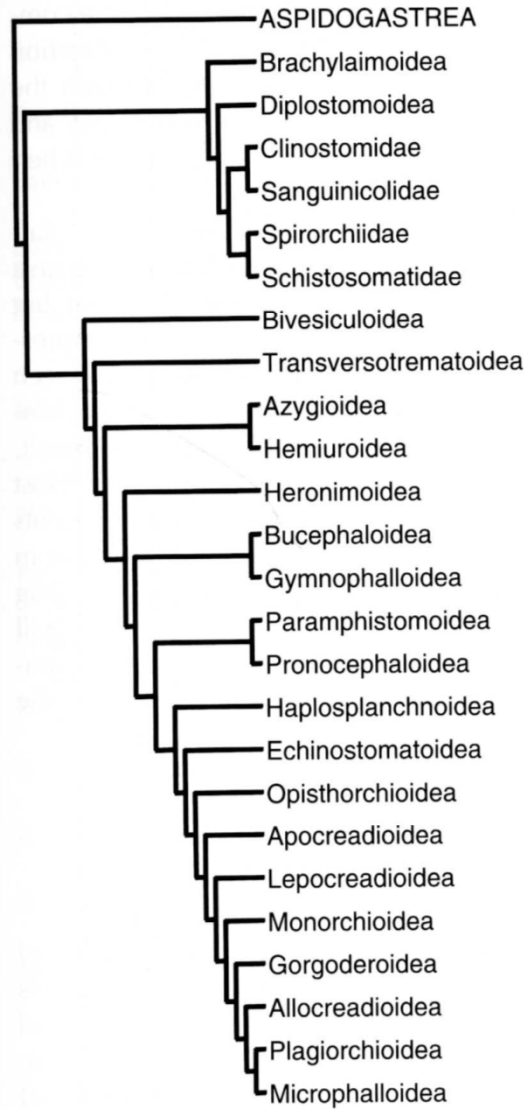
- Bilaterálně symetrické,
- Dorzoventrálně zploštělé
- Bez vnitřní či vnější segmentace
- Velikost od několika mm do několika cm
- Typická je přítomnost svalnatých přísavek
- 7 základních morfologických typů

# 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

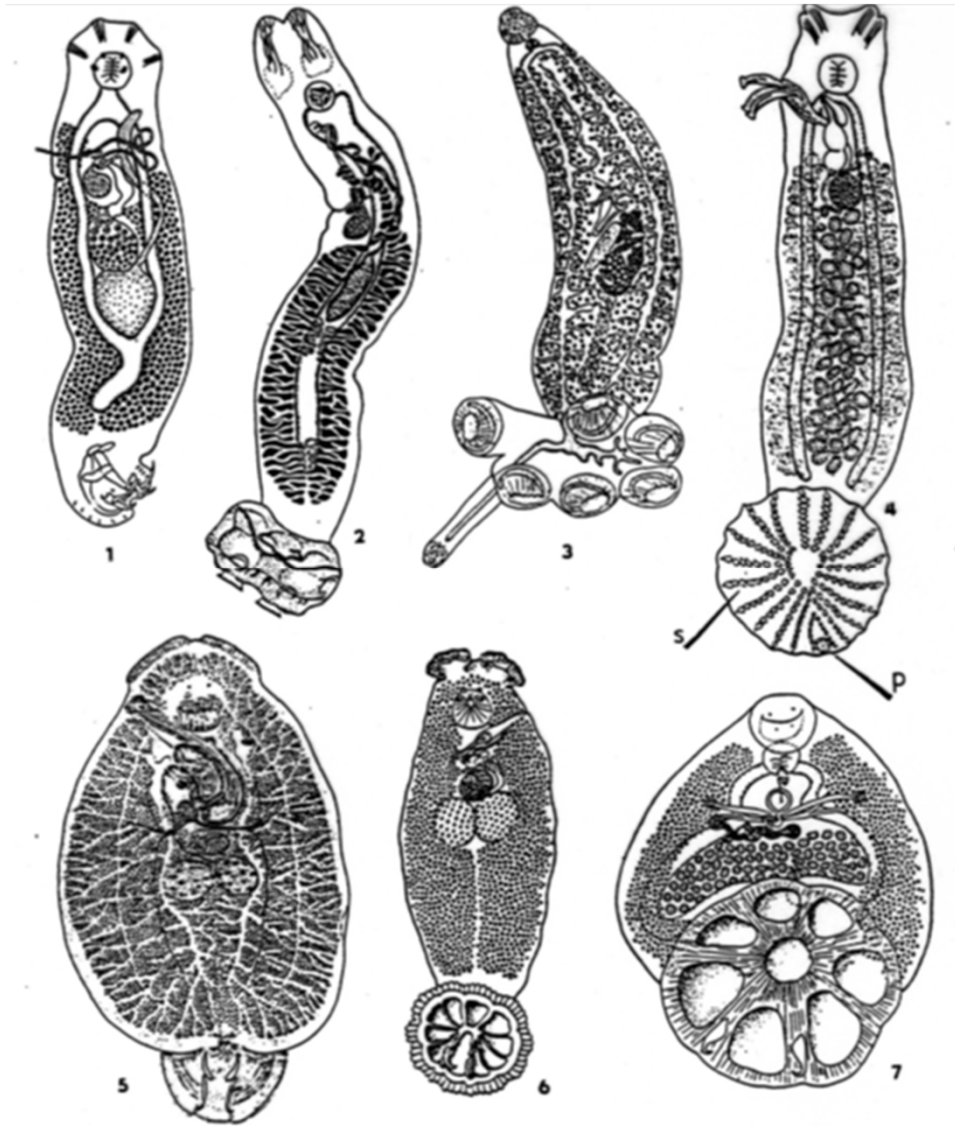
- Ektoparaziti – ryby, obojživelníci, plazi, kytovci, hlavonožci
- Endoparaziti –
  - Acolpenteron nefriticus
  - Enterogyrus spp.
  - Nitzschia sturionis
  - Polystoma integerinum
  - Oculotrema hippopotami

Evoluční expanze monogeneí

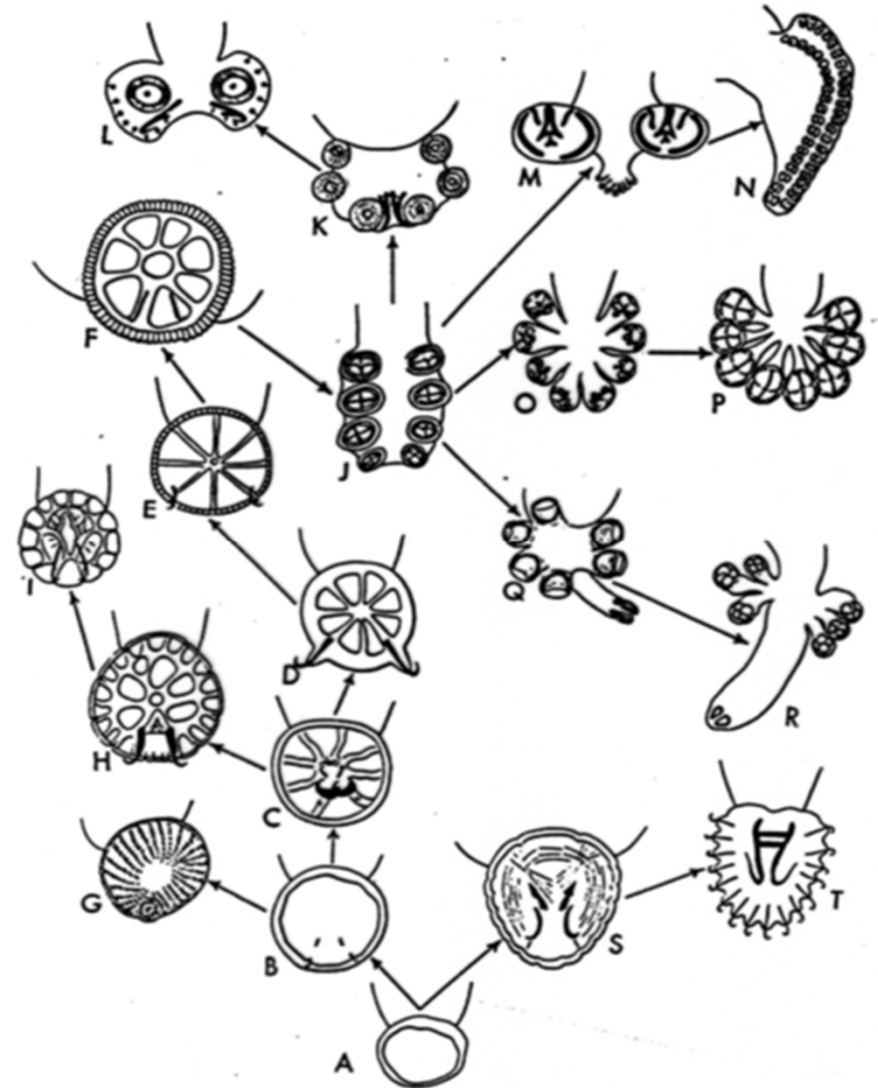
Významní patogeni v chovech ryb

# Morfologická rozmanitost

## Typy opisthaptoru



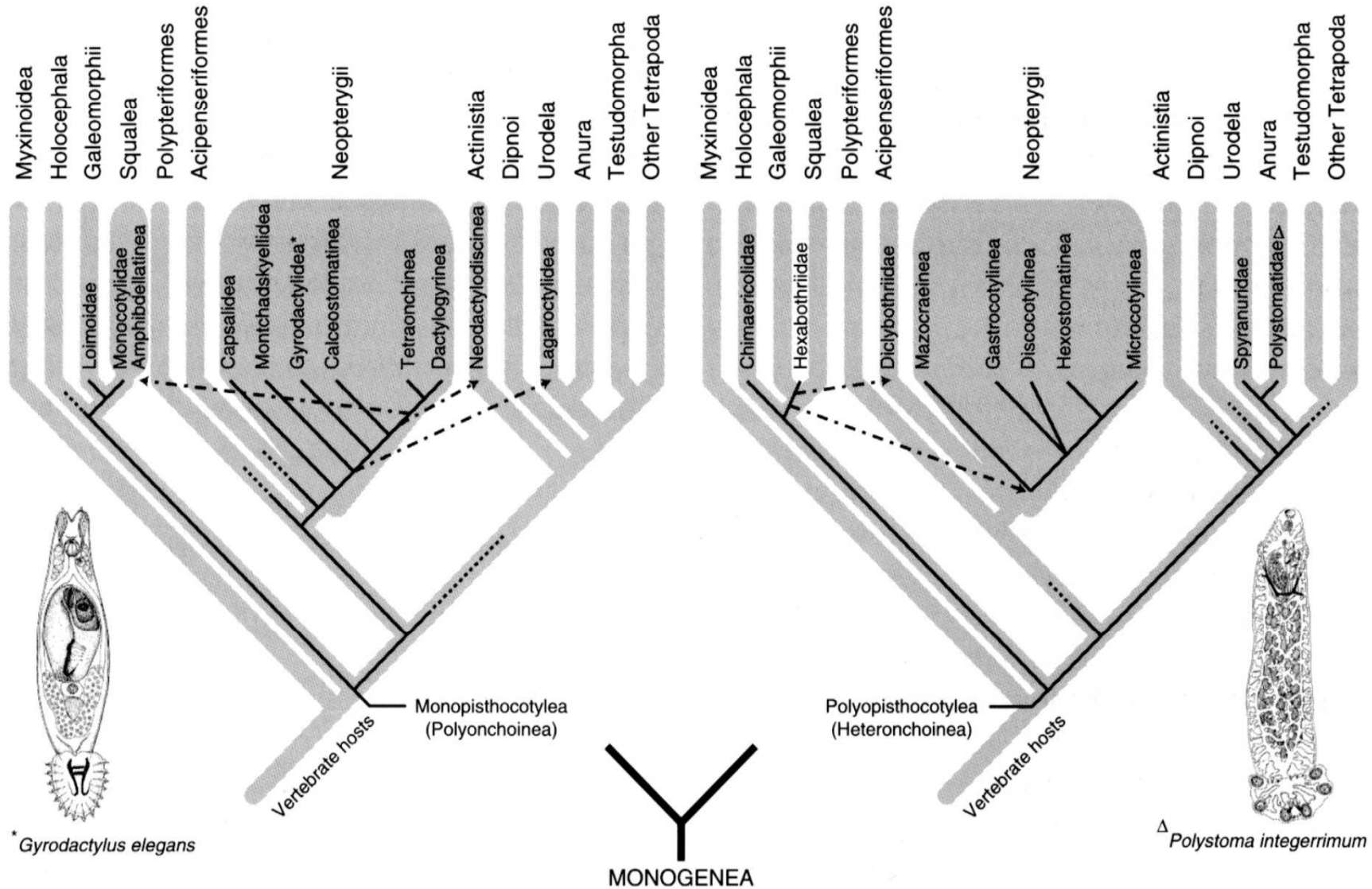
## Evoluce opisthaptoru



# Radiace dvou podtříd třídy Monogenea

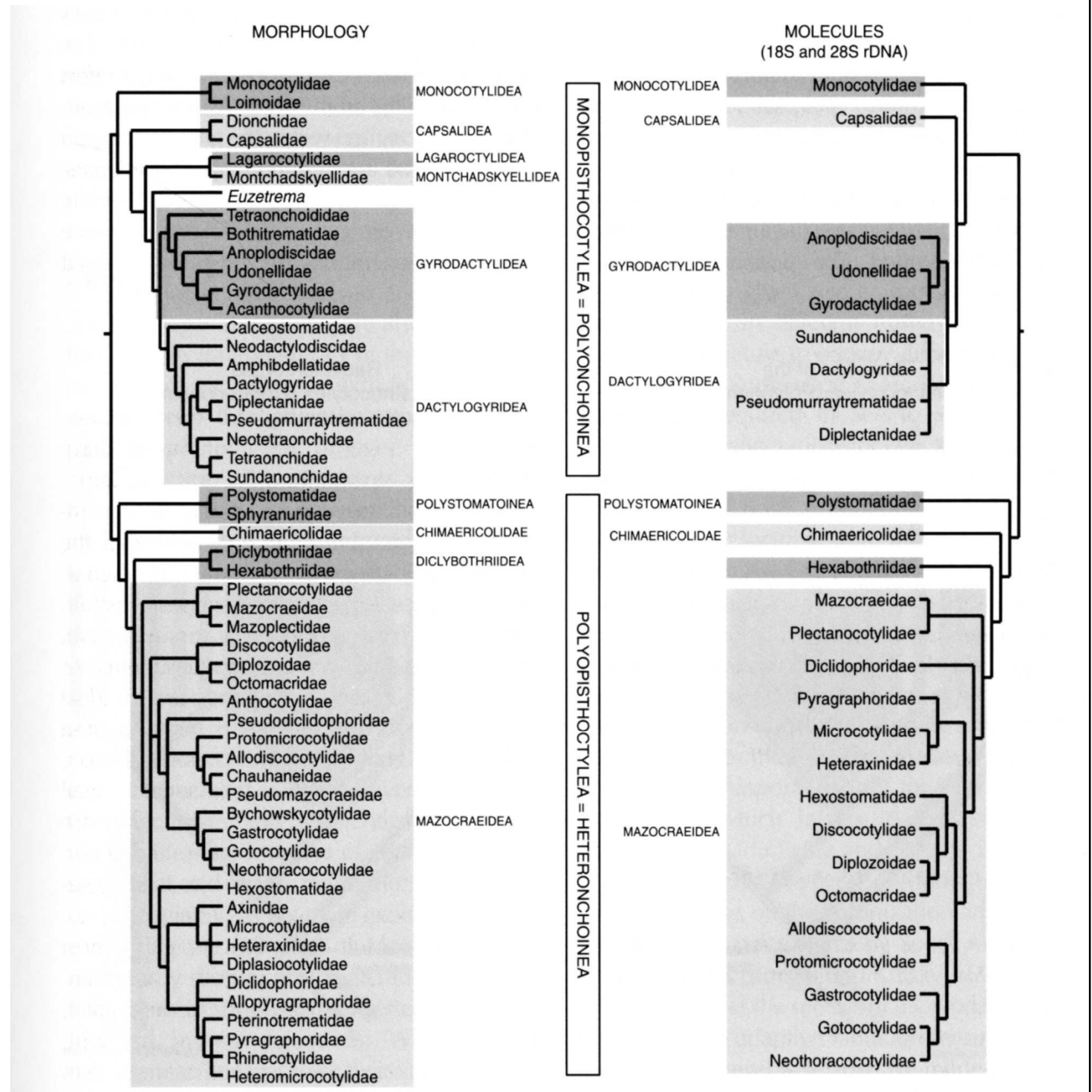
Radiation of the Monopisthocotylea (Polyonchoinea)

Radiation of the Polyopisthocotylea (Heteronchoinea)

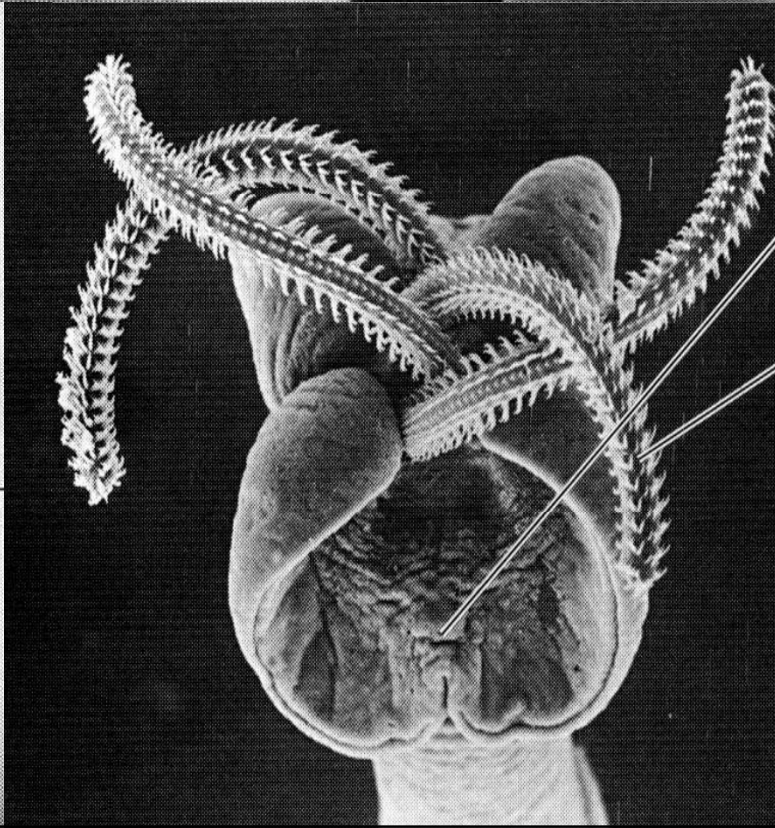
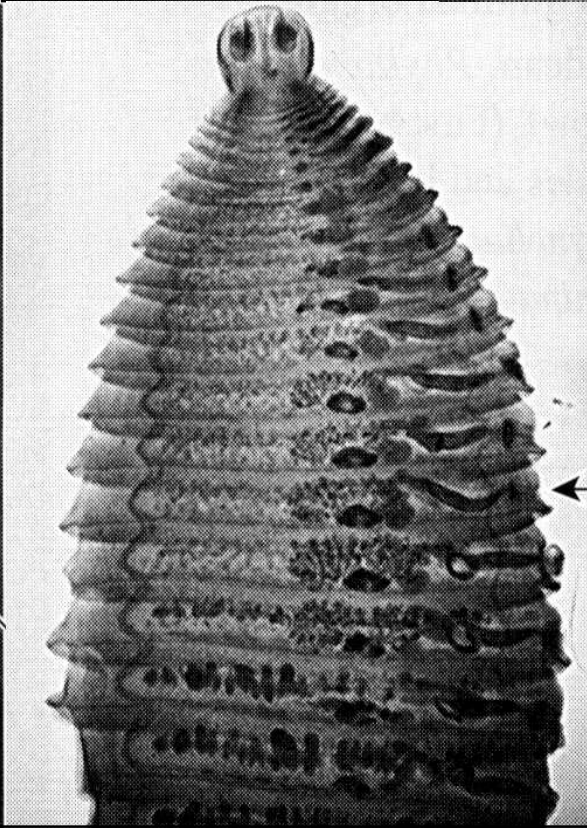
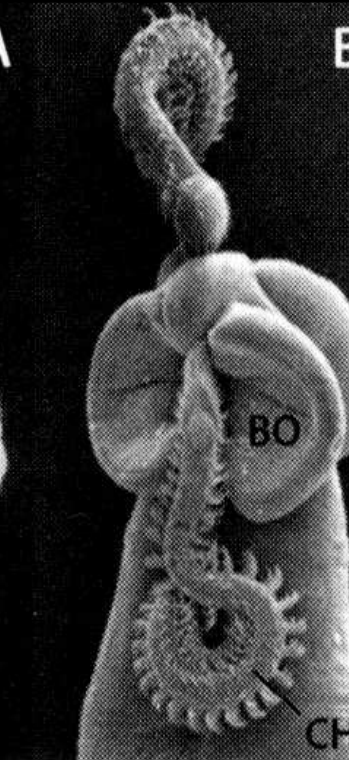
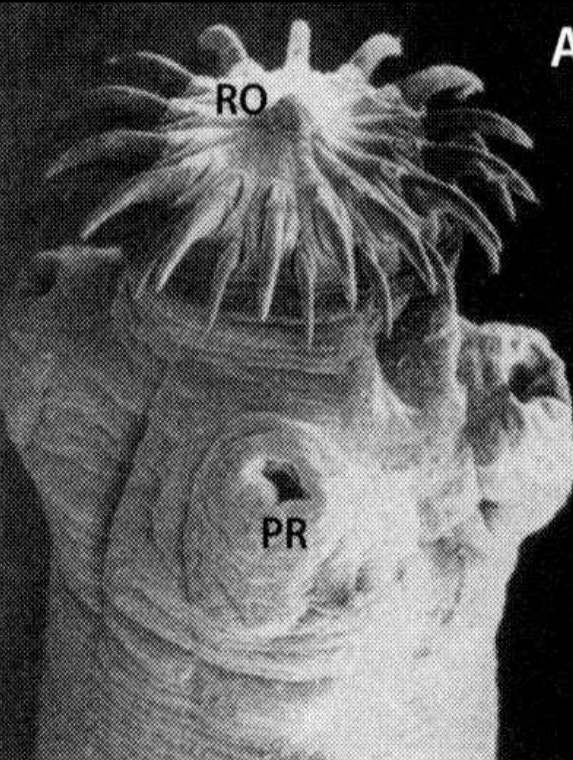
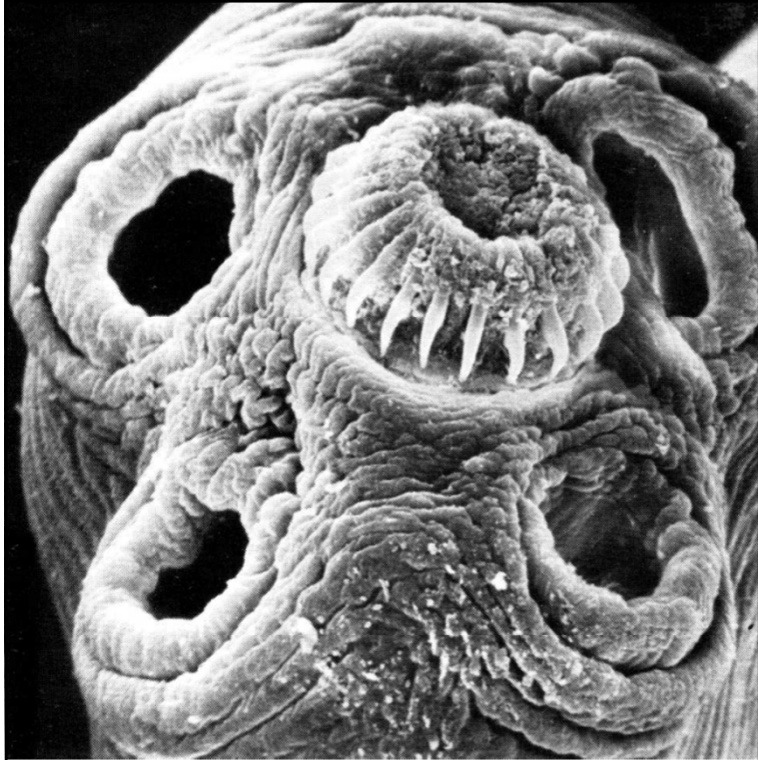


# Monogenea

## 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



A black and white photograph of a large, tangled ball of light-colored, fibrous material, possibly wool or hair. The fibers are long and thin, creating a dense, chaotic mass. The word "HLÍSTICE" is overlaid in the center in a bold, white, sans-serif font. The background is a light, textured surface.

**HLÍSTICE**

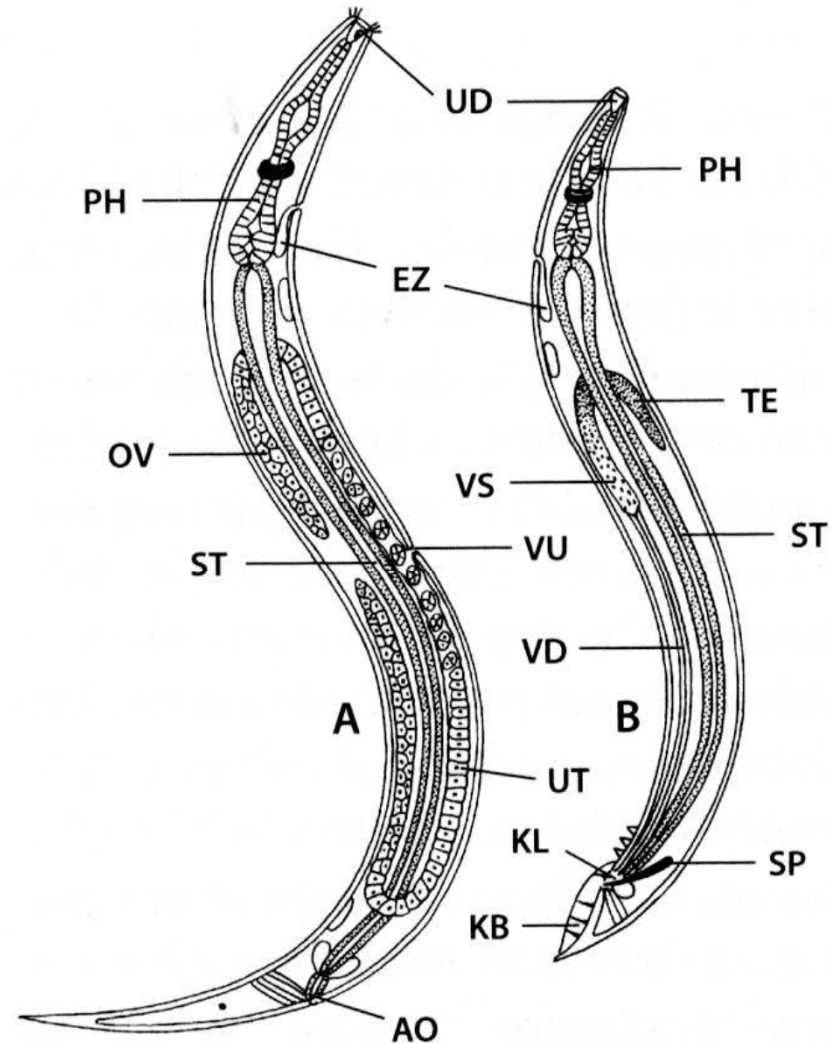
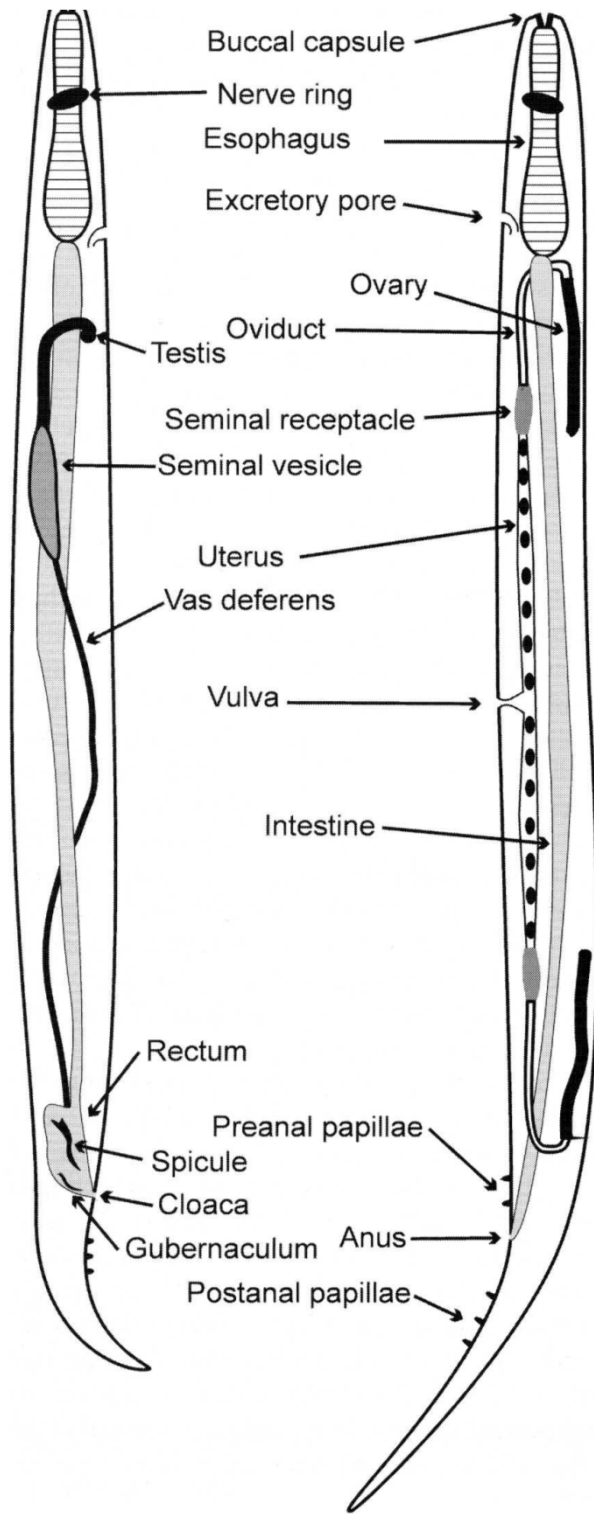


# Nematoda - hlístice

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

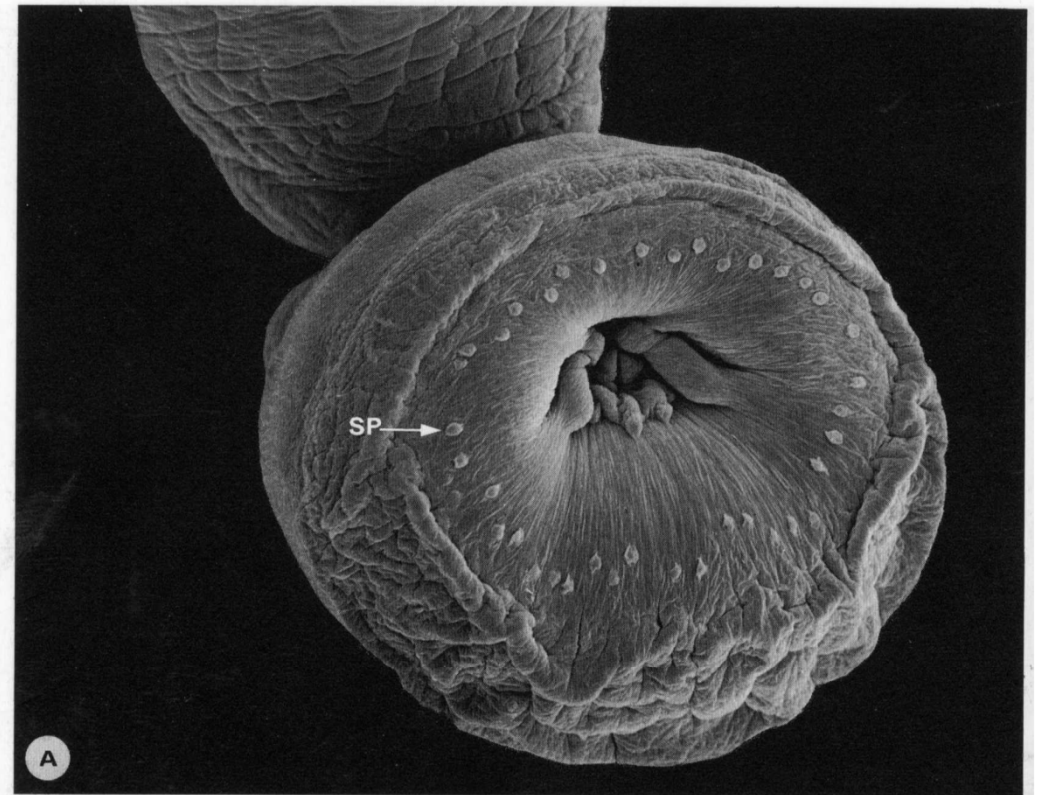
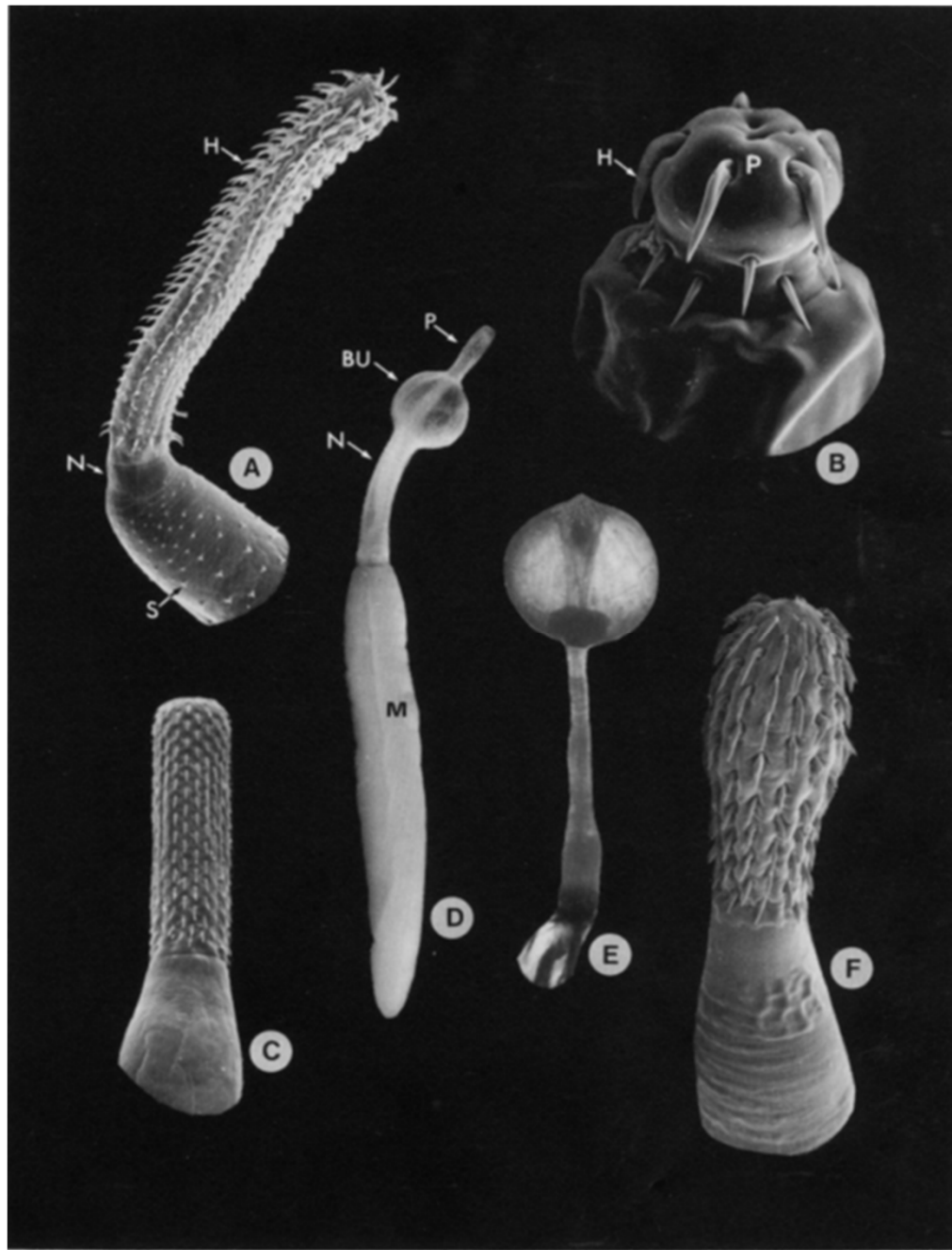
# Nematoda

## základní morfologie



Obr. 3-53 Nematoda. Základní anatomie

# SEM - Acanthocephala

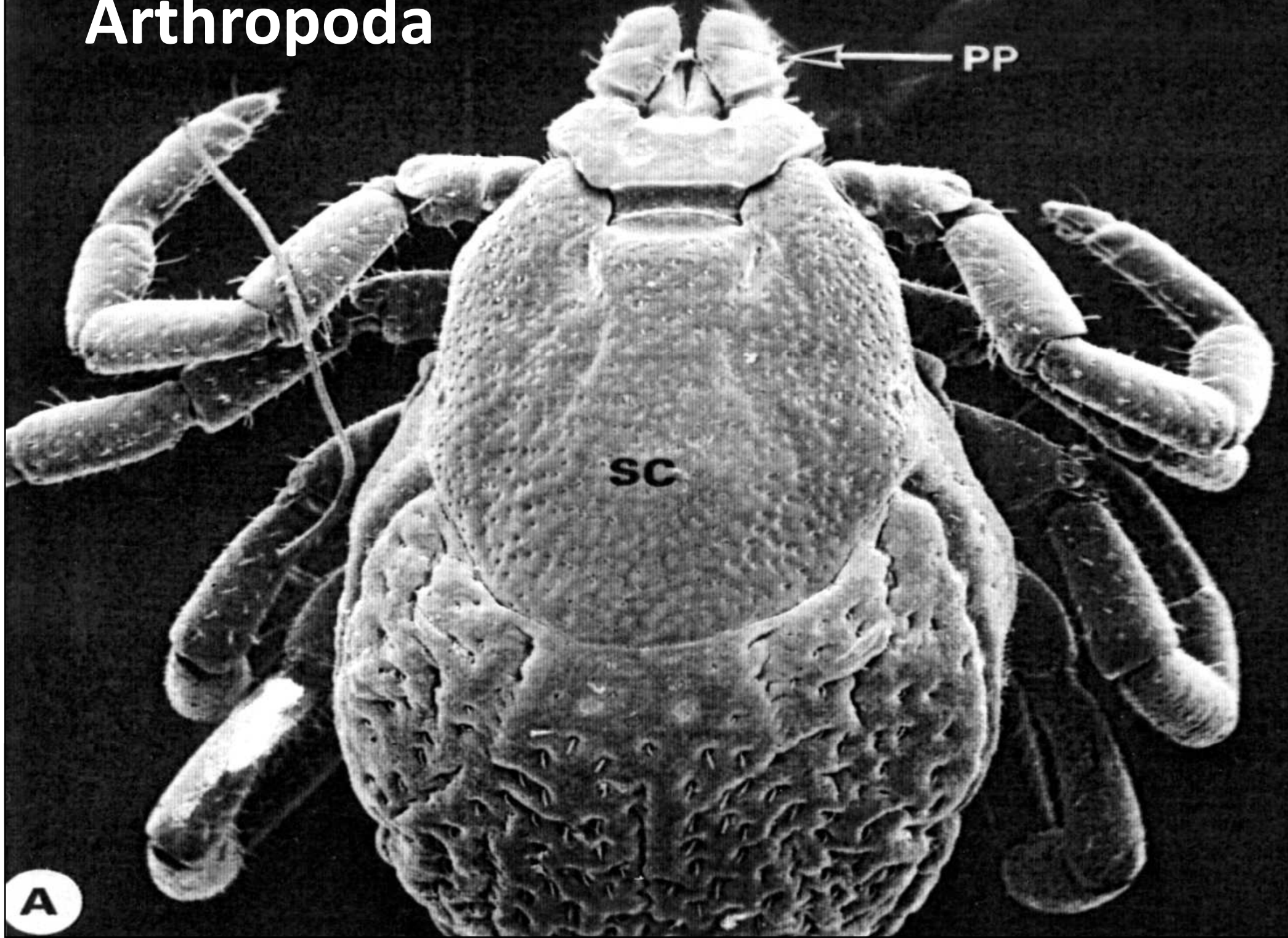


# Charakteristika hlavních skupin helmintů

## 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



**A**

# Rozmanist členovců

- Nejpočetnější skupina (80% živočichů)
- Závažní cizopasnici 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 – vyžírá 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), lumčící (Braconidae), vejřitky (Proctotrupeoidea), mšicomary (Aphidae), vejcomary (Scelionidae), chalcidky (Chalcidoidea)
- Hlavně **Apocrita** – štíhlý pas – adaptace na vpich vajíček do H
- **Primitivní vosy** (Scoliidae, Tiphiidae, Mutilidae) – kladélko – žahavý orgán – ochromení H – pak kladení vajíčka.
- **Hrabalky** (Pompiloidea) svého H zahrabou do podzemního hnízda,



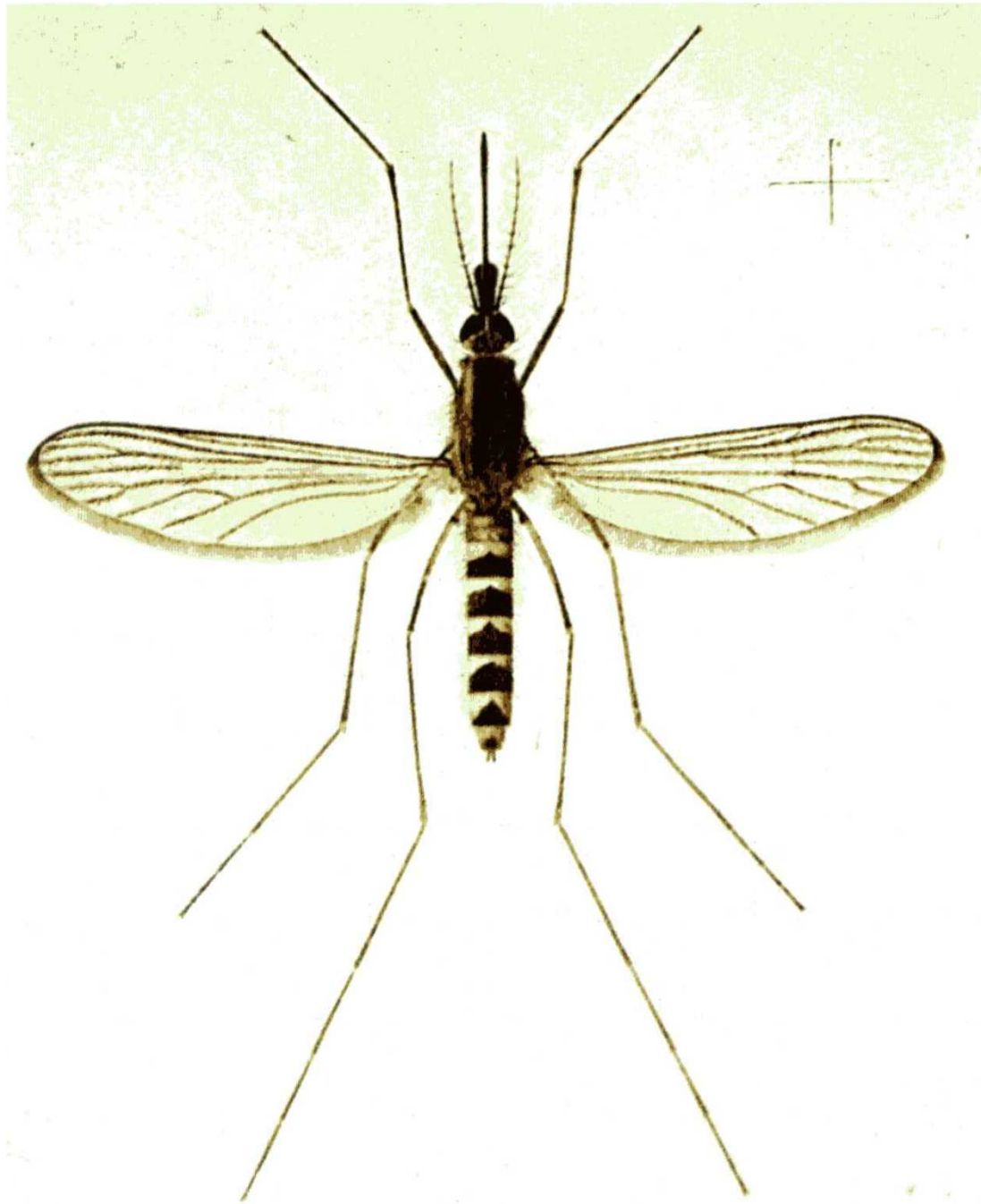
# Kleptoparazitismus a forézie

- **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

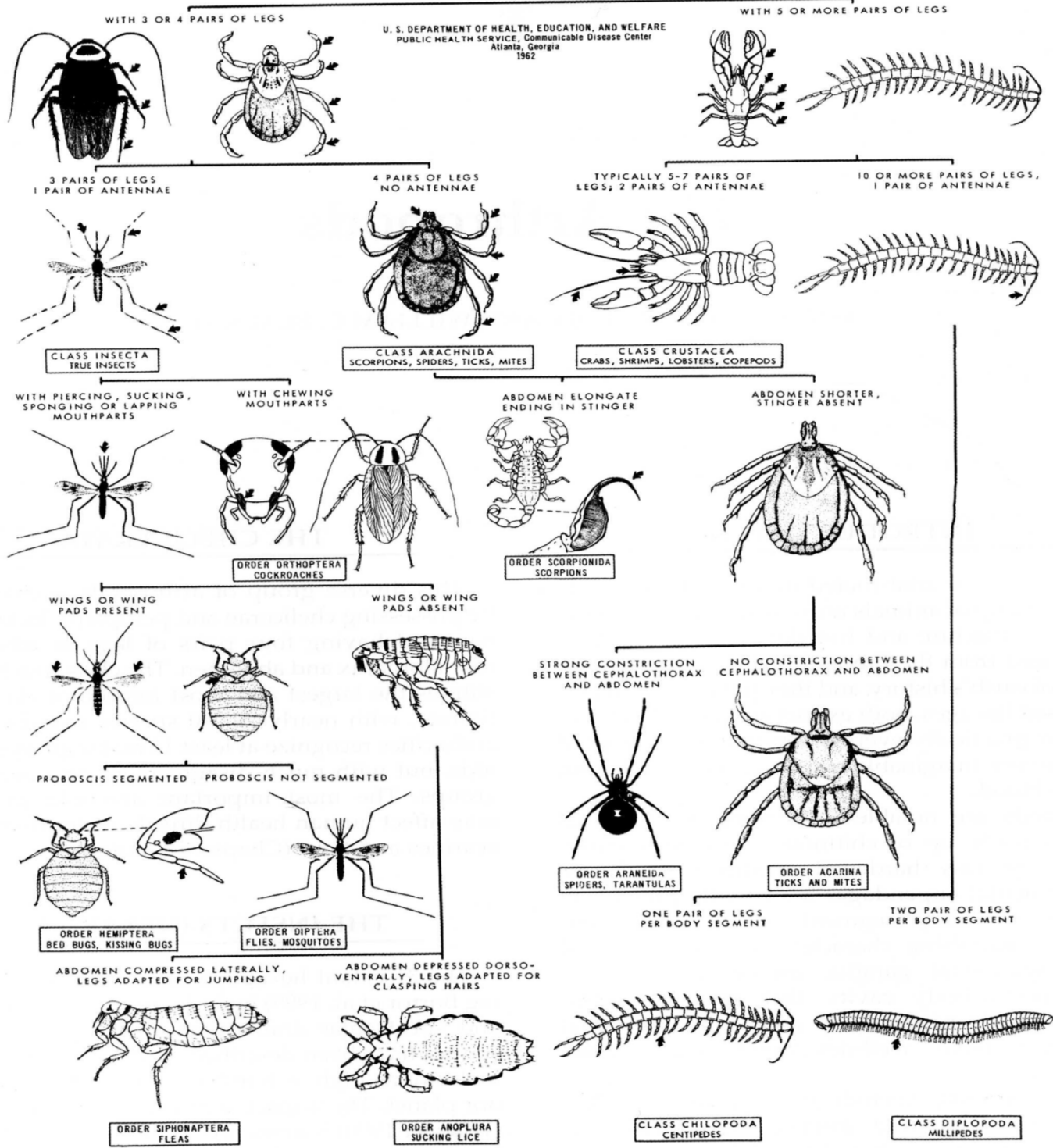
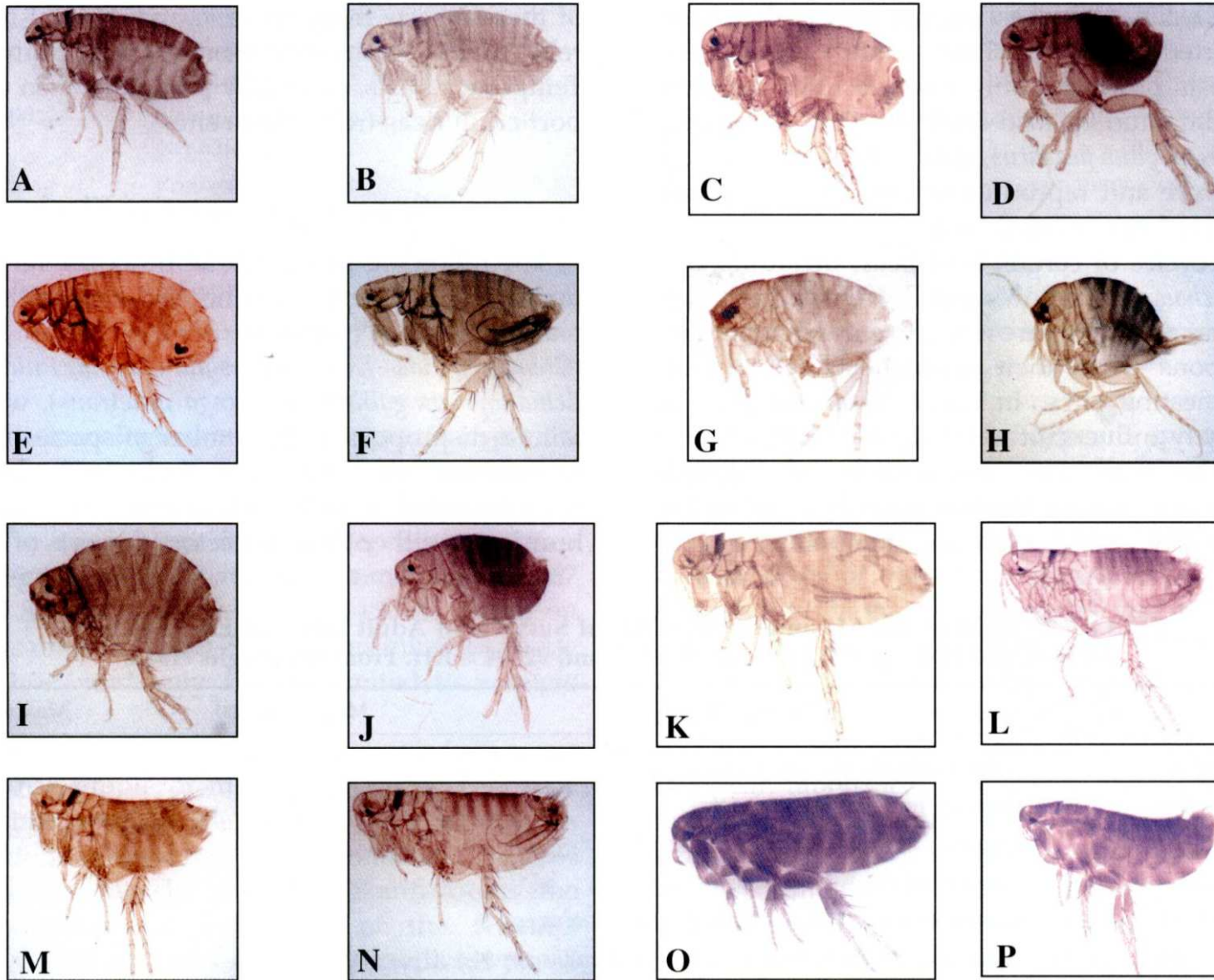


FIGURE 1.1 Representatives of the major groups of arthropods.

# 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

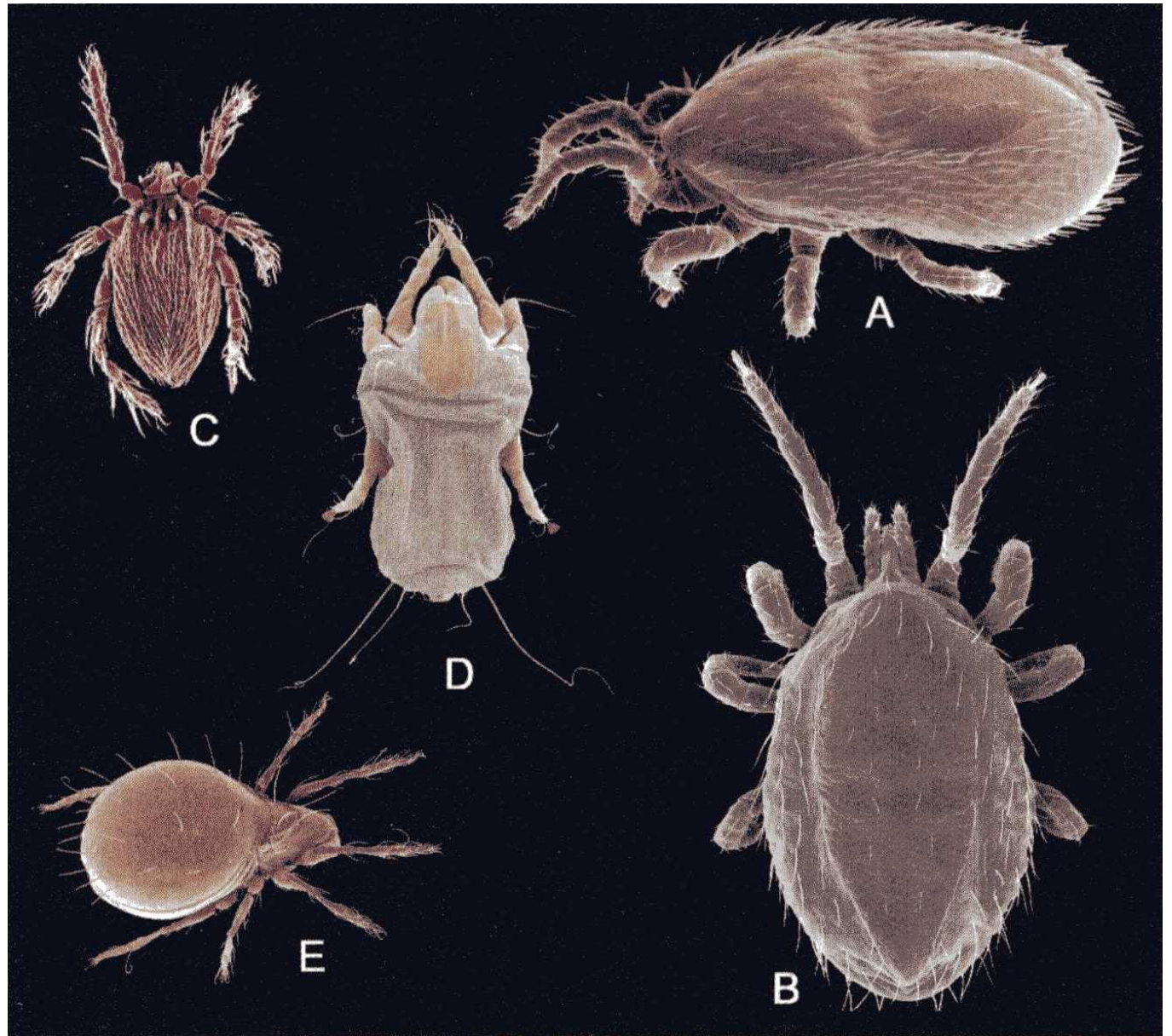
A – *Ornithonyssus bacoti*

B – *Ornithonyssus bursa*

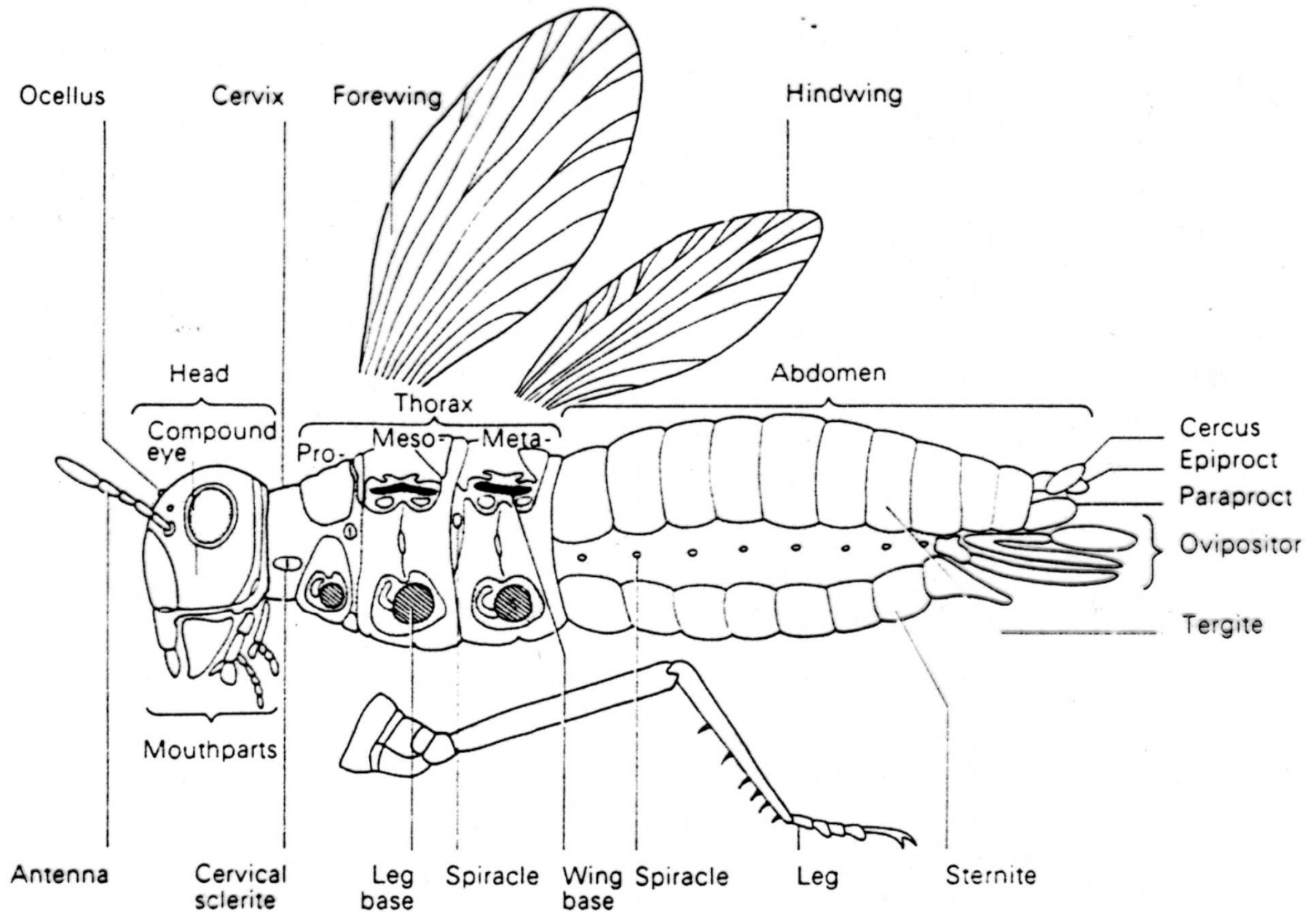
C – *Gantheria* sp

D – *Dermatophagoides  
farinea*

E - *Zygoribatula*



# Externí anatomie hmyzu

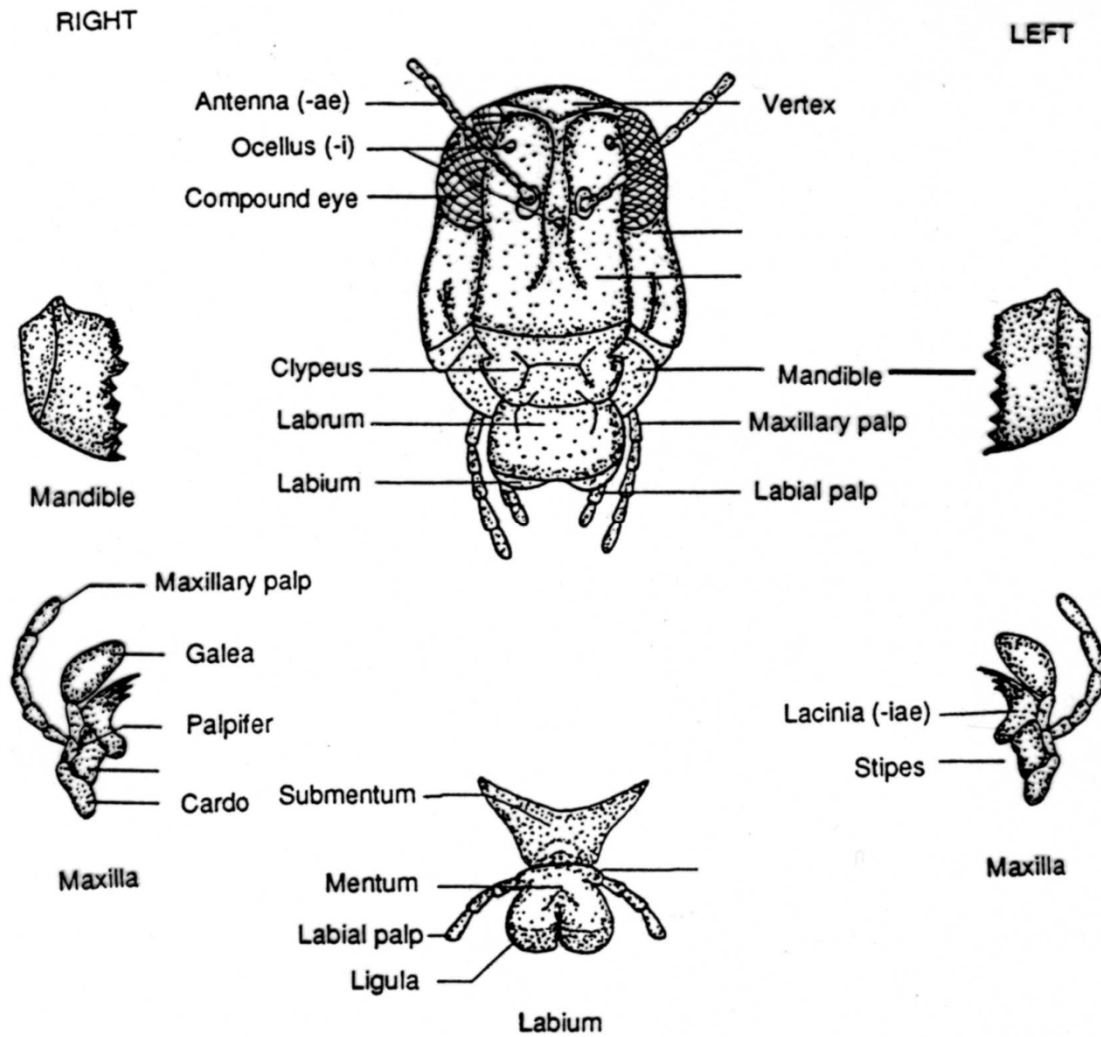




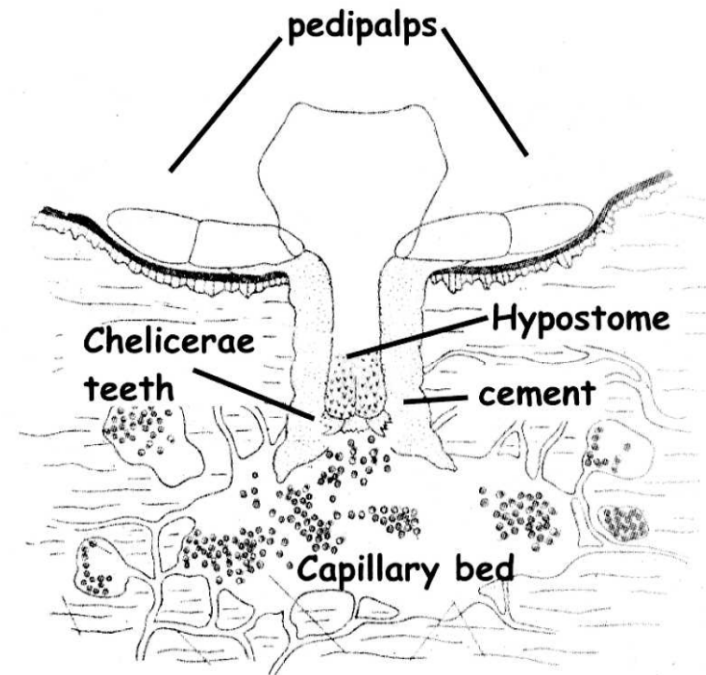
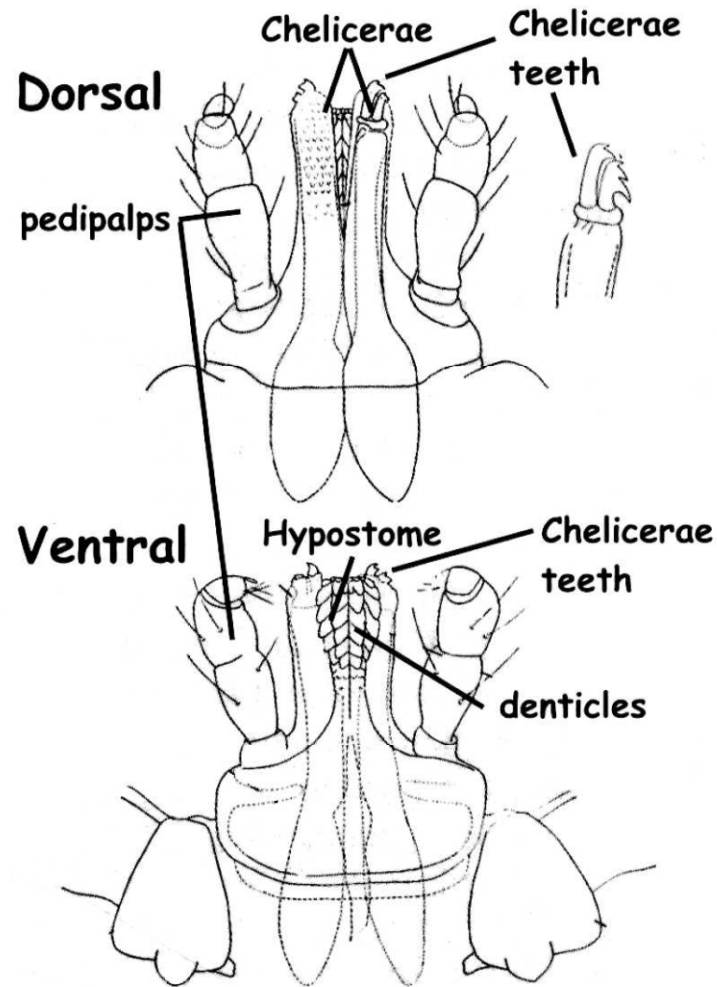
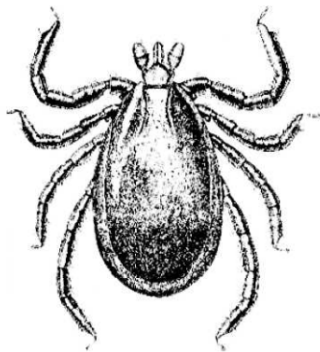
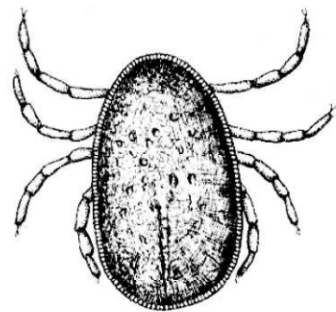
# Morfologie a anatomie členovců

- 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

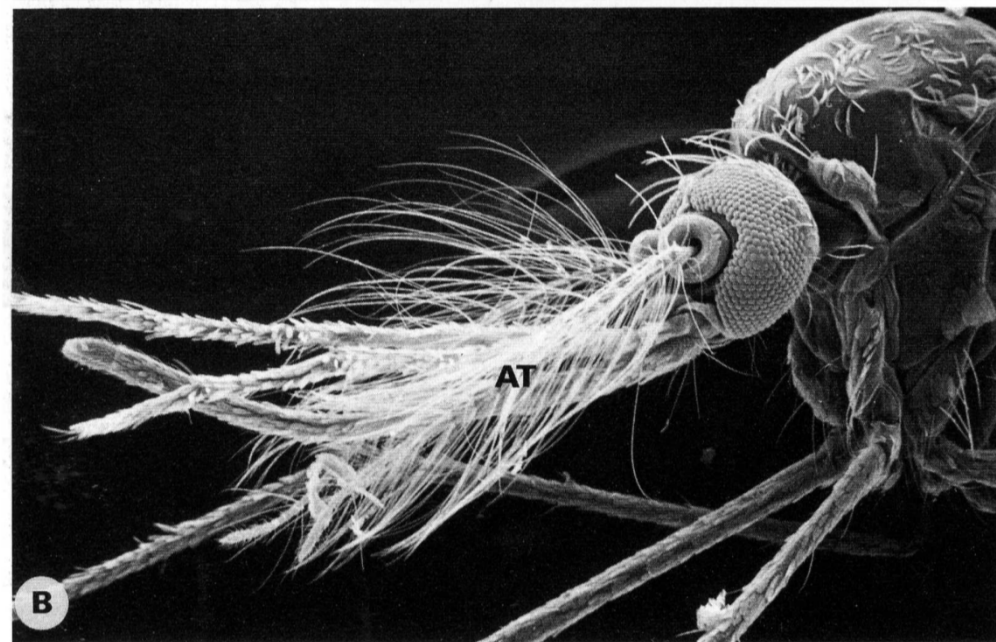
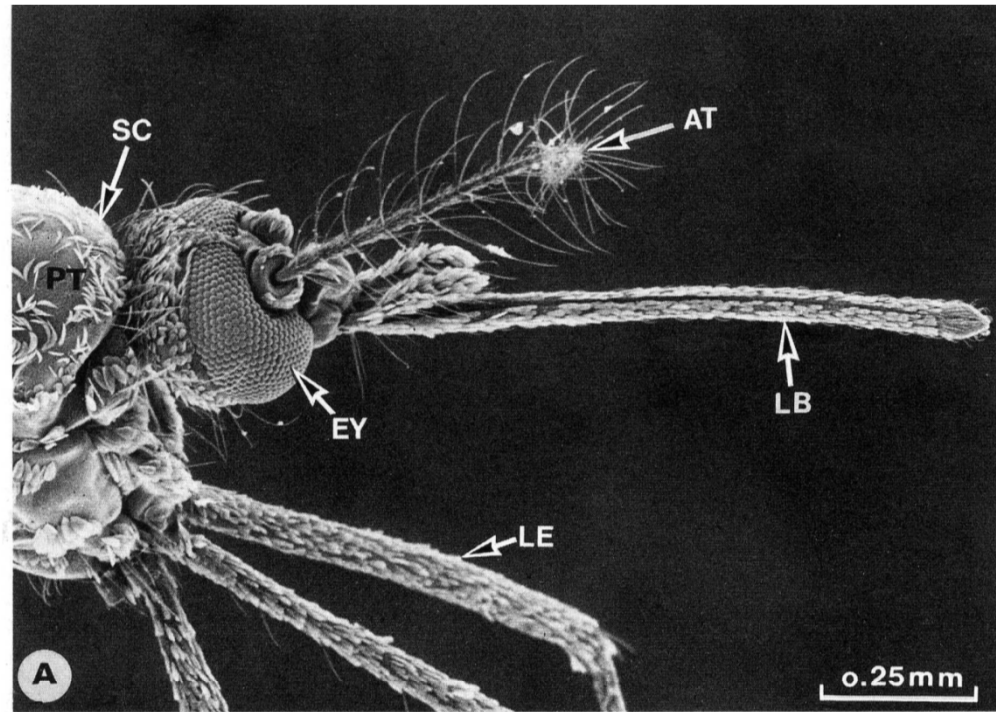
EY- složené oko

LB – labium nesoucí bodací ústrojí

LE – noha

PT – protothorax

SC - šupinky

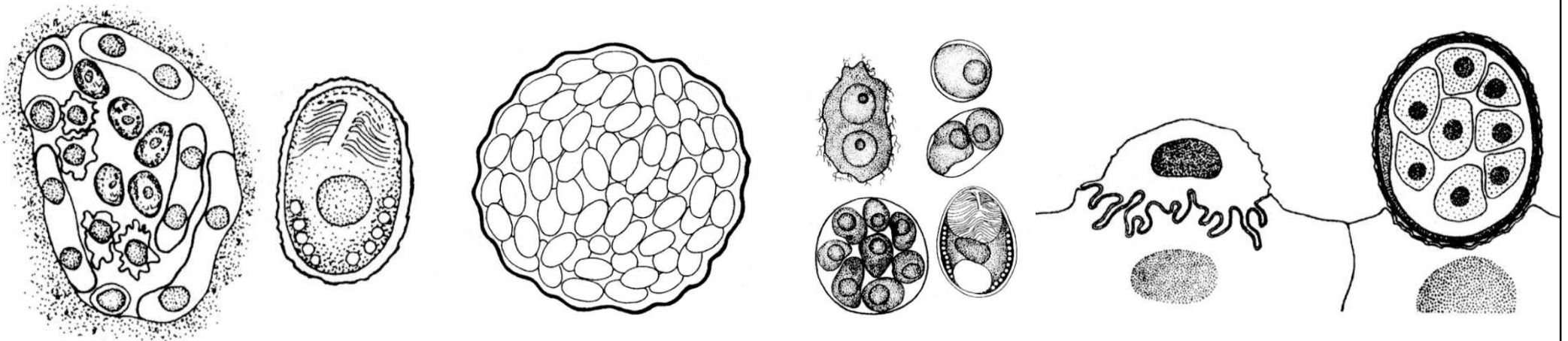


# Opisthokonta (Fungi)

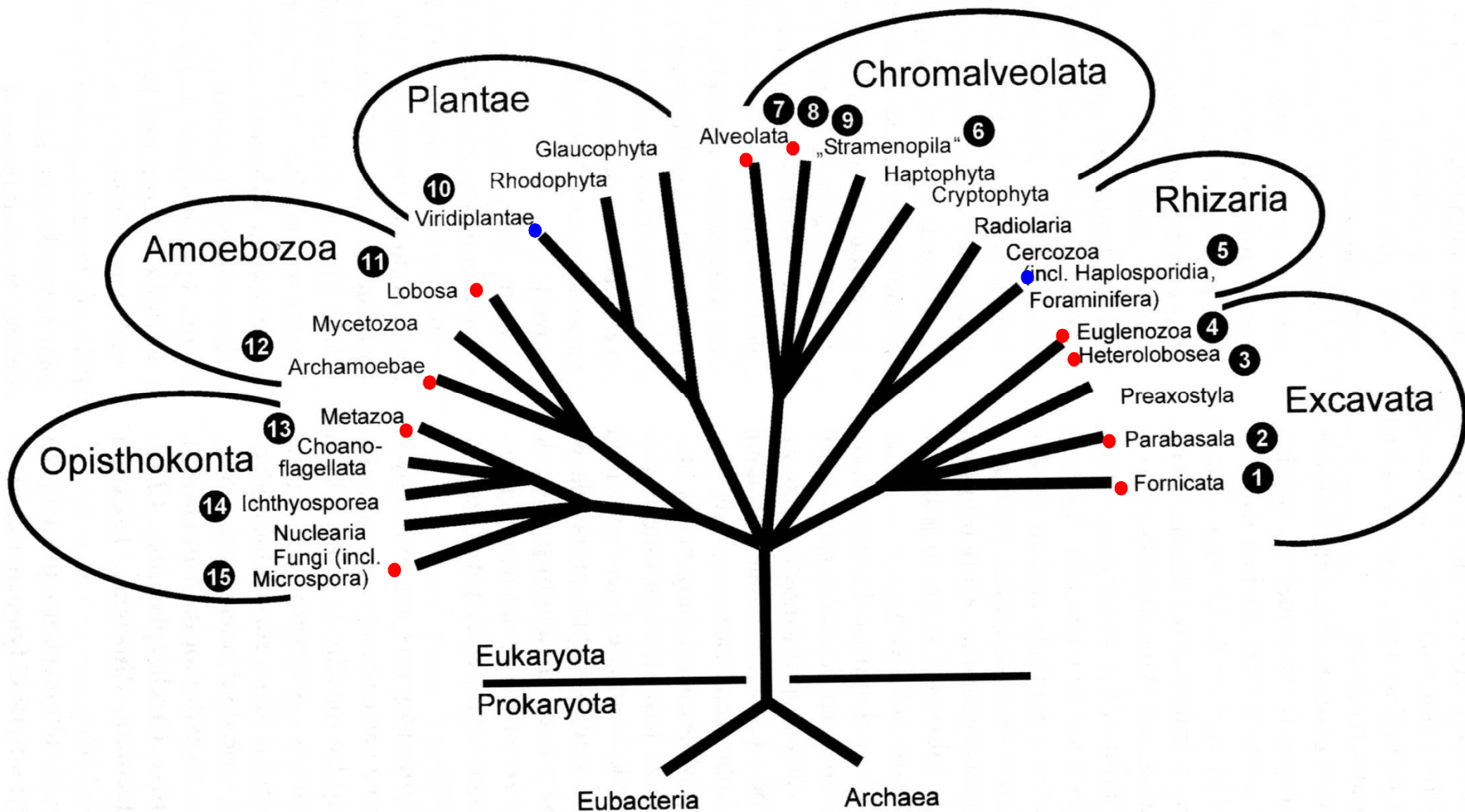
- Kmen: **Microspora** (mikrosporidie)

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 carini*



# 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***

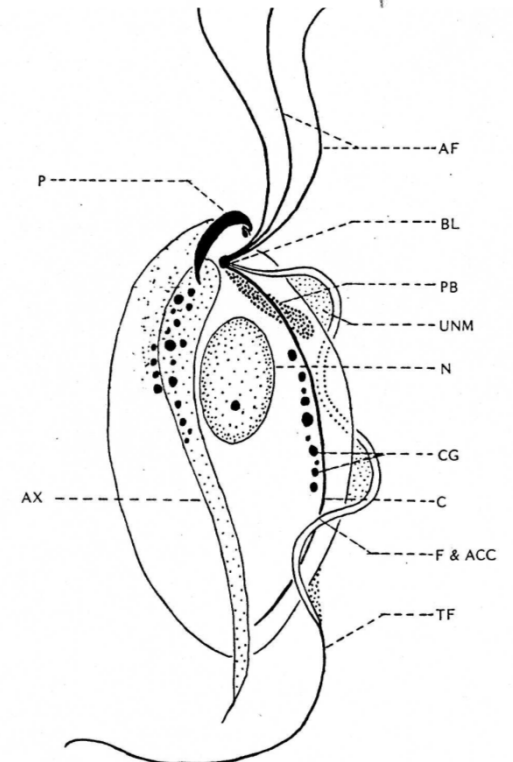
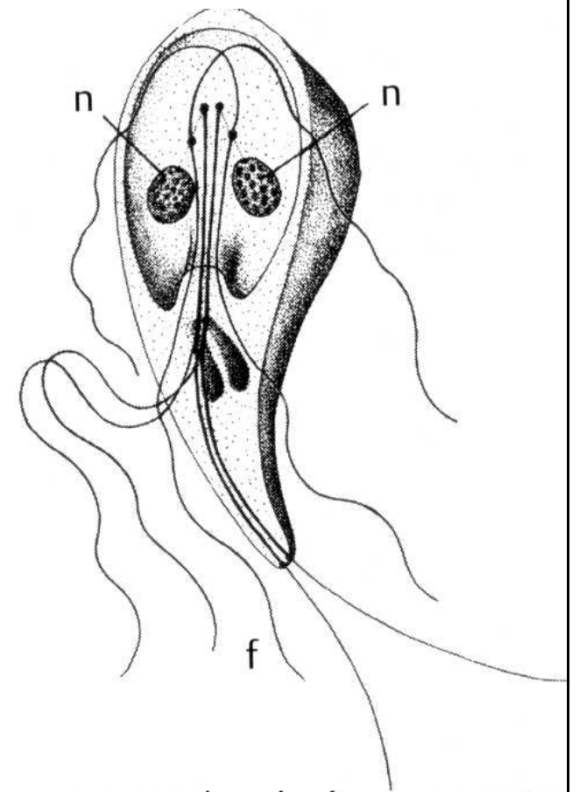
Enteromonadida - ***Enteromonas hominis***

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

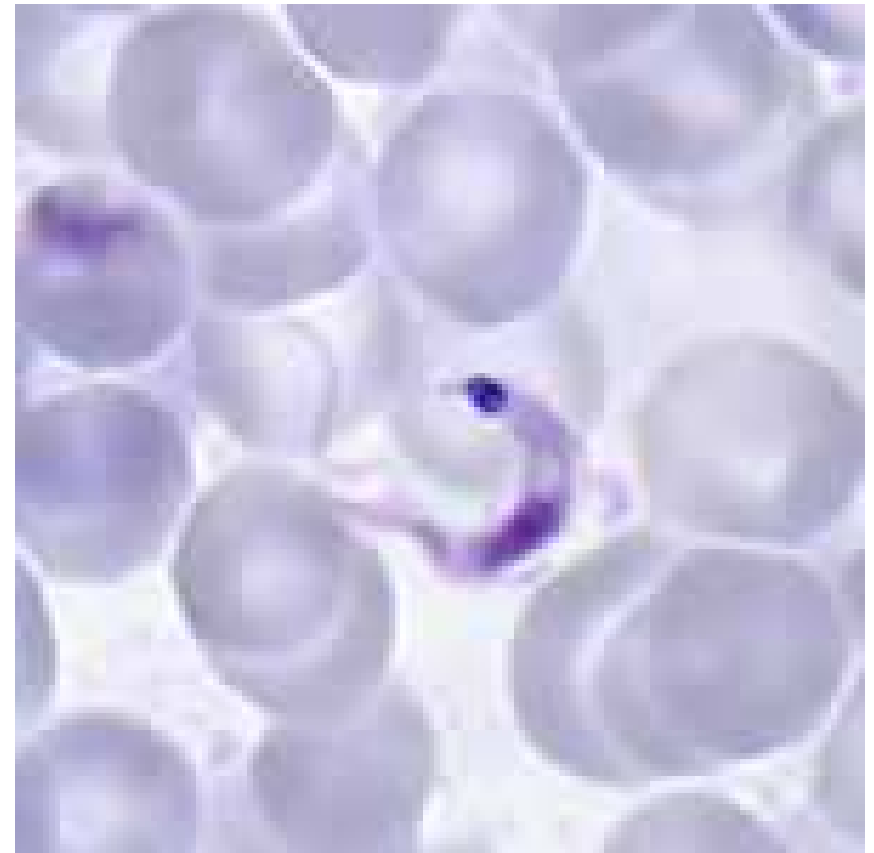
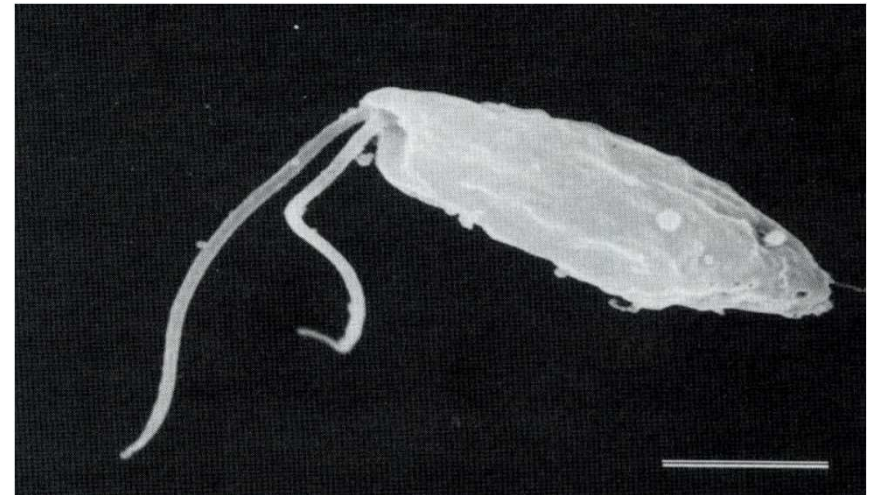
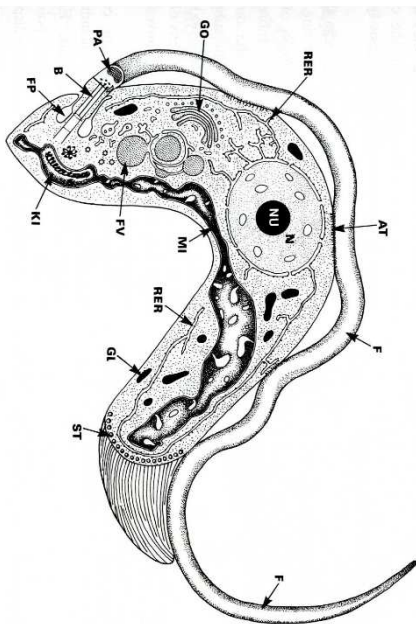
- Kmen: **Heterolobosea (Percolozoa)**

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***.

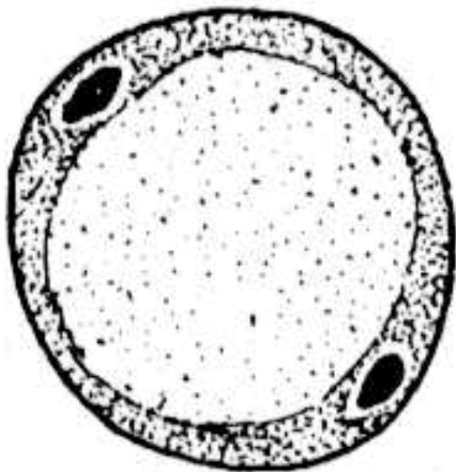


# Chromalveolata

- 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*

